

6  
28j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
" A R A G O N "

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

**FALLA DE ORIGEN**

ANALISIS, ESTUDIO E IMPLANTACION DE MEJORAS EN LA LINEA DE ENSAMBLE DE UNA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACION DE LAS TECNICAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A N:  
**BECERRA PEREZ MARIA MARGARITA  
GONZALEZ PARDO CARLOS ALBERTO**

DIRECTOR DE TESIS:  
M. EN C. ING. MARCO ANTONIO BARRIOS VARGAS



SAN JUAN DE ARAGON

DICIEMBRE, 1995



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGÓN  
DIRECCION

MARIA MARGARITA BECERRA PEREZ  
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 9 de enero del año en curso, presentada por Carlos Alberto González Pardo y usted, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, M en C MARCO ANTONIO BARRIOS VARGAS pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " ANALISIS, ESTUDIO E IMPLANTACION DE MEJORAS EN LA LINEA DE ENSAMBLE DE UNA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACION DE LAS TECNICAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Mex., 12 de enero de 1995  
EL DIRECTOR

M en C. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO.

*Carly B*

*Carly B*

- c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica.
- c c p Ing. Raúl Barrón Vera, Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
- c c p M en C Marco Antonio Barrios Vargas, Asesor de Tesis.

CONCLUIDA.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

CARLOS ALBERTO GONZALEZ PARDO  
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 9 de enero del año en curso, presentada por María Margarita Becerra Pérez y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, M en C Marco Antonio Barrios Vargas pueda dirigirles el trabajo de Tesis denominado " ANALISIS, ESTUDIO E IMPLANTACION DE MEJORAS EN LA LINEA DE ENSAMBLE DE UNA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACION DE LAS TECNICAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Mex., 12 de enero de 1993  
EL DIRECTOR

M en C. RAÚL C. SIERRIFIEMO CASTRO

-   

- c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica.
  - c c p Ing. Raúl Barrón Vera, Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
  - c c p M en C Marco Antonio Barrios Vargas, Asesor de Tesis.

CONCIPIR...

Indicaciones:

El lección, por permitir la realización de este trabajo y darme todo lo necesario para la culminación del mismo.

El me pudiese con todo mi cariño, el que me da todo lo que soy.

Los amo profundamente.

El me hermano, en especial a mi hermana Anita, porque han sido parte de mi ser. Siempre estarán conmigo.

El todos mis familiares, especialmente a Mami, por el amor y apoyo que me han brindado.

confianza depositada en mí.

Muy especialmente a mi abuelita, que con su amor y cariño me ha enseñado a vivir. El todos ellos este querido homenaje.

El me imparte como los voy a costar ellos. siempre los miraré hacia arriba. Ma. Margarita Escobar Cruz

Con infinito amor:

Desde esta lección a Dios por haberme permitido concluir satisfactoriamente esta etapa de mi vida y estar conmigo en todos momentos, haciendo que este trabajo sea uno de los frutos de la semilla que planté desde el día en que me dio la dicha de llegar a este mundo.

El me madre, por reflexionar en mí el espíritu de lucha y el valor, para enfrentar las adversidades de la vida.

Cruces M. Templey Pardo.

---

AGRADECIMIENTOS.

Agradecimientos.

A la Escuela Nacional de Estudios Profesionales "Aragón" de la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme abierto las puertas hacia el conocimiento y a la formación profesional.

Al M. en C. Ing. Marco Antonio Barríos Vargas por sus valiosas observaciones y consejos que nos permitieron presentar este trabajo.

Al Ing. Federico Jauregui Borand y al M. en C. Francisco Ramírez Torres, por haberme motivado y brindado su apoyo, haciendo posible de esta manera la terminación de mi carrera profesional.

A la Congregación de los Misioneros Fusionistas, porque sin su colaboración no hubiera sido posible la terminación de este trabajo.

Muy especialmente a mi amigo y compañero de tesis, Charlie, porque no lo hubiera logrado sin su participación.

Ma. Margarita Becerra Pérez

Devocionalmente:

A todos mis hermanos por su apoyo incondicional, especialmente agradezco la ayuda de Arcelia y de Salvador.

A la E.N.E.P. de la U.N.A.M. por haberme aceptado como miembro de su institución.

A todos mis maestros por haberme transmitido sus conocimientos y experiencias, especialmente agradezco la colaboración y ayuda del M. en C. Ing. Marco A. Barríos Vargas y al Ing. Casiodoro Domínguez C. quien me apoyó y me motivó constantemente durante mi formación profesional.

A Mago por haber compartido la realización de esta tesis y brindarme su amistad.

A todos mis amigos y amigos por su apoyo y apoyo, especialmente a Aurora, Paly, Luis, Loura, Gabry, Myri, Sandra, etc. y Silvia.

En admiración, Respeto y Cariño:  
Carlos A. Campesón Pardo.

---

---

# CONTENIDO

## INTRODUCCIÓN

### I.- BREVE RESEÑA DE LA EMPRESA AUTOMOTRIZ Y EL PAPEL TRADICIONAL DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL.

I.1. La empresa automotriz a nivel mundial.	3
I.2. La empresa automotriz a nivel nacional.	5
I.3. Fundación y desarrollo de la General Motors de México, S.A. de C.V.	8
I.4. El papel tradicional de la Ingeniería Industrial.	12

### II.- BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

II.1. Breve desarrollo histórico de la Ingeniería Industrial.	21
II.2. Las técnicas de la Ingeniería Industrial.	22
II.2.1. Mejora de Métodos.	23
II.2.2. Estudio de Tiempos y Movimientos.	25
II.2.3. Estudios Ergonómicos.	32
II.2.4. Balanceo de Líneas.	34
II.2.5. Distribución de Maquinaria y Equipo.	37
II.2.6. Distribución de Materiales.	39
II.2.7. Herramientas Gráficas.	43
II.2.8. Lotes Pequeños.	46
II.2.9. Análisis de Valor No Agregado.	48
II.2.10. Control Total de Calidad.	49
II.2.11. Reducción de Costos.	51
II.2.12. Mejora Continua.	53

---

### III.- SELECCIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN DE MEJORAS.

III.1. Bases para la selección de las áreas de oportunidad.	57
III.1.1. Prioridades para la selección de las áreas de oportunidad.	59
III.1.2. Considerar una evaluación previa del impacto económico.	59
III.2. Breve descripción del proceso de ensamble de camionetas.	60
III.2.1. Carrocerías en Blanco.	62
III.2.2. Pintura.	64
III.2.3. Vestidura.	67
III.2.4. Chasises y Motores.	68
III.2.5. Proceso Final.	68
III.2.6. Lay-out General.	70
III.3. Selección de áreas de oportunidad: 5 casos en la G.M.M.	72

### IV.- DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS E IMPLANTACIÓN DE LAS MEJORAS: CINCO EJEMPLOS PRÁCTICOS.

IV.1. Subensamble de marcos de puertas laterales.	77
IV.2. Acabado Metálico.	105
IV.3. Estándares en Pintura.	143
IV.4. Acumulador de Vestidura y Frentes.	157
IV.5. Proyecto "Blazer Full Size".	165

### V.- EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS OBTENIDOS POR LAS MEJORAS IMPLANTADAS.

V.1. Evaluación de beneficios por cada mejora.	195
V.2. Evaluación global de los beneficios obtenidos.	201

**VI.- EL FACTOR HUMANO EN LA IMPLANTACIÓN DE LAS  
TÉCNICAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

VI.1. La relación del ingeniero con los trabajadores.	207
VI.2. La relación del ingeniero con los supervisores.	210
VI.3. El departamento de Ingeniería y los Sindicatos.	211
VI.4. La problemática del comportamiento humano.	213

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	219
---------------------------------	-----

APÉNDICE A: Producción mundial y nacional de vehículos.	225
APÉNDICE B: Formatos de las técnicas de ingeniería industrial.	235
APÉNDICE C: Hojas de descripción de las operaciones.	243
APÉNDICE D: Estudios de tiempos.	255
APÉNDICE E: Tablas de tiempos estándar.	291
APÉNDICE F: Hojas de trabajo para los estándares de pintura	299

GLOSARIO	305
----------	-----

BIBLIOGRAFÍA	309
--------------	-----

REFERENCIAS	315
-------------	-----

---

## INTRODUCCIÓN

El ingeniero industrial es un profesionalista que utiliza todos sus conocimientos, así como sus capacidades y habilidades para resolver problemas, la función más importante que realiza dentro de cualquier empresa productora de bienes o servicios es la de mejorar continuamente los métodos de trabajo ya implantados y proponer nuevos y revitalizadores métodos que repercutan en beneficios, sobre todo económicos, para la organización en la cual labora.

Para llevar a cabo esta mejora continua, el ingeniero industrial deberá conocer todos y cada uno de los recursos con los que cuenta, optimizarlos adecuadamente y obtener de ello el incremento deseado en la productividad de la empresa, haciéndola a su vez, altamente competitiva, condición que es muy importante hoy en día.

Uno de los problemas que a menudo se le presenta al ingeniero industrial es el que se refiere al mejor balanceo de las líneas de producción, asignando la mano de obra directa necesaria de acuerdo al tiempo de trabajo de cada estación y tomando en consideración el volumen de producción de la planta.

Frecuentemente este problema es difícil de resolver a menos que se realice un análisis muy cuidadoso y se elabore un estudio para la implantación de mejoras que tiendan a modificar las condiciones actuales de operación, permitiendo de esta manera la reducción del contenido de trabajo y abriendo espacio a un balanceo idóneo del total de las operaciones.

Por ello, es importante que el ingeniero industrial logre, primero, identificar las áreas del proceso donde debe empezar su estudio, segundo, seleccionar las técnicas más apropiadas para efectuar su análisis y, tercero, implantar las mejoras necesarias, resultado de su análisis a fin de obtener los mayores beneficios e incrementar la productividad de la empresa.

Precisamente, hablando en términos de productividad y siendo este concepto muy manejado en la actualidad, el objetivo de este trabajo de tesis es proporcionar una visión práctica de las aplicaciones de la Ingeniería Industrial enfocadas al campo automotriz con el fin de alcanzar un aumento en la productividad mediante la utilización de diversas técnicas que logren la implantación de mejoras en las líneas

---

de ensamble de los autos, camiones y camionetas de la compañía General Motors de México, S.A. de C.V.

De esta manera, mediante el análisis, estudio e implantación de estas mejoras pretendemos incrementar la calidad del producto, resolver problemas de balanceo de líneas, obtener mejores condiciones al trabajador, lograr una mejor distribución de materiales, maquinaria y equipo, así como reducir los costos de fabricación, con el fin de lograr beneficios económicos.

Para llegar a los objetivos antes mencionados, iniciamos este proyecto con una breve reseña de la evolución de la empresa automotriz, mostrándose la importancia que ésta ha tenido como factor productivo tanto a nivel mundial como a nivel nacional, obviamente hacemos mención especial del desarrollo histórico de la Planta México de la General Motors de México, S.A. de C.V., así como sus condiciones actuales y sus perspectivas a futuro debido a que como dijimos en el párrafo anterior, en esta empresa efectuamos nuestros estudios de implantación de mejoras.

En seguida y basándonos en el nuevo enfoque que se le ha dado a la Ingeniería Industrial en los últimos años, así como a la relación que existe entre la industria automotriz con las técnicas de trabajo tradicionales que utiliza el ingeniero industrial y a la influencia de las nuevas filosofías que han venido apareciendo y de las cuales hacemos mención en el capítulo dos, pasamos a la parte esencial de este trabajo la cual se refiere a la selección de las áreas de la planta automotriz que presentaban problemas y que fueron elegidas para mejorarse y a los estudios realizados en las mismas para implantar dichas mejoras.

Ya con las áreas de oportunidad seleccionadas, en el capítulo cuatro se exponen cinco ejercicios en los cuales se visualiza la aplicación práctica de la Ingeniería Industrial, sobre todo en sus técnicas de trabajo (estudio de tiempos, balanceo de líneas, distribución de maquinaria, equipo y materiales, etcétera), resaltándose también por medio de diagramas que muestran en forma comparativa los métodos actuales y propuestos, las mejoras obtenidas por estos estudios.

Posteriormente se llevará a cabo una evaluación de todos los beneficios obtenidos en la implantación de mejoras de los cinco casos estudiados, para ello mencionaremos los resultados reales que se produjeron en estos estudios, dividiéndolos en dos partes, una referente a los alcances cualitativos y otra a los beneficios cuantitativos. En esta parte del trabajo y al analizar los resultados

obtenidos nos daremos cuenta de que gracias a estas mejoras implantadas logramos incrementar la productividad de la General Motors de México, S.A. de C.V. y con ello alcanzar los objetivos planteados.

A continuación en el capítulo seis, tratamos de transmitir la influencia e importancia que tiene el factor humano en el desenvolvimiento de cualquier empresa, especialmente hacemos notar como debe actuar un ingeniero industrial para manejar a toda la gente con la que se relaciona en su ambiente de trabajo no importando el nivel jerárquico que ésta represente, también dentro de este capítulo mencionaremos la actitud que el ingeniero debe tomar al tratar con las organizaciones de trabajadores o Sindicatos, ejemplificando esta relación con lo que está ocurriendo actualmente en la General Motors de México, S.A. de C.V.

Para finalizar, presentamos una serie de conclusiones y recomendaciones que muestran las experiencias adquiridas en la realización de esta tesis, sobre todo en lo referente a la aplicación práctica de todos los conocimientos aprendidos en la carrera de Ingeniería Industrial, asimismo podemos notar el logro de los objetivos alcanzados.

De esta manera ponemos a disposición este material para los alumnos y maestros de la Universidad o personas que estén interesadas o vinculadas con el ramo industrial automotriz.

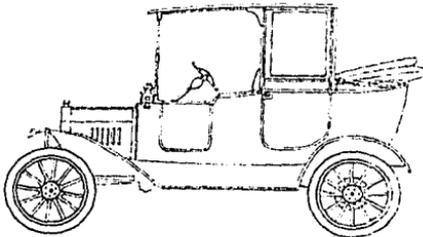
---

# Capítulo I

## Breve reseña de la empresa automotriz y el papel tradicional de la Ingeniería Industrial.

*La historia no se ocupa del pasado.  
Le pregunta al pasado cosas que le  
interesan al hombre de hoy.*

*José Luis Romero.*



## 1.1 La empresa automotriz a nivel mundial.

La importancia de la industria automotriz puede verse desde dos puntos de vista. Por una parte como abastecedora de los vehículos automotores que son esenciales en toda economía moderna para el transporte de materias primas y productos de los centros de producción a los de consumo, así como el transporte de personas para ir al trabajo o a cualquier otro lugar. Por otro lado, la industria automotriz tiene gran relevancia como actividad fabril propiamente dicha.

La producción de automóviles y camiones constituye desde hace varios años uno de los sectores más dinámicos de la industria manufacturera mundial y por tanto, de la economía en general. (Referencia 1.1)

Si hacemos un análisis cronológico del desarrollo a nivel mundial de la empresa automotriz, podríamos decir que la invención del motor de combustión interna, o motor de explosión, en el siglo XIX, dio la pauta para la fabricación de los primeros automóviles impulsados por una fuerza motriz.

Sin embargo, fue en el año de 1901, en Alemania, cuando se consiguió fabricar un auto con un éxito señaladísimo desde el punto de vista técnico y del cual se derivarían muchos automóviles de nuestro tiempo, nos referimos al Mercedes.

A pesar del éxito antes mencionado, la industria automotriz europea conformada principalmente por Alemania, Inglaterra y Francia, se enfrentó a un problema que ponía en riesgo su porvenir: el precio de venta de sus autos era muy elevado, debido al largo y arduo trabajo que desempeñaban los obreros para su fabricación. Afortunadamente, en 1908, el estadounidense Henry Ford, apoyándose en los estudios realizados por Frederick W. Taylor sobre la Administración Científica, desarrolló sistemas continuos de producción que permitieron reducir considerablemente el tiempo de ensamblaje de los automóviles y reestructurar la división técnica del trabajo, logrando solucionar y disminuir de esta manera el problema de los altos precios de venta. Este hecho es muy importante ya que impulsó aún más los sistemas productivos de la época y dio un mayor auge a la Ingeniería Industrial. (Referencia 2.1).

Posteriormente, en la época de la Primera y Segunda Guerra Mundial, las empresas automotrices de los países en guerra bajaron su producción sobre todo en el periodo de 1941 a 1945, y se dedicaron a la producción de material bélico.

Después de las dos grandes guerras, la industria automotriz ha sufrido los cambios obvios que van relacionados con la evolución tanto tecnológica como de los diseños y sistemas de organización y producción, los cuales han logrado que se desenvuelva y han hecho de ella uno de los centros mundiales más dinámicos de la acumulación de capital.

Hoy en día, las relaciones entre las grandes empresas de la industria automotriz (General Motors, Ford, Toyota, Volkswagen, etc.) se expresan en la producción a través de las mejoras técnicas que en cierto modo impulsa la competencia delineando formas características de organización en cada una de ellas, vinculándose además en la lucha por el control y expansión de los mercados, los cuales encuentran más idóneo su establecimiento en países en vías de desarrollo como México. (Referencia 3.1)

Estados Unidos se convirtió prácticamente en el eje del proceso de reproducción de esta industria, ya que en este país se consolidaron tres de los grupos empresariales más poderosos de la actualidad: Ford Motor Co., General Motors y Chrysler Co.; siendo la segunda de estas empresas la más productiva mundialmente en los últimos años. (Referencia 3.2.)

En forma más general, los siguientes datos nos muestran el aumento que se ha venido dando en la producción mundial de automóviles y camiones desde 1950 hasta 1990, reflejo de la gran demanda que han tenido a través del tiempo:

Año	Producción mundial (unidades)
1950	10,577,426
1955	13,628,103
1960	16,488,340
1965	24,266,799
1970	29,403,479
1975	32,998,363
1980	38,513,635
1985	44,811,379
1990	48,345,254

Siendo Japón el país que más autos y camiones fabrica desde la década de los 80's, seguido por Estados Unidos y Alemania. (Referencia 4.1)

En el apéndice A1 se puede encontrar una tabla que muestra la producción a nivel mundial desglosada por país y compañía, en la que se puede comparar la importancia del papel que juega México.

## 1.2 La empresa automotriz a nivel nacional.

La industria del automóvil en México surgió dotada de un alto grado de concentración del capital y su desenvolvimiento estuvo caracterizado por los patrones de expansión internacional de las grandes empresas automotrices. De ahí que desde su inicio haya estado regida por la estrategia e intereses del capital extranjero, principalmente norteamericano.

Las líneas generales del proceso de desarrollo de la empresa automotriz a nivel nacional se pueden apreciar en la siguiente periodización: entre 1908 y 1925 aparecieron los primeros automóviles en el país. La ausencia de producción de partes automotrices y de plantas de ensamblado hizo que las unidades distribuidas en el mercado nacional se importaran completamente terminadas (Referencia 3.3).

En el periodo comprendido de 1926 a 1947 se instalaron las primeras líneas de montaje nacional, iniciándose de esta manera el ensamblado de automóviles con piezas de importación. El apoyo del gobierno mexicano se hizo presente favoreciendo las importaciones y no estableciendo ningún tipo de restricción. La primer planta ensambladora fue la Ford Motor Company, cuyo establecimiento se llevo a cabo en 1925 y diez años después, en 1935, surge la segunda industria ensambladora que fue General Motors de México, S.A. de C.V. Posteriormente se establecen en el país algunas otras plantas como Fábricas Automex, S.A. en 1939 y Vehículos Automotores Mexicanos, S.A. de C.V. junto con International Harvester México, S.A. en 1946. (Referencia 5.1).

Entre 1948 y 1959 se aprecia una proliferación de empresas ensambladoras, de marcas y modelos, debido a que aparecen otras dos compañías automotrices en

el país: Diesel Nacional, S.A. en 1951 y Volkswagen de México, S.A. de C.V. en 1954.

A partir de 1960 y hasta 1972, la industria ensambladora de automóviles se convirtió en una de las más importantes y dinámicas de la economía mexicana, ya que empezó a fabricar automóviles y partes de estos, es decir, ya no se dedicaba únicamente al ensamblaje, también se dedicaba a fabricar partes automotrices y refacciones. Otro aspecto importante que se produjo con la fabricación de vehículos durante esta etapa y que posteriormente fue en ascenso, fue la ocupación de trabajadores que generó, pues las empresas ensambladoras en 1962 ocupaban a 9,021 personas y para 1972 generó una ocupación de 30,000 personas, ello significó un crecimiento de tres veces la creación de empleos. Estas transformaciones fueron impulsadas definitivamente por el Estado, quien a partir de este momento participó de manera directa y determinante en la integración de la industria automotriz mexicana. También durante este periodo, en 1966, se funda la empresa Nissan Mexicana, S.A. de C.V. (Referencia 5.2).

De 1972 a 1977 el gobierno favoreció la expansión de la industria con políticas de control sobre las organizaciones de los trabajadores. En esta etapa, el capital extranjero cimentó las pautas de su expansión en lo que hace a la producción y tecnología, a las ventas y a la estructura organizativa de esta industria y sus empresas. (Referencia 3.4.)

En el sexto y último periodo del desarrollo de la empresa automotriz mexicana que comprende de 1980 hasta nuestros días, el país adopta nuevos elementos en la producción de automóviles y camiones, los cuales incrementan considerablemente la porción destinada a la exportación tanto de autopartes como de vehículos terminados, de ello dan cuenta sobre todo, los nuevos proyectos de expansión de las grandes empresas automovilísticas como Chrysler de México, S.A., Ford Motor Company, S.A. de C.V., General Motors de México, S.A. de C.V., Nissan Mexicana, S.A. de C.V. y Volkswagen de México, S.A. de C.V., quienes han logrado mantenerse en la competencia dentro del giro de esta industria. (Referencia 3.5.)

En contrapartida, a pesar de la proliferación de estas compañías, la industria automotriz mexicana perdió a finales de los años setenta y principios de los ochenta algunas otras plantas que estaban perfectamente establecidas dentro del país, nos referimos a Vehículos Automotrices Mexicanos, S.A. de C.V. y Renault de México, S.A., empresas que se vieron obligadas a cerrar sus instalaciones debido a

problemas económicos, políticos, sociales o de organización interna; cualquiera que haya sido el motivo, el cierre de éstas produjo la desaparición de varios modelos de automóviles que se habían convertido en "clásicos" dentro del mercado nacional, como los muy populares Renault o los Gremlin, American, Classic y Pacer de la compañía V.A.M.

Por otro lado, muchos modelos de automóviles de las empresas que se han logrado mantener dentro del ramo de esta industria, han tenido que desaparecer y ser sustituidos por modelos más sofisticados, esto es normal debido al constante cambio y evolución a la que está sujeta la sociedad, y por tanto, la industria en general; de esta manera, cada año aparecen nuevos diseños de automóviles y camiones con cambios que van de acuerdo a la época en que se está viviendo.

A continuación mencionaremos algunos de los modelos de autos de los años setenta que ya han desaparecido: Fairmount, Opel, Chevelle, Coronet, Maverick, Galaxie, Dinalpin, Mónaco, Classic, Citation, Javellin, Super bee, Impala y Valiant. Algunos otros modelos han sido modificados pero conservando su concepto original aunque su nombre en la actualidad sea diferente, por ejemplo: el Datsun, Dodge-Dart, Chevy-Nova, Lebaron, Ford LTD y Mustang, entre otros. Finalmente, existe un modelo que sólo ha sido modernizado, ya que ha conservado su nombre y línea originales: el Volkswagen Sedan.

Para concluir podemos señalar que entre los beneficios resultantes del establecimiento de empresas automotrices mexicanas están principalmente el promover la industrialización del país y el elevar los niveles de ingreso y empleo internos; además, debido al acelerado ritmo de su crecimiento en la fabricación de automóviles, convierten a esta industria en una de las más dinámicas dentro de la actividad económica nacional.

Los siguientes datos muestran cómo se ha ido incrementando la producción de autos y camiones en todo el país desde hace más de 40 años:

---

Año	Producción nacional (unidades)
1950	21,575
1955	32,275
1960	49,807
1965	96,654
1970	189,986
1975	356,624
1980	490,006
1985	458,680
1990	820,558

Con la producción de los últimos años, México se ha establecido como uno de los mejores países productores de autos y camiones a nivel mundial, actualmente se encuentra entre los primeros diez. (Referencia 4.2.)

En el apéndice A2 se muestra la producción total efectuada en el primer semestre de 1994 por las empresas mexicanas Ford, General Motors, Chrysler, Nissan y Volkswagen.

### I.3 Fundación y desarrollo de la General Motors de México.

Hemos mencionado en los apartados anteriores la evolución que se ha llevado a cabo en la industria automotriz, primero, en un plano internacional y después a nivel nacional; sin embargo, ahora veremos como se ha llevado a cabo este desarrollo pero enfocándonos a una empresa en particular, nos referimos a la General Motors de México, S.A. de C.V., la cual va a ser, como observaremos más adelante, el objeto de estudio de este trabajo.

General Motors de México (G.M.M.) S.A. de C.V. ha cumplido casi 60 años de producir vehículos y productos que han servido para transportar a millones de personas y han apoyado el desarrollo del país, cubriendo necesidades industriales, de comercio y de comunicación. En este lapso de tiempo se han generado empleos tanto en forma directa como indirecta, a través de proveedores y distribuidores que se han encargado de la expansión de dicha empresa, la cual también se ha distinguido por ir a la vanguardia, manteniéndose en los primeros lugares de producción, calidad y exportaciones.

En 1923, México logra un importante lugar dentro de los principales mercados de consumo, por lo cual es nombrado oficialmente el primer país representante de la Corporación General Motors. Sin embargo, es el 23 de septiembre de 1935, cuando se establece la Planta Ensambladora de Camiones General Motors de México, S.A. (más tarde S.A. de C.V.) en la Avenida Ejército Nacional N° 843.

La gerencia general de esta nueva planta estaba a cargo del Sr. Ivan C. Dresser quien adquirió un terreno de 44,000 m<sup>2</sup> para sus instalaciones. Mientras se construía el edificio N° 1, el 16 de abril de 1936 y contando sólo con 36 empleados, G.M.M. se dedicaba únicamente a la comercialización y venta directa de autos para distribuidores extranjeros, presentando con éstos su primera exposición de automóviles importados ese mismo año.

Nueve meses más tarde, el 18 de enero de 1937, se produce el primer camión armado en México por esta empresa, la producción real inicial fue de solo 10 unidades diarias, trabajando un solo turno de 8 horas laborales. El modelo ensamblado era un Chevrolet 1937, y fue entonces cuando el Presidente Lázaro Cárdenas inauguró formalmente la Planta de Ensamblaje de G.M.M., la cual para esa fecha ya contaba con 222 trabajadores, y para finales de ese mismo año ya se fabricaban 55 unidades diarias en el mismo tiempo de 8 horas laborales.

Otro aspecto importante que se dio durante esta etapa fue la creación del Sindicato de Obreros y Empleados de G.M.M., el cual propuso prestaciones muy favorables para los sindicalizados.

De esta manera, la Planta comenzaba una nueva era dedicándose no sólo al ensamblaje de camiones sino también a la producción de varios modelos de automóviles como el Club Coupé Sedán, el Cadillac, el Buick, el Oldsmobile y el Pontiac, así como a la manufactura de varios productos como refrigeradores, baterías y estampados para los motores, cabe señalar, que este adelanto se llevó a cabo gracias a la construcción del edificio N° 2 en mayo de 1942 y a la ampliación del edificio N° 1; sin embargo, este incipiente crecimiento se vio un poco truncado de 1939 a 1945 debido a la Segunda Guerra Mundial, la cual hizo que se suspendiera la fabricación de autos de uso civil dedicándose esta industria al ensamblaje de unidades militares para uso del Ejército Mexicano.

Pocos años después de la Segunda Guerra, y obedeciendo al expansionismo industrial de la época, se inicia la construcción de los edificios 3 y 4 en 1949, en un terreno de 76,000 m<sup>2</sup> ubicado en la Av. Miguel de Cervantes Saavedra. Consecuentemente, en la década de los años cincuenta la fuerza total de trabajo de G.M.M. alcanzaba la cifra de 1759 obreros y empleados y el índice de producción se había elevado a 12,000 unidades anuales.

En las siguientes dos décadas G.M.M. innovó perfeccionamientos técnicos y estilísticos, rompió sus propias marcas de ventas y, sobre todo, se consolidó en el mercado.

Debido a la gran demanda que se estaba produciendo, a finales de los años setenta y principios de los ochenta, G.M.M. establece 2 complejos industriales que le ayudarían tanto a la producción de automóviles, como a la fabricación de partes automotrices y refacciones. El primero se ubicó en el estado de Toluca siendo sus actividades primordiales la fundición del metal para los motores y el armado de los mismos. El segundo, denominado Complejo Ramos Arizpe, se instaló en el estado de Coahuila, en éste se llevaba a cabo además de la fundición y armado de motores, el ensamblaje de los modelos de automóviles que la compañía producía en México.

A continuación se enlistarán los aspectos más importantes que se han ido efectuando a partir de 1980 hasta nuestros días dentro de las tres plantas antes mencionadas: México, Toluca y Ramos Arizpe.

\* En 1982, el ensamblado de todos los automóviles como el Cutlass, Celebrity y más tarde el Cavalier y el Chevy se le encomendó al Complejo Ramos Arizpe.

\* En 1985, por primera vez se trabaja a 2 turnos durante seis meses y se inicia el proyecto del modelo Suburban cuyo ensamblaje se lleva al cabo en 1986 en Planta México.

\* En 1987 G.M.M. celebra la producción de la unidad Un Millón y entre la Planta Toluca y Ramos Arizpe se producen 6,000 motores para exportación.

\* En 1988 se trabaja ya el segundo turno permanentemente, completando así 15.5 horas laborales por día.

\* En 1989 el sistema ELPO (electrodeposición del fosfato) inicia su operación en Planta México y en Ramos Arizpe, reduciendo así la contaminación y los consumos de agua y electricidad, además de incrementar la calidad en el acabado de la pintura y disminuir las oxidaciones en la lámina.

\* En 1990 se comienza el ensamblaje de los modelos Blazer y Maxicab en la Planta México, además se equipan camiones de la Ruta 100 con motores fabricados por G.M.M.

\* En 1991 se pone en funcionamiento el proyecto GMT400 para ensamblar los modelos Pick-up y Suburban con línea aerodinámica y motor de 8 cilindros. También el Chasis P-30 logra sus mayores ventas en el mercado por la introducción de los microbuses en la ciudad de México.

\* En 1992 se produce en Planta México la unidad 1,250,000 convirtiéndose este acontecimiento en motivo de gran festejo para la Corporación. Para finales de este mismo año se inicia la construcción de la nueva planta de ensamble de camiones y camionetas en Silao, Gto., de esta manera se hace oficial el cierre de Planta México, programado para mediados de 1995.

\* En 1993, con la introducción del año modelo '94 se inicia el ensamble de la pick-up con motor de 6 cilindros en Planta México.

\* En octubre de 1994 se inicia el ensamble del modelo Blazer Full Size en Planta México y se concluye la instalación del proyecto para el ensamble del camión Kodiak.

\* Para finales de 1994 se pondrá en marcha en la Planta de Toluca una línea de ensamble de vestiduras, chasises, motores y proceso final, para la producción del camión Kodiak , cuya carrocería será ensamblada en Planta México.

En la actualidad Planta México cuenta ya con 336 empleados y 2541 sindicalizados, trabajando en 2 turnos. Se constituye por los edificios 1 y 2 donde se ensamblan las camionetas y camiones, y por los edificios 3 y 4, donde se alberga Ingeniería del Producto y Refacciones, respectivamente.

Todos los cambios que se han llevado a cabo en G.M.M. son solo un reflejo de la manera en la que esta empresa se ha mantenido en el mercado nacional. Su éxito ha radicado en la constante mejora de sus métodos y procedimientos de trabajo, así como en la aplicación de nuevos programas sistemáticos de mejora continua, calidad total y dirección científica, manteniéndose en la vanguardia mundial de las innovaciones tecnológicas y administrativas. Todo esto da por resultado un incremento en la productividad de la empresa, elaborando productos altamente competitivos y de excelente calidad, además dicho éxito se ha reflejado también en lo concerniente a la apertura de fuentes de trabajo para miles de mexicanos.

Como dato adicional, General Motors de México en el mes de febrero del presente año rompió su anterior récord de ventas mensual al alcanzar la cifra de

13,005 unidades facturadas, éxito logrado gracias al importante trabajo en equipo y a la eficiente labor productiva y de promoción realizadas.

#### 1.4 El papel tradicional de la Ingeniería Industrial.

La ingeniería en toda empresa productora de bienes y servicios es de suma importancia, ya que cualquier proceso por muy perfeccionado que sea, siempre es susceptible a tener mejoras, es aquí donde radica la importancia del ingeniero industrial, cuya actividad primordial es estar en la búsqueda de la mejora continua de los sistemas productivos, perfeccionando métodos de trabajo, procesos de fabricación y sistemas de servicios entre otras muchas tareas.

Esto nos hace pensar en una constante actualización y mejora de los procesos productivos y administrativos para que una industria se mantenga dentro de un mercado competitivo y con ello luche para ser líder en su ramo.

El desconocimiento de la ingeniería industrial y de cada una de sus actividades en una gran parte de la industria, se debe básicamente a la falta de preparación por parte de los directivos en lo que respecta a funciones y técnicas de la ingeniería, que pueden llegarse a implantar para el fructífero desarrollo de las empresas.

Además, esta ignorancia se manifiesta en una inadecuada organización de los diferentes departamentos que constituyen una empresa, en los cuales, y debido precisamente a esta falta de organización, no se pueden llegar a establecer programas integrales de trabajo que contribuyan a lograr un cambio en las industrias. Cambio tan necesario hoy en día dentro de nuestro país debido a la apertura del mercado nacional por la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio, lo cual exige industrias altamente competitivas en todos los niveles de calidad y servicio.

Abordando este problema a nivel nacional y en el caso particular de la General Motors, Planta México, empresa en la cual se fundamentan nuestras experiencias, es lógico suponer que en sus orígenes no existía la Ingeniería Industrial como tal. Aunque según testimonios de personas con varios años de antigüedad en la empresa se realizaban ciertas actividades las cuales buscaban el

mejor aprovechamiento de todos los recursos disponibles, tales como ocupar el tiempo ocioso de los operarios, utilizar el tiempo improductivo de las máquinas, aprovechar espacios libres, es decir, evitar los desperdicios y tiempos perdidos. Así como otras actividades cuyo objetivo siempre era "hacerlo mejor", lo cual podría incluirse dentro de la Ingeniería Industrial tal cual la conocemos hoy en día.

Posteriormente, en la década de los cincuenta en que toma mayor auge la Ingeniería Industrial, se creó dentro de la empresa el departamento de Ingeniería Industrial como se conoce en la actualidad, y el cual, haciendo uso de las técnicas de ingeniería utilizadas dentro de la planta, se encarga de planear constantemente métodos más sistematizados que van acorde con el desarrollo de la misma.

No obstante, y pese a lo antes descrito, el papel que jugaba la Ingeniería Industrial en sus inicios, era muy limitado, debido en gran medida a la falta de iniciativa por parte del personal que estaba encargado de este departamento; de esta manera, no daban a conocer propuestas para la mejora de los procesos y actividades tanto en las áreas de manufactura como administrativas, es decir, el ingeniero industrial prácticamente se concretaba al análisis de métodos, estudios de tiempos y movimientos, asignaciones de mano de obra, cálculos de la capacidad de producción, y otras actividades que realizaba casi en forma rutinaria, sin proponer y evaluar verdaderas mejoras que incrementasen la productividad.

Para tratar de contrarrestar estas anomalías es necesario que el ingeniero industrial esté consciente del papel que debe desempeñar dentro de su ambiente de trabajo, para esto debe tomar en cuenta los conceptos básicos que se han ido desarrollando y que aparecieron desde que Frederick W. Taylor creó la Administración Científica dando impulso a la Dirección Industrial.

Sin embargo, es necesario que el ingeniero industrial comprenda en esencia el significado de lo que es la Ingeniería Industrial cuya definición desde un enfoque tradicional es la siguiente: *"se refiere al diseño, mejora e instalación de sistemas integrados por personas, materiales y equipo, y toma conocimientos especializados y habilidades de las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos del análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados a obtenerse de estos sistemas"*. (Referencia 13.1)

Sin esta serie de conocimientos el ingeniero industrial estará mal calificado para resolver los problemas que se vayan presentando y fallará con su tarea principal, que es precisamente, resolver problemas. (Referencia 12.1)

Además, la Ingeniería Industrial actualmente tiene muchas más funciones, las cuales no debe olvidar un ingeniero industrial ya que en cualquiera de ellas puede desempeñar su trabajo, dichas funciones se enlistan a continuación (Referencia 10.1):

- Ingeniería de Métodos.
- Análisis de Operaciones.
- Estudio de Movimientos.
- Manejo de Materiales.
- Planificación de la Producción.
- Seguridad Industrial.
- Normalización.
- Estudios de Tiempo.
- Normalización de tiempos elementales predeterminados.
- Procedimientos de organización de empleados.
- Incentivos en las primas.
- Participación en los beneficios.
- Valoración del trabajo.
- Calificación por méritos.
- Administración de salarios y primas.
- Control de Producción.
- Control de Inventario.
- Control de Calidad.
- Control de Costes.
- Control presupuestario.
- Control de Dirección.
- Distribución en planta.
- Adquisición y repuesto de equipos.
- Diseño de productos.
- Diseño de herramientas y calibres.
- Relaciones industriales.
- Selección de directivos.
- Preparación de reglamentos de funcionamiento y mantenimiento.
- Psicología industrial y Fisiología industrial.
- Logística.
- Abastecimiento.
- Informática.
- Tráfico.
- Competitividad.

- Productividad.
- Planeación.
- Mercadotecnia.

Como se puede apreciar, el campo de trabajo del ingeniero industrial es sumamente amplio y para poder llevar a buen término sus actividades debe contar con técnicos auxiliares y otros colaboradores que lo apoyen. (Referencia 10.2.)

Asimismo, el ingeniero tiene que convencer no solo a sus superiores y directivos de alto nivel en la empresa, sino también a los mandos de igual categoría y mandos intermedios sobre sus sistemas, procedimientos y técnicas y, lo que es más importante todavía, también tendrá que convencer de su conveniencia a los productores y a los representantes de la organización obrera. Por lo tanto, la tarea de "vender", abarca "vender hacia arriba", "vender al mismo nivel" y, por último, "vender hacia abajo". (Referencia 10.3.)

Como lo hemos venido recalcando, hace algunos decenios, un ingeniero industrial, para lograr la aceptación de sus ideas dentro de su propia organización podía comportarse arbitrariamente. Con ordenar que alguna cosa fuera hecha de una forma determinada, se terminaba toda la discusión. Pero hoy en día, aún el gerente más dominante de una empresa, tendría poco, o a lo más, mediocre éxito si se limitara a ordenar a sus subordinados que hiciesen "esto o lo otro".

Cabe señalar también algunas de las dificultades o problemas a los que se enfrenta un ingeniero industrial dentro de su ambiente laboral como por ejemplo la lucha entre la mano de obra y la dirección, o la existencia de un ambiente de resistencia pasiva por parte de los trabajadores, o cierta tensión dentro del área donde ejerce sus responsabilidades, en fin, al analizar estos problemas, el industrial tiene que salir airoso con soluciones que satisfagan a todos los miembros de la empresa.

Para finalizar y en base a lo descrito anteriormente, podemos decir que a través del tiempo se ha notado el desarrollo de un enfoque diferente en las aplicaciones de las técnicas de la Ingeniería Industrial. Este nuevo enfoque se ha hecho relevante especialmente en los últimos años y sobre todo en la industria automotriz, que es el ramo al cual esta dirigido este trabajo, aunque la tecnología contemporánea de la Ingeniería Industrial es lo bastante general en su aplicación para analizar la producción en áreas tan diversas como manufactura, banca, hospitales, sistemas de defensa, distribución, menudeo, construcción de barcos,

construcción civil, industria química, seguros, empresas crediticias, etcétera. (Referencia 13.1.)

Tal enfoque revitalizador ha sido posible sólo por la aplicación de programas sistemáticos de mejora continua. Tal es el caso de la General Motors de México, la cual, en todas sus plantas y oficinas, ha capacitado al personal sobre estas nuevas filosofías y ha proporcionado los medios y facilidades necesarios para el desarrollo de este nuevo ambiente de trabajo. Además, se ha mantenido a la vanguardia, adoptando las innovaciones japonesas y alemanas, implantando sistemas de calidad total, involucramiento de proveedores, servicio al cliente, entre otros.

De esta manera podemos observar cómo el papel tradicional del ingeniero industrial también ha ido evolucionando día tras día. Se podría decir que dicho papel está ligado a una carrera de relevos entre el desarrollo de sistemas cada vez más complejos y el desarrollo de métodos eficientes de dirección para controlarlos. (Referencia 7.1.)

Asimismo, el concepto tradicional de Ingeniería Industrial que se expuso en páginas anteriores se ve en la necesidad de cambiar debido a esta constante evolución. Es por esto que hoy en día podríamos definirla como: *"una rama de la ingeniería que tiene como objetivo incrementar la productividad, calidad, servicio y rentabilidad de los sistemas de actividad humana y así lograr una mayor competitividad, un mejor nivel de vida y un bienestar económico-social, considerando la mejora del medio ambiente, los valores éticos y la dignidad humana. La Ingeniería Industrial integra, diseña, planea, organiza, mantiene, opera, dirige y controla los sistemas productivos en industrias manufactureras; y sistemas operativos en empresas de servicios e instituciones, conformados por: recursos humanos, materiales, económicos, de información y energía; utiliza métodos matemáticos, computacionales, técnicas de ingeniería y principios de economía y administración; logrando como función social la integración y optimización de estos sistemas para generar un bienestar compartido"* (Plan de estudios de la Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.).

De la misma forma, la Ingeniería Industrial cambia y nace, se presenta nueva, fascinante, con importantes oportunidades para aquellos, cuya educación y experiencia les hacen estar preparados para ser llamados ingenieros industriales. (Referencia 12.2.)

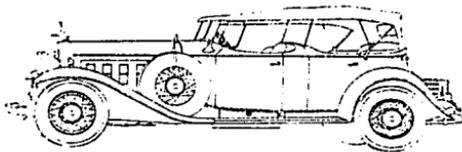
En esta nueva etapa, el ingeniero industrial adquiere una importancia relevante, debido a que sus conocimientos y formación le permiten el desarrollo e integración de estos nuevos sistemas, desenvolviéndose en áreas que han ido surgiendo como consecuencia misma de las necesidades de toda empresa moderna y que lo obligan a adquirir conocimientos más actualizados en temas como Productividad, Competitividad, Capacitación, Calidad, Informática, Importaciones y Exportaciones y Mejora Continua.

---

# Capítulo II

## Breve descripción de las técnicas de Ingeniería Industrial.

*¿Amás la vida? Entonces no desperdiciés el tiempo, porque de él está hecha.  
Benjamin Franklin.*



## II.1. Breve desarrollo histórico de la Ingeniería Industrial.

Para optimizar los resultados globales de las empresas industriales no basta, normalmente, la tecnología y la experiencia profesional, sino que es preciso aplicar, además, las técnicas más adecuadas de la ingeniería industrial. Estas técnicas se han ido desarrollando progresivamente y han sido suficientemente experimentadas durante más de medio siglo. Analicemos brevemente como se ha llevado a cabo este desarrollo:

Entre 1910 y 1919 Frederick W. Taylor inicia el estudio del método de trabajo, la medida de tiempos, la aplicación de incentivos, la selección de personal y la división de funciones. A continuación Frank y Lillian Gilbreth desarrollan el estudio de micromovimientos. F.W. Harris aplica, por primera vez, fórmulas matemáticas para el control de existencias.

De 1920 a 1929 Henry Fayol establece los principios de dirección y administración de empresas. Henry Gantt da a conocer los gráficos de carga y coordinación del trabajo y de progreso de la obra, que servirán de base para las técnicas del *planning* de producción. Torres Quevedo estudia los sistemas de control, siendo uno de los precursores de la cibernética.

A partir de 1930 y hasta 1939 Walter Shewart aplica la teoría de probabilidades al control de calidad y L.H.C. Tippett establece los principios del muestreo de trabajo que posteriormente aplicará y perfeccionará Barnes.

En la década de los años cuarenta Henry Ford diseña la primera máquina *transfer* para la mecanización de bloques de motores, iniciando con ello las técnicas de automatización, así mismo, adquiere gran desarrollo la mejora de métodos de trabajo y el cronometraje.

Entre 1950 y 1959 aparecen los modelos matemáticos y de programación lineal, que desarrolla posteriormente Kauffman, padre de la investigación operativa. Se empieza a aplicar la técnica de mantenimiento preventivo de las máquinas e instalaciones.

De 1960 a 1969 aparece el método PERT para la planificación de obras y proyectos. Se desarrolla la ergonomía. Se aplican con gran profusión las técnicas de

manutención y almacenaje de los materiales. Se aplican las técnicas matemáticas de dirección y los principios económicos de control de gestión.

A partir de 1970 se utilizan ordenadores electrónicos para el control integrado de la producción y en los años 80's debido al avance tecnológico de los equipos computacionales, la computadora se convierte en una herramienta básica del ingeniero industrial.

En la década actual han surgido nuevas filosofías que han dado auge a la Ingeniería Industrial, nos referimos a la creación de sistemas integrados como la Mejora Continua, el Control Total de Calidad y la Reingeniería.

## II.2. Las técnicas de la Ingeniería Industrial.

Descrita esta breve reseña del proceso evolutivo de las técnicas de la ingeniería industrial, pasemos ahora a la descripción de las mismas, cabe aclarar que analizaremos sólo algunas de las antes mencionadas, sin embargo, también expondremos otras que han ido surgiendo recientemente y que han cobrado una importancia muy relevante dentro de las funciones del ingeniero industrial, y que además, se están aplicando significativamente en la industria moderna.

La aplicación de estas técnicas se lleva a cabo en las empresas a través de distintos departamentos funcionales, efectuándose los cambios necesarios de acuerdo a las necesidades de cada planta industrial. En este capítulo analizaremos las siguientes técnicas:

- Mejora de Métodos.
- Estudio de Tiempos y Movimientos.
- Estudios Ergonómicos.
- Balanceo de Líneas.
- Distribución de Maquinaria y Equipo.
- Distribución de Material.
- Herramientas Gráficas.
- Lotes Pequeños.
- Análisis de Valor No Agregado.
- Mejora Continua.

- Control Total de Calidad.
- Reducción de Costos.

A continuación presentaremos la descripción de cada una de ellas.

### II.2.1. MEJORA DE MÉTODOS.

La búsqueda de mejores métodos de trabajo se originó a principios del Siglo XX como parte integrante del movimiento de la dirección científica iniciada por Taylor y posteriormente complementada por Gantt, Thompson y los esposos Gilbreth. A través del tiempo hemos visto como esta mejora de métodos se ha convertido hasta nuestros días en la actividad principal de todo ingeniero industrial.

Muchas personas se han interesado en el estudio de métodos, sin embargo es H.B. Maynard quien en 1932 logra dar un concepto muy completo sobre la *ingeniería de métodos* que incluye el análisis y la mejora de los mismos y los define como "una técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método mejor y más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo, entrena al operario a seguir el método normalizado, realizado todo lo precedente (y no antes), determina, por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por último (aunque no necesariamente), establece en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal". (Referencia 10.9).

Actualmente se ha ideado un procedimiento básico para llevar a cabo el análisis del que se hace mención en la definición anterior, este procedimiento es necesario que se efectúe al examinar cualquier problema o tarea y debe seguir el orden que a continuación se indica, sin omitir ni saltarse ningún paso:

- 1.- SELECCIONAR el trabajo que se va a estudiar, es decir, tareas que presenten problemas.
- 2.- REGISTRAR todo lo que sea pertinente del método actual por simple observación directa.

3.- EXAMINAR con espíritu crítico lo registrado, en sucesión ordenada, utilizando las técnicas apropiadas en cada caso. Muchas veces conviene al examinar críticamente, hacer las siguientes preguntas: ¿Qué se hace?, ¿Por qué se hace?, ¿Cómo se hace?, ¿Con qué se hace?, ¿Dónde se hace?, ¿Cuándo se hace?, ¿Cuánto se hace? y ¿Quién lo hace?

4.- IDEAR el método más práctico, económico y eficaz, teniendo debidamente en cuenta todas las contingencias previsibles.

5.- DEFINIR el nuevo método para poderlo reconocer en todo momento.

6.- IMPLANTAR ese método como práctica normal.

7.- MANTENER EN USO dicha práctica instituyendo inspecciones regulares.

(Referencia 22.1).

Siguiendo este procedimiento podemos realizar la mejora de cualquier método de trabajo.

La industria moderna ha estudiado constantemente sus métodos con el objeto de reducir los costos al mínimo, mejorar sus productos siempre que sea posible, simplificar el trabajo y normalizar los métodos de producción, obtener uniformidad en la producción, exactitud, equilibrio de las actividades conexas y facilidad en el intercambio de operarios. (Referencia 17.8).

Las mejoras en los métodos de fabricación, en particular, suelen provenir de la eliminación, de la combinación, del cambio o de la simplificación de ciertos pasos de los procesos. Más sin embargo, el análisis de métodos se ha aplicado a otros muchos campos independientes de la fabricación. En la economía doméstica dio lugar a las máquinas lavadoras y a un nuevo tipo de baño desmontable para los niños pequeños. En la agricultura condujo a una mejora en la disposición de las granjas, al equipo de manejo y almacenamiento de las cosechas. En el campo de los transportes se han beneficiado el establecimiento de rutas y las maniobras de carga y descarga. Una ojeada rápida alrededor de uno mismo muestra muchos objetos de la vida y del trabajo diarios que se han desarrollado mediante el análisis y el control de los métodos. (Referencia 17.9).

Es importante recalcar que en muchas ocasiones las sugerencias de los obreros, empleados y personal en general que laboran dentro de la empresa, conducen a muchas mejoras que de otra forma pasarían por alto. Estos trabajadores pueden ya tener gran experiencia práctica en su puestos, así que es muy recomendable el empleo de esta experiencia para que lleguen a participar en

sugerencias que conduzcan a mejoras, sobre todo si éstas producen reducción en los costos.

En base a todo lo escrito anteriormente, podríamos concluir este apartado diciendo que la mejora de métodos es un medio para abaratar la producción, disminuir el esfuerzo de los operarios, aumentar la utilización de las máquinas e instalaciones y en general, mejorar los procesos y procedimientos actuales (Referencia 18.2). Más adelante, apreciaremos la aplicación de esta técnica, cuando analicemos los ejercicios del capítulo cuatro, los cuales están enfocados a problemas reales que se produjeron en la empresa General Motors de México S.A. de C.V. y que fueron solucionados precisamente, proponiendo nuevos métodos para mejorar los existentes, todo esto a través de programas sistemáticos de Mejora Continua, la cual se describirá en el apartado 2.2.12.

## **II.2.2. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.**

El estudio de tiempos es el compañero obvio del estudio de movimientos. La prueba de un método mejorado se confirma por una reducción del tiempo. Una norma válida de tiempo para una operación depende en identificar primero el mejor método para ejecutar esa operación. Esta relación establece la necesidad y la justificación del estudio de tiempos, mide la necesidad de la mano de obra para obtener un producto, y por tanto, es la base para el pago de salarios. (Referencia 7.10).

### **1. Estudio de Tiempos.**

A Frederick W. Taylor se le considera generalmente como el padre del moderno estudio de tiempos en Estados Unidos, aunque en realidad ya se efectuaban estudios de tiempos en Europa muchos años antes.

Taylor empezó su trabajo sobre el estudio de tiempos en 1881 cuando laboraba en una compañía situada en Filadelfia. Después de 12 años desarrolló un sistema basado en el concepto de "tarea". En él, Taylor proponía que la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada

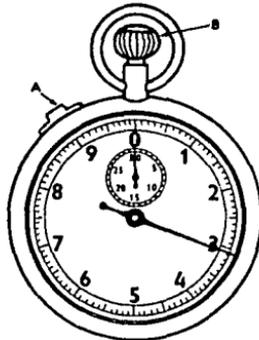
empleado por lo menos con un día de anticipación, y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran su tarea en detalle y le indicaran además los medios que debía usar para efectuarla. Cada trabajo debía tener un tiempo estándar fijado después de que se hubieran realizado los estudios de tiempos necesarios por expertos. Este tiempo tenía que estar basado en las posibilidades de trabajo de un operario altamente calificado, quién después de haber recibido instrucción, era capaz de ejecutar el trabajo con regularidad. En el proceso de fijación de tiempos, Taylor realizaba la división de la asignación del trabajo en pequeñas porciones llamadas "elementos". Éstos se medían individualmente y el conjunto de sus valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea. (Referencia 23.1).

Como se puede observar, el estudio de tiempos implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables (Referencia 23.2). El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar (referencia 23.3):

a) **TIEMPOS PREDETERMINADOS:** Se basan en la división del trabajo en micromovimientos. A cada movimiento elemental corresponde un tiempo fijo dado en tablas internacionalmente utilizadas. Por suma de tiempos elementales se calcula el tiempo de cada operación. La unidad de medida es la cienmilésima de hora. Se usan para estudios profundos de métodos y para cálculo de tiempos en proyectos de procesos de trabajo. Su uso principal es para trabajos en serie de operaciones de tiempos cortos y muy repetitivos. Se puede conseguir tiempos con una precisión de +/- 3%. En el apéndice B1 se muestra un formato típico para registrar el quiebre de elementos de tiempos predeterminados.

b) **CRONOMETRAJE:** Se basa en la división del trabajo en operaciones elementales o secuencias. A cada tiempo tomado con el cronómetro (fig. 2.1) se le asigna un factor de actividad o ritmo de trabajo. Por síntesis de las operaciones elementales productivas se obtiene el tiempo total. Las unidades de medida más frecuentes son la diezmilésima de hora y la centésima de minuto. Su uso es de tipo general para cualquier trabajo, dependiendo la división en operaciones más o menos elementales y el número de observaciones a realizar del grado de repetición del trabajo. Tiene como ventaja el que los operarios participan en la confección de los tiempos de trabajo. Se alcanzan precisiones de +/- 5%.

Las dos técnicas más comunes para tomar el tiempo con cronómetro son: (1) *de regreso*, se regresan las manecillas a cero después de que se toma el tiempo del elemento, y (2) *continuo*, el cronómetro funciona sin interrupción durante todo el periodo de observación. Los tiempos que se escogen para los elementos de trabajo son los promedios de observación representativos. (Referencia 7.8). En el apéndice B2 encontrará un formato para el registro del estudio de tiempos con cronómetro y en el apéndice B3 se presenta una hoja para el resumen de los estudios de tiempos.



A = Corredera para iniciar y detener el movimiento.  
 B = Corona de dar cuerda. Cuando se presiona, las dos manecillas vuelven a cero.

Figura 2.1. Cronómetro de minuto decimal.

c) **MUESTREO DE TRABAJO:** Se basa en la teoría de muestreo estadístico, aplicada a las observaciones instantáneas de los operarios del taller en momentos al azar, para deducir después el % de observaciones en que el operario "trabaja" o "no trabaja". Con ello se obtiene un índice de rendimiento. También por porcentajes sobre el tiempo total invertido se pueden deducir los tiempos de las operaciones poco repetitivas. Sirve para diagnosticar porcentajes globales de rendimiento de las secciones y para medir rendimientos de trabajo poco repetitivos o difíciles de cronometrar (oficinas técnicas, oficinas administrativas, grandes montajes). El margen de error cometido se puede calcular estadísticamente y suele ser del orden de +/- 10%.

d) **ESTIMACIÓN DE TIEMPOS:** Se basa en la experiencia y el conocimiento del tipo de trabajo que se realiza. Se utiliza para trabajos no repetitivos (reparaciones y grandes obras y proyectos). Un buen agente de tiempos de trabajo o un buen encargado de taller son capaces de estimar tiempos de trabajo, con el plano constructivo o las instrucciones de trabajo con un error menor de +/- 20%.

Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuando es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosa y correctamente.

Existe una estrecha asociación entre las funciones del analista de tiempos y las del ingeniero de métodos. Aunque difieren los objetivos de los dos, un buen analista del estudio de tiempos es un buen ingeniero de métodos, puesto que su preparación tiene a la ingeniería de métodos como componente básico. En industrias pequeñas estas dos actividades suelen ser desempeñadas por la misma persona. (Referencia 23.2).

A manera de conclusión podríamos definir al estudio de tiempos como "una técnica de medición del trabajo empleado para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida" (referencia 22.2), para ello necesitamos forzosamente:

- 1.- Dividir el trabajo en sus elementos.
  - 2.- Desarrollar un método para cada elemento.
  - 3.- Seleccionar y entrenar a un trabajador o trabajadores.
  - 4.- Hacer un estudio de tiempos para cada elemento.
  - 5.- Fijar el estándar.
- (Referencia 8.1).

Además del procedimiento anterior el estudio de tiempos exige cierto material fundamental, a saber:

- Un cronómetro.
- Un tablero de observaciones.
- Formularios de estudio de tiempos.
- Una pequeña calculadora.
- Un reloj exacto con segundero.

- Instrumentos para medir: cinta métrica, regla de metal, micrómetro, balanza de resortes, tacómetro y quizá otros instrumentos afines según el tipo de trabajo que estudie.

(Referencia 22.2).

## 2. Estudio de Movimientos.

Frank B. Gilbreth fue el fundador de la técnica moderna del estudio de movimientos, la cual se puede definir como el "estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para ejecutar una operación laboral determinada, con la mira de mejorar ésta, eliminando los movimientos innecesarios y simplificando los necesarios, y estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima". (Referencia 23.4).

Gilbreth puso en práctica inicialmente sus teorías en el trabajo de colocación de ladrillos de la albañilería, oficio en el que estaba empleado. Después de introducir mejoras en los métodos por el estudio de movimientos y el adiestramiento de operarios, logró aumentar el promedio de colocación de ladrillos a 350 por hombre y por hora. Antes de los estudios de Gilbreth, una tasa de 120 ladrillos por hombre y por hora se consideraba un índice satisfactorio de trabajo.

Más que nadie, a los Gilbreth, Frank y su esposa Lillian, es a quienes se debe que la industria reconociera la importancia de un estudio minucioso de los movimientos de una persona en relación con su capacidad para aumentar la producción, reducir la fatiga e instruir a los operarios acerca del mejor método para llevar a cabo una operación. También desarrollaron la técnica cinematográfica en sus estudios, dicha técnica en la industria se conoce con el nombre de estudio de micromovimientos.

Otros personajes contemporáneos que colaboraron para el desarrollo de las técnicas aplicadas a este estudio fueron Carl G. Barth, Harrington Emerson y Henry L. Gantt. (Referencia 23.4).

El propósito fundamental del estudio del movimiento es, entonces, hacer más fácil el rendimiento del trabajo y volver éste más productivo al mejorar los movimientos manuales.

Para llevar a cabo este estudio es necesario conocer los principios de la economía de movimientos los cuales consisten en reglas prácticas que sirven para disminuir la fatiga del operario, simplificando sus movimientos. A continuación se mencionan las reglas principales, clasificadas en tres grupos según se trate de los movimientos humanos, la disposición del puesto de trabajo y el diseño de instalaciones o herramientas:

a) MOVIMIENTOS HUMANOS (Referencia 18.3):

- Las dos manos deben empezar y terminar los movimientos a la vez.
- Los movimientos de los brazos se harán simultáneamente en direcciones opuestas y simétricas.
- Los movimientos deben hacerse en las áreas de acción más próximas que permita la ejecución del trabajo (ver fig. 2.2.).
- Los movimientos curvos son preferibles a los rectos.
- Deben evitarse cambios de dirección pronunciados.
- Los movimientos impulsivos son más fáciles, rápidos y precisos que los controlados.
- Deben evitarse los movimientos de levantar pesos con la espalda inclinada.
- La secuencia de los movimientos ha de permitir tomar un ritmo fácil y natural.

b) DISPOSICIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO (referencia 18.4):

- Determinar la posición de los materiales y herramientas a utilizar dentro de las áreas del operario (ver fig. 2.2).
- Los materiales y herramientas deben situarse de acuerdo con el orden de operaciones a realizar.
- Aprovechar la gravedad para el aprovisionamiento de las piezas (utilizar tolvas) y para la evacuación de los productos fabricados.
- En algunos casos, debe facilitarse al operario un asiento cuyo tipo y altura le permitan realizar el trabajo alternativamente de pie o sentado.
- Las condiciones ambientales (luz, calor, aire, etc.) han de ser las adecuadas para la perfecta realización del trabajo.
- Deberán cuidarse los alrededores del puesto de trabajo (pasillos para grúas, estado de los suelos, etc.).

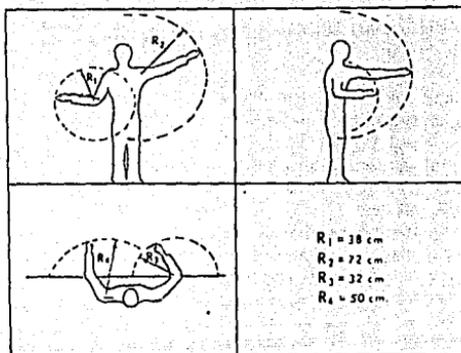


Figura 2.2. Áreas de trabajo.

## c) DISEÑO DE INSTALACIONES O HERRAMIENTAS (referencia 18.5):

- Es conveniente liberar las manos de todo trabajo que pueda realizarse con los pies (pedales).
- Siempre que sea posible debe combinarse dos o más herramientas en una sola.
  - Se procurará que la carga y descarga de las máquinas sea automática, o por lo menos que se disponga de los elementos necesarios para realizarlas correctamente y sin esfuerzo excesivo.
  - Los mangos de las herramientas deben permitir que la mano pueda cogerlas abarcando la mayor cantidad posible de superficie.
  - La carga de trabajo de los dedos distribúyase entre los mismos según su capacidad (ejemplo, máquina de escribir).
  - Las palancas, manivelas y volantes deben permitir hacer las maniobras con los menores movimientos del cuerpo posibles y con el máximo de ventaja.
  - Estudiar cuidadosamente la posición de los dispositivos de seguridad de manera que sean eficaces.
  - El color de las máquinas y sus alrededores será tal que no produzca fatiga, señalizando especialmente las zonas de peligro.

- Colocar las protecciones o resguardos en todos los elementos de movimiento de las máquinas, de forma que el operario pueda trabajar con seguridad y sin sensación de peligro.

Para finalizar solo haremos mención de las gráficas más comunes que se utilizan para llevar a cabo el estudio del movimiento, éstas son tres (referencia 17.10):

a) Registros por escrito del estudio cuando la investigación se realiza por medio de observaciones personales y cuando se hace por medio del análisis de películas cinematográficas.

b) Gráfica de Hombre-Máquina.

c) Cuadro de las manos derecha e izquierda (Diagrama Bimanual). Esta gráfica se representa generalmente con los símbolos "therbligs", que se describirán en el apartado 2.2.7.

### II.2.3. ESTUDIOS ERGONÓMICOS.

Para analizar acertadamente los efectos de la higiene y seguridad sobre la productividad no se puede hacer abstracción del concepto de ergonomía. Este término cubre un sector que ha sido objeto de un extraordinario desarrollo durante los últimos años y cuyos límites no se perciben aún claramente. (Referencia 22.3).

La ergonomía, llamada también ingeniería humana, es el conjunto de técnicas que estudian el ahorro de la energía liberada por el trabajador durante el desarrollo de su actividad laboral. Los objetivos principales de la ergonomía son evitar que el trabajador no libere nunca mayor cantidad de energía de la que es capaz de recuperar y eliminar los esfuerzos innecesarios (referencia 18.5). Sin embargo, también pueden definirse como medidas ergonómicas las que van más allá de la simple protección de la integridad física del trabajador y tienen por objeto darle bienestar, instaurando para ello condiciones óptimas de trabajo y utilizando lo mejor posible sus características físicas y sus capacidades fisiológicas y psíquicas. De esta manera, la función primordial de la ergonomía consiste en crear las condiciones más adecuadas para los trabajadores en lo que se refiere a iluminación, clima y ruido, reducir la carga física de trabajo (sobre todo en ambientes calurosos), mejorar la postura de trabajo y reducir el esfuerzo de ciertos movimientos, aliviar las funciones psicosenoriales en la lectura de los dispositivos de señalización, facilitar la manipulación de palancas y manos de las máquinas, aprovechar mejor los reflejos

espontáneos y los estereotipados, evitar los esfuerzos de memoria innecesarios, etc. (referencia 22.3).

Según lo anterior, el punto de vista ergonómico es más científico y añade un punto de vista humano, por lo que se estudian estos problemas con una valoración más justa. La parte nueva de esta técnica, podríamos decir, es la relativa a la "adecuación del hombre y la máquina" en cuyo campo poco se había hecho hasta el presente.

Se ha observado repetidamente que gran parte de la fatiga producida al manejar determinadas máquinas e incluso muchos accidentes laborales se deben a la mala disposición de las palancas y pedales de mando, cuya situación fue diseñada sin tener en cuenta las áreas útiles de trabajo idóneas para la persona humana. (Referencia 18.5).

El trabajo moderno, bien sea por su grado de repetición, o por su aspecto de simple vigilancia de instalaciones automáticas, añade un nuevo elemento de cansancio. La monotonía, los ruidos, las radiaciones y las vibraciones producen también efectos sobre el estado emocional del hombre. Por tanto, en este caso, ya no sólo se trata de reducir la fatiga física, sino también la mental. (Referencia 18.6).

Debemos tener presente que la aplicación de la ergonomía en la empresa es muy rentable, ya que con ello se reducen horas de paro por accidentes y por disminución de la capacidad productiva del operario; además, los estudios ergonómicos no se limitan exclusivamente al problema hombre-medio laboral, sino que van más allá, aplicando sus criterios y esquemas a cualquier actividad humana, tanto en la producción como en la vida cotidiana (referencia 24.1), por ejemplo, el invento del estribo para las cabalgaduras fue un gran avance ergonómico, permitiendo una mayor adecuación del hombre y del caballo (referencia 18.5), por eso, sería erróneo pensar que la ergonomía no es más que una colección de medidas complejas utilizadas únicamente con la tecnología más moderna; muchas veces pueden introducirse también mejoras en las simples operaciones manuales.

En la actualidad, las empresas grandes y medianas han alcanzado buenos resultados, al introducir programas de ergonomía, creando uno o varios equipos interdisciplinarios integrados por especialistas en estudio del trabajo, un experto en seguridad, el médico de empresa, un representante del servicio de personal y representantes de los trabajadores de los talleres interesados (referencia 22.4). Este grupo de trabajo fue integrado en la General Motors de México S.A. de C.V. desde

1990. En el apéndice B4 podrá encontrar el formato en el cual se lleva a cabo un análisis ergonómico. Este tipo de hojas son muy utilizadas en la empresa antes mencionada.

Podríamos decir, entonces, que la productividad no es el objetivo principal de la ergonomía sino, generalmente, uno de sus resultados finales (referencia 22.3).

#### II.2.4. BALANCEO DE LINEAS.

El balanceo de líneas es una actividad que tiene por objeto asignar en las diferentes estaciones de trabajo que forman una línea de producción la misma carga de trabajo, de tal modo que todas ellas realicen las actividades asignadas en el mismo tiempo para que el producto fluya en forma continua hasta obtenerlo en la última estación de trabajo como un producto terminado. Si se logra esta condición se optimizarán la mano de obra, la maquinaria, equipo y todos los recursos asignados a la línea de fabricación y/o montaje, incrementándose con ello, la productividad de cualquier empresa. (Referencia 25).

Al realizar el balanceo de una línea se registrará toda la información relativa al proceso de las operaciones, determinando cuidadosamente los tiempos de ejecución de cada una de éstas, las precedencias, las restricciones, la flexibilidad para ser colocadas en cualquier estación y a todo lo largo de la línea, así como también la posibilidad de desglosarlas en porciones más pequeñas que puedan ser distribuidas para lograr el balanceo de la línea. (Referencia 25).

Como ya se indicó, cuando la línea está balanceada el tiempo de ejecución de la tarea asignada a cada estación, es el mismo y puede afirmarse que el tiempo ciclo del proceso o tiempo de balanceo es igual al tiempo consumido en cualquier estación de trabajo. (Referencia 25).

Cuando una línea no está balanceada, significa que alguna de sus estaciones tiene mayor contenido de trabajo y consume mayor tiempo que otras en la ejecución de las actividades; en tal caso, el tiempo ciclo del proceso estará regulado por la estación que consuma el mayor tiempo por tener mayor contenido de trabajo. (Referencia 25).

Es indispensable que al hacer un balanceo, se busque en todo lo posible que todas las estaciones tengan el mismo contenido de trabajo, para que utilicen el mismo tiempo de ejecución, cuando no fuere posible y alguna de ellas se excediera en una mínima porción, se procurará que esa estación quede ubicada al principio del proceso, evitando con ello la formación de los "cuellos de botella", que interrumpen o bajan la producción. Si por el contrario, alguna estación tuviera respecto de las otras un contenido de trabajo ligeramente menor, se colocará también al principio de la línea para que de algún modo presione ligeramente a las demás estaciones que le siguen, obteniéndose una cuota de producción un poco más elevada que la indicada por el estándar. (Referencia 25).

Existen métodos empíricos o heurísticos y métodos más actualizados con modelos matemáticos y programas computarizados que pueden emplearse para llevar a cabo la secuencia y el balanceo de una línea de fabricación y/o montaje. Entre los primeros, dos han sido los trabajos más reconocidos y que han sido fundamentales para el entendimiento de este tema, nos referimos a los métodos ideados por Johnson y por Kilbridge y Webster; estos métodos tienen muchas características en común. Entre los segundos, Arcus desarrolló una metodología de muestreo llamada COMSOAL y que se implementó utilizando un programa de computadora, obteniéndose con ello mayor rapidez y precisión al balancear cualquier línea. (Referencia 13.2).

A continuación vamos a analizar el procedimiento empleado para aplicar el método heurístico conocido con el nombre de Método de Johnson, el cual ha tenido una amplia aceptación en muy variados procesos de la industria nacional.

Para llevar a cabo el balanceo de una línea aplicando este método, debe seguirse el siguiente procedimiento (referencia 25):

1.- Recopilar cuidadosamente toda la información acerca del proceso que ha sido elegido para ser balanceado.

2.- Hacer un diagrama de flujo que muestre claramente el proceso de las operaciones, la secuencia y la interrelación entre todas ellas, las precedencias y los tiempos de ejecución, así como los niveles en que pueden quedar agrupadas para el balanceo.

3.- Se analizan cuidadosamente las operaciones para verificar cuales pueden combinarse, cuales tienen flexibilidad y pueden cambiar de ubicación entre diferentes estaciones de la línea y cuales se pueden mover a lo largo de toda la línea. Después del análisis se elabora una tabla, que será integrada por cuatro columnas, la primera servirá para registrar el código alfabético que previamente se ha elegido

para identificar cada una de las operaciones del proceso; en la segunda columna se describe brevemente la naturaleza o el concepto de la operación; en la tercer columna se anota el tiempo estándar asignado a la operación (en minutos) y en la cuarta y última columna se indica la flexibilidad de cada operación, entendiéndose por flexibilidad la posibilidad de movimiento de la operación entre las diferentes estaciones de trabajo.

4.- Se procede a determinar el número de estaciones con el cual se diseñará la línea, para este fin, se pueden emplear dos criterios:

a) Cuando la línea debe diseñarse para una capacidad de producción preestablecida por la gerencia de la empresa, entonces, el número de estaciones se determinará dividiendo la capacidad de producción deseada, entre la capacidad de producción mensual que sería posible obtener si todas las operaciones del proceso se llevaran a cabo en una estación de trabajo.

b) Si se establece de antemano un tiempo de balanceo con el cual debe diseñarse la línea en cuestión, es decir, si se asigna un tiempo estándar definido en el que debe salir de la línea una pieza terminada, entonces, el número de estaciones de trabajo se calculará dividiendo el tiempo total del proceso de fabricación y/o montaje (suma de los tiempos estándar de todas las operaciones involucradas), entre el tiempo de balanceo o tiempo indicado para que se obtenga cada pieza terminada.

5.- Se procede a balancear la línea, distribuyendo cuidadosamente las operaciones entre las estaciones de trabajo que se determinaron y con las cuales se debe integrar dicha línea. Al realizar la distribución de las operaciones se cuidará de no violentar la flexibilidad preestablecida en cada una de ellas. Las estaciones durante el balanceo se representan por medio de un recuadro dentro del cual se colocan el número de la operación según la secuencia y el tiempo estándar de la ejecución. Cabe aclarar que el Método de Johnson se realiza por "tanteos", es decir, se hace una prueba en una primera distribución y si no se cumpliera con el tiempo de balanceo por estación, se recurre a una segunda prueba, donde se reacomodan las operaciones y si no fuera suficiente se continua con las pruebas hasta que la línea quede perfectamente balanceada.

6.- Se diseña la línea considerando los equipos de manejo y manipulación de los materiales que alimentarán a las diferentes estaciones de trabajo, finalmente se diseñará un diagrama de planta o *lay-out* donde se muestre la distribución de todos los componentes de la línea, así como la ubicación o posición de los operarios que intervienen en el proceso.

En la General Motors de México S.A. de C.V. la filosofía del balanceo de línea se basa en la reducción de las operaciones así como en la minimización del "valor no agregado" para ganar de esta forma más tiempo productivo; para lograr

esto, las unidades operativas deberán tener un plan de rotación de operadores a través de los trabajos ineficientes, hasta lograr que estos sean eliminados. (Referencia 26).

## II.2.5. DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

La distribución en planta, ni es extremadamente simple ni es tampoco extraordinariamente compleja, lo que requiere es: a) un conocimiento ordenado de los diversos elementos o particularidades implicadas en una distribución y de las diversas consideraciones que pueden afectar a la ordenación de aquéllos, y b) un conocimiento de los procedimientos y técnicas de cómo debe ser realizada una distribución para integrar cada uno de estos elementos. (Referencia 20.1).

Los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución, se dividen en ocho grupos (referencia 20.2):

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1.- Factor Material   | 5.- Factor Espera   |
| 2.- Factor Maquinaria | 6.- Factor Servicio |
| 3.- Factor Hombre     | 7.- Factor Edificio |
| 4.- Factor Movimiento | 8.- Factor Cambio   |

Para los fines de este trabajo, analizaremos sólo los dos primeros factores, debido a que han adquirido gran relevancia en la industria automotriz, especialmente en la Planta México de G.M. En los siguientes capítulos notaremos esta importancia al analizar algunos ejercicios que contemplan a dichos factores.

En el diseño y la distribución física, los empleados participan de manera directa en la selección de los equipos y las máquinas, la importancia de este hecho radica en que la alta dirección toma en cuenta los puntos de vista del personal que labora dentro de la empresa, por lo que dicha maquinaria y equipo además, podrá ser distribuida en forma más adecuada. (Referencia 8.2).

La información sobre la maquinaria, incluyendo las herramientas y equipo es fundamental para una ordenación apropiada de la misma. Los elementos o particularidades del factor maquinaria, incluyen: máquinas de producción; equipo de proceso o tratamiento; dispositivos especiales; herramientas, moldes, patrones, plantillas, montajes; aparatos y galgas de medición y de comprobación, unidades de prueba; herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario; controles o

cuadros de control; maquinaria de repuesto o inactiva; maquinaria para mantenimiento y taller de utillaje u otros servicios. (Referencia 20.3).

La lista de consideraciones sobre el factor maquinaria, comprende:

- a) Proceso o Método
- b) Maquinaria, utillaje y equipo
- c) Utilización de la maquinaria
- d) Requerimientos de la maquinaria y el proceso.

a) PROCESO O MÉTODO: Los métodos de producción son el núcleo de la distribución física, ya que determinan el equipo y la maquinaria a usar. Antes de iniciar el proyecto de una distribución ya sea fija, por proceso, o continua como el ensamblaje de automóviles, siempre debemos tomar una decisión respecto a los métodos a emplear. De esta manera, será esencialmente correcto estudiar a fondo los métodos y/o los procesos antes de intentar el planeamiento de la distribución hasta que los métodos hayan sido estudiados para obrar con conocimiento de la maquinaria elegida para el proceso, que seguir adelante y hacer una distribución con maquinaria anticuada que pronto deberá ser reemplazada, o con métodos y equipo aún sin estudiar ni decidir. Esto sólo nos llevará a una ordenación rudimentaria y embarazosa del nuevo equipo cuando éste fuera adoptado. (Referencia 20.4).

b) MAQUINARIA, UTILAJE Y EQUIPO: Las principales consideraciones que se deben tomar en cuenta son el tipo de maquinaria, utillaje y equipo requerido, así como la cantidad de cada uno de estos bienes. En este sentido, la selección óptima de estos tres factores puede ser el resultado de un balance económico que puede afectar por entero a la economía de la operación industrial, consecuentemente los ingenieros de distribución deberán siempre consultar con los de proceso sobre la maquinaria y equipo que mejor se puede adaptar a una operación industrial o la que pueda conducir a una mejor distribución, tomando en consideración el tamaño y la cantidad requerida de dichas máquinas y herramientas. (Referencia 20.5).

c) UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA: Uno de los objetivos de una buena distribución es lograr una buena utilización efectiva de la maquinaria. Como es lógico, la maquinaria parada es inconveniente. Por lo tanto, una buena distribución deberá usar las máquinas en su completa capacidad. Es menos sensible perder dinero a través de una mano de obra ociosa o de una manipulación excesiva del material o por un espacio de almacenamiento atestado, siempre y cuando con ello consigamos mantener la maquinaria ocupada, para ello, una distribución por proceso es muy recomendable. (Referencia 20.6).

d) REQUERIMIENTOS RELATIVOS A LA MAQUINARIA: La forma de las máquinas (larga y estrecha, corta y compacta, circular o rectangular) afecta la ordenación de las mismas y su relación con otra maquinaria, así como con otras características y consideraciones. Nos es preciso conocer las dimensiones de cada máquina, la longitud y anchura como mínimo. Se debe tomar nota de las partes de las mismas que sobresalgan o se proyecten hacia el exterior. También será necesario conocer la altura y el peso del equipo de operación, incluyendo las partes extensibles, superestructuras, tolvas de alimentadores, etc. (Referencia 20.7).

Hasta aquí, hemos analizado la manera y las consideraciones que debemos tomar en cuenta para llevar a cabo una adecuada distribución física de la maquinaria y equipo dentro de una planta industrial; para concluir este apartado, haremos mención de sólo algunas de las técnicas que existen para efectuar dicha distribución.

Cabe aclarar que éstas, involucran a tres elementos básicos del proceso productivo: Mano de Obra, Maquinaria y Equipo y Materiales (factor que se estudiará en la siguiente sección).

Las técnicas utilizadas para realizar la distribución física de estos tres factores son:

- Técnica de plantillas.
  - Técnica de movimiento a distancia.
  - Técnica de las superficies de distribución.
  - Técnica de los estabones.
  - Técnica o método Wimmert.
- (Referencia 25.).

Estos métodos se efectúan en forma práctica utilizando maquetas, en las cuales, máquinas, operarios y materiales, se representan a escala dentro del *lay-out*.

## 11.2.6. DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES.

El factor más importante en una distribución es el material. Incluye los siguientes elementos o particularidades: materias primas, material entrante, material en proceso, productos acabados, material saliente o embalado, materiales accesorios empleados en el proceso, piezas rechazadas a recuperar o repetir, material de

recuperación, chatarras, viruta, desperdicios, desechos, materiales de embalaje y materiales para mantenimiento. (Referencia 20.8).

Todo nuestro objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que logremos cambiar su forma o características. Esto es lo que nos dará el producto. Por ello la distribución de nuestros elementos de producción ha de depender necesariamente del producto que deseamos y del material sobre el que trabajemos. (Referencia 20.9).

Las consideraciones que afectan al factor material son (referencia 20.10):

- a) El proyecto y especificaciones del producto, es decir, el producto debe ser diseñado de modo que sea fácil de fabricar con especificaciones vigentes y precisas y de acuerdo a la calidad deseada.
- b) Las características físicas o químicas del producto, como tamaño, forma y volumen, peso y otras características especiales que requieren cuidado o precaución.
- c) La cantidad y variedad de productos a fabricarse y materiales a utilizarse.
- d) Los materiales o piezas componentes y la forma de combinarse unas con otras para efectuar las operaciones en la secuencia requerida.

Para seguir adelante en la descripción de esta técnica debemos señalar que el objetivo primordial de la distribución y del manejo de materiales es el poder disponer de éstos en el momento oportuno, en el lugar correcto, en la cantidad exacta y al menor costo posible, si a través de un buen plan de pronósticos e inventarios se logran controlar estos aspectos, entonces la productividad de cualquier empresa mejorará considerablemente.

La distribución de materiales está muy relacionada con su manejo, y a pesar de que a éste se le considera como una actividad improductiva (no le agrega ningún valor al producto terminado y cuesta en ocasiones mucho dinero), en la mayoría de los casos es muy necesario que se efectúe, debido al papel tan importante que juega sobre todo en los procesos de fabricación y/o montaje.

Sin embargo, el problema del manejo de materiales no sólo involucra a las áreas de fabricación, también se presenta en los andenes de recibo de materiales, dentro de los almacenes de materias primas y materiales, en el almacén de productos terminados y en las áreas de embarque en los pedidos a los clientes.

Dentro de la solución al manejo, se deben considerar entre otros aspectos (referencia 25):

- Las características generales de las materias primas y materiales que han de ser manipulados.
- El tamaño de la planta donde se ha de realizar el manejo, así como las condiciones generales en que ésta se encuentra, principalmente el piso.
- El tipo de proceso o procesos en que se llevará a cabo la manipulación de los materiales y productos.
- El tipo de equipo necesario y adecuado para el manejo.
- El presupuesto disponible para diseñar el sistema de manejo de materiales.

Con el fin de ayudar a los responsables del diseño de los sistemas de manejo de materiales, los especialistas en esta área han establecido una serie de principios prácticos que son muy útiles y por esta razón se recomienda su aplicación en forma cuidadosa:

- 1.- Que la distancia recorrida por los materiales entre las diferentes estaciones de trabajo sea la mínima.
- 2.- La manipulación o el manejo debe buscarse que sea siempre en línea recta (ni curvos, ni con cambios de velocidad).
- 3.- El manejo debe realizarse en forma rápida y segura.
- 4.- Las áreas (pasillos de acceso) asignadas para el manejo deberán estar libres de obstáculos.
- 5.- Debe procurarse que los lotes o volúmenes de material sean lo más grande posible; si en una máquina o estación de trabajo se requieren lotes pequeños, se procurará acumular varios lotes para transportarlos todos juntos a la vez.
- 6.- No deben utilizarse dos o más equipos para transportar los materiales en el mismo recorrido; lo anterior significa que el traslado de los materiales entre las estaciones de trabajo deberá hacerse en un solo equipo que cubra todo el recorrido.
- 7.- Siempre que sea posible deberá transportarse en ambos sentidos, es decir, los equipos deben llevar carga tanto de ida como de regreso. Si esto no fuera posible, debe disminuirse el tiempo de retorno a través de mecanismos que permitan un regreso rápido.
- 8.- Siempre que sea posible, deberá utilizarse la gravedad como un medio para manejar y manipular materiales, esto es en razón de que la gravedad no cuesta y acondicionar los medios para su aplicación, generalmente genera un bajo costo.
- 9.- Siempre que sea posible y el presupuesto lo permita, se utilizarán medios mecánicos o automatizados en lugar de utilizar medios manuales que pongan en riesgo la salud y seguridad del trabajador.
- 10.- Debe procurarse que el equipo de manejo esté detenido la mayor parte del tiempo.

En la Planta de México de la G.M. se han realizado en los últimos años varios cambios tanto en la ubicación de maquinaria y equipo así como en la distribución y manejo de materiales. Estas modificaciones se han llevado a cabo principalmente para facilitar las operaciones que eran comunes en modelos diferentes de camionetas, esto en lo que respecta a la maquinaria, y respecto al manejo del material, se desecharon contenedores muy voluminosos que estorbaban en los pasillos de la planta y se implantó un sistema de manejo por medio de lotes pequeños, los cuales suministran el material necesario y en el momento oportuno para evitar el paro de la línea, ayudando además al operario a un fácil manejo del material (fig. 2.3). Estos ejercicios se detallarán más adelante, en el capítulo 4.

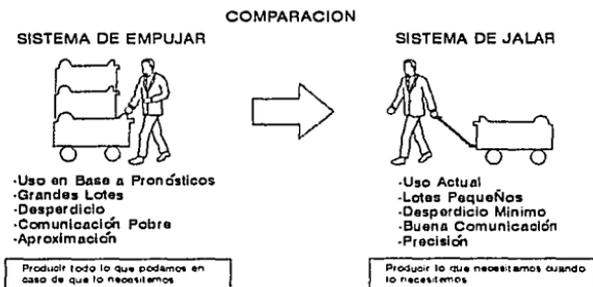


Figura 2.3. Mejoras en la distribución de materiales.

Uno de los objetivos que pretende alcanzar la General Motors de México es tratar de que no se desperdicie el movimiento del material, para ello, ideó un programa sistemático, el cual involucra al operario, quien debe tomar solo el material suficiente para una producción preestablecida y surtirse nuevamente cuando éste se le haya acabado (anteriormente se le surtía material en cantidades superiores a las que consumía). Algunas de las ventajas de este procedimiento son:

- Manipular lotes pequeños, en vez de lotes grandes.
  - Precisión en la alimentación del material en las estaciones de trabajo, evitando con esto que el operario esté de ocioso esperando el material.
  - Mejor administración en los inventarios, minimizando las áreas del almacén de materia prima.
  - Menor fatiga para el operador del equipo de manejo, reduciendo el tiempo de caminata y la distancia recorrida para surtir los materiales.
- (Referencia 26).

### II.2.7. HERRAMIENTAS GRÁFICAS.

Las herramientas gráficas son de suma importancia para el ingeniero industrial, ya que en ellas queda registrada en forma más nítida toda la información pertinente de los métodos actuales, y en base a este registro, se proponen nuevos métodos para mejorar los existentes, utilizando para ello diagramas, donde se perciben las mejoras de los métodos propuestos.

Existe una gran variedad de diagramas, cuyo formato y utilización se ve modificado frecuentemente, según las necesidades de cada empresa. En este apartado describiremos brevemente sólo algunos de ellos:

1.- **DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO:** Este gráfico llamado también cursograma sinóptico, muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima, hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal.

Cuando se elabora un diagrama de esta clase, por lo regular se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño, para representar una operación, y un cuadrado, que representa una inspección.

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar. (Referencia 23.5).

2.- **DIAGRAMA DE CURSO (O DE FLUJO) DE PROCESO:** Esta herramienta gráfica contiene, en general, muchos más detalles que el anterior. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

En el diagrama de flujo de proceso se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado, de un objeto, cuando no forma parte del curso normal de una operación o una inspección. Un símbolo como la letra D mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado. (Referencia 23.6).

La figura 2.4 muestra los símbolos con su respectivo significado que se utilizan en los diagramas tanto de operaciones como de flujo de proceso y en el apéndice B5 podrá observar un formato utilizado para realizar este tipo de diagramas.

3.- **DIAGRAMA DE RECORRIDO DE ACTIVIDADES:** Una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este gráfico de recorrido el analista debe indentificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una. (Referencia 23.7). Un formato típico de este tipo de gráfica lo encontrará en el apéndice B6.

Figura 2.4. Símbolos *therbligs*.

4.- **DIAGRAMA PERT** (Técnica para la revisión y evaluación de programas): Este diagrama es un medio de pronóstico de planeación y control que revela gráficamente el camino óptimo a seguir para llegar a un objetivo predeterminado, por lo general en términos de tiempo. A menudo el analista de métodos puede utilizar el diagrama PERT para mejorar los programas desde el punto de vista de la reducción de costos y/o la satisfacción del cliente. (Referencia 23.8).

Este gráfico se representa a través de una red compuesta por nodos (círculos) los cuales indican los eventos que se realizan y por líneas (flechas) las cuales simbolizan operaciones que dependen de operaciones previas. La duración de las actividades, así como los tiempos de evento más temprano y más tardío se colocan a lo largo de la red según se vaya graficando.

5.- **DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA**: Llamado también de actividades múltiples, indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina; de esta manera, existen posibilidades de una utilización completa de los tiempos de hombre y de máquina y un mejor equilibrio del ciclo de trabajo.

En la actualidad muchas máquinas-herramienta están completamente automatizadas, en la operación de este tipo de implementos el operario frecuentemente permanece inactivo durante una porción del ciclo. La utilización de este tiempo de inactividad puede aumentar la retribución del operario y mejorar la eficiencia de la producción; sin embargo, dependiendo de la relación del tiempo útil

empleado tanto por el operario como por la máquina, el analista de métodos propondrá las mejoras correspondientes para evitar tiempos muertos y hacer un mejor uso de estos dos elementos. (Referencia 23.9).

**6.- DIAGRAMA DE VIAJES DE MATERIAL:** Este medio ayuda a resolver problemas relacionados con la disposición de departamentos y áreas de servicios, así como con la ubicación de equipo en un sector dado de la fábrica. El diagrama de viaje de material representa en forma de matriz la magnitud del manejo de materiales que ocurre entre dos instalaciones o áreas de trabajo. La unidad utilizada para evaluar la cantidad de manejo puede ser cualquiera que considere como más apropiada el analista que realice el estudio. Pueden ser kilogramos, toneladas, frecuencia de manejo, etc. (Referencia 23.10).

La descripción anterior corresponde a gráficas tradicionales, como lo expresamos al principio de este apartado, cada empresa hace uso de estas herramientas como mejor le convenga, algunas veces modifica el formato de las mismas y en otras simplemente no las utiliza, o en su defecto, idea nuevas herramientas que le son de utilidad y que van satisfaciendo sus necesidades, por ejemplo, la Compañía G.M.M. utiliza mucho los diagramas de recorrido de las actividades, los diagramas hombre-máquina (aunque con algunas modificaciones), las programaciones PERT, los gráficos de Gantt, los diagramas de distribución de planta o *lay-out's*, y otras herramientas que ha diseñado sobre todo en los últimos años, y cuyos objetivos primordiales son identificar el desperdicio, medir las mejoras en los métodos propuestos, establecer procesos ideales y crear un enfoque de trabajo que sea captado por toda la organización.

### II.2.8. LOTES PEQUEÑOS.

La descripción de esta técnica, así como las descritas en los siguientes apartados, está basada en hechos reales que se están llevando a cabo en la empresa automotriz G.M.M., veremos su utilización y el importante papel que juegan dentro del programa sistemático de mejora continua de la misma compañía.

Los lotes pequeños están muy relacionados con la distribución y el manejo de los materiales, esta técnica se refiere a la alimentación de dichos componentes o partes automotrices hacia las estaciones de trabajo, su método consiste en colocar dentro del equipo de manejo (carro contenedor) solamente el material que se

requiere en ese momento para satisfacer la necesidad de la operación en cuestión, surtiendo una cantidad preestablecida; posteriormente, el encargado del manejo lleva el equipo y hace su recorrido correspondiente.

La importancia de la implantación de un sistema de manipulación de materiales por medio de Lotes Pequeños se refleja en los siguientes resultados:

- Se mejora la calidad del producto.
- Se reduce el tiempo de proceso de fabricación, el operario ya no se queda esperando mucho tiempo para que lo abastezcan de las partes componentes que va a utilizar.
- Se elimina el inventario no necesario.
- Se reduce el retrabajo y el desperdicio.
- Se optimiza la utilización del espacio ya que se eliminan contenedores grandes y voluminosos que estorban en la línea de ensamble.
- Se minimiza el almacenamiento de material.
- Se presentan las partes al operador para su manejo adecuado.
- Se implanta un plan ergonómico que mejora las condiciones de trabajo de los operarios.
- Se incrementa la flexibilidad en los procesos, en las instalaciones, en la distribución, en las herramientas y el equipo.
- Se hacen visibles los problemas.
- Se minimiza la distancia recorrida por parte del operario que transporta el material.
- Se efectúa un uso racional de banco y colchones.

Este sistema de lotes pequeños utilizado dentro de la planta G.M.M. funciona a través de la utilización de "supermercados" (fig. 2.5), dentro de los cuales se encuentran los materiales que serán ocupados para el ensamblaje de las camionetas, dichos almacenes están distribuidos de tal manera que el abastecimiento de material hacia la línea se efectúa en forma eficiente y recorriendo la mínima distancia posible, incrementando con esto, la flexibilidad en los procesos de ensamblaje. (Información obtenida de la referencia 26).

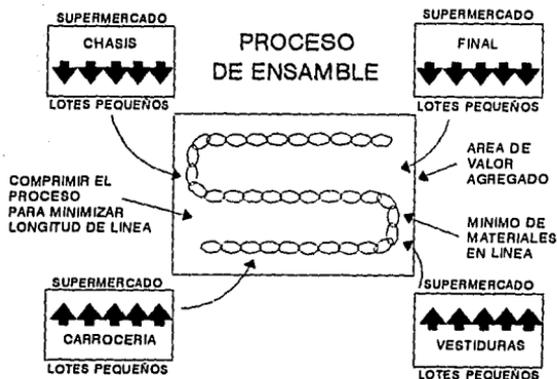


Figura 2.5. Supermercados.

## 11.2.9. ANÁLISIS DE VALOR NO AGREGADO.

El valor agregado es aquella característica que se presenta en cualquier producto durante su proceso de fabricación, dicha característica se produce cuando durante el mencionado proceso existen actividades productivas u operaciones que transforman la naturaleza física o química del producto, de este modo, cada vez que avanza esta transformación, el valor de la pieza trabajada se incrementa notablemente. De hecho, cada operación realizada le agrega valor a la pieza que se está fabricando, por ejemplo, el torneado, soldar, fresar, pintar, etc.

Por el contrario, el valor no agregado a una pieza o producto se debe a que existen actividades improductivas en los procesos, éstas además de no añadirle ningún valor al producto en fabricación, cuestan dinero y tiempo; un ejemplo de este tipo de actividad dentro de cualquier industria es el transporte o manejo de materiales, tarea que es inevitable hacer; otro ejemplo de actividad improductiva es la inspección a la que se ven sometidos tanto los materiales a ocupar, como las operaciones del proceso. (Referencia 26).

En base a lo anterior, podemos decir que el principal problema del diseñador de los procesos productivos, es eliminar o disminuir a su mínima expresión, aquellas

actividades improductivas, este es precisamente el papel que desempeña el departamento de Ingeniería Industrial de la compañía G.M.M. y para ello, por medio de su programa sistemático de mejora continua ha identificado aquellas actividades improductivas que no se ajustan al concepto de valor agregado esto incluye bancos entre operaciones, tiempos de espera y transporte entre procesos.

## II.2.10. CONTROL TOTAL DE CALIDAD.

Al hablar de control de calidad inmediatamente pensamos en las diversas filosofías que han surgido para dar una explicación de su significado. A través de la historia personajes como Deming, Taguchi, Shewart, Crosby, Juran, Ishikawa, Conway y Faingbaum, entre otros, han aportado sus ideas y conocimientos al desarrollo de este tema tan importante hoy en día a nivel mundial.

La calidad de los productos que fabrica o los servicios que presta cualquier tipo de empresa, está estrechamente ligada al éxito o fracaso de sus objetivos. Por eso, es necesario que dentro de su organización, la empresa cuente con un departamento o sección especial que dedique su trabajo al control de calidad de sus productos o servicios. Para ello, deberá antes que nada, conocer el concepto de control de calidad, el cual podríamos definir como "el conjunto de pasos o reglas que sirven para verificar que el conjunto de características o especificaciones del producto o servicio satisfaga completamente las necesidades del cliente y además cumpla con los parámetros o normas requeridas". Si el producto o servicio que se está ofreciendo a la sociedad no es de buena calidad, simplemente no será consumido o utilizado por los clientes, y por tanto, la empresa vendrá abajo y quebrará.

Sin embargo, en las últimas décadas la importancia del control de calidad ha cobrado mayor auge ya que su utilización ha influido en todos los niveles de la empresa (desde los obreros hasta la alta gerencia), a este nuevo enfoque se le ha denominado Control Total de Calidad, el cual, fue creado por el Dr. Armand V. Faingbaum quien define a esta actividad como "un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes". (Referencia 27.1).

Para alcanzar todos los objetivos que se planean al integrar un sistema de Control Total de Calidad, los encargados de este departamento, se apoyan en siete herramientas básicas, las cuales los auxilian para llevar a buen término todas las operaciones de los procesos de fabricación; así mismo, se auxilian también en siete herramientas administrativas cuyo objetivo es dar una nueva visión en el desarrollo del proceso de la calidad total de la empresa. Este enfoque administrativo se basa en los siguientes puntos:

- 1.- Planear con visión clara y objetiva hacia el futuro.
- 2.- Atención estricta hacia el proceso.
- 3.- Priorizar y enfocar atención en verdaderos problemas.
- 4.- Enfocar la atención en sistemas corporativos.
- 5.- Evaluar el futuro potencial en el desarrollo de proyectos.

(Referencia 28).

Se sugiere que estas nuevas herramientas sean usadas a partir de los grupos directivos de las organizaciones ya que su enfoque es la de dar asistencia para la planeación e implantación del proceso de calidad.

Por su parte, las siete herramientas básicas y tradicionales, se enuncian a continuación (referencia 28):

- a) Gráficas de Control.
- b) Hoja de Inspección.
- c) Diagrama de Causa y Efecto.
- d) Histograma.
- e) Estratificación.
- f) Diagrama de Dispersión.
- g) Diagrama de Pareto.

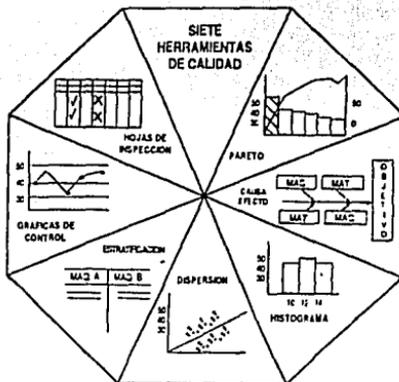


Figura 2.6. Las Siete Herramientas de Calidad.

En G.M.M. se lleva a cabo un sistema de Control Total de Calidad en cual ha sido exitoso gracias al constante mejoramiento del mismo, por ejemplo, recientemente se creó un grupo centralizado de "Calidad de Proveedores", a través del cual se estableció un sistema de calidad uniforme en los abastecedores de materia prima, con el fin de que la calidad de los autos y camiones comience desde las partes que los componen y de este modo ensamblar productos de buena calidad y que sean competitivos en el mercado internacional, tarea hoy en día tan necesaria debido a la apertura del T.L.C. (Referencia 29)

### II.2.11. REDUCCIÓN DE COSTOS.

El factor financiero en cualquier empresa es de vital importancia, analizando el concepto de Productividad, que se define como la relación que existe entre producción e insumos, veremos que al tratar de administrar u optimizar a estos últimos, ya sea, a la mano de obra, a la materia prima, a la maquinaria y equipo o a los terrenos y edificios, primeramente reduciremos costos, y consecuentemente seremos más productivos. Es aquí precisamente donde radica la importancia de la reducción de costos.

A pesar de que podemos abatir los costos en cualquiera de los insumos, es en el factor de la materia prima donde cobra mejores resultados, se dice que si se planea correctamente la utilización de este factor desde su llegada al almacén de materia prima hasta su transformación en producto terminado, la productividad de nuestra empresa se elevará notablemente.

No queremos hacer a un lado el factor mano de obra o a los factores correspondientes a la maquinaria y equipo o instalaciones, también estos son importantes al tratar de abatir costos, sin embargo, el enfocarse en los materiales es lo más idóneo para ser más productivos y lo más conveniente para la empresa, ya que del costo total de cualquier producto, el 60% se debe a la materia prima,, y el 40% restante a la mano de obra, equipo, instalaciones y servicios (fig. 2.7.).

Los siguientes beneficios que se produjeron en un programa de mejoramiento de costos dentro de G.M.M., nos sirve de ejemplo para apreciar la importancia que tiene esta técnica hoy en día (Referencia 26):

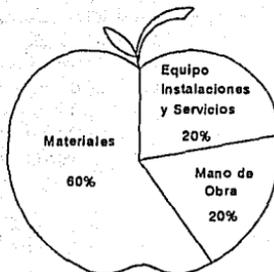


Figura 2.7. Manzana de costos.

- 1.- EN INVENTARIOS.
  - Menos materia prima.
  - Menos productos terminados.
  - Menos obsolescencia.
- 2.- EN MANEJO DE MATERIALES.
  - Menos contenedores voluminosos.
  - Menos montacargas para trabajos pesados.
  - Menos equipos de batería recargable.
  - Menos inventario de baterías.
- 3.- EN INSTALACIONES/EQUIPO DE ALMACENAJE.
  - Elimina sistemas de autorecuperación.
  - Elimina unidades de vehículos guiados automáticamente.
  - Menos servicios de soporte.
- 4.- EN SISTEMAS DE COMPUTO.
  - Menos seguimiento.
  - Menos programación.
  - Menos reportes.
- 5.- EN CONTABILIDAD.
  - Menos partes para contabilizar.
  - Menos papeleo (justificación).
  - Menos interés por dinero prestado.
- 6.- EN ENTREGAS DE MATERIAL/PRODUCTO.
  - Menos pagas adicionales por fletes.
  - Mejor utilización de la gente.

**7.- EN MANTENIMIENTO.**

- Pocas descomposturas.

**8.- EN MANO DE OBRA.**

- Menos retrabajos.
- Menos tiempo extra.
- Menos tiempo perdido debido a accidentes.

Como podemos observar, las ventajas que se obtienen al abatir costos son notables, por eso se les considera como una parte muy importante para el incremento de la productividad, además de que influyen directamente en la calidad de los productos manufacturados, haciéndose de esta manera aún más recomendable la implantación de su técnica, sobre todo por la apertura del T.L.C. donde la industria mexicana se verá precisamente obligada a fabricar productos de buena calidad y a un bajo costo para poder ofrecer precios competitivos, lo cual le permitirá enfrentar satisfactoriamente a sus competidores extranjeros y podrá ser catalogado como un país exportador de productos de calidad mundial.

## **II.2.12. MEJORA CONTINUA.**

Como ya lo hemos mencionado, una de las tareas más importantes que tiene a su cargo un ingeniero industrial es estar al tanto de una mejora continua que involucre a todas las áreas y niveles de la empresa, incluyendo plantas, oficinas y distribuidores, así como a los ejecutivos de primer nivel, personal de las oficinas y a todos los empleados de la misma. Al emplear esta filosofía dentro de una organización todos deben saber que es necesario mejorar la eficiencia de los procesos de producción y que las estructuras deben cambiar con objeto de eliminar el desperdicio y optimizar las operaciones, tanto productivas como administrativas, lo cual redundará en mayores ganancias. (Referencia 29).

En G.M.M. se utiliza la técnica de la Mejora Continua a través de un proyecto denominado "Manufactura Sincronizada", el cual se refiere a un sistema de producción basado en la filosofía de la eliminación del desperdicio y para ello requiere la coordinación y optimización de los recursos humanos, materiales, financieros y técnicos, para obtener el producto correcto, en el tiempo correcto y en cantidades correctas, considerando la demanda del cliente y su completa satisfacción. (Referencia 30.1).

Este proyecto tiene como propósito mejorar continuamente la posición competitiva de la empresa a través de mejores métodos de manufactura, maximizando el rendimiento neto de dinero, productos, materiales, información y decisiones, eliminando a la vez, aquellas actividades que no le agregan valor al producto. (Referencia 26).

Con la implantación de la mejora continua en G.M.M., los resultados en los métodos integrados pasaron de ser "sostenidos" a ser "acelerados", lo cual repercutió en forma benéfica en los tiempos de ensamble de los autos y camiones.

Es importante indicar que se debe involucrar a todo el personal (sin distinción) para llevar a cabo la implantación de este programa sistemático, debido a que su experiencia dentro de la planta lo convierte en un factor relevante para la aportación de ideas que conduzcan a la mejora continua de los métodos empleados. (Referencia 31.1).

Para finalizar, cabe señalar que la mejora continua, puede y debe aplicarse a las técnicas de la Ingeniería Industrial descritas en este capítulo, ya que de manera directa o indirecta afectan en los métodos de trabajo de cualquier empresa productora de bienes y/o servicios.

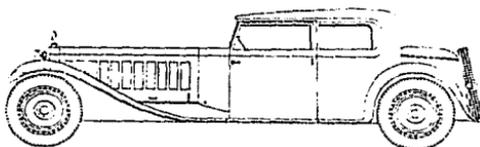
---

# Capítulo III

## Selección de áreas de oportunidad para la implantación de mejoras.

*Los latinoamericanos sufrimos una suerte de  
complejo de inferioridad en la que siempre  
lo foráneo es lo mejor.*

*Máximo R. Chaparro.*



---

FALLA DE ORIGEN

### III.1.- Bases para la selección de las áreas de oportunidad.

Toda operación industrial puede mejorarse, de hecho, cualquier actividad que desarrollemos en la vida es susceptible de hacerse de una manera mejor. La naturaleza humana se resiste a los cambios. Este es un problema al que nos enfrentamos, ya que nuestra propia naturaleza se opone a los cambios debido a que nos aferramos a nuestras costumbres. (Referencia 32). Sin embargo, los cambios no son imposibles, sólo requerimos adaptarnos a ellos.

Aunque todo puede mejorarse, es necesario hacer una selección para elegir en dónde es más conveniente que efectuemos mejoras, evaluando los beneficios que de ello obtengamos y buscando siempre las mayores ganancias, en calidad, precio, seguridad, etc.

Por ello, es importante medir los ahorros que se logran en el primer año. (Referencia 7.7) siendo este uno de los principales objetivos en la búsqueda de mejoras, ya que sólo bajando nuestro costos y abaratando nuestros productos lograremos ser competitivos en el mercado que ahora se nos abre por la puesta en marcha del T.L.C.

El objetivo de un análisis de procesos es mejorar la secuencia o contenido de las operaciones necesarias para completar un trabajo. Una investigación previa indica que áreas se beneficiarán más con el análisis.

Para lograrlo, es indispensable que primero tengamos una visión general de las condiciones actuales, para luego así identificar nuestras "áreas de oportunidad", es decir, aquellas operaciones en las que nos conviene invertir tiempo, dinero y esfuerzo. Por lo tanto, es importante saber cómo se está haciendo el trabajo antes de pensar en las mejoras. (Referencia 7.3).

Es posible hacer un diagnóstico rápido para detectar los problemas existentes de organización de la producción y determinar su grado de importancia, basándose en los conceptos enumerados en el capítulo anterior; inclusive, se puede establecer un modelo de hoja de análisis para diagnosticar rápidamente la situación de los procesos de producción de cualquier empresa. (Referencia 18.1)

Un plan práctico para ayudar al ingeniero a seleccionar dónde lograr la mejor utilización de la mano de obra, las máquinas y los materiales de que se dispone para producir mayores beneficios es, en primer lugar, analizar el trabajo, y segundo, estudiar cada detalle. (Referencia 33.1).

La búsqueda de hechos se realiza en su mayor parte por observación y entrevistas. El análisis mejora un proceso buscando formas para eliminar, combinar y arreglar las operaciones. Además, las herramientas que la Ingeniería Industrial nos proporciona permiten "fotografiar" las condiciones actuales para observar los detalles del sistema productivo que se desea estudiar. Es por esto que apoyándonos en la información que las técnicas de la Ingeniería Industrial nos proporcionan, debemos identificar cuáles son las áreas que tienen una mayor oportunidad de obtener mejores beneficios.

Una vez que las condiciones actuales se han analizado, debemos decidir dónde nos conviene realizar los estudios de mejora, ya que la práctica nos demuestra que podemos estar gastando el mayor de nuestros esfuerzos en el menor de los beneficios. Por el contrario, planeando y decidiendo podemos obtener mayores beneficios con poca inversión de tiempo y dinero. La planeación, el análisis y el control son fases del estudio de un sistema. La finalidad de las tareas de planeación, análisis y control es suministrar las bases para una decisión. (Referencia 7.2).

La base industrial de un ingeniero de proceso son sus conocimientos de cómo producir las cosas. Debe conocer que herramientas y equipo necesita, y el límite de aquellas herramientas en el conjunto de exigencias. Este planteamiento comprende otras varias facetas de la empresa; la distribución en planta y el transporte de materiales están estrechamente ligados a la planificación del proceso como para ser virtualmente inseparables. De la misma forma, el estudio de tiempos y movimientos son, a menudo, incluidos. Dado que la calidad del producto es controlada frecuentemente en el proceso, el control de calidad también es un componente. La seguridad y el control de costes son a menudo incluidos en la decisión de los estudios. (Referencia 12.3).

Deberá poseer una familiaridad con los materiales, maquinaria y hombres de su planta. (Referencia 20.12). También necesita conocer para un buen resultado: (1) El ritmo de producción deseado, (2) las operaciones necesarias y su secuencia, (3) los tiempos elementales de cada operación y (4) los embotellamientos. (Referencia 20.11).

### **III.1.1.- Prioridades para la selección de las áreas de oportunidad.**

Las prioridades de los estudios se obtienen revisando los reportes, los memorándums y las directivas, y discutiendo el tema con el personal de confianza. Involucrar a todos los relacionados con el trabajo por medio de programas para simplificar las tareas. Las sugerencias del personal operador conducen a muchas mejoras que de otra forma se pasarían por alto. Estos empleados tienen gran experiencia práctica en sus propios trabajos. (Este tema será ampliado en el cap. 6).

Cuanta más gente piense en la mejora de los métodos dentro de la organización, mejores resultados se obtendrán. Los empleados, los superintendentes, la alta dirección, todos pueden aprender el análisis de métodos y sugerir mejoras. (Referencia 17.3). Podremos obtener más beneficios si sembramos una idea para que germine.

Además, deben considerarse las situaciones problema, convirtiéndolas en prioridades cuando su solución es urgente. Algunos problemas típicos para tomarse en cuenta son enlistados a continuación:

- a) Problemas de balance. (Referencia 14.1).
- b) Un hombre de apoyo necesario por proceso. (Referencia 14.2).
- c) Dar flexibilidad al proceso (Referencia 14.3).
- d) Problemas ergonómicos. (Referencia 15.3).
- e) Necesidades del trabajador. (Referencia 15.3).
- f) Evitar paros de línea. (Referencia 12.6).
- g) Problemas de distribución. (Referencia 20.1).
- h) Problema de la coordinación del hombre y la máquina. (Referencia 20.13).
- i) Problemas de seguridad. (Referencia 20.14).
- j) Congestión y ordenación del lugar de trabajo. (Referencia 20.14).
- k) Condiciones del medio ambiente. (Referencia 20.15).
- l) El manejo del material. (Referencia 20.16).
- m) Existencia de material en espera. (Referencia 20.17).

### **III.1.2.- Considerar una evaluación previa del impacto económico.**

El ingeniero debe decidir si los probables ahorros costean o no la investigación propuesta. Las tareas de poca duración deben ser objeto de un estudio somero. Las operaciones de larga duración y aquellas en que se producen

"embotellamientos" de la producción deben recibir amplia atención. (Referencia 17.4).

Al considerar y evaluar el costo de una mejora, no debe olvidarse que en algunos casos no se necesita equipo nuevo, sino que se trata sencillamente de emplear mejor el equipo viejo. Ya que muchas veces frenamos las mejoras por no invertir en nueva maquinaria. También debemos evaluar si hacen falta servicios y/o reorganización de los mismos para mayor seguridad.

Es obvio que tendrán prioridad las áreas que requieran menor inversión o gasto y que reporten mayores beneficios.

Por ello se debe considerar el arreglo de instalaciones, la elección del sitio, el procedimiento específico, la capacidad del sistema, la formulación del objetivo y la elección de la operación. (Referencia 19.3).

No olvidar que también puede darse el caso de re-analizar un área que ya haya sido mejorada, es decir, realizar la mejora continua, claro que siempre y cuando los beneficios lo justifiquen; ya que los mejores métodos que desarrolle pasarán de moda con la invención de nuevos equipos y con ajustes en la propia organización. (Referencia 17.4.).

### III.2.- Breve descripción del proceso de ensamble de camionetas

El proceso de ensamble de camionetas que se realiza en la Planta México de la General Motors S.A. de C.V. consta de 5 fases generales:

- 1.- Carrocerías en Blanco.
- 2.- Pintura.
- 3.- Vestidura.
- 4.- Chasises y Motores.
- 5.- Proceso Final.

A manera de ilustración se muestra el esquema de la figura 3.1.

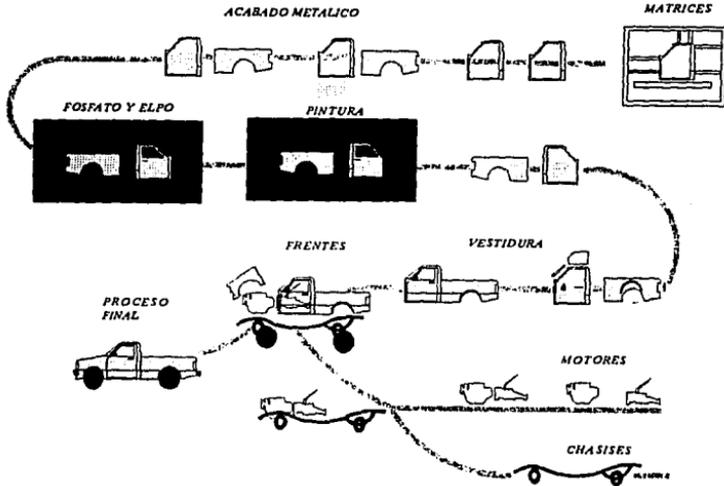


Figura 3.1. Proceso de ensamblaje de camionetas.

A continuación describiremos las actividades de mayor importancia que se efectúan en cada etapa del ensamblaje.

### **III.2.1.- Carrocerías en Blanco.**

Recibe su nombre porque la carrocería todavía no tiene color, por tanto, las unidades parecen como "esqueletos" blancos. El objetivo de esta fase es ensamblar el total de la carrocería en todo lo que a lámina se refiere y dejarla lista para recibir los procesos de pintura.

Se divide en dos etapas: Matrices, en donde se ensambla la unidad mediante procesos de soldadura eléctrica y de arco migweld; y Acabado Metálico, donde se da el acabado a la unidad por medio de procesos de lijado y esmerilado.

Durante esta fase se integran las partes que corresponden a la lámina, la cual es importada en un 98%. Las piezas se reciben estampadas en su totalidad, y sólo se realizan algunos troqueles que corresponden a esta planta.

El equipo utilizado en esta fase está compuesto principalmente por punteadoras y herramientas. Estos últimos son dispositivos de metal que se utilizan para sujetar y posicionar las partes de la lámina para su soldadura. Existen varios herramientas para los diferentes subensamblables.

Un herramental recibe el nombre de "matriz de integración" cuando aloja a los diferentes subensamblables para integrar una carrocería. De aquí el nombre a la primera etapa de esta fase.

En Acabado Metálico las herramientas utilizadas son: rehiletos de esmerilado, taladros, pistolas neumáticas, martillos de bola, limas y otras herramientas propias de la hojalatería. En esta fase además de darle acabado a la lámina, se realizan las reparaciones necesarias por golpes, abollones o desajuste en las puertas.

Resumiendo, las actividades principales de Carrocerías en Blanco son la integración de las carrocerías por medio de subensamblables de las diferentes partes de la lámina, el troquelado o barrenado de algunas piezas, la aplicación de los sellos expandibles, el acabado de la lámina, el ajuste de puertas, la reparación de golpes o abollones y la transferencia de la unidad al área de fosfato y elpo.

Para ilustrar lo antes descrito, se presenta el esquema de la figura 3.2.

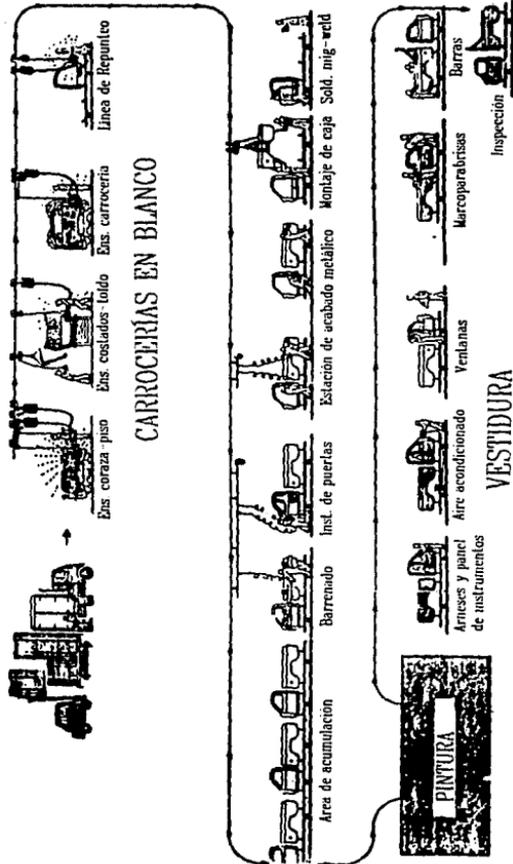


Figura 3.2. Proceso de Carrocerías en Blanco.

### III.2.2.- Pintura.

La fase de Pintura tiene como objetivo aplicar color a las carrocerías en blanco, de acuerdo a los procesos mundialmente establecidos, que en la actualidad exigen una aplicación de antioxidante para mayor protección de la lámina.

Es por ello que se divide en dos etapas: Fosfato y Elpo, para la aplicación del antioxidante; y Pintura de Carrocerías, para la aplicación del color a la unidad.

En la primera etapa se usan únicamente productos químicos que realizan diferentes tratamientos en la unidad para preparar la lámina antes del fosfatizado. La aplicación del fosfato se realiza por medio de un proceso denominado "electrodeposición", a través del cual la adherencia del fosfato se realiza por un efecto eléctrico en el que la carrocería constituye el ánodo y el fosfato líquido es el cátodo. Una vez que la electrodeposición del fosfato se ha llevado a cabo, la unidad atraviesa varias cámaras de lavado para la eliminación de residuos tóxicos; y, finalmente se le aplica un sello en todos los vértices de la carrocería para evitar pasos de agua.

En la segunda etapa los materiales utilizados son: pintura base esmalte, thinner, lijás de agua y masking tape. El equipo utilizado se compone fundamentalmente de bombas de aplicación por aspersión y pulidoras de pintura.

El proceso de Pintura de Carrocerías comienza con una limpieza de la unidad, la cual ya viene recubierta con elpo, a fin de eliminar incrustaciones y grasa. En seguida se le aplica una capa de *primario*, para mejor adherencia de la pintura. Después se le coloca en las cejas del parabrisas y ventanas una tira de masking tape para cubrir las zonas donde se aplicará uretano. En este momento la unidad está lista para recibir la primera, de cinco capas de pintura. Sólo en los casos de doble o triple tono, se cubren las zonas de diferente color con papel y masking tape. Entre la aplicación de cada capa de pintura la carrocería atraviesa un horno de secado, previo a la siguiente aplicación. Antes de entrar al último horno se realizan las reparaciones y detalles en la pintura y se retira el masking tape. En este momento, la unidad está lista para salir a Vestidura.

El diagrama de la figura 3.3 ilustra el proceso de Pintura y Elpo.

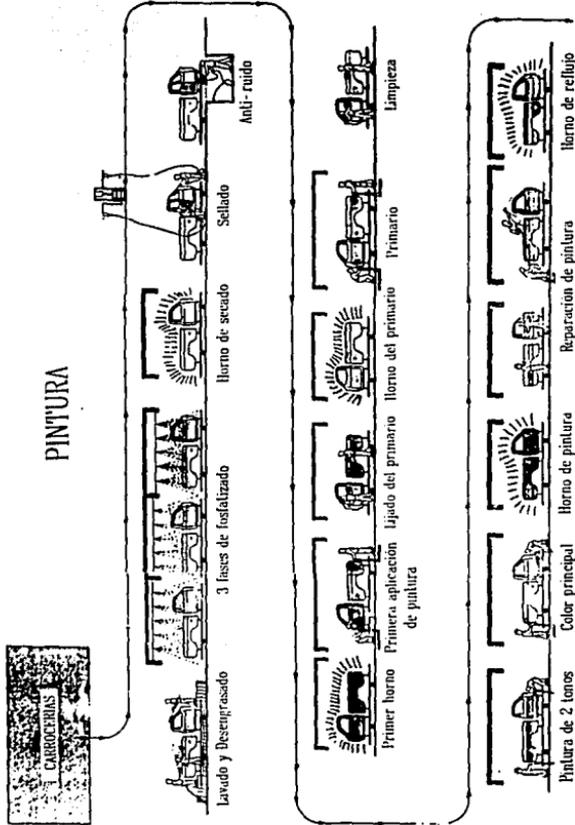


Figura 3.3. Proceso de Pintura y Elpo.

PINTURA DE PARTES PEQUEÑAS

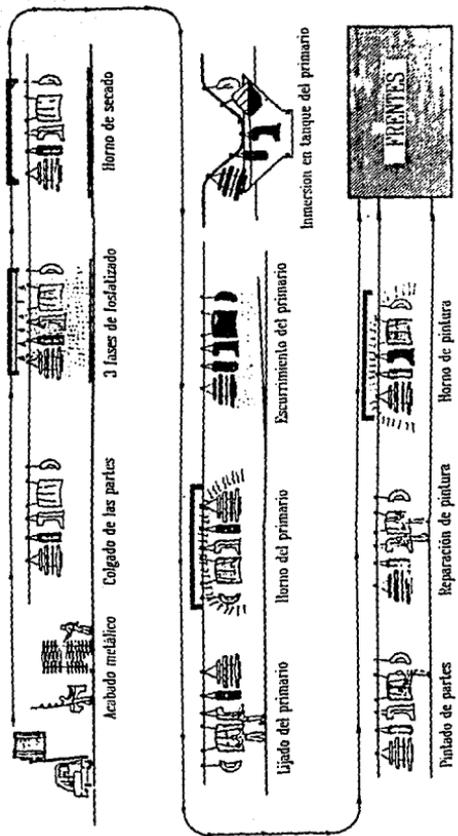


Figura 3.4. Línea Elevada.

Es necesario señalar que en esta planta el pintado de los cofres y salpicaderas se realiza en forma independiente al de la carrocería, en un área denominada "Línea Elevada". En esta área los juegos de cofres y salpicaderas corren por una línea paralela a la de Pintura y en coordinación con su respectiva unidad. El proceso realizado es similar al anteriormente descrito (ver figura 3.4). En algunas plantas de otras compañías, este proceso se realiza junto con la carrocería.

### III.2.3.- Vestidura.

Esta fase se denomina así porque en ella se "viste" y "maquilla" a la unidad. Es decir, en ella se colocan todas las piezas que van a la carrocería como molduras interiores, alfombras, espejos, ameses, tableros, volantes, etc.

Las piezas aquí ensambladas se componen de los más variados materiales: ameses eléctricos, grapas metálicas y de plástico, molduras de plástico, agarraderas de plástico, chapas y manijas de metal, volantes, alfombras, tornillos en su más extensa variedad de formas y tamaños, espejos, cristales en puertas, ventanas, parabrisas, tableros, y el sistema de aire acondicionado, entre otros.

El equipo utilizado se constituye en su mayoría por pistolas neumáticas y algunos dispositivos para subensamblar las ventanas de las puertas y los tableros así como de un robot (el único en esta planta) para la aplicación del uretano en parabrisas y ventanas.

Las actividades principales en Vestidura son: la instalación de todos los ameses del sistema eléctrico de puertas, luces, aire acondicionado, limpiaparabrisas, limpiadores traseros, lámparas y alarmas; la colocación de las alfombras, molduras interiores y toldo interior en coordinación del color de la carrocería; la instalación del aire acondicionado; la instalación del tablero y prueba de su correcto funcionamiento; instalación de todas las chapas y manijas; colocación de parabrisas y sistema de ventanas a puertas, así como la verificación de todo el sistema eléctrico.

El diagrama representativo se incluye en la figura 3.2.

### **III.2.4.- Chasises y Motores.**

Como su nombre lo indica, es la fase en la que se arma e integra el motor al chasis. Para ello se realizan ambos subensambles en líneas independientes, para después confluir en una misma línea llamada "Placas Verticales" en la que el motor se une al chasis, y posteriormente, se integran ambos a la carrocería. El diagrama que muestra esta etapa se ilustra en la figura 3.5.

El material utilizado se compone en su mayoría por tornillos y tuercas, remaches, piezas metálicas y de aluminio en su totalidad, como el bastidor, el tubo de escape y el motor. El equipo utilizado está compuesto básicamente por remachadoras y pistolas neumáticas por medio de las cuales se integran los soportes y las diferentes partes tanto al motor como al chasis.

Las actividades principales son vestir el motor y el chasis en dos líneas independientes que se encuentran coordinadas de tal manera que coincida el tipo de modelo con el tipo de transmisión al momento en que se integra el motor al chasis en la línea de Placas Verticales, cuyo tiempo de proceso no es mayor a los 15 minutos.

### **III.2.5.- Proceso Final.**

Tal y como lo indica su nombre, es la fase final del ensamble. Las etapas que la conforman son tres: Frentes, Línea Final y Acondicionamiento.

Las partes que aquí se integran son en su mayoría piezas exteriores, y se inyectan todos los líquidos que requiere la unidad, como la gasolina, el agua, el aceite, los lubricantes, etc.

El equipo con que cuenta es muy variado: desde herramientas manuales de apriete, hasta sofisticados equipos electrónicos de prueba, pasando por equipos mecánicos de balanceo, dispositivos para el subensamble de las defensas, salpicaderas, parrillas, etc.

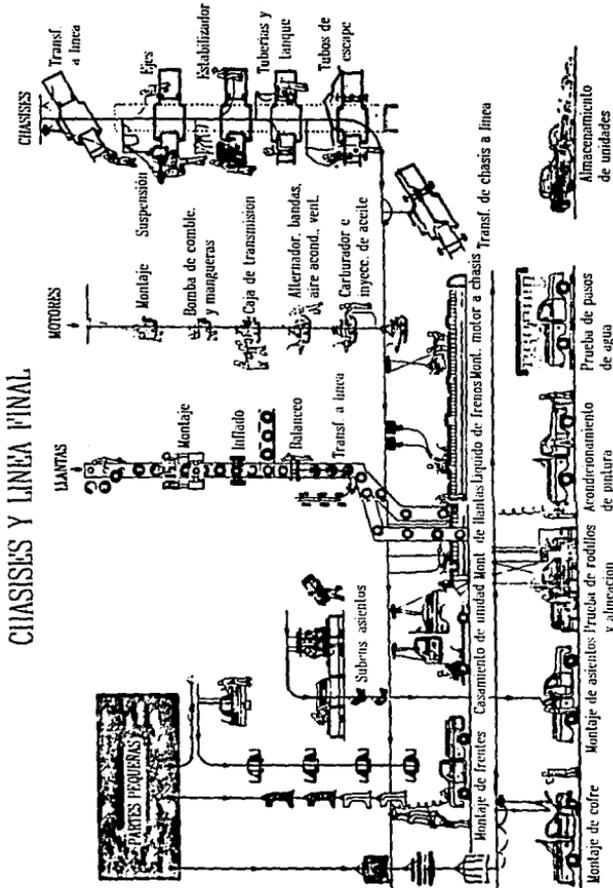


Figura 3.5. Proceso de Chasis y Línea Final

El proceso empieza en el área de Frentes, que es el lugar donde se realiza el "casamiento de la unidad", es decir, la integración de la carrocería con el motor y el chasis. A esta primera etapa también pertenece la montadora de llantas.

Otras actividades que aquí se realizan son la colocación de las llantas, las salpicaderas y la parrilla. También se realizan las conexiones del motor al sistema eléctrico y se instalan los faros.

La segunda etapa se conoce como Línea Final, y es donde se inyectan todos los líquidos, se colocan las defensas y se instalan los asientos, así como se realizan las conexiones finales. Es hasta este momento en que la unidad puede arrancarse.

Por último, la unidad es trasladada al área de acondicionamiento, en donde se realiza la alineación y balanceo, la prueba de rodillos, la prueba electrónica, la prueba de pasos de agua y se corrigen todos los detalles que la unidad pueda traer.

El esquema que ilustra esta fase se observa en la figura 3.5.

### **III.2.6.- Lay-out general.**

Presentaremos el siguiente *lay-out* con el fin de proporcionar una ayuda visual de las áreas correspondientes a los procesos generales que intervienen en una planta automotriz y de los cuales, en el apartado anterior, hemos descrito sus características principales. Tómese en consideración que dentro del esquema, el área indicada con el número uno pertenece a la fase de Carrocerías en Blanco, el área número dos corresponde al proceso de Pintura, el área tres al proceso de Vestidura, el área cuatro a la fase de Chasis y Motores y el área señalada con el número cinco al Proceso Final. Cabe aclarar que de esta manera están distribuidas las fases para el proceso de ensamble de camiones y camionetas en la Planta México de la General Motors (Referencia: General Motors de México, S.A. de C.V.).

**GENERAL MOTORS DE MEXICO**

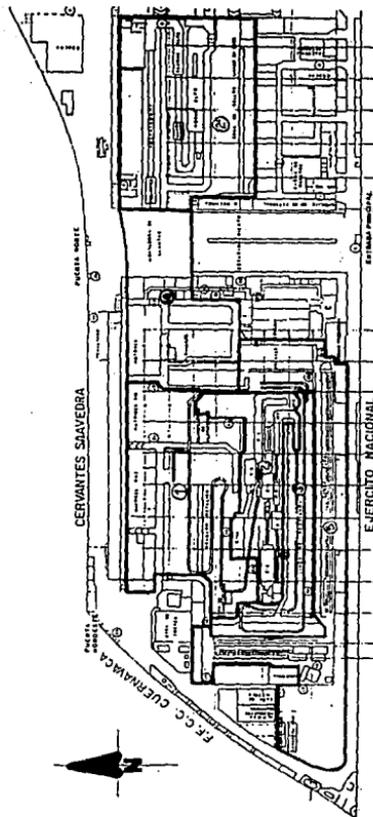


Figura 3.6. Lay-out general. Planta México, G.M.

### III.3.- Selección de áreas de oportunidad: 5 casos en la G.M.M.

Habiendo conocido y estudiado las fases para el proceso de ensamble de camionetas y considerando lo descrito en el apartado 3.1, pasemos ahora a seleccionar las áreas de oportunidad donde creemos que es conveniente obtener las mejoras que se pretenden alcanzar.

Los estudios u operaciones que se proponen en este trabajo son cinco, y se enlistan a continuación, cabe señalar que dichos estudios son considerados como las áreas de oportunidad elegidas o seleccionadas para llevar a cabo las mejoras dentro de la planta automotriz:

- 1.- Subensamble de marcos de puertas laterales.
- 2.- Acabado Metálico.
- 3.- Estándares en Pintura.
- 4.- Acumulador de Vestidura y Frentes.
- 5.- Proyecto "Blazer Full Size".

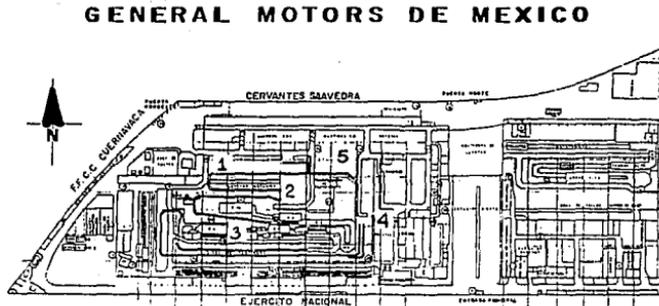


Figura 3.7. Áreas seleccionadas.

A continuación expondremos las razones por las cuales fueron seleccionadas las áreas enlistadas y en el siguiente capítulo presentaremos el desarrollo de los estudios correspondientes.

1.- La operación del subensamble del marco de puertas laterales, correspondiente al área de Carrocerías en Blanco, presentaba serios problemas de calidad por el daño ocasionado en los marcos, debido a que estos subensambles debían ser arrastrados desde un área lejana donde se realizaba la primera operación, hasta integrarse a la unidad en proceso; inclusive cuando los daños eran graves, el subensamble debía repararse o desecharse, repercutiendo de esta manera en el costo de la unidad. Por esto, se analizó la posibilidad de modificar la distribución de la maquinaria y los materiales a fin de ganar área disponible y ubicar los equipos en la forma más cercana posible para dar continuidad al proceso. De esta forma se otorgó prioridad a este estudio, a fin de dar solución al problema expuesto y aumentar la calidad de las unidades.

2.- Durante un análisis de los problemas de calidad de la sección de Carrocerías en Blanco, se detectó también que gran parte de los problemas reportados a esta sección eran originados en el área de Acabado Metálico, por lo que se procedió a realizar un diagnóstico de las condiciones de operación de la misma. Revisando los contenidos de trabajo de las operaciones aquí asignadas, las eficiencias de cada operador y observando el área física de trabajo, así como por los comentarios de supervisores y operadores, se detectaron problemas de balance en el contenido de trabajo del total de las operaciones, problemas de seguridad y ergonómicos, condiciones inadecuadas del medio ambiente y daños por abollones ocasionados por la duplicidad de operaciones. Esto justificó un estudio profundo de las operaciones de esta área.

3.- El estudio realizado en la sección de Pintura fue justificado debido a que el rechazo de unidades en la inspección final se debía en gran medida a los defectos en la pintura de las carrocerías. De tal forma que se investigó la información sobre los índices de calidad de la planta y se determinaron los impactos en la calidad del producto originados por este problema, los cuales, en efecto, eran elevados. Por ello, en coordinación con el departamento de Ingeniería de Procesos y el de Ingeniería Industrial, se formó un equipo de cinco personas que se encargarían de detectar las condiciones que dieran origen a los problemas de calidad y proponer soluciones. Siendo responsabilidad de los ingenieros industriales calcular los tiempos estándar de cada operación mediante los tiempos predeterminados.

4.- En el acumulador de Frentes y Vestidura se presentaba un serio problema ergonómico debido a que dos operarios debían empujar sobre una placa metálica los carros transportadores de la carrocería. Estos carros se integraban por una firme estructura metálica de unos trescientos kilogramos, cuya altura aproximada es de 40 centímetros, obligando a los operadores a inclinarse para realizar la operación de empuje hacia la cadena de la línea de ensamble. Por el esfuerzo producido en la espalda de los operadores y por el riesgo de accidentes que implicaba, ésta era una operación que incrementaba los pagos al Seguro Social, por tanto se decidió dar prioridad en la solución de las condiciones de trabajo de esta operación.

5.- Finalmente, el estudio denominado "Proyecto Blazer Full Size" fue seleccionado como un área de oportunidad por las necesidades que el proyecto demandaba para su óptimo funcionamiento. Este proyecto se refiere al ensamble de un nuevo modelo de camioneta, nunca antes ensamblado en esta planta. En todas las instalaciones era necesario obtener áreas para las nuevas operaciones y economizar, de esta manera, el costo del proyecto, mediante la utilización de los equipos ya existentes. En este trabajo presentaremos solo el estudio realizado en la sección de Carrocerías por ser ésta la de los mayores impactos.

Podemos observar que en la mayoría de los casos las prioridades fueron otorgadas por problemas en la calidad del producto, mostrándose así la importancia que ha cobrado en la actualidad el concepto de Calidad Total, así como la importancia que ha adquirido el hecho de que los operadores realicen sus labores en condiciones adecuadas recalcando aquí la importancia que tienen los trabajadores en todas las empresas, y por último, la filosofía de Mejora Continua, que se refleja en ahorros de área, equipo y materiales que pueden ser aprovechados en muchas maneras, pero siempre el objetivo primordial de todo estudio será elevar la productividad y la competitividad de las compañías. El desarrollo de los estudios aquí presentados se expone en el siguiente capítulo.

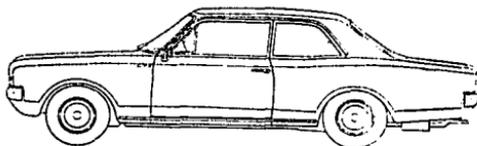
---

# Capítulo IV

Desarrollo de los estudios  
e implantación de las mejoras:  
cinco ejemplos prácticos.

*El trabajo es el nombre más práctico  
dado al esfuerzo, y el esfuerzo tiene  
la alegría salvaje de la lucha.*

*Casal Castiel.*



#### IV. Cinco ejemplos prácticos.

Una vez que las áreas de oportunidad han sido seleccionadas, en base a los criterios presentados en el capítulo anterior se procede a realizar el análisis correspondiente en las mismas. Para tal efecto es recomendable elaborar un programa de avance, por ejemplo, por medio de una gráfica de Gantt, a fin de atacar las áreas prioritarias y mantener orden y control en los estudios.

Para lograr definir las posibles alternativas de mejora en cada caso particular es necesario apoyarnos en las técnicas que la ingeniería industrial nos proporciona, las cuales fueron presentadas en el capítulo 2. Con tales herramientas podremos establecer las condiciones actuales y la definición de las mejoras, que a su vez serán objeto de análisis, buscando siempre obtener los mayores beneficios en todos los aspectos (calidad, seguridad, productividad, ahorro de costos, etcétera).

De esta manera se presentarán lay out's, diagramas de flujo de los procesos involucrados, gráficas de Gantt, estadísticas de calidad, estudios de tiempos y movimientos, diagramas hombre-máquina, tiempos predeterminados, y otras herramientas que serán utilizadas según convenga en cada estudio.

El uso de estas herramientas y la cantidad de las técnicas que fueron aplicadas en cada caso particular depende de diversos factores como son las características específicas y comunes del proceso de producción, las necesidades de la operación, el tiempo límite para el desarrollo del estudio, el objetivo del análisis, etcétera.

A continuación se expondrán cinco casos representativos que muestran el desarrollo de los estudios realizados en la compañía de referencia, así como los resultados obtenidos. La evaluación de los beneficios alcanzados se presentará en el capítulo 5.

Los estudios seleccionados en el capítulo anterior son:

- 1.- Subensamble de marcos de puertas laterales.
- 2.- Acabado Metálico.
- 3.- Estándares de Pintura.
- 4.- Acumulador de Vestidura y Frentes.
- 5.- Proyecto "Blazer Full Size".

#### IV.1.- Subensamblado de marcos de puertas laterales.

Las operaciones para este subensamblado se realizan durante la fase de Carrocerías en Blanco. Estas operaciones consisten en soldar los soportes y refuerzos al marco de las puertas, que posteriormente será ensamblado junto con el piso y el panel coraza en la matriz de integración, para armar la estructura de la carrocería.

El objetivo de este estudio es analizar el proceso del subensamblado del marco puerta a fin de disminuir los daños ocasionados en el material, y aumentar la calidad del producto.

En la figura 4.1.1 presentamos una estadística de calidad que muestra una comparación de la conformancia de varios subensamblados, en la que podemos observar que los índices más bajos se presentan en los subensamblados de los marcos de puerta, incluso se encuentran por debajo del 50% de conformancia.

Para analizar este problema elaboramos el diagrama de proceso de ensamble del área de Matrices, que se presenta en la figura 4.1.2. En él se muestra la secuencia de ensamble, denominando a cada estación de trabajo con una letra y un número, que a la vez corresponde al nombre del herramental respectivo. En él observamos que las estaciones donde se subensambla el marco puerta son las denominadas D2A, D2, D1A y D1.

De esta manera identificamos las estaciones que analizaríamos. Para ello, obtuvimos las hojas de proceso correspondiente a fin de conocer las operaciones que se realizan en este subensamblado. En el apéndice C1 pueden encontrarse algunas de ellas.

Una vez que identificamos las operaciones necesarias, procedimos a realizar un estudio de tiempos de esta parte del proceso, el cual se elaboró con cronómetro y bajo la técnica de lectura continua. En el apéndice D1 se anexa este estudio que incluye a la vez el cálculo de los promedios de cada elemento de trabajo.

En base al estudio de tiempos y a las observaciones de la línea se elaboraron las gráficas del proceso, la gráfica del tiempo y el diagrama de recorridos, que se

muestran en las figuras 4.1.3, 4.1.4 y 4.1.5, respectivamente. De ellos se concluye que se invierte gran parte del tiempo en transporte de materiales y acarreo de subensambles, se observó que los inventarios de material en línea son altos, que la coordinación de operaciones es inadecuada, y que inclusive existe interferencia entre las operaciones, originando riesgos de accidentes.

Con la información anterior elaboramos el diagrama de tiempo total de proceso, que se encuentra en la figura 4.1.6. En él se grafica el valor agregado contra el valor no agregado, por lo que podemos observar que se invierte cerca del 48% del tiempo en actividades que no agregan valor al producto, originadas principalmente por los transportes del material.

A fin de desarrollar las alternativas de distribución de maquinaria y equipo, se elaboró el lay out de la condición inicial (figura 4.1.7), donde no incluimos los contenedores de material. De esta manera podríamos distribuir el equipo para reorganizar el proceso y, paralelamente, en coordinación con el departamento de manejo de materiales, reorganizar también el abastecimiento de las partes a la línea, aplicando la técnica de lotes pequeños y supermercados. En este lay out se puede observar claramente la distancia existente entre los herramientas D2 y D1.

Hasta este momento tenemos lo necesario para realizar el análisis de las condiciones actuales, y a partir de este análisis obtener conclusiones para alcanzar el objetivo planteado.

Para ello, lo primero fue elaborar una propuesta de reubicación de los herramientas D2 y D2A. Ésta se presenta en la figura 4.1.8.

A partir de esta propuesta se elaboraron los diagramas de recorrido y de tiempo (figuras 4.1.9 y 4.1.10, respectivamente). En ellos se observa que el tiempo de las caminatas disminuye notablemente y que se elimina la interferencia de operaciones. Nótese que en el diagrama de recorridos se distribuyen los contenedores de material y se propone la utilización de 2 carritos de supermercado para el abastecimiento de los refuerzos y soportes, a fin de eliminar los contenedores con frecuencias de reemplazo mayores a un turno y reducir los inventarios en línea.

En la figura 4.1.11 presentamos el diseño de uno de los carritos para el abastecimiento de materiales por supermercado.

Una vez elaboradas estas propuestas, procedimos a realizar en base a los principios de la mejora de métodos, el análisis de las operaciones realizadas por cada operario. En la figura 4.1.12 se muestran las hojas de descripción de la operación de los seis operarios que se requerían para realizar las operaciones de los herramientas D1, D1A, D2 y D2A. En ellas se presenta la condición actual en el lado izquierdo de la gráfica, y en el lado derecho, la propuesta. Nótese que los tiempos improductivos de cada operario se incrementan, de tal forma que permiten realizar, posteriormente, el rebalanceo de las operaciones asignadas a cada uno de ellos.

Con esta propuesta de mejora de métodos se realizó un balanceo de operaciones, del que se obtuvo la reducción de 4 operarios, esto es, 2 operadores por turno; quedando en total asignados a la operación 4 operarios por turno. La herramienta utilizada para este balanceo consiste en un diagrama de contenido de trabajo asignado por operario. Es de gran utilidad porque permite por medio de bloques de elementos, combinar las operaciones necesarias para cada modelo que se ensambla en la planta. En este caso puede observarse que la columna de la derecha se encuentra vacía, esto se debe a que el modelo S10506 no se ensambla en los herramientas D1, D1A, D2 y D2A. Cabe aclarar que la línea superior de los diagramas delimita el tiempo ciclo de operación, en minutos y que todos los elementos de trabajo se encuentran graficados a escala. En la figura 4.1.13 se anexan los 4 diagramas resultantes (uno por operario).

Con las conclusiones obtenidas se realizó una reunión con el departamento de operaciones a fin de presentar la propuesta desarrollada. También se citó a los departamentos de manejo de materiales y de mantenimiento a fin de explicar su intervención.

Para la implantación de este estudio se fabricaron los carritos contenedores de abastecimiento de materiales; se distribuyó el supermercado para los mismos en el área del departamento de manejo de materiales; se planeó con el departamento de mantenimiento la modificación e instalación de servicios y se elaboró un lay out a escala mostrando el nuevo acomodo de los herramientas. Éste se presenta en la figura 4.1.14.

Para finalizar este apartado y a manera de ilustración mostramos en la figura 4.1.15 cuatro fotografías que muestran las condiciones del "antes" y "después" del abastecimiento de materiales.

En la fotografía número 3 puede apreciarse la utilización de "bancos" para subensambles, que facilitan la producción de los mismos en coordinación con la mezcla de modelos dando también orden al lugar de trabajo. Esta es una forma práctica de disminuir riesgos de accidentes y de reducir los daños en el material.

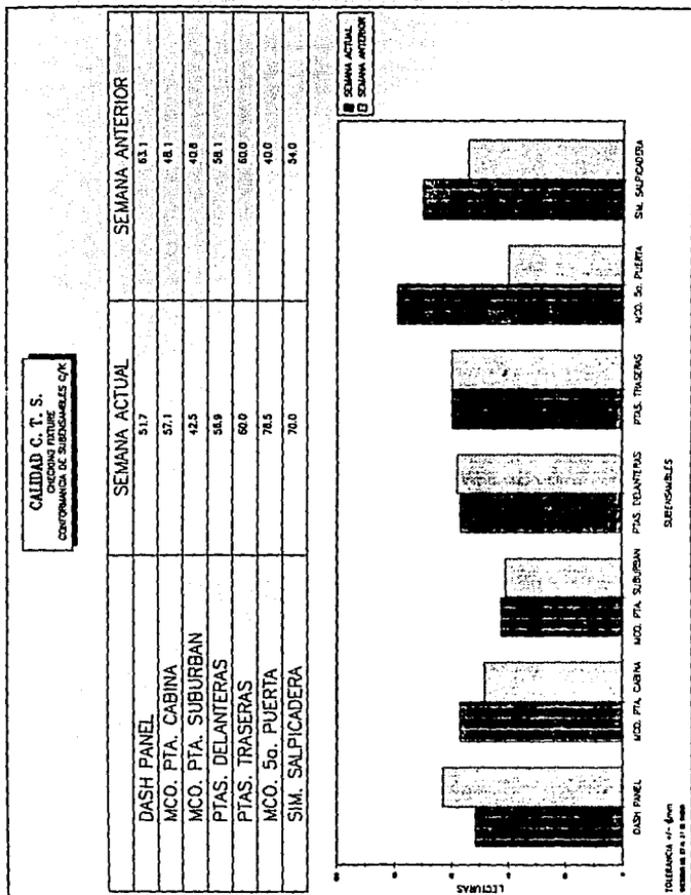


Fig. 82

Figura 4.1.1

FALLA DE ORIGEN

## DIAGRAMA DE PROCESO DE ENSAMBLE AREA DE MATRICES

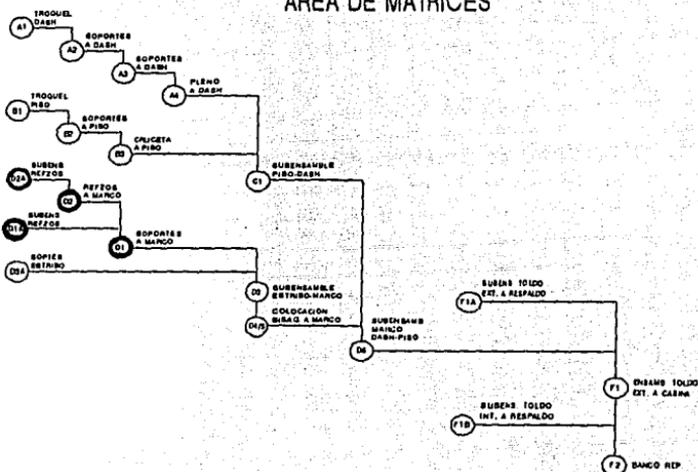


Figura 4.1.2

FALLA DE ORIGEN

GRAFICA DEL PROCESO

HOJA 7 DE 1

PROCESO: Subensamblaje puerta  
 PARTE No: 1 GRAF No: 1  
 HOMBRE  MATERIAL DEPTO: 85  
 SE INICIA EN: \_\_\_\_\_  
 SE TERMINA EN: \_\_\_\_\_  
 HECHO POR: \_\_\_\_\_ FECHA: 29/11/93  
 PRODUCCION ANUAL: \_\_\_\_\_  
 UNIDAD DE COSTO: \_\_\_\_\_

Actual	Propuesto	Diferencia	AHORRO TOTAL ANUAL
No. tiempo	No. tiempo	No. tiempo	MANO DE OBRA DIRECTA
OPERACIONES	0.17	0.17	
TRANSSCRIBES	1.81	0.60	1.21
INSPECCIONES	0.23	0.23	
DEMANDAS	0.20	0.25	0.05
ALMACENAJES			
Distancia recorrida	mts	mts	mts
Costo sintico M.O.D.			

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL		PROPUESTO		Diferencia	Diferencia	Diferencia	Diferencia	Diferencia	Diferencia	OBSERVACIONES	
1 Toma refen moldura botones y coloca en hial.DI.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	11.74					En el caso de faldas del ref. 203 y 202. Se usó el operador faldas que otro	✓
2 Cambia por marco puerta y coloca en horizontal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	59.00					Se usó el operador faldas que otro	✓
3 Cierra clamps murales y rematados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	8.74					Se usó el operador faldas que otro	✓
4 Toma ref. 203 y 202	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	16.74					Se usó el operador faldas que otro	✓
5 Cierra clamps	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	15.74					Se usó el operador faldas que otro	✓
6 Toma puntador y almoxar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	29.00					Se usó el operador faldas que otro	✓
7 Aplica puntos en refuerzo blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	76.24					Se usó el operador faldas que otro	✓
8 Exp. puntador y toma otra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	33.50					Se usó el operador faldas que otro	✓
9 Aplica punto en moldura botones y marca puerta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	189.74					Se usó el operador faldas que otro	✓
10 Dej. puntador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	15.00					Se usó el operador faldas que otro	✓
11 Toma aislador y refuerzo muro y lee ref. 203	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	23.50					Se usó el operador faldas que otro	✓
12 Toma puntador y aplica punto de refuerzo albañal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	84.00					Se usó el operador faldas que otro	✓
13 Deja puntador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	16.24					Se usó el operador faldas que otro	✓
14 Control y clausura clamps murales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	9.25					Se usó el operador faldas que otro	✓
15 Ajusta muro en horizontal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	22.50					Se usó el operador faldas que otro	✓
16 Toma placa empuje y coloca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	42.76					Se usó el operador faldas que otro	✓
17 Toma panel ref. 203 y coloca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	18.76					Se usó el operador faldas que otro	✓
18 Cierra clamps	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	10.76					Se usó el operador faldas que otro	✓
19 Toma puntador y aplica punto de refuerzo blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	88.24					Se usó el operador faldas que otro	✓
20 Reacomoda puntador y aplica punto en placa empuje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	78.50					Se usó el operador faldas que otro	✓
21 Reacomoda puntador y aplica punto en placa empuje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	59.00					Se usó el operador faldas que otro	✓
22 Reacomoda y aplica punto en refuerzo albañal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	74.24					Se usó el operador faldas que otro	✓
23 Aplica punto en mano puerta y deja puntador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	133.50					Se usó el operador faldas que otro	✓
24 Exp. a computador y quitamos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	61.00					Se usó el operador faldas que otro	✓
25 Deposito muro en horizontal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	---					Se usó el operador faldas que otro	✓

Figura 4.1.3

FALLA DE ORIGEN

TABLA DE COMBINACION DE TRABAJO ESTANDARIZADO

DEPTO.	SECC.	OPEL.	Sustituible Actual =	Fecha de inicio	Fecha de fin	Tiempo Total	Tiempo Actual	Tiempo Normal	Tiempo Estimado	Tiempo		Tiempo Maquina	Tiempo Cadena	
										Actual	Normal			
25	14	05												
ELEMENTO DE TRABAJO														
No.	CENTIM												21.50	200
1	1 (el ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
2	2 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
3	3 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
4	4 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
5	5 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
6	6 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
7	7 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
8	8 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
9	9 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
10	10 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
11	11 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
12	12 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
13	13 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
14	14 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
15	15 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
16	16 (del ref. de la hda. 110.046)												0.16	100
TOTAL										21.50	200	100	100	

Figura 4.1.4

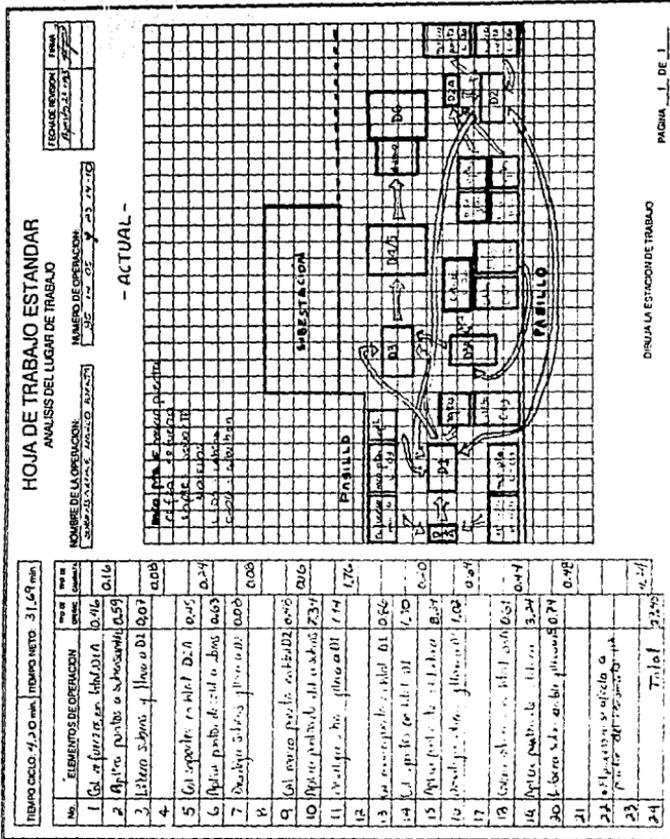


Figura 4.1.5

FALLA DE ORIGEN



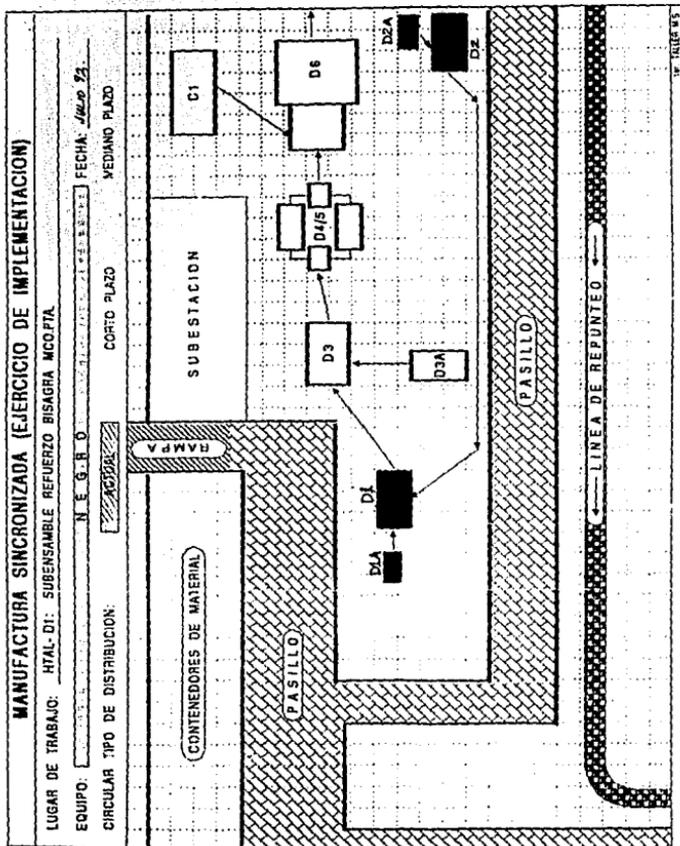


Figura 4.1.7

FALLA DE ORIGEN

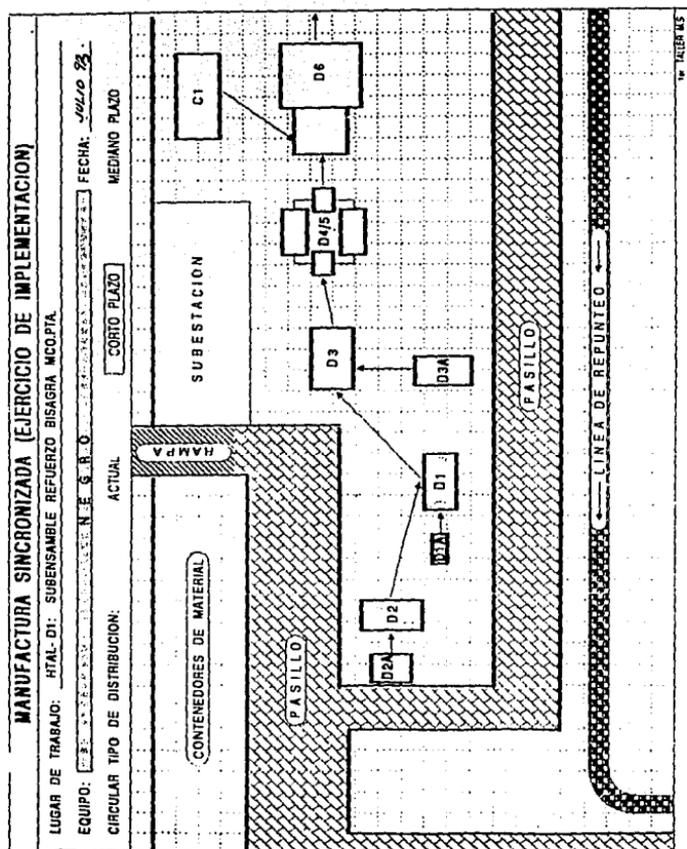


Figura 4.1.8

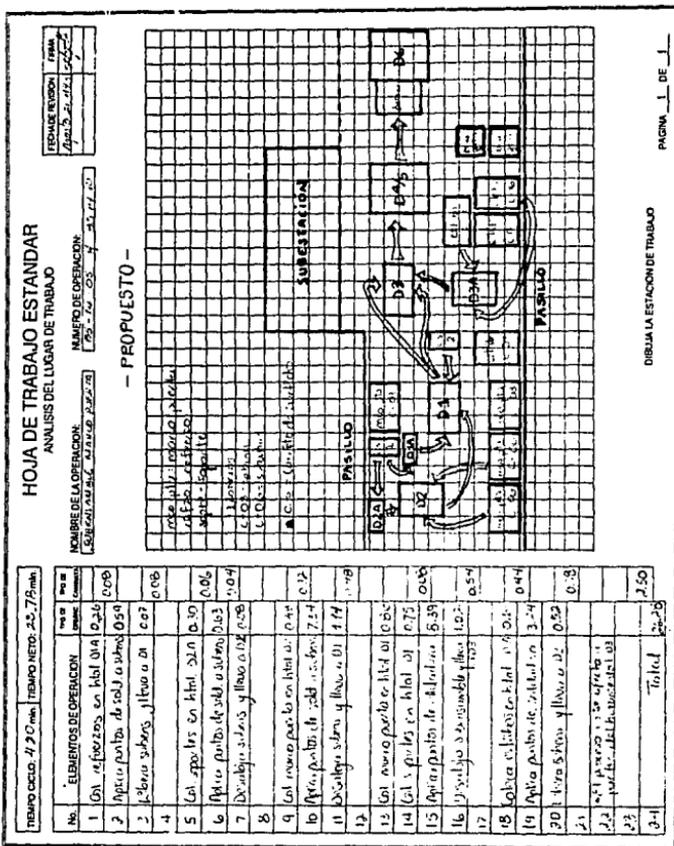


TABLA DE COMBINACION DE TRABAJO ESTANDARIZADO

DIFTO.	SICC.	OPEL.	CARGABLE MANOS ADEJ.	FICHAO. 11111	TIEMPO CICLO / 4 P.C.	CENTIM.												TIEMPO ESTERA --- FIBRADO MANQUINA	TIEMPO MANQUINA --- COMBATA
						TIEMPO													
ELEMENTO DE TRABAJO			CENTIM.																
Nº						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1		Cil. 1.500 cc. 1.60 l. DIA	0.16																
2		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.25																
3		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.08																
4		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.30																
5		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.04																
6		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.04																
7		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.12																
8		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.34																
9		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.14																
10		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.04																
11		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.08																
12		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.31																
13		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.04																
14		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.04																
15		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.34																
16		1.800 cc. 1.80 l. DIA	0.16																
TOTAL			48.5																

Figura 4.1.10

FALLA DE ORIGEN

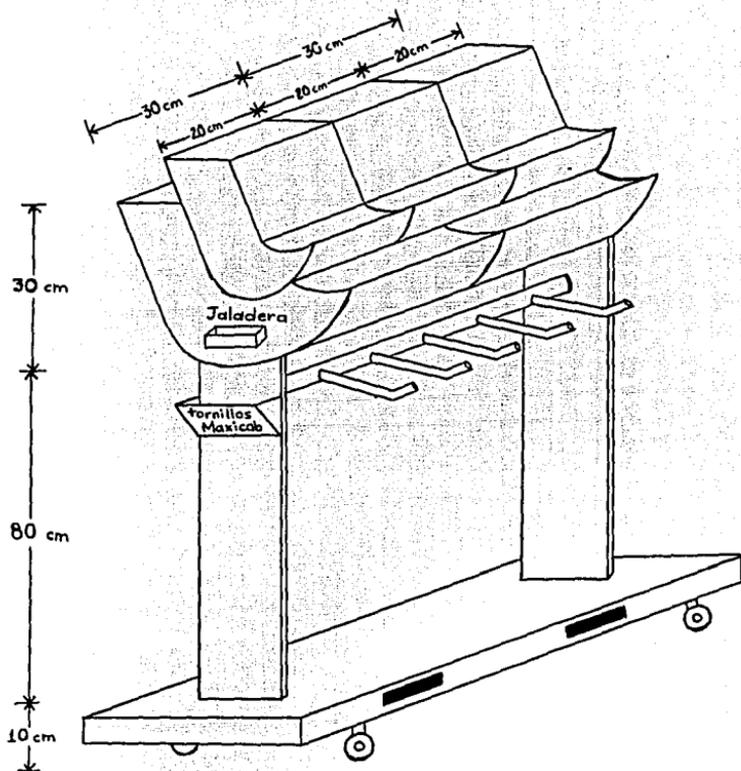


Figura 4.1.11

FALLA DE ORIGEN

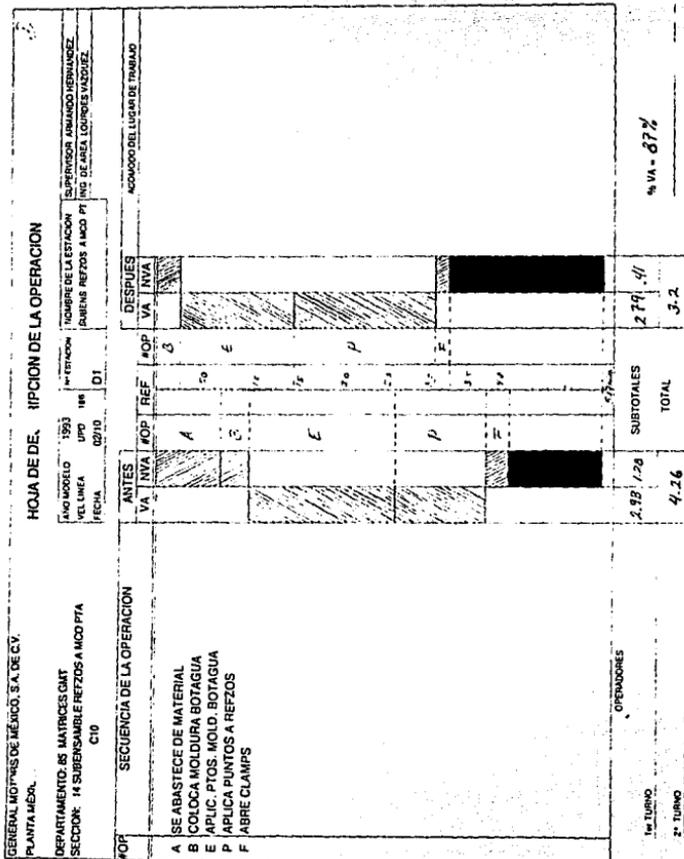


Figura 4.1.12 (Operario 1)

HOJA DE DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION											
GENERAL MOTORS DE MÉXICO, S.A. DE C.V. PLANTA MÉXICO.		AÑO MODELO 1993		N° ESTACION 116		NOMBRE DE LA ESTACION SUPERVISOR ANTONIO HERNANDEZ		ING DE AREA LOURDES VAZQUEZ			
DEPARTAMENTO: 86 - MATRICES GMT		VEL LINEA UPD 116		30/SEP/93		SIEMPRE REZOS A MCO PTA					
SECCION: 14 SUBENSAMBLE REZOS A MCO PTA		FECHA C10		D1		ACCIONADO DEL LUGAR DE TRABAJO					
#OP	SECUENCIA DE LA OPERACION					DESPUES					
	VA	NVA	#OP	REF	POP	VA	NVA	VA	NVA		
C			C		C						
G			G		H						
H			H		P						
I											
P											
C COLOCA MARCO PTA. EN D1 G COLOCA SELLO AISLANTE H COLOCA RFZO. BASTIDOR Y RFZO. BISAG I CIERRA CLAMPS P APLICA PUNTOS A REFUERZOS											
1er TURNO 2er TURNO											
OPERACIONES						2.26	2.14	SUB-TOTALES		1.92	1.61
						4.4		TOTAL		3.53	
										4 VA - 58.32	

Figura 4.1.12 (Operario 2)

FALLA DE ORIGEN

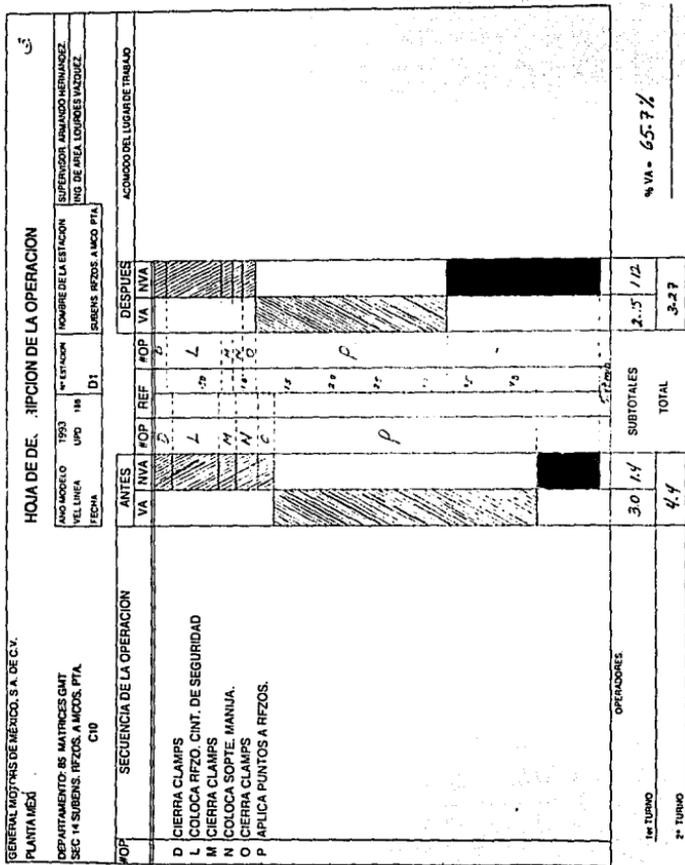


Figura 4.1.12 (Operario 3)

GENERAL MOTORS DE MEXICO, S.A. DE C.V.		PLANTA MEXI.		HORA DE DEPARTICION DE LA OPERACION		NOMBRE DE LA ESTACION		SUPERVISOR	
DEPARTAMENTO DE MATRICES GMT		SEC 14 SUBENS. PZOS. AMCOS. PTA.		1983		1er ESTACION		JUAN ANTONIO HERNANDEZ	
C10		C10		UPD 148		D1		ING. DE ANEX. LOMPEZ VIZCARRA	
FECHA		FECHA		REF		POP		DESPUES	
VA		INVA		#OP		VA		VA	
INVA		VA		#OP		VA		VA	
SECUENCIA DE LA OPERACION		ANTES		DESPUES		ACORDO DEL LUGAR DE TRABAJO			
J	COLOC. PLACA ANCL. Y CINT. SEG. TRAS.	J		J					
K	CIERRA CLAMPS	K		K					
P	APLICA PZOS. A REFUERZOS	P		P					
Q	ABRE CLAMPS	Q		Q					
R	DESALJOJA SUBENS. Y COLOC. EN BANCO	R		R					
OPERACIONES		SUB-TOTALES		TOTAL				4 VA - 57%	
		2.5 / 98		2.0 / 96				3.4%	
1er TURNO		4:18							
2o TURNO									

Figura 4.1.12 (Operario 4)

FALLA DE ORIGEN

HOJA DE DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION													
GENERAL MCO - S DE MEXICO, S.A. DE CV.				1983				SUPERVISOR (NOMBRE Y APELLIDOS)					
PLANTA MEXCALA.				UPU 148				ING. DE AREA (NOMBRE Y APELLIDOS)					
DEPARTAMENTO DE MATRICES CUT				D2A-D2				MCO PT					
SECCION 14 SUBENSAMBLE REFZOS A MCO PTA				02/10									
C10													
POR	SECUENCIA DE LA OPERACION			ANTES			DESPUES			ACOMODO DEL LUGAR DE TRABAJO			
	VA	NVA	#OP	REF	#OP	VA	NVA	#OP					
A	COLOCA REFZO BASTIDOR EN ABERT PTA								0.52				
B	APLICA PUNTOS REFZO CENTRAL SUP/INF								0.25				
C	COLOCA PLACA ANCLAJE SOP CINTURON								0.52				
D	CIERRA CLAMPS								0.26				
E	COLOCA REFZO POSTE CENTRAL								0.62				
F	APLICA PUNTOS EN REFZO								3.96				
G	ABRE CLAMPS								0.26				
H	DESALOJA MARCO PTA								1.02				
I	GIRA HTAL 180°								0.15				
J	SE ABASTECE DE REFZO								0.12				
K	DESALOJA MCO PTA Y ABASTECE A D1								2.24				
Z	COLOCA MCO PTA EN HTAL D2								9.92				
F	APLICA PUNTOS EN REFZO												
S	COLOCA REFZO BISAG POSTE CENTRAL SUP/INF												
U	APLICA PUNTOS REFZO CENTRAL SUP/INF												
V	DESALOJA SUBENSAMBLE												
W	GIRA HTAL 180°												
X	SURTE SUBENS A HTAL D2												
										4.91	2.75		
										SUB-TOTALES		7.59	4.92
										TOTAL		12.51	
													4. VA = 60.67

Figura 4.1.12 (Operario 5)

GENERAL MOTORS DE MEXICO, S.A. DE C.V.		PLANTA MEXICO		HOJA DE DETALLE DE LA OPERACION				ACONDO DEL LUGAR DE TRABAJO			
DEPARTAMENTO: 85 MATRICES GMT		SECCION: 14 SUBENSAMBLE REFZOS A MCO PTA C10		ANO MODELO	1993	Nº ESTACION	14	NOMBRE DE LA ESTACION	SUPERVISOR		
				VEL LINEA	UPD	DZA-D2	02/10	SUBENS REFZOS A MCO PTA	ARMANDO HERNANDEZ		
				FECHA	02/10				MRS DE AREA: LOURDES VAZQUEZ		
POP	SECUENCIA DE LA OPERACION	ANTES	DESPUES	VA	NVA	POP	REF	#OP	VA	NVA	
S	COLOCA REFZO BISAG POSTE CENTRAL SUP/INF						1				1.04
T	CIERRA CLAMPS										0.30
U	APLICA PUNTOS REFZO CENTRAL SUP/INF										1.04
V	DESALJOJA SUBENSAMBLE										1.00
W	GIRA HTAL 180°										0.60
X	SURTE SUBENS A HTAL D2										0.58
Y	SE SURTE DE REFUERZOS										0.28
Z	COLOCA MCO PTA EN HTAL D2										1.49
F	APLICA PUNTOS EN REFZO MCO PTA										3.96
											10.27
				1.0	5.2	SUBTOTALES					
1º TURNO				10.27		TOTAL					
2º TURNO											

% VA = 48.56

Figura 4.1.12 (Operario 6)

FALLA DE ORIGEN

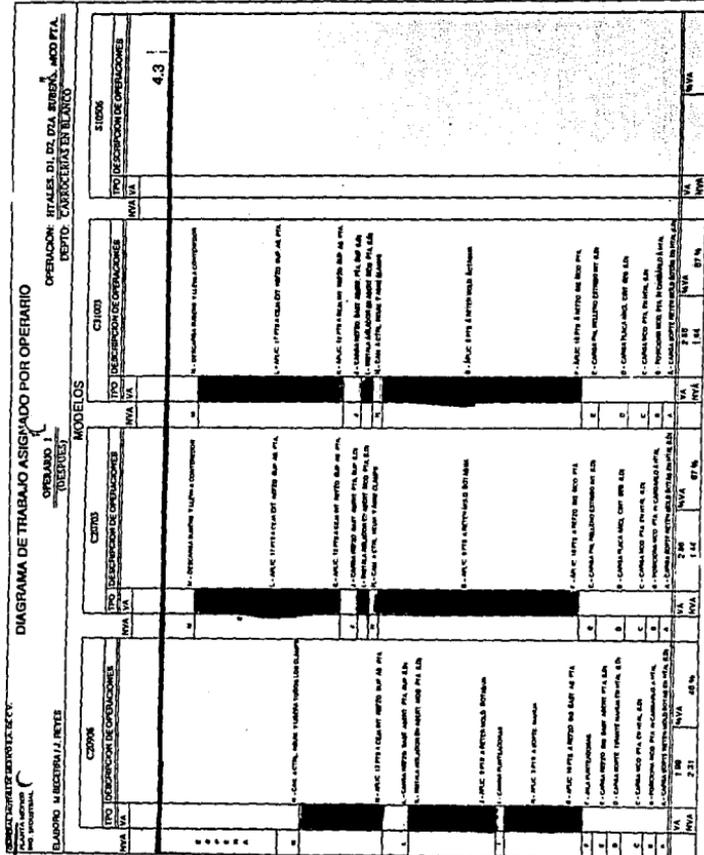


Figura 4.1.13 (Operario 1)

ERALLA DE ORIGEN



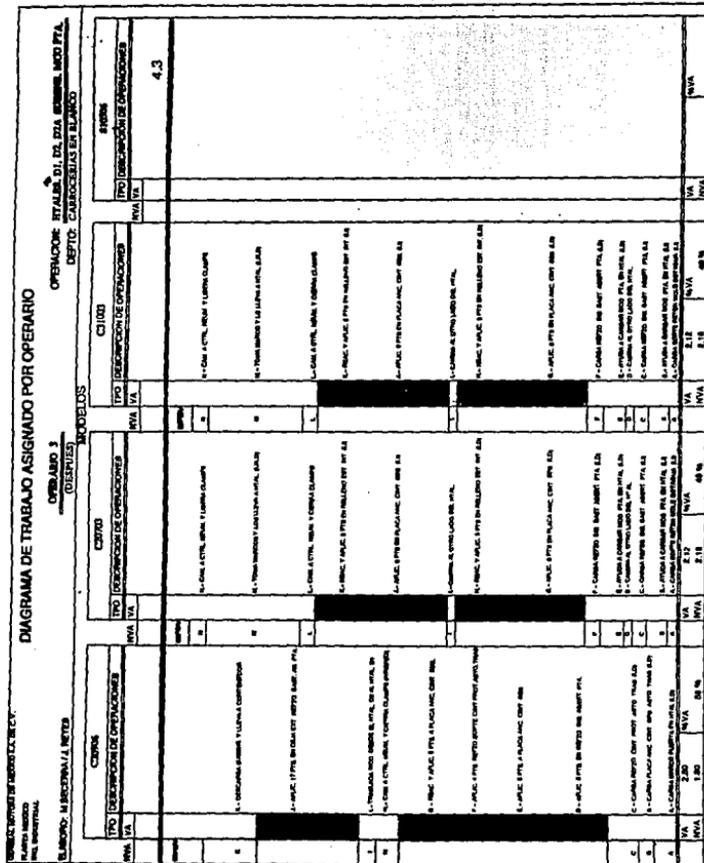


Figura 4.1.13 (Operario 3)



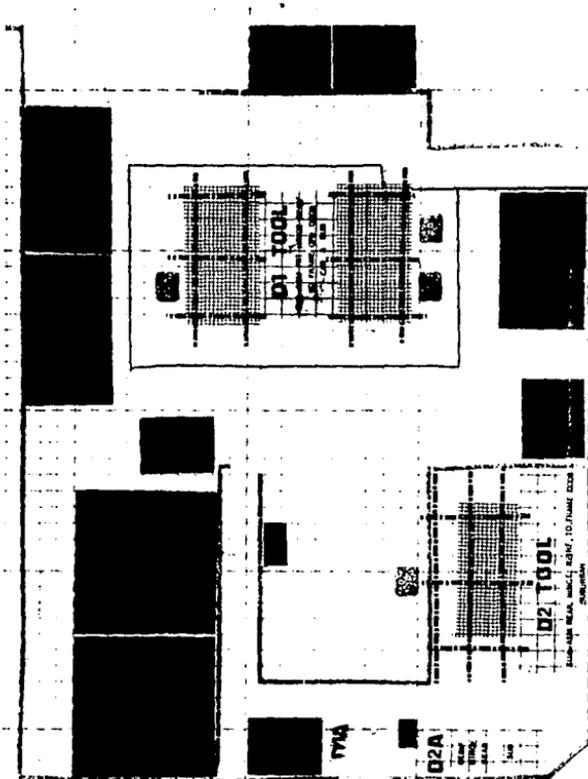


Figura 4.1.14

FALLA DE ORIGEN

## ANTES



1.- GRANDES CANTIDADES DE MATERIAL EN LINEA



2.- CONTENEDORES DE ORIGEN DE GRAN VOLUMEN.

## DESPUES



3.- BANCOS ADECUADOS PARA SUBENSAMBLES



4.- CARRO CONTENEDOR PARA ABASTECIMIENTO DE MATERIALES.

## IV.2.- Acabado Metálico.

El objetivo de este estudio es organizar y balancear las operaciones que se realizan en la línea de Acabado Metálico, a fin de disminuir los defectos en el acabado de las carrocerías y mejorar la calidad de las unidades.

En el capítulo tres mencionamos que el área de Acabado Metálico es una de las dos secciones en que se divide la fase de Carrocerías en Blanco. Esta fase se encuentra enseguida del proceso de ensamble de Matrices.

Para iniciar el análisis de las operaciones de Acabado Metálico elaboramos el diagrama de proceso del área, el cual se presenta en la figura 4.2.1. Durante su realización logramos obtener varias observaciones de las condiciones de la línea que fueron de gran ayuda para el análisis y las propuestas de mejora. Cabe aclarar que los tiempos se estimaron en base a producciones anteriores.

De las operaciones enlistadas en el diagrama anterior elegimos algunas que tuvieran equipo y herramientas manuales que pudiéramos relocalizar rápidamente, tomando como criterio que el tiempo necesario para efectuar los cambios no fuese mayor a un fin de semana; y cuyo contenido transferible de trabajo fuera menor al tiempo ciclo de 4.20 min. De esta manera podríamos balancear las operaciones combinándolas con las que se realizan en la sección de Matrices.

En el lay out de la figura 4.2.2 se muestra (encerrada en un cuadro) el área que corresponde a las operaciones que cumplen con las características arriba mencionadas.

Después de identificar estas operaciones obtuvimos las hojas de proceso correspondientes, a fin de conocer las condiciones necesarias de operación para cada una y buscar alternativas de distribución en el área de Matrices. Estas hojas se muestran en el apéndice C2.

En compañía del ingeniero de Procesos y del ingeniero de Mantenimiento recorrimos las instalaciones a fin de proponer áreas para la relocalización de las

operaciones en cuestión. De esta manera las alternativas posibles fueron elegidas en común acuerdo. Éstas se encuadran en el lay out de la figura 4.2.3.

Correspondió al departamento de Ingeniería Industrial realizar los estudios de tiempos, tanto de las operaciones transferibles como de las áreas propuestas para, posteriormente, hacer el balanceo de las operaciones involucradas después de la combinación de las mismas. Estos estudios fueron realizados con cronómetro en lectura continua; se anexan en el apéndice D2.

Con los resultados obtenidos en el estudio de tiempos se elaboraron los diagramas de trabajo asignado por operario de todas las estaciones. Los diagramas correspondientes a la condición actual se presentan en las figuras denominadas con el número 4.2.4. En ellos puede apreciarse que el tiempo de espera de los operarios involucrados permite la integración de otras operaciones adicionales a las ya realizadas por cada operario.

Con estas herramientas y mediante la combinación de los bloques de contenido transferible de trabajo realizamos la combinación de los elementos respectivos a cada área. De esta manera comprobamos que las alternativas propuestas en el lay out de reubicación eran aplicables sin necesidad de aumentar la mano de obra asignada. Los diagramas resultantes por la mejora propuesta se anexan en las figuras numeradas con 4.2.5. Se debe destacar la reducción de 14 operarios a 11, obteniendo un ahorro de 3 operarios por turno. Nótese que se eliminaron las estaciones denominadas como: "soldado stud y screw", "esmerilado y asentado de cejas" y "subensamble lift gate y corte de orejas".

Después de analizar esta parte del proceso, decidimos continuar con la estación de "barrenos", ya que en ella sólo se realizaban operaciones de barrenado, que por su bajo contenido de trabajo y facilidad de transporte de las herramientas usadas podrían reubicarse fácilmente. Para ello, primeramente, se realizó el estudio de tiempos correspondiente en igual forma que el anterior. Se presenta en el apéndice D3.

Después de la realización de estos estudios se elaboró la hoja de descripción de la operación a fin de graficar los contenidos de trabajo de cada elemento. También se elaboró el diagrama total del proceso que incluye todos los modelos ensamblados. Ambos se muestran en las figuras 4.2.6 y 4.2.7, respectivamente.

A partir de estas gráficas se propusieron estaciones de reubicación para cada operación, en base a la posición necesaria del operador a fin de realizar el barreno con el menor esfuerzo necesario y de acuerdo a los principios que el estudio de movimientos y la ergonomía determinan. La distribución de los barrenos se muestra en el lay out de la figura 4.2.8.

En base al lay out propuesto y bajo los principios de la mejora de métodos, se elaboraron la hoja de descripción de la operación y el diagrama total del proceso del método mejorado, los cuales se presentan en las figuras 4.2.9 y 4.2.10, respectivamente. Con esta distribución de las operaciones de barrenado se eliminó la estación de trabajo correspondiente y al mismo tiempo los 2 operadores asignados por turno.

Ahora solo falta el análisis y mejora de las operaciones de esmerilado y montaje de puertas. Para esta última, se elaboró el flujograma general del proceso de las puertas, en el que se destaca la duplicidad de operaciones de ajuste y reparación. Corresponde la figura 4.2.11.

Ante esta situación se analizó la alternativa de invertir la secuencia de operaciones de Acabado Metálico, ya que anteriormente el proceso era: esmerilado-montaje-detalles, por lo que las operaciones de reparación se duplicaban. De esta manera se propuso ubicar primero la estación de montaje de puertas y después de ella la estación de esmerilado, en la que se incluía además trabajar los detalles. En esta misma propuesta se incluyó la alternativa de integrar todas las operaciones de inspección en una sola estación de trabajo, que se ubicaría al final del área de esmerilado. En la figura 4.2.12 se encuentra el estudio de tiempos realizado a las operaciones de esmerilado y detallado de unidades, en el que se presentan 71 lecturas de tiempos totales de operación observadas durante una semana en ambos turnos, y con el cual se demostró que los operarios podían realizar ambas operaciones sin requerir mayor mano de obra.

También se realizó un estudio de tiempos al surtidor de las puertas a fin de incrementar sus movimientos con el montacargas, debido a que con la nueva ubicación del montaje de puertas la distancia entre esta estación y la del soldado de bisagras a puertas aumentaba, y consecuentemente, aumentaba también el tiempo de transporte de las mismas. Por ello propusimos que el surtidor de las puertas transportara también los subensambles con las bisagras soldadas. Esto también se justificaba porque al utilizar el contenedor original y eliminar el uso de carritos para el acarreo, los daños en las puertas disminuirían notablemente. Esta propuesta, así

como el estudio de tiempos, se muestran en las figuras 4.2.13 y 4.2.14, respectivamente.

Finalmente, presentamos en la figura 4.2.15 la gráfica del proceso de Acabado Metálico donde se describe el método mejorado de operación, posterior a la implantación de las propuestas analizadas. También se anexa el lay out corregido en la figura 4.2.16, donde se expone la nueva distribución del área de Acabado Metálico. Es de notar la reorganización de las operaciones de montaje de puertas y esmerilado de unidades, así como la creación de la estación de inspección.

DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS E IMPLANTACIÓN DE LAS MEJORAS: CINCO EJEMPLOS PRÁCTICOS

GRAFICA DEL PROCESO

HOJA 4 DE 4

PROCESO: ACABADO METÁLICO.  
 PARTE NO: CARROCERIA GRAF. NO: 01  
 HOMBRE  MATERIAL DEPTO: 87  
 SE INICIA EN: \_\_\_\_\_  
 SE TERMINA EN: \_\_\_\_\_  
 HECHO POR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 PRODUCCIÓN ANUAL: \_\_\_\_\_  
 UNIDAD DE COSTO: \_\_\_\_\_

OPERACIONES	Actual	Propuesto	Diferencia	ANCHO TOTAL ANUAL
	Mej. Tiempo	Mej. Tiempo	Mej. Tiempo	
OPERACIONES	101.07			MANO DE OBRA DIRECTA
TRANSPORTES				
INSPECCIONES	13.20			COSTO DE INSTALACION DEL METODO PROPLESTO
DEMORIAS	5.30			
ALMACENAJES	20.00			AHORRO NETO EST. por AÑO
Diferencia porcentajes	ms	ms	ms	
Costo unitario M.O.D.				

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL				PROPUESTO				(M.D.)	OBSERVACIONES	COSTO					
	●	○	◐	◑	●	○	◐	◑			●	○	◐	◑		
1. Instala tapacristales piso	●	○	◐	◑					1	2.04	Mejora en el montaje del piso. Se aplicaron realignaciones y se colocaron con pinta capital y pintura ligera para dar un acabado más profesional.					✓
2. Lija juntas de bronce	●	○	◐	◑					1	8.00						✓
3. Esmerla áreas frías en carrocería	●	○	◐	◑					1	26.00						✓
4. Corta agujas localizadas de toldo interior	●	○	◐	◑					1	2.68						✓
5. Asienta y esmerla mano para biselados y ventanillas	●	○	◐	◑					1	7.22	Analizar el tipo de instalación de la puerta con bronce y con el cambio de tipo de bronce con otros tipos de lija.					✓
6. Instala puerta del tiempo de combustible	●	○	◐	◑					1	2.50	Se cambió el tipo de bronce con otros tipos de lija.					✓
7. Inspecciona acabados metálicos	■	○	◐	◑					1	4.20	Se corrigió por falta de tiempo de lija con el método de lija con la herramienta.					✓
8. La unidad espera por llegar al sitio de puertas	○	○	◐	◑					1	5.30	Mejora y combinación con el montaje.					✓
9. Coloca puertas laterales	●	○	◐	◑					1	13.10	Mejora y combinación con el montaje.					✓
10. Ajusta puertas laterales	●	○	◐	◑					1	5.48	Revisión de las espesores.					✓
11. Inspecciona ajuste de puertas	■	○	◐	◑					1	4.20	Puede continuarse por el tipo de lija.					✓
12. Instala cubierta del ventilador	●	○	◐	◑					1	1.20	Puede continuarse con la lija con otros tipos de lija.					✓
13. Instala deflector agua	●	○	◐	◑					1	1.20	Puede continuarse con el método de lija con la lija con otros tipos de lija.					✓
14. Instala supports laterales de moldura	●	○	◐	◑					1	3.30	Puede lijar las partes con otros tipos de lija.					✓
15. Ensambla quinta puerta a carrocería	●	○	◐	◑					1	10.44	Puede continuarse con el método de lija con la lija con otros tipos de lija.					✓
16. Instala pernos en panel suaco	●	○	◐	◑					1	1.62	Combinar con otros tipos de lija.					✓
17. Hacer barbas en panel suaco para fuerza de sujeción	●	○	◐	◑					1	0.46	Combinar con otros tipos de lija.					✓
18. Granado del vidrio	●	○	◐	◑					1	2.25	Mejora en el proceso de la placa.					✓
19. Banderas para ambientes y piso	●	○	◐	◑					1	1.28	Revisión con el método de lija con otros tipos de lija.					✓
20. Solda de bronce union de carrocería de moldura exterior	●	○	◐	◑					1	1.62	Combinar con el método de lija con otros tipos de lija.					✓
21. Lijado orbital de carrocería	●	○	◐	◑					1	4.80	Combinar con el método de lija con otros tipos de lija.					✓
22. Inspección del acabado final	■	○	◐	◑					1	4.20	Combinar con el método de lija con otros tipos de lija.					✓
23. Limpieza de vidrios antes de lijar	●	○	◐	◑					1	6.90	Mejora en el método de lija con otros tipos de lija.					✓
24. Verificación de pernos de sujeción	■	○	◐	◑					1	0.60	Combinar con el método de lija con otros tipos de lija.					✓
25. Unidad suaco en un cuadrado de 5 componentes del HPO	○	○	◐	◑					1	20.00	Es necesario para el tiempo de lija con otros tipos de lija.					✓

Figura 4.2.1

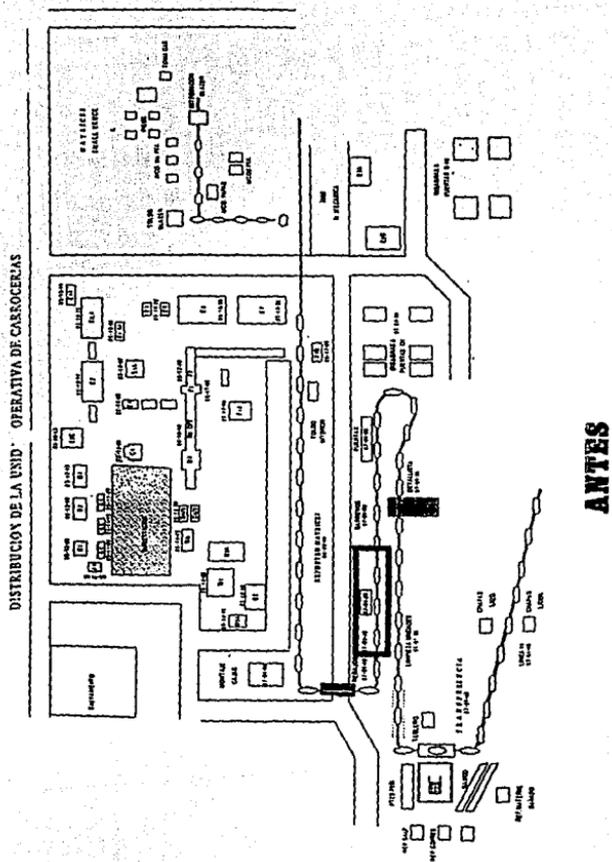


Figura 4.2.2

FALLA DE ORIGEN

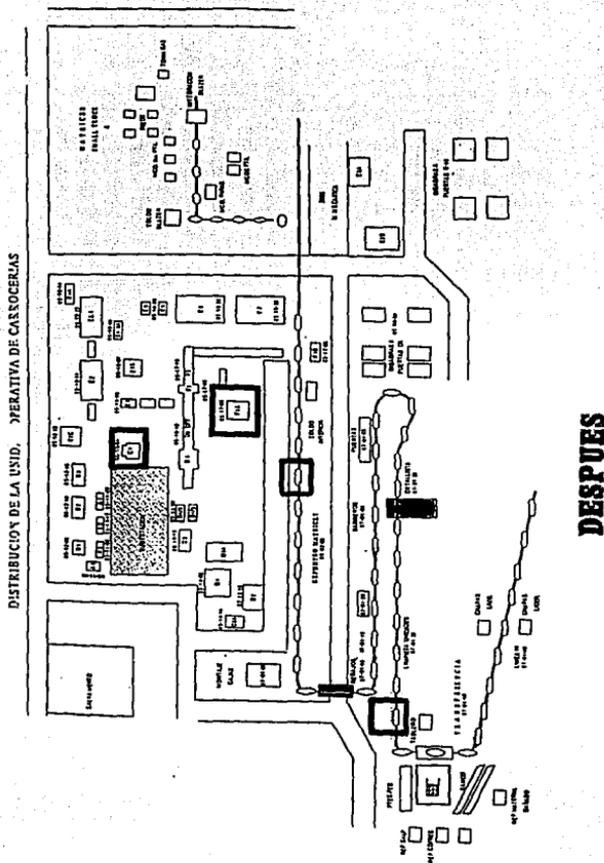


Figura 4.2.3

FALLA DE ORIGEN





**DIAGRAMA DE TRABAJO ASIGNADO POR OPERARIO**  
OPERARIO: HIERREMONTAL CI  
DEPTO: CARROCEBAS

(ANTES) **MODELOS**

C2090a		C2070		C1003		S1000	
TIPO DE OPERACION							
NVA							
8.10	4.00	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10
8.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20
8.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30
8.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40
8.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
8.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60
8.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70
8.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
8.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90
8.100	5.00	5.10	5.10	5.20	5.20	5.30	5.30
8.110	5.40	5.50	5.50	5.60	5.60	5.70	5.70
8.120	5.80	5.90	5.90	6.00	6.00	6.10	6.10
8.130	6.20	6.30	6.30	6.40	6.40	6.50	6.50
8.140	6.60	6.70	6.70	6.80	6.80	6.90	6.90
8.150	7.00	7.10	7.10	7.20	7.20	7.30	7.30
8.160	7.40	7.50	7.50	7.60	7.60	7.70	7.70
8.170	7.80	7.90	7.90	8.00	8.00	8.10	8.10
8.180	8.20	8.30	8.30	8.40	8.40	8.50	8.50
8.190	8.60	8.70	8.70	8.80	8.80	8.90	8.90
8.200	9.00	9.10	9.10	9.20	9.20	9.30	9.30
8.210	9.40	9.50	9.50	9.60	9.60	9.70	9.70
8.220	10.00	10.10	10.10	10.20	10.20	10.30	10.30
8.230	10.40	10.50	10.50	10.60	10.60	10.70	10.70
8.240	11.00	11.10	11.10	11.20	11.20	11.30	11.30
8.250	11.40	11.50	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70
8.260	12.00	12.10	12.10	12.20	12.20	12.30	12.30
8.270	12.40	12.50	12.50	12.60	12.60	12.70	12.70
8.280	13.00	13.10	13.10	13.20	13.20	13.30	13.30
8.290	13.40	13.50	13.50	13.60	13.60	13.70	13.70
8.300	14.00	14.10	14.10	14.20	14.20	14.30	14.30
8.310	14.40	14.50	14.50	14.60	14.60	14.70	14.70
8.320	15.00	15.10	15.10	15.20	15.20	15.30	15.30
8.330	15.40	15.50	15.50	15.60	15.60	15.70	15.70
8.340	16.00	16.10	16.10	16.20	16.20	16.30	16.30
8.350	16.40	16.50	16.50	16.60	16.60	16.70	16.70
8.360	17.00	17.10	17.10	17.20	17.20	17.30	17.30
8.370	17.40	17.50	17.50	17.60	17.60	17.70	17.70
8.380	18.00	18.10	18.10	18.20	18.20	18.30	18.30
8.390	18.40	18.50	18.50	18.60	18.60	18.70	18.70
8.400	19.00	19.10	19.10	19.20	19.20	19.30	19.30
8.410	19.40	19.50	19.50	19.60	19.60	19.70	19.70
8.420	20.00	20.10	20.10	20.20	20.20	20.30	20.30
8.430	20.40	20.50	20.50	20.60	20.60	20.70	20.70
8.440	21.00	21.10	21.10	21.20	21.20	21.30	21.30
8.450	21.40	21.50	21.50	21.60	21.60	21.70	21.70
8.460	22.00	22.10	22.10	22.20	22.20	22.30	22.30
8.470	22.40	22.50	22.50	22.60	22.60	22.70	22.70
8.480	23.00	23.10	23.10	23.20	23.20	23.30	23.30
8.490	23.40	23.50	23.50	23.60	23.60	23.70	23.70
8.500	24.00	24.10	24.10	24.20	24.20	24.30	24.30
8.510	24.40	24.50	24.50	24.60	24.60	24.70	24.70
8.520	25.00	25.10	25.10	25.20	25.20	25.30	25.30
8.530	25.40	25.50	25.50	25.60	25.60	25.70	25.70
8.540	26.00	26.10	26.10	26.20	26.20	26.30	26.30
8.550	26.40	26.50	26.50	26.60	26.60	26.70	26.70
8.560	27.00	27.10	27.10	27.20	27.20	27.30	27.30
8.570	27.40	27.50	27.50	27.60	27.60	27.70	27.70
8.580	28.00	28.10	28.10	28.20	28.20	28.30	28.30
8.590	28.40	28.50	28.50	28.60	28.60	28.70	28.70
8.600	29.00	29.10	29.10	29.20	29.20	29.30	29.30
8.610	29.40	29.50	29.50	29.60	29.60	29.70	29.70
8.620	30.00	30.10	30.10	30.20	30.20	30.30	30.30
8.630	30.40	30.50	30.50	30.60	30.60	30.70	30.70
8.640	31.00	31.10	31.10	31.20	31.20	31.30	31.30
8.650	31.40	31.50	31.50	31.60	31.60	31.70	31.70
8.660	32.00	32.10	32.10	32.20	32.20	32.30	32.30
8.670	32.40	32.50	32.50	32.60	32.60	32.70	32.70
8.680	33.00	33.10	33.10	33.20	33.20	33.30	33.30
8.690	33.40	33.50	33.50	33.60	33.60	33.70	33.70
8.700	34.00	34.10	34.10	34.20	34.20	34.30	34.30
8.710	34.40	34.50	34.50	34.60	34.60	34.70	34.70
8.720	35.00	35.10	35.10	35.20	35.20	35.30	35.30
8.730	35.40	35.50	35.50	35.60	35.60	35.70	35.70
8.740	36.00	36.10	36.10	36.20	36.20	36.30	36.30
8.750	36.40	36.50	36.50	36.60	36.60	36.70	36.70
8.760	37.00	37.10	37.10	37.20	37.20	37.30	37.30
8.770	37.40	37.50	37.50	37.60	37.60	37.70	37.70
8.780	38.00	38.10	38.10	38.20	38.20	38.30	38.30
8.790	38.40	38.50	38.50	38.60	38.60	38.70	38.70
8.800	39.00	39.10	39.10	39.20	39.20	39.30	39.30
8.810	39.40	39.50	39.50	39.60	39.60	39.70	39.70
8.820	40.00	40.10	40.10	40.20	40.20	40.30	40.30
8.830	40.40	40.50	40.50	40.60	40.60	40.70	40.70
8.840	41.00	41.10	41.10	41.20	41.20	41.30	41.30
8.850	41.40	41.50	41.50	41.60	41.60	41.70	41.70
8.860	42.00	42.10	42.10	42.20	42.20	42.30	42.30
8.870	42.40	42.50	42.50	42.60	42.60	42.70	42.70
8.880	43.00	43.10	43.10	43.20	43.20	43.30	43.30
8.890	43.40	43.50	43.50	43.60	43.60	43.70	43.70
8.900	44.00	44.10	44.10	44.20	44.20	44.30	44.30
8.910	44.40	44.50	44.50	44.60	44.60	44.70	44.70
8.920	45.00	45.10	45.10	45.20	45.20	45.30	45.30
8.930	45.40	45.50	45.50	45.60	45.60	45.70	45.70
8.940	46.00	46.10	46.10	46.20	46.20	46.30	46.30
8.950	46.40	46.50	46.50	46.60	46.60	46.70	46.70
8.960	47.00	47.10	47.10	47.20	47.20	47.30	47.30
8.970	47.40	47.50	47.50	47.60	47.60	47.70	47.70
8.980	48.00	48.10	48.10	48.20	48.20	48.30	48.30
8.990	48.40	48.50	48.50	48.60	48.60	48.70	48.70
8.1000	49.00	49.10	49.10	49.20	49.20	49.30	49.30
8.1010	49.40	49.50	49.50	49.60	49.60	49.70	49.70
8.1020	50.00	50.10	50.10	50.20	50.20	50.30	50.30
8.1030	50.40	50.50	50.50	50.60	50.60	50.70	50.70
8.1040	51.00	51.10	51.10	51.20	51.20	51.30	51.30
8.1050	51.40	51.50	51.50	51.60	51.60	51.70	51.70
8.1060	52.00	52.10	52.10	52.20	52.20	52.30	52.30
8.1070	52.40	52.50	52.50	52.60	52.60	52.70	52.70
8.1080	53.00	53.10	53.10	53.20	53.20	53.30	53.30
8.1090	53.40	53.50	53.50	53.60	53.60	53.70	53.70
8.1100	54.00	54.10	54.10	54.20	54.20	54.30	54.30
8.1110	54.40	54.50	54.50	54.60	54.60	54.70	54.70
8.1120	55.00	55.10	55.10	55.20	55.20	55.30	55.30
8.1130	55.40	55.50	55.50	55.60	55.60	55.70	55.70
8.1140	56.00	56.10	56.10	56.20	56.20	56.30	56.30
8.1150	56.40	56.50	56.50	56.60	56.60	56.70	56.70
8.1160	57.00	57.10	57.10	57.20	57.20	57.30	57.30
8.1170	57.40	57.50	57.50	57.60	57.60	57.70	57.70
8.1180	58.00	58.10	58.10	58.20	58.20	58.30	58.30
8.1190	58.40	58.50	58.50	58.60	58.60	58.70	58.70
8.1200	59.00	59.10	59.10	59.20	59.20	59.30	59.30
8.1210	59.40	59.50	59.50	59.60	59.60	59.70	59.70
8.1220	60.00	60.10	60.10	60.20	60.20	60.30	60.30
8.1230	60.40	60.50	60.50	60.60	60.60	60.70	60.70
8.1240	61.00	61.10	61.10	61.20	61.20	61.30	61.30
8.1250	61.40	61.50	61.50	61.60	61.60	61.70	61.70
8.1260	62.00	62.10	62.10	62.20	62.20	62.30	62.30
8.1270	62.40	62.50	62.50	62.60	62.60	62.70	62.70
8.1280	63.00	63.10	63.10	63.20	63.20		

















DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS E IMPLANTACIÓN DE LAS MEJORAS: CINCO EJEMPLOS PRÁCTICOS.

GENERAL INTERÉS DEL MUNICIPIO DE CALI				OPCIÓN HITALES P1, P2 Y P1A			
PLANTA INDUSTRIAL				DEPTO CARBOCERIAS			
SQA INDUSTRIAL				CARRIROS & CI1901			
FABRICA WACCARERA / JEREZ				ESTRUC			
OPERARIOS							
OPERARIO 1		OPERARIO 2		OPERARIO 3		OPERARIO 4	
Nº	DESCRIP. DE OPERAC.	Nº	DESCRIP. DE OPERAC.	Nº	DESCRIP. DE OPERAC.	Nº	DESCRIP. DE OPERAC.
							2.10
							2.11
							2.12
							2.13
							2.14
							2.15
							2.16
							2.17
							2.18
							2.19
							2.20
							2.21
							2.22
							2.23
							2.24
							2.25
							2.26
							2.27
							2.28
							2.29
							2.30
							2.31
							2.32
							2.33
							2.34
							2.35
							2.36
							2.37
							2.38
							2.39
							2.40
							2.41
							2.42
							2.43
							2.44
							2.45
							2.46
							2.47
							2.48
							2.49
							2.50
							2.51
							2.52
							2.53
							2.54
							2.55
							2.56
							2.57
							2.58
							2.59
							2.60
							2.61
							2.62
							2.63
							2.64
							2.65
							2.66
							2.67
							2.68
							2.69
							2.70
							2.71
							2.72
							2.73
							2.74
							2.75
							2.76
							2.77
							2.78
							2.79
							2.80
							2.81
							2.82
							2.83
							2.84
							2.85
							2.86
							2.87
							2.88
							2.89
							2.90
							2.91
							2.92
							2.93
							2.94
							2.95
							2.96
							2.97
							2.98
							2.99
							3.00
							3.01
							3.02
							3.03
							3.04
							3.05
							3.06
							3.07
							3.08
							3.09
							3.10
							3.11
							3.12
							3.13
							3.14
							3.15
							3.16
							3.17
							3.18
							3.19
							3.20
							3.21
							3.22
							3.23
							3.24
							3.25
							3.26
							3.27
							3.28
							3.29
							3.30
							3.31
							3.32
							3.33
							3.34
							3.35
							3.36
							3.37
							3.38
							3.39
							3.40
							3.41
							3.42
							3.43
							3.44
							3.45
							3.46
							3.47
							3.48
							3.49
							3.50
							3.51
							3.52
							3.53
							3.54
							3.55
							3.56
							3.57
							3.58
							3.59
							3.60
							3.61
							3.62
							3.63
							3.64
							3.65
							3.66
							3.67
							3.68
							3.69
							3.70
							3.71
							3.72
							3.73
							3.74
							3.75
							3.76
							3.77
							3.78
							3.79
							3.80
							3.81
							3.82
							3.83
							3.84
							3.85
							3.86
							3.87
							3.88
							3.89
							3.90
							3.91
							3.92
							3.93
							3.94
							3.95
							3.96
							3.97
							3.98
							3.99
							4.00

Figura 4.2.5 (Operarios 1,2,3,4)

FALLA DE ORIGEN





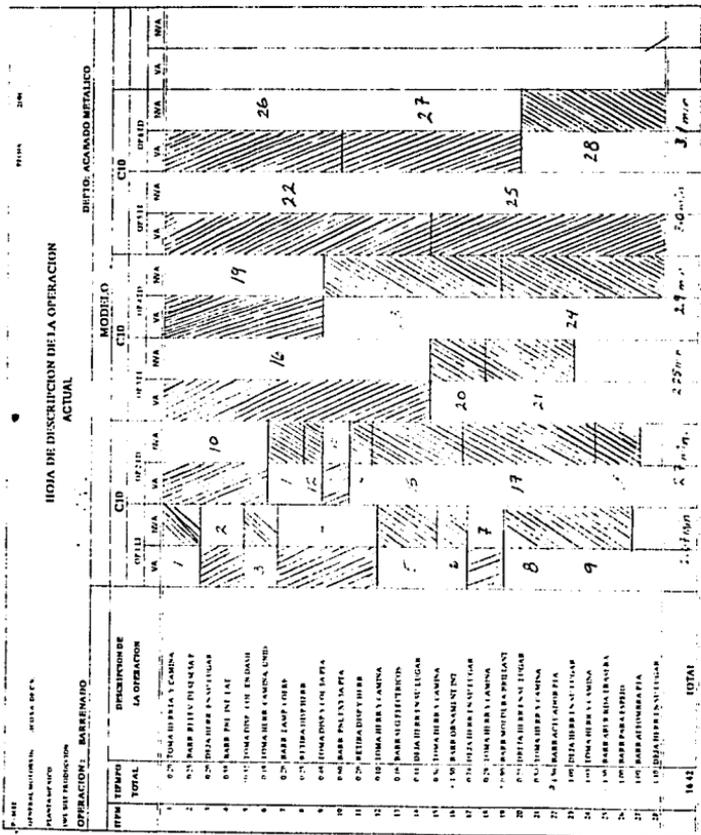














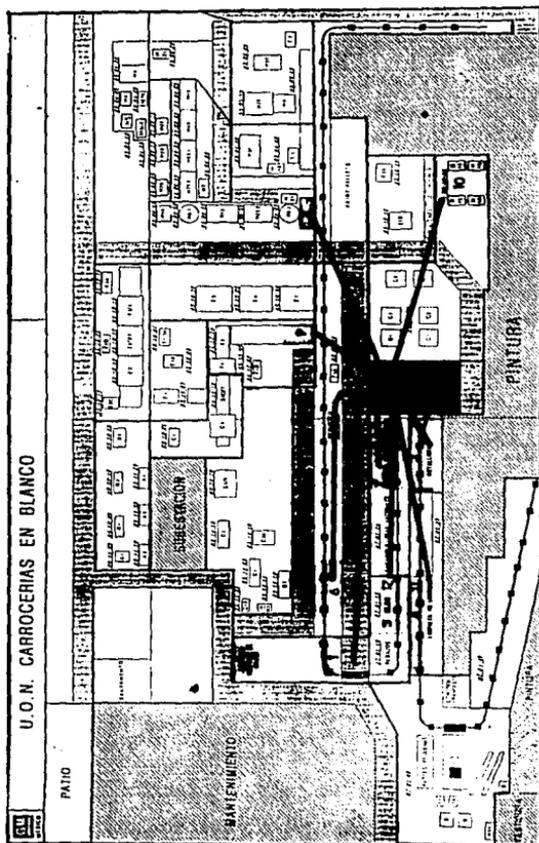


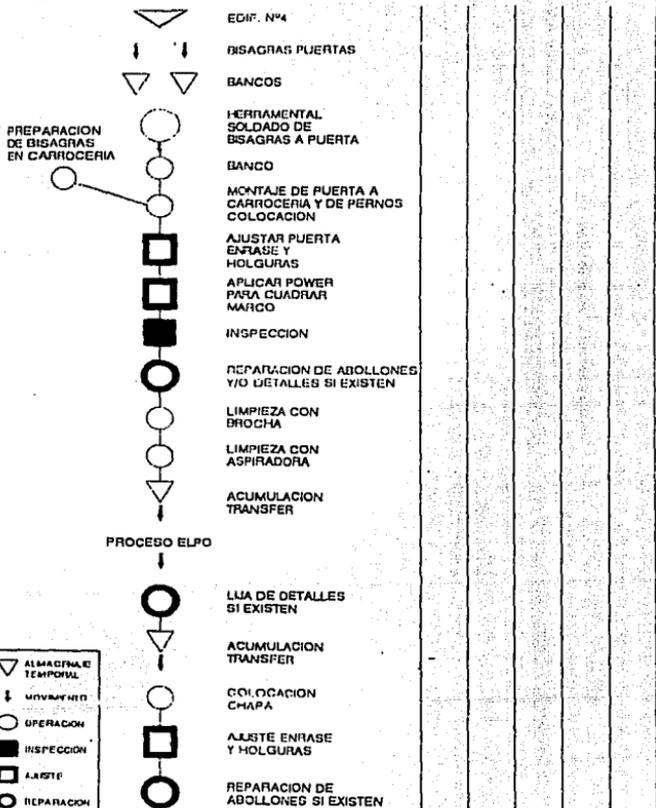
Figura 4.2.8

FALLA DE ORIGEN





**FLUJOGRAMA GRAL. PUERTAS U.O.N. CARR.**



FALLA DE ORIGEN

DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS E IMPLANTACIÓN DE LAS MEJoras: CINCO EJEMPLOS PRÁCTICOS.

GENERAL MOTORS DE MEXICO S.A. DE C.V.

PLANTAMEXICO  
Ingeniería Industrial

Catálogo de tiempos realizados durante 1 semana en Acabado Mecánico e la operación de Ensamblado

sem	Tiempo de operación			Tiempo de delayado			Tiempo total		
	Suburban C109	Cab-Cue C203	Dobles C310	Suburban C109	Cab-Cue C203	Dobles C310	Suburban C109	Cab-Cue C203	Dobles C310
1	26.5	13.31	20.75	0	0	0	26.5	13.31	20.75
2	29.8	13.42	24.63	1.49	2.07	2.48	26.09	18.36	27.41
3	11.7	15.84	13.2	2.82	0	2.43	14.32	18.84	15.83
4	13.8	10.83	10.95	4.3	1.94	0	18.1	12.77	10.95
5	13.56	12.76	14.33	5	0	0	18.56	12.76	14.33
6	12.47	8.91	11.06	9.1	4.52	0	21.57	13.43	11.96
7	18.31	14.2	13.47	0	0	0	18.31	14.2	13.47
8	13.78	12.3	12.32	0	0	0	13.78	12.3	12.32
9	14.11	9.5	8.45	0	0	0	14.11	9.5	8.45
10	19.82	10.5	13.46	0	0	1.12	19.82	10.5	14.58
11	14.15	9.28	13.84	0	0.03	0	14.15	9.31	13.84
12	20.8	8.31	9.32	0	0	1.98	20.8	8.31	11.13
13	13.78	13.05	5.8	0	0	0	13.78	13.05	5.8
14	12.1	13.05	12.7	0	0	0	12.1	13.05	12.7
15	12.27	9.99	3.5	0	0	0	12.27	9.99	3.5
16	13.2	11	5	5	0	0	18.2	11	5
17	14.6	4.79	0	0	0	0	14.6	4.79	0
18	15.15	6.3	0	5	1.32	0	20.15	8.22	0
19	9.35	8.1	0	0	0	0	9.35	8.1	0
20	15.6	11.18	0	0	0	0	15.6	11.18	0
21	10.59	6	0	0	0	0	10.59	6	0
22	9.73	13.14	0	3.83	0	0	13.56	13.14	0
23	13.84	13.45	0	0	0	0	13.84	13.45	0
24	21.23	13.28	0	0	0	0	21.23	13.28	0
25	12.27	10.24	0	0	0	0	12.27	10.24	0
26	10.15	0	0	9.12	0	0	19.27	0	0
27	14.42	0	0	0	0	0	14.42	0	0
28	9.13	0	0	1.74	0	0	10.87	0	0
29	12.86	0	0	0	0	0	12.86	0	0
30	9.39	0	0	0	0	0	9.39	0	0
31	13.42	0	0	0	0	0	13.42	0	0
32	10.98	0	0	0	0	0	10.98	0	0
33	19.22	0	0	0	0	0	19.22	0	0
34	11.15	0	0	0	0	0	11.15	0	0
35	15.82	0	0	0	0	0	15.82	0	0
36	14.5	0	0	0	0	0	14.5	0	0
37	18.45	0	0	0	0	0	18.45	0	0
38	14.87	0	0	0	0	0	14.87	0	0
39	0	0	0	3.0	0	0	3.0	0	0
40	7.4	0	0	0	0	0	7.4	0	0
41	10.5	0	0	0	0	0	10.5	0	0
42	14.46	0	0	0	0	0	14.46	0	0
43	15.56	0	0	0	0	0	15.56	0	0
44	11.47	0	0	11	0	0	22.47	0	0
45	14.3	0	0	1.55	0	0	15.85	0	0
46	7.79	0	0	0	0	0	7.79	0	0
47	8.4	0	0	0	0	0	8.4	0	0
48	8.30	0	0	0	0	0	8.30	0	0
49	8.94	0	0	0	0	0	8.94	0	0
50	9.79	0	0	0	0	0	9.79	0	0
51	15.82	0	0	0	0	0	15.82	0	0
52	10.7	0	0	0	0	0	10.7	0	0
53	11.78	0	0	0	0	0	11.78	0	0
54	9.72	0	0	0	0	0	9.72	0	0
55	18.55	0	0	0	0	0	18.55	0	0
56	7	0	0	0	0	0	7	0	0
57	13.82	0	0	0	0	0	13.82	0	0
58	14.96	0	0	0	0	0	14.96	0	0
59	9.15	0	0	0	0	0	9.15	0	0
60	9.02	0	0	0	0	0	9.02	0	0
61	10.74	0	0	0	0	0	10.74	0	0
62	11.42	0	0	0	0	0	11.42	0	0
63	15.45	0	0	0	0	0	15.45	0	0
64	11.63	0	0	0	0	0	11.63	0	0
65	12.25	0	0	0	0	0	12.25	0	0
66	14.83	0	0	0	0	0	14.83	0	0
67	13.8	0	0	0	0	0	13.8	0	0
68	13.76	0	0	0	0	0	13.76	0	0
69	10.82	0	0	0	0	0	10.82	0	0
70	8.07	0	0	0	0	0	8.07	0	0
71	9.47	0	0	0	0	0	9.47	0	0

Figura 4.2.12

FALLA DE ORIGEN



## ESTUDIO DE TIEMPOS DEL SURTIDOR DE PUERTAS DE A.METALICO

ITEM	Nº PARTE	DESCRIPCION DE LA PARTE	ESTACION	RACK O CAJA	Nº PZAS POR RACK	ALMACEN	FORMA DE SURTIDO	PZAS POR RACK /RACKS EN LINEA	TIEMPO DE SURT (mm)
1	20432540	HOLDANA	870145	CAJA	800	SAM	TC	800/1 rack	2.58
2	20522614	TORNILLO	870145	CAJA	200	SAM	TC	7000/1 rack	7.5
3	20696712	CERROJO	870145	CAJA	32	SAM	TC	1792/1 rack	8.0625
4	20696713	CERROJO	870145	CAJA	32	SAM	TC	1792/1 rack	8.0625
5	16608735	PESTILLO	870145	CAJA	32	SAM	TC	1378/1 rack	7.3125
6	16608774	PESTILLO	870145	CAJA	32	SAM	TC	1378/1 rack	7.3125
7	16606140	CERRADURA	870145	CAJA	27	SAM	TC	1680/1 rack	9.55555
8	16606141	CERRADURA	870145	CAJA	27	SAM	TC	1680/1 rack	9.55555
9	16629102	CERRADURA	870145	CAJA	98	SAM	TC	758/1 rack	11.125
10	16629103	CERRADURA	870145	CAJA	98	SAM	TC	758/1 rack	11.125
11	14062420	TAPA GAS	850250	CAJA	420	E4	NT MC	420/1 caja	0.51190
12	15030141	TAPA GAS	850250	CAJA	672	E4	NT MC	672/1 caja	0.29017
13	15589219	ESPACIADOR	870145	CAJA	220	E4	TS TL	supermercado	3.15009
14	15939614	ESPACIADOR	870145	CAJA	450	E4	TS TL	supermercado	0.43333
15	15939594	TUERCA	870145	CAJA	100	E4	TS TL	supermercado	6.95
16	14027105	TUERCA	870145	CAJA	250	E4	TS TL	supermercado	1.56
17	15958023	TORNILLO	870145	CAJA	3000	E4	TS TL	supermercado	1.085
18	15700825	TUERCA	870145	CAJA	340	E4	TS TL	supermercado	1.26470
19	15911103	TORNILLO	870145	CAJA	4000	E4	TS TL	supermercado	0.3226
20	15959042	TORNILLO	870150	CAJA	3000	E4	TS TL	supermercado	0.13
21	15612999	VARILLA	870145	CAJA	1000	E4	TS TL	supermercado	0.445
22	15613000	VARILLA	870145	CAJA	1000	E4	TS TL	supermercado	0.445
23	14027103	VARILLA	870145	CAJA	1500	E4	TS TL	supermercado	0.07166
24	14027104	VARILLA	870145	CAJA	1500	E4	TS TL	supermercado	0.07166
25	15645318	BIS LIFT G	870140	CAJA	2100	E4	TL MC	100/1 caja	1.11428
26	15966455	REJILLA	870140	RACK	153	E4	TC	153/1 rack	5.82091
27	14047366	RELLENO	870140	CAJA	400	E4	TL TC	400/1 rack	2.15
28	15679719	SOPEL BOC	870150	RACK	1500	E4	NT	1500/1 rack	7.78
29	15679717	SOPEL BOC	870150	RACK	1500	E4	NT	1500/1 rack	0.78
30	15652327	REFZO INT	850205	RACK	750	E4	TC	750/1 rack	5.56
31	15652328	REFZO INT	850205	RACK	750	E4	TC	750/1 rack	5.56
32	15645317	BIS MCO S/P	851612	CAJA	2100	E4	TL MC	2100/1 rack	0.74285
33	15961989	BISAGRA	850800	RACK	625	E4	NT	625/1 rack	0.4992
34	15961990	BISAGRA	850800	RACK	625	E4	NT	625/1 rack	0.4992
35	15961983	BISAGRA	850800	RACK	625	E4	NT	625/1 rack	0.4992
36	15961984	BISAGRA	850800	RACK	625	E4	NT	625/1 rack	0.4992
37	15679811	B.SAGRA	850800	CAJA	2100	E4	TL	2100/1 rack	0.74285
38	15697080	PTA TRAS	850800	RACK	30	AO	NT	30/1 rack	8.5
39	15955900	TAIL GATE	850800	RACK	20	AO	NT	20/1 caja	9.785
40	15692212	PTA DELNT	850800	RACK	16	AO	NT	32/2 RACKS	55.625
41	15692211	PTA DELNT	850800	RACK	16	AO	NT	32/2 RACKS	55.625
42	15697087	PTA TRAS	850800	RACK	30	AO	NT	30/1 rack	6.5
43	15964962	BISAGRA	850800	CAJA	2000	E4	TL	2000/1 rack	1.325
44	15964961	BISAGRA	850800	CAJA	2000	E4	TL	2000/1 rack	1.335
45	15958222	BISAGRA	850800	CAJA	1100	E4	TL	1100/1 rack	2.42727
46	15958223	BISAGRA	850800	CAJA	1100	E4	TL	1100/1 rack	2.42727
47	15985624	TAIL GATE	870150	RACK	22	AO	NT	22/1 rack	9.72727
48	15694922	LIFT GATE	870140	RACK	22	AO	NT	22/1 rack	8.86363
49	15961903	GALPIC IZO	870140	RACK	44	AC	NT	44/1 rack	8.86363
50	15961502	SALPIC DER	870140	RACK	44	AC	NT	44/1 rack	8.86363
51	15646621	SALPIC IZO	870140	RACK	42	AC	NT	42/1 rack	21.1504
52	15646622	SALPIC DER	870140	RACK	42	AC	NT	42/1 rack	21.1504
53	15628246	COFRE GT	870140	RACK	26	AC	NT	26/1 rack	8.26933
54	15648490	COFRE CK	870140	RACK	26	AC	NT	56/2 RACKS	34.2307
55	15574233	BIS COFRE	870140	CAJA	650	E4	NT	650/1 caja	0.27884
56	15574234	BIS COFRE	870140	CAJA	650	E4	NT	650/1 caja	2.73846
57								VA PZAS EN EL PG	50
58								checa montacargas	20
59								checa buzones	20
60								llave 2 carriles	10
61								edifico 4	60
62								stick met	60
63								reporta crimos	20
64								T O T A L	631.805
								EFICIENCIA	72.79%

CLAES

Figura 4.2.14

FALLA DE ORIGEN

## GRAFICA DEL PROCESO

HOJA 1 DE 1

PROCESO: Acabado Metálico  
 PARTE No: CARACENA GRAF No: 01  
 HOMBRE  MATERIAL DEPTO: B7  
 SE INICIA EN: \_\_\_\_\_  
 SE TERMINA EN: \_\_\_\_\_  
 HECHO POR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 PRODUCCION ANUAL: \_\_\_\_\_  
 UNIDAD DE COSTO: \_\_\_\_\_

	Actual	Propuesto	Diferencia	AHORRO TOTAL ANUAL MANO DE OBRA DIRECTA
	No tiempo	No tiempo	No tiempo	
OPERACIONES		48.54	54.54	
TRANSPORTES				
INSPECCIONES	3.10		4.80	COSTO DE INSTALACION DEL METODO PROPLESTO
DEMORAS			5.30	
ALMACENAJES	20.0		0	
(Balance segundos Costo sistema M.O.D.)	ms	ms	ms	AHORRO NETO EST 1er ANO

DESCRIPCION DEL METODO	CANTIDAD				Tiempo (min)	OBSERVACIONES
	ACTUAL	PROPUESTO	ACTUAL	PROPUESTO		
<input type="checkbox"/> ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO						
1 Colocar puertas laterales.	●	□	□	□	1 11.95	Se cambia y mejora el método de los puntos 1, 2 y 3
2 Ajusta puertas laterales	●	□	□	□	1 4.52	
3 Ensambla y coloca quinientos laterales.	●	□	□	□	1 6.62	
4 Esmalta partes que lo requieren en Caracena	●	□	□	□	1 12.75	Se cambia y mejora el método de los puntos 4 y 5.
5 Lija de cristal en conciencia	●	□	□	□	1 4.80	
6 Inspeccion de ajuste, acabado metálico y partes de sistemas	●	□	□	□	1 8.40	Se cambian las inspecciones. Se mejora el método. Se mejoran las encurtidos y el tipo.
7 Limpieza de unidades antes del Epoxi	●	□	□	□	1 4.90	
8 Acumulación de unidades	□	□	□	□	1 20.00	
9	□	□	□	□		
10	□	□	□	□		
11	□	□	□	□		
12	□	□	□	□		
13	□	□	□	□		
14	□	□	□	□		
15	□	□	□	□		
16	□	□	□	□		
17	□	□	□	□		
18	□	□	□	□		
19	□	□	□	□		
20	□	□	□	□		
21	□	□	□	□		
22	□	□	□	□		
23	□	□	□	□		
24	□	□	□	□		
25	□	□	□	□		



### IV.3.- Estándares de Pintura.

Este estudio pretende alcanzar el incremento de la productividad de las líneas de Pintura y Elpo, así como el aumento en la calidad de la pintura de las unidades, ya que el rechazo de las mismas durante la inspección final se debía principalmente a defectos en la calidad de la pintura. Por esta razón se integró un equipo de ingenieros de procesos e industriales, a fin de definir las alternativas de solución y reorganizar también las operaciones del área.

Correspondió al equipo de Ingeniería Industrial realizar el estudio de tiempos de las operaciones de Pintura. Decidimos realizar este estudio bajo la técnica de tiempos predeterminados, también conocidos como datos estándar, porque la mayoría de las operaciones que aquí se realizan son del tipo irregular, es decir, no cumplen ciclos repetitivos iguales, ya que por su naturaleza dependen de las variaciones que la pintura y el elpo suelen presentar, sobre todo en los casos de las reparaciones. Estos tiempos se encuentran contenidos en las tablas de datos estándar, que la misma corporación se ha encargado de establecer y que proporciona a todas sus plantas en el mundo entero.

Recordemos que la fase de Pintura y Elpo se ubica después del proceso de Carrocerías en Blanco y antes del de Vestidura. En general, las operaciones que aquí se realizan son: lijado, aplicación de sellos, limpieza, empapelado, aplicación de primario, aplicación de color y reparaciones, entre otras.

Para la realización de este estudio las operaciones se agruparon de acuerdo al equipo utilizado en cada estación de trabajo, de tal manera que cada ingeniero analizaría una parte del proceso. Tratamos también de combinar las operaciones similares y eliminar las que se repetían, como era el caso de las limpiezas, lijados y reparaciones, ya que la duplicidad de operaciones origina en ocasiones mayores daños que los que restaura.

Para ejemplificar la aplicación de las tablas de tiempos estándar se presenta el desarrollo de la operación denominada como: "recorridor de exteriores". Esta operación consiste en que el operario correspondiente corrige las imperfecciones que la pintura de la carrocería pueda tener; previamente a su actuación un inspector señala los errores visibles en la pintura. El material y equipo que usa es el siguiente:

lija de agua, solvente, esponja, trapo limpio y, ocasionalmente, pistola para aplicación de primario en zonas renovadas. Esta estación de trabajo se encuentra ubicada antes de la última cámara de aplicación de pintura. En el lay out de la figura 4.3.1 se sombrea el área de trabajo para esta operación.

El uso de las tablas de tiempos estándar exige la definición de algunos parámetros técnicos como son velocidad, corriente eléctrica y voltaje, según las herramientas y equipo que cada operación requiere. En este caso, por tratarse de una operación manual, fue suficiente con establecer el tipo de lijado (húmedo o en seco), el tipo de limpieza realizada, la repetición y tipo de movimientos, el tipo de superficie y su extensión. Para conocer esta última característica tuvimos que medir las longitudes de los paneles de las carrocerías y calcular el área de las superficies; en el apéndice F1 mostramos las hojas de trabajo correspondientes.

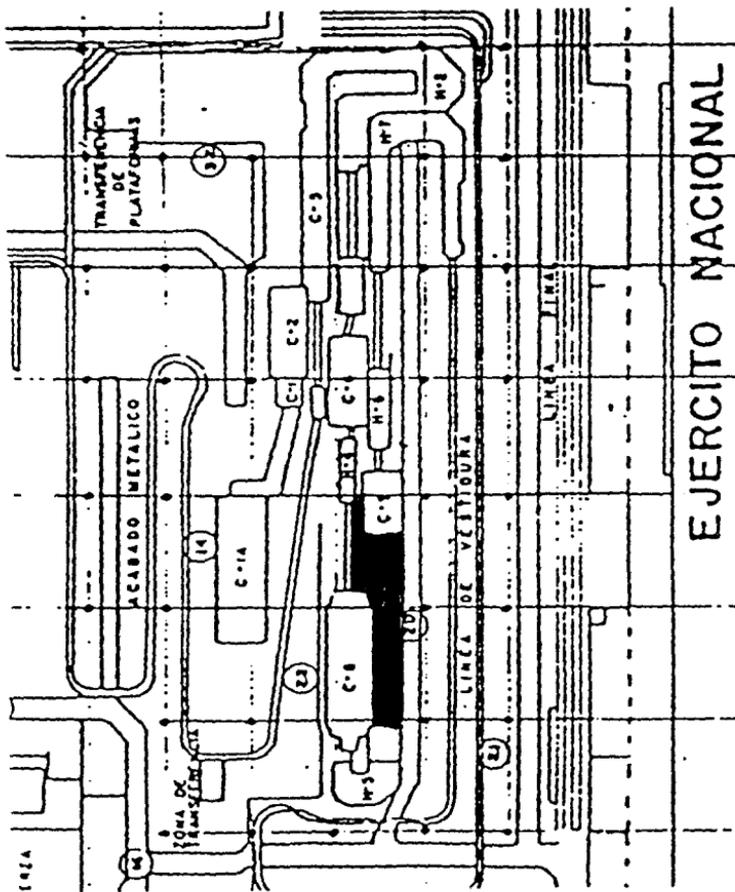
Las tablas de tiempos estándar de la corporación se encuentran agrupadas de acuerdo a la naturaleza de las operaciones, así por ejemplo existen tablas sobre apriete de tornillos, soldado de lámina, limpieza, lijado, o movimientos generales como son: tomar objetos, depositar objetos, abrir y cerrar puertas, remojar lijas o trapos, cortar y doblar papel y, por supuesto, las caminatas.

Para realizar este estudio con tiempos predeterminados fue necesario primero reunir las tablas aplicables, a fin de conocer los parámetros requeridos. El uso de las mismas es práctico una vez que disponemos de toda la información que éstas nos solicitan. En el apéndice E1 presentamos las tablas que fueron utilizadas para el cálculo del contenido de trabajo de esta operación. Debemos aclarar que para su selección fue necesario realizar las observaciones correspondientes en la estación de trabajo con el objetivo de determinar el tipo de procesos y movimientos que el operario realiza.

Después de obtener las áreas de las carrocerías y conocer las características de las tablas correspondientes, realizamos varias observaciones en la línea de ensamble para anotar los elementos de trabajo de la operación, de tal forma que fue de gran ayuda la actividad previa, porque de esta manera sabíamos qué elementos debíamos especificar claramente y en qué partes debían estar divididos. Con las observaciones obtenidas, el siguiente paso era buscar el valor estándar que determinan los tiempos predeterminados, para ello se explora en la tabla respectiva a la actividad de cada elemento y se hace interceptar columnas con renglones. Todos los valores de tiempo se encuentran en centésimas de minuto.

Como un auxiliar para el cálculo del contenido de trabajo de las operaciones presentamos un formato en el que se especifican los siguientes datos: el elemento de la operación, el número de sección de la tabla, el número o clave de la misma, el tiempo estándar (en centésimas de minuto), si agrega o no valor al producto, y el modelo y la opción a que es aplicable.

Para finalizar este apartado anexamos en las figuras 4.3.2, 4.3.3 y 4.3.4 el quiebre de elementos de trabajo de este estudio para cada modelo ensamblado. Cabe hacer notar que el tiempo estándar está graficado a escala, haciendo cada renglón equivalente a 0.02 de minuto, esto se debe a que estas mismas hojas fueron utilizadas para realizar el balanceo de las operaciones y mejora de los métodos utilizados, ya que recortando los contenidos transferibles de trabajo logramos combinar las operaciones y asignarlas a cada operario, de esta manera conseguimos eliminar la duplicidad de operaciones y reorganizar el proceso. Este rebalanceo dio por resultado el ahorro de 3 operadores por turno en la línea de Pintura.



EJERCITO NACIONAL

Figura 4.3.1

FALLA DE ORIGEN

DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS E IMPLANTACIÓN DE LAS MEJORAS: CINCO EJEMPLOS PRÁCTICOS.

GENERAL MOTORS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

PLANTA MEXICO

QUIEBRE DE ELEMENTOS DE TRABAJO

OPERACION: REFORMADOS ELEMENTOS (1/1/2)

ACTUAL

REBALANCEADO

#	ELEMENTO	REFERENCIA		VA		
		SEC	TAB	NVA	MOD	OPC
1	...	12	12	12	12	12
2	...	12	12	12	12	12
3	...	12	12	12	12	12
4	...	12	12	12	12	12
5	...	12	12	12	12	12
6	...	12	12	12	12	12
7	...	12	12	12	12	12
8	...	12	12	12	12	12
9	...	12	12	12	12	12
10	...	12	12	12	12	12
11	...	12	12	12	12	12
12	...	12	12	12	12	12
13	...	12	12	12	12	12
14	...	12	12	12	12	12
15	...	12	12	12	12	12
16	...	12	12	12	12	12
17	...	12	12	12	12	12
18	...	12	12	12	12	12
19	...	12	12	12	12	12
20	...	12	12	12	12	12
21	...	12	12	12	12	12
22	...	12	12	12	12	12
23	...	12	12	12	12	12
24	...	12	12	12	12	12
25	...	12	12	12	12	12
26	...	12	12	12	12	12
27	...	12	12	12	12	12
28	...	12	12	12	12	12
29	...	12	12	12	12	12
30	...	12	12	12	12	12
31	...	12	12	12	12	12
32	...	12	12	12	12	12
33	...	12	12	12	12	12
34	...	12	12	12	12	12
35	...	12	12	12	12	12
36	...	12	12	12	12	12
37	...	12	12	12	12	12
38	...	12	12	12	12	12
39	...	12	12	12	12	12
40	...	12	12	12	12	12

Figura 4.3.2 (Modelo S06)

FALLA DE ORIGEN





GENERAL MOTORS DE MEXICO, S.A. DE C.V.  
 QUIEBRE DE ELEMENTOS DE TRABAJO

PLANTA MEXICO

#	ELEMENTO	ACTUAL		REBALANCEADO		
		REFERENCIA SEC TAB	T.S.	VA	NVA	MOD OPC
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

FALLA DE ORIGEN





GENERAL MOTORS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

PLANTA MEXICO

QUIEBRE DE ELEMENTOS DE TRABAJO

MAYO 1973

#	OPERACION:	ELEMENTO	ACTUAL		REBALANCEADO		
			REFERENCIA SEC TAB	T. S.	VA NVA MOD	OPC	OPC
1			17	0.2	0.2	0.2	0.2
2			17	0.2	0.2	0.2	0.2
3			17	0.2	0.2	0.2	0.2
4			17	0.2	0.2	0.2	0.2
5			17	0.2	0.2	0.2	0.2
6			17	0.2	0.2	0.2	0.2
7			17	0.2	0.2	0.2	0.2
8			17	0.2	0.2	0.2	0.2
9			17	0.2	0.2	0.2	0.2
10			17	0.2	0.2	0.2	0.2
11			17	0.2	0.2	0.2	0.2
12			17	0.2	0.2	0.2	0.2
13			17	0.2	0.2	0.2	0.2
14			17	0.2	0.2	0.2	0.2
15			17	0.2	0.2	0.2	0.2
16			17	0.2	0.2	0.2	0.2
17			17	0.2	0.2	0.2	0.2
18			17	0.2	0.2	0.2	0.2
19			17	0.2	0.2	0.2	0.2
20			17	0.2	0.2	0.2	0.2
21			17	0.2	0.2	0.2	0.2
22			17	0.2	0.2	0.2	0.2
23			17	0.2	0.2	0.2	0.2
24			17	0.2	0.2	0.2	0.2
25			17	0.2	0.2	0.2	0.2
26			17	0.2	0.2	0.2	0.2
27			17	0.2	0.2	0.2	0.2
28			17	0.2	0.2	0.2	0.2
29			17	0.2	0.2	0.2	0.2
30			17	0.2	0.2	0.2	0.2
31			17	0.2	0.2	0.2	0.2
32			17	0.2	0.2	0.2	0.2
33			17	0.2	0.2	0.2	0.2
34			17	0.2	0.2	0.2	0.2
35			17	0.2	0.2	0.2	0.2
36			17	0.2	0.2	0.2	0.2
37			17	0.2	0.2	0.2	0.2
38			17	0.2	0.2	0.2	0.2
39			17	0.2	0.2	0.2	0.2
40			17	0.2	0.2	0.2	0.2
41			17	0.2	0.2	0.2	0.2
42			17	0.2	0.2	0.2	0.2
43			17	0.2	0.2	0.2	0.2
44			17	0.2	0.2	0.2	0.2
45			17	0.2	0.2	0.2	0.2
46			17	0.2	0.2	0.2	0.2
47			17	0.2	0.2	0.2	0.2
48			17	0.2	0.2	0.2	0.2
49			17	0.2	0.2	0.2	0.2
50			17	0.2	0.2	0.2	0.2
51			17	0.2	0.2	0.2	0.2
52			17	0.2	0.2	0.2	0.2
53			17	0.2	0.2	0.2	0.2
54			17	0.2	0.2	0.2	0.2
55			17	0.2	0.2	0.2	0.2
56			17	0.2	0.2	0.2	0.2
57			17	0.2	0.2	0.2	0.2
58			17	0.2	0.2	0.2	0.2
59			17	0.2	0.2	0.2	0.2
60			17	0.2	0.2	0.2	0.2
61			17	0.2	0.2	0.2	0.2
62			17	0.2	0.2	0.2	0.2
63			17	0.2	0.2	0.2	0.2
64			17	0.2	0.2	0.2	0.2
65			17	0.2	0.2	0.2	0.2
66			17	0.2	0.2	0.2	0.2
67			17	0.2	0.2	0.2	0.2
68			17	0.2	0.2	0.2	0.2
69			17	0.2	0.2	0.2	0.2
70			17	0.2	0.2	0.2	0.2
71			17	0.2	0.2	0.2	0.2
72			17	0.2	0.2	0.2	0.2
73			17	0.2	0.2	0.2	0.2
74			17	0.2	0.2	0.2	0.2
75			17	0.2	0.2	0.2	0.2
76			17	0.2	0.2	0.2	0.2
77			17	0.2	0.2	0.2	0.2
78			17	0.2	0.2	0.2	0.2
79			17	0.2	0.2	0.2	0.2
80			17	0.2	0.2	0.2	0.2
81			17	0.2	0.2	0.2	0.2
82			17	0.2	0.2	0.2	0.2
83			17	0.2	0.2	0.2	0.2
84			17	0.2	0.2	0.2	0.2
85			17	0.2	0.2	0.2	0.2
86			17	0.2	0.2	0.2	0.2
87			17	0.2	0.2	0.2	0.2
88			17	0.2	0.2	0.2	0.2
89			17	0.2	0.2	0.2	0.2
90			17	0.2	0.2	0.2	0.2
91			17	0.2	0.2	0.2	0.2
92			17	0.2	0.2	0.2	0.2
93			17	0.2	0.2	0.2	0.2
94			17	0.2	0.2	0.2	0.2
95			17	0.2	0.2	0.2	0.2
96			17	0.2	0.2	0.2	0.2
97			17	0.2	0.2	0.2	0.2
98			17	0.2	0.2	0.2	0.2
99			17	0.2	0.2	0.2	0.2
100			17	0.2	0.2	0.2	0.2

Figura 4.3.4 (Modelo C20)

FALLA DE ORIGEN





#### IV.4.- Acumulador de Vestidura y Frentes.

El objetivo principal de este estudio es resolver un problema de tipo ergonómico que se presentaba debido a las condiciones físicas del área. Con este ejercicio pretendemos ejemplificar la aplicación de la Ergonomía, tantas veces puesta en segundo término por los ingenieros industriales.

La operación afectada por esta situación es la conocida como "casamiento de la unidad", denominada así porque consiste en integrar la carrocería, proveniente del área de Vestidura, al chasis y el motor. Como recordaremos, esta operación se realiza en el área de Frentes, que es la penúltima parte del proceso de ensamble.

Entre la línea de Vestidura y la de Frentes existe un Acumulador, que es una cadena transportadora que solo acciona el avance una vez que la unidad delantera ha sido desalojada de la misma, de esta manera las carrocerías se almacenan en espera de ser montadas al chasis. La función de este Acumulador es la de contener unidades con el fin de prever retrasos en ambas líneas de ensamble y ser de esta manera la interfase que enlaza a los dos procesos, el de Vestidura y Frentes.

A la salida del Acumulador la carrocería es desenganchada de la línea y conducida hacia el chasis, que se encuentra en la línea de Frentes. En este momento, la carrocería va montada sobre una plataforma metálica que la contiene durante los procesos de Pintura y Vestidura, por lo que los operarios deben empujar la unidad sobre una placa de acero, requiriendo de un gran esfuerzo.

Una vez que la unidad se encuentra cerca de la línea, los operadores transportan la carrocería por medio de un gancho hasta colocarla sobre el chasis.

Después de montar la unidad al chasis, la plataforma vacía se empuja nuevamente para ser enganchada a la cadena transportadora. Para ello se cuenta con dos operadores de mano de obra indirecta, puesto que la actividad no agrega valor al producto.

La posición para realizar esta operación se ilustra en la figura 4.4.1.

El listado para el chequeo ergonómico correspondiente a esta actividad, que evalúa las características de espacio y postura en que se realiza el trabajo, se muestra en la figura 4.4.2.

En la hoja de análisis ergonómico se observa que la operación de empuje está costando un esfuerzo energético al operador, lo cual produce tensión en la columna y causa dolores lumbálgicos. Al mismo tiempo que la repetitividad de movimientos fuera de límites provoca sobrecarga de músculos y articulaciones.

Para analizar el área de trabajo correspondiente a esta actividad, así como los movimientos que los operarios realizan, se elaboró el lay out de la condición actual (ver lado izquierdo de la figura 4.4.3), en él se muestra que la cadena de Vestidura se divide en dos líneas de acumulación, interrumpiendo el proceso continuo de la cadena transportadora. Nótese que en total eran necesarios 5 operadores para realizar el casamiento de la unidad, tres de mano de obra directa y dos de mano de obra indirecta.

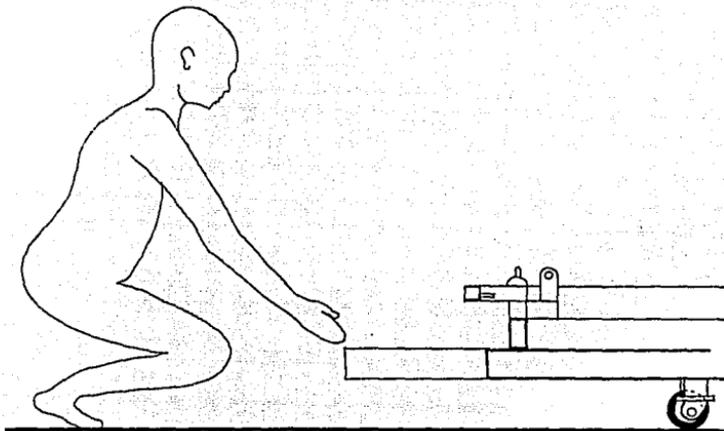
En el mismo lay out puede observarse la propuesta de mejora (lado derecho) donde se plantea la integración en una sola línea de acumulación, eliminando la necesidad de desenganchar y enganchar nuevamente la plataforma, puesto que ahora hay continuidad en la línea. De esta manera la cadena transportadora retorna al inicio del sistema.

Para asignar la mano de obra que sería requerida se realizó un estudio de tiempos para el secuenciado y suministro de plataformas, cuyo resumen se presenta en la figura 4.4.4. Se realizó con cronómetro y lectura continua. En él se registraron las actividades elementales así como las demoras. En base a este estudio se asignaron a esta operación 2 operadores por turno de mano de obra directa (ver figura 4.4.3).

Con la información anterior y a fin de obtener la aprobación correspondiente para su implantación se solicitó al departamento de Mantenimiento la cotización de las modificaciones necesarias, y se elaboró la presentación de este estudio en el que se expone la validación económica del mismo. Ésta se muestra en la figura 4.4.5.

Finalmente presentamos en la figura 4.4.6 el programa de actividades de Mantenimiento, elaborado con el objetivo de no afectar el volumen de producción durante la construcción del nuevo transportador.

EMPUJANDO PAINT PALLET A TRANSPORTADOR



---

Figura 4.4.1

GENERAL MOTORS DE MEXICO  
ROBOTIZADA INDUSTRIAL  
PLANTA MEXICO

CHECK LIST  
ERGONOMICO

DPTO. FUENTES  
TR. CASAMENITO DE LINEAS  
ILO. DISTRIBUIDOR DE PALET PALLETS  
FECHA JUN-83  
ANALISTA L. VAJQUEL

BAJE DE EMP. PUESTO EL OPERARIO CAMPA APPOYO S PABO, DE MEXINA Y JALA PAINT PALLET, OPERANDO 180° DE ANCHURA Y EMPUJA HACIA EL  
INVESTIGACION HASTA EL FIN DE LOS

## 1. ESPACIO DEL TRABAJO:

PARTES DEL CUERPO	MEDIDA (CM)
ALTURA DE LA CABEZA	175
ALTURA DEL CODO	113
LONGITUD DE MUEÑA	163
GROSOR DEL TROCAN	30

PARTES DEL CUERPO	MEDIDA (CM)
ALTURA DE LOS HOMBROS	147
ALTURA DE LOS MUÑOS	78
TAMANO DE LA MANO	18

INVESTIGACION	CONCORDIA	INCONCORDIA
ALCANCE HORIZONTAL		XXX
ALCANCE VERTICAL		XXX
ALT. DE LA SUPERF. DE TRABAJO		XXX
ESPACIO PARA LAS P. EN LAS	XXX	
TORSION	XXX	
POSICION DE BEOM SUP DEL CUERPO		XXX

## 2. POSTURA DEL TRABAJO:

VEA AL OPERADOR Y MARQUE LAS POSTURAS REALIZADAS

INCLINACION DEL CUELLO	NO INCLINADO	INCLINADO	NO INCLINADO
INCLINACION DE LA CADERA	NO INCLINADA	ANGULO DE LA CABEZA Y CUELLO	NO INCLINADA
EVOLUCION	ANGULO DE LA MUÑECA		NO INCLINADA
ESPACIO EN EL CODO	POSICION DE LA MANO		NO INCLINADA

INDIQUE AL OPERADOR QUE MARQUE EL DIBUJO LA MAS MANERA MOLESTA CON UNA "X" EN LA PARTE QUE LA SIENTA. DESPUES DE UNAS HORAS DE TRABAJO PREGUNTE AL OPERADOR DONDE SIENTE DOLORS MAS INTENSOS Y EN QUE EN LAS "X" CON CIRCULOS DE ESAS PARTES



DEFINICION DEL PROBLEMA:

CADA VEZ QUE SE REALIZA LA OPERACION DE EMPUJARLE ESTA COSTANDO UN ESFUERZO ENERGETICO LO CUAL TENSIONA LA COLUMNA Y CAUSA DOLORS LUMBALGICOS. ASI MISMO HAY REPETITIVIDAD DE MOVIMIENTOS FUERA DE LINEAS Y SOBRE CARGA DE MUÑECAS Y ARTICULACIONES.



GENERAL MOTORS DE MEXICO  
PLANTA MEXICO  
INGENIERIA INDUSTRIAL

## ESTUDIO SOBRE EL SECUENCIADO Y SUMINISTRO A LINEA DE PAINT PALLETS

ACTIVIDAD	S06	C10	C20	C31	TOTAL	TIEMPO min	+ CAMINATAS	TOTAL POR ACTIVIDAD	TIEMPO x NUM. DE EVENTOS
MONTA	3	0	0	0	3	0.8	0.22	1.02	3.06
PASA	3	5	8	3	19		---	0	0
SACA	6	4	9	6	25	1.9	0.32	2.22	55.5
METE	8	3	12	5	28	1.3	0.36	1.66	46.48
LEVANTA	4	1	3	2	10	0.7	0.28	0.98	9.8
BAJA	1	1	2	0	4	0.4	0.28	0.68	2.72
EMPLUJA CURVA	2	4	7	2	15	0.38	0.22	0.6	9
EMPLUJA L.REP.	3	6	3	0	12	0.45	0.25	0.7	8.4

TOTAL	30	24	44	18	116			134.96	
-------	----	----	----	----	-----	--	--	--------	--

DILACIONES	NUM. DE EVENTOS	TPO. POR EVENTO	TPO. TOT.
BOTONEO	20	0.27	5.4
ACUM FR	12	0.55	6.6
ABRE PISO ESPACIO P/P.P.	2	0.72	1.44
PLATAF A P.P.	2	7.53	15.06
CAMB PLATF xP.P.DAÑADO	1	7.26	7.26
CAM L.REP.	2	0.4	0.8
PLATICA C/OP	2	0	0
ABRE PASILLO	6	1.7	10.2
P.C.	5	0	0
REVISIA P.P.	8	0.75	0
REVISIA SEGUROS	15	0.5	0
SEGUROS DAÑADOS	2	1.15	2.3
CAMB CTRL PRODUCC	1	3	3
MARCA P.P.DAÑADOS	3	2.5	7.5
SEC DE 1 HOJA	2	2	4
REPORTA P.P.DAÑADOS	1	4	4
ENCIMA PAINT PALLETS	10	4.1	41
MARCA LA SEC.xC/UNID	203	0.35	71.05
VERIFICA SECUENCIADO	40	0.7	28

134.96  
+ 207.61  
TIEMPO TOTAL = 342.57  
7 HRS. DE OBSERV. x 56 385  
EFICIENCIA = 0.89

TOTAL	207.6
-------	-------

ACUMFR

GENERAL MOTORS DE MEXICO S.A.  
INGENIERIA INDUSTRIAL

11-00

PROPUESTA DE RECONOC. N°

02/VIII/53

FECHA DE IMPLEMENTACION:

**ENUNCIADO DEL ESTUDIO**

INTEGRACION DE LA LINEA DE FRENTES Y CABECERIAS  
APLICACION DE ESTUDIOS ERGONOMICOS Y OPTIMIZACION DE AREAS

**OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

- . ELIMINAR TENSIONES FISICAS AL EMPUJAR PAINT PALLETS A LINEA
- . ELIMINAR TENSIONES FISICAS AL EMPUJAR UNIDADES HACIA POLIPASTOS
- . LIBERAR AREA DE ACUMULACION (880 FT2)
- . REDUCCION DE DAÑOS A UNIDADES
- . TENER UN FLUJO CONTINUO DE LINEA
- . REDUCCION DE 6 OPERARIOS

**VALIDACION ECONOMICA**

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO DILLS	AHORRO ANUAL DILLS	GASTOS DE IMPLEMENTACION
REDUCCION DE MANO DE OBRA	6	20,000	120,000	19,080
CONSTRUCCION DE TRANSPORTADOR				960
DESAMONTAR ACUMULADOR ORIENTE				960
NIVELAR PISO ACUM. ORIENTE				
BENEFICIO ANUAL			99,000	
RETORNO DE LA INVERSION				2.1 MESES

Figura 4.4.5



#### IV.5.- Proyecto "Blazer Full Size".

Este estudio se denominó así porque se realizó durante la definición del proyecto para el ensamble del nuevo modelo conocido como "Blazer Full Size". En este trabajo presentaremos el análisis correspondiente a los herramientas para el ensamble del mismo, realizado en la sección de Matrices.

El objetivo planteado para este estudio fue la optimización de todos los recursos disponibles para el ensamble del nuevo modelo, a fin de reducir el costo del proyecto.

En busca de las afinidades con los modelos actualmente ensamblados en la planta, se elaboraron los diagramas de proceso ilustrados en las figuras 4.5.1 y 4.5.2, a fin de facilitar la comparación del nuevo modelo con el ya ensamblado (Suburban). En ellos, las estaciones de trabajo se representan con una letra y un número, el cual a su vez corresponde al herramienta respectivo.

De los diagramas anteriores se concluye que la mayoría de los herramientas coincidentes, a excepción de los denominados E5 y E6, podrían ser aprovechados para el nuevo modelo, ya que los subensambles permiten su transportación por medio de contenedores adecuados. Pero en el caso de E5 y E6 esto no sería posible debido a que la distribución del área no permitiría el traslado de las unidades, que para esta etapa del proceso, se encuentran casi terminadas, ocupando gran volumen.

Para ilustrar el recorrido que la carrocería tendría que hacer para emplear los mismos herramientas, presentamos el lay out de la figura 4.5.3, en el que se señala con flechas la distancia involucrada.

Ante esta situación, se decidió analizar las actividades que aquí se realizaban a fin de buscar propuestas de reubicación de las mismas y, de ser posible, eliminar la necesidad de estos herramientas. Para ello, se obtuvieron las hojas de operación de ambas estaciones de trabajo, las cuales se anexan en el apéndice C3.

En coordinación con el ingeniero de procesos correspondiente analizamos las hojas de descripción de la operación y definimos que el área óptima para la distribución de las operaciones involucradas era la Línea de Repunteo, ya que

permite la secuencia correcta del proceso y es una línea por la que corren todos los modelos ensamblados.

De esta manera estaríamos aprovechando no solo el equipo instalado sobre la línea, sino también la mano de obra asignada en la misma, ya que por medio de los principios de balanceo de líneas lograríamos la optimización de los operadores.

Para ello fue necesario realizar el estudio de tiempos de los herramientas E5 y E6, así como de la Línea de Repunteo. Éste se anexa en el apéndice D4. Fue elaborado con cronómetro bajo la técnica de lectura continua.

También se efectuó un análisis de las punteadoras utilizadas y la función de cada una, con el objeto de establecer el equipo que podríamos reutilizar y el que sería necesario transferir a la línea. El resumen correspondiente se muestra en las figuras 4.5.4, 4.5.5 y 4.5.6, de acuerdo a cada modelo.

Como una ayuda visual al análisis arriba mencionado se elaboró el diagrama que se muestra en la figura 4.5.7, en el que se señala la clave de cada punteadora y se ilustra su localización.

Con la información conjuntada se preparó una tabla que muestra el tiempo de cada operación (en centésimas de minuto), así como el transformador y la punteadora con que se realiza. Esta tabla se elaboró tanto para el herramienta E5 como para la Línea de Repunteo; ambas se muestran en las figuras 4.5.8 y 4.5.9, respectivamente.

De acuerdo con la secuencia de ensamble, y mediante la combinación de las operaciones, se elaboró una propuesta para reubicar las punteadoras que no podían reemplazarse con las de la línea. Ésta se presenta en la figura 4.5.10.

Retomando la propuesta de la figura anterior se elaboró una tabla comparativa que muestra el resumen del contenido de trabajo de la Línea de Repunteo. Los tiempos se presentan en minutos y se muestran los transformadores y punteadoras de ambos lados de la línea. Asimismo, se expone el contenido de trabajo por cada modelo. Esta tabla se encuentra en la figura 4.5.11.

Con los datos anteriores revisamos el contenido de trabajo de cada punteadora, a fin de evitar la saturación de los equipos y con los cálculos mostrados en la figura 4.5.12 obtuvimos la distancia (en metros) necesaria para cada

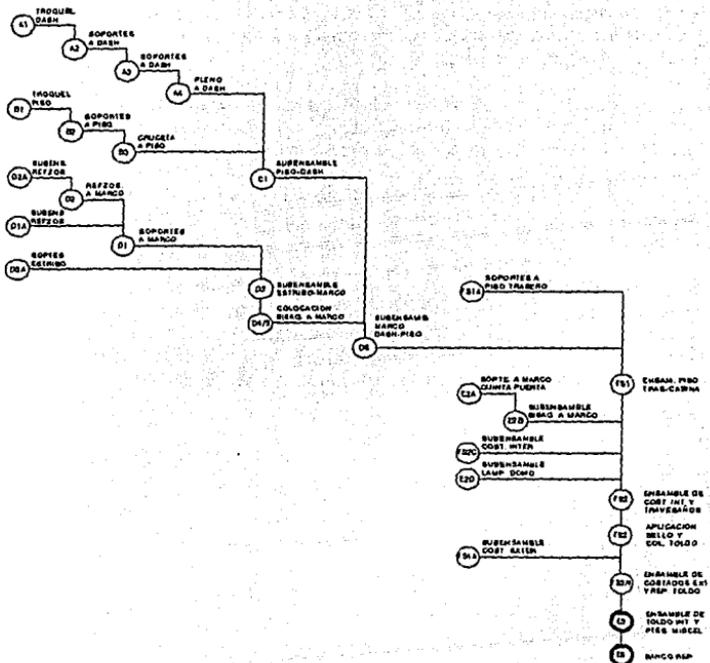
operación, con el objetivo de no rebasar las longitudes de las mangueras de cada punteadora.

En esta forma solo nos faltaba balancear las operaciones de la línea para asignar la mano de obra requerida. Para tal efecto preparamos la tabla de la figura 4.5.13, en la que se muestra el detalle de las operaciones realizadas en cada modelo, y que incluye además las operaciones transferidas del herramental E5, enlistadas de acuerdo a la propuesta elaborada.

A partir de la tabla anterior, y con la ayuda del diagrama de trabajo asignado por operario, balanceamos las operaciones correspondientes a cada modelo, mediante el intercambio de los bloques del contenido de trabajo transferible, ya explicado en ejercicios anteriores de este trabajo. En las figuras denominadas con 4.5.14 se muestran los diagramas de los 10 operarios involucrados. De esta manera obtuvimos un ahorro de 2 operadores por turno, con respecto a la asignación anterior a la mejora.

Para finalizar este apartado presentamos en la figura 4.5.15 el lay out que incluye la propuesta de los transformadores y punteadoras transferidos del herramental E5; el cual sirvió de base para la elaboración del programa del departamento de Mantenimiento, figura 4.5.16. De esta manera la realización de las modificaciones no afectaría el volumen de producción de la línea.

## DIAGRAMA DE PROCESO BLAZER FULL SIZE



FALLA DE ORIGEN

## DIAGRAMA DE PROCESO SUBURBAN

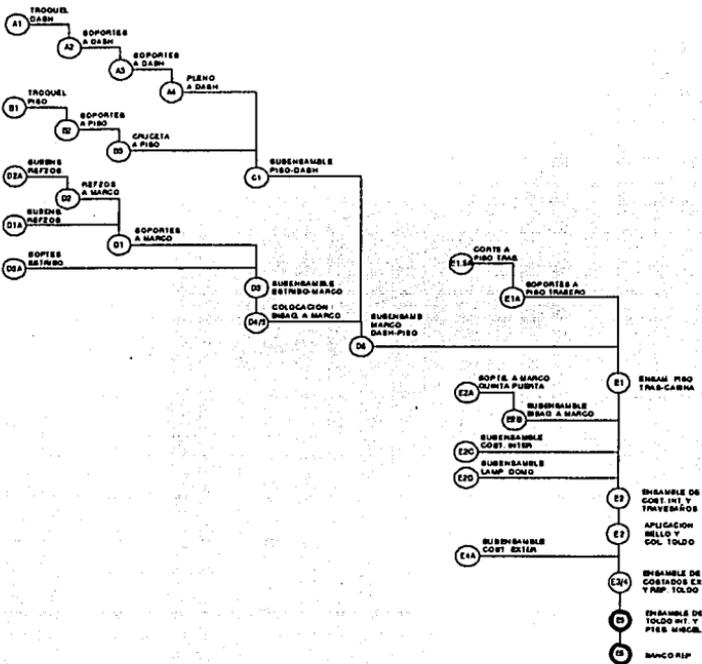


Figura 4.5.2

FALLA DE ORIGEN

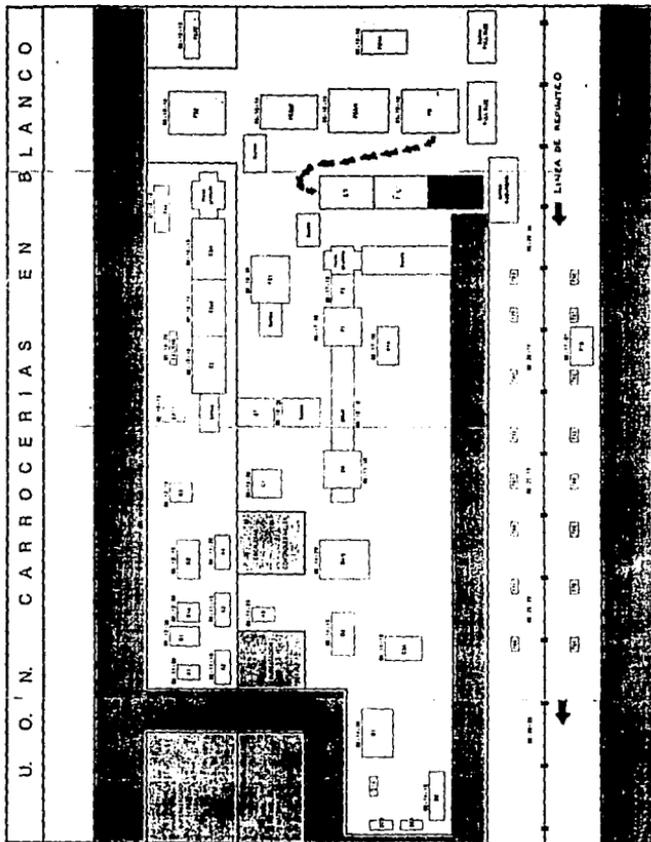


Figura 4.5.3

FALLA DE ORIGEN



REPUNTE  
CARROCERIAS  
LINEA DE REPUNTEO

MODELO: C109

TRANSF.	NO. PUNTEADORA	No. P A D (H.3.000 Y 4.000)	LOC. LRL (EG)	No. PUNTOS		DESCRIPCION
				PAD	REAL	
93/94	2YD4181F/2YD181F	81-20-54-36 (H.3.000 Y 4.000)	85-16-25 (EG)	25	23	REPUNTEAR MÓD. PTA. TRASERA CON POSTE CENTRAL (L. IZQUIERD).
93/94	WT-14/T-41174-R	81-20-54-36 (H.3.000 Y 4.000)	85-16-25 (EG)	20	25	REPUNTEAR MÓD. PTA. DELANTERA CON POSTE CENTRAL (L. IZQUIERD).
90	2Y-6240	81-20-50-08 (H.3.000)	85-11-20 (A4)	21	20	REPUNTEAR PNL. PLENO SUP. A PNL. CORAZA (INTERIOR).
90	2Y-6240	81-20-50-08 (H.4.000)	85-11-20 (A4)	22	17	REPUNTEAR PNL. PLENO SUP. A PNL. CORAZA (EXTERIOR).
90	2Y-6240	81-20-54-36 (H. 5.000)	85-16-25 (EB)	21 D	21	REPUNTEAR CELA MÓD. PARABRISAS.
70	CL-70G-1	81-20-50-08 (H. 5.000)	85-11-20 (A4)	18	18	REPUNTEAR PNL. CORAZA
TOTAL				127	124	

REPUNTEA  
CARRROCERIAS

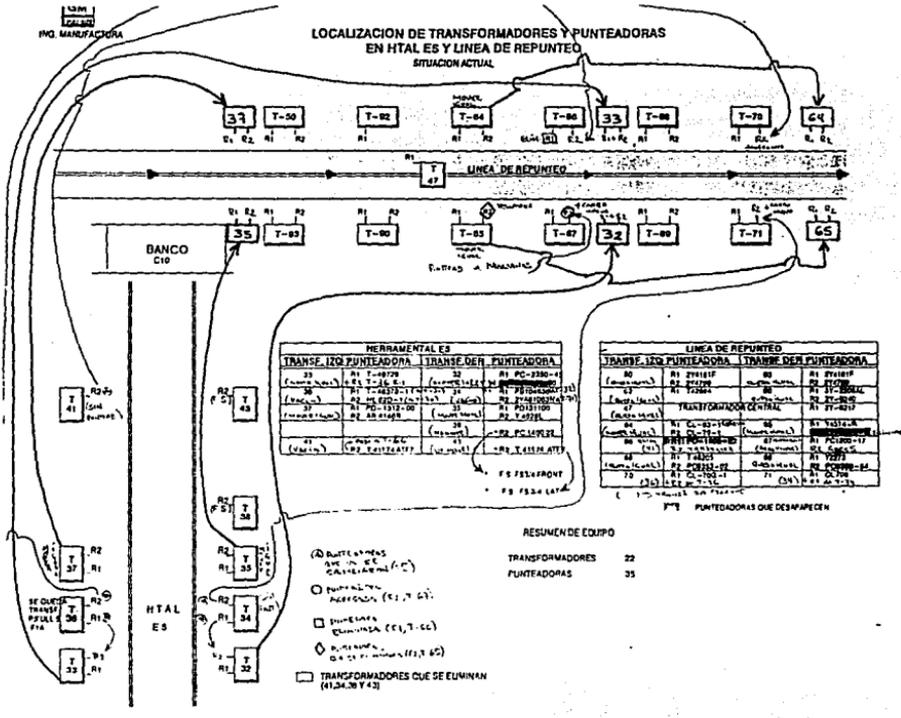
HERRAMIENTALES E6 Y E7

MODELO: C109

TRANSF.	No. PUNTEADORA	No. PAD	LOC. UN.	No. PUNTOS		DESCRIPCION
				PAD	REAL	
42/39	PC 6355 44/ PC 6350 43	81-20-54-36 (H. 4.000)	85-16-25 (E6)	2	2	SOLDAR BASE PNL. INT. BISAGRAS IZQ/DER (PUNTOS DE LOS EXTREMOS)
43/41	T 41174/T 41174	81-20-54-36 (H. 4.000)	85-16-25 (E6)	2	2	SOLDAR BASE PNL. INT. BISAGRAS IZQ/DER (PUNTOS CENTRALES)
43/41	T 48275/CL 89 L4	81-20-54-36 (H. 6.000)	85-16-25 (E6)	7 *	2 *	COLOCAR TOLDO INTERIOR A CABINA IZQ/DER
43/41	T 41174/T 41174	81-20-54-36 (H. 4.000)	85-16-25 (E6)	24 *	6 *	ENSAMBLAR PNL. LAT. BISAGRAS. IZQ/DER.
41	T 41174	81-20-54-36 (H. 6.000)	85-16-25 (E6)	16	16	REPUNTEAR PANEL TOLDO INTERIOR TRASERO.
38	PC 1400 22	81-20-54-09 (H. 4.000)	85-16-15 E(3/4)	10	18	COLOCAR REFUERZO SUP. MCO. QUINTA PUERTA (EXTERIOR)
44	WT 140 4C	81-20-54-09 (H. 4.000)	85-16-15 E(3/4)	13	15	COLOCAR REFUERZO SUP. MCO. QUINTA PUERTA (INTERIOR).
43/41	T 41174/T 41174	81-20-54-19 (H. 3.000)	85-16-10 (E2)	8	13	REPUNTEAR CEJA MARCO PUERTA TRASERA INFERIOR.
42/39	PC 6355 44/ PC 6350 43	81-20-54-18 (H. 1.000)	85-16-10 (E2)	20 *	6 *	SOLDAR RELLENO BAST. INF. ABERT. PTA. TRASERA A PNL. PISO. IZQ/DER.
42/39	PC 6355 44/ PC 6350 43	81-20-54-36 (H. 6.000)	85-16-25 (E5)	2	2	SOLDAR RELLENO LAT. A BASTIDOR ABERTURA PUERTA TRAS. IZQ/DER.
43/41	T 41174/T 41174	31-20-53-32 (H. 10.000)	85-15-05 (E1)	12 *	2 *	SOLDAR SOPORTE CARR. MONTANTE 2 A PNL. PISO. IZQ/DER.
41	CL 89 L4	81-20-54-40 (H. 1.000)	85-16-30 (E7)	4	4	SOLDAR EXT. LAT. CARR. A INT. LAT. CARR. DER.
42/39	PC 6355 44/ PC 6350 43	81-20-54-40 (H. 2.000)	85-16-30 (E7)	16 *	8 *	REPUNTEAR UNION TOLDO CON COSTADOS IZQ/DER.
43/41	T 48275/CL 89 L4	81-20-54-40 (H. 3.000)	85-16-30 (E7)	15 D	20	REPUNTEAR CEJA VENTANILLA SUP. IZQ/DER.
43/41	T 41174/T 41174	81-20-54-40 (H. 4.000)	85-16-30 (E7)	31	26	REPUNTEAR UNION MCO. VENT. CON POSTE INF. IZQ/DER.
TOTAL				182	142	

Figura 4.5.6

FALLA DE ORIGEN



FALLA DE ORIGEN

Figura 4.5.7



OPERACIONES QUE SE REALIZAN EN EL REPUNTEO

OPERACION	MODELO	NF PAD PDM	TRANSFORMADORES																									
			LADO NOROCCIDENTE												LADO SURESTE												CORTADORALES	
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
APLICA 27 PUNTOS EN MARCO PUE RTA	CABINA	8100302	34 00																									
APLICA 27 PIDS EN MARCO MEDIO DEL		8120046	82 00																									
APLICA 8 PIDS EN MEDIO INT. RM CABINA		8120051																										
APLICA 2 PUNTOS EN MEDIO INT. RM PASO		8120052																										
APLICA 14 PUNTOS EN CABINA Y MCO PASAJE		8120049		18 00																								
CORTE DE ORILLAS		8120078																										
APLICA 22 PIDS EN PNE PLENO FRONT CORONA		8120053																										
APLICA 21 PUNTOS EN RESPALDO INTER		8120052																										
APLICA 18 PUNTOS EN MARCO PUERTA DEL	SABUSTRAN	8120010	34 00																									
APLICA 11 PUNTOS EN MARCO PUERTA TRAS		8120024	29 30																									
APLICA 6 PIDS EN PASO INTERNA ESTIBO		8120043	23 30																									
APLICA 20 PIDS EN VENT. LAT. Y 4 TORNAS GAS		8120051	85 30																									
APLICA 2 PIDS EN MEDIO SUP. 4. PUE RTA INT		8120051																										
APLICA 12 PIDS EN INT. 70 SUP. 3A. PUERTA EXT		8120051																										
APLICA 14 PUNTOS EN CABINA Y MCO PASAJE		8120049																										
CORTE DE ORILLAS		8120078																										
APLICA 8 PIDS EN VENT. COST. LAT. SUP.		8120046																										
APLICA 3 PIDS EN PASO INTERNA ESTIBO		8120046																										
APLICA 8 PIDS EN TOLDO MCO PUE RTA		8120043							42 00		80 00																	
APLICA 2 PIDS EN MEDIO SUP. 4. PUE RTA INT. RM		8120043							29 30																			
APLICA 22 PIDS EN PNE PLENO FRONT CORONA		8120052																										
APLICA 24 PIDS EN MARCO PUE RTA DEL	BIAZER	8620007	34 00																									
APLICA 14 PUNTOS EN MCO P. PASAJE		8620007	71 20																									
APLICA 43 PUNTOS EN CELA VENT. COST. LAT		8620006	68 10																									
APLICA 2 PUNTOS EN SOPORTE INT. DASH LAT		8620002		17 30																								
APLICA 14 PIDS EN MARCO PASAJE		8620001																										
APLICA 3 PIDS EN PASO Y 2 MCO DASH		8620007																										
APLICA 2 PIDS EN SUP. 111 FRONTAL		8620007																										
CORTE DE ORILLAS		8620004																										
APLICA 4 PIDS EN SUP. 2 PIDS MCO PASAJE		8620007																										
APLICA 18 PIDS EN PLENO FRONT DASH		8620004																										
TOTAL			141 00	28 30	0 00	0 00	48 30	0 00	0 30	171 00	80 00	81 80	0 00	50 00	34 20	24 30	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00

Figura 4.5.9

FALLA DE ORIGEN

LOCALIZACION DE TRANSFORMADORES Y PUNTEADORAS  
EN HTAL ES Y LINEA DE REPUNTEO

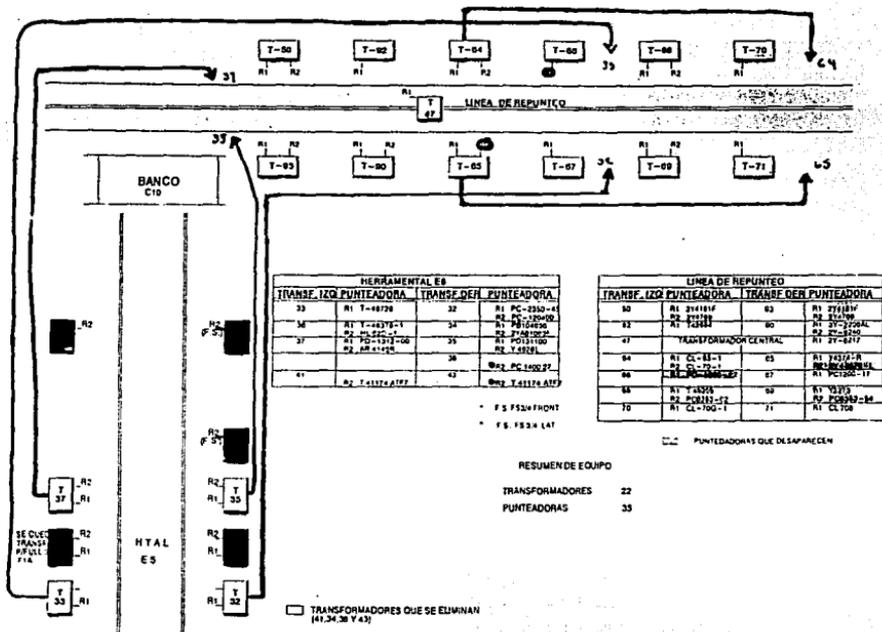


Figura 4.5.10

FALLA DE ORDEN

DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS E IMPLEMENTACION DE LAS MEJORAS CINCO ELEMENTOS PRÁCTICOS.

## CONTENIDO DE TRABAJO POR PUNTEADORA LINEA DE REPUNTEO

ACTUAL

MODELO	TRANSFORMADORES																				C. T.											
	LADO IZQUIERDO										LADO DERECHO																					
	50	52	54	56	58	70	80	90	65	67	69	71	50	52	54	56	58	70	80	90		65	67	69	71							
SUBURBAN CABINA BLAZER	2.04						1.23	0.80	0.80			2.04						1.42	0.20	0.17	1.35					1.22						10.2
	1.42	0.20	0.17															1.42	0.20	0.17	1.35									0.50	8.2	
	1.96		0.18			1.10												1.96	0.18	0.40	0.57					0.81					7.5	

PROPUESTO

MODELO	TRANSFORMADORES																				L. T.											
	LADO IZQUIERDO										LADO DERECHO																					
	50	52	54	56	58	70	80	90	65	67	69	71	50	52	54	56	58	70	80	90		65	67	69	71							
SUBURBAN CABINA BLAZER	2.04						1.56	1.23	0.80	0.80	0.87	2.04						2.06	0.36		2.08	1.27	1.20					1.56			1.94	25.1
	1.42	0.20										0.80						1.42	0.20		0.17	1.35								0.50	8.2	
	1.96		0.18			1.10						0.82						1.96	0.18	0.40	0.57					0.81					7.5	

FALLA DE ORIGEN

TRANSFORMADOR OPERACION	TRANSFORMADOR PROPUUESTO EN LINEA DE REPUNTED PARA LAS OPERACIONES DE LA SUBURBAN Tiempo <sup>por</sup> <sub>operación</sub>											CARRERA NECESARIA POR OPERACION A UNA VEL DE 60 plg/min. (mts)										
	LADO IZQUIERDO					LADO DERECHO						LADO IZQUIERDO					LADO DERECHO					
	94 R1	68	39	41 R2	70 R1	93 R1	90 R2	69	42	45	94 R1	68	39	41 R2	70 R1	93 R1	90 R2	69	42	45		
MCD PTA DEL/TRAS	0.99					0.99					1.51				1.51							
2 PTOS ESTRIBO			0.45					0.44				0.69								0.67		
MCD 2- PTA			0.67					0.69				1.02								1.05		
5 PTOS MCD 5- PTA			0.45					0.46				0.69								0.70		
CAVIDAD ESTRIBO	0.43				0.41					0.66			0.76		0.62					0.43		
REFZO TRASERO			0.5						0.28		1.30											
VENT TRAS LAT'S	0.85				0.89							1.10			1.36					1.11		
VENT TRAS SUP'S		0.72						0.73														
2 PTOS SUJ TOLDO INT				1.28									1.95									
16 PTOS TOLDO INT										0.43												
10NA DE GASOLINA	0.28							0.78												1.19		
PTOS EXT MCD 5- PTA									0.46											0.70		
PTOS INT MCD 5- PTA					0.64										0.98							
REPUNTED DASH								1.66												2.53		
MCD P/BRISAS																						
TOTAL	2.55	0.72	1.57	1.78	0.64	2.29	1.66	1.51	1.59	0.74	TOTAL	3.89	1.10	2.39	2.71	0.98	3.49	2.53	2.30	2.42	1.13	

Figura 4.5.12





FALLA DE ORIGEN

Figura 4.5.14 (Operario 2)

GENERALIDADES DE HERRAMIENTA DE CV				OPERACION				LLENADO REFINITO			
PLANTA MEXICO				DEPID:				CARROLERIAS			
ING INGENIERIA				OPERARIO				Nº 2			
ELABORO: M. REYES/AV. REYES								MODELOS			
C19414		C19004		C1873013		C31011					
TPO	DESCRIPCION DE OPERACION	TPO	DESCRIPCION DE OPERACION	TPO	DESCRIPCION DE OPERACION	TPO	DESCRIPCION DE OPERACION	TPO	DESCRIPCION DE OPERACION	TPO	DESCRIPCION DE OPERACION
NVA	VA	NVA	VA	NVA	VA	NVA	VA	NVA	VA	NVA	VA
			1.00								
			2.15								
			3.30								
			4.45								
			5.60								
			6.75								
			7.90								
			9.05								
			10.20								
			11.35								
			12.50								
			13.65								
			14.80								
			15.95								
			17.10								
			18.25								
			19.40								
			20.55								
			21.70								
			22.85								
			24.00								
			25.15								
			26.30								
			27.45								
			28.60								
			29.75								
			30.90								
			32.05								
			33.20								
			34.35								
			35.50								
			36.65								
			37.80								
			38.95								
			40.10								
			41.25								
			42.40								
			43.55								
			44.70								
			45.85								
			47.00								
			48.15								
			49.30								
			50.45								
			51.60								
			52.75								
			53.90								
			55.05								
			56.20								
			57.35								
			58.50								
			59.65								
			60.80								
			61.95								
			63.10								
			64.25								
			65.40								
			66.55								
			67.70								
			68.85								
			70.00								
			71.15								
			72.30								
			73.45								
			74.60								
			75.75								
			76.90								
			78.05								
			79.20								
			80.35								
			81.50								
			82.65								
			83.80								
			84.95								
			86.10								
			87.25								
			88.40								
			89.55								
			90.70								
			91.85								
			93.00								
			94.15								
			95.30								
			96.45								
			97.60								
			98.75								
			100.00								

NOMBRE / CARGO

















SITUACION PROPUESTA  
LOCALIZACION DE TRANSFORMADORES Y PUNTEADORAS  
EN HTAL ES Y LINEA DE REPUNTEO

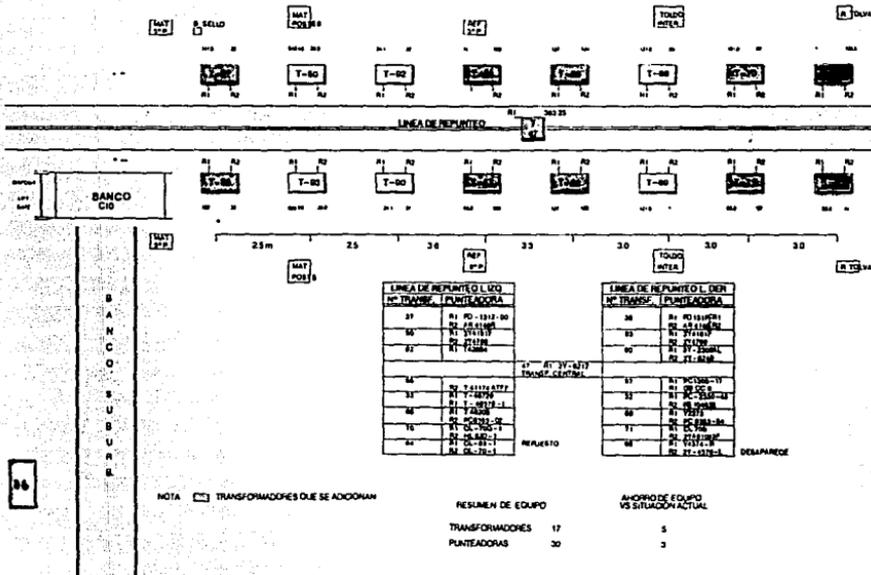


Figura 4.5.15

FALLA DE ORIGEN

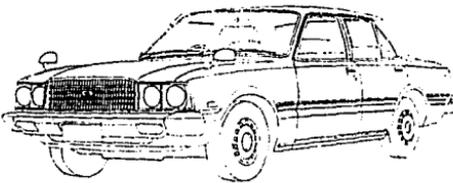


---

# Capítulo V

## Evaluación de los beneficios obtenidos por las mejoras implantadas.

*Morir un poco, significa aprender  
a caminar; dejar algo valioso en  
cada paso, para volver a nacer.  
A.Y.S.C.*



### V.1.- Evaluación de beneficios por cada mejora.

Es cierto que el criterio económico es predominante y que el diseño de tareas y métodos rara vez se establece o se modifica sin tomar en cuenta el efecto en el costo (referencia 15.2); por ello es importante evaluar los beneficios obtenidos por cada mejora que se realiza, así como medir el cumplimiento de los objetivos alcanzados en cada estudio.

Para ello pueden crearse diversos formatos que incluyan los efectos que se desea valorar, ya que cada proceso presenta características específicas. En la figura 5.1 presentamos un formato típico que evalúa los beneficios alcanzados en varios aspectos y mide el porcentaje de avance contra el objetivo.

También puede diseñarse un formato que en forma de resumen presente los beneficios económicos que se han logrado en un cierto período de tiempo, por ejemplo, un año. De esta manera podremos mantener un control sobre nuestros programas y presupuestos anuales. En la figura 5.2 se ilustra un ejemplo de este tipo de formato, en el que se pueden enlistar varios estudios realizados.

Este tipo de resumen puede prepararse por secciones, departamentos, gerencias o en forma global, según los intereses de cada compañía.

OBJETO DE MEJORA	UNIDAD DE MEDIDA	ANTEC. M. O. C. T.	OBJETIVO M. O. C. T.	DESPUE. M. O. C. T.	AVANCE
RECORRIDOS DE MATERIAL (EN OPERACION)	FT/UH	118	91	104	81.0%
BANCO DE SUBENSAMBLE	PZAS	70	27	50	46.5%
AREAS OCUPADAS POR H TAL Y EQUIPO	FT <sup>2</sup>	14	8	12	33.3%
TIEMPOS DE ALMACENAJE	MIN/UH	24.54	15.74	24.54	
AREAS OCUPADAS POR MAT. EN PROCESO	FT <sup>2</sup>	147	90	100	82.5%
TIEMPOS DE OPERACION (C.T.)	MIN/UH	32.22	20.7	32	14.5%
EFICIENCIA DE OPERACION	%	45%	74%	56%	37.5%
COEFICIENTE DE OPERACION	%VA	64	75	69	43.7%
OPERADORES M.O.C.D	HOMBRE	20	12	16	80.0%

Figura 5.1. Formato de evaluación de características específicas.

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO	MESES DE IMPLEMENTACIÓN	BENEFICIOS ATRASADOS	COSTOS	OTROS AHORROS	AHORRO TOTAL	GUINIA-CIENAS
1	Transportador para suministro de panel panels	Agosto	4 operarios	64000	40000	0	24000
2	Módulo de integración de carrocería H141 D60f	Septiembre	2 operarios	32000	0	0	32000
3	Subensambla de marcos para H141 D1, D2 & D2A	Octubre	2 operarios	32000	0	13138	45138 Cost Saving
4	Aseriado y corte de trozas	Noviembre	2 operarios	32000	175	0	31825
5	Subensambla marcos H1 gate	Diciembre	2 operarios	32000	85	9350	11265 Energeticos
6	Soldado de pernos stud y screw y moldura exterior	Febrero	2 operarios	32000	0	0	32000
7	Soldado de bisagras a puertas laterales S T y C K	Marzo	2 operarios	32000	0	0	32000
8	Limpieza de unidades	Abril	2 operarios	32000	0	0	32000
9	Rebaja y esmerilado	Mayo	2 operarios	32000	0	0	32000
10	Monta y ajuste de puertas laterales y tal gate	1º quinc. Mayo 2º quinc. Junio	2 operarios	32000	0	0	32000
11	Lijado chasis y detalles	Julio	2 operarios	32000	0	0	32000
12	Proyecto Bazer Full Size	Agosto	4 operarios	64000	12500	154200	205520 Ahorros varios
TOTAL			78 OPERARIOS	440000	127600	170487	577287 US\$

Figura 5.2. Resumen de beneficios anuales (en dólares).

En base a los estudios realizados en el capítulo anterior, pasemos ahora a evaluar los beneficios obtenidos en las mejoras implantadas, indicando para ello además de las ventajas económicas, los resultados que se produjeron en otros aspectos referentes a las características del proceso y a las condiciones ambientales de las estaciones de trabajo.

Es decir, pretendemos indicar que al implantar estos ejercicios se cumplieron satisfactoriamente los objetivos que se habían planteado y que dieron solución a problemas que se habían venido dando dentro de la planta automatriz, como por ejemplo en problemas de calidad, de balanceo de líneas, de medio ambiente, de mayor área de trabajo para el operario, de ergonomía, de distribución de materiales, maquinaria o equipo y de otros aspectos sugeridos por los propios trabajadores.

De esta manera enlistaremos primero los resultados logrados por cada estudio presentado en el capítulo cuatro, y en un segundo apartado mostraremos los beneficios globales alcanzados por la realización de las diferentes mejoras.

Cabe aclarar que las consideraciones en la evaluación económica para todos los ejercicios son las siguientes:

1.- La estimación del ahorro por mano de obra se obtuvo en el departamento de Finanzas, siendo ésta de \$20,000 U.S.D. anuales por operario.

2.- Los gastos de implementación fueron estimados por el departamento de Mantenimiento, los cuales incluyen mano de obra y materiales.

3.- El tipo de cambio utilizado fue el siguiente: 1 U.S.D. = NS\$4.50.

Las referencias de los resultados obtenidos las hemos abreviado como sigue:

v.f. = ver figura(s)

v.p. = ver página(s)

### 1.- SUBENSAMBLE DE MARCOS DE PUERTAS LATERALES.

Los alcances cualitativos son:

- a) Redistribución de maquinaria y equipo acorde con el proceso de ensamble.
- b) Disminución en los daños por traslado de subensamblables.
- c) Abastecimiento por lotes pequeños, con optimización de áreas.
- d) Organización del lugar de trabajo.
- e) Optimización en la mano de obra y rebalanceo del contenido de trabajo.
- f) Disminución del riesgo de accidentes por la utilización de bancos de subensamblables.
- g) Reducción de recorridos y caminatas.

Los logros cuantitativos son:

Área liberada:	96 ft <sup>2</sup> = 8.92 m <sup>2</sup> (v.f. 4.1.7 y 4.18)
Ahorro por operarios:	2 operarios x turno = 4 total (v.p.80)
Ahorro anual por mano de obra:	\$ 80,000 U.S.D. = NS\$ 360,000
Gastos de implantación:	\$ 1,500 U.S.D. = NS\$ 6,750

**Ahorro Total Anual: \$ 78,500 U.S.D. = NS\$ 353,250**

## 2.- ACABADO METÁLICO.

Los beneficios cualitativos son:

- a) Reorganización del proceso de ensamble.
- b) Aprovechamiento de áreas no productivas de la línea de Acabado Metálico.
- c) Se evitan interferencias entre operaciones.
- d) Optimización de las operaciones y delimitación de áreas para cada tarea.
- e) Se eliminó la duplicidad de operaciones.
- f) Mayor control sobre las reparaciones y disminución en la cantidad de daños.
- g) Incremento en el banco de unidades terminadas.
- h) Rebalanceo de las cargas de trabajo del total de operadores de esta línea.
- i) Reducción en las penalizaciones de calidad del departamento.
- j) Transferencia de equipos para ganar áreas.

Los logros cuantitativos son:

Área liberada:	155 ft <sup>2</sup> = 14.39 m <sup>2</sup> (v.f. 4.2.2)
Ahorro por operarios:	5 op. x turno = 10 total (v.p. 106 y 107)
Ahorro anual por mano de obra:	\$ 200,000 U.S.D. = NS 900,000
Ahorro por energéticos:	\$ 1,000 U.S.D. = NS 4,500
Gastos de implantación:	\$ 3,000 U.S.D. = NS 13,500

**Ahorro Total Anual: \$ 198,000 U.S.D. = NS 891,000**

## 3.- ESTÁNDARES EN PINTURA.

Los beneficios cualitativos son:

- a) Reorganización del proceso y las áreas de trabajo.
- b) Se evitó la duplicidad de operaciones.
- c) Estandarización de las operaciones, disminuyendo variaciones.
- d) Reducción de los defectos en la calidad de la pintura.
- e) Combinación de operaciones similares.
- f) Optimización de áreas.

Otro objetivo establecido y alcanzado fue que el personal del departamento de Ingeniería Industrial aprendiera a utilizar las tablas de tiempos predeterminados.

Los logros cuantitativos son:

Área liberada:	215 ft <sup>2</sup> = 19.97 m <sup>2</sup> (v.f. 4.3.1)
Ahorro por operarios:	3 operarios x turno = 6 total (v.p. 145)
Ahorro anual por mano de obra:	\$ 120,000 U.S.D. = NS 540,000
Gastos de implantación:	\$ 0 U.S.D. = NS 0

**Ahorro Total Anual: \$ 120,000 U.S.D. = NS 540,000**

#### 4.- ACUMULADOR DE VESTIDURA Y FRENTE.

Los beneficios cualitativos son:

- Solución al problema ergonómico.
- Se dio continuidad a la línea.
- Reducción de daños en unidades, incrementando la calidad.
- Eliminación de tensiones físicas en el operario.
- Organización del lugar de trabajo, disminuyendo los riesgos de accidentes.
- Optimización de áreas.

Los beneficios cuantitativos son:

Área liberada:	880 ft <sup>2</sup> = 81.75 m <sup>2</sup> (v.f. 4.4.3)
Ahorro por operarios:	3 operarios x turno = 6 total (v.p. 158)
Ahorro anual por mano de obra:	\$ 120,000 U.S.D. = NS 540,000
Gastos de implantación:	\$ 21,000 U.S.D. = NS 94,500

**Ahorro Total Anual: \$ 99,000 U.S.D. = NS 445,500**

## 5.- PROYECTO "BLAZER FULL SIZE".

Los beneficios cualitativos son:

- a) Ganancia de áreas para la instalación de las nuevas estaciones de trabajo.
- b) Comunización de las operaciones similares aprovechando equipo y mano de obra.
- c) Ahorro de 2 estaciones de trabajo del nuevo modelo.
- d) Eliminación de 2 estaciones del modelo ya ensamblado en la planta.
- e) Transferencia de 11 punteadoras y 4 transformadores para su uso en la línea de repunteo.
- f) Reutilización de 2 punteadoras y 5 transformadores para el proyecto.
- g) Redistribución de herramientas y equipo de acuerdo al proceso de ensamble.
- h) Comunización y ahorro de "carritos" de surtido de materiales.
- i) Empleo de la estructura y servicios liberados de las estaciones suprimidas.
- j) Abastecimiento de materiales en todas las estaciones del nuevo modelo por lotes pequeños.
- k) Ahorro de una bomba de sello.
- l) Ganancia de 2 unidades de acumulación para absorber fallas.

Además se balancearon las operaciones, se estandarizaron las actividades disminuyendo las variaciones, se eliminó el desperdicio, se organizó el lugar de trabajo, se implementó el sistema de jalar y se incrementó la eficiencia en un 17%.

Los beneficios cuantitativos son:

Área liberada:	120 ft <sup>2</sup> = 11.15 m <sup>2</sup> (v.f. 4.5.15)
Ahorro por operarios:	2 operarios x turno = 4 total (v.p. 167)
Ahorro anual por mano de obra:	\$ 80,000 U.S.D. = NS 360,000
Ahorro por herramientas:	\$ 3,000 U.S.D. = NS 13,500
Ahorro por servicios:	\$ 2,000 U.S.D. = NS 9,000
Ahorro de instalaciones:	\$ 5,000 U.S.D. = NS 22,500
Ahorro por estructura:	\$ 9,000 U.S.D. = NS 40,500
Ahorro por equipo eléctrico:	\$135,000 U.S.D. = NS 607,500
Gastos de implantación:	\$ 22,000 U.S.D. = NS 99,000
<b>Ahorro Total:</b>	<b>\$212,000 U.S.D. = NS 954,000</b>

## V.2.- Evaluación global de los beneficios obtenidos.

Como ya hemos venido comentando es importante medir los ahorros por periodos de tiempo y evaluar siempre los beneficios obtenidos, a fin de buscar las mayores ganancias en calidad, costo, seguridad, etcétera. También mencionamos que el ingeniero debe decidir si los ahorros costean o no el estudio propuesto, radicando ahí la importancia de seleccionar las áreas que presentan mayor oportunidad de obtener mejores beneficios, siendo éste el fin último de la implantación de mejoras.

En consecuencia es responsabilidad del ingeniero que realiza el estudio elaborar un análisis costo-beneficio antes de implantar cualquier modificación que haya proyectado, ya que es común desgastar esfuerzos en pequeños resultados que no reditúan beneficios. También suele presentarse la tentación de idear sistemas perfectos que no son aplicables a la realidad del sistema productivo en estudio.

Por tanto es fundamental no perder de vista las características particulares de la operación que se analiza, y con estas bases elaborar una evaluación previa, considerando: los servicios involucrados, las áreas afectadas, los impactos en la capacidad y productividad de la planta y, por supuesto, el costo de implantación de las mejoras. Sólo podremos realizar las modificaciones una vez que tengamos definido el monto de lo que vamos a gastar.

Nunca olvidar que nuestra búsqueda se centra en la obtención de los mayores beneficios con la menor inversión de tiempo y dinero posible, siendo ésta la principal base en la selección de alternativas. Aunque cabe señalar que una vez que se han realizado varias mejoras en una sección específica, el margen de las ganancias decrece, es decir, cuando un área se ha analizado varias veces, los beneficios se reducen. Pero no importa, las mejoras siempre valdrán la pena mientras sigamos obteniendo un ahorro o beneficio, por pequeño que éste sea.

Durante la implantación de las mejoras establecidas, es importante estar alerta a los cambios que puedan presentarse y a los detalles pasados por alto, a fin de no sobrepasar nuestro presupuesto y poder canalizar las correcciones convenientes en el momento oportuno. Esto nos permitirá que el objetivo global establecido sea alcanzado.

En la evaluación global de los resultados debemos tener presente lo comentado anteriormente, ya que la experiencia que obtengamos en cada estudio nos permitirá adquirir la suficiente capacidad para mejorar el siguiente, y evitaremos cometer errores comunes como: pasar por alto gastos imprevistos, olvidar observaciones de los trabajadores, minimizar impactos, y otros que suelen aparecer durante el análisis del estudio.

También deben considerarse aquellos beneficios que no son tangibles, pero que mejoran la manera de realizar una tarea o que se aprovechan en conveniencia para otras actividades, por ejemplo, el orden del lugar de trabajo permite mayor concentración al operario y disminuye las distracciones; el nuevo abastecimiento de materiales elimina el tiempo que se invierte en hacer reportes de material faltante; los nuevos sistemas de proveedores producen un ahorro por las llamadas urgentes que continuamente se realizaban; o también el ahorro por papelería al disminuirse el uso de formatos. Esto quiere decir que existen otras mejoras que sólo se pueden valorar de manera cualitativa en la organización, pero que a larga producen ahorros de tiempo y dinero.

Además, no sólo es importante verificar si se cumplieron los objetivos establecidos y si los resultados alcanzados fueron los esperados, sino, que también deben valorarse las consecuencias de los cambios implantados: efectos contrarios o positivos en el personal, creación de cuellos de botella, surgimiento de nuevos problemas de calidad, ergonomía, capacidad, entre otros.

En ocasiones, debemos afrontar las consecuencias de la implantación de mejoras, si es que el cambio lo vale, aunque ello implique romper paradigmas. Es notable que la diferencia esencial del pensamiento norteamericano no es únicamente la búsqueda constante de métodos nuevos y mejores de efectuar una tarea, sino también la buena disposición para desechar sistemas anticuados en cuanto se descubren mejores métodos, es decir, su adaptación a lo nuevo (referencia 17.5). Por ello, la industria tiene que afrontar los problemas derivados de la adopción gradual de los nuevos métodos, para evitar la mano de obra ociosa y otras consecuencias sociales de los cambios.

En la evaluación de los estudios también podemos incluir si los programas fueron cumplidos a tiempo, o en su caso, las razones de los retrasos.

Un factor importante de la evaluación de los beneficios es que nos permite establecer tasas base para planes con incentivos (referencia 7.9), tal como ocurre en la G.M.M.

En el caso de la compañía de referencia, los resultados globales se exponen en términos generales de la siguiente manera:

- a) Disminución en el esfuerzo de los operarios e incremento en la eficiencia del trabajo.
- b) Incremento en las tasas de pago de incentivos.
- c) Disminución en la cantidad de horas estándar por producto.
- d) Incremento en los índices de calidad.
- e) Reducción en los costos de producción.
- f) Mayor utilización de las máquinas e instalaciones.
- g) Desaparición de cuellos de botella.
- h) Incremento en la capacidad de la planta.
- i) Reducción en los inventarios.
- j) Eliminación y comunización de números de parte.
- k) Implementación de justo a tiempo.
- l) Organización en las áreas de trabajo.
- m) Disminución en los índices de accidentes.
- n) Ahorro de energéticos y servicios.
- o) Disminución en las variaciones del proceso.
- p) Continuidad en los procesos de ensamble.
- q) Decremento en los desperdicios.
- r) Mejores condiciones al trabajador.
- s) Estandarización del primer turno con el segundo.
- t) Motivación y superación entre los trabajadores.
- u) Creación de una filosofía de Mejora Continua.
- v) Sistemas de producción flexibles.
- w) Mejoramiento en el medio ambiente.
- x) Procesos de ensamble dinámicos.

Finalmente presentamos un resumen (figura 5.4) de estudios realizados e implantados en la sección de Carrocerías en Blanco de la Planta México de la General Motors S.A. de C.V., donde se muestra el análisis costo-beneficio de cada uno, los responsables y el cumplimiento en fechas comprometidas. Cabe hacer notar que en este caso, este reporte se realiza por áreas, debido a los intereses que a la compañía convienen.

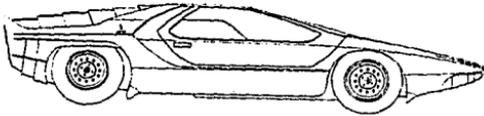


---

# Capítulo VI

## El factor humano en la implantación de las técnicas de la Ingeniería Industrial.

*El cerebro del patrón se encuentra  
bajo la gorra del obrero.  
Montgo Mery.*



## VI.1.- La relación del ingeniero con los trabajadores.

Como sabemos, el factor humano es el elemento más importante que interviene en el funcionamiento y desarrollo de cualquier empresa, ésta puede tener materia prima, maquinaria y equipo, dinero y otros recursos en suficientes cantidades, pero si carece del recurso humano adecuado difícilmente alcanzará las metas fijadas.

Durante la realización de este trabajo comprobamos que se requiere una buena organización tanto técnica como humana, para ello es preponderante la participación de la gente encargada de administrar y organizar de manera inteligente todos los recursos con los que cuenta la empresa y de este modo fomentar su crecimiento y desarrollo.

En la actualidad, la industria moderna adopta un tipo de organización humana que se estructura de acuerdo a sus necesidades, la importancia de esto radica en que todos los miembros que forman parte de esta organización deben cumplir y desempeñar todas sus actividades lo más adecuadamente posible. De esta manera todo el trabajo que lleven a cabo dichos miembros de la empresa (desde la alta gerencia hasta los obreros) debe ser tomado en cuenta para el bien de la misma, por eso, las ideas que aporten los gerentes, el personal administrativo y los mismos operarios, deben considerarse ya que muchas veces de estas ideas suelen extraerse mejoras y beneficios que repercuten positivamente en el desenvolvimiento de las empresas, en otras palabras, tenemos que buscar la participación de todos los integrantes de la organización.

Por ejemplo, en la compañía General Motors de México se promueve y alienta esta participación a través de cursos de capacitación que se imparten a todos los niveles jerárquicos, proporcionando los medios para la realización de las propuestas elaboradas.

También se creó en el departamento de relaciones industriales un plan de sugerencias e incentivos, cuyo objetivo es precisamente recoger las ideas de los empleados, analizarlas y escoger aquellas que propongan algún beneficio y sean susceptibles a implantarse. Cabe señalar que la instalación de un plan de este tipo no es nada fácil, más sin embargo no está por demás hacer la prueba ya que cuando da resultados positivos influye de manera provechosa en los empleados que

sugirieron las mejoras, incrementando de esta manera su moral y su desempeño dentro de la planta. (Referencia 17.1).

Un sistema satisfactorio para recoger las ideas de los empleados es parte muy importante en la creación de un ambiente de mejora continua. Observamos que la moral de los trabajadores mejora cuando se aceptan y toman en cuenta sus propias sugerencias.

A veces nuestras ideas parecen descabelladas pero si están bien fundamentadas, se debe luchar por alcanzarlas, sobre todo si éstas tienden a abatir los costos de la empresa, por eso, el trabajador debe ser tenido tan en consideración como la fría economía de la reducción de costos.

Con frecuencia el personal de ingeniería suele ayudar al operario en el perfeccionamiento de una idea formulada a medias, por eso es muy recomendable organizar a los administradores y a los trabajadores en grupos, cuyo objetivo sea la búsqueda de mejoras y la simplificación del trabajo. En todos los casos es importante que el trabajador, el supervisor y todos los que hayan prestado su colaboración obtengan el reconocimiento total de sus contribuciones, aunque los ingenieros hayan perfeccionado la mejora. (Referencia 17.2).

A este respecto, en la compañía de referencia participamos en grupos de trabajo, junto con el personal de operaciones, para el análisis y propuesta de mejoras en las líneas de ensamble. A las personas involucradas en los estudios se les otorga el incentivo económico correspondiente por medio de un bono entregado cada cuatro meses.

Como ingenieros industriales somos responsables de implantar las técnicas más convenientes que se adapten al sistema productivo u operativo en el cual laboramos, debemos conocer todos los recursos con los que cuenta la empresa y sobre todo debemos tener en mente que dentro de estos recursos, el hombre como factor de producción es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria, si hablamos específicamente de los trabajadores, éstos se pueden trasladar, dividir o repartir su trabajo, entrenarle y capacitarle para que realice nuevas operaciones y, generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas.

Nos dimos cuenta que los siguientes principios son necesarios para llevar a cabo una buena administración de la fuerza laboral y ayudan en mucho al buen

funcionamiento de las técnicas de la ingeniería industrial que son implantadas en cualquier empresa:

- 1.- Coordinar el trabajo con el puesto.
  - 2.- Fijar estándares de desempeño.
  - 3.- Reconocer el desempeño.
  - 4.- Asegurar una buena supervisión.
  - 5.- Definir claramente las responsabilidades del trabajador.
- (Referencia 8.3)

Sino observamos estos principios el resultado puede ser baja calidad, baja productividad y conflictos entre los individuos de la organización.

Retomando algunas ideas expuestas por Frederick W. Taylor relacionadas con la organización científica del trabajo que influyen de manera significativa en la implantación y el adecuado desarrollo de las técnicas de la ingeniería industrial, cabe hacer mención de aquellas que se refieren a mejorar las condiciones físicas de trabajo así como la seguridad de los operarios para que realicen su labor sin temores y sin estar pensando en posibles accidentes que les puedan ocurrir. De tal forma que este aspecto lo tuvimos presente durante el desarrollo de los estudios considerando las afectaciones que cada mejora generaría.

También observamos la importancia de la utilización de las técnicas de la psicología industrial concerniente al adecuado manejo de las relaciones laborales y el comportamiento humano, adaptándolas individual o colectivamente dependiendo de la conducta y de la forma de actuar de los individuos.

Por ejemplo, antes de realizar la implantación de los ejercicios, consideramos las características y actitudes de los operarios que serían afectados en ese momento, determinando por medio de las técnicas de la Madurez-Inmadurez y X-Y, las posibles reacciones que ellos mostrarían y de esta manera prever la forma de abordarlos para obtener su colaboración y lograr resultados satisfactorios.

En la G.M.M. nos percatamos que cuando la dirección enseña al empleado las técnicas del análisis y estudio de mejoras, mediante una capacitación y entrenamiento adecuado, da origen al nacimiento de una filosofía de la Mejora Continua, que poco a poco se convierte en un estado de vida permanente, además obtiene de él todo su apoyo y empeño.

## VI.2.- La relación del ingeniero con los supervisores.

Hasta ahora hemos analizado los aspectos que debemos manejar para la implantación de las técnicas de trabajo enfocadas hacia el operario, sin embargo, así como debemos tener tacto y madurez para dirigirnos a este nivel, también debemos mostrar habilidad para sugerir y exponer nuestras ideas a los miembros de igual categoría y a los miembros de niveles jerárquicos más altos, ya sea a los jefes de departamento o a los gerentes de la planta; al mismo tiempo necesitamos el suficiente poder de convencimiento para que éstos acepten nuestras ideas y nos tengan confianza en el desempeño de nuestro trabajo, sobre todo en lo referente a la mejora continua de las técnicas de la Ingeniería Industrial.

Una vez aceptadas las sugerencias de mejoras en los métodos de trabajo, debemos informar a los jefes de departamento o a los supervisores acerca de la naturaleza y los objetivos de la investigación antes de que sus grupos de trabajo sean abordados.

En este sentido, para efectuar la implantación de los ejercicios mostrados en este trabajo tuvimos que dirigirnos a los gerentes y supervisores de las áreas afectadas para obtener su aprobación sobre las propuestas de mejora elaboradas.

En base a lo descrito anteriormente estamos convencidos de que como ingenieros industriales tenemos que hacer uso de nuestros conocimientos profesionales para que el trabajo sea más eficiente y demostrar a la dirección, lo mismo que a la mano de obra, que todo ello es conseguido sin los inconvenientes del apresuramiento en el trabajo y sin poner en peligro la salud y el bienestar de los obreros.

Hacemos notar también que el éxito en la implantación de las técnicas de la ingeniería industrial varía según el grado de apoyo que recibamos por parte de la alta dirección y la mejor forma que encontramos para poder conseguir este apoyo es demostrando los resultados completos de los estudios a medida que éstos se van desarrollando. Evidentemente, esto implica una documentación cuidadosamente preparada para demostrar lo conseguido en aumento de la producción, reducción de los costos, mejora de la calidad, reducción de pérdidas, etcétera. Sin esta documentación el ingeniero industrial se encontrará en una situación vulnerable. Esta documentación no solamente es valiosa como medio para demostrar a otros lo

que se está realizando, sino que también es un valioso archivo personal en donde podemos contrastar nuestros progresos.

### VI.3.- El departamento de Ingeniería y los Sindicatos.

Habiendo estudiado la función que desempeña el ingeniero industrial en las relaciones laborales tanto con los gerentes y supervisores como con los operarios, pasemos ahora a analizar otra característica del factor humano que interviene en la industria moderna y del cual no hemos hecho mención, nos referimos a los Sindicatos. Para poder ejemplificar la influencia que estas organizaciones ejercen en las empresas, basta analizar lo que está sucediendo en la Planta México de la compañía G.M.M.

Como sabemos el sindicato es una asociación formada para la representación y defensa de intereses económicos comunes a todos los asociados, en este caso se defienden los intereses de los trabajadores, quienes deben tener uno o varios representantes los cuales a su vez, permanecen en contacto con los líderes del sindicato. Dentro de las funciones generales más importantes de un sindicato se encuentran:

- a) Defender los intereses de la gente que labora en la empresa, para que no sea explotada.
- b) Tratar de que se tome en cuenta al trabajador en la repartición de ganancias, utilidades y beneficios de la empresa.
- c) Checar continuamente las condiciones en las que labora el obrero, poniendo especial atención en su seguridad e higiene.

Queremos hacer mención también de la relación que existe entre los ingenieros y los miembros del sindicato en G.M.M., ya que diariamente están en contacto. Por medio de un acuerdo entre la empresa y el sindicato, se estableció que todos los estudios de mejora que se fueran a implantar, deberían primeramente ser analizados por el sindicato, el cual estudiaría lo concerniente a los impactos y afectaciones del trabajador dentro de dichos estudios.

Para que se lleve a cabo lo anterior, el departamento de ingeniería industrial debe preparar sesiones periódicas en las que expone los estudios en curso y los proyectados, explicando en qué consistirán los cambios y las afectaciones que

tendrán los operarios. De esta manera ambos grupos discuten las condiciones del trabajo y la posibilidad de otras alternativas en caso de que los impactos al trabajador no convengan con los intereses del sindicato.

Por tanto, es de suma importancia que las exposiciones de los estudios se efectúen lo más claramente posible, dejando asentado que en ningún momento se pretende afectar a los trabajadores en el desempeño de sus tareas.

Posteriormente, una vez que el sindicato ha sido informado de los estudios de mejora, también se les comunica la fecha y hora de su implantación. Ambas partes, ingeniería y sindicato, deben estar presentes cuando ésta se lleva a cabo. Cabe hacer mención que en el momento de la realización del cambio, el sindicato siempre trata de encontrar detalles que vayan en contra de la seguridad del trabajador, o condiciones inaceptables de trabajo, con el fin de obtener argumentos que demuestren que la mejora no es factible de llevarse a cabo y de esta manera llegar a cancelar los cambios.

Es por esto que tuvimos que estar atentos en cada detalle que ocurría y no permitir intimidación por parte de los miembros del sindicato, que para hacer presión acostumbran presentarse en grupos de 4 ó 5 personas. El éxito de la implantación de las mejoras dependió en gran medida de la manera en que manejamos esta situación.

Para evitar que nuestro trabajo fracasase o sea entorpecido es necesario que los estudios se fundamenten muy bien y tener bases muy sólidas para vencer cualquier posible objeción por parte del sindicato. Además, como característica personal, el ingeniero no debe perder nunca la confianza en sí mismo, ya que tiene la capacidad de demostrar con hechos los análisis que ha desarrollado para la implantación de estas mejoras.

Resumiendo, podríamos decir que si logramos manejar adecuadamente los distintos niveles jerárquicos con los que laboramos diariamente, así como a las asociaciones de trabajadores o sindicatos, el ingeniero producirá un ambiente de trabajo agradable lo cual resultará benéfico para la empresa en la cual labora ya que además de controlar al factor humano, las técnicas de trabajo propuestas se desarrollarán de una mejor manera.

#### VI.4.- La problemática del comportamiento humano.

Desde el punto de vista humano existe una cierta problemática originada por las relaciones interpersonales a las que nos enfrentamos cotidianamente, derivadas del comportamiento social de cada individuo.

En el ámbito laboral no escapamos a esta problemática. Por el contrario, debido al quehacer interdisciplinario del ingeniero industrial nos vemos obligados a entablar contacto con todos los departamentos organizacionales de la empresa, así como a relacionarnos con todos los niveles jerárquicos.

Esto implica que el profesionista de esta carrera debe estar bien preparado para saber cómo actuar y reaccionar ante las situaciones que se presentan diariamente, ya que como es sabido por todos, cada cabeza es un mundo, lo que trae consigo que cada persona piense y exprese sus opiniones de manera distinta, situándonos a veces en circunstancias incómodas o hasta molestas, llegando a provocar que nuestro esfuerzo y trabajo fracasen. Al respecto recordamos en este momento un refrán popular que versa: "el que se enoja, pierde". Por tal motivo es fundamental que aprendamos a controlar nuestras emociones y sentimientos y a conocer a cada persona con la que entablamos conversación o relación de trabajo para lograr identificar el comportamiento humano de la misma y saber cómo actuar ante ella, para beneficio de la labor que desempeñemos.

Cuando todavía somos novatos en la industria, esta problemática laboral a la cual nos enfrentamos se agudiza, y una manera de darle solución a dichos problemas es utilizar algunos de los conocimientos y teorías adquiridas sobre el comportamiento humano y las relaciones laborales. A continuación expondremos algunas anécdotas que nos sucedieron en la compañía General Motors de México S.A. de C.V., y en las cuales mostramos como utilizamos estos conocimientos y consejos de gente con mayor experiencia para poder actuar adecuadamente.

Al empezar a trabajar en cualquier empresa, el todavía estudiante o pasante de ingeniería debe enfrentarse a la competencia de los empleados con mayor antigüedad, que ven al recién llegado como una amenaza, ya que sienten el miedo de ser desplazados, por las nuevas ideas y expectativas con las que los jóvenes ingresamos. Esta situación es perfectamente superable mientras tengamos presente que el derecho que nuestros conocimientos nos otorgan no sirve para aplastar a

otros, sino para trabajar en mutua cooperación. Por ello, aplicando las técnicas del comportamiento humano lograremos entablar relaciones de compañerismo que servirán como un arma para el alcance de las metas organizacionales. Después de todo, no debemos olvidar que también ellos tienen una ventaja sobre nosotros: la experiencia y el conocimiento de la empresa, en la que todo es nuevo en ese momento para los recién egresados de la Universidad.

Cuando ingresamos a una compañía, sobre todo del ramo fabril, nos toca convivir y relacionarnos laboralmente con los trabajadores y obreros, que en su mayoría son ya mayores y que llevan realizando su trabajo algunos por más de diez años, y otros hasta por más tiempo. Ante ellos, somos los "nuevos", los que no conocemos el proceso de fabricación que ellos dominan, y por ese lado estamos en desventaja. Sin embargo, sabiendo que lo que más importa es nuestra capacidad de aprendizaje podemos demostrarles con gran éxito, pero con mucho tacto, que el tiempo en el trabajo no marca la diferencia.

Para esta situación es importantísimo conocer a cada trabajador en su individualidad y definir la manera en que él desea ser tratado, por ejemplo, hay algunos con los que si te presentas como el ignorante, te reciben muy bien, porque ellos lo que esperan es poder enseñarle a alguien todo lo que han aprendido. Con otros, por el contrario, tienes que mostrarte más enérgico, porque no están dispuestos a enseñarte nada de lo que a ellos les ha costado tantos años aprender.

También es fundamental identificar al líder informal de un grupo de trabajo, que es la persona que sin tener ninguna autoridad oficial, logra el reconocimiento de sus compañeros. De esta manera, si logramos un acercamiento real con estas personas, nos ahorraremos el tiempo que tenemos que invertir en convencer a los trabajadores de la conveniencia de las mejoras, ya que el líder informal se encarga espontáneamente de esta labor.

Sabemos de antemano que si nos acercamos a saludar a todos los operarios y entablar conversación (no sólo laboral) con ellos, verán que en el momento de implantar una mejora se les toma en consideración como seres humanos, y no solamente como un "factor" más de la producción.

A este respecto, tenemos la experiencia de la implantación de las mejoras presentadas en el capítulo cuatro, para las cuales hablamos con los involucrados y les explicamos cada fase de los estudios. Aunque claro que no siempre fue sencillo, ya que cada persona reacciona diferente, pero identificando el tipo de carácter de

cada uno y comportándonos al nivel que consideramos adecuado, basándonos en las técnicas de las relaciones laborales, fue posible la implantación de cada uno de los estudios anteriormente presentados.

Asimismo, durante el desarrollo, e inclusive durante la selección de cada estudio la participación de los trabajadores y supervisores fue latente, ya que ellos mismos aportaban ideas de mejora que a nosotros jamás se nos hubieran ocurrido. Recordando que nadie conoce mejor el trabajo que el mismo que lo realiza.

Uno de los ejemplos más significativos de su participación la obtuvimos en el diseño y fabricación de los contenedores utilizados para el abastecimiento de las partes, ya que con su ingenio, destreza y habilidad con las máquinas herramientas lograron realizar cosas sencillas y prácticas.

También, manejando un poco de psicología, aprendimos a conducir al operario a conclusiones que necesitábamos que aceptaran, sólo que por la inducción que lográbamos hacíamos parecer que los resultados fuesen de ellos. De esta manera sentían como suya la solución.

El reconocimiento de los logros en equipo es un factor motivacional importantísimo, ya que a todos nos gusta constatar que nuestro esfuerzo no es en vano. Por ello también hacíamos participar en las exposiciones de los logros a las personas involucradas, otorgando el mérito a cada quien, según les correspondía. Es gratificante ver el rostro de satisfacción de los trabajadores, al mismo tiempo que garantizas su participación en posteriores análisis.

Con respecto a los incentivos y compensaciones debimos tener cuidado en el momento de la repartición de los bonos, ya que se arma un buen lío cuando el bono es entregado a personas que realmente no participaron en la mejora. Esto llega a producir desaliento y resentimiento en los empleados, poniendo en riesgo su futura participación.

Nunca olvidar que debemos considerar todas y cada una de las sugerencias hechas por los trabajadores, sino parecerá que "el ingeniero es un sabe-lo-todo que todo lo sabe y todo lo puede solo, entonces ya no le ayudamos". Es un problema común que algunas sugerencias de los operarios no puedan ser aplicables para el estudio en cuestión, ante ello la mejor solución siempre es explicar y dejar claras las razones por las cuales su sugerencia no puede ser realizable en ese momento. En lo personal este caso se nos presentaba frecuentemente.

Quando las relaciones interdepartamentales o jerárquicas no son lo suficientemente apropiadas para crear ambientes de trabajo propicios para la filosofía de la mejora continua, es necesario hacer un juego de conexiones en el que todos se vean involucrados y mediante las herramientas psicológicas para la dinámica de las relaciones crear escapes que permitan liberar tensiones, y luego, canalizar la energía liberada para el alcance de los objetivos empresariales.

Por ejemplo, en la Planta México de la General Motors, debido al inminente cierre de las instalaciones, la tensión entre los trabajadores y empleados empezaba a incrementarse, ante esta situación la gerencia instauró una estrategia empresarial mediante la cual el sentir se ha externado en dinámicas de grupo donde se aclaran especulaciones, se liberan tensiones y se proponen mejores expectativas de trabajo.

Lo más excitante de la experiencia del cierre de planta es observar las reacciones humanas que a todos los niveles se van originando. Por ejemplo, es muy fuerte el impacto para las personas que con más de 20 o 30 años de servicio en la compañía se les comunica repentinamente que su empleo va a desaparecer. Así como también los padres de familia que preocupados por el futuro de sus hijos en unos meses van a ser desempleados. Y que inclusive los más altos jefes de la compañía también se van a encontrar en la misma situación.

A fin de apoyar a las personas afectadas, la corporación creó una estrategia cuya misión es la de laborar eficientemente hasta el último día de su operación. Para ello ha proporcionado por medio del departamento de capacitación diversos cursos y talleres, incluyendo el de la mejora continua, estableciendo que continuamente los logros se sigan alcanzando porque eso dinamiza y revitaliza una planta que, díganos, se encuentra en su etapa terminal, y casi agonizante.

He aquí un ejemplo clarísimo de la importancia del conocimiento del comportamiento humano y del impulso a las relaciones laborales, ya que todas las compañías de cualquier ramo tienen en su gente el factor fundamental para su óptimo funcionamiento. La selección, capacitación y motivación de los trabajadores y empleados son tan importantes como el mantenimiento, modernización y actualización de equipos y tecnologías de los procesos productivos. De ello depende en gran medida la competitividad y productividad de las empresas, porque sólo aprovechando al máximo todos nuestros recursos, incluyendo al humano así, como es, con todas sus potencialidades, podremos alcanzar un nivel óptimo en estos dos aspectos tan manejados en la industria moderna y consecuentemente en las variables

competitivas que se desprenden como la calidad total, la diversificación de productos, la innovación tecnológica, la información especializada, el cuidado ambiental, la producción flexible, la inteligencia financiera y el conocimiento de mercados extranjeros.

Debemos confesar que la elaboración de este capítulo nos provocó conflicto, puesto que toca nuestras fibras más sensibles. El ser humano es un ser maravilloso, que por desgracia dejamos en segundo término y como ingenieros llegamos a creer que siempre lo más importante es la tecnología y los procesos, que el hombre es el elemento mejor manipulable dentro del sistema productivo y sobre todo, no aprendemos a entablar buenas relaciones laborales y sociales, inclusive, hasta políticas, que por desgracia también son necesarias. Ante esta situación el ingeniero se encuentra en ocasiones desprotegido, porque las relaciones interpersonales son cosa de todos los días y mientras no aprendamos a manejarlas y actuar convenientemente, seguiremos encontrando obstáculos para la implantación de nuestras ideas y mejoras, ya que suelen presentarse casos en los que las soluciones flotan en el aire, pero no se implantan porque no se logra involucrar adecuadamente a la gente. De esta manera finalizamos este capítulo concluyendo que el hombre es la más grande obra de la Creación, pero su grandeza implica sencillez y complejidad a la vez, por lo tanto, no podemos manipular ni calcular friamente su comportamiento, como lo logramos con los otros factores de la producción, y que en la medida que aprendamos a convivir será el éxito de nuestro trabajo, y de nuestra vida en general.

---

# Conclusiones y Recomendaciones

---

## CONCLUSIONES.

a) Se cumplió con el objetivo planteado al principio de este trabajo, es decir los ejercicios expuestos sirvieron para implantar mejoras en la línea de ensamble de la G.M.M., mediante la aplicación de las técnicas de la Ingeniería Industrial; con ello se incrementó la productividad de esta compañía, se optimizaron de manera adecuada todos los recursos involucrados en sus procesos productivos y se redujeron sensiblemente sus costos de producción.

b) Comprobamos que la industria automotriz es una de las industrias pioneras a nivel mundial en la aplicación de las técnicas de la Ingeniería Industrial debido a la variedad y magnitud de los procesos que implica, prueba de ello es el desarrollo histórico que se expone en los capítulos uno y dos.

c) También puede concluirse que en base al desarrollo histórico presentado observamos que los principios de la Ingeniería Industrial no han cambiado, lo que va evolucionando es el enfoque de aplicación de las técnicas que proporciona.

d) Durante el desarrollo de los ejercicios mostrados en este trabajo descubrimos que para analizar y estudiar cualquier actividad no existen "manuales" que conduzcan al ingeniero paso a paso en su ejecución, sino que solo podemos observar los principios que las técnicas ingenieriles nos proporcionan, de tal manera es preponderante que desarrollemos una gran capacidad de análisis y abstracción para aplicar dichas técnicas, sin olvidar el importante papel que juega el sentido común.

e) En base a la evaluación económica expuesta en el capítulo cinco concluimos con el siguiente análisis costo-beneficio que los estudios realizados fueron rentables para la compañía. Es de notar que el beneficio supera considerablemente a los gastos realizados para la implantación de las mejoras.

Nombre del estudio	Costo	Beneficio	Diferencia
1.- Subensamble de marcos de puerta.	N\$ 6 750	N\$ 360 000	N\$ 353 250
2.- Acabado Metálico.	N\$ 13 500	N\$ 904 500	N\$ 891 000
3.- Estándares de Pintura.	N\$ 0	N\$ 540 000	N\$ 540 000
4.- Acumulador de Vestidura y Frentes.	N\$ 94 500	N\$ 540 000	N\$ 445 500
5.- Proyecto "Blazer Full Size".	N\$ 99 000	N\$1 053 000	N\$ 954 000
<b>TOTAL</b>	<b>N\$ 213 750</b>	<b>N\$3 397 500</b>	<b>N\$ 3 183 750</b>

f) Desarrollamos la habilidad necesaria para "vender" los estudios realizados a todos los niveles jerárquicos involucrados con los mismos, a fin de obtener la aprobación correspondiente para su implantación.

g) Comprobamos que a través de los planes de sugerencias e incentivos los operarios de la planta automotriz se sintieron motivados para seguir aportando ideas y continuar trabajando con mayor apremio. Nuestra labor a este respecto fue preponderante ya que la confianza que depositamos en ellos sirvió para mejorar y darle empuje a sus ideas.

h) Nos dimos cuenta de la relevancia que siempre ha tenido la industria automotriz como sector productivo en México y obviamente a nivel mundial. Hablando específicamente del país, dicha importancia se ha incrementado en este último año debido a la apertura del Tratado de Libre Comercio, además ha influido en otros aspectos económicos y sociales, como por ejemplo:

1.- En la creación de empleos tanto en forma directa como indirecta para miles de mexicanos, debido al ensamblaje de vehículos y a la fabricación de autopartes.

2.- En la promoción de la industrialización del país.

3.- En la apariencia que adquiere México como país exportador de productos de buena calidad, lo que trae consigo que capital extranjero tenga la posibilidad de venir a invertir en tierras mexicanas incrementando con ello los niveles de ingreso interno del país.

i) Demostramos la importancia de la relación Universidad-Industria que estamos seguros debe existir para elevar el nivel académico y cultural de los estudiantes mexicanos, ya que definitivamente el presente trabajo no lo hubiésemos llevado a cabo sin la cooperación de la compañía General Motors de México, S.A. de C.V. y de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C., las cuales nos brindaron el apoyo necesario y nos permitieron la realización de las prácticas requeridas para la implantación de las mejoras.

## RECOMENDACIONES.

a) Podemos recomendar este trabajo de tesis como material didáctico para los alumnos de la Universidad que estén interesados en hacer algún estudio sobre el ramo industrial automotriz, o en su defecto para intentar criticarlo y mejorarlo de alguna manera.

b) También puede ser de utilidad para la propia compañía G.M.M., como material de archivo y consulta y como fuente informativa en la capacitación del personal que ingresa a esta planta automotriz.

c) Es necesario involucrar a todos los niveles jerárquicos que actúan en una organización para que puedan efectuarse los cambios necesarios en la mejora de métodos de trabajo de dichas organizaciones ya que como observamos en el capítulo seis, es de suma importancia la cooperación de toda la gente para llegar a alcanzar todos los objetivos que se pretenden.

d) Algo que es importante mencionar y llevar a la práctica ya que ayudaría a elevar el nivel académico y la preparación de los estudiantes, es lo referente a que hubiese una relación muy estrecha entre la escuela y la industria, es decir, sería idóneo que mediante algún acuerdo de mutua cooperación la Universidad enviara a estudiantes a realizar prácticas profesionales en industrias como la G.M.M., lo cual beneficiaría también a estas últimas, ya que obtendrían gente joven con nuevas ideas y sin vicios, que podría en muchos casos levantar los niveles productivos y el prestigio de estas empresas, además esto ocasionaría un bajo costo en la capacitación del personal debido a que algunos de estos estudiantes bien podrían ser empleados más adelante.

e) Dentro de la planta industrial es importante que el ingeniero haga notar al trabajador cuál es la importancia del papel que juega como parte fundamental del proceso productivo, de esta manera lo hará sentir como un miembro importante de la gente que labora y presta su servicio para el bien de dicha empresa y consecuentemente lo motivará para que salga adelante y se supere cada día más tanto en su vida laboral como personal.

f) Recomendamos la elaboración de un programa sistemático que permita la evaluación periódica de las mejoras proyectadas para hacer más eficiente la implantación de las mismas.

g) Los ingenieros industriales requerimos una superación y actualización continua, debido principalmente a tres aspectos que son fundamentales y que siempre van a estar presentes en nuestra vida profesional:

- 1.- El constante cambio tecnológico que se presenta día con día,
- 2.- La gran variedad de funciones y actividades que desempeñamos y
- 3.- La creación de nuevas filosofías que están encaminadas al óptimo desarrollo de las empresas industriales.

h) Asimismo, debido a la globalización de economías en la cual se encuentra involucrado el país, recomendamos a toda la industria mexicana en general que no solo domine las tres variables clásicas de la competitividad, que son: tecnología, productividad y precio; sino que también debe manejar eficientemente otras características competitivas que han surgido en los últimos años, las cuales se enlistan a continuación:

- Calidad total.
- Diferenciación del producto, derivada de un proceso de innovación tecnológica constante.
- Incorporación de los consumidores y sus necesidades en la toma de decisiones estratégicas.
- Información especializada.
- Cuidado ambiental.
- Capacidad de respuesta a situaciones de mercado cambiantes.
- Producción flexible.
- Inteligencia financiera y
- Vinculación con mercados externos.

A manera de resumen y para terminar este apartado sólo diremos que las conclusiones y recomendaciones antes expuestas justifican la importancia que tuvo la elaboración de este proyecto en el cual por medio de la utilización de las técnicas de la Ingeniería Industrial más adecuadas se lograron cumplir con los planes proyectados en un principio referidos al análisis, estudio e implantación de mejoras en algunas áreas de la línea de ensamble de la empresa automotriz General Motors de México, S.A. de C.V., habiéndonos dejado una grata experiencia personal ya que llevamos a la práctica lo aprendido teóricamente en nuestra formación profesional fortaleciéndose aún más nuestros conocimientos, y comprobamos que la aplicación de los mismos permite el logro de beneficios reales que se hacen notar en aspectos organizacionales, de calidad, de productividad y económicos, entre otros.

---

# Apéndice A

Producción mundial y nacional de vehículos.

---

**WORLD - PRODUCTION 1990-1991**

**Production by Country for the Top 40 Manufacturers**

Rank		1990			1991		
		Passenger Cars	Commercial Vehicles	Total	Passenger Cars	Commercial Vehicles	Total
<b>1 GENERAL MOTORS</b>							
	G M - U.S.	2,755,284	1,467,249	4,222,533	2,466,026	1,224,541	3,720,547
	G M - Canada	462,277	329,172	791,449	486,540	315,525	822,125
	Opel - W. Germany	1,029,935	18,817	1,048,772	980,525	13,955	994,922
	Lotus - U.K.	2,142	0	2,142	2,240	0	2,240
	Vauxhall - U.K.	256,293	19,073	275,065	255,733	6,301	262,034
	G M - Spain	366,832	0	366,832	392,116	0	392,116
	G M - Brazil	164,198	39,126	203,324	182,012	34,623	198,035
	G M - Mexico	73,775	62,311	136,086	125,663	66,651	192,514
	G M-Holden-Australia	80,677	5,036	85,113	87,384	4,212	71,514
	<b>TOTAL</b>	<b>5,220,633</b>	<b>1,941,394</b>	<b>7,162,227</b>	<b>4,966,659</b>	<b>1,666,076</b>	<b>6,634,735</b>
<b>2 FORD</b>							
	Ford - U.S.	1,377,351	1,365,077	2,762,428	1,171,685	1,256,558	2,428,233
	Ford - Canada	385,232	131,432	516,664	321,686	124,142	426,228
	Ford - W. Germany	594,330	0	594,330	633,097	0	633,297
	Ford - Belgium	311,803	73,469	385,263	253,451	84,170	337,651
	Ford - U.K.	339,597	140,836	470,233	339,270	127,774	467,044
	Ford - Spain	334,418	0	334,418	341,322	0	341,322
	Ford - Brazil	99,055	47,877	146,932	107,529	43,483	151,012
	Ford - Mexico	134,591	35,903	170,494	167,254	55,519	222,123
	Ford - Australia	126,441	8,133	134,574	97,445	7,482	104,928
	Ford - Argentina	13,413	5,872	19,285	16,334	7,153	23,417
	<b>TOTAL</b>	<b>3,706,231</b>	<b>1,620,390</b>	<b>5,324,621</b>	<b>3,452,039</b>	<b>1,686,321</b>	<b>5,138,360</b>
<b>3 TOYOTA</b>							
	Toyota - Japan	3,345,885	866,488	4,212,373	3,180,054	928,027	4,235,281
	Toyota - U.S.	321,523	0	321,523	298,247	2,535	301,062
	Toyota-Canada	60,804	0	60,804	6,842	0	67,643
	Toyota - Australia	63,882	0	63,882	5,217	0	62,217
	Toyota - Brazil	192	4,892	5,021	218	6,478	6,626
	<b>TOTAL</b>	<b>3,792,286</b>	<b>871,387</b>	<b>4,663,673</b>	<b>3,597,179</b>	<b>614,040</b>	<b>4,511,219</b>
<b>4 VOLKSWAGEN</b>							
	V.W. - W. Germany	1,508,618	69,526	1,598,346	1,462,557	113,439	1,576,026
	V.W. Audi - W. Germany	421,376	0	421,376	450,319	0	450,319
	V.W. - Argentina	7,893	280	8,173	7,472	0	7,472
	V.W. - Brazil	249,850	38,960	288,813	251,605	41,642	293,445
	V.W. - Mexico	180,599	10,295	190,854	197,078	11,823	212,521
	Seat - Spain	505,336	0	505,336	552,212	0	552,212
	<b>TOTAL</b>	<b>2,873,859</b>	<b>139,063</b>	<b>3,012,932</b>	<b>2,921,481</b>	<b>165,952</b>	<b>3,068,433</b>
<b>5 NISSAN</b>							
	Nissan - Japan	2,020,523	396,487	2,417,010	1,945,173	385,770	2,330,943
	Nissan Diesel - Japan	0	61,693	61,693	0	62,529	62,529
	Nissan - Mexico	98,650	38,678	137,568	98,151	44,273	142,824
	Nissan - Australia	46,328	0	46,328	33,781	0	33,781
	Nissan Motor Iberica - Spain	0	79,662	79,662	0	70,992	70,992
	Nissan - U.K.	76,190	0	76,190	124,655	0	124,655
	Nissan - U.S.	65,844	133,404	235,246	133,525	121,519	265,024
	<b>TOTAL</b>	<b>2,337,555</b>	<b>716,124</b>	<b>3,053,679</b>	<b>2,332,276</b>	<b>692,483</b>	<b>3,025,759</b>

Data compiled by AAMA from various sources. Information was obtained from published reports issued by various vehicle associations outside the U.S. and from a number of other sources considered reliable. Because of the numerous complex factors involved in determining this worldwide ranking, AAMA does not assume responsibility for the above classification.

## WORLD - PRODUCTION 1990-1991 (continued)

Rank	Production by Country for the Top 40 Manufacturers						
	1990			1991			
	Passenger Cars	Commercial Vehicles	Total	Passenger Cars	Commercial Vehicles	Total	
6	<b>PSA</b>						
	Peugeot-France	1,267,920	81,439	1,369,359	1,125,527	71,673	1,197,200
	Citroen-France	689,865	93,259	783,224	710,450	72,700	783,160
	Sevel PSA-Italy	0	67,124	67,124	0	65,400	65,400
	Peugeot/Citroen-Spain	364,706	0	364,706	333,484	0	333,484
	Peugeot/Talbot-U.K.	116,548	94	116,642	87,903	0	87,903
	<b>TOTAL</b>	<b>2,459,139</b>	<b>241,916</b>	<b>2,701,055</b>	<b>2,257,454</b>	<b>209,773</b>	<b>2,467,227</b>
7	<b>RENAULT</b>						
	Renault-France	1,316,930	299,174	1,616,104	1,351,647	276,462	1,630,109
	Renault-Argentina	24,942	1,784	26,696	30,105	4,847	34,752
	Fasa-Renault-Spain	374,562	0	374,562	374,069	0	374,069
	Renault RVI-Spain	0	2,853	2,853	0	2,765	2,765
	Renault-U.K.	0	1,207	1,207	0	915	915
	Mack-U.S.	0	15,243	15,243	0	10,390	10,390
	Mack-Canada	0	1,742	1,742	0	1,237	1,237
	<b>TOTAL</b>	<b>1,665,434</b>	<b>321,978</b>	<b>1,987,407</b>	<b>1,705,821</b>	<b>296,416</b>	<b>2,004,237</b>
8	<b>HONDA</b>						
	Honda-Japan	1,223,389	160,322	1,383,711	1,215,054	143,361	1,358,415
	Honda-Canada	105,949	0	105,949	99,150	0	99,150
	Honda-U.S.	435,437	0	435,437	451,199	0	451,199
	<b>TOTAL</b>	<b>1,764,775</b>	<b>160,322</b>	<b>1,925,097</b>	<b>1,765,403</b>	<b>143,361</b>	<b>1,908,764</b>
9	<b>FIAT</b>						
	Fiat-Italy	1,025,414	7,850	1,033,264	1,182,925	6,921	1,189,856
	Lancia-Italy	165,702	0	165,702	120,623	0	120,623
	Autobianchi-Italy	144,464	0	144,464	126,549	0	126,549
	Iveco-Italy	0	98,040	98,040	0	93,820	93,820
	Sevel-Fiat-Italy	0	72,645	72,645	0	77,847	77,847
	Fiatan-Italy	4,292	0	4,292	4,589	0	4,589
	Iveco-Argentina	0	574	574	0	845	845
	Fiat-Brazil	182,577	61,091	243,668	192,140	63,416	255,556
	Iveco-Pegaso-Spain	0	5,329	5,329	0	4,759	4,759
	Iveco-Megris-W. Germany	0	16,881	16,881	0	14,109	14,109
	<b>TOTAL</b>	<b>1,805,446</b>	<b>260,610</b>	<b>2,066,056</b>	<b>1,636,838</b>	<b>261,717</b>	<b>1,898,555</b>
10	<b>CHRYSLER</b>						
	Chrysler-U.S.	726,742	526,502	1,253,244	510,147	563,703	1,073,850
	Chrysler-Canada	24,676	368,413	393,089	17,865	388,753	406,318
	Chrysler-Mexico	107,827	50,133	166,960	132,498	61,533	194,121
	<b>TOTAL</b>	<b>859,245</b>	<b>954,048</b>	<b>1,813,293</b>	<b>660,510</b>	<b>1,014,089</b>	<b>1,674,289</b>
11	<b>MITSUBISHI</b>						
	Mitsubishi-Japan	633,265	499,673	1,332,938	914,178	491,469	1,405,647
	Mitsubishi-Australia	41,317	0	41,317	35,492	0	35,492
	Mitsubishi-U.S.	148,379	0	148,379	153,936	0	153,936
	<b>TOTAL</b>	<b>1,022,961</b>	<b>499,673</b>	<b>1,522,634</b>	<b>1,103,606</b>	<b>491,469</b>	<b>1,595,075</b>

Data compiled by AAMA from various sources. Information was obtained from published reports issued by various vehicle associations outside the U.S. and from a number of other sources considered reliable. Because of the numerous complex factors involved in determining this worldwide ranking, AAMA does not assume responsibility for the above classification.

## WORLD - PRODUCTION 1990-1991 (continued)

Rank	Production by Country for the Top 40 Manufacturers					
	1990			1991		
	Passenger Cars	Commercial Vehicles	Total	Passenger Cars	Commercial Vehicles	Total
12. MAZDA						
Mazda-Japan	1,118,036	304,588	1,422,624	1,055,400	300,541	1,355,941
Mazda-U.S.	184,428	0	184,428	165,314	0	165,314
TOTAL	1,302,464	304,588	1,607,052	1,220,714	300,541	1,551,255
13. SUZUKI						
Suzuki-Japan	511,832	327,137	838,969	531,343	326,925	858,268
Suzuki-Canada	2,577	3,566	6,143	10,785	0	22,531
Suzuki-Motor-Spain	0	27,275	27,275	0	31,970	31,970
TOTAL	514,409	357,978	872,387	542,128	379,950	912,778
14. DAIMLER-BENZ						
Mercedes-Benz-W. Germany	574,191	158,532	732,723	575,547	177,843	753,390
Mercedes-Benz-Argentina	0	2,759	2,759	0	3,249	3,249
Mercedes-Benz-Brazil	0	31,164	31,164	0	21,484	41,484
Mercedes-Benz-Spain	0	22,175	22,175	0	28,035	28,035
Mercedes-Benz-Mexico	0	5,723	5,723	0	9,270	9,270
Mercedes-Benz-U.S.	0	1,810	1,810	0	1,293	1,293
Freightline-U.S.	0	22,243	22,243	0	22,981	22,981
Freightline-Canada	0	2,310	2,310	0	1,496	1,496
TOTAL	574,191	246,518	820,707	575,547	285,851	861,198
15. HYUNDAI						
Hyundai-S. Korea	557,683	118,384	676,067	641,350	125,740	767,090
Hyundai-Canada	27,409	0	27,409	28,201	0	28,201
TOTAL	585,092	118,384	703,476	669,551	125,740	795,291
16. VAZ - C I S	736,000	13,000	749,000	675,000	12,000	687,000
17. DAIHATSU - Japan	373,110	263,339	636,449	420,315	250,168	670,481
18. FUJI						
Fuji-Subaru-Japan	318,585	167,174	518,759	330,107	198,226	528,333
Subaru-Isuzu-U.S.	32,461	34,499	66,960	57,945	55,352	116,297
TOTAL	352,046	231,673	583,719	388,052	256,578	644,630
19. BMW-W. Germany	499,823	0	499,823	536,003	0	536,003
20. ISUZU-Japan	202,347	360,847	563,194	130,447	340,503	470,950
21. KIA - S. Korea	222,125	174,200	396,325	259,794	165,522	425,296
22. ROVER GROUP						
Austin Rover-U.K.	417,351	14,710	432,061	359,951	5,365	365,316
Land Rover-U.K.	47,261	21,210	68,471	35,673	18,915	54,588
TOTAL	464,612	35,920	500,532	395,624	24,280	419,907
23. VOLVO						
Volvo-Sweden	248,497	42,647	291,144	189,065	42,357	232,422
Volvo-The Netherlands	121,300	0	121,300	84,709	0	84,709
Volvo-Brazil	0	4,936	4,936	0	4,318	4,318
Volvo-Canada	8,081	0	8,081	7,661	7,661	7,661
Volvo GM-U.S.	0	15,765	15,765	0	13,979	13,979
TOTAL	377,878	63,349	441,227	281,435	68,154	343,089

Data compiled by AAMA from various sources. Information was obtained from published reports issued by various vehicle associations outside the U.S. and from a number of other sources considered reliable. Because of the numerous complex factors involved in determining the worldwide ranking, AAMA does not assume responsibility for the above classification.

## WORLD - PRODUCTION 1990-1991 (continued)

Rank	Production by Country for the Top 40 Manufacturers					
	1990			1991		
	Passenger Cars	Commercial Vehicles	Total	Passenger Cars	Commercial Vehicles	Total
24. GAZ - C.I.S.	72,000	249,000	321,000	69,000	199,000	268,000
25. DAEWOO - S. Korea	184,795	16,240	201,035	161,482	12,330	203,792
26. ALFA ROMEO - Italy	223,640	0	223,640	174,830	0	174,830
27. SKODA - Czechoslovakia	187,161	0	187,161	172,074	0	172,074
28. ZAZ - C.I.S.	139,000	0	139,000	139,030	0	139,030
29. FSM - Poland	203,642	0	203,642	127,878	0	127,878
30. SECOND AUTO WORKS - China	0	107,952	107,952	0	122,475	122,475
31. SAAB-SCANIA						
Saab - Sweden	87,356	0	87,356	80,368	0	80,368
Scania - Sweden	0	31,756	31,756	0	31,802	31,802
Scania - Argentina	0	701	701	0	668	668
Scania - Brazil	0	5,725	5,725	0	6,001	6,001
TOTAL	87,356	38,194	125,550	80,368	38,771	119,137
32. ZASTAVA - Yugoslavia	178,826	9,916	188,742	95,169	10,189	106,358
33. AZLK - C.I.S.	106,000	0	106,000	105,000	0	105,000
34. PROTON - Malaysia	85,613	0	85,613	99,300	0	99,300
35. HINO - Japan	0	100,417	100,417	0	90,269	90,269
36. FIRST AUTO WORKS - China	0	69,358	69,358	0	82,500	82,500
37. REVOZ - Yugoslavia	70,367	799	71,166	77,626	971	78,597
38. NAVISTAR						
Navistar - U.S.	0	70,076	70,076	0	63,925	63,925
Navistar - Canada	0	8,515	8,515	0	6,701	6,701
TOTAL	0	78,591	78,591	0	70,626	70,626
39. SEVEL - Argentina	34,859	6,448	41,307	57,202	7,589	64,791
40. FSO - Poland	80,248	14,000	94,248	40,200	5,742	45,942
TOTAL 40 MANUFACTURERS...	35,366,407	10,795,609	46,162,016	33,956,771	10,377,899	44,334,670
OTHERS	739,119	1,444,119	2,183,238	896,879	1,462,882	2,161,761
TOTAL WORLD	36,105,526	12,239,728	48,345,254	34,853,650	11,840,781	46,694,431

Data compiled by AAMA from various sources. Information was obtained from published reports issued by various vehicle associations outside the U.S. and from a number of other sources considered reliable. Because of the numerous complex factors involved in determining this worldwide ranking, AAMA does not assume responsibility for the above classification.

EMPRESA:	AÑO		ACUMULADO	
	1994	1993	ENERO - JUNIO	1993
M-400	11	0	118	0
P-350 137' CHASIS R.S. (5000 KG)	97	45	613	825
TOTAL EMPRESA	1,511	1,045	7,426	8,177
GENERAL MOTORS DE MEX., S.A. C.V.				
C-3500 135' CABINA R.D. (5200 KG)	748	844	3,985	4,631
P-30 137' CHASIS R.D. (4636 KG)	515	128	1,011	1,203
TOTAL EMPRESA	1,263	1,072	4,999	5,834
TOTAL CAMIONES CLASE 3	3,289	2,831	16,603	16,683

VENTA DE CAMIONES CLASE 7				
CHRYSLER DE MEXICO, S.A.				
RAM - 8500	515	458	2,743	2,891
FORD MOTOR CO., S.A. DE C.V.				
F - 700 *	236	0	863	0
TOTAL CAMIONES CLASE 7	751	458	3,436	2,891
TOTAL VENTA DE CAMIONES	16,824	14,738	86,204	92,703

\* UNIDADES IMPORTADAS

1) Resto: 138 unidades en enero

2) Resto: 126 unidades en enero

RESUMEN

VENTA DE CAMIONES POR CLASE	AÑO		ACUMULADO					
	1994	1993	ENERO - JUNIO	1993				
USOS MÚLTIPLES	2,822	19.2	4,817	32.7	21,228	24.8	26,426	28.5
CLASE 1	3,318	23.8	2,808	19.5	16,415	19.0	18,477	19.9
CLASE 2	5,374	32.9	3,022	20.7	29,824	34.4	29,047	30.3
CLASE 3	3,289	20.3	2,831	17.9	15,503	18.0	16,883	18.2
CLASE 7	751	4.7%	458	3.3	3,436	4.0	2,891	3.1
TOTAL	16,824	100.0	14,738	100.0	86,204	100.0	92,703	100.0

PRODUCCION NACIONAL MENSUAL DE VEHICULOS

Junio y acumulado enero-junio, 1993-1994

EMPRESAS:	AÑO		ACUMULADO	
	1994	1993	ENERO - JUNIO	1993
PRODUCCION DE AUTOMOVILES Y CAMIONES				
CHRYSLER DE MEXICO, S.A.				
SHADOW 3 puertas	0	811	2,972	3,907
4 puertas	85	1,464	7,134	9,813
TOTAL MODELO	85	2,275	10,106	13,720
SPIRIT 4 puertas	2,217	1,838	8,373	13,704
SPIRIT R/T	208	430	1,522	3,246
TOTAL MODELO	2,425	2,377	9,895	16,950

EMPRESAS:	JUNIO		ACUMULADO ENERO - JUNIO	
	1984	1983	1984	1983
LE BARON 4 puertas	95	144	677	1,406
NEW YORKER 4 puertas	0	155	217	834
NEON 4 puertas	1,876	0	5,540	0
PHANTOM 2 puertas	0	104	715	1,090
AUTOMOVILES	4,463	5,065	27,150	34,000
RAM 2500	737	218	4,612	2,383
RAM 4x4	0	201	0	700
RAM 1500	743	289	4,430	2,286
RAM CHARGER	239	633	1,626	5,231
RAM 3600	492	531	3,079	2,912
DM-360	0	27	0	32
RAM 8500	395	470	2,658	3,125
CAMIONES	2,808	2,367	16,605	18,658
TOTAL EMPRESA	7,688	7,432	43,768	60,487
<b>FORD MOTOR CO., S.A. DE C.V.</b>				
GHIA 4 puertas	0	561	5,736	7,226
TOPAZ 2 puertas	0	0	0	243
4 puertas	0	1,540	9,247	14,779
TOTAL MODELO	0	1,540	9,247	15,022
COUGAR 2 puertas	90	145	1,518	2,997
GRAND MARQUIS 4 puertas	836	181	3,490	5,446
THUNDERBIRD 2 puertas	97	105	1,238	1,967
AUTOMOVILES	723	2,532	21,237	32,658
F-150	886	340	3,681	4,122
F-250	1,730	676	6,150	8,127
F-350	1,562	659	5,923	7,478
F-350	50	60	506	789
M-450	0	0	201	0
CAMIONES	4,228	1,735	16,461	20,514
TOTAL EMPRESA	4,941	4,247	37,499	63,172
<b>GENERAL MOTORS DE MEX., S.A.C.V.</b>				
CAVALIER 2 puertas	620	663	5,518	4,151
4 puertas	1,762	1,187	9,089	8,993
TOTAL MODELO	2,402	1,830	14,607	13,144
Z-24	375	363	2,077	2,658
CUTLASS 2 puertas	39	30	370	389
4 puertas	67	642	3,662	5,640
TOTAL MODELO	106	872	4,232	6,029
EUROSPORT 2 puertas	181	204	1,029	1,733
4 puertas	228	233	1,363	2,292
TOTAL MODELO	407	437	2,392	4,025
CENTURY 4 puertas	314	505	1,916	2,634
AUTOMOVILES	3,604	4,027	25,224	29,490
BLAZER	0	726	3,603	3,297
MAXI-CAB	0	287	0	1,393
C-15	833	0	3,760	0

EMPRESAS:	JUNIO		ACUMULADO ENERO - JUNIO	
	1984	1983	1984	1983
C-20	780	1,757	6,945	11,959
SUBURBAN	940	1,105	4,475	8,512
C-35	282	782	4,348	4,718
PANEL 30	501	0	1,070	142
CAMIONES	3,325	4,717	24,204	28,019
<b>TOTAL EMPRESA</b>	<b>6,828</b>	<b>8,744</b>	<b>48,428</b>	<b>66,509</b>
<b>NISSAN MEXICANA, S.A.C.V.</b>				
TSURU 2 puertas	745	0	4,581	493
4 puertas	5,790	7,921	30,818	44,917
<b>TOTAL MODELO</b>	<b>6,535</b>	<b>7,921</b>	<b>44,399</b>	<b>45,410</b>
TSUBAME	871	1,837	3,539	7,907
TSURU OSR 2000	22	0	735	1,256
AUTOMOVILES	7,228	8,858	48,773	54,573
PICK UP	2,690	1,431	8,144	8,072
CHASIS	790	1,801	9,931	10,718
ICHI VAN	0	536	0	3,082
CAMIONES	3,406	3,868	18,075	21,950
<b>TOTAL EMPRESA</b>	<b>10,714</b>	<b>13,726</b>	<b>86,848</b>	<b>76,473</b>
<b>VOLKSWAGEN DE MEXICO, S.A.C.V.</b>				
GOLF 2 puertas	562	2	2,536	135
4 puertas	1,150	2,083	13,452	9,880
<b>TOTAL MODELO</b>	<b>1,712</b>	<b>2,085</b>	<b>15,988</b>	<b>9,815</b>
GOLF GTI	103	84	591	300
JETTA 4 puertas	4,110	1,312	17,795	5,389
SEDAN 2 puertas	6,364	7,886	45,353	53,045
AUTOMOVILES	14,318	11,187	79,727	68,536
COMBI	456	3	2,253	364
PANEL	850	54	3,850	6,157
CAMIONES	1,308	57	5,903	6,521
<b>TOTAL EMPRESA</b>	<b>18,823</b>	<b>11,244</b>	<b>88,830</b>	<b>78,089</b>
<b>TOTAL PRODUCCION</b>	<b>48,306</b>	<b>45,413</b>	<b>283,389</b>	<b>311,830</b>

RESUMEN

VEHICULOS POR SEGMENTO	JUNIO		ACUMULADO ENERO - JUNIO	
	1984	1983	1984	1983
	UNIDADES	%	UNIDADES	%
AUTOMOVILES	30,358	67.00	32,989	71.94
CAMIONES	14,950	33.80	12,744	28.06
<b>TOTAL</b>	<b>45,308</b>	<b>100.00</b>	<b>45,733</b>	<b>100.00</b>

---

# Apéndice B

Formatos de las técnicas de Ingeniería Industrial

---





**CALIDAD C. T. S.**  
CHECKING FIXTURE  
CONFORMANCA DE SUBENSAMBLÉS C/Y

	SEMANA ACTUAL	SEMANA ANTERIOR
DASH PANEL	51,7	63,1
MCO. PTA. CABINA	57,1	48,1
MCO. PTA. SUBURBAN	42,5	40,8
PTAS. DELANTERAS	58,9	58,1
PTAS. TRASERAS	60,0	60,0
MCO. 5a. PUERTA	78,5	40,0
SIM. SALPICADERA	70,0	34,0

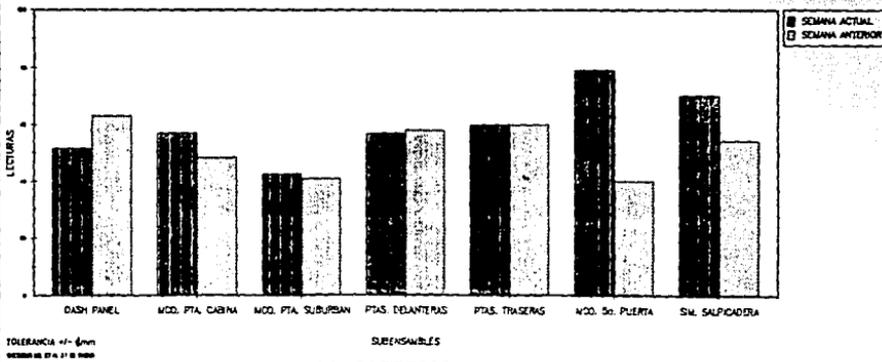


Figura 4.1.1

FALLA DE ORIGEN

TABLA DE COMBINACION DE TRABAJO ESTANDARIZADO

DEPTO.	SECC.	OPER.	SUCESIVO	MARCO	FECHA	TIEMPO		TIEMPO	
						ACTUAL	ESTANDAR	TIEMPO	TIEMPO
25	14	05							
No.	ELEMENTO DE TRABAJO		TIEMPO		CENT. MIN.				
1	Cál. ref. en el tubo 1-10		0.46						
2	Análisis p. en el tubo 1-10		0.59						
3	Cál. ref. en el tubo 1-10		0.59						
4	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
5	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
6	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
7	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
8	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
9	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
10	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
11	Análisis p. en el tubo 1-10		1.0						
12	Análisis p. en el tubo 1-10		0.93						
13	Análisis p. en el tubo 1-10		1.02						
14	Análisis p. en el tubo 1-10		0.81						
15	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
16	Análisis p. en el tubo 1-10		0.73						
TOTAL			27-55	4.24					

Figura 4.14





GENERAL MOTORS DE MEXICO S.A. DE C.V.  
 PLANTA MEXICO  
 INGENIERIA DE MANUFACTURA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

HOJA DE ANALISIS ERGONOMICO  
 CARROCERIAS EN BLANCO

Form-91

SECCION:  
 ESTACION  
 DEPTO:

NOMBRE DEL OPERARIO

EDAD

ELEMENTO	INDICADORES	OBSERVACIONES
ESPACIO DEL TRABAJO	- ALCANCE HORIZONTAL	
	- ALCANCE VERTICAL	
	- ALTURA SUP. TRABAJO	
	- ESPACIO PERIFERICO	
	- TORSION	
POSTURA DEL TRABAJO	- POSIC. SEGM. SUP. DEL CUERPO	
	- INCLIN. AL FRENTE	
	- INCLIN. S. LATERALES	
	- CUCLILLAS	
INDICADO- RES	- BRAZOS ELE VADOS	
	- INCHADIBILIDAD	
	- AYUDAS P. DEXTRON	
	- SOMBRES	
CONTROLES	- TOPOGRAFIA	
	- DIST. DE LECTURA	
	- ALCANCE	
	- IDENTIFICACION	
TRABAJO MANUAL	- OP. N. HABITUAL	
	- AMPLIT. DE MOVIM.	
	- TAMAÑO MANGOS	
	- FRECUENCIA	
	- FUERZA APLIC.	
LEVANTAM DE CARGAS	- ANGO. DE BIENICA	
	- HERRAMIENTAS	
	- CONTRACC. MUSC.	
	- TAMAÑO	
ILUMINAC	- PESO	
	- AGARRADERA	
	- APOYO	
	- EXP. ESTRECHOS	
CALOR	- DURACION ACARBO	
	- ILUMINACION GRAL.	
	- ILUMINACION PUESTO	
CALOR	- BRILLOS DIRECTA O REFLEJOS	
	- CARGA FISICA DE TRABAJO	
	- VESTIMENTA	
	- HUMEDAD	

FMS 2/11

AFIRMEC 14

FORMACION DE LAS TECNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

MEDIANO 1000000000





GENERAL MOTORS DE MEXICO S.A. DE C.V.  
 PLANTA MEXICO  
 INGENIERIA DE MANUFACTURA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

HOJA DE ANALISIS ERGONOMICO  
 CARROCERIAS EN BLANCO

Form-91

SECCION:  
 ESTACION  
 DEPTO:

NOMBRE DEL OPERARIO

EDAD

ELEMENTO	INDICADORES	OBSERVACIONES
ESPACIO DEL TRABAJO	- ALCANCE HORIZONTAL	
	- ALCANCE VERTICAL	
	- ALTURA SUP. TRABAJO	
	- ESPACIO PERIFERICO	
	- TORSION	
POSTURA DEL TRABAJO	- POSIC. SEGM. SUP. DEL CUERPO	
	- INCLIN. AL FRENTE	
	- INCLIN. S. LATERALES	
	- CUCLILLAS	
INDICADO- RES	- BRAZOS ELE VADOS	
	- INCHADIBILIDAD	
	- AYUDAS P. DECTACION	
	- SENSORES	
CONTROLES	- TOPOGRAFIA	
	- DIST. DE LECTURA	
	- ALCANCE	
	- IDENTIFICACION	
TRABAJO MANUAL	- OP. N. HABITUAL	
	- AMPLIT. DE MOVIM.	
	- TAMAÑO MANGOS	
	- FRECUENCIA	
	- FUERZA APLIC.	
LEVANTAM DE CARGAS	- ANGO. DE BIENICA	
	- HERRAMIENTAS	
	- CONTRACC. MUSC.	
	- TAMAÑO	
ILUMINAC	- PESO	
	- AGARRADERA	
	- APOYO	
	- EXP. ESTRECHOS	
CALOR	- DURACION ACARBO	
	- ILUMINACION GRAL.	
	- ILUMINACION PUESTO	
CALOR	- BRILLOS DIRECTA O REFLEJOS	
	- CARGA FISICA DE TRABAJO	
	- VESTIMENTA	
	- HUMEDAD	

FMS 2/11

AFIRME: LA

FORMACION DE LAS TECNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

MEDIANO 100 000 000





---

# Apéndice C

Hojas de descripción de las operaciones.

---



PAD	D/C	PRODUCT ASSEMBLY DOCUMENT GENERAL MOTORS DE MEXICO		RESPONSIBLE	CODE	ISSUE DATE	PRINT DATE

VISTA A

VISTA B

VISTA C

LEER LA INSTRUCCION  
LEER EL DISEÑO

REV	DATE	REVISION HISTORY	AUTH	PLANT USE

REF	MIX	1984	PRODUCT	91

PLANT	PLANT	PAGE









PAD		OC	RESPONSIBLE		CODE	ISSUE DATE	PRINT DATE		
<p style="text-align: center;"><b>PRODUCT ASSEMBLY DOCUMENT</b> GENERAL MOTORS DE MEXICO</p>								<p style="text-align: center;">PLANT USE</p>	
								REV	DATE
				REF	PLANT	PAGE			
				W S C	PLANT MEXICO				
					P A D				
			OPERATION TITLE						

FALLA DE ORIGEN







---

# Apéndice D

Estudios de tiempos.

---

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
**DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES**  
**HOJA DE OBSERVACION**

ELEM. No.	ELEMENTOS Y PUNTOS DE OBSERVACION	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM. HORAS/DIA	FREQ. OPERACIONES	Tiempo Operacion			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	CAMINA POR REF. BISAGRA DE PUERTA A CONTENEDOR (APROX. 30) 3 VECES X T	12	9	11	12	12	10	12							78	11.14	3XT	33.42
2	TOMA REFZO. ISO Y DER. Y COLCA EN CONTENEDOR 3 VECES X T	30	29	30	32	30	30	33							142	20.2	3XT	60.6
3	CAMINA POR RELLENO BASTIDOR BISAGRA A CONTENEDOR (APROX 50) 2 VECES X T	16	18	16	15	19	16	16							116	16.5	2XT	33.0
4	TOMA RELLENO BAST. BISAGRA Y COLCA EN CONTENEDOR 2 VECES X T	33	34	33	36	40	37	36							133	19	2XT	38.0
5	REGRESA A SU LUGAR DE TRABAJO	42	41	41	44	49	45	47							60	8.5	2XT	17.0
6	TOMA RELLENO B.B. Y COLCA EN HERRAMENTAL I/D	12	9	10	12	10	12	15							80	11.4	1	11.4
7	TOMA REFZO BISAGRA ISO Y COLCA EN HTAL. ACCIONADO CAMPS MANUALES	23	19	24	28	20	24	29							87	12.4	1	12.4
8	TOMA REFZO BISAGRA DER. Y COLCA EN HTAL. ACCIONADO CAMPS MANUALES	36	35	35	39	30	36	41							85	12.1	1	12.1
9	TOMA PUNTERADORA Y REALOMODA	45	47	48	45	43	45	49							73	10.4	1	10.4
10	APLICA PUNTOS (2) EN REFZO BISAGRA CON RELLENO B. L.I.	61	62	58	54	55	55	59							79	11.2	1	11.2
11	REALOMODA Y APLICA PUNTOS (2) EN REFZO BISAGRA CON RELLENO B. L.I.	70	69	65	60	64	61	66							51	7.2	1	7.2
12	DEJA PUNTERADORA Y COLCA SUBITAMBLE EN CONTENEDOR	79	75	73	72	75	73	79							71	10.1	1	10.1
13	CAMINA A BANCO DE TRABAJO	12	11	12	12	11	12	13							35	11.66	3XT	34.98
14	TOMA SELLADOR 304 Y ARUCA EN ESTERILIZADOR DE REFZO. BISAGRA DE PTA CABINA	25	21	24	10	13	11	10	12						91	11.3	1	11.66
15	TOMA REFZO. BISAGRA Y COLCA A LA ISO DEL CONTENEDOR	29	25	28	15	18	17	14	17						38	4.7	1	4.7
16	TOMA REFZO. BISAGRA Y LOS LLEVA A CONTENEDOR EN HTAL. DE APROX (30) 2 V. X T	04	04	04	05	06	06	04	05						88	29	1	29.0

OBSERVACIONES:

1. TIEMPO NETO POR PIEZA

2. CANTIDAD DE OPERACIONES

3. TIEMPO NETO POR PIEZA

MATERIAL	HERRAMENTAL D.I.A	DESCRIPCION DE LA OPERACION: SUBITAMBLE REFZO BISAGRA CON RELLENO BAST. BISAGRA Y SUERTIDO DE MATEGUA D.I	DEPARTAMENTO: CARROCERIA BLANCO	No. DE OPERACION: 051406
ORA DE LA PZA		NOMBRE DE LA PARTE	PRODUCTO	FECHA
PESO DE LA PZA		PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION		20/ Dic / 91
OPERARIO (S) OBSERVADO (S):	(1) 2. 1º y 2º TERN	HORAS DE OBSERVACION	DE 6:00 A 17:30	

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

APENDICE DI

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (mins)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC T	T NETO PZA/LEMA		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
17	CAMINA A CONTENEDOR, TOMA MATERIAL REFO. BIAGRA (APROX. 40) SUBURBAN	16	15	16										47	15.6	1T	15.6
18	ACOMODA A LO LARGO DEL CONTENEDOR APROX. 20 REPOS. BIAGRA APILADOS EN 2 CAMINA POR MANILERA Y JALA, REALCOMO	52	59	53										112	37.3	1T	37.3
19	APLICA SELLO 216 A REFO. BIAGRA PARTE INFERIOR	65	68	67										41	13.6	1T	13.6
20	DEJA PISTOLA	13	14	14										7	7.6	1	7.6
21	APILA MATERIAL Y ACOMODA EN EL MISMO CONTENEDOR	6	7	8	8	6	9	7	8	8	7	7	9	76	7.6	1	7.6
22	LLEVA MATERIAL A HEER. DI	83	88	86	17	16	18	18	18	17	16	16	9	10	9.9	1T	9.9
23	REGRESA A SU LUGAR DE TRABAJO. SUBURB	12	11	11	7	10	9	11	10	9	10	9	9	455	45.5	1T	45.5
24	CAMINA POR MATERIAL REFO. CINTURON Y COLOCA EN HERRAMENTAL 3V X T	132	135	134	62	60	62	64	60	61	62	46	46	187	18.7	1T	18.7
25	CAMINA POR REFO. SUPERIOR MARCO PIA Y COLECTA EN CONTENEDOR 3V X T	197	151	152	81	80	83	83	84	80	80	18	18	96	9.6	1T	9.6
26	CAMINA POR R. PASTA Y COLUCA EN CONTENEDOR 3V X T	15	16	18	15	20	21	19	22	19	18	18	18	315	105	3XT	315
27	CAMINA POR ROLLO PNL ESTIBO INTR. DEJA EN CONTENEDOR REUCA A LUGAR TOM 3V X T	39	38	39										116	38.6	3XT	115.8
28		75	44	50										139	46.3	3XT	138.9

OBSERVACIONES

T TIEMPO NETO POR PIEZA  
N CANTIDAD DE OPERARIOS  
TAN TIEMPO NETO POR PZA

MATERIAL HERRAMENTAL DIA  
DIA DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S) 2, P, 2º FORD

DESCRIPCION DE LA OPERACION SUBURBANELL REFO. BIAGRA CON ROLLO BAIT BIAGRA Y SURTIDO de MAT. DI  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE 6:00 A 17:30

DEPARTAMENTO  
CARRUC. BANCO  
PRODUCTO

NO DE OPERACION:  
8514 06  
FECHA  
20 DIC 91

FALLA DE OBSERVEN

SUSCRIBIBLE DE MARCOS DE PUERTAS LATERALES

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
**DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES**  
**HOJA DE OBSERVACION**

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC.	T NETO PZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1 I	TOMA RELEN MOLDEA BUTAQUA Y COLCA EN HERRAMENTAL	12	14	9	9	12						56	11.2	2	22.4
2 I	CAMINA, TOMA MARGO PUNTA Y COLCA EN HERRAM. (AYUDA A SU COMPANERO)	28	32	25	27	28						84	16.8	2	33.6
3 I	TOMA SOPORTE TRIANTE MANIJA Y COLCA EN HERRAM CILINDR CLAMPS (SOW L-DEE)	38	41	38	39	37						53	10.6	1	10.6
4 I	TOMA REF. BISA. AB RA Y COLCA EN HERRAM.	49	54	48	50	47						56	11.2	2	22.4
5 I	CIERRA CLAMPS MANUALES Y NEUMATICOS	59	61	59	61	61						42	8.4	2	16.8
6 I	JALA PUNTEADORAS	66	69	68	68	70						40	8	2	16.0
7 I	REACCOMODA PUNTEADORA	70	74	73	73	75						24	4.8	2	9.6
8 I	APLICA PUNTOS EN REF. BISA. AB PTA (B)	119	121	113	121	119						232	46.4	2	92.8
9 I	DEJA PUNTEADORA. TOMA OTRA	124	127	124	123	123						33	6.6	2	13.2
10 I	APLICA PUNTOS EN RELEN MOLDEA BUTAQUA (S)	186	185	184	181	185						297	59.4	2	118.8
11 I	DEJA PUNTEADORA, APLICA ANILADOR EN AD. MCO. PTA.	62	58	60	59	58						54	10.8	2	21.6
12 I	TOMA REF. BUSQUEDOR AB. PTA. SUP Y COLCA EN HERRAM. APLICACION CLAMPS MANUAL	220	218	212	217	215						101	20.2	2	40.4
13 I	ACTIVA CLAMPS NEUMATICOS	231	223	219	223	224						47	9.4	2	18.8
14 I	TOMA PUNTEADORA Y REACCOMODA	11	10	7	10	9						25	5	2	10.0
15 I	APLICA 3 PUNTOS A SOPORTE TRIANTE MANIJA	233	233	224	232	230						152	30.4	1	30.4
16 I	BUSQUEDOR. PUNTEADORA	4	5	5	5	6						37	7.4	2	14.8

OBSERVACIONES.

T. TIEMPO NETO POR PIEZA  
 N. CANTIDAD DE OPERARIOS  
 T. TIEMPO NETO POR PZA

MATERIAL HERRAMENTAL D1  
 DM DE LA PZA  
 PESO DE LA PZA  
 OPERARIO (S) OBSERVADO (S) 4

DESCRIPCION DE LA OPERACION SUBENSAMBLE REPO. A MCO.  
 PTA OPERACIONES D-12Q  
 NOMBRE DE LA PARTE SUBURBAN  
 HORAS DE OBSERVACION DE A

DEPARTAMENTO  
 CAREG. BLANCO  
 PRODUCTO  
 SUBURBAN

NO DE OPERACION  
 851405  
 FECHA  
 20/1/92

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (mins)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC. PIZA/ELEM	T.NETO PIZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
17 I	APLICA Ptos. en Refec. 46 PTA. SUP (14)	316 41	309 40	300 39	310 41	307 38						199	39.8	2	79.6
18 I	DEJA PUNTEADORA, DESACTIVA CLAMPS	325 9	317 8	310 10	318 8	316 9						44	8.8	2	17.6
19 I	TLMA Mco. PTA. Y COLOCA EN CONTENEDOR	336 11	326 11	321 11	330 12	326 10						55	11	2	22

OBSERVACIONES

T: TIEMPO NETO POR PIEZA:  
N: CANTIDAD DE OPERARIOS  
T\*N: TIEMPO NETO POR PZA:

MATERIAL: HERRAMENTAL D1  
DIM. DE LA PZA:  
PESO DE LA PZA:  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S): 4

DESCRIPCION DE LA OPERACION: SUBENSAMBLAJE Refec. a Mco.  
PTA. OPERACIONES 0-120  
NOMBRE DE LA PARTE:  
HORAS DE OBSERVACION DE A

DEPARTAMENTO:  
CARROC EN BLANCO  
PRODUCTO:  
SUBURBAN

No. DE OPERACION:  
FECHA:

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
**DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES**  
**HOJA DE OBSERVACION**

SUBENSAMBLE DE MAUCOS DE PUERTAS LATERALES

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM. NIVELADO	FRFC	T NETO EPA/ELEM			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1D	CAMINA TOMA MAUCO Y COLECA EN HERBAM. (AYUDA A SU COMPANERO)	39	39	40	37	39									164	32.8	2	65.6
2D	TOMA PLACA ANCLAJE CINT SEGURIDAD Y COLECA EN MCO PTA. CIERRA CAMPS MANUALES	52	52	52	50	51									63	12.6	2	25.2
3D	TOMA REFZO. CINT PROFEC. ASIO TRAS Y COLECA EN MCO PTA. CIERRA CAMPS MANUALES	13	13	12	13	12									63	12.6	2	25.2
3D	TOMA PUNTEADORA Y APLICA PUNTOS EN SCAPETE MANIJA (3)	71	71	74	73	76									120	24	2	48
4D	TOMA PUNTEADORA Y APLICA PUNTOS EN SCAPETE MANIJA (3)	102	103	101	102	109									135	27	1	27
5D	REACOMODA Y APLICA PUNTOS EN BAST. AB. PTA. BISAG. (10)	31	24	25	29	26									135	27	1	27
5D	REACOMODA Y APLICA (5) PUNTOS PLACA ANCLAJE CINT SEG.	136	134	139	137	141									175	35	2	70
6D	REACOMODA Y APLICA (5) PUNTOS PLACA ANCLAJE CINT SEG.	31	31	38	35	37									175	35	2	70
6D	REACOMODA Y APLICA (5) PUNTOS PLACA ANCLAJE CINT SEG.	186	183	180	182	184									228	45.6	2	91.2
7D	ABACHA, REACOMODA PUNT Y BENVIA (9) PUNTOS EN REFZO. CINT ASIO TRASERO	206	209	210	207	210									127	25.4	2	50.8
8D	SUAL, REACOMODA APLICA (1) PTO. EN PLACA ANCLAJE REFZO CINT.	20	26	30	25	26									43	8.6	2	17.2
8D	SUAL, REACOMODA APLICA (1) PTO. EN PLACA ANCLAJE REFZO CINT.	214	218	219	216	218									43	8.6	2	17.2
9D	REACOMODA Y APLICA (9) PUNTOS EN PABA ANCLAJE REFZO CINT.	8	9	9	9	8									43	8.6	2	17.2
9D	REACOMODA Y APLICA (9) PUNTOS EN PABA ANCLAJE REFZO CINT.	239	240	245	239	241									119	23.8	2	47.6
10D	DEJA PUNTEADORA	25	22	26	23	23									119	23.8	2	47.6
10D	CAMINA A CONTROLAR	250	253	255	251	253									58	11.6	2	23.2
11D	CAMINA A CONTROLAR	11	13	10	12	12									58	11.6	2	23.2
11D	DESACTIVA VALVULAS CAMPS NEUMATICAS REFULEROS	17	19	18	17	14									85	17	1	17
12D	DESACTIVA VALVULAS CAMPS NEUMATICAS REFULEROS	277	279	280	279	278									46	9.2	1	9.2
13D	CAMINA, TOMA PUNTEADORA, REACOMODA	10	7	7	11	11									46	9.2	1	9.2
13D	CAMINA, TOMA PUNTEADORA, REACOMODA	288	288	289	287	289									48	9.6	2	19.2
14D	APLICA PUNTOS EN BASTIDOR. AB. PTA. (15)	11	9	9	8	11									48	9.6	2	19.2
14D	APLICA PUNTOS EN BASTIDOR. AB. PTA. (15)	340	347	348	346	344									284	56.8	2	113.6
15D	QUITA CLAMPS MANUALES, DESALICIA MCO. Y COLECA EN CONFENEDORA.	52	59	59	55	55									200	40	2	80
15D	QUITA CLAMPS MANUALES, DESALICIA MCO. Y COLECA EN CONFENEDORA.	380	386	387	386	386									200	40	2	80

OBSERVACIONES

T. TIEMPO NETO POR PEZA  
 N. CANTIDAD DE OPERARIOS  
 T. TIEMPO NETO POR PEZA

MATERIAL HERRAMENTAL DI  
 DIM. DE LA PZA  
 PESO DE LA PZA  
 OPERARIO (S) OBSERVADO (S) 4

DESCRIPCION DE LA OPERACION SUBENSAMBLA MAUCOS MCO.  
 PTA. OPERACIONES O-DE-R  
 NOMBRE DE LA PARTE SUBURBAN  
 HORAS DE OBSERVACION DE 12:00 A 17:30

DEPARTAMENTO  
 CARROC. EN BLANCO  
 PRODUCTO  
 SUBURBAN

NO. DE OPERACION:  
 FECHA:  
 20/1/92

AP. INGENIERO DI

FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (mins)										TOTAL	PROM	FREC	T NETO	PIEZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	TOMA REFO POSTE CENTRAL BARRA PTA LAT SUP. e INF. Y COLOCA EN ALER APLICADO CAMPS(S)	22	23	24	25	25	21	20	23	21	22	226	22.6	2	45.2	
2	TEMA PUNTEROGA Y ARICA PUNTO en POSTE CENTRAL SUP. P/LR. POSTE CENTRAL INF. (2) LI/LD	33	36	38	38	39	34	33	36	34	34	131	13.1	2	26.2	
3	REACOMODA Y ARICA PUNTO en P. POSTE CENTRAL SUP. POSTE CENTRAL SUP. (8) LI/LD	48	56	56	55	58	54	53	56	54	52	185	18.5	2	37	
4	DEJA PUNTEROGA, QUITA CAMPS Y DEMOLAJA MATERIAL CUCUCANDILO EN CONTENEDOR LI/LD	64	69	71	68	73	64	65	75	68	65	140	14	2	28	
5	GIRA HERRAMENTAL 180° A SUELLA	15	16	14	15	15	15	12	19	14	13	75	15	1	15	
6	TOMA MATERIAL (APROX 20 SUBMS.) Y LOS LLEVA A CONTENEDOR D2	109	103	110	108							430	108.25	2	0.11	1/2
7	ACCOMODA MATERIAL EN CONTENEDOR DE D2	283	279	281	280							693	173.25	2	0.17	2
8	SE SUJTE DE MATERIAL REFO. POSTE CENTRAL BARRA SUP. (20) 1º TURNO	65	64	67	63							259	65.20	2	0.03	1/2
9	SE SUJTE DE MATERIAL REFO. POSTE CENTRAL BARRA INF. (20) 1º Y 2º TURNO	133	66	68	69							271	68	2	0.03	1/2

OBSERVACIONES:

T TIEMPO NETO POR PIEZA  
N CANTIDAD DE OPERARIOS  
T/N TIEMPO NETO POR PZA

MATERIAL: HERRAMENTAL D2A  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: SUBENSAMBLE REFO. TORNOLO  
POSTE BARRA  
NOMBRE DE LA PARTE: SUBURBAN  
HORAS DE OBSERVACION DE: A

DEPARTAMENTO  
CAER. EN BLANCO  
PRODUCTO

No DE OPERACION:  
B5-14-11  
FECHA:  
28/ene/92

### ESTUDIO DE TIEMPOS

DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)									TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T NETO PIEZA/LEM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9					10
1	CAMINA TEMA MARLO SUBURBAN Y COLECA EN HERRAM.	39	34	34	32	31	36					206	34.3	2	.69
2	SUJETA CON CIAMPS	52	50	48	48	47	49					88	14.6	2	.29
3	TOMA REFO. BASTIDOR AB PTA. LAT Y COLECA EN HERRAM, SUJETANDO CON PINOS Y CHIZA CIAMP	70	67	66	71	71	72					123	20.5	2	.41
4	TEMA PUKA ANILAJE SORTE, CNT ASID. Y COLECA EN HERRAM SUJETANDO CON CIAMP.	82	79	74	82	83	85					68	11.3	2	.23
5	TOMA SUBENAMBLE BPO. PUNTE CENTRAL BUNGA Y COLECA EN HERRAM. SUJETANDO C/CIAMP	104	109	104	105	104	110					151	25.1	2	.50
6	TEMA PUNTEADORA, APLICA PUNTOS EN RASTE CENTRAL BUNGA (8 PUNTOS)	170	169	168	164	165	170					370	61.6	2	1.23
7	REANCOMODA PUNTEADORA Y APLICA PUNTOS EN PLACA ANILAJE SUP. CNT ASID. (7)	223	227	225	222	230	234					367	61.1	2	1.22
8	REANCOMODA PUNTEADORA Y APLICA 5 PUNTOS EN R BASTIDOR AB PUNERA	265	257	256	256	262	266					161	26.8	2	.54
9	DEJA PUNTEADORA	273	268	265	263	269	273					47	7.8	2	.16
10	QUITA CIAMPS Y PINO DE SUJECION DE R BAST EN AB PTA.	280	275	274	273	279	281					51	8.5	2	.17
11	TEMA PUNTEADORA Y APLICA PUNTO A BASTIDOR AB PUNTA LATERAL (11)	324	320	319	317	318	322					219	36.5	2	.73
12	REANCOMODA Y APLICA PUNTO A REFO. PUNTE CENTRAL BUNGA (24)	410	402	404	403	409	413					520	86.6	2	1.73
13	DEJA PUNTEADORA, QUITA CIAMPS	433	428	435	428	436	436					155	25.8	2	.52
14	DE-ALOJA MARLO PUERTA	460	454	455	454	458	462					147	24.5	2	.49
15	LEVA MARLO PUERTA A HERRAM. DT	508	505	504	509	510	509					332	55.3	2	1.11
16	REGRESA A SU LUGAR	540	539	538	538	540	542					192	32	2	.64

OBSERVACIONES

T. TIEMPO NETO POR PIEZA

N. CANTIDAD DE OPERARIOS

TEN. TIEMPO NETO POR PIEZA

MATERIAL: **HERRAMENTAL DZ**  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: **SUBENAMBLE DE REPOS. A MARLO PUERTA**  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE A

PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION

DEPARTAMENTO: **CAJON EN BICO.**  
No DE OPERACION: **BS 14 10**  
PRODUCTO: **SUBURBAN**  
FECHA: **29/01/91**

FALLA DE ORIENTE

ESTUDIO DE TIEMPOS

DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES

HOJA DE OBSERVACION

ELEM. No.	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM. NIVELADO	FREC. PZA/VELEM	T NETO PZA/VELEM		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
17	DA. VUELTA AL HTRAL. 180° Y ASEGURA	26	23	27	26	28	26							158	26	1	0.20
18	SE ABASTECE DE RROO. BASTIDOR ABERTURA DE PUERTA Izq. (20)	65	68	66	65	66	64							394	66	1	0.03
19	SE ABASTECE DE RROO. BASTIDOR ABERTURA DE PUERTA DER. (20)	133	133	131	132	134	131							703	67	1	0.03

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA:  
N CANTIDAD DE OPERARIOS:  
T.M. TIEMPO NETO POR PZA:

MATERIAL: **HERRAMENTAL D2**  
DIM DE LA PZA:  
PESO DE LA PZA:  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S):

DESCRIPCION DE LA OPERACION: **SUBENSAMBLE DE REFROS. A MARCO PUERTA**  
NOMBRE DE LA PARTE: **4422 D2**  
HORAS DE OBSERVACION DE: A:

DEPARTAMENTO: **CARROCERIAS DCCO.**  
PRODUCTO: **SUBURBAN**  
No DE OPERACION: **851410**  
FECHA: **29/01/91**

FALLA DE ORIGEN

RESPONSABLE DI

SUBENSAMBLE DE MARCOS DE PUERTAS LATERALES

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ACABADO METALICO

ELEM	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T. NETO PIEZA/HEM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	CAMINA A UNIDAD, Toma Certadora de Oros y sube sobre Paint-Pallet	9	8	10									27	9	1	9
2	CORTA 2 OREJAS EN LADO DERECHO DE MARCO P/BRISAS	20	20	20									33	11	1	11
3	REDUCCION Y CORTA 2 OREJAS EN LADO IZQ DE MARCO P/BRISAS	30	30	31									31	10	1	10
4	TIRA OREJAS CORTADAS Y CAMINA A PARTE TRASERA	45	43	45									42	14	1	14
5	SUBE SCORE PAINT PALLET Y ENDEREZA PARTES	58	56	57									38	13	1	13
6	CORTA 3 POSTES DE MARCO TRASERO	77	74	77									57	19	1	19
7	SUELTA MAQUINA CERTADORA, BAJA US PAINT PALLET Y TIRA POSTES	90	88	92									42	14	1	14
8	CAMINA POR REMILLETE Y REGRESA A UNIDAD	99	98	102									29	10	1	10
9	SIBE EN PAINT-PALLET Y MATA EL FLO DE MLC. PARABRISAS SUELTA OREJAS	138	138	139									116	39	1	39
10	ESMERILA LETAS DE MARCO PARABRISAS	155	156	156									52	17	1	17
11	BAJA DE PAINT PALLET, CAMINA A PARTE TRASERA Y SUBE SCORE PAINT-PALLET	164	164	165									26	9	1	9
12	MATA FIBRA DE MARCO TRASERO	195	194	194									90	30	1	30
13	REDUCCION REMILLETE Y ESMERILA CAJAS	217	214	215									63	21	1	21
14	BAJA DE PAINT PALLET, BAJA REMILLETE Y REGRESA A UNIDAD	252	253	250									109	36	1	36
15	SE CORTA PARA ALCANZAR MADERA ASENTADORA Y SUBE SCORE PAINT PALLET	262	261	258									26	9	1	9
16	REARMA MAQUINA Y SUELTA CAJAS DE MARCO PARABRISAS	292	292	287									90	30	1	30

OBSERVACIONES

T. TIEMPO NETO POR PIEZA:

N. CANTIDAD DE OPERARIOS:

T.M. TIEMPO NETO POR PZA

MATERIAL  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S):

DESCRIPCION DE LA OPERACION: Corte de lengüetas localizaciones y ajustado y esmerilado de caras  
NOMBRE DE LA PARTE: PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION  
HORAS DE OBSERVACION DE A

DEPARTAMENTO: A. Metalico  
PRODUCTO: Maxicab  
No. DE OPERACION: 87-01-15  
FECHA: 10/12/92

APENDICE D2

FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE MÉTODOS Y ESTÁNDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC.	T.NETO PZ/ELEM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
17	BATA DE PAINT PALET Y CAMINA A PARTE TRASERA	301	300	256									26	9	1	9
18	PICKUP MAQUINA Y ASIENTA Cajas de MARCO TRASERO	9	8	9									116	39	1	39
		340	336	337												
19	LIDERA MAQUINA Y REGRESA A SU LUGAR	39	36	41									24	8	1	8
		347	345	325												
		7	7	8												

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA: 3.47

N. CANTIDAD DE OPERARIOS: 1

TAN. TIEMPO NETO POR PZA: 3.47

MATERIAL  
DIM. DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO(S) OBSERVADO(S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: CURTE DE LENGUETAS LOCALIZADORAS Y ASIENTADO / ESMERINADO DE Cajas  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE: A

PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION

DEPARTAMENTO  
A. Metalico  
PRODUCTO  
Maticab

No. DE OPERACION:  
87-01-15  
FECHA:  
10/12/92

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
**DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES**  
**HOJA DE OBSERVACION**

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T.NETO PIEZA/EM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	JALA MAQUINA Y LA ENGANCHA A LA UNIDAD Y TOMA PISTOLA	22	22	21	22	21	24					132	22	1	22
		22	22	21	22	21	24								
2	APLICA 5 PERNAS A PANEL COCORA LD	51	53	49	56	53	55					185	31	1	31
		29	31	28	34	32	31								
3	APLICA 2 PERNAS A PANEL COCORA LE Y DEJA LA PISTOLA	71	72	73	76	75	77					127	22	1	22
		20	19	24	20	22	22								
4	ABRE PERNAS Y LLEVA DISPOSITIVO A SIG. UNIDAD	109	107	104	108	108	112					204	34	1	34
		38	36	31	32	33	35								
5	COLOCAR DISPOSITIVO EN SIG. UNIDAD Y REGRESA	115	113	112	116	113	119					40	7	1	7
		6	6	8	8	5	7								

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA: 1.16

N CANTIDAD DE OPERARIOS: 1

T.M TIEMPO NETO PORPIZA: 1.16

MATERIAL:  
 DM. DE LA PZA  
 PESO DE LA PZA  
 OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: INSTALACION DE PERNAS PNL  
 COCORA  
 NOMBRE DE LA PARTE: 81 13 02 05  
 HORAS DE OBSERVACION DE: A

DEPARTAMENTO  
 A. METALICO  
 PRODUCTO  
 CK

No DE OPERACION:  
 87-01-15  
 FECHA:  
 07 12 92

ACABADO METALICO

APENDICE 02

FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO DE TIEMPOS

DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES

HOJA DE OBSERVACION

ELEM. No.	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM. NIVELADO	FREC.	T NETO PZ/ELEM.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	TOMA 2 MOLDEURAS TECHO EXTERIOR Y 2 RETENES Y SE DIRIGE A UNIDAD	24	24	25	26	25	23						147	25	1	25
2	TOMA PISTOLA SOLDADORA DE ALUMINIO Y COLOCA 2 DERREPOS L.D.	24	46	51	50	46	47						141	24	1	24
3	REEMPLAZA PISTOLA Y COLOCA 2 PERNOS L.D.	28	89	75	72	74	70						148	25	1	25
4	DEJA PISTOLA Y COLOCA UN RETEN P/MOLDEURA L.D.	16	89	94	87	89	86						101	17	1	17
5	COLOCA UN RETEN P/MOLDEURA L.D.	6	10	8	9	9	7						49	8	1	8
6	TOMA DISCRUTIVO Y FIJA RETEN EN AMBOS LADOS	114	113	114	112	112	104						83	14	1	14
7	TOMA 1 MOLDEURA Y LA COLOCA L.D.	193	131	136	139	136	132						154	26	1	26
8	TOMA 1 MOLDEURA Y LA COLOCA L.D.	160	151	153	156	151	146						94	16	1	16
9	REGRESA A SU LUGAR	168	159	160	163	157	153						43	7	1	7

OBSERVACIONES

T. TIEMPO NETO POR PIEZA: 1.62

N. CANTIDAD DE OPERARIOS: 1

T.M. TIEMPO NETO POR PZA: 1.62

MATERIAL:

DIM. DE LA PZA  
PESO DE LA PZA

OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: INSTALAR MOLDEURA JUNTA

PANEL EXTERIOR TECHO IZD/DLR

NOMBRE DE LA PARTE: B10119 02

HORAS DE OBSERVACION DE: A

DEPARTAMENTO:

B7

PRODUCTO:

C20 - C.35

No. DE OPERACION:

15

FECHA:

07.12.92

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
**DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES**  
**HOJA DE OBSERVACION**

ACABADO METALICO

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T.NETO PZAS/PEM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	TOMA 2 BISAGRAS Y CAMINA A CONTENEDOR DE LIFT GATE	19	19	19	15								72	18	1	18
2	TOMA 1 MARCO LIFT GATE Y SE DIRIGE A MESA DE TRABAJO	32	30	31	28								49	13	1	13
3	POSICIONA MDO. EN DISPOSITIVO, COLOCANDO LAS BISAGRAS	36	36	37	33								21	6	1	6
4	COLOCA 1 PERNO A LA BISAGRA IZQUIERDA	44	43	47	40								32	8	1	8
5	COLOCA 1 PERNO A LA BISAGRA DERECHA	8	7	10	7								35	9	1	9
6	CIERRA 2 CAMPS DE DISPOSITIVO	57	61	62	25								26	7	1	7
7	OBTIENE 4 TUERCAS	61	65	66	59								16	4	1	4
8	POSICIONA HERA NEUMATICA Y ABRETA 2 TUERCAS A BISAGRA IZQUIERDA	4	4	4	4								161	41	1	41
9	REPOSICIONA HERA NEUMATICA Y ABRETA 2 TUERCAS A BISAGRA DERECHA	125	141	139	132								135	34	1	34
10	DESLAMPEA Y SAFA ELERICO DE MARCO	34	35	32	31								47	12	1	12
11	TOMA MARCO Y LO LLEVA A CONTENEDOR	147	151	151	145								58	15	1	15
		12	10	12	13											
		162	168	164	158											
		15	17	13	13											

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA: 1.67

N. CANTIDAD DE OPERACIONES: 1

T. TIEMPO NETO POR PZA: 1.67

MATERIAL:  
 DIM. DE LA PZA:  
 PESO DE LA PZA:  
 OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: SUBENSAMBLE DE BISAGRAS  
 A LIFT GATE  
 NOMBRE DE LA PARTE:  
 HORAS DE OBSERVACION: DE A

PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION

DEPARTAMENTO:  
 PRODUCTO:  
 Suburban

NO. DE OPERACION:  
 FECHA:  
 87-01-12  
 7/12/92

APENDICE D2

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
 DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
 HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	FROM NIVELADO	FREC	T NETO PIZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
12	TONIA 2 PERNOS DE CONTENEDOR Y CAMINA	25	25	28	28							106	27	1	27
13	TONIA 1 MO. LIFT-GATE, SE DIRIGE A UNIDAD Y SUBE EN PAINT PALLET	43	46	51	49							75	19	1	19
14	ASISTENCIA MAQU. Y COLOCA 1 PERNO EN LA BARRERA IZQUIERDA	18	21	16	20							92	23	1	23
15	COLOCA 1 PERNO EN LA BARRERA DERECHA	68	69	67	69							80	13	1	13
16	FIJA LOS PERNOS GOLPEANDOS CON MARTILLO	25	23	23	21							95	14	1	14
17	REPARA A SU LUGAR	12	12	10	11							107	12	1	12

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA 1.08  
 N CANTIDAD DE OPERARIOS 1  
 T.M TIEMPO NETO POR PZA 1.08

MATERIAL  
 DIM DE LA PZA  
 PESO DE LA PZA  
 OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: INSTALAR LIFT-GATE EN UNIDAD  
 NOMBRE DE LA PARTE  
 HORAS DE OBSERVACION DE A

PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION

DEPARTAMENTO  
A. Metalico  
 No DE OPERACION  
B7-01-15  
 PRODUCTO  
Suburban  
 FECHA  
7/12/92

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No.	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T NETO PZA/ELEM			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	TOMA HERRAM. NEUMATICA, 1 TAPA LLENADO DE COMODIBLE Y 2 TOORNILLOS, CAMA A UNIDAD	26	26	27	25													
	INSTALA 1er TOORNILLO SUJETANDO LA TAPA A LA UNIDAD	26	25	27	25													
2	INSTALA 2o TOORNILLO SUJETANDO LA TAPA A LA UNIDAD	32	31	35	32													
	INSTALA 2o TOORNILLO PIFA FIJAR LA TAPA	6	6	8	7													
3	DEJA HERRAM. Y VA PER SOPORTE BOCINA ENLA 4 TOORNILLOS Y TALADRO, REGRESA A UNIDAD	48	47	50	48													
	INSTALA 1 SOPORTE L.I.	16	16	15	16													
4	DEJA HERRAM. Y VA PER SOPORTE BOCINA ENLA 4 TOORNILLOS Y TALADRO, REGRESA A UNIDAD	98	99	105	104													
	INSTALA 1 SOPORTE L.I.	50	52	55	56													
5	INSTALA 1 SOPORTE L.D.	140	142	142	145													
	CAMBIA HERRAM. Y REALIZA 1 BARRENO EN PLINE L.D. DE MLO. 5a. PUERTA	42	43	37	41													
6	TOMA HERRAMIENTAS Y REGRESA A SU LUGAR	183	187	186	188													
	TOMA COMIDA DE CONTENEDOR J LA LLEVA A MESA DE TRABAJO	43	45	44	43													
7	COTIENE UNA VARILLA Y 2 AJADORES Y LOS COLoca EN LA VARILLA, UNO EN L.D. Y OTRO EN L.I.	228	229	229	227													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.D.	45	42	43	49													
8	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	247	250	250	249													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	19	21	21	22													
9	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	18	19	18	20													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	18	19	18	20													
10	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	45	45	43	46													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	27	26	25	26													
11	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	68	65	64	66													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	23	20	21	20													
12	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	95	93	91	92													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	27	28	27	26													
13	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	114	110	109	112													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	19	17	18	20													
14	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	135	130	135	134													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	21	20	26	22													
15	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	148	144	146	148													
	INSTALA 2 TOORNILLOS AL RETON DEL L.I.	13	14	11	14													

OBSERVACIONES: 81 08 05 01 → 0.49 min  
81 12 65 50 → 1.39 min  
81 20 58 11 → 0.66 min  
8120 36 10 → 1.47 min

MATERIAL  
DM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: INSTALACION DE SOPORTE,  
BOCINA, RANCHO PZA. DE LLENADO DE CUMBLE Y TAIL GATE.  
NOMBRE DE LA PARTE: PRODUCCION DURANTE LA  
HORAS DE OBSERVACION DE A OBSERVACION

DEPARTAMENTO: A- METALICO  
PRODUCTO: C- 109  
No DE OPERACION: 87-01-15  
FECHA: 07 12 92

T. TIEMPO NETO POR PZA: 4.01  
N. CANTIDAD DE OPERARIOS: 1  
T.M. TIEMPO NETO POR PZA: 4.01

FALLA DE ORIGEN

Pag. 271

ACABADO METALICO

APENDICE D2

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM. NIVELADO	FREC	T NETO PZ/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
16	TOMA HERRAMIENTAS PARA REALIZAR AJUSTES SE DIRIGE A LA UNIDAD Y LAS PONE EN SU TRABAJO	12	11	13								36	12	1	12
17	COLECA LAS BARRAS PARA ALINARLAS	25	24	24								37	13	1	13
18	CAMPA POR COMPA TAIL GATE, TOMA PERO Y REGRESA A UNIDAD	52	52	52								83	28	1	28
19	MONTA COMPUERTA	64	64	64								36	12	1	12
20	COLECA PERNO DERECHO A COMPUERTA	12	12	12								37	13	1	13
21	COLECA PERNO IZQUIERDO A COMPUERTA	14	10	13								38	13	1	13
22	TOMA MARTILLO Y GOLPEA PERNO IZQUIERDO PARA FIJARLO	91	85	91								65	22	1	22
23	GOLPEA PERNO DERECHO PARA FIJARLO	13	107	112								79	26	1	26
24	REALIZA AJUSTE EN EL LADO DER. DE COMPTA	22	22	21								256	85	1	85
25	REALIZA AJUSTE EN EL LADO IZO. DE COMPTA	130	135	138								206	69	1	69
26	INSTALA EL SEGURO EN LA BARRA IZQUIERDA	25	28	26								34	12	1	12
27	INSTALA SEGURO EN LA BARRA DERECHA	301	303	303								40	14	1	14
28	RECIBE EQUIPO Y REGRESA	11	14	12								62	21	1	21

OBSERVACIONES

T. TIEMPO NETO POR PIEZA: 3.64

N. CANTIDAD DE OPERARIOS: 1

T. TIEMPO NETO POR PZA: 3.64

MATERIAL  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: INSTALACION DE LA PUERTA  
TRANSERA TAIL GATE EN CARROCELERIA  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE A

DEPARTAMENTO  
A. Metalpco  
PRODUCTO  
C-109  
PRODUCCION DURANTE LA  
OBSERVACION

No. DE OPERACION  
87-01-15  
FECHA  
07-12-92

FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM INVELADO	FREC.	T NETO PZAVELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
11	QUITA GANCHO DE SUJECION DE UNIDAD Y VUELTA A QUITAR GANCHO DE SUJECION DE SALPICADERA	15	29	14	14	11	11	12				65	13	1	13
21	CAMINA, TOMA SALPICADERA DE CARRIER Y COLOCA GANCHO DE CONTENEDOR DE ANTUZA	18	15	14	18	16	15					96	16	1	16
31	REGRESA A CARRIER	7	7	6	4	7	6					37	6.1	1	6
41	TOMA COFRE DE CARRIER Y LO COLOCA EN CONTENEDOR DE ANTUZA	13	13	16	18	14	16					90	15	1	15
51	REGRESA A TRANSPORTADOR DE GRANULAD	4	8	7	4	7	6					36	6	1	6
61	TOMA COFRE Y COLOCA EN CARRIER	14	13	14	16	13	20					90	15	1	15
71	CAMINA A TRAMP DE GRANULAD SALPICADERAS, TOMA Y COLOCA EN CARRIER	16	17	12	10	14	12					81	13.5	1	14
81	SUJETA SALPICADERAS CON CLAVES MANUALES	6	8	5	8	12	10					49	8.1	1	8
91	ESPERA ENTRE UNIDAD Y DE ASCENSO EN SUBIDA A TRANSF.	176	38	35								73	36.5	1	37
101	COLOCA PEROS Y GANCHO A UNIDAD	11	13	14	11	14	14					77	12.8	1	13
111	ESPERA A QUE BAJE SIG. UNIDAD	80	90	92	95	75	85					517	86	1	86
121	COLOCA COFRES EN CARRIER ESPECIAL (3 o 4)	11	15	17								43	14.3	3	43

OBSERVACIONES: A) A TORO EL GANCHO.  
B) ESPERA AVANZAR A UNIDAD DE ANTUZA

TIEMPO NETO POR PIEZA: 272  
N CANTIDAD DE OPERARIOS  
TIEMPO NETO POR PZA: 953

MATERIAL:  
DM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO(S) OBSERVADO(S) 1, L IZC

DESCRIPCION DE LA OPERACION: MONTAJE DE COFRES Y SALPICADERA A CARRIER  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE A

PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION

DEPARTAMENTO: CARROLERIAS BUCO  
PRODUCTO  
TODOS

NO DE OPERACION: 87 01 40  
FECHA: 29/ABR/93

FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T NETO PZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1D	QUITA SALPICADERA DE CARRIER	8	8	9	8	7	7	10	8	8	10	83	8.3	1	8
2D	DEJA EN GANCHOS DE CONF. DE PINTURA	10	9	12	12	11	9	13	9	12	10	94	9.4	1	9
3D	REGRESA A CARRERA	11	12	7	11	11	7	8	11	8	10	96	9.6	1	10
4D	ESPERA A SU COMPANERO		23	22								45	22.5	1	23
5D	QUITA COFRE DE CARRIER CON SU COMPANERO	11	8	10	8	10	12	10	8	10	8	95	9.5	1	10
6D	LLEVA A CONTENEDOR DE PINTURA	7	10	9	8	8	11	7	8	12	11	91	9.1	1	9
7D	RESPIRA	8	9	9	9	8	10	12	8	8	7	88	8.8	1	9
8D	TOMA COFRE CON SU COMPANERO DE TRAJER DE GRAVEDAD Y COLOCA EN CARRIER	10	7	10	10	7	7	12	7	13	10	93	9.3	1	9
9D	TOMA SALPICADERA DE TRANSPORTADOR CUELGA EN FRE CARRIER	13	9	8	12	13	11	12	10	12	12	112	11.2	1	11
10D	ESPERA SUJETANDO LA SALPICADERA PARA QUE NO PEGUE A UNIDAD		26	16	13	23	20	16	96			210	30	1	30
11D	ENGANCHA LA SALPICADERA	6	10	5	10	8	10	10	9	12	10	90	9	1	9
12D	ESPERA SIGUIENTE UNIDAD	92	123	65	9	52	42	19	91	137		660	73	1	73
13D	CAMINA A CONTENEDOR DE GANCHOS DE PUNTOS DE PINTURA	27	38	27								92	30.6	1	31
14D	CAMINA Y DEJA EN CONTENEDOR DE TRANSFER	7	10	7								26	8.6	1	9

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA: 250  
N. CANTIDAD DE OPERARIOS: 4.16  
T. TIEMPO NETO POR PIEZA:

MATERIAL  
DIA DE LA PZA  
RESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S) 3, LAT D

DESCRIPCION DE LA OPERACION MONTAJE DE UNIDAD A CARRIER  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE: A

DEPARTAMENTO  
CARRILES EN BLANCO  
PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION  
PRODUCTO  
TODOS  
No DE OPERACION  
87 01 40  
FECHA  
ABRIL 26 '93

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No.	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM. MINELADO	FREC	T NETO PZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1c	BAJA UNIDAD A LINEA	16	17	19	19	17	19	17	18			142	17.7	1	18
2c	CONITA PERNO Y GANCIO DE SUJESION DE CARRIER	6	6	7	5	7	7	6	5			49	6.12	1	6
3c	CAMINA A CONTROL PRINCIPAL	7	9	11	7	9	7	8	6			64	8	1	8
4c	ACCIONA RATON PARA TRANSPORTAR UNIDAD A LINEA	3	2	3	2	3	3	3	2			21	2.6	1	3
5c	DEJA UNIDAD EN POINT PAUSET, TOMA LA SIG.	13	12	14	14	11	15	8	11			98	12.2	1	12
6c	REGRESA RATON A POSICION ORIGINAL	9	10	9	10	9	9	9	8			73	9.1	1	9
7c	ESPERA AVANCE UNIDAD A PINTURA * *					58						58	1	1	58 *
8c	ACCIONA CONTROL PARA JALAR UNIDAD DE ACUMULADOR CARROC. BLANCO	1	2	2	2	3	2	2	3			17	2.12	1	2
9c	ESPERA LLEGA UNIDAD A TERC. TRAMPE	24	26	27	24	24	24	27	22			198	24.75	1	25
10c	ACCIONA BOTON P/ACTIVAR RATON	1	1	2	1	2	1	1	2			11	1.37	1	1
11c	TOMA RATON Y SUBE CARROCERIA P/TRAS A POSICION DE SUBIDA	14	11	12	10	14	12	12	11			96	12	1	12
12c	REGRESA RATON A SU POSICION CON UNIDAD	10	9	11	10	10	10	11	11			82	10.2	1	10
13c	OPERARIO REGRESA A CARRIER, SUBE GANCIO Y COLOCA PERNOS	6	5	5	6	8	7	5	17			42	6	1	6
14c	CAMINA A CONTROL CARRIER	5	5	8	4	5	5	6	6			44	5.5	1	6
15c	ACCIONA BOTON PARA SUBIR UNIDAD	1	1	2	2	1	1	2	1			11	1.37	1	1
16c	SUBE UNIDAD	21	22	21	22	22	21	22	21			172	21.5	1	22

OBSERVACIONES EN OCAISIONES TIENE QUE COLOCAR EL GANCIO QUE SE DESATORO DE LA COMPA. DE LA CAJA. T. TIEMPO NETO POR PIEZA 181  
 \* SE ATORO EL PERNO EN OCAISIONES ESTAN DEMASIADO SUCIOS POR LO QUE N. CANTIDAD DE OPERARIOS  
 HAY QUE FORZAR PARA QUITAR EL PERNO. T. TIEMPO NETO POR PIEZA

MATERIAL: DIM DE LA PZA PESO DE LA PZA OPERARIO (S) OBSERVADO (S)	DESCRIPCION DE LA OPERACION MONTAJE DE UNIDAD A CARRIER NOMBRE DE LA PARTE OF. CENTRAL HORAS DE OBSERVACION DE A	DEPARTAMENTO. CARROCERIAS PRODUCTO Todos	NO DE OPERACION. FECHA: 26 ABR 93
--	--	---	---

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No.	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T NETO PZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
17C	SE ASIENTA Y DEJA ESPACIO PARA QUE BAJE LA SIG.	34	35	34	36	34	34	35	34	-	-	276	34.5	1	35
18C	OP. CAMINA A LINEA DE ACABADO METALICO SIG/UNIDAD	15	12	12	14	12	12	11	14	-	-	102	12.7	1	13
19C	COLOCA TAPON EN PUNTO DE DASH PARTE FRONTAL	5	3	4	4	5	4	3	4	-	-	32	4	1	4
20C	CAMINA A SIG. UNIDAD	10	8	12	10	8	10	8	10	-	-	72	9	1	9
21C	REGRESA A TRANSFER	24	26	24	28	25	28	24	25	-	-	204	25.5	1	26
22C	CHECA SECUENCIA	7	-	-	9	-	-	-	-	-	-	16	8	1	8
23C	CAMINA Y TOMA TAPON PARA RESORTEAR	10	12	18	-	14	12	-	-	-	-	76	12.6	1	13
24C	CAMINA A LINEA ACAB. METALICO	12	15	13	10	15	13	-	-	-	-	78	13	1	13
25C	COLOCA TAPON A INTERIOR DASH (RESORTEARA)	6	5	7	6	5	5	-	-	-	-	34	5.6	1	6
26C	CAMINA A SIG. UNIDAD	8	10	9	8	9	10	-	-	-	-	54	9	1	9
27C	REGRESA	55	-	-	42	-	-	-	-	-	-	97	48.5	1	8

OBSERVACIONES: \*\* 2o 3V.X TURNO, TIENEN QUE ESPERAR A QUE AVANCEN LAS UNIDADES A PINTURA

T TIEMPO NETO POR PIEZA: 1.44  
N CANTIDAD DE OPERARIOS: 205  
T N TIEMPO NETO POR PZA: 4.75 1/16

MATERIAL:  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION:

DEPARTAMENTO:

No DE OPERACION:

NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE A

PRODUCCION DURANTE LA  
OBSERVACION

PRODUCTO

FECHA

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (mins)								10	TOTAL	PROM NIVELADO	FREC.	T NETO PIZA/BLM	
		1	2	3	4	5	6	7	8						9
1	CAMINA TOMA PISO Y COLOCA EN HERRAM.	10	11	10	12	10	10	12	12	10	10	97	10.7	1	11
2	CAMINA TOMA DASH Y COLOCA EN HTAL.	10	11	10	12	10	10	12	12	10	188	20.8	1	21	
3	CAMINA TOMA PUNTEADORA Y APLICA PTOS. EN DASH. PNL INF / DELANT (12) LD	20	23	20	20	22	23	21	18	21	265	31.6	1	32	
4	RECOMODA PUNT. APLICA PTOS. EN CEA DASH/ PISO 10 P. L.O.	62	69	62	64	66	64	62	64	62	221	24.5	1	25	
5	DEJA PUNTEADORA	37	30	32	32	34	31	29	34	31	51	5.6	1	6	
6	CAMINA TOMA HOJA DE CORRIDA Y COLOCA EN DASH CON SELLO	90	94	94	93	95	93	94	94	96	83	9.22	1	9	
7	CAMINA TOMA PUNTEADORA	5	7	6	8	5	5	7	4	8	60	6.6	1	7	
8	APLICA 4 PUNTOS EN PNL PLENO LATERAL PTE. SUP.	103	106	103	102	103	101	101	103	104	126	14	1	14	
9	DEJA PUNTEADORA	13	12	9	9	8	8	7	9	8	48	5.3	1	5	
10	TOMA PISO Y LLEVA A SIGA. HERRAMENTAL	108	112	109	107	112	111	108	110	109	257	28.5	1	29	
11	REGRESA	5	6	6	5	9	10	7	7	5	87	9.66	1	10	
*	CAMINA POR PISO Y COLOCA EN HTAL. SUBURB.	122	126	123	122	124	125	124	123	123	140	28	1	28	
*	SE SUELEN DE PISOS CABINA APROX. 7 10VXT	127	132	127	128	129	130	130	128	129	442	104XT = 12.27 88.4	2	25	
*	CAMINA POR DASH COLOCA EN HTAL. SUBURBAN	5	6	4	6	5	5	6	5	6	160	26.6	1	27	

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIZA  
N CANTIDAD DE OPERARIOS  
T. TIEMPO NETO POR PIZA

MATERIAL HTAL. C1  
DIM DELA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION L. I.

NOMBRE DE LA PARTE T. EQUIP. 1-03  
HORAS DE OBSERVACION DE A

PRODUCCION DURANTE LA  
OBSERVACION

DEPARTAMENTO  
CARROCIERIAS  
PRODUCTO

No DE OPERACION:  
81 205201  
FECHA:

FALLA DE ORIGEN

Pag. 277

ACABADO METALICO

APENDICE 12

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
**DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES**  
**HOJA DE OBSERVACION**

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)									10	TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	Tiempo neto PZA/VELM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9					
12	CAMINA TOMA PISO Y COLOCA EN HTAL.	9	9	9	9	12	10	9	9	9		67	9.57	1	10
13	CAMINA ACCIONA CLAMPS	19	18	17	11	20	21	20	19	10		67	9.5	1	10
14	SOSTIENE DASH / COLOCA EN HERRAMENTAL.	28	27	25	28	30	28	29	29	10		61	8.7	1	9
15	CAMINA TOMA PUNTEADORA Y APLICA PUNTOS EN UNION CEA DASH-PISO (12) L.I.	74	74	72	74	76	74	76	74	77		325	46.4	1	46
16	RECOMODA APLICA PUNTOS EN DASH PONTE (12) L.I.	108	107	108	106	110	108	107	107	31		234	33.4	1	33
17	DESACTIVA CLAMPS, DEJA PUNTEADORA	120	120	113	122	120	118	120	120	13		85	12.1	1	12
18	CAMINA TOMA OTRA, RECOMODA L.I.	126	125	123	126	126	126	126	125	5		38	5.42	1	5
19	APLICA 4 PUNTOS EN PARTE LATERAL DASH LI	149	148	146	149	151	149	150	150	25		165	23.5	1	24
20	DEJA PUNTEADORA, DESACTIVA CLAMPS	155	156	156	156	158	155	157	157	7		51	7.28	1	7
21	DESALZAN PISO Y COLOCAN EN SIGUIENTE HERRAMENTAL	178	177	178	179	176	178	179	22	22		152	21.7	1	22
22	REGRESA A SU LUGAR	185	183	185	184	185	186	185	8	6		48	6.85	1	7
*	CAMINA TOMA PISO Y COLOCA EN HTAL. * SUBURBAN	28	28	26	30	28						140	28	1	28

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA  
 N CANTIDAD DE OPERARIOS  
 T. TIEMPO NETO POR PIEZA

MATERIAL HTAL C1  
 DIM DE LA PZA  
 PESO DE LA PZA  
 OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: SUBENSAMBLE DASH PISO C1  
 NOMBRE DE LA PARTE TEQUI B146  
 HORAS DE OBSERVACION DE A

DEPARTAMENTO CARROCERIAS  
 PRODUCTO CABINA  
 No DE OPERACION B1205201  
 FECHA:

FOLIO DE CAMBIO

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No.	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PRGM NIVELADO	FREC.	T NETO PZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	CARGAR SELLADOR PANEL EXT. TENDR EN PAL CARG. LAT. L.I. Y L.D.	25	27	28	26	27	26	25	28	27	28	267	26.7	2	53.4
		25	52	80	106	133	159	184	212	239	267				
2	CARGAR ENSAMBLE TOLDO EN LA ESTRUCTURA MARCO	50	52	52	53	50	48	50	52	52	53	512	51.2	1	51.2
		37	369	421	474	524	572	622	674	726	779				
3	INICIA BOTOQUE Y CIERRA CLAMPS NEUMA- TICOS	37	34	35	37	38	35	36	34	28	35	359	35.9	1	35.9
		816	850	885	922	960	995	1031	1065	1103	1138				
4	CERRAR PUERTAS LATERALES DEL MERCANTIL L.D. Y APLICAR 3 POTOS. ENTRE MCO. Y TOLDO	38	37	42	38	40	42	43	35	39	42	398	39.8	2	79.6
		1176	1215	1257	1295	1335	1377	1420	1455	1494	1536				
5	APLICAR 30 PUNTOS DEL CENTRO HACIA AFUERA ENTRE PANEL EXT. TRASLERO Y PISO	90	95	102	98	95	92	94	98	95	93	952	95.2	1	95.2
		70	185	287	385	480	572	666	764	857	952				
6	APLICAR 6 PUNTOS EN COJA EXT. DE PANEL TOLDO SUP CENT INT.	39	37	39	39	40	41	38	40	40	35	388	38.8	1	38.8
		37	76	115	154	194	235	273	313	353	388				
7	LIBERAR LA CARROSERIA OBSANDORA MANUAL- MENTE A LA SIG. ESTACION	55	45	58	46	49	53	54	46	49	45	500	50	1	50
		55	100	158	204	253	306	360	406	455	500				

OBSERVACIONES: SE SUMARON LOS TIEMPOS CONSIDERANDOSE OPERARIOS INDEPENDIENTES

T TIEMPO NETO POR PEZA 404  
N CANTIDAD DE OPERARIOS 3  
TAN TIEMPO NETO POR PEZA 364

MATERIAL:  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: ENSAMBLAR DE TOLDO TRASLADO  
A CABIDA (HTAL F1)  
NOMBRE DE LA PARTE: SELLADOR TOLDO  
HORAS DE OBSERVACION DE 11 A 12:15

DEPARTAMENTO  
85  
PRODUCTO  
C20 - C35

NO DE OPERACION:  
17-05  
FECHA:  
11/MAY/92

FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T NETO PZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	CARGAR PANEL TRASERO EXT. EN HERRAMIENTAL FIA	50	45	48	50	50	45	47	46	50	51	482	48.2	1	48.2
		50	25	113	193	213	288	335	381	431	422				
2	CARGAR PANEL LATERAL IZQ. Y DER.	12	13	12	10	13	12	13	10	11	12	600	11.8	2	23.6
		194	507	519	529	572	554	567	577	588	600				
3	CARGAR TOLDO (GACION VO-1)	25	23	25	26	25	24	23	26	22	26	245	24.5	1	24.5
		625	618	673	694	724	748	771	797	819	845				
4	APLICAR 11 PUNTOS ENTRE EL PANEL TRASERO EXT. Y PANEL LATERAL EXTERIOR IZQ.	80	82	75	84	80	82	84	82	86	84	819	81.9	1	81.9
		925	1007	1082	1166	1246	1328	1412	1494	1560	1664				
5	APLICAR 6 PUNTOS ENTRE EL TOLDO EXTERIOR Y EL PANEL LATERAL EXTERIOR	90	92	90	89	90	91	92	91	90	90	905	90.5	1	90.5
		1754	1846	1936	2025	2115	2206	2298	2389	2479	2569				
6	APLICAR 11 PUNTOS ENTRE PANEL TRASERO EXT. Y PANEL LATERAL EXTERIOR DERECHO	80	75	70	73	74	75	75	73	72	75	742	74.2	1	74.2
		2649	2724	2794	2867	2941	3016	3091	3164	3236	3311				
7	DESCAMPEAR, SACAR SUBENSAMBLE Y LLEVARLO AL CONTENEDOR	35	33	36	37	35	34	35	36	37	35	353	35.3	2	70.6
		3246	3379	3415	3452	3487	3521	3556	3592	3627	3664				
8	PERFORAR TOLDO PARA OPCION	35	33	35	36	37	34	36	35	33	33	351	35.1	1	35.1
		35	68	103	139	176	210	246	281	314	351				
9	APLICAR SELLADOR EN COXA EXTERIOR DE PANEL LATERAL IZQ. Y DERECHO	8	9	8	8	7	8	8	8	8	8	78	7.8	2	15.6
		6	17	25	33	40	48	55	63	71	78				

OBSERVACIONES: ES IMPORTANTE RESALTAR QUE NO EXISTEN LAS FACILIDADES NECESARIAS PARA HACER QUE UN SOLO OPERADOR SACA EL SUBENSAMBLE DEL HERRAMIENTAL POR LO QUE NECESITA SACARLO AUXILIADO POR UN 2º OPERADOR EN ESE MOMENTO.

MATERIAL  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION SUBENSAMBLE PANEL RESPALDO Y TOLDO EXTERIOR HERRAM FIA  
NOMBRE DE LA PARTE PANEL RESPALDO Y TOLDO EXTERIOR HERRAM FIA  
HORAS DE OBSERVACION DE 9 A 12

PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION 12 u.

DEPARTAMENTO  
85  
PRODUCTO  
C10 - C20

T. TIEMPO NETO POR PIEZA 428  
N. CANTIDAD DE OPERARIOS 1  
T.M. TIEMPO NETO POR PZA 428  
No DE OPERACION  
1706  
FECHA:  
11/MAY/92

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES

## HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM. NIVELADO	FREC	T.NETO PZA/ELEM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	SE DIRIGE A CONTENEDOR DE SALP. Izo.	11	12	12									35	12	1	12
2	INSPECCIONA SALPICADERA P/BUSCAR DAÑOS O ABOLLONES	30	33	36									64	21	1	21
3	TOMA SALPICADERA Y SE TRASLADA A TROQUEL	39	43	46									29	10	1	10
4	COLOCA SALPICADERA EN TROQUEL	46	49	54									21	7	1	7
5	REGRESA AL PUNTEADO CON PIE Izo	7	6	8									30	10	1	10
6	RETORA SALPICADERA, SE TRASLADA A SISTEMA DE GANCHOS COLGANTES Y COLOCA SALP.	56	59	64									66	22	1	22
7	REGRESA	78	80	87									14	5	1	5
8	REGISTRA EN MANIFIESTO LA OBRA EFECTUADA	22	21	23									50	17	1	17
		4	5	5												
		74	100	110												
		17	15	18												
*	Reparacion de daño en Salpicadera con tallado, limado, golpeado y esmerilado	-	-	274									164	164	1	164
		-	-	164												

OBSERVACIONES

T. TIEMPO NETO POR PIEZA: 1.04  
N CANTIDAD DE OPERARIOS: 1  
T. TIEMPO NETO POR PZA: 1.04

MATERIAL

DIM DE LA PZA

PESO DE LA PZA

OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION PUNTEADO ALARMA ANTIERRO

OCC. VAG SALPICADERA ISOHERDA

NOMBRE DE LA PARTE:

HORAS DE OBSERVACION DE

PRODUCCION DURANTE LA

OBSERVACION

DEPARTAMENTO

TRANSFER

PRODUCTO

S. T.

No. DE OPERACION:

87-01-40

FECHA:

22 / 1 / 92

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)									10	TOTAL	PROM. NIVELADO	FREC.	T NETO PZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9					
1	SE DIRIGE A CONTENEDOR DE SALP. IZO.	10	9	9	10	10						48	10	1	10
2	INSPECCIONA SALPICADERA, P/BUSCAR DAÑOS O ABOLONES	32	28	32	31	30						106	21	1	21
3	TOMA SALPICADERA Y SE TRASLADA A TROQUEL	41	37	41	37	37						39	8	1	8
4	COLOCA SALPICADERA EN TROQUEL	49	43	48	46	43						36	7	1	7
5	ALICIAA AL PUNTERADO CON PIE IZO.	59	53	58	56	53						50	10	1	10
6	RETIRA SALPICADERA, SE TRABAJA EL SISTEMA DE GANCHOS COLGANTES Y DEJA SALPICADERA REYRELA	81	76	81	77	72						120	24	1	24
7	REGISTRA EN MANIFIESTO LA OPCION ELEGIDA	86	82	87	82	77						25	5	1	5
8		102	97	103	96	92						76	15	1	15
		16	15	16	14	15									

OBSERVACIONES:

T TIEMPO NETO POR PIEZA: 1,00  
N CANTIDAD DE OPERARIOS: 1  
Tm TIEMPO NETO POR PIEZA: 1,00

MATERIAL  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO(S) OBSERVADO(S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: BALLENO ALACMA ANTRABO  
C/C VAG SALP. IZO.  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE A

DEPARTAMENTO  
TRANSFER  
PRODUCTO  
CK

NO. DE OPERACION:  
67-01-40  
FECHA:  
22/x/92.

FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)									TOTAL	PROM. MINUTADO	FREC.	T NETO PZA/ELEM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9					10
1	CAMINA a CONTENEDOR DE SAMPICABLEA DER.	12	11	12	12	10						57	11	1	11
2	INSPECCION SALP. PARA DETECTAR DAÑOS	37	40	35	36	31						117	23	1	23
3	TRASLADA SAMPICABLEA A MESA DE TRABAJO	45	56	48	51	45						217	43	1	43
4	COLOCA DISPOSITIVO PARA HACER BARRENOS Y CIERRA PUNZAS PARA SUJETARLO	13	16	13	15	14						61	12	1	12
5	TOMA TALADRO Y HACE DOS BARRENOS DEL INTERCAPTOR LUZ PARA COPRAE	57	65	57	62	57						295	59	1	59
6	CAMBIA DE TALADRO Y HACE 1 BARRENO GUIA	29	25	24	25	25						126	25	1	25
7	RETIRA DISPOSITIVO, TOMA OTRO TALADRO Y HACE BARRENO P/ANTENA RADIO	103	103	96	105	101						508	101	1	101
8	DEJA TALADRO Y TRASLADA SAMPICABLEA A SISTEMA DE GANCHOS COLGANTES	19	13	15	18	17						84	17	1	17
9	REGRESA A SU LUGAR	50	56	55	52	50						263	53	1	53
10	REGISTRA EN MANIFIESTO LA Opcion REALIZADA	172	174	165	174	169						853	170	1	170
*	REPARA DAÑO EN SAMPICABLEA, TALADRO GOL- PANDO, ESQUEMILANDO Y DANDO ACABADO FINO (LO REALIZA DESPUES DE IMPULS. LA SAMPICABLEA)	19	15	19	17	18						83	17	1	17
		181	182	174	181	177						915	183	1	183
		9	8	9	7	8						41	8	1	8
		198	200	192	198	192						988	197	1	197
		17	18	18	17	15						85	17	1	17
		-	-	839	503	-						1342	268	1	268
		-	-	647	305	-						952	190	1	190

OBSERVACIONES:

Tiempo neto por pieza: 1.95

N cantidad de operarios: 1

Tiempo neto por pieza: 1.95

MATERIAL  
DIM. DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION BARRENADO ANTENA CXP.  
U 73 SAMPICABLEA DERCHA  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE A

PRODUCCION DURANTE LA  
OBSERVACION.

DEPARTAMENTO  
TRANSFER  
PRODUCTO  
S-T

No DE OPERACION  
87-01-40  
FECHA  
22/x/92

BARRENOS DE ACABADO METALICO

APENDICE D3

FALLA DE MANTEN

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	T.NETO P/TALEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	CAMINA A COMEDOR DE COFFES	5	8	9	9	8	9	7				55	8	2	16
2	TOMA COFFE Y LO TRASLADA A MESA DE TRABAJO	27	26	29	32	25	25	26				135	19	2	38
3	IMPULSION COFFE PLENNAR DADO Y AROJO	58	56	66	53	62	61	59				230	33	2	66
4	TRASLADA COFFE A DISPOSITIVO	77	71	80	72	75	74	75				109	16	2	32
5	TOMA BARRERA DESENA DE COFFE, LA NJETA AL COFFE CON 2 TECNILLAS Y CUERDA CLAMPS	105	98	107	98	98	99	102				183	26	1	26
6	TOMA TERMOMETRO Y AJUSTA TERMILLOS L.T.	125	130	130	120	124	120	125				157	22	1	22
7	VA A BARRERA L.D. Y AJUSTA TERMILLOS CON TERMOMETRO	139	134	143	135	140	132	134				98	14	1	14
8	ESPERA	157	152	158	165	167	163	158				160	23	1	23
9	TOMA BARRERA I.D. DE COFFE, LA NJETA AL COFFE CON 2 TECNILLAS Y CUERDA CLAMPS	186	175	184	174	183	180	182				185	26	1	26
10	TOMA TALADRO Y HACE 1 BARRADO EN BIS. IEO	221	214	213	226	224	219	212				226	32	1	32
11	PREPARA TALADRO Y LO PASA A COMEDOR	226	218	223	231	229	223	217				34	5	1	5
12	TOMA TALADRO Y HACE UN BARRADO EN BIS. DEB.	262	252	262	262	257	255	251				240	34	1	34
13	DEJA TALADRO EN SU LUGAR	36	38	39	31	30	32	34				73	10	1	10
14	TOMA COFFE SE DIRIGE A SIST. DE JANCOS Y LO CUEGA	8	14	12	8	11	8	12				158	23	2	46
15	REGRESA A SU LUGAR	292	288	300	292	290	287	293				41	6	2	12

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA

N CANTIDAD DE OPERARIOS

T.M. TIEMPO NETO POR PIEZA 4.02

MATERIAL:  
DIM DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION *Barronado de Bisagra de Coffe*  
NOMBRE DE LA PARTE  
HORAS DE OBSERVACION DE A

DEPARTAMENTO TRANS FER  
PRODUCTO CK

No DE OPERACION 87-01-40  
FECHA 22/X/92

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

PROYECTO - BLAZER FULL SIZE

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (mins)										TOTAL	PRIM. NIVELADO	FREC.	T.NETO PZA/TEAM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	TOMA POLIPASTO Y COLOCAR SOBRE UNIDAD	18	20	25									63	21	2	42
	ACOSIONA POLIPASTO Y TRABAJADA UNIDAD A BANCO	31	68	74									150	50	2	100
	LLEVA BOMBENTO, RENEGUA Y JALA SU UNIDAD A E7	47	46	100									74	25	2	50
	VA POR PANEL INTERIOR DE PILAR CENTRAL L.D. y L.I. y LO LLEVA A TOMA DE SUELO BOMBABLE	109	111	121									54	18	1	18
	TOMA PANEL DEL T. EL PUNTO SUELO BOMBABLE	149	152	166									126	42	1	42
	TOMA PANEL ISO Y EL PUNTO SUELO BOMBABLE	40	41	45									144	48	1	48
	LLEVA AMBOS PANELES A UNIDAD Y LOS COLOCA DENTRO DE UNIDAD	199	197	215									50	45	49	
	VA TOMA POLIPASTO Y TRABAJADA UNIDAD DE ES A E6	210	212	227									38	13	1	13
	VA ALF. SALVADOR DE REFUG. INT. INF. A FONTE BOMBA Y LO COLOCA EN UNIDAD AMBOS LADOS	271	268	272									61	36	45	
	TOMA PANEL INTERIOR DE PILAR CENTRAL Y LO POSICIONA SUBTENDIENDO CON PINTAS	331	323	324									60	55	62	
	TOMA PUNTERA Y DA 2 PUNTOS DE SUECCION AL PILAR CENTRAL EN LADO TRASERO	363	348	367									32	25	35	
	RECOMIENDA PUNTERA Y DA 3 PUNTOS DE SUECCION AL PILAR CENTRAL EN LADO DELANTERO	389	371	390									26	23	21	
	VA TOMA PUNTERA Y DA 12 PUNTOS EN PUNTO TRASERO DE MARCO PUERTA	404	384	405									15	15	15	
	RECOMIENDA PUNTERA Y DA 1 PUNTO EN UNION ENTREGO LAT. Y PANEL INT. CENTRAL LADO TRASERO	455	440	454									51	54	49	
	TOMA DIFERENTE PUNTERA Y DA 1 PUNTO EN UNION ENTREGO LAT. Y PANEL INT. CENTRAL LADO DELANTERO	473	458	472									18	18	18	
	RECOMIENDA PUNTERA Y DA 22 PUNTOS EN UNION TOLDO Y MCO. PUERTA LAT. TRASERO	485	472	485									12	14	13	
		556	545	557									41	75	74	

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PZA:  
N. CANTIDAD DE OPERARIOS:  
TAN. TIEMPO NETO POR PZA:

MATERIAL:  
DIM. DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: REPUNTO DE SURIBAN Y PUNTO MIS.  
NOMBRE DE LA PARTE: HTAL EG-7  
HORAS DE OBSERVACION: DE A

DEPARTAMENTO: Matices  
PRODUCTO: C-10  
FECHA: 13/1/92

FALLA DE UNIDAD

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM. No.	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC	TiNETO PZA/VELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	TEMA PUNTERIA Y DA 2 PUNTO EN CANTIDAD CENTRA. ENTRADO	572	564	576								52	17	2	34
	Se Pasa en UNO UNO, RECONOCER PUNTERIA Y VA A 2 PUNTO EN CANTIDAD CENTRA. DE ENTRADO	570	584	599								61	20	2	40
	SUMA PUNTO DE UNIDAD VA A 3 PUNTO EN INT SUP. A PUNTO EN PISO LATERAL TRAZADO	631	635	644								137	46	2	92
	RECONOCER PUNTERIA Y DA 2 PUNTO EN INT INF. DEL MISMO REFUGIO	618	619	664								51	17	2	34
	BAJA EN UNIDAD VA POR TUBO INTERIOR	603	667	683								52	17	1	17
	TEMA 3 TIPOS DE SALVACA Y LAS CUACA SERIE TIPO	696	692	714								94	31	1	31
	TEMA TUBO INT. Y RECONO A UNIDAD	716	718	733								60	20	1	20
	ADICIONA TUBO INT. Y SUJETA CON PINZAS	735	735	755								58	19	2	38
	TEMA PUNTERIA Y DA 2 PUNTO DE SUJECION EN LA UNION CON EL PUNTO TRESO	754	753	775								57	19	2	38
	VA, TEMA PUNTERIA, LO ALICIA Y JALA UNIDAD HACIA ATACA	783	777	798								76	25	2	50
	SUCE DEBIDO DE UNIDAD, TEMA PUNTERIA Y DA 16 PUNTO EN UNION PUN. INT. Y TRAZADO, M. 10:	856	852	874								224	75	1	75
	Baja de UNIDAD VA Y SUJE POR PINZ. TERNIA, TEMA PUNTERIA Y DA 4 PUNTO EN INT TERNIA Y MC PIA.	894	884	909								105	35	1	35
	VA TEMA Y CUACA PUN. INT SUP. DE MCO PTA (SA) PUNTERIA CON PINZAS DE SUJECION	935	922	950								120	40	1	40
	TEMA PUNTERIA Y DA 22 PUNTO EN UNION DE MCO 50 PUNTO Y PUN. INT SUP.	1011	1000	1025								229	76	1	76
	VA TEMA PUNTERIA, LO ALICIA Y LLEVA UNIDAD HA- CUA DELANTE.	1049	1039	1058								110	37	2	74
	ADICIONA RECONO EN SIG UNIDAD DE E-5	38	37	33								79	26	2	52
		1073	1066	1086											
		24	27	28											

OBSERVACIONES

Tiempo NETO POR PIEZA

N CANTIDAD DE OPERACIONES

Tiempo NETO POR PIEZA

MATERIAL:

DIM DE LA PZA

PESO DE LA PZA

OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION REPUNTO DE SURBAN Y

PUN. MISC.

NOMBRE DE LA PARTE # PUN. E6-7

HORAS DE OBSERVACION DE A

PRODUCCION DURANTE LA

OBSERVACION

DEPARTAMENTO

Matrices

PRODUCTO

C-10

NO. DE OPERACION

FECHA:

13/x/92



**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

APENDICE D

ELEM	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC.	T NETO P/AVELADO	
	No	1	2	3	4	5	6	7	8	9					10
<b>ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA</b>															
TOMA POLIPARTO Y COLOCA SOBRE UNION	18	20	25									63	21	2	42
RECUBR. POLIPARTO Y TRAZADA UNION A BANDO	71	66	74									180	50	2	100
DEJA POLIPARTO, REGULA Y JALA LA SIG. UNION A. E.7	71	96	100									74	25	2	50
VA DE PUNO INTERIOR DE PUNO CENTRAL II, LD Y LO LLEVA A TOMA DE SELLO BOMBARDER	109	111	121									54	18	1	18
TOMA BANDA DIFERENTE Y LA PONE SOBRE BOMBARDER	149	152	166									126	42	1	42
TOMA PUNO DIO Y EL FONDO SELLO BOMBARDER	90	91	95									144	48	1	48
LLEVA AMBOS PUNOS A UNION Y LOS COLOCA DENTRO DE UNION	210	212	227									38	13	1	13
VA TOMA POLIPARTO Y TRAZADA UNION DE ES A EG	271	268	272									162	54	2	108
VA DE SELLADOR DE NEGRO. INT. INT. DEL PUNO BOMBACA Y LO COLOCA EN UNION AMBOS LADOS	331	323	334									177	59	1	59
TOMA PUNO INT DE PUNO CENTRAL SUR BOMBACA SUJETANDOLO CON PINAS	263	348	269									92	31	2	62
TOMA BOMBACA Y DA 2 PUNTO DE SUJ. INT AL PUNO CENTRAL EN LADO TRAZADO	389	371	390									70	23	2	46
BOMBACA PUNTADEADA Y DA 3 PUNTO DE SUJ. INT AL PUNO CENTRAL EN LADO DIFERENTE	404	386	405									45	15	2	30
VA TOMA BOMBACA Y DA 12 PUNTO EN PUNO TRAZADO DE MDO PUNTO	455	440	454									154	51	2	102
BOMBACA PUNTADEADA Y DA 1 PUNTO EN UNION BOMBACA LATERAL Y PUNTO INT. CENTRAL LADO TRAZADO	473	458	472									54	18	2	36
TOMA DIFERENTE PUNTADEADA Y DA 1 PUNTO EN UNION BOMBACA LATERAL Y PUNTO INT. CENTRAL LADO DIFERENTE	485	472	485									39	13	2	26
BOMBACA PUNTADEADA Y DA 22 PUNTO EN UNION PUNO TRAZADO Y MDO PUNO LATERAL TRAZADO	556	545	559									218	73	2	146

OBSERVACIONES

T TIEMPO NETO POR PIEZA

N CANTIDAD DE OPERARIOS

Tm TIEMPO NETO POR PZA

MATERIAL

DIM DE LA PZA

PESO DE LA PZA

OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION REAJUSTE DE SURUBAN Y Ptes. MPE.

NOMBRE DE LA PARTE

HORAS DE OBSERVACION DE:

PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION

DEPARTAMENTO

Matices

PRODUCTO

C-10

No DE OPERACION

FECHA

13/X/92

PROYECTO: TRAZADO FULL SIZE

FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO DE TIEMPOS**  
**DEPARTAMENTO DE METEOROS Y ESTANDARES**  
**HOJA DE OBSERVACION**

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM INVELADO	FREC.	TiNETO PZA/ELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	TOMA PUNTADESA Y DA 2 PUNTO EN CIUDAD CENTRAL DE ESTADIO	572	564	576								52	17	2	34
	En Para del otro lado, PUNTADESA Y DA 2 PUNTO EN CIUDAD CENTRAL DE ESTADIO	590	584	577								61	20	2	40
	Sigue JUNTO de UNIDAD y DA 3 PUNTO EN INT SUP DE RIFCO LO PUNTO LATERA TEASCO	631	635	644								137	46	2	92
	Revisada PUNTADESA Y DA 2 PUNTO EN INT INT DE MULO RIFCO	640	640	664								51	17	2	34
	Baja de UNIDAD y VA RE TODO INTERIOR	663	661	683								52	17	1	17
	TOMA 3 TIRA DE SELLADO Y CUERA SOBRE TODO	696	697	714								94	31	1	31
	TOMA TODO INTERIOR Y ALLEGSA A UNIDAD	716	718	733								60	20	1	20
	Revisar todo INTERIOR Y SUEJTA con ANEAS	735	735	753								58	19	2	38
	TOMA PUNTADESA Y DA 2 PUNTO de SUEJTION en LA UNION con el PANEL TOCHO	754	753	775								57	19	2	38
	VA, TOMA PUNTADESA, LO ALICONA Y JALA UNIDAD HACIA ATRAS	783	774	798								76	25	2	50
	Sigue dentro de UNIDAD, TOMA PUNTADESA Y DA 10 PUNTO EN UNION PAL INTERIOR Y TRANSCURSO MEDIO	856	852	874								224	75	1	75
	Baja de UNIDAD, VA y Sigue por PARTE TEASCO, TOMA PUNTADESA Y DA 4 PUNTO EN INT. de TEASCO y MULO PZA	894	884	909								105	35	1	35
	VA, TOMA y CUERA PAL INT SUP. de MULO 5 <sup>a</sup> PZA, EJANDIENDO con ANEAS de SUEJTION	935	922	950								120	40	1	40
	TOMA PUNTADESA Y DA 22 PUNTO en LA UNION de MULO 5 <sup>a</sup> PUNTA Y PANEL INT SUEJTION	1011	1000	1025								229	76	1	76
	VA, TOMA PUNTADESA, LO ALICONA Y LLEVA A UNIDAD HACIA ADELANTE	1049	1039	1058								110	37	2	74
	Revisada PUNTADESA EN SIG. UNIDAD de ES	1073	1066	1086								79	26	2	52

OBSERVACIONES

T. TIEMPO NETO POR PEZAL  
 N CANTIDAD DE OPERARIOS  
 TiN TIEMPO NETO POR PEZAL

MATERIAL:  
 DIM DE LA PZA  
 PESO DE LA PZA  
 OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION: **REARTRIO DE SUCURBAN Y PUNTO DE SUEJTION**  
 NOMBRE DE LA PARTE: **HTAL EG - 7**  
 HORAS DE OBSERVACION: DE **A**

DEPARTAMENTO: **MATAICES**  
 PRODUCTO: **C-10**  
 NO. DE OPERACION:  
 FECHA: **13/1/92**

PRODUCCION DURANTE LA OBSERVACION

SALVADOR OLMEDEN

ESTUDIO DE TIEMPOS  
DEPARTAMENTO DE METODOS Y ESTANDARES  
HOJA DE OBSERVACION

ELEM No	ELEMENTOS Y PUNTOS DE MEDIDA	CICLOS DE TRABAJO Y TIEMPOS POR ELEMENTO (min)										TOTAL	PROM NIVELADO	FREC.	T.NETO PZA/VELEM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	VA. TOMA PUNTADEADA Y DA 5 PUNTS. EN ENS- TADOR. MDO. 5ª PILETA Y PISO TRAZADO	1115	1120	1134								144	48	2	96
	VA. TOMA PUNTADEADA Y DA 4 PUNTS EN TOMA DE CASCOS UNA L. 2.	1148	1148	1162								89	30	1	30
	TOMA PUNTADEADA Y DA 20 PUNTS. EN PARTE INT. DE MDO. VENTANA LATERRAL TERCERA.	1210	1208	1226								186	62	2	124
	RECORRIDA PUNTADEADA Y DA 20 PUNTS EN LATERRAL DE MDO. VENTANA	1235	1236	1250								77	26	2	52
	TOMA PUNTADEADA Y DA 20 PUNTS ENTRE PANEL TRAZO Y MDO. VENTANA LAT. TERCERA	1309	1278	1319								204	68	2	136
	SE DA UN A PASE PROFUND. SUR DENTRO DE UNIDAD Y DA 22 PUNTS. A PUNTS INT. SUR. MDO. 5ª PILETA	1385	1378	1391								229	76	1	76
	BAJA TOMA PUNTADEADA Y DA 1 PUNTS. ENTRE PANEL TRAZO Y REFDO. INT. MDO. 5ª PILETA	1400	1371	1407								44	15	1	15

OBSERVACIONES:

T. TIEMPO NETO POR PIEZA

N. CANTIDAD DE OPERARIOS

T.M. TIEMPO NETO POR PZA

MATERIAL:  
DIM. DE LA PZA  
PESO DE LA PZA  
OPERARIO (S) OBSERVADO (S)

DESCRIPCION DE LA OPERACION Repunteo de SUBURBAN  
y Pres. Misc.  
NOMBRE DE LA PARTE: HTA. EG-7  
HORAS DE OBSERVACION DE: A.

DEPARTAMENTO  
Matrices  
PRODUCTO  
C-10

NO. DE OPERACION:  
FECHA:  
13/1/92

FALLA DE ORIGEN

ANEXOS: DI

PROYECTO: "BLAZER FULL SIZE"

---

# Apéndice E

Tablas de tiempos estándar.

---


**STANDARD TIME DATA**  
**VEHICLE ASSEMBLY**

 FIG. NO. 25  
 SHEET 6  
 DATE 2/14/79

## CHART 03

## WET DISC SAND FOR LACQUER (PANEL ONLY)

AREA SANDWICH IN SQUARE INCHES (A2) SQUARE FEET (A1)		AREA UNWEED IN SQUARE INCHES (A3) SQUARE FEET (A4)			
A	Ax	A	Ax		
44	0.044	.05	1709	1.012	.35
119	0.077	.06	1739	1.044	.36
149	0.109	.07	1809	1.077	.37
219	0.141	.08	1779	1.109	.38
269	0.173	.09	1769	1.141	.39
319	0.206	.10	1819	1.173	.40
369	0.238	.11	1869	1.206	.41
419	0.270	.12	1919	1.238	.42
469	0.302	.13	1969	1.270	.43
519	0.335	.14	2019	1.302	.44
569	0.367	.15	2069	1.335	.45
619	0.399	.16	2119	1.367	.46
669	0.431	.17	2169	1.399	.47
719	0.464	.18	2219	1.431	.48
769	0.496	.19	2269	1.464	.49
819	0.528	.20	2319	1.496	.50
869	0.560	.21	2369	1.528	.51
919	0.591	.22	2419	1.560	.52
969	0.623	.23	2469	1.593	.53
1019	0.655	.24	2519	1.625	.54
1069	0.687	.25	2569	1.657	.55
1119	0.722	.26	2619	1.689	.56
1169	0.754	.27	2669	1.722	.57
1219	0.786	.28	2719	1.754	.58
1269	0.818	.29	2769	1.786	.59
1319	0.851	.30	2819	1.818	.60
1369	0.883	.31	2869	1.851	.61
1419	0.915	.32	2919	1.883	.62
1469	0.947	.33	2969	1.915	.63
1519	0.980	.34	3019	1.947	.64

$$1^2 = 100001$$

## CHART INCLUDES:

SAID PROCESS TIME ONLY - STEP 1  
 WITH DISC CONTACT SURFACE 300  
 INGS WHEN CONTACT WITH SURFACE  
 IS BROKEN.

## NOTES:

PLA AREA NOT CHARTED, USE 1-  
 NEXT HIGHER CHARTED VALUE.

CHART IS IN TWO SEGMENTS TO  
 SAVE THE OVERALL CHART LENGTH.

## DEFINITIONS:

PANEL - THE AREA BEING SANDWICHED  
 IS WIDER THAN THE DISC DIAMETER.

AREA SANDWICHED - THE AREA OF THE  
 PORTION OF THE BODY SURFACE  
 THAT IS ACTUALLY SANDWICHED.

Manufacturing Staff

GM RESTRICTED

GM Technical Center



## STANDARD TIME DATA

FORM NO. 25

SHEET 7

DATE 2/18/79

VEHICLE ASSEMBLY

## CHART 04

## WET HAND SAND FOR LACQUER (DETAIL ONLY)

HORIZONTAL (H)		VERTICAL (V)		
A	AR	A	AR	
87	0.056			.05
106	0.064	16	0.010	.06
125	0.081	50	0.012	.07
145	0.093	93	0.013	.06
164	0.105	116	0.015	.09
183	0.116	150	0.016	.10
203	0.130	183	0.019	.11
221	0.143	216	0.019	.12
241	0.155	250	0.023	.11
260	0.168	293	0.022	.14
279	0.180	316	0.204	.15
298	0.192	350	0.225	.16
319	0.205	393	0.247	.17
337	0.217	416	0.268	.18
356	0.230	450	0.290	.15
375	0.242	483	0.311	.20
395	0.254	516	0.333	.21
414	0.267	550	0.354	.22
433	0.279			.23
452	0.292			.24
471	0.304			.25
491	0.316			.26
510	0.329			.27
529	0.341			.28
548	0.354			.29
568	0.366			.30

AREA SANDED  
IN SQUARE INCHES (A)  
SQUARE METERS (AR)

$A^2 = AR^2 \times .000001$

## CHART INCLUDES:

SAND PROCESS TIME ONLY - STANGE WITH SANDPAPER CONTACTS SURFACE AND ENDS WHEN CONTACT WITH THE SURFACE IS BROKEN

## NOTE:

FOR AREA, NOT CHARTED, USE THE NEXT HIGHER CHARTED VALUE.

## DEFINITIONS:

DETAIL - THE AREA BEING SANDED IS EQUAL TO OR SMALLER THAN THE SANDPAPER WIDTH.

HORIZONTAL - THE AREA, AS IT IS BEING SANDED, LIES IN AN APPROXIMATELY HORIZONTAL PLANE.

VERTICAL - THE AREA, AS IT IS BEING SANDED, LIES IN AN APPROXIMATELY VERTICAL PLANE.

AREA SANDED - THE AREA OF THAT PORTION OF THE BODY SURFACE THAT IS ACTUALLY SANDED.

Manufacturing Staff

GM RESTRICTED

GM Technical Center



## STANDARD TIME DATA

VEHICLE ASSEMBLY  
CHART 05

DRY DISC SAND FOR LACQUER (PANEL ONLY)

SECTION NO. 25

SHEET 8

DATE 2/16/79

AREA SANDED 1 IN SQUARE INCHES (A) SQUARE METERS (M)		
A	M	
92	0.019	.01
112	0.045	.04
172	0.113	.05
212	0.137	.06
312	0.192	.07
392	0.188	.08
392	0.214	.09
392	0.240	.10
412	0.266	.11
432	0.292	.12
492	0.327	.13
512	0.343	.14
572	0.379	.15
612	0.395	.16
652	0.420	.17
692	0.446	.18
732	0.472	.19
772	0.498	.20
812	0.524	.21
852	0.549	.22
892	0.575	.23
911	0.601	.24
911	0.627	.25
1012	0.653	.26
1052	0.679	.27
1092	0.704	.28
1132	0.730	.29
1172	0.756	.30
1212	0.782	.31
1252	0.808	.32
1292	0.833	.33
1332	0.859	.34
1372	0.885	.35
1412	0.911	.36
1452	0.937	.37
1492	0.962	.38
1532	0.988	.39
1572	1.014	.40
1612	1.040	.41
1652	1.066	.42

$$1^2 = 10^4 = .00001$$

## CHART INSTRUCTIONS:

SAND PAPER TIME ONLY - STARTS WHEN DISC  
CONTACTS SURFACE AND ENDS WHEN CONTACT WITH  
THE SURFACE IS BROKEN.

## NOTE:

FOR AREAS NOT CHARTED, USE THE NEXT HIGHER  
CHARTED VALUE.

## DEFINITIONS:

PANEL - THE AREA WITH SANDING IS WIDER THAN  
THE DISC DIAMETER.

AREA SANDED - THE AREA OF THAT PORTION OF  
THE BODY SURFACE THAT IS ACTUALLY SANDED.

Manufacturing Staff

GM RESTRICTED

GM Technical Center

FALLA DE ORIGEN



**STANDARD TIME DATA**

SECTION NO. 25

SHEET 8

VEHICLE ASSEMBLY

DATE 7/14/79

**CHART 06**

**DRY HAND SAND FOR (ENAMEL)**

TABLE 107				DETAIL 107				
HORIZONTAL (IN)		VERTICAL (IN)		HORIZONTAL (IN)		VERTICAL (IN)		
A	A'	A	A'	A	A'	A	A'	
				90	0.054			.01
				102	0.061	50	0.212	.04
				114	0.071	69	0.244	.05
				126	0.082	87	0.276	.06
				137	0.103	104	0.308	.07
618	0.274	234	0.553	148	0.105	123	0.341	.08
636	0.299	238	0.379	160	0.103	144	0.393	.09
654	0.324	235	0.267	172	0.110	163	0.405	.10
670	0.343	268	0.235	185	0.116	182	0.417	.11
687	0.368	408	0.183	198	0.125	202	0.428	.12
704	0.397	652	0.241	210	0.133	222	0.441	.13
721	0.413	695	0.184	218	0.140	238	0.474	.14
738	0.437	838	0.143	230	0.146	257	0.486	.15
755	0.462	862	0.319	242	0.155	276	0.498	.16
772	0.495	878	0.403	253	0.163	295	0.510	.17
789	0.509	667	0.415	265	0.170	314	0.522	.18
806	0.532	712	0.459	276	0.178	333	0.534	.19
823	0.557	756	0.467	286	0.185	352	0.547	.20
840	0.581	793	0.518	297	0.192	370	0.559	.21
857	0.605	669	0.544	301	0.200	388	0.571	.22
874	0.628	686	0.572			406	0.583	.23
891	0.652	919	0.600					.24
908	0.676	973	0.618					.25
925	0.700	1017	0.636					.26
942	0.724	1060	0.654					.27
		1104	0.712					.28
		1147	0.740					.29
		1191	0.768					.30
		1234	0.796					.31
		1278	0.824					.32
		1321	0.853					.33
		1365	0.880					.34
		1408	0.908					.35
		1452	0.936					.36
		1495	0.964					.37
		1538	0.993					.38
		1582	1.020					.39
		1625	1.049					.40
		1668	1.076					.41
		1711	1.105					.42

(PART INCLUDED)  
 SAND FINISH TIME ONLY - STARTS  
 WHEN SANDPAPER CONTACTS SUR-  
 FACE AND ENDS WHEN CONTACT  
 WITH THE SURFACE IS BROKEN.

NOTE:  
 FOR AREAS NOT LISTED, USE THE  
 NEXT HIGHER LISTED VALUE.

DEFINITIONS:  
 TABLE - THE AREA BEING SANDED IS  
 WIDER THAN THE SANDPAPER WIDTH.

DETAIL - THE AREA BEING SANDED IS  
 EQUAL TO OR narrower than the  
 SANDPAPER WIDTH.

HORIZONTAL - THE AREA, AS IT IS  
 BEING SANDED, LIES IN AN  
 APPROPRIATELY HORIZONTAL PLANE.

VERTICAL - THE AREA, AS IT IS BE-  
 ING SANDED, LIES IN AN APPROX-  
 IIMATELY VERTICAL PLANE.

AREA SANDED - THE AREA OF THAT  
 PORTION OF THE BODY SURFACE  
 THAT IS ACTUALLY SANDED.

AREA SANDED  
 IN SQUARE INCHES AND SQUARE METRES (MET)  
 $A^2 = \text{MET}^2 \times 1,550,000$

Manufacturing Staff

**GM RESTRICTED**

GM Technical Center



**STANDARD TIME DATA**  
VEHICLE ASSEMBLY

SECTION NO. 20  
SHEET 4  
DATE 12-12-51

CHART Q1  
WIPING OF EXTERIOR BODY PANELS  
TACK WIPES

*1/2 11/25/54  
TAKU  
10-67*

AREA WIPED			
INCHES (sq in)	METERS (sq m)		
0 - 100	.00 - .06	62	62 04
100 - 200	.06 - .13	63	66 06
200 - 300	.13 - .21	64	69 08
300 - 400	.21 - .29	65	72 10
400 - 500	.29 - .37	66	75 12
500 - 600	.37 - .45	67	78 14
600 - 700	.45 - .53	68	81 16
700 - 800	.53 - .61	69	84 18
800 - 900	.61 - .69	70	87 20
900 - 1000	.69 - .77	71	90 22
1000 - 1200	.77 - .93	72	96 24
1200 - 1400	.93 - 1.09	73	102 26
1400 - 1600	1.09 - 1.25	74	108 28
1600 - 1800	1.25 - 1.41	75	114 30
1800 - 2000	1.41 - 1.57	76	120 32

**CHART INCLUDES:**

1. PLACE CLOTH TO JOB

**CHART DOES NOT INCLUDE:**

1. GET CLOTH
2. FOLD CLOTH
3. REMOVAL OR REPLACING TAPE HANDLE
4. UNLOADING TO JOB

**NOTES:**

FOR AREA WIPED DIMENSIONS WIPED CHARTED  
USE THE NEXT HIGHER CHARTED VALUE

VALUES EXCEEDING CHART LENGTHS ARE  
NOT COVERED.

**DEFINITIONS:**

TACK-OFF WIPES - (FRONTAL VIEW OF WIPER  
WHERE A TACK - IS USED TO HOLD  
DENT, LIFT, ETC., FROM A -  
BODY PANELS. - ALSO INCLUDES LOW  
SPEEDS STRIKES AND RESIN HAND  
PREPARATION.

NUMBER OF REPOSITIONS - THE TOTAL NO  
OF DISTINCT MOTIONS OR CHANGES OF  
DIRECTION REQUIRED TO COMPLETELY  
WIPED PANELS. DOES NOT INCLUDE 9  
AND POINT MOTIONS.

0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

NUMBER OF  
REPOSITIONS (NO)

Manufacturing Staff

**GM RESTRICTED**

GM Technical Center

FALLA DE ORIGEN

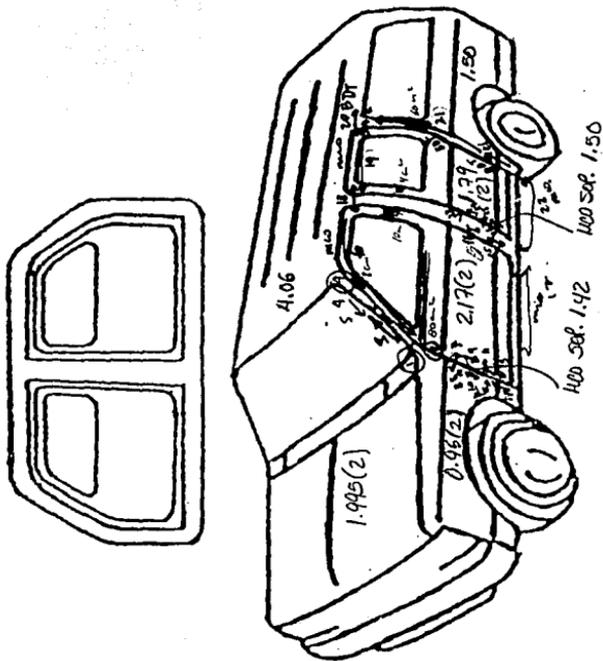


---

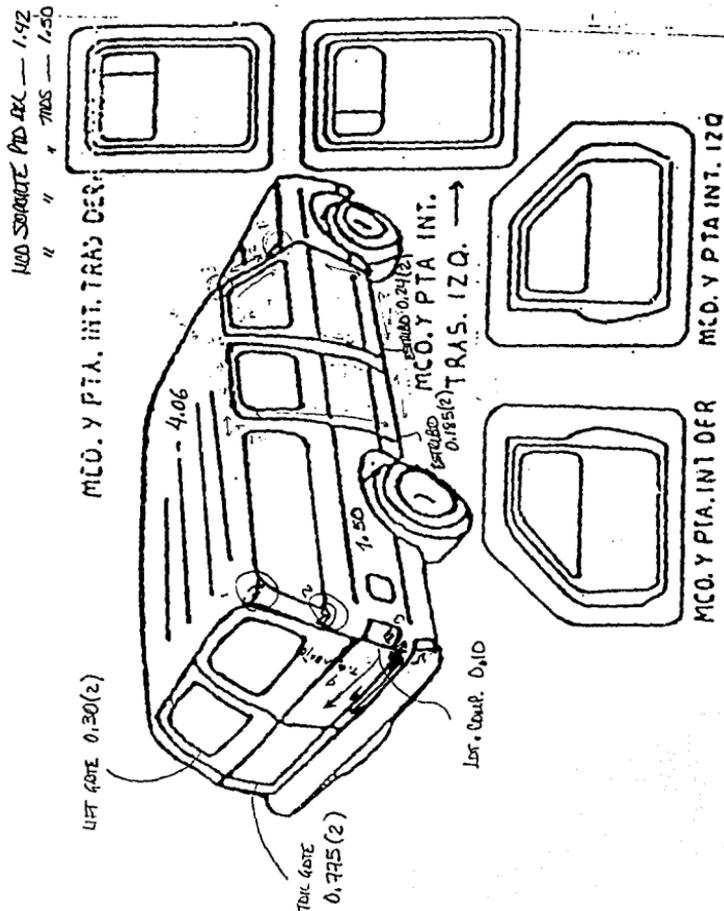
# Apéndice F

Hojas de trabajo para los estándares de Pintura.

---



FALLA DE ORIGEN







---

# Glosario

---

---

## GLOSARIO

**Acumulador**

Banda transportadora donde se almacenan las unidades en proceso.

**Banco de subensables**

Dispositivo donde se almacena material en proceso.

**Casamiento de la unidad**

Proceso en el que se integra la carrocería al chasis.

**Competitividad**

Estrategia empresarial que se mide en base a la productividad, calidad, tecnología, y otros factores que determinan su nivel de éxito en el mercado frente a sus competidores.

**Electrodeposición**

Proceso químico-eléctrico por el cual el fosfato se adhiere a la lámina.

**E.L.P.O.**

Tratamiento químico que consiste en la electrodeposición del fosfato para evitar la oxidación de la lámina.

**Herramental**

Dispositivo mecánico-neumático de estructura férrea que sirve para sujetar las piezas de lámina durante su soldadura.

**Lay-out**

Plano a escala en el que se muestra la distribución de las áreas de la planta.

**Matriz de integración**

Dispositivo en el que se sujetan los subensables que conforman la carrocería.

**Productividad**

Relación existente entre producción e insumos.

**Puntadora**

Equipo eléctrico utilizado para la soldadura de la carrocería.

**Rack**

Contenedor diseñado especialmente para alojar la materia prima utilizada en las líneas de producción.

**Supermercado**

Almacenes distribuidos estratégicamente para el abastecimiento de materiales por lotes pequeños.

**Trabajo Estandarizado**

Actividad por medio de la cual se definen las características y el tiempo para efectuar cada operación.

**VA/NVA**

Relación que existe entre las actividades que le agregan valor al producto contra las que no agregan valor.

---

# Bibliografía

---

---

## BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- American Automobile Manufacturers Association, "WORLD MOTOR VEHICLE DATA". 1993 Edition. U.S.A.
- 2.- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, "LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO EN CIFRAS". Resúmenes de los años comprendidos entre 1971 y 1994.
- 3.- Bethel, Laurence L.; Atwater, Franklin S.; Smith, George H.E.; Stackman, Harvey A., Jr. "ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN INDUSTRIAL". Ed. C.F.E. México, 1981.
- 4.- Betzel, "JOB METHODS TRAINING PROGRAM".
- 5.- Biblioteca de Dirección, Organización y Administración de Empresas. Técnicas de Organización Industrial; "DISTRIBUCIÓN EN PLANTA". Ed. Hispano Europea. España, 1977. 3ª edición.
- 6.- Bresard, Susana; "PEDAGOGÍA DE LA ADAPTACIÓN, Nuestra evolución en un mundo en movimiento."; Editorial Española Desclee de Brouwer.
- 7.- Buffa, Elwood S., "ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN TÉCNICA DE LA PRODUCCIÓN. Curso de planificación y diseño de sistemas de producción", Parte II. Ed. Limusa. México, 1991. 4ª edición.
- 8.- Buffa, Elwood S. & Taubert, William H. "SISTEMAS DE PRODUCCIÓN E INVENTARIO. Planeación y Control". Ed. Limusa. México, 1992.
- 9.- Camarena Luhrs, Margarita, "LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO". Instituto de investigaciones sociales U.N.A.M. México, 1981.
- 10.- De Castro Vicente, Miguel, "HISTORIA DEL AUTOMÓVIL". Enciclopedia C.E.A.C. del motor y automóvil. Vol. I. C.E.A.C., S.A. 6ª edición, 1981.

11.- Domínguez Crissanto Cassiodoro; APUNTES DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, plantel Aragón.

12.- Fraxanet, Manuel; "ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN". Biblioteca de Dirección, Organización y Administración de Empresas: Técnicas de organización industrial. Ed. Hispano Europea. Barcelona 1977. 2ª edición.

13.- General Motors de México, S.A. de C.V.; "ENSAMBLE", revista bimensual informativa para empleados y trabajadores. No. 30, Mar-Abr. 1994.

14.- General Motors de México, S.A. de C.V.; "MISIÓN: CALIDAD", revista trimestral coleccionable.

15.- General Motors de México, S.A. de C.V.; "NOTI-G.M.", revista informativa de publicación mensual.

16.- General Motors de México S.A. de C.V.; "RUMBO A LA EXCELENCIA", revista de publicación trimestral. Revista de información para empleados. Primavera-Verano y Otoño, 1994.

17.- General Motors de México, S.A. de C.V.; "TALLER DE MANUFACTURA SINCRONIZADA". Curso de capacitación para empleados y obreros.

18.- Grant, Ireson W. & Grant, Eugene L., "MANUAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL". Ed. C.E.C.S.A. México, 1982.

19.- Hicks, Phillip E., "INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL Y CIENCIA DE LA ADMINISTRACIÓN". Ed. C.E.C.S.A. México, 1980.

20.- Ishikawa, Kaoru; "¿QUÉ ES CONTROL TOTAL DE CALIDAD? La modalidad japonesa". Grupo Editorial Norma.

21.- Maynard, H. B., "MANUAL DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL", Tomo I. Ed. Reverté. España, 1992.

22.- Monthly Statistical Review; "SOCIETY OF MOTOR MANUFACTURERS AND TRADERS LIMITED 1994". July 1994, England.

23.- Niebel, Benjamin W., "INGENIERÍA INDUSTRIAL. Estudio de Tiempos y Movimientos"; Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México, 1987, 2ª edición.

24.- Oficina Internacional del Trabajo, "INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO"; Ed. Limusa-Noriega. México, 1991, 3ª edición.

25.- Ramírez Cavassa, César, "ECONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD". Ed. Noriega Limusa. México 1991.

26.- Riggs, James L., "SISTEMAS DE PRODUCCIÓN. Planeación, Análisis y Control". Ed. Noriega - Limusa. México 1990.

27.- Ryuji, Fukuda; "INGENIERÍA DE DIRECCIÓN. Técnicas para mejorar la calidad y la productividad en las áreas de trabajo". Ed. Productivity. Madrid, 1990.

28.- Schroeder, Roger G., "ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Toma de decisiones en la función de operaciones". Ed. Mc. Graw-Hill. México, 1992.

29.- Tawkif, L.; Chauvel, A.M.; "ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN". Ed. Interamericana. México, 1993.

30.- Universidad Nacional Autónoma de México; "APUNTES DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN". Facultad de Ingeniería. México, 1981.

31.- Vaughn, Richard C., "INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL". Ed. Reverté. España, 1981; 2ª edición.

32.- Vázquez Tercero, Héctor, "UNA DÉCADA DE POLÍTICA SOBRE INDUSTRIA AUTOMOTRIZ: Bases para una nueva política". Ed. Tecnos S.A. México, 1975.

---

# Referencias

---

---

## REFERENCIAS.

1.- Vázquez Tercero, Héctor, "UNA DÉCADA DE POLÍTICA SOBRE INDUSTRIA AUTOMOTRIZ: Bases para una nueva política". Ed. Tecnos S.A.  
1.1.- Pág. 13.

2.- De Castro Vicente, Miguel, "HISTORIA DEL AUTOMÓVIL". Enciclopedia C.E.A.C. del motor y automóvil. Vol. I. Ed.. C.E.A.C., S.A.  
2.1.- Pág. 11.

3.- Camarena Luhrs, Margarita, "LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO". Instituto de investigaciones sociales U.N.A.M.

3.1.- Pág. 7.

3.2.- Pág. 16.

3.3.- Pág. 19.

3.4.- Pág. 20.

3.5.- Pág. 53.

4.- "WORLD MOTOR VEHICLE DATA", American Automobile Manufacturers Association. 1993 Edition.

4.1.- Pág. 9.

4.2.- Pág. 25.

5.- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, "LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO EN CIFRAS"

5.1.- Año 1971, Pág. 2 y 3.

5.2.- Año 1971, Pág. 3 y 4.

5.3.- Año 1976.

5.4.- Año 1988.

5.5.- Año 1993, Enero 1994.

5.6.- Año 1978.

5.7.- Año 1979.

6.- "RUMBO A LA EXCELENCIA", Revista de información de General Motors de México, S.A. de C.V. Primavera-Verano 1994.

6.1 Pág. 7

7.- Riggs, James L., "SISTEMAS DE PRODUCCIÓN. Planeación, Análisis y Control". Ed. Noriega - Limusa. México 1990.

7.1.- Pág. 19.

7.2.- Pág. 30.

7.3.- Pág. 289.

7.4.- Pág. 290.

7.5.- Pág. 292.

7.6.- Pág. 293.

7.7.- Págs. 303-304.

7.8.- Págs. 338-339.

7.9.- Pág. 340.

7.10.- Pág. 306.

8.- Schroeder, Roger G., "ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Toma de decisiones en la función de operaciones". Ed. Mc. Graw-Hill. México 1992.

8.1.- Pág. 518.

8.2.- Pág. 501.

8.3.- Págs. 474 y 475.

9.- Ryuji, Fukuda; "INGENIERÍA DE DIRECCIÓN. Técnicas para mejorar la calidad y la productividad en las áreas de trabajo". Ed. Productivity. Madrid 1990.

10.- Maynard, H. B., "MANUAL DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL", Tomo I. Ed. Reverté. España 1992.

10.1.- Pág. 1-20.

10.2.- Pág. 1-22.

10.3.- Pág. 1-62.

10.4.- Pág. 1-7.

10.5.- Pág. 1-66.

10.6.- Pág. 1-67.

10.7.- Pág. 1-68.

10.8.- Pág. 1-69.

10.9.- Pág. 1-12.

10.10.- Págs. 1-64 y 1-65.

11.- Ramírez Cavassa, César; "ECONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD". Ed. Noriega-Limusa. México 1991.

---

12.- Vaughn, Richard C., "INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL". Ed. Reverté. España 1981.

12.1.- Pág. 30.

12.2.- Pág. 31.

12.3.- Pág. 26.

12.4.- Pág. 27.

12.5.- Pág. 28.

12.6.- Pág. 29.

12.7.- Pág. 38.

13.- Hicks, Phillip E., "INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL Y CIENCIA DE LA ADMINISTRACIÓN". Ed. C.E.C.S.A. México 1980.

13.1.- Pág. 58.

13.2.- Pág. 317.

14.- Buffa, Elwood S. & Taubert, William H. "SISTEMAS DE PRODUCCIÓN E INVENTARIO. Planeación y Control". Ed. Noriega-Limusa. México 1992.

14.1.- Pág. 314.

14.2.- Pág. 315.

14.3.- Pág. 343.

15.- Buffa, Elwood S., "DIRECCIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN. Curso de planificación y diseño de sistemas de producción", ParteII. Ed. Limusa. México 1987.

15.1.- Pág. 188.

15.2.- Pág. 189.

15.3.- Pág. 190.

16.- Grant, Ireson W. & Grant, Eugene L., "MANUAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL". Ed. C.E.C.S.A. México 1982.

17.- Bethel, Laurence L.; Atwater, Franklin S.; Smith, George H.E.; Stackman, Harvey A., Jr. "ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN INDUSTRIAL". Ed. C.F.E. México 1981.

17.1.- Pág. 431.

17.2.- Pág. 432.

REFERENCIAS

---

- 17.3.- Pág. 433.  
17.4.- Pág. 441.  
17.5.- Pág. 442.  
17.6.- Pág. 425.  
17.7.- Pág. 429.  
17.8.- Pág. 424.  
17.9.- Pág. 427.  
17.10.- Pág. 435.
- 18.- Fraxanet, Manuel; "ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN". Biblioteca de Dirección, Organización y Administración de Empresas: Técnicas de organización industrial. Ed. Hispano Europea. Barcelona 1977.
- 18.1.- Págs. V, VI, VII.  
18.2.- Pág. 41.  
18.3.- Pág. 45.  
18.4.- Pág. 46.  
18.5.- Pág. 47.  
18.6.- Pág. 48.
- 19.- Tawkif, L.; Chauvel, A.M.; "ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN". Ed. Interamericana. México 1987.
- 19.1.- Pág. 14.  
19.2.- Pág. 31.  
19.3.- Pág. 9.  
19.4.- Pág. 8.
- 20.- Biblioteca de Dirección, Organización y Administración de Empresas. Técnicas de Organización Industrial; "DISTRIBUCIÓN EN PLANTA". Ed. Hispano Europea. España 1977.
- 20.1.- Pág. 43.  
20.2.- Pág. 44.  
20.3.- Pág. 57.  
20.4.- Pág. 58.  
20.5.- Pág. 60.  
20.6.- Pág. 63.  
20.7.- Pág. 68.  
20.8.- Pág. 45.  
20.9.- Pág. 46.

- 20.10.- Págs. 49, 50, 51.  
20.11.- Pág. 83.  
20.12.- Pág. 101.  
20.13.- Pág. 67.  
20.14.- Pág. 76.  
20.15.- Pág. 79.  
20.16.- Pág. 91.  
20.17.- Pág. 113.  
20.18.- Pág. 75.
- 21.- Universidad Nacional Autónoma de México; "APUNTES DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN". Facultad de Ingeniería.
- 22.- Oficina Internacional del Trabajo, "INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO", Ed. Limusa-Noriega. México 1990.  
22.1.- Pág. 80.  
22.2.- Pág. 211.  
22.3.- Pág. 70.  
22.4.- Pág. 74.
- 23.- Niebel, Benjamín W., "INGENIERÍA INDUSTRIAL. Estudio de Tiempos y Movimientos", Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México 1980.  
23.1.- Pág. 10.  
23.2.- Pág. 6.  
23.3.- Págs. 49 y 50.  
23.4.- Pág. 13.  
23.5.- Pág. 21.  
23.6.- Pág. 24.  
23.7.- Pág. 32.  
23.8.- Pág. 34.  
23.9.- Pág. 115.  
23.10.- Pág. 102.
- 24.- Ramírez Cavassa, César; "ECONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD". Ed. Limusa. México 1991.  
24.1.- Pág. 12.

25.- Domínguez Crissanto Cassiodoro; APUNTES DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, plantel Aragón. 1993.

26.- General Motors de México, S.A. de C.V.; "TALLER DE MANUFACTURA SINCRONIZADA". Curso de Capacitación para empleados y obreros. México 1992.

27.- Ishikawa, Kaouru; "¿QUÉ ES CONTROL TOTAL DE CALIDAD? La modalidad japonesa". Grupo Editorial Norma.

27.1.- Pág. 84.

28.- General Motors de México, S.A. de C.V.; "MISIÓN: CALIDAD", revista trimestral coleccionable.

29.- General Motors de México, S.A. de C.V.; "NOTI-G.M.", revista informativa de publicación mensual.

30.- General Motors de México, S.A. de C.V.; "ENSAMBLE", revista bimensual informativa para empleados y trabajadores.

30.1.- Mar-Abr, N° 30. 1994.

31.- General Motors de México S.A. de C.V.; "RUMBO A LA EXCELENCIA", revista de publicación trimestral.

31.1.- Otoño, 1994.

32.- Bresard, Susana; "PEDAGOGÍA DE LA ADAPTACIÓN, Nuestra evolución en un mundo en movimiento."; Editorial Española Desclee de Brouwer.

33.- Betzel, "JOB METHODS TRAINING PROGRAM".

33.1.- Pág. 428.

34.- Monthly Statistical Review; "SOCIETY OF MOTOR MANUFACTURERS AND TRADERS LIMITED 1994". July 1994.

34.1.- Págs. 6 y 7.