

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**ESPE – LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROYECTO DE GRADO**

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA  
EL MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE  
MOTORES A GASOLINA**

**REALIZADO POR:**

**RAÚL LLANGARI**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2004**

# **CERTIFICACIÓN**

**CERTIFICAMOS QUE EL SIGUIENTES TRABAJO TEÓRICO PRÁCTICO FUE REALIZADO EN SU TOTALIDAD POR EL SR. LLANGARI CUVI RAÚL ARMANDO, EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, BAJO MI DIRECCIÓN Y CODIRECCIÓN.**

---

**ING. LARA MARIO  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**ING. MENA LUIS  
CODIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

**Al todo poderoso por darme buena salud y mucha sabiduría para comprender las cosas, a mis padres quienes con su apoyo incondicional en todo instante de mi vida, me supieron guiar por el buen camino para crecer intelectual y profesionalmente y con mucho cariño a todas esas personas que creen en mí y son mi estímulo personal como es mi familia, en especial a mis hermanos.**

**A mis amigos quienes me han brindado su amistad y confianza para poder salir adelante en mis momentos más difíciles.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A la Escuela Politécnica del Ejercito por darme la oportunidad de enrolarme en sus filas para alcanzar una meta más en mi vida profesional.**

**De la misma manera a la carrera de Ingeniería Automotriz a sus directivos, personal docente y administrativo que colaboran con la obtención y fortalecimiento de mis conocimientos brindándome su amistad y apoyo en una forma desinteresada.**

**A los Ingenieros Mario Lara Director del Proyecto y al Ing. Luis Mena Codirector del Proyecto que con su ayuda y experiencia han constituido pilares fundamentales para la consecución del siguiente Proyecto de Grado.**

**A la Empresa Andinamotor SA. de la ciudad de Ambato vaya mis sinceros agradecimientos por haberme facilitado sus talleres para poder desarrollar y culminar mi proyecto.**

**A todas las personas, amigos, empresas que de una u otra manera intervinieron en la ejecución de mi Proyecto un sincero agradecimiento.**

# ÍNDICE

## CONTENIDO

Págs.

### CAPITULO I

#### I.- MARCO TEÓRICO

1.1.- CONCEPTO DE MÉTODOS	.....	1
1.2.- TÉCNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS.	.....	3
1.2.1.- REQUISITOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS	.....	4
1.2.1.1.- LAS RESPONSABILIDADES DEL ANALISTA DE TIEMPOS.	.....	4
1.2.1.2. RESPONSABILIDADES DEL SUPERVISOR	.....	6
1.2.1.3. RESPONSABILIDADES DEL SINDICATO	.....	7
1.2.1.4. RESPONSABILIDADES DEL TRABAJADOR.	.....	7
1.3.- TÉCNICAS DE ESTUDIO DE MOVIMIENTOS.	.....	8
1.3.1.-MOVIMIENTOS FUNDAMENTALES.	.....	9
1.4.- TIEMPOS ESTÁNDARES, DATOS ESTÁNDARES.	.....	13
1.4.1.- CARACTERÍSTICAS DE UN ESTÁNDAR DE TIEMPO.	.....	14
1.4.2.- DATOS HISTÓRICOS O ESTÁNDARES.	.....	14
1.4.3.- MUESTREO DEL TRABAJO.	.....	15
1.4.4.- ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETROS.	.....	15
1.5.- HERRAMIENTAS NECESARIAS EN LA REPARACIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.	.....	17
1.5.1.-DISEÑO ERGONÓMICO DE LA HERRAMIENTA.	.....	17
1.6.- DIAGNOSTICO PREVIO A LA REPARACIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.	.....	31
1.6.1.-SISTEMAS DE COMPROBACIÓN	.....	31
1.6.2.- INSTRUMENTOS UTILIZADOS	.....	32
1.6.3.- COMPROBACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN.	.....	36

## **CAPITULO II**

### **II.- ESTUDIO DEL PROCESO.**

2.1.- DIAGRAMA DE PROCESOS.	.....	45
2.1.1.- ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO.	.....	45
2.2.- DIAGRAMA DE FLUJOS.	.....	50
2.2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA SIMBOLOGÍA	.....	50
2.2.2.- ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.	.....	51
2.3.- ESTUDIO DE MICRO MOVIMIENTOS.	.....	57
2.4.- ANÁLISIS DE OPERACIÓN.	.....	71
2.4.1.- ENFOQUE DEL ANÁLISIS DE OPERACIÓN	.....	71
2.4.2.- MÉTODO DEL ANÁLISIS OPERACIÓN	.....	72
2.4.3.- FINALIDAD DE LA OPERACIÓN	.....	74
2.4.4.- RELACIONES ENTRE HOMBRE Y MAQUINA	.....	74
2.4.4.1.- DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN ENTRE HOMBRE Y MAQUINA	.....	74

## **CAPITULO III**

### **III.- DETERMINACIÓN DE TIEMPO ESTÁNDAR PARA LA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN M.C.I. A TRAVÉS DEL SOFTWARE MTM.**

3.1.- REGISTRO DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA.	.....	76
3.2.- COLOCACIÓN O EMPLAZAMIENTO DEL OBSERVADOR.	.....	77
3.3.- TOMA DE TIEMPOS.	.....	77
3.4.- NUMERO DE CICLOS A ESTUDIAR.	.....	79
3.5.- CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN DEL OPERARIO.	.....	79
3.6.- MÉTODOS DE CALIFICACIÓN.	.....	80
3.6.1. SISTEMA WESTINGHOUSE.	.....	80

3.7.- APLICACIÓN DE MÁRGENES O TOLERANCIAS.	.....	84
---	-------	----

## **CAPITULO IV**

### **IV.- ESTUDIO DEL DESEMPEÑO**

4.1.- MUESTREO DEL TRABAJO.	.....	107
4.1.1.- ESTUDIO DE RAZONES O PROPORCIONES ELEMENTALES	.....	107
4.1.1.1.- DIVISIÓN ELEMENTAL Y ESTIMACIÓN DE RAZONES.	.....	108
4.1.1.2.- EXACTITUD	.....	108
4.1.1.3.- NIVEL DE CONFIANZA	.....	109
4.1.2.- ESTUDIO DE MUESTREO DE DESEMPEÑO	.....	110
4.1.3.- ESTUDIO DE ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES DE TIEMPO.	.....	110
4.2.- SISTEMA DEL CONTROL DEL DESEMPEÑO.	.....	111
4.2.1.- LAS FUNCIONES DE CUALQUIER SISTEMA DE CONTROL	.....	111
4.2.1.1.- PLANEACIÓN O ESTABLECIMIENTO DE METAS	.....	112
4.2.1.2.- COMPARACIÓN DEL RESULTADO REAL CON LA META	.....	112
4.2.1.3.- REGISTRO DE LOS RESULTADOS.	.....	113
4.2.1.4.- INFORME SOBRE LAS VARIACIONES	.....	114
4.2.1.5.- ACCIÓN CORRECTIVA	.....	114
4.2.2.- SISTEMAS DE ESTÁNDARES DE OPINIÓN DE EXPERTOS	.....	115
4.2.3.- SISTEMA DE TARJETAS DE TIEMPO	.....	115
4.3.- SISTEMA DE PAGO DE SALARIOS.	.....	116
4.3.1.- SALARIOS: HORARIO, SEMANAL O MENSUAL	.....	117
4.3.1.1.- EXENTOS Y NO EXENTOS	.....	117
4.3.1.2.- TRABAJO DIARIO MEDIDO	.....	118
4.3.1.3.- TRABAJO DIARIO	.....	118

4.3.1.4.- TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE PUESTOS	.....	119
4.3.1.5.- PASOS PARA EVALUAR UN PUESTO	.....	120
4.3.2.- SISTEMAS DE INCENTIVOS Y COMISIONES	.....	120
4.3.2.1.- TIPOS DE SISTEMAS DE INCENTIVOS	.....	123
4.3.3.- SISTEMAS DE INCENTIVOS INDIVIDUALES	.....	125
4.3.3.1.- COMISIONES.-		125
4.3.3.2.- DESTAJOS.-	.....	126
4.3.3.3.- PLAN DE HORAS GANADAS O DE HORAS ESTÁNDAR.	.....	126
4.3.4.- SISTEMAS DE INCENTIVOS POR GRUPO	.....	127
4.3.5.- SISTEMAS DE SUGERENCIAS	.....	127
4.3.6.- BONIFICACIONES Y REPARTO DE UTILIDADES	.....	128
4.4.- BALANCEO DEL SISTEMA DE TRABAJO	.....	130
4.4.1.- INFORMACIÓN NECESARIA PARA EQUILIBRAR UNA OPERACIÓN O UNA PLANTA	.....	131
4.4.1.1.- TASA O RITMO DE LA PLANTA Y TIEMPO TAKT	.....	131
4.4.1.2.- CÁLCULO DEL RITMO DE LA PLANTA	.....	132
4.4.1.3.- TIEMPO ESTÁNDAR ELEMENTAL	.....	133
4.5.- SEGURIDAD E HIGIENE DEL LUGAR DE TRABAJO.	.....	133
4.5.1.- DEFINICIONES	.....	133
4.5.2.- MANEJO DE LA SEGURIDAD	.....	134
4.5.3.- INGENIERÍA DE SEGURIDAD	.....	135
4.5.3.1.- EL PROFESIONAL DE LA SEGURIDAD.	.....	136
4.5.3.2.- DESCARGAS ELÉCTRICAS.	.....	136
4.5.3.3.- LESIONES DEBIDO A LOS RIESGOS ELÉCTRICOS.	.....	137
4.5.3.4.- CORRECCIÓN DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS.	.....	137
4.5.3.4.1.- EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN EL CUERPO	.....	138
4.5.3.5.- INCENDIOS.	.....	140
4.5.3.6.- EXPLOSIONES.	.....	141



4.5.4.- MATERIAL PELIGROS	.....	142
4.5.5.- PROTECCIONES EN LAS MÁQUINAS	.....	142
4.5.6.- DISPOSITIVOS.	.....	142
4.6.- RUIDO.	.....	143
4.7.- RADIACIÓN.	.....	145
4.8.- RESBALONES Y CAÍDAS.	.....	146
4.9.- EVITE RESPIRAR EL POLVO QUE CONTIENE FIBRAS DE ASBESTOS	.....	147
4.10.- ACEITES DE MOTOR.	.....	147
4.10.1.- PRECAUCIONES PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD.	.....	148
4.11.- PRECAUCIONES PARA EL CONVERTIDOR CATALÍTICO	.....	149
4.12.- INFORMACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA SRS (AIR BAG O COJÍN DE AIRE) ADVERTENCIAS AL CLIENTE	.....	149
4.13.- TIPIFICACIÓN DE NORMAS DE TRABAJO	.....	151

## **CAPITULO V**

### **V.- EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS CAMBIOS A REALIZARSE.**

5.1.- DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN.	.....	153
5.1.1.- INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS	.....	153
5.1.2.- INVERSIONES EN ACTIVO CIRCULANTE	.....	153
5.2.- DETERMINACIÓN DE COSTOS.	.....	154
5.2.1.- COSTOS FIJOS	.....	154
5.2.2.- COSTOS VARIABLES	.....	154
5.3.- ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA.	.....	155
5.4.- VALOR PRESENTE NETO O VALOR ACTUAL NETO ( VAN).	.....	155
5.5.- TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)	.....	155
5.6.- VALOR BENEFICIO-COSTO ( B/C)	.....	156

5.7.- PUNTO DE EQUILIBRIO.	.....	156
----------------------------	-------	-----

## **CAPITULO VI**

### **VI.- SUGERENCIA DEL ESTUDIO REALIZADO PARA LA EMPRESA.**

6.1.- PROPUESTAS DEL CAMBIO A EJECUTARSE BAJO EL SOFTWARE PROJECT.	.....	157
6.2.- ELABORACIÓN DEL PLANO DE TALLER	.....	157
6.3.- CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA.	.....	157
6.3.1.- SELECCIÓN DE MATERIALES	.....	157
6.3.2.- CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA SEGÚN LOS	.....	158

## **CAPITULO VII**

### **VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

CONCLUSIONES	.....	160
RECOMENDACIONES	.....	161

# **CAPITULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1- CONCEPTO DE MÉTODO**

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten mas la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

#### **ESTUDIO DE MÉTODOS:**

La mayoría de las mejoras resultantes de la medición del trabajo radica en los estudios fundamentales de métodos, que proceden a los estudios de tiempo en sí. No obstante que los estándares de tiempo se utilizan para propósitos de control administrativo, los estándares por si solos no mejoraran la eficiencia.

Un estudio común de método debe de contener:

1. Definir los objetivos y limitaciones del estudio.
2. Decidir que enfoque de estudio utiliza.
3. Avisar del estudio a los trabajadores.
4. Descomponer el trabajo en elementos.

5. Estudiar el método mediante el uso de gráficas.

6. Decidir un método para cada elemento de trabajo.

- Los objetivos del estudio de métodos podrían mejorar la productividad en un 50% o, alternativamente, aumentar la eficiencia utilizando las maquinas actuales. La administración debe definir claramente los objetivos del estudio, dado que existen muchas posibilidades.
- El enfoque relacionado, en el segundo paso, podría consistir en un estudio muy elaborado de movimiento; el enfoque podría incluir la responsabilidad del trabajador para el estudio. El enfoque podría utilizar cualquier número de técnicas diferentes de medición del trabajo.
- En el tercer paso el estudio se comunica a los trabajadores. Un estudio de métodos nunca debe ser una sorpresa para la fuerza de trabajo. Normalmente se les debe de informar a los trabajadores por escrito o en una junta donde ellos tengan la oportunidad de hacer preguntas. Cuando se informe a los trabajadores, la administración debe de exponer los objetivos y el enfoque planeado para el estudio junto con los asuntos de la seguridad del trabajo, el ritmo del trabajo, y los beneficios del trabajador.
- Descomponer el trabajo en elementos, esto se hace para facilitar el análisis debido a que cada elemento requería un método específico. Cada elemento del trabajo, entonces, se estudia a través de la observación y el uso de gráficas. El propósito del análisis de métodos es idear un método que sea eficiente y económico en tanto se consideran las necesidades sociales y psicológicas de los trabajadores.
- Se puede utilizar varias gráficas diferentes para estudiar los métodos de trabajo. El primer tipo de gráficas utilizadas es el diagrama de flujo del proceso, el cual describe el proceso completo y su interrelación entre trabajos y actividades. Después de que se ha preparado el diagrama de flujo de proceso, se pone atención en el nivel de estudio de movimientos para una tarea o un elemento del trabajo en particular. Se utilizan tres tipos principales de gráficas en el nivel micro del análisis: la gráfica de

actividades, la gráfica de operaciones y la gráfica Simo (movimiento simultáneo).

- La gráfica de estudio de movimiento, que es similar a la de operación, es la gráfica Simo. Esta indica los movimientos de la mano izquierda y de la mano derecha, pero incluye el tiempo para cada movimiento.

## **1.2.- TÉCNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS**

El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que puede utilizar para establecer un estándar.

- Estudio cronométrico de tiempos.
- Recopilación computarizada de datos.
- Datos estándares.
- Datos de los movimientos fundamentales.
- Muestreo del trabajo.
- Estimaciones basadas en datos históricos.

Cada una de estas técnicas tienen una aplicación en ciertas condiciones, el analista debe saber cuando es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización.

El establecer valores de tiempo es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes en centros de trabajo actuales.

### **ESTUDIO DE TIEMPOS.**

El enfoque del estudio de tiempos para la medición del trabajo utiliza un cronómetro o algún otro dispositivo de tiempo, para determinar el tiempo requerido para finalizar tareas determinadas. Suponiendo que se establece un estándar, el trabajador debe ser capacitado y debe utilizar el método prescrito mientras el estudio se está llevando a cabo.

Para realizar un estudio de tiempo se debe:

1. Descomponer el trabajo en elemento.
2. Desarrollar un método para cada elemento.
3. Seleccionar y capacitar al trabajador.
4. Muestrear el trabajo.
5. Establecer el estándar.

### **1.2.1.- REQUISITOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Es importante que el representante sindical, el supervisor de un departamento y el obrero sepan que se va a estudiar el trabajo. Podrán entonces trazar planes anticipados y tomar las medidas necesarias para que el estudio se haga coordinadamente y sin tropiezos<sup>1</sup>. El operario debe verificar que se está siguiendo el método correcto y procurar familiarizarse con todos los detalles de la operación.

#### **1.2.1.1.-LAS RESPONSABILIDADES DEL ANALISTA DE TIEMPOS**

1. Poner a prueba, cuestionar y examinar el método actual, para asegurarse de que es correcto en todos aspectos antes de establecer el estándar.
2. Analizar con el supervisor, el equipo, el método y la destreza del operario antes de estudiar la operación.
3. Contestar las preguntas relacionadas con la técnica del estudio de tiempos o acerca de algún estudio específico de tiempos que pudieran hacerle el representante sindical, el operario o el supervisor.
4. Colaborar siempre con el representante del sindicato y con el trabajador para obtener la máxima ayuda de ellos.
5. Abstenerse de toda discusión con el operario que interviene en el estudio o con otros operarios. y de lo que pudiera interpretarse como crítica o censura de la persona.

---

<sup>1</sup>B.W. Niebel – Ingeniería Industrial, editorial Alfaomega, México, 1996, pág. 336

6.

realizado para que se identifique específicamente el método que se estudia.

7. Anotar cuidadosamente las medidas de tiempos correspondientes a los elementos de la operación que se estudia.
8. Evaluar con toda honradez y justicia la actuación del operario.
9. Observar siempre una conducta irreprochable con todos y donde quiera, a fin de atraer y conservar el respeto y la confianza de los representantes laborales y de la empresa.

Ante todo, un buen analista de tiempos debe tener la capacidad mental para analizar las más diversas situaciones y tomar decisiones correctas y rápidas. Debe poseer una mente abierta, inquisitiva y curiosa enfocada a buscar las mejoras, y que siempre esté consciente del "por qué" y del "cómo".

Es esencial que todo analista de tiempos tenga la necesaria instrucción práctica de taller en áreas en las que haya de establecer estándares. Si va a trabajar en industrias de metales o metalmecánica deberá tener conocimientos de maquinista de taller, o instrucción equivalente acerca del uso y aplicación correctos de máquinas, herramientas de mano, plantillas, dispositivos de sujeción, calibradores y otros aparatos de medición.

Es indispensable que el trabajo del analista de tiempos sea exacto y fidedigno en grado sumo. La falta de exactitud y buen juicio no solo afectarán al trabajador y a la empresa desde el punto de vista económico, sino que pueden ocasionar también una pérdida completa de confianza por parte del operario y el sindicato, y la destrucción de las buenas relaciones obrero patronales que la dirección de la empresa haya podido fincar al cabo de muchos años.

### **1.2.1.2.- RESPONSABILIDADES DEL SUPERVISOR**

Todos y cada uno de los supervisores de una factoría son representantes de la empresa. Después de un operario o trabajador, nadie en la fábrica o planta está tan cerca de los trabajos como el supervisor.

Para comenzar, el supervisor debe sentirse obligado a procurar que prevalezcan estándares de tiempos equitativos, con el fin de conservar relaciones armoniosas con los trabajadores del departamento o sección a su cargo. Tanto los estándares "estrechos" como los "holgados" son causa directa de interminables problemas con el personal, y cuanto más pueda evitárselos, tanto más fácil y placentero resultará su trabajo.

El supervisor debe notificar con tiempo al operario que su trabajo va a ser estudiado. Esto despeja el camino tanto al analista de tiempos como al operario. Este último tendrá la certeza de que su superior inmediato está en conocimiento de que se va a tratar de evaluar el tiempo de su trabajo, y de que así tendrá oportunidad de exponer las dificultades que cree pudieran ser corregidas antes de establecer el estándar. Naturalmente que el analista de tiempos se sentirá más seguro sabiendo que su presencia ya es esperada.

Hay que pedir al supervisor que firme el estudio de tiempos original cuando se haya terminado un estudio, lo que indicará que ha cumplido con todas sus responsabilidades relativas a dicho estudio. Todo supervisor que no sepa cumplir con sus responsabilidades, contribuirá al establecimiento de tasas injustas de salarios que traerán consigo numerosas dificultades y conflictos con los trabajadores, presiones por parte de la empresa e insatisfacción por parte del sindicato.

### **1.2.1.3.-RESPONSABILIDADES DEL SINDICATO**



La mayor parte de los organismos sindicales se opone a la medición del trabajo y preferirían que todos los estándares fuesen establecidos por arbitraje.

Todo dirigente o representante de sindicato sabe que los estándares de tiempo deficientes le causarán problemas tanto a él como a la dirección de la empresa. Un sindicato debe aceptar ciertas responsabilidades inherentes al estudio de tiempos, con miras a operar una organización en buenas condiciones, dentro de una empresa rentable o productiva.

Por medio de programas de instrucción y entrenamiento el sindicato debe instruir a todos sus miembros acerca de los principios, teoría y necesidad económica de la práctica del estudio de tiempos. Todo mundo tiene tendencia a desconfiar de lo que no se conoce bien. Difícilmente podrá esperarse que los operarios muestren entusiasmo hacia el estudio de tiempos si no conocen nada acerca de él.

También es aconsejable que el representante del sindicato vea que se haya efectuado la descomposición en elementos con límites bien definidos, ayudando así a asegurar la consistencia de los tiempos elementales. Debe verificar que el estudio corresponda a un periodo de tiempo lo bastante largo, para que refleje con exactitud todas las variaciones que normalmente ocurren al llevar a cabo una operación, así como las demoras inevitables típicas.

#### **1.2.1.4.-RESPONSABILIDADES DEL TRABAJADOR**

Todo obrero o empleado debe tener suficiente interés en el buen funcionamiento de su compañía, para aportar sin reservas su plena colaboración en toda práctica y procedimiento que trate de implantar la empresa con fines de mejoramiento.

El operario debe aceptar como una de sus responsabilidades la de hacer sugerencias dirigidas al mejoramiento de los métodos. Nadie está más cerca de cada trabajo que quien lo ejecuta, y por eso el operario puede hacer una

eficaz contribución a la compañía y a sí mismo, haciendo su parte en el establecimiento de los métodos ideales.

También será responsable de trabajar a un ritmo continuo y normal mientras se efectúa el estudio, y debe introducir el menor número de elementos extraños y movimientos adicionales. Tendrá la responsabilidad de seguir con exactitud el método prescrito, y de no intentar engaño alguno al analista de tiempos introduciendo un método artificioso, con el propósito de alargar el tiempo del ciclo y obtener un estándar más holgado o liberal.

### **1.3.- TÉCNICAS DE ESTUDIO DE MOVIMIENTOS**

Se define al estudio de movimientos como el análisis de los movimientos utilizados para llevar a cabo una operación o una actividad, con el fin de eliminar todos los esfuerzos inútiles y de elaborar la secuencia óptima de movimientos que maximizará la eficacia. Sin embargo este estudio no abarca solo el análisis de los movimientos realizados para llevar a cabo el trabajo, sino que considera las herramientas, el equipo y los materiales empleados por el trabajador, así como las condiciones de trabajo.

Su objetivo es elaborar un método de trabajo cuyos resultados den una elevada productividad, un costo reducido y un mínimo cansancio para el operador.

Antes de emprender la aplicación del estudio de movimientos es aconsejable realizar un análisis previo que determine el alcance deseable de un estudio de tales características.

Es conveniente establecer cuánto será posible ahorrar, cuánto tiempo se invertirá en la investigación y cuánto dinero costará.

Las técnicas utilizadas son dos:

El estudio visual de movimientos y el de micromovimientos.

Éstas se utilizan para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente. Estas dos técnicas se emplean junto con los principios del análisis de operación cuando se tiene un volumen que justifique la mayor cantidad de estudio y análisis.

El estudio visual de movimientos se aplica con mucha mayor amplitud, porque la actividad que se estudia no necesita ser de tanta importancia para justificar económicamente su empleo. Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos.

El método de micromovimientos resulta generalmente práctico sólo en el caso de trabajos de mucha actividad, cuya duración y repetición son grandes.

### **1.3.1.-MOVIMIENTOS FUNDAMENTALES**

Frank Gilberth denominó “therblig” a cada uno de los movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de divisiones básicas de trabajo<sup>2</sup>.

a) BUSCAR. Es el elemento básico en la operación de localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Comienza en el instante en que los ojos se dirigen o mueven en un intento de localizar un objeto, y termina en el instante en que se fijan en el objeto encontrado.

Buscar es un therblig que el análisis debe tratar de eliminar siempre. Las estaciones de trabajo bien planeadas permitan que el trabajo se lleve a cabo continuamente, de manera que no es preciso que el operario realice este elemento. Proporcionar el sitio exacto para cada herramienta y cada pieza es el modo práctico de eliminar el elemento de busca en una estación de trabajo.

---

b)  
q1 <sup>2</sup>B.W. Niebel – Ingeniería Industrial, editorial Alfaomega, México, 1996, pág. 192

generalmente al de buscar.

c) TOMAR (O ASIR). Este es el movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación.

El "tomar" es un therblig eficiente y, por lo general, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar. El "tomar" casi siempre va precedido de "alcanzar" y seguido de "mover".

d) ALCANZAR. El therblig "alcanzar" corresponde al movimiento de una mano vacía, sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él. Este elemento va precedido casi siempre del de "soltar" y seguido del de "tomar". Es natural que el tiempo requerido para alcanzar dependa de la distancia recorrida por la mano. Dicho tiempo depende también, en cierto grado, del tipo de alcance.

d) MOVER. Este therblig comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a su destino. Mover está precedido casi siempre de asir y seguido de soltar o de colocar en posición.

e) SOSTENER. Es un therblig ineficiente y puede eliminarse, por lo general, del ciclo de trabajo, diseñando una plantilla o dispositivo de sujeción que sostenga la pieza que se trabaja en vez de tener que emplear la mano. Además, difícilmente es la mano un dispositivo eficiente para sostener, por lo que el analista de métodos debe estar siempre alerta para evitar que el "sostener" sea parte de una asignación de trabajo.

El sostener comienza en el instante en que una mano ejerce control sobre el objeto, y termina en el momento en que la otra completa su trabajo sobre el mismo.

f) SOLTAR. Este elemento es la división básica que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto. "Soltar" es el therblig que se ejecuta en el más breve tiempo, y es muy poco lo que puede hacerse para alterar el tiempo en que se realiza este therblig objetivo.

g) COLOCAR EN POSICIÓN. Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado propiamente en un sitio específico.

Por lo general, este therblig va precedido de mover y seguido por soltar; principia en cuanto la mano, o las manos, que controlan el objeto comienzan a manipular, voltear, girar o deslizar la pieza para orientarla hacia el sitio correcto, y finaliza tan pronto la mano empiece a alejarse del objeto.

h) PRECOLOCAR EN POSICIÓN. Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite.

La precolocación en posición ocurre frecuentemente junto con otros therbligs, uno de los cuales suele ser mover. La precolocación se efectúa al alinear un destornillador mientras se mueve hasta el tornillo que se va a accionar.

i) INSPECCIONAR. Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación.

Se lleva a cabo una inspección cuando el fin principal es comparar un objeto dado con un patrón o estándar. El tiempo necesario para la inspección depende primariamente de la rigurosidad de la comparación con el estándar, y de lo que la pieza en cuestión se aparte del mismo.

j) ENSAMBLAR. El elemento "ensamblar" es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es otro therblig objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo. El ensamblar suele ir precedido de colocar en posición o mover, y generalmente va seguido de soltar. Comienza en el instante en que las dos piezas a unir se ponen en contacto, y termina al completarse la unión.

k) DESENSAMBLAR. Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. Esta división básica generalmente va precedida de asir y suele estar seguida

por mover o soltar. El desensamble es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therblig.

l) USAR. Este therblig es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo.

ll) DEMORA (O RETRASO) INEVITABLE. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso. Por ejemplo, cuando un operario aplica un taladro con su mano derecha a una pieza colocada en una plantilla, para la mano izquierda se presentaría un retraso inevitable. Puesto que el operario no puede controlar las demoras inevitables, su eliminación del ciclo requiere que el proceso se cambie en alguna forma.

m) DEMORA (O RETRASO) EVITABLE. Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora o retraso evitable. La mayor parte de los posibles retrasos evitables pueden ser eliminados por el operario sin cambiar el proceso o el método de hacer el trabajo.

n) PLANEAR. El therblig "planear" es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir. Planear puede aparecer en cualquier etapa del ciclo y suele descubrirse fácilmente en forma de una vacilación o duda, después de haber localizado todos los componentes.

o) DESCANSAR (O HACER ALTO EN EL TRABAJO). Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga. La duración del descanso para sobrellevar la fatiga variará, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que lo ejecuta.

#### **1.4.- TIEMPO S ESTÁNDARES, DATOS ESTÁNDARES**

Los resultados principales de algunos tipos de actividad de medición del trabajo es un estándar de producción, llamado también un estándar de tiempo o simplemente un estándar.

Un estándar se puede definir formalmente como una cantidad de tiempo que se requiere para ejecutar una tarea o actividad cuando un operador capacitado trabaja a un paso normal con un método preestablecido.

El uso de tiempos estándar también involucra el concepto de banco de datos, pero los datos comprenden clases más grandes de movimiento que los tiempos predeterminados. Por ejemplo, un sistema de tiempos estándar puede contener datos sobre el tiempo requerido para un recambio de la bomba de alimentación.

Cuando se requiere un estándar para una operación de recambio, los tiempos estándar se utilizan para estimar el tiempo requerido. Con tiempos estándar no es necesario medir cada tipo diferente de trabajo de recambio, se incluyen únicamente un conjunto estándar de operaciones de recambio en el banco de datos y se proporcionan fórmulas o gráficas para realizar aproximaciones de otras condiciones.

Los tiempos estándar se derivan ya sea de datos de cronómetros o de datos predeterminados de tiempo. El uso de los tiempos estándar es bastante popular para la medición de la mano de obra directa. Esto se debe a que se puede derivar un gran número de estándares de un conjunto pequeño de datos estándar.

Los sistemas estándar tienen algunas de las mismas ventajas que los datos predeterminados de tiempo. No requieren de un cronómetro; los datos se pueden utilizar para estudiar nuevas operaciones; y la exactitud se puede asegurar mediante el uso continuo y el refinamiento de los datos.

#### **1.4.1.- CARACTERÍSTICAS DE UN ESTÁNDAR DE TIEMPO**

*Un estándar es normativo.* Esto define la cantidad de tiempo que debe requerirse para trabajar bajo ciertas condiciones.

*Un estándar también requiere que se preestablezca un método para el trabajo o actividad.* Generalmente el "mejor" método se desarrolla para eliminar movimientos desperdiciados y para dar forma continua al trabajo cuando sea posible.

*Por último un estándar requiere que un operador capacitado realice el trabajo a un paso normal.* Un operador que es apropiado para el tipo de trabajo en cuestión debe seleccionarse y este operador se debe de capacitar cuidadosamente para seguir el método. Un "paso normal" significa que el operador no está trabajando ni demasiado rápido ni demasiado lento sino a un paso que puede ser sostenido por la mayoría de los trabajadores durante todo un día.

Un estándar se puede expresar en dos formas: ya sea como el tiempo requerido por unidad de producción o el recíproco: producción por unidad de tiempo.

#### **1.4.2.- DATOS HISTÓRICOS O ESTÁNDARES**

El uso de datos históricos es tal vez uno de los enfoques más pasados por alto para la medición del trabajo. Esto se debe a que los métodos no se controlan con datos históricos y por lo tanto sería imposible establecer un estándar en el sentido usual de la palabra.

Para algunos trabajos el enfoque de utilizar los datos históricos puede ser preferible debido a que el trabajo en sí se utiliza para desarrollar un estándar. No se requieren cronómetros y se permite la flexibilidad en el método, impulsando así la innovación sin la necesidad de establecer un nuevo estándar. Este enfoque puede ser especialmente efectivo cuando se acopla con un plan de incentivo salarial, donde el objetivo es hacer mejoras continuas sobre los niveles históricos.

#### **1.4.3.- MUESTREO DEL TRABAJO**



Un estudio del muestreo del trabajo se puede definir como una serie aleatoria de observaciones del trabajo utilizada para determinar las actividades de un grupo o un individuo. Para convertir el porcentaje de actividad observada en horas o minutos, se debe registrar también o conocerse la cantidad total de tiempo trabajado. Nótese que el muestreo del trabajo, como las estimaciones de tiempo histórico, no controlan el método. Además no se controla la capacitación del trabajador, de tal manera que los estándares no se pueden establecer por muestreo del trabajo.

El muestreo del trabajo, sin embargo, se puede utilizar para un gran número de otros propósitos. Algunos de los usos más comunes son los del trabajo.

1. Para evaluar el tiempo de productividad e improductividad como una ayuda para establecer tolerancias.

2. Para determinar el contenido del trabajo.

3. Para ayudar a los gerentes y trabajadores a hacer un mejor uso de sus tiempos.

- 4.-Para estimar las necesidades gerenciales, necesidades de equipo o el costo de varias actividades.

#### **1.4.4.- ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETROS**

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo o por su conveniencia equipo de computo.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

EL CRONÓMETRO DECIMAL DE MINUTOS (DE 0.01) su carátula tiene 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto.

EL CRONÓMETRO DECIMAL DE MINUTOS DE 0.001 MIN, Cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min. en dar una vuelta completa en la carátula, Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. Las manecillas largas dan una vuelta completa en 0.01 de minuto. El cuadrante pequeño está graduado en minutos y una vuelta completa de su aguja marca 30 min.

EL CRONÓMETRO DECIMAL DE HORA tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min.

La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 0.30 de hora. Es posible montar tres *cronómetros* en un *tablero*, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas y mantenga un registro acumulativo del tiempo total transcurrido.

Todos los cronómetros deben ser revisados periódicamente para verificar que no están proporcionando lecturas “fuera de tolerancia”.

Deben estar protegidos contra humedad, polvo y cambios bruscos de temperatura. Se les debe de proporcionar limpieza y lubricación regulares (una vez por año es adecuado).

## 1.5.- HERRAMIENTAS NECESARIAS EN LA REPARACIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

### 1.5.1.-DISEÑO ERGONÓMICO DE LA HERRAMIENTA

Desde un punto de vista ergonómico las herramientas manuales deben cumplir una serie de requisitos básicos para que sean eficaces, a saber:

- Desempeñar con eficacia la función que se pretende de ella.
- Proporcionada a las dimensiones del usuario.
- Apropiaada a la fuerza y resistencia del usuario.
- Reducir al mínimo la fatiga del usuario.

Al diseñar una herramienta, hay que asegurarse de que se adapte a la mayoría de la población. En cualquier caso el diseño será tal que permita a la muñeca permanecer recta durante la realización del trabajo.

#### ALICATES.

Los alicates son herramientas manuales diseñadas para sujetar, doblar o cortar.

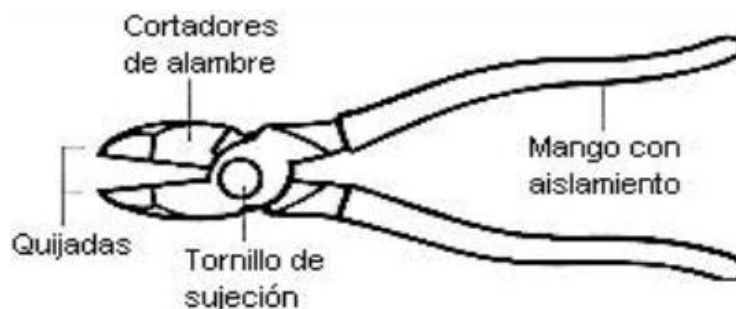
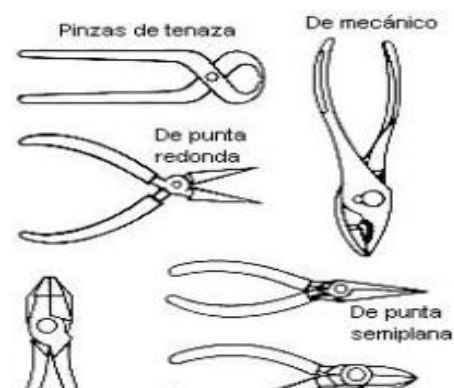


Fig. 1.1 (Partes de los alicates)

Los tipos de alicates más utilizados son:

- Punta redonda.



- De tenaza.
- De corte.
- De mecánico.
- De punta semiplana o fina (plana).
- De electricista.

## PREVENCIÓN

- Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre.
- Quijadas sin desgastes o melladas y mangos en buen estado.
- Tornillo o pasador en buen estado.
- Herramienta sin grasas o aceites.

## Utilización

- Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. Además tienden a redondear los ángulos de las cabezas de los pernos y tuercas, dejando marcas de las mordazas sobre las superficies.
- No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas.
- Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.
- No colocar los dedos entre los mangos.
- No golpear piezas u objetos con los alicates.
- Engrasar periódicamente el pasador de la articulación.

## **CINCELES.**

Los cinceles son herramientas de mano diseñadas para cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante la transmisión de un impacto. Son de

acero en forma de barras, de sección rectangular, hexagonal, cuadrada o redonda, con filo en un extremo y biselado en el extremo opuesto.

Las partes principales son la arista de corte, cuña, cuerpo, cabeza y extremo de golpeo.



Fig.1.2 (Partes de un cincel)

Los distintos tipos de cinceles se clasifican en función del ángulo de filo y éste cambia según el material que se desea trabajar, tomando como norma general los siguientes:

Materiales muy blandos	30°
Cobre y bronce	40°
Latón	50°
Acero	60°
Hierro fundido	70°

El ángulo de cuña debe ser de 8° a 10° para cinceles de corte o desbaste y para el cincel ranurador el ángulo será de 35°, pues es el adecuado para hacer ranuras, cortes profundos o chaveteados.

## PREVENCIÓN

- Las esquinas de los filos de corte deben ser redondeadas si se usan para cortar.
- Deben estar limpios de rebabas.

- Los cinceles deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni alabeen al ser golpeados. Se deben desechar los cinceles más o menos fungiformes utilizando sólo el que presente una curvatura de 3 cm de radio.
- Para uso normal, la colocación de una protección anular de esponja de goma, puede ser una solución útil para evitar golpes en manos con el martillo de golpear.

### Utilización

- Siempre que sea posible utilizar herramientas de soporte.
- Cuando se pique metal debe colocarse una pantalla o blindaje que evite que las partículas desprendidas puedan alcanzar a los operarios que realizan el trabajo o estén en sus proximidades.
- Para cinceles grandes, éstos deben ser sujetados con tenazas o un sujetador por un operario y ser golpeadas por otro.
- El martillo utilizado para golpearlo debe ser suficientemente pesado.

## DESTORNILLADORES

Los destornilladores son herramientas de mano diseñados para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación sobre materiales de madera, metálicos, plásticos etc.

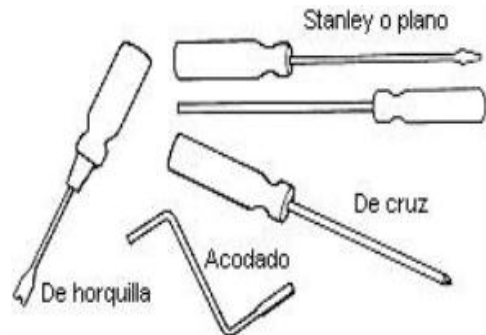
El mango para sujetar se fabrica de distintos materiales de tipo blando como son la madera, las resinas plásticas que facilitan su manejo y evitan que resbalen al efectuar el movimiento rotativo de apriete, además de servir para lograr un aislamiento de la corriente eléctrica.



Fig.1.3 (Partes de un destornillador)

Los principales tipos de destornilladores son:

- Tipo plano de distintas dimensiones.
- Tipo estrella o de cruz.
- Tipo acodado.
- Tipo de horquilla.



## PREVENCIÓN

- Mango en buen estado y amoldado a la mano con o superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca. El destornillador ha de ser del tamaño adecuado al del tornillo a manipular.
- Porción final de la hoja con flancos paralelos sin acuñamientos.
- Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o la punta rota o retorcida pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en manos.

## Utilización

- Espesor, anchura y forma ajustada a la cabeza del tornillo.
- Utilizar sólo para apretar o aflojar tornillos.
- No utilizar en lugar de punzones, cuñas, palancas o similares.
- Siempre que sea posible utilizar destornilladores de estrella.
- No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar sobre todo si es pequeña.
- En su lugar debe utilizarse un banco o superficie plana o sujetarla con un tornillo de banco.

## PUNZONES.

Los punzones son herramientas de mano diseñadas para expulsar remaches y pasadores cilíndricos o cónicos, pues resisten los impactos del martillo, para aflojar los pasadores y empezar a alinear agujeros, marcar superficies duras y perforar materiales laminados.

Son de acero, de punta larga y forma ahusada que se extiende hasta el cuerpo del punzón con el fin de soportar golpes más o menos violentos.

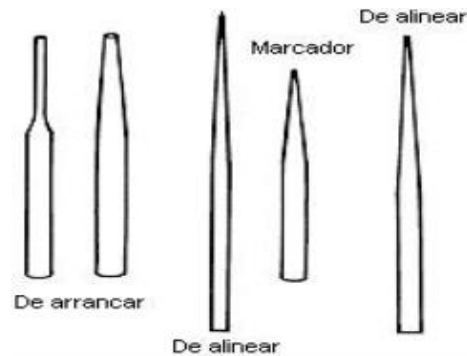


Fig.1. 4 (Tipos de punzones)

#### Utilización

- Utilizarlos sólo para marcar superficies de metal de otros materiales más blandos que la punta del punzón, alinear agujeros en diferentes zonas de un material.
- Golpear fuerte, secamente, en buena dirección y uniformemente.
- Trabajar mirando la punta del punzón y no la cabeza.
- No utilizar si está la punta deformada.
- Deben sujetarse formando ángulo recto con la superficie para evitar que resbalen.

### **LLAVES DE BOCA, ESTRIADAS Y MÓVILES**

Existen muchas variables de este tipo de herramientas, las más usadas son las llaves fijas, independiente de su clase hay muchas formas, tamaños y combinación de llaves

En particular podemos decir que para elegir las llaves de boca tienen, además de tamaños diferentes y espesores, varios ángulos de posición de la



boca, varias formas de posición de la boca con respecto al eje del mango, y formas de mangos que se adaptan a distintas funciones.

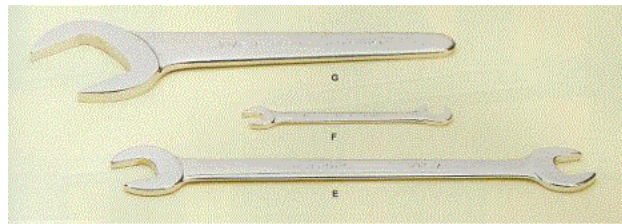


Fig.1.5 (Llaves de boca)

Para facilitar el trabajo y la cantidad de herramientas a utilizar se fabrican herramientas combinadas, tanto llave de boca en un extremo como llave estriada en el otro y combinadas de un tipo u otro con distintas medidas.

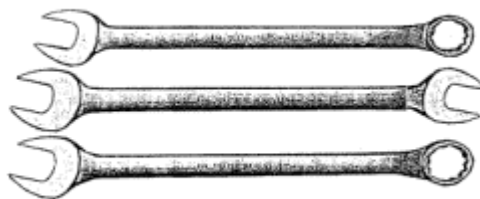


Fig.1.6 (Llaves mixtas)

Ninguna llave fija o móvil debe ser golpeada, para ello hay herramientas diseñadas para soportar impactos sin romperse o saltar. Estas están hechas con aceros menos frágiles y resistentes al impacto. Además su diseño mucho mas robusto que el de las llaves Standard, está hechas para soportar golpes inclusive los mal dados.



Fig.1.7 (Llaves de golpe)

## TORQUÍMETROS

En la elección de torquímetros, es importante considerar los problemas inherentes a la lectura de las mediciones y la probabilidad de golpes del instrumento. Es un hecho que los problemas de golpes van a influenciar en la búsqueda de elementos más robustos, en cambio los problemas de lectura llevarán acarreado el tener que decidirse entre un equipo digital o uno analógico, en función de la precisión de lectura e iluminación en el área.

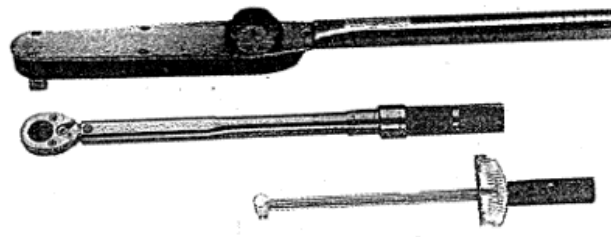


Fig.1.8 Torquímetros (Digital, de zafe y de torsión).

Cuando hay buena luz lo ideal son los torquímetros digitales pues son más precisos, en lugares poco iluminados pasa a ser ideales los de zafe dado que en ellos uno puede guiarse por el sonido del “zafe”

## MARTILLOS

La elección del martillo adecuado va más allá del tamaño, del tipo o del peso, en ellos entra en juego primeramente el mango, donde puede ser de madera como en el caso de martillos de carpinteros o albañiles o puede ser de goma o plástico con alma de acero considerados según el tamaño.

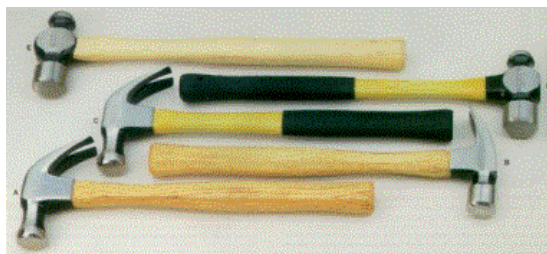


Fig.1.9 (Martillos de distintos tipos)

El material utilizado en la masa o cara del martillo es importante para marcar o no al elemento que se golpea, para ello existen los martillos de cara suave, goma, bronce, plomo, etc.

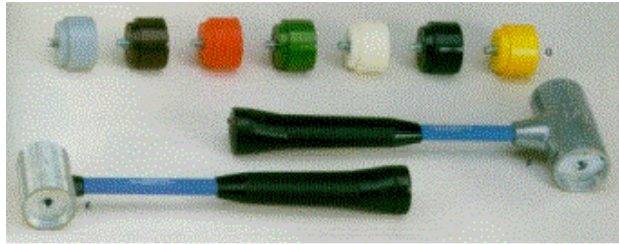


Fig.1.10 (Martillo de carasuaves)

Hay martillos o porras denominadas de golpe seco, que consisten en una cápsula de acero con bolas de plomo dentro. La cápsula está unida a una barra de acero (soldada o atornillada) y a su vez todo el conjunto está rodeado de un plástico resistente a los impactos, que se coloca por inyección.

Este martillo independientemente de su tamaño tiene un golpe seco y silencioso, seco porque el plomo de la cápsula queda atrás cuando baja el martillo para golpear y cuando este toma contacto con la masa de la pieza, para su movimiento y se acierta sobre la superficie de contacto, en cambio las bolas continúan en movimiento por inercia, hasta caer sobre la superficie de la cápsula dando un golpe más fuerte, como consecuencia de estar la cara del martillo perfectamente hermanada. No produce vibraciones y por ello tampoco ruido, ni chispas.



Fig.1.11 (Martillos de distintos tipos antichispa de cobre o goma)

### **CALIBRADOR PIE DE REY**

El pie de rey es el instrumento de medida lineal que más se utiliza en el taller. Por medio del pie de rey se puede controlar medidas de longitud

externa, interna y de profundidad. Normalmente la precisión del pie de rey oscila entre: 1/10, 1/20, 1/50 de mm.

Las partes fundamentales del pie de rey son:

- a) Cuerpo del calibre
- b) Corredera
- c) Puntas para la medida externa
- d) Puntas para la medida interna
- e) Varilla para medir la profundidad
- f) Escala graduada en milímetros
- g) Escala graduada en pulgadas
- h) Graduación del nonio en pulgadas
- i) Graduación del nonio en milímetros
- j) Pulsador para el bloqueo del cursor.
- k) Embocadura de las puntas para la medida de ranuras, roscas, etc.
- l) Embocadura de la varilla de profundidad para penetrar en agujeros pequeños.
- m) Tornillos para fijar la pletina que sirve de tope para el cursor.
- n) Tornillo para corregir eventuales errores de paralelismo de las puntas de medida

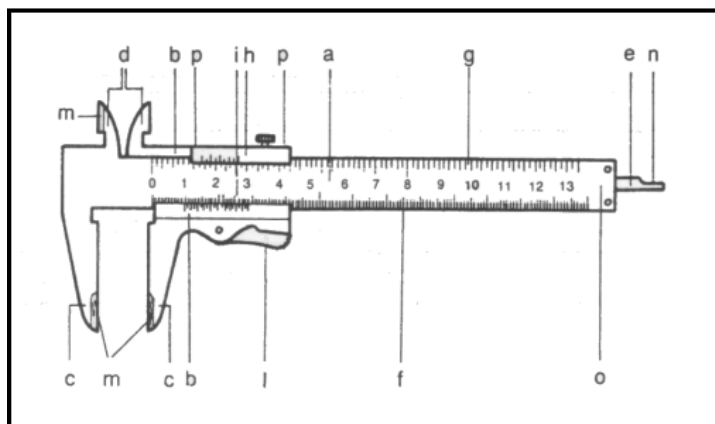


Fig.1.12 (Calibrador pie de rey)

## MICRÓMETRO

El micrómetro para medidas exteriores es un aparato formado por un eje

móvil con una parte roscada, al extremo de la cual va montado un tambor graduado; haciendo girar el tambor graduado se obtiene el movimiento del tornillo micrométrico y por consiguiente el eje móvil, que va a apretar la pieza contra el punto plano. Sobre la parte fija, que está solidaria al arco, va marcada la escala lineal graduada en mm. Las partes fundamentales de un micrómetro son:

- a) Arco de herradura
- b) Punto fijo plano
- c) Eje móvil, cuya punta es plana y paralela al punto fijo
- d) Cuerpo graduado sobre el que está marcada una escala lineal graduada en mm  $\frac{1}{2}$  mm.
- e) Tornillo solidario al eje móvil.
- f) Tambor graduado.
- g) Dispositivo de bloqueo, que sirve para fijar el eje móvil en una medida patrón y poder utilizar el micrómetro de calibre pasa, no pasa.
- h) Embrague. Este dispositivo consta de una rueda moleteada que actúa por fricción. Sirve para impedir que la presión del eje móvil sobre la pieza supere el valor de  $1 \text{ kg/cm}^2$ , ya que una excesiva presión contra la pieza pueda dar lugar a medidas erróneas.

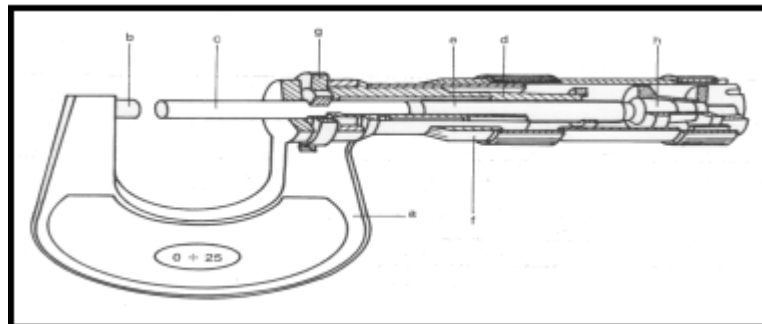


Fig.1.13 (Micrómetro de exteriores)

### MICRÓMETRO DE PROFUNDIDAD.

El micrómetro de profundidad sirve para comprobar la medida de la profundidad del agujero, acanaladuras, etc. Se diferencia del micrómetro para medidas externas en que se sustituye el arco por un puente aplicado a la

cabeza del micrómetro.

El campo de medida de este instrumento es de 25 mm y su aproximación es de 0,01 mm. Las partes fundamentales son:

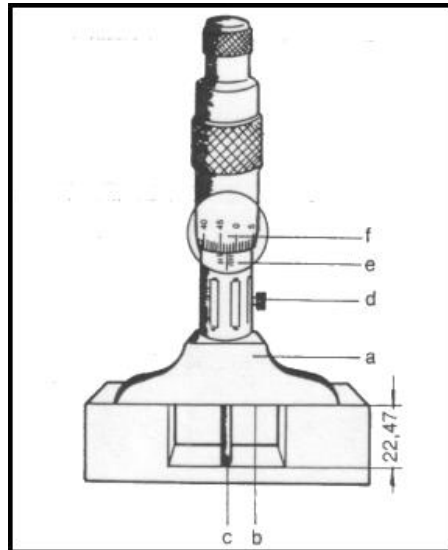


Fig.1.14 (Micrómetro de profundidad)

- a) Puente de acero. La anchura puede variar de 50 a 100 mm
- b) Plano de apoyo
- c) Eje móvil
- d) Dispositivo de bloqueo
- e) Cuerpo graduado
- f) Tambor graduado

Para aumentar la capacidad de lectura, el micrómetro de profundidad dispone de unos ejes de medidas variables que son intercambiables.

### **MICRÓMETROS PARA INTERIORES.**

El micrómetro para interiores sirve para medir el diámetro del agujero y otras cotas internas superiores a 50 mm. Está formado por una cabeza micrométrica sobre la que pueden ser montados uno o más ejes combinables de prolongamiento. Las partes principales del micrómetro para interiores son:

- a) Tambor graduado

- b) Cuerpo graduado
- c) Tornillo micrométrico
- d) Dispositivo de bloqueo
- e) Punta fija de la cabeza micrométrica
- f) Primer tubo de prolongamiento, atornillado directamente sobre la cabeza
- g) Eje que se atornilla por el interior del primer tubo de prolongamiento
- h) Segundo tubo de prolongamiento atornillado sobre el primer tubo
- i) Eje atornillado por el interior al primer tubo
- j) Extremidad esférica
- k) Extremidad plana

Los ejes combinables están contenidos dentro de tubos de prolongamiento que oportunamente acoplados pueden efectuar múltiples combinaciones.

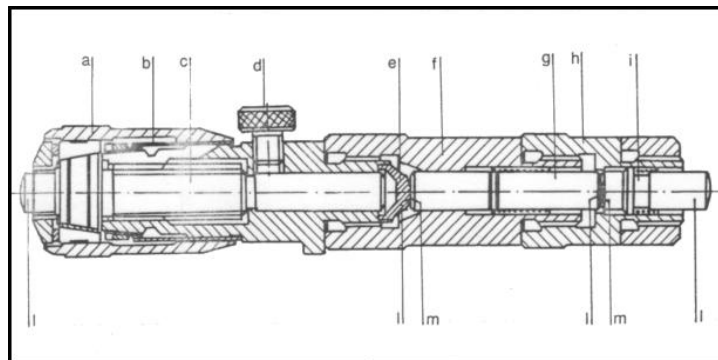


Fig.1.15 (Micrómetro de interiores)

## RELOJ COMPARADOR

El comparador es un instrumento utilizado para el control del error de forma de una pieza y para la medida comparativa (por diferencia) entre la dimensión de una pieza sujeta a examen y la de una pieza patrón.

Al ser un instrumento de comparación, es necesario que durante su uso esté sólidamente sujeto a una base de referencia.

La rotación del índice sobre el cuadrante es proporcional a la desviación vertical del palpador. La desviación del índice sobre el cuadrante indica en centésimas de mm la diferencia de cota entre la pieza y el patrón.

## Partes fundamentales

- a) Palpador. es el que se apoya sobre la superficie de la pieza a examen. Está roscado sobre el eje móvil.
- b) La punta del palpador está redondeada
- c) Carcasa que contiene el mecanismo amplificador. Cuadrante centesimal.
- d) Indicador de las centésimas
- e) Cuadrante de los mm. La aguja se mueve una división, por una vuelta completa de la aguja del cuadrante centesimal.
- f) Indicador móvil, que puede moverse a lo largo del cuadrante y que sirve para delimitar el campo de tolerancia prefijado.
- g) Rueda que unida al eje (b) sirve para levantar la punta del palpador.
- h) Tope para fijar el palpador para el transporte.
- i) Rueda para fijar el palpador para el transporte.

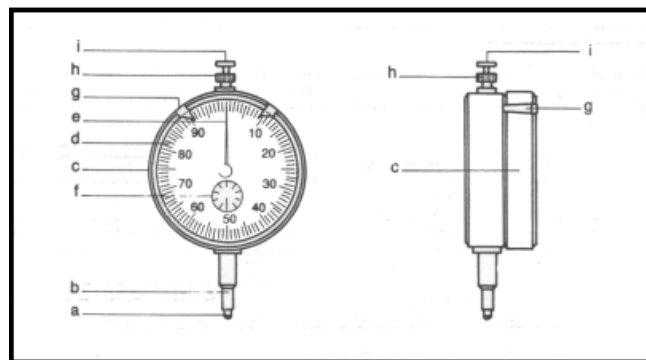


Fig.1.16 (Reloj comparador)

## 1.6.- DIAGNOSTICO PREVIO A LA REPARACIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.

### 1.6.1.-SISTEMAS DE COMPROBACIÓN

Existen dos procedimientos generales, uno de ellos es utilizado cuando existe una avería declarada en el motor. Por ejemplo, si hay un excesivo



consumo de gasolina o de aceite, se pueden efectuar pruebas para averiguar la causa de la avería.

El segundo de los procedimientos consiste en una aproximación general, es decir, cada parte del motor es comprobado en un programa de ensayo; cualquier estado de desgaste, de funcionamiento anormal, o cualquier otra anomalía, serán detectados. A este tipo de comprobaciones se le conoce con el nombre de (puesta a punto), puesto que la corrección de las anomalías encontradas «pone a puntos» al motor, es decir, mejora sus características de funcionamiento.

Realmente, ambos procedimientos son empleados en los talleres. Cuando se encuentra una avería determinada, se desea seguir un procedimiento específico o proceso que permita hallar la causa y corregir el defecto. Por otra parte, frecuentemente es adecuado hacer una revisión completa del motor y sus partes. Es recomendado por muchos llevarla a cabo periódicamente (una vez al año).

Estos análisis permiten descubrir desgastes en las unidades o en las piezas, ajustes inadecuados, etc., que pronto podrían dar lugar a averías; de este modo pueden efectuarse las pertinentes correcciones sin dar lugar a que se presente la avería, es decir, se eliminan las averías <antes de que ocurran> lo que también recibe el nombre de (mantenimiento preventivo). Se «previene» la avería (manteniendo) el motor en buenas condiciones.

### **1.6.2.- INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

Para analizar y comprobar tanto las condiciones de funcionamiento, como el estado de las piezas, se utilizan diversos instrumentos, tales como: tacómetros, manómetros, medidores de depresión; analizadores de los gases de escape; medidores eléctricos; osciloscopios, etc.

### **TACÓMETRO**

El tacómetro que se usa en los motores de automóvil funciona eléctricamente mediante el distribuidor del sistema de encendido; realmente lo que se mide es el número de veces que el circuito primario es abierto y transforma esta magnitud en revoluciones por minuto (r.p.m.).

El tacómetro tiene un botón selector que permite diversas conexiones en función del número de cilindros del motor a ensayar. Uno de los terminales del tacómetro es conectado a masa (bloque de cilindros) y el otro al terminal primario del distribuidor. El botón selector se ajusta entonces al número de cilindro adecuado (o número de salientes de la leva del ruptor, normalmente 1 por cada cilindro) y a continuación se arranca el motor. Entonces puede leerse la velocidad en la pantalla graduada del instrumento.

### **COMPROBADOR DE COMPRESIÓN (MANÓMETRO).**

Este instrumento mide la presión en el cilindro en psi, o en cualquier otra unidad de presión, a medida que el pistón se desplaza hacia el PMS. Dicha presión es un indicador del estado del motor. Si la presión es baja, quiere decir que el cilindro no puede mantenerla, lo cual puede ser debido a desgastes de los aros del pistón, paredes del cilindro, o a causa de un mal asiento de las válvula, etc.

Para emplear los manómetros, primeramente es necesario desmontar y quitar las bujías, mantener fijo y ajustado en el orificio de ellas al tubo de conexión del manómetro y accionar el motor con el motor de arranque.

Si la compresión es demasiado baja, indica que se producen fugas a través de las válvulas, aros del cilindro o junta de culata. Esto significa que hay que desmontar la culata y que deben inspeccionarse varias de las piezas relacionadas, pertenecientes a esa parte, para corregir las averías. Pero antes de llegar a tanto, puede aún realizarse una prueba que permite localizar, más precisamente, la causa. Viértase una pequeña cantidad de aceite pesado en el cilindro, a través del orificio de colocación de la bujía, y realícese de nuevo la prueba de la compresión. Si ahora la presión de compresión alcanza un valor

normal, quiere decir que la avería estaba en los aros del pistón, a través de los cuales se perdía compresión.

La avería puede ser que los aros estén muy desgastados o con muescas, que esté muy desgastado el pistón o las paredes del cilindro o bien que los aros hayan perdido elasticidad y no se apoyen bien sobre el cilindro por rotura de ellos o por (pegado) en sus ranuras. Si al añadir el aceite, como se ha dicho, no se observa ninguna mejora en la compresión, lo más probable es que la fuga se produzca a través de las válvulas.

Puede ser debido a pérdida de elasticidad o rotura de sus resortes, ajustes de las mismas en mal estado, vástagos con depósitos de carbón o semipegados, válvulas o sus asientos quemados, torcidos, desgastados o picados. Si la pérdida de presión no se produce a través de las válvulas, la junta de culata puede no mantener la presión, bien sea porque está quemada o debido a un inadecuado apriete de los espárragos de culata.

Si se observa un valor bajo de la compresión en dos cilindros consecutivos, quiere decir que hay fugas por la junta entre ambos.

## **COMPROBADOR DE DEPRESIÓN**

Mide la depresión que hay en el colector de admisión. Es sabido que la depresión en dicho colector varía con las condiciones de funcionamiento del motor, pero también con sus defectos y anomalías.

La desviación de la depresión respecto a sus valores normales indica el tipo de avería que afecta al motor. El medidor está conectado al colector de admisión, en el lugar donde el accionamiento del limpiaparabrisas (o bomba de vacío) lo está normalmente.

Adviértase que las lecturas de depresión se hacen en pulgadas o milímetros de columna de mercurio. Se establecen así las graduaciones de los

medidores de depresión, para evitar confusiones con la presión que se mide en p.s.i. o  $\text{kg/cm}^2$ .

La depresión más intensa hace (subir) más (succiona) al mercurio, es decir, la presión atmosférica, actuando sobre la superficie libre del mismo en el recipiente, le empuja hacia arriba.

Este desplazamiento suele medirse en pulgadas o en mm de mercurio. En altitudes más elevadas, donde la presión atmosférica no es tan fuerte, la misma depresión (o la misma velocidad de paso de aire) no provocaría una elevación (o succión) tan intensa del mercurio. Si en el extremo del tubo vertical, de que se ha hablado, se hiciera el vacío perfecto y situados al nivel del mar, la columna de mercurio, alcanzaría unas 30 pulgadas de altura (762 mm).

Análogamente, con un vacío menos perfecto, la altura alcanzada será menor. Así, pues, se observa que la altura de la columna de mercurio depende de dos factores, de un lado la presión atmosférica exterior (que (empuja) al mercurio desde su superficie libre en el depósito) y la intensidad del vacío o depresión que lo (succiona).

1. Lectura estable y elevada (de 17 a 22 pulgadas [431 a 558 mm], según la altitud a que se encuentra el motor) es señal de funcionamiento normal. A elevadas altitudes, las lecturas deben ser más bajas debido a la menor presión atmosférica. Por cada 1.000 pies (304 m) de altura hay que contar con una disminución en la lectura, del orden de 1 pulgada (25,4 mm).
2. Una lectura baja y estable indica retardos en el encendido o en la distribución, o posibles fugas (pérdida de estanqueidad) en los pistones debidos al pegado de aros, o a un desgaste excesivo de ellos o de las paredes del cilindro. Cualquiera de esas circunstancias tiene como efecto reducir la potencia del motor, al ser más reducida la potencia desarrollada el vacío provocado por la aspiración del motor es menor.
3. Lecturas muy bajas son indicio de que hay alguna perforación en el

colector o en la junta del carburador o bien fugas alrededor del vástago de la válvula de mariposa.

4. Sí la aguja del indicador oscila más al aumentar la velocidad del motor, es señal de que los resortes de las válvulas son excesivamente débiles.
5. Si gradualmente la aguja desciende hacia cero, marchando el motor a ralentí, indica que una línea de escape está obstaculizada.
6. Si la aguja vuelve a cero rápidamente quiere decir que una válvula ha quedado abierta, pegada, o que una bujía no funciona.
7. Un retorno de la aguja a la posición cero, irregularmente, indica que las válvulas tienden a (pegarse) irregularmente.
8. Una oscilación lenta y suave de la aguja indicadora, significa que la mezcla es excesivamente rica. Véase el apartado 18 (Consumo excesivo de combustible), en la Tabla de localización de averías, sección 15.3, para las averías en el sistema de alimentación que pueden dar lugar a una mezcla excesivamente rica.
9. La comprobación de si hay pérdida de compresión por fugas a través de los aros del pistón (a causa de desgaste, pegado o rayado de los mismos, o desgaste de las paredes del cilindro), puede llevarse a cabo del modo siguiente: acelérese el motor momentáneamente y a continuación ciérrase rápidamente la válvula de gases. Si entonces la aguja oscila momentáneamente alrededor de 23 a 25 pulgadas (584 a 635 mm), al cerrarse la mariposa, la compresión es probablemente satisfactoria, pero si la aguja no oscila alrededor de esos valores, hay pérdidas de compresión.

## **ANALIZADOR DE LOS GASES DE ESCAPE**

También llamado comprobador de emisiones del escape, permite determinar el % de gasolina no quemada. Cuando la dosificación de la mezcla no es correcta, hay una bujía sucia (engrasada, etc.), o válvulas pegadas, no se produce la combustión total del combustible introducido, el rendimiento de la combustión es muy bajo y se pierde gasolina y, lo que es peor, el motor -expulsa al exterior muchos componentes contaminantes, tales como monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no quemados (CH).

El analizador toma una parte de los gases de escape y los hace circular a través de un dispositivo de análisis que indica sobre uno o varios medidores las cantidades de estos contaminantes. Si los % de CO y de CH son elevados, hay que revisar el motor.

### **1.6.3.- COMPROBACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN.**

Cuando se presenten anomalías en el sistema de inyección se procederá a la verificación del mismo para detectar cuál es el componente defectuoso, realizando la oportuna reparación, sustitución o ajuste. Dependiendo de las condiciones de funcionamiento en que se producen los fallos, la verificación se realizará en unos u otros componentes.

Con anterioridad a cualquier intervención sobre el sistema de inyección, deberán efectuarse una serie de controles preliminares, relativos a mecanismos ajenos a este sistema, de entre los cuales destacaremos:

- Estado general de las bujías y, en particular, 'la separación de electrodos.
- Control del combustible (existencia y calidad).
- Tomas de aire en servofreno.
- Estado del sistema de reaspiración de vapores de aceite.
- Control del sistema de reciclado de vapores de combustible.
- Revisión de los sistemas antipolución.

En general, los sistemas de inyección presentan las siguientes peculiaridades, que habrán de tenerse en cuenta durante el proceso de verificación:

- En la fase de arranque del motor, los inyectores se hacen funcionar al doble de cadencia que en marcha normal, para producir un enriquecimiento de la mezcla.
- Durante la fase de calentamiento que sigue al arranque, la mezcla es

enriquecida de forma inversamente proporcional a la temperatura del motor.

- El enriquecimiento de mezcla en aceleración o funcionamiento a plenas cargas se produce en base a las informaciones del caudalímetro, captador de mariposa, captador de presión y régimen motor, dependiendo del tipo de inyección de que se trate.
- En las fases de calentamiento y plenas cargas se desactiva la sonda lambda.
- En las deceleraciones se produce un corte de inyección. Ello tiene lugar generalmente por encima de las 1.700 r.p.m., siempre que el vehículo circule a más de 20 Km/h. La inyección se reanuda cuando el régimen desciende por debajo de 1.500 r.p.m. También se provoca un corte de inyección cuando se supera el régimen máximo establecido por el fabricante (generalmente 6.000 r.p.m.).
- El régimen de ralentí es controlado por la unidad electrónica, de manera que no existe posibilidad de reglaje. Las variaciones de régimen son corregidas por la unidad de control actuando sobre el regulador rotativo de ralentí, el avance del encendido y los caudales de inyección, indistintamente. El régimen de ralentí es corregido en función de otros parámetros, como entrada en funcionamiento del compresor de aire acondicionado, dirección asistida, etc.

## **VERIFICACIÓN DEL CAUDAL DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN**

Consiste esta prueba en medir el volumen de combustible suministrado por la bomba en un tiempo determinado. Para ello se retira el conducto de retorno del regulador de presión del sistema de alimentación y en su lugar se emplaza un tubo de goma que vierta el combustible en una probeta graduada.

Accionando la bomba durante treinta segundos por medio de un puente eléctrico en relé de mando, o estando el motor girando a ralentí, el volumen suministrado debe ser el estipulado por el fabricante. Si no fuese así, deberá verificarse que la tensión eléctrica aplicada a la bomba es la correcta y el estado de la misma es el adecuado.

A título orientativo diremos que en el tiempo citado de funcionamiento de la bomba, debe recogerse un volumen de combustible superior a 700 cc en los sistemas de inyección multipunto y más de 500 cc en los monopunto.

El consumo eléctrico durante el funcionamiento de la bomba debe estar comprendido entre 5 y 8 A, para una tensión aplicada de 12V. Un consumo menor indica que hay tomas de aire indebidas en el sistema, y un consumo mayor es síntoma de obstrucción en las canalizaciones o colmatación del filtro de combustible, que deberá ser sustituido.

### **VERIFICACIÓN DE LAS PRESIONES**

Deberá comprobarse que la bomba es capaz de suministrar el combustible a la presión estipulada por el fabricante<sup>3</sup>. Para ello, en los sistemas electrónicos de inyección se descarga presión del sistema y se desmonta el regulador de su alojamiento en la rampa para acoplar un manómetro en derivación con el tubo de alimentación. Con el motor girando a ralentí y el tubo de vacío del regulador de presión desconectado, la presión indicada por el manómetro deberá ser la estipulada (generalmente 1,2 bar en inyecciones monopunto y 2,5 bar en las multipunto).

Al estrangular momentáneamente el conducto de retomo, la presión debe subir inmediatamente hasta más de 4 bar. Si no fuera así, debe desmontarse la bomba para su reparación. El pinzado del tubo de retomo debe realizarse solamente durante unos segundos, pues en estas condiciones se están alimentando los inyectores y el regulador a una presión mayor de la conveniente.

Para controlar el funcionamiento del regulador se mantienen las conexiones de la prueba anterior y se acopla el tubo de vacío del regulador de presión a una bomba de vacío. En estas condiciones, estando en marcha el motor, se suministra mediante la bomba de vacío una depresión creciente al regulador y debe producirse un descenso de la presión regulada del mismo



valor de depresión aplicado.

En los sistemas de inyección de mando hidromecánico, el control de las presiones se realiza conectando un manómetro en el conducto que une el dosificador-distribuidor y el regulador de fase de calentamiento. Este manómetro deberá estar provisto de una llave de paso que permita cortar la circulación del combustible en ciertos momentos.

---

<sup>3</sup>J.M. Alonso – Técnicas del automóvil, editorial Paraninfo, España, 1998, pág. 158  
Cor

funcionar, se procederá en primer lugar a realizar el control de la presión de alimentación, que será indicada por el manómetro teniendo cerrada la llave de paso.

La presión debe estar comprendida en los márgenes especificados (generalmente entre 4,5 y 5,2 bar). Si se sobrepasan estos valores, deberá verificarse el regulador de presión de alimentación y el circuito de retomo. Por el contrario, si la presión es baja, deberá verificarse la estanqueidad de los circuitos y el regulador de presión de alimentación.

Seguidamente se procederá a controlar la presión de mando. Para ello, con el motor parado, se abre la llave de paso del manómetro y se desconectan los conectores eléctricos del regulador de calentamiento y el de la válvula de aire adicional, así como el conducto de toma de depresión del regulador.

En estas condiciones se activa la bomba de alimentación, realizando sobre ella un puente eléctrico y se comprueba la presión indicada por el manómetro, que debe estar en consonancia con la preconizada, en función de la temperatura ambiente (tanto mayor cuanto más alta sea la de ambiente).

A título orientativo diremos que generalmente se especifican 1 bar de presión a 20 °C de ambiente. En caso de anomalía, deberá sustituirse el regulador.

Si en las condiciones precedentes se alimenta de corriente el regulador de calentamiento, a través del borne de conexión del que se ha retirado el conector, al cabo de cinco minutos aproximadamente, la presión de mando debe llegar a 3,5 bares. Si ahora se aplica una depresión al regulador, por medio de una bomba manual de vacío conectada al tubo de depresión que anteriormente se había desconectado, debe observarse una subida de la presión de control, en consonancia con la depresión aplicada. Si no ocurre así, el regulador es defectuoso.

Finalizadas estas pruebas, se desconecta la bomba de alimentación y se observa la caída de presión en el manómetro, la cual no debe descender de 2 bar tras 10 minutos. Si la presión cae rápidamente, deberá comprobarse la buena estanqueidad del circuito y del regulador. Esta última puede comprobarse repitiendo la prueba y cerrando el grifo de mando del manómetro comprobador.

Finalmente se comprobará la presión de mando con el motor funcionando a ralentí y todos los componentes conectados. Los valores obtenidos deben ser los especificados por el fabricante; no obstante, se observará también que la presión desciende una vez finalizada la fase de calentamiento del motor, lo que ocurre al cabo de unos 6 minutos de funcionamiento, que es el tiempo de mando establecido por el regulador de calentamiento.

Del mismo modo, en el funcionamiento a ralentí, la presión de control aumentará con respecto a la de motor parado, debido al vacío que acciona el regulador de calentamiento. Si se desconecta en este circuito la toma de vacío del regulador, la presión debe descender. En caso contrario es síntoma de que este regulador no funciona correctamente.

Con el motor funcionando a ralentí, la presión de mando es inferior a la de alimentación en valores desde 1,2 bar para motor frío, hasta 0,3 bar a motor caliente.

Cuando se compruebe que la presión en el sistema de alimentación no corresponde a las especificaciones, deberá procederse al tarado del regulador de presión de alimentación, operación ésta que se realiza añadiendo o quitando suplementos de ajuste en el tomillo de regulación.

## **VOLTÍMETRO DIGITAL**

Tiene una entrada de alta impedancia (más de  $10\text{ M}\Omega$ ) lo cual permite su conexión a circuitos con flujos de corriente muy pequeños sin afectar la lectura de voltaje. Los voltímetros con muy baja impedancia de entrada toman potencia del circuito bajo prueba y producen indicaciones de voltaje menores de lo que realmente son. Por lo tanto es conveniente utilizar voltímetros digitales para obtener indicaciones precisas de voltajes.

Una desventaja que poseen los voltímetros digitales, es que los medidores digitales, simplemente muestran los voltajes y reproducen las lecturas, por lo tanto ocurren lagunas entre muestras.

Las fluctuaciones transitorias se pierden totalmente. Los dispositivos como el potenciómetro, sensor de posición del regulador producen un voltaje de incremento uniforme conforme se abre al regulador. Mientras el sensor TP se desgasta, el cursor puede dejar de hacer contacto en algunos lugares con la película de carbón, lo cual origina una caída brusca de voltaje y el voltímetro digital no compensaría estas caídas de voltaje y puede perderse el origen de un problema de manejo. Por esta razón el voltímetro analógico es una mejor herramienta para medir variaciones del voltaje.

## **VOLTÍMETRO ANALÓGICO**

A diferencia del anterior éste usa una aguja que se desplaza sobre una escala para medición cuando hay fluctuaciones de voltaje, cuando ocurre un cambio de voltaje transitorio, se muestra en el medidor analógico como un movimiento de la aguja.

Cuando se desea efectuar una medición de voltaje y este es fluctuante es recomendable utilizar un voltímetro analógico y cuando se desea obtener mediciones exactas de voltaje, es recomendable utilizar un digital.

Un voltímetro siempre se conecta en paralelo con un circuito y su lectura es directamente en voltios. Un voltímetro en paralelo consume sólo una pequeña corriente, lo suficiente para mostrar el voltaje, por esta razón no hay ningún corto cuando se conecta a través de las terminales de la batería con un voltímetro.

## **AMPERÍMETRO**

Se debe colocar en serie con la carga para leer la corriente que fluye, lo cual quiere decir, que hay que desconectar la carga y reconectar con la corriente que va a través del amperímetro. Es necesario seguir la polaridad, utilizar un amperímetro que pueda manejar la corriente esperada, de lo contrario puede dañar el amperímetro. Nunca se debe conectar un amperímetro en paralelo, ya que puede dañar el círculo o el medidor.

## **OHMIÓMETRO (OHMETRO)**

Para medir resistencias a los componentes de un circuito, la alimentación de energía debe suprimirse, la conexión de un ohmiómetro a un circuito de potencia puede dañar el medidor o al circuito.

Para utilizar el ohmiómetro seleccione la escala apropiada a la prueba que está conduciendo es decir, la escala de baja lectura para baja resistencia y la escala de alta lectura para alta resistencia. Si la lectura está por arriba o por debajo de las especificaciones, el componente esta defectuoso.

El ohmiómetro se puede utilizar para verificar la continuidad en un conductor o arnés. Cuando se verifica la continuidad de un conductor la lectura debe estar muy cercana a cero.

## **EXPLORADOR (SCANNER, RASTREADOR)**

Una de las herramientas esenciales para la localización de fallas o de afinación es el explorador de diagnóstico.

Un explorador se conecta al circuito de diagnóstico de la computadora y traduce el código de la computadora en información digital de lo que la computadora está haciendo, observando y calculando.

La computadora del automóvil comunica una gran variedad de información al explorador, el cual se representa en forma digital como códigos de falla en forma de palabras.

Un explorador no localiza con toda precisión el área de un problema en un circuito, pero sí puede identificar el circuito con problemas.

Un explorador puede detectar problemas intermitentes relacionados con un arnés y los conectores del alambrado. Para ello se conecta el explorador al conector de diagnóstico con el motor sin funcionar. El arnés, los conectores y las terminales se manipulan y agitan mientras se observa la pantalla del explorador.

El explorador también se puede utilizar para verificar la operación mientras se está conduciendo el automóvil, bajo condiciones que hacen que se encienda la luz de verificación del motor, indicado así un problema.

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO DEL PROCESO**

#### **2.1. DIAGRAMA DE PROCESOS**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o servicio desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en que áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento.

El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de observación y medición directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente.

##### **2.1.1.- ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO**

Cuando se elabora un diagrama de esta clase se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño, que generalmente tiene 10 mm de diámetro, para representar una operación, y un cuadrado, con la misma medida por lado, que

representa una inspección.

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella. Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Antes de principiar a construir el diagrama de operaciones de proceso, el analista debe identificarlo con un título escrito en la parte superior de la hoja: Diagrama de operaciones de proceso. Por lo general le sigue la información de identificación, que comprende el número de la pieza, el número del dibujo, la descripción del proceso, el método actual o propuesto, y la fecha y el nombre de la persona que elabora el diagrama. A veces se agrega otra información para identificar completamente el asunto del diagrama. Los datos adicionales pueden ser los nombres o números del diagrama, de la planta, del edificio y del departamento.

Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que entroncan con las líneas de flujo verticales para indicar material, ya sea proveniente de compras o en el que ya se ha hecho algún trabajo durante el proceso. Por tanto, las partes pueden mostrarse como entrantes a una línea vertical para ensamble, o que salen de una línea vertical para desensamble.

Los materiales que se desensamblan o extraen, se representan con líneas horizontales de material trazadas a la derecha de la línea de flujo vertical, en tanto que los materiales de ensamble se muestran como líneas horizontales trazadas a la izquierda de la línea de flujo vertical. En general, el diagrama de operaciones debe elaborarse de manera que las líneas de flujo verticales y las líneas de material horizontales, no se crucen.

Los valores de tiempo deben ser asignados a cada operación e inspección. A menudo estos valores no están disponibles (en especial en el caso de inspecciones), por lo que los analistas deben hacer estimaciones de

los tiempos necesarios para ejecutar diversas acciones.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS.

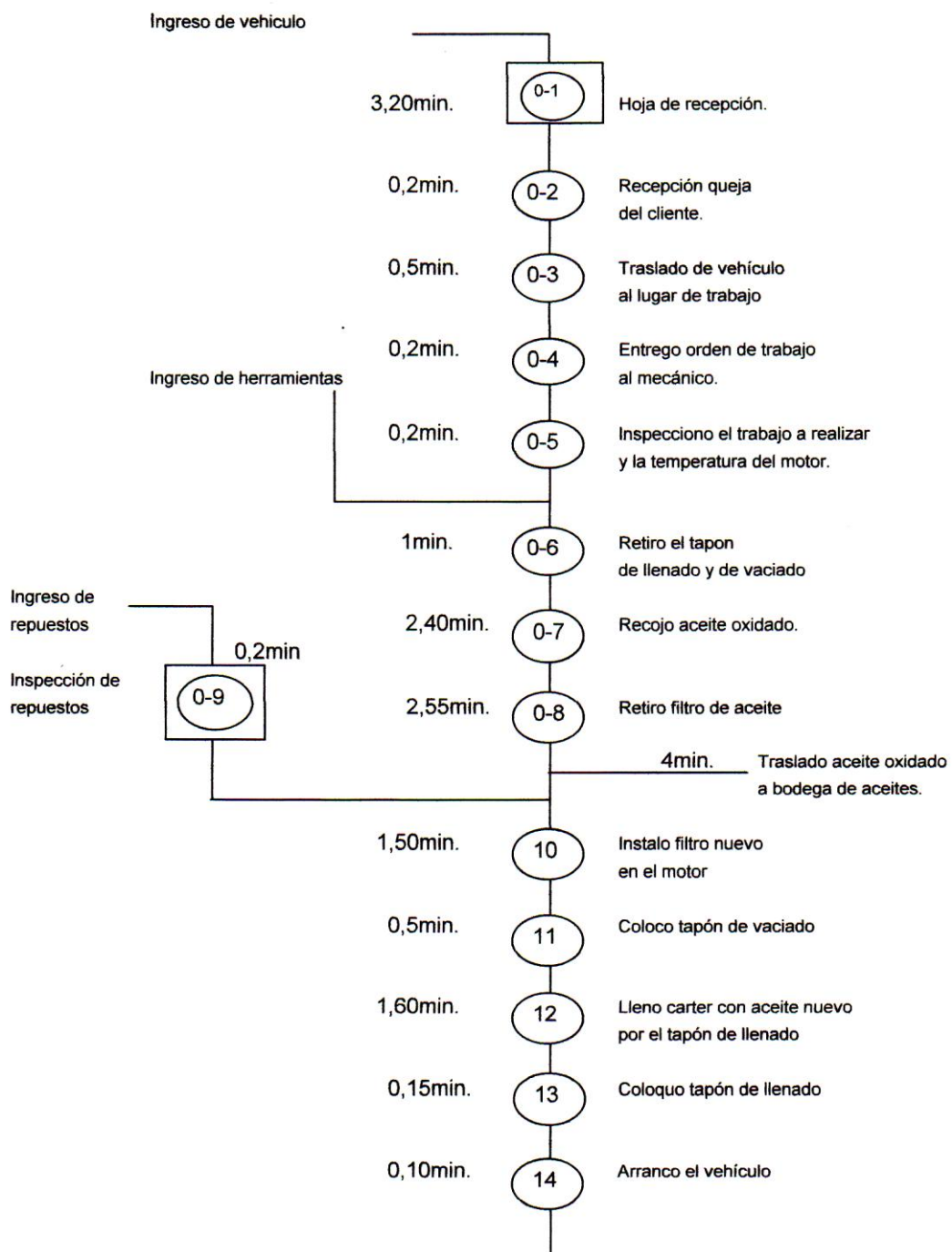
EMPRESA: Talleres Andinamotors Sur      METODO: Actual

DEPARTAMENTO: Mantenimiento (cambio de aceite)

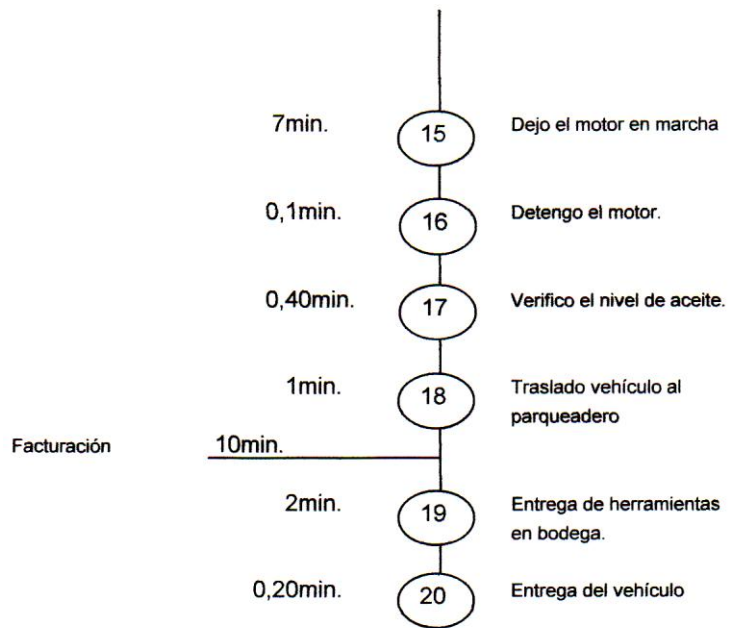
HOJA NUMERO: 1 de 2 Hojas.

APROBADO POR.

REVISADO POR.

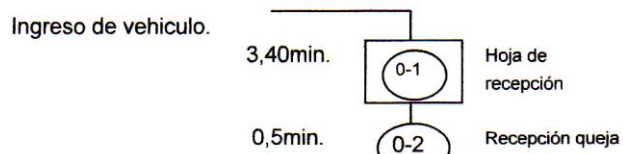






**DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS.**

EMPRESA: Talleres Andinamotors Sur      METODO. Actual  
 DEPARTAMENTO: Limpieza de inyectores.  
 HOJA NUMERO: ; 1 de 1      Hojas.  
 APROBADO POR.      REVISADO POR.



## **2.2. DIAGRAMA DE FLUJOS.**

Este diagrama contiene, en general muchos más detalles que el de operaciones. 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<sup>4</sup>.

### 2.2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA SIMBOLOGÍA

**Operación:** Se dice que hay una operación cuando se modifica de forma intencionada cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto como taladrar, cortar. Esmerilar, etc. también hay actividades que no modifican las características físicas o químicas de un objeto como escribir, colocar, sujetar, leer, etc.

**Inspección:** Se dice que hay una inspección cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades

**Operación — Inspección:** Se dice que hay una operación inspección cuando a un objeto se le hace una operación y se inspecciona al mismo tiempo, ya sea para verificar sus dimensiones o comprobar algo como: pesar, medir, etc. utilizando una herramienta de ajuste o comprobación.

**Traslado o Transporte:** Se dice que hay un transporte cuando un objeto es llevado de un lugar a otro salvo cuando el traslado es parte de la operación, o sea efectuado por los operarios en su lugar de trabajo en el curso de una operación

---

<sup>4</sup>B.W. Niebel – Ingeniería Industrial, editorial Alfaomega, México, 1996, pág. 34

condiciones de permisos e requerimientos de la ejecución de la acción siguiente prevista a la demora también se le denomina almacenamiento temporal.

**Almacenamiento:** Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y

protegido contra el traslado no autorizado del mismo.

OPERACIÓN	
INSPECCIÓN	
OPERACIÓN INSPECCIÓN	
TRASLADO	
DEMORA	
ALMACENAMIENTO	

Fig.2.1(Símbolos)

### 2.2.2.- ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.

Es usual encabezar la información identificadora con el de “Diagrama de curso de proceso”. La información mencionada comprende, por lo general, número de la pieza, número del plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

Algunas veces hacen falta datos adicionales para identificar por completo el trabajo que se diagrama. Tales datos pueden ser los nombres de la planta, edificio o departamento, número de diagrama, cantidad de producción.

Primero se traza una línea horizontal de material, sobre la cual se escribe el número de la pieza y su descripción, así como el material con el que se procesa. Se traza luego una corta línea vertical de flujo, de unos 5 mm de longitud al primer símbolo de evento, el cual puede ser una flecha que indica un

transporte desde la bodega o almacén.

Inmediatamente a la derecha del símbolo de transporte se anota una breve descripción del movimiento. Inmediatamente abajo se anota el tipo de equipo para manejo de material empleado, si se utiliza. A la izquierda del símbolo se indica el tiempo requerido para desarrollar el evento, y a unos 25 mm más a la izquierda, se registra la distancia recorrida.

Se continúa este procedimiento de diagramación registrando todas las operaciones, inspecciones, movimientos, demoras, almacenamientos permanentes y temporales que ocurran durante el procesado de la pieza o parte<sup>5</sup>.

Es importante indicar en el diagrama todas las demoras y tiempos de almacenamiento. No basta con indicar que tiene lugar un retraso o un almacenamiento. Cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento o retraso de una pieza, tanto mayor será el incremento en el costo acumulado y, por tanto, es de importancia saber qué tiempo corresponde a la demora o al almacenamiento.

El método más económico para determinar la duración de los retrasos y los almacenamientos consiste en marcar varias piezas o partes con gris, indicando la hora exacta en que fueron almacenadas o demoradas. Después hay que inspeccionar periódicamente la sección para ver cuándo regresaron a la producción las partes marcadas.

---

<sup>5</sup>B.W. Niebel – Ingeniería Industrial, editorial Alfaomega, México, 1996, pág. 35

**T]**

<b>HOMBRE:</b>	LLangari Raúl	<b>MATERIAL:</b>	Aceite 20w50
<b>GRAF. COMIENZA:</b>	Recepción de vehículo		
<b>GRAF. TERMINA:</b>	Entrega del vehículo		
<b>REGISTRADO POR:</b>	.....	<b>FECHA:</b>	5 - 12 - 03
<b>RESUMEN:</b>			

	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	RETARDO	INSPECCIÓN
DISTANCIA(mts)	40	93	-	45	
TIEMPO (min)	36	10.5	10	15	1.5
CANT. TOTAL	16	5	1	1	3

DETALLES DE MÉTODO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	RETRASO	ALMACENAJE	DISTANCIA EN MTS	CANTIDAD	TIEMPO MIN
1. Hoja de recepción	○	⇨	□	⊔	▽		1	5
2. Recepción de queja del cliente	○	⇨	□	⊔	▽			0,5
3. Traslado del vehículo al lugar de trabajo	○	⇨	□	⊔	▽	10	1	0,5
4. Asignación del personal para realizar la tarea.	○	⇨	□	⊔	▽		1	0,2
5. Inspeccionar el trabajo a realizar y verificar la temperatura del motor	○	⇨	□	⊔	▽			0,5
6. Traslado a bodega de herramientas	○	⇨	□	⊔	▽	12		2
7. Realizo pedido de herramientas	○	⇨	□	⊔	▽			2
8. Retorno al lugar de trabajo	○	⇨	□	⊔	▽	12		2
9. Retiro el tapón de llenado y el de vaciado.	○	⇨	□	⊔	▽		2	2
10. Recojo el aceite oxidado.	○	⇨	□	⊔	▽			2
11. Traslado aceite oxidado a bodega	○	⇨	□	⊔	▽	10		5
12. Retiro filtro de aceite	○	⇨	□	⊔	▽		1	5
13. Hacer pedido de repuestos	○	⇨	□	⊔	▽			10
14. Recibo el pedido	○	⇨	□	⊔	▽			1,3
15. Inspecciono el pedido	○	⇨	□	⊔	▽			0,5
16. Instalo el filtro nuevo	○	⇨	□	⊔	▽		1	4
17. Coloco tapón de vaciado	○	⇨	□	⊔	▽		1	1
18. Llamo el carter con aceite nuevo	○	⇨	□	⊔	▽			2
19. Coloco el tapón de llenado	○	⇨	□	⊔	▽		1	0,2
20. Arranco el vehículo	○	⇨	□	⊔	▽			0,2
21. Dejo el motor en marcha.	○	⇨	□	⊔	▽			10
22. Detengo al motor	○	⇨	□	⊔	▽			0,1
23. Verifico el nivel de aceite	○	⇨	□	⊔	▽			0,5
24. Traslado vehículo al parqueadero.	○	⇨	□	⊔	▽	15	1	1
25. Envío orden para facturación.	○	⇨	□	⊔	▽		1	15
26. Entrega de vehículo	○	⇨	□	⊔	▽		1	0,5

### GRAFICA DE PROCESO DE FLUJOS

**TRABAJO:**

Mantenimiento "Limpieza de inyectores"

**HOMBRE:**

Llangari Raúl

**MATERIAL:** Inyectores

**GRAF. COMIENZA:**

Recepción de vehículo

**GRAF. TERMINA:**

Entrega del vehículo

**REGISTRADO POR:**

..... **FECHA:** 5 - 12 - 03

**RESUMEN:**

	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	RETARDO	INSPECCIÓN
DISTANCIA(mts)	52	69	-	45	-



TIEMPO (min)	62.25	6	-	35	8.5
CANT. TOTAL	14	7	-	2	4

DETALLES DE MÉTODO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	RETRAS	ALMACENAJE	DISTANCIA EN METROS	CANTIDAD	TIEMPO MIN
1. Hoja de recepción	○	→	□	⊔	▽		1	5
2. Recepción de queja del cliente	○	→	□	⊔	▽			0,5
3. Traslado del vehículo al lugar de trabajo	○	→	□	⊔	▽	10	1	0,5
4. Entrego orden de trabajo al mecánico	○	→	□	⊔	▽		1	0,25
5. Traslado a bodega de herramientas	○	→	□	⊔	▽	12		2
6. Realizo pedido de herramientas	○	→	□	⊔	▽			2
7. Verifico herramientas.	○	→	□	⊔	▽			0,5
8. Desmonto inyectores del motor.	○	→	□	⊔	▽		4	10
9. Traslado a laboratorio de limpieza de inyector	○	→	□	⊔	▽	8		1
10. Instalo inyectores en banco de pruebas.	○	→	□	⊔	▽		4	2
11. Poner a funcionar la maquina.	○	→	□	⊔	▽		1	0,25
12. Verifico el estado inicial de los inyectores	○	→	□	⊔	▽		4	3
13. Arrancar máquina con obción de limpieza durante 20 minutos.	○	→	□	⊔	▽			0,25
14. Traslado hacia el vehículo	○	→	□	⊔	▽	8		0,5
15. Realizo limpieza de sensores en el motor.	○	→	□	⊔	▽			9
16. Limpieza y calibración de bujías en el motor.	○	→	□	⊔	▽		4	9
17. Verifico niveles del vehículo.	○	→	□	⊔	▽			2
18. Traslado a laboratorio de limpieza de inyector	○	→	□	⊔	▽	8		0,5
19. Verifico estado final de inyectores.	○	→	□	⊔	▽		4	3
20. Solicito repuestos a bodega.	○	→	□	⊔	▽			10
21. Traslado hacia el vehículo con inyectores	○	→	□	⊔	▽	8	4	0,5
22. Instalo inyectores en el motor.	○	→	□	⊔	▽		4	10
23. Realizo pruebas con el motor encendido	○	→	□	⊔	▽			5
24. Entrega de herramientas a bodega.	○	→	□	⊔	▽			2
25. Traslado del vehículo a parqueadero.	○	→	□	⊔	▽	15		1
26. Facturación.	○	→	□	⊔	▽		1	15
27. Entrega del vehículo.	○	→	□	⊔	▽		1	0,25

### GRAFICA DE PROCESO DE FLUJOS

**TRABAJO:**

Mantenimiento "Cambio de Aceite"

**HOMBRE:**

Llangari Raúl

**MATERIAL:** Aceite 20w50

**GRAF. COMIENZA:**

Recepción de vehículo

**GRAF. TERMINA:**

Entrega del vehículo

**REGISTRADO POR:**

..... **FECHA:** 5 - 12 - 03

**RESUMEN:** Cronometrado

	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	RETARDO	INSPECCIÓN
DISTANCIA(mts)	40	69	-	45	-
TIEMPO (min)	32.33	13.5	11	17	1.66
CANT. TOTAL	16	5	1	1	3

DETALLES DE MÉTODO (cronometrado)	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	RETRAS	ALMACENAJE	DISTANCIA EN MTS	CANTIDAD	TIEMPO MIN
1. Hoja de recepción	○	→	□	⊔	▽		1	3,2
2. Recepción de queja del cliente	○	→	□	⊔	▽			0,2
3. Traslado del vehículo al lugar de trabajo	○	→	□	⊔	▽	10	1	0,5
4. Asignación del personal para realizar la tarea.	○	→	□	⊔	▽		1	0,2
5. Inspeccionar el trabajo a realizar y verificar la temperatura del motor	○	→	□	⊔	▽			0,2
6. Traslado a bodega de herramientas	○	→	□	⊔	▽	12		2
7. Realizo pedido de herramientas	○	→	□	⊔	▽			1
8. Retorno al lugar de trabajo	○	→	□	⊔	▽	12		2
9. Retiro el tapón de llenado y el de vaciado.	○	→	□	⊔	▽		2	1
10. Recojo el aceite oxidado.	○	→	□	⊔	▽			2,4
11. Traslado aceite oxidado a bodega	○	→	□	⊔	▽	10		4
12. Retiro filtro de aceite	○	→	□	⊔	▽		1	2,55
13. Hacer pedido de repuestos	○	→	□	⊔	▽			12
14. Recibo el pedido	○	→	□	⊔	▽			1,1
15. Inspecciono el pedido	○	→	□	⊔	▽			0,2
16. Instalo el filtro nuevo	○	→	□	⊔	▽		1	1,5
17. Coloco tapón de vaciado	○	→	□	⊔	▽		1	0,5
18. Lleno el carter con aceite nuevo	○	→	□	⊔	▽			1,6
19. Coloco el tapón de llenado	○	→	□	⊔	▽		1	0,15
20. Arranco el vehículo	○	→	□	⊔	▽			0,1
21. Dejo el motor en marcha.	○	→	□	⊔	▽			7
22. Detengo al motor	○	→	□	⊔	▽			0,1
23. Verifico el nivel de aceite	○	→	□	⊔	▽			0,4
24. Traslado vehículo al parqueadero.	○	→	□	⊔	▽	15	1	1
25. Envío orden para facturación.	○	→	□	⊔	▽		1	10
26. Entrega de vehículo	○	→	□	⊔	▽		1	0,2

### GRAFICA DE PROCESO DE FLUJOS

**TRABAJO:** Mantenimiento "Limpieza de inyectores"  
**HOMBRE:** LLangarí Raúl      **MATERIAL:** Inyectores  
**GRAF. COMIENZA:** Recepción de vehículo  
**GRAF. TERMINA:** Entrega del vehículo  
**REGISTRADO POR:** .....      **FECHA:** 5 - 12 - 03  
**RESUMEN:** Cronometrado

	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	RETARDO	INSPECCIÓN
DISTANCIA(mts)	52	69	-	45	-
TIEMPO (min)	78.14	6.16	-	36.3	6
CANT. TOTAL	14	7	-	2	4



DETALLES DE MÉTODO (cronometrado)	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	RETRASO	ALMACENAJE	DISTANCIA EN MTS	CANTIDAD	TIEMPO MIN
1. Hoja de recepción	○	→	□	⊂	▽		1	3,4
2. Recepción de queja del cliente	○	→	□	⊂	▽			0,5
3. Traslado del vehículo al lugar de trabajo	○	→	□	⊂	▽	10	1	0,5
4. Entrego orden de trabajo al mecánico	○	→	□	⊂	▽		1	0,2
5. Traslado a bodega de herramientas	○	→	□	⊂	▽	12		2
6. Realizo pedido de herramientas	○	→	□	⊂	▽			1
7. Verifico herramientas.	○	→	□	⊂	▽			0,5
8. Desmonto inyectores del motor.	○	→	□	⊂	▽		4	9,2
9. Traslado a laboratorio de limpieza de inyektore	○	→	□	⊂	▽	8		1
10. Instalo inyectores en banco de pruebas.	○	→	□	⊂	▽		4	2
11. Poner a funcionar la máquina.	○	→	□	⊂	▽		1	0,2
12. Verifico el estado inicial de los inyectores	○	→	□	⊂	▽		4	0,4
13. Arrancar máquina con obcion de limpieza durante 20 minutos.	○	→	□	⊂	▽			0,15
14. Traslado hacia al vehículo	○	→	□	⊂	▽	8		0,5
15. Realizo limpieza de sensores en el motor.	○	→	□	⊂	▽			8,2
16. Limpieza y calibracion de bujías en el motor.	○	→	□	⊂	▽		4	6,1
17. Verifico niveles del vehículo.	○	→	□	⊂	▽			0,6
18. Traslado a laboratorio de limpieza de inyector	○	→	□	⊂	▽	8		0,5
19. Verifico estado final de inyectores.	○	→	□	⊂	▽		4	0,4
20. Solicito repuestos a bodega.	○	→	□	⊂	▽			12,3
21. Traslado hacia el vehículo con inyectores	○	→	□	⊂	▽	8	4	0,5
22. Instalo inyectores en el motor.	○	→	□	⊂	▽		4	10
23. Realizo pruebas con el motor encendido	○	→	□	⊂	▽			5
24. Entrega de herramientas a bodega.	○	→	□	⊂	▽			2
25. Traslado del vehículo al parqueadero.	○	→	□	⊂	▽	15		0,5
26. Facturación.	○	→	□	⊂	▽		1	10
27. Entrega del vehículo.	○	→	□	⊂	▽		1	0,25

### 2.3. ESTUDIO DE MICRO MOVIMIENTOS.

El estudio de micro movimientos es la técnica más refinada que puede emplearse en el análisis de un centro de trabajo existente.

El concepto de la división básica de los movimientos, o therblig, generalmente tiene mayor importancia en el estudio de micro movimientos que en el estudio visual, ya que cualquier clase de trabajo puede descomponerse más fácilmente en los elementos básicos por medio del análisis de cuadro por cuadro, que en el caso de los estudios visuales de movimientos.

Es esencial que el analista sea capaz de identificar cada therblig o

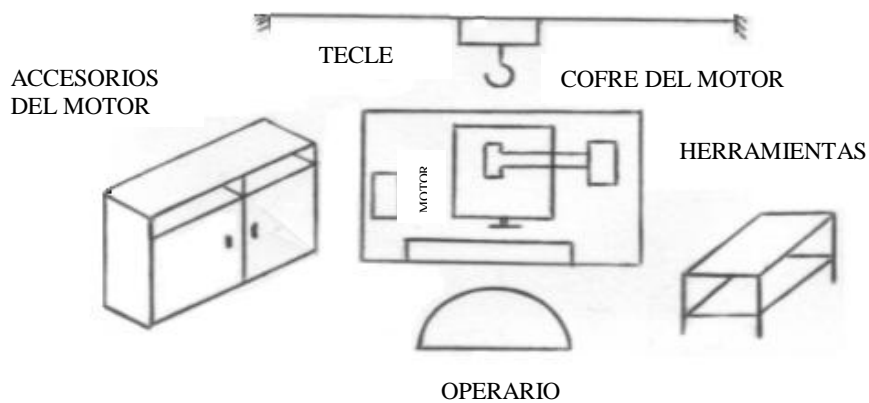
división básica conforme se va ejecutando, ya que el objeto del método de micro movimientos es descubrir todas las posibilidades de mejorar su ejecución.

Se expresan a continuación varios corolarios importantes de los principios de la economía de movimientos citada con anterioridad, y que tienen aplicación en el estudio de micro movimientos:

1. Se deben establecer las mejores sucesiones o secuencias de therbligs.
2. Debe investigarse y determinarse la causa de cualquier variación importante en el tiempo requerido para un therblig dado.
3. Las vacilaciones deben ser examinadas y analizadas cuidadosamente a fin de determinar, y luego eliminar, sus causas.
4. Los ciclos y partes de ciclos terminados en el menor tiempo posible se deben utilizar como meta a alcanzar. Las desviaciones respecto de estos tiempos mínimos deben estudiarse con objeto de determinar su causa.

<b>HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DEL LIMPIADOR DE AIRE</b>		
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESMONTAJE DEL FILTRO DE AIRE.</b>	<b>PIEZA NO. <u>28100R00</u></b>
<b>MAQUINA :</b>	<b>03MY SANTA FE</b>	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA:</b> 8 - 12 - 03		<b>MATERIAL:</b> Poliuretano, Tejido metálico, Papel especial.

**HOJA No. 01**

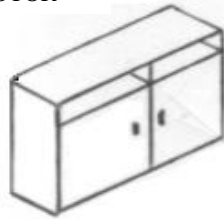


**TIEMPO DE ARMADO: 5 MIN.**

MANO IZQUIERDA	TIEMPO (min)	MANO DERECHA.
	0,16	Toma destornillador.
Aflojo abrazadera de manguera de admisión de aire.	1,00	Aflojo abrazadera de manguera de admisión de aire.
Retira manguera de admisión de aire	0,66	Retira manguera de admisión de aire.
Ubica a un lado manguera de admisión y al resonador	0,60	Retira conducto de aire conectado a limpiadores de aire y al resonador.
Retira conducto de aire conectado a limpiadores y al resonador	0,60	
	0,16	Tomar llave.
Aflojo los pernos de las mensulas de montadura del limpiador de aire.	1,60	Aflojo los pernos de las mensulas de montadura del limpiador de aire.
Retiro los pernos.	0,20	
Ubico a un lado los pernos.	0,30	
Retiro el limpiador de aire.	0,50	Retiro el limpiador de aire.
	1.30	Ubico a un lado el limpiador de aire.
Movimiento de traslado.		Trabajo realizado.
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>5,78</b>	

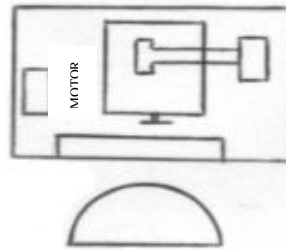
**HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DEL RADIADOR.**

<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESMONTAJE DEL RADIADOR.</b>	<b>PIEZA NO. 25300R00</b>
<b>MAQUINA :</b>	03MY SANTA FE	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA:</b>	8 - 12 - 03	<b>MATERIAL:</b> Chapa de Latón, metal ligero.

**HOJA No.02**ACCESORIOS  
DEL MOTOR

TECLE

COFRE DEL MOTOR



HERRAMIENTAS



OPERARIO

**TIEMPO DE ARMADO: 25 MIN.**

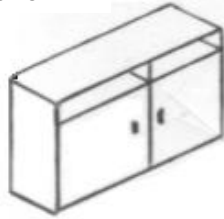
MANO IZQUIERDA	TIEMPO (min)	MANO DERECHA.
	0,16	Toma llave tipo mixta
Aflojo el perno del terminal negativo.	1,30	Aflojo el perno del terminal negativo.
	0,16	Ubica llave sobre la meza.
Retiro del borne negativo del terminal	0,50	
Desconecta el conector del motor del ventilador y el sensor térmico.	0,50	Desconecta el conector del motor del ventilador el sensor térmico.
	0,16	Tomo llave tipo corona
	1,30	Aflojo tapón.
	0,16	Coloca llave sobre meza.
Retiro tapón	0,30	
Ubico tapón a un lado.	0,25	
	0,16	Tomo un marcador.
	0,25	Marca posición de las mangueras y abrazaderas.
	0,16	Coloca marcador sobre la meza.
	0,16	Toma un destornillador tipo estrella.
Afloja el tornillo.	1.30	Afloja el tornillo.
	0,16	Ubica el destornillador sobre la meza.
Retira hacia atrás la abrazadera.	0,45	Retira hacia atrás la abrazadera.
Hala hacia atrás la manguera.	0,50	Hala hacia atrás la manguera.
	0,33	Ubica fuera de su alojamiento la manguera.
	0,16	Toma una llave tipo corona.
Afloja perno	8,30	Afloja perno
	0,16	Coloca sobre la mesa la llave.
Retira pernos flojos	2,60	
Quita radiador de su alojamiento.	1,00	Quita radiador de su alojamiento.
Ubica en otro lado el radiador.	1,40	Ubica en otro lado el radiador.
Movimiento de traslado.		Trabajo finalizado.
TIEMPO TOTAL PARA DESARMADO	20,58	

### HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DEL MOTOR Y DE LA TRANSMISIÓN.

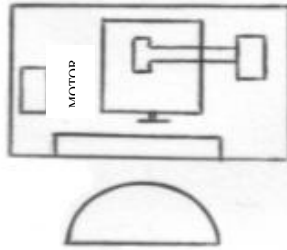
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESMONTAJE DEL MOTOR</b>	<b>PIEZA NO. 20100H00</b>
<b>MAQUINA :</b>	03MY SANTA FE	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA :</b>	8 - 12 - 03	<b>MATERIAL:</b> Aleación de Al, Fundición gris.

**HOJA No. 03**

ACCESORIOS  
DEL MOTOR



TECLE



COFRE DEL MOTOR

HERRAMIENTAS



OPERARIO

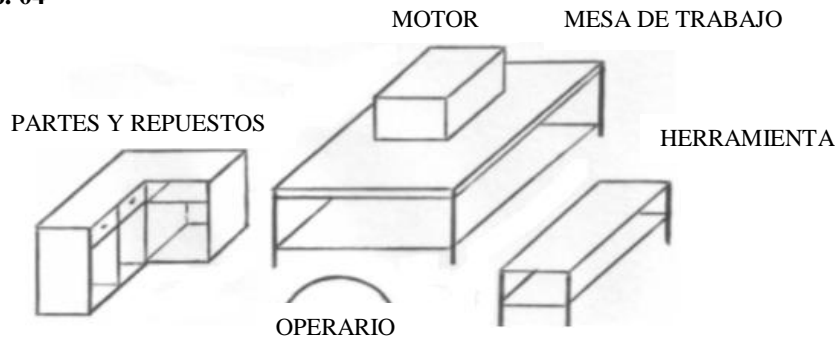
TIEMPO PARA EL ARMADO: 284,30 MIN.

MANO IZQUIERDA	TIEMPO (min)	MANO DERECHA.
	0,16	Toma llave tipo mixta
Afloja perno del terminal negativo.	1,30	Afloja perno del terminal negativo
Retira terminal del borne negativo.	0,50	
Afloja perno del terminal positivo.	1,30	Afloja perno del terminal positivo.
Retira terminal del borne positivo	0,50	Retira terminal del borne positivo
Afloja tuercas del sistema de sujeción de la batería.	2,45	Afloja tuercas del sistema de sujeción de la batería.
	0,50	Retira tuercas y ubica a un lado
Retira sistema de sujeción y ubica a un lado	0,50	
Retira batería, ubica a una lado	2,00	Retira batería, ubica a una lado
Retira radiador de su alojamiento	20,58	Retira radiador de su alojamiento
Ubica radiador a un lado.	2,40	Ubica radiador a un lado.
Retira sistema de entrada de aire	5,78	Retira sistema de entrada de aire
Ubica a un lado las partes del sistema de entrada de aire.	2,40	Ubica a un lado las partes del sistema de entrada de aire.
Retiro la manguera del servofreno	3,50	Retiro la manguera del servofreno
	2,20	Tomo un playo para desacoplar la manguera de alimentación de combustible y manguera de calefactor.
Retiro la manguera de alimentación de combustible.	0,90	
	1,80	Desacoplo abrazadera de manguera de calefactor
Retiro de manguera de calefactor.	1,15	
	0,16	Coloco el playo sobre mesa.
	0,16	Tomo llave tipo boca para desacoplar acelerador y embrague.
	1,60	Aflojo tuercas de cable del acelerador
Retiro cable de acelerador.	0,80	Retiro cable de acelerador.
	2,60	Aflojo tuercas de cable de embrague.
Retiro cable de embrague.	1,80	Retiro cable de embrague.
	0,16	Tomo llave para desacoplar el sistema de arranque.
	3,30	Aflojo tuercas de terminales de motor de

		arranque.
Retiro terminales	0,30	
	9,20	Aflojo pernos del motor de arranque.
Retiro pernos	0,80	
Retiro motor de arranque.	1,20	Retiro motor de arranque.
	0,16	Coloco llave sobre mesa
	0,16	Tomo una llave tipo copa.
Retiro pernos de tapa de la palanca de cambios en el interior de la cabina	4,80	Retiro pernos de tapa de la palanca de cambios en el interior de la cabina.
	1,70	Retira tapa de palanca de cambios del interior de cabina.
Retira clip	0,80	Extraigo el pasador de autobloqueo
	0,16	Toma una llave tipo corona
Afloja pernos de retenedor	3,60	Afloja pernos de retenedor
	0,16	Coloca llave sobre mesa.
Retira pernos flojos de retenedor	1,20	Retira pernos flojos de retenedor
Retira clip	0,80	Extrae pasador de retención.
	0,90	Retira retenedor.
	0,16	Toma llave tipo corona.
	6,20	Afloja tuercas de terminales de cambios
	0,16	Coloca llave sobre mesa.
Retira el varillaje de selección de marchas.	4,50	Retira el varillaje de selección de marchas.
	0,80	Retira la palanca de cambios
	0,16	Tomo llave para desacoplar sistema de dirección.
	5,60	Aflojo pernos de columna de dirección.
	0,16	Ubico llave sobre mesa
Retiro pernos flojos.	0,60	Retiro pernos flojos.
Desacoplo el eje de columna de dirección.	2,20	Desacoplo el eje de columna de dirección.
Tomo llave tipo copa con palanca de fuerza.	0,16	Tomo llave tipo copa con palanca de fuerza.
Aflojo tuerca de base de motor	6,40	Aflojo tuerca de base de motor
Retiro tuerca de base de motor.	0,40	Retiro tuerca de base de motor.
Aflojo las tuercas de bases de la transmisión	10,20	Aflojo las tuercas de bases de la transmisión
	0,60	Retiro tuerca de base de transmisión.
Ubico gato hidráulico bajo el vehículo.	1,30	Ubico gato hidráulico bajo el vehículo.
	1,70	Acciona el gato alzándolo al motor
	0,16	Toma llave tipo corona
	1,50	Afloja tapón de drenado de aceite de transmisión.
Retiro tapón de drenado de aceite	0,60	Retiro tapón de drenado de aceite
	4,20	Recoge aceite en cubeta
Retiro aceite con cubeta	4,70	Retira aceite con cubeta
	0,40	Coloca tapón
	0,16	Coloca llave sobre mesa.
Retiro gato hidráulico.	1,60	Retiro gato hidráulico.
	0,16	Toma llave tipo copa para desacoplar
Afloja tuercas de tubo de escape	15,50	Afloja tuercas de tubo de escape
Retira tubo de escape de su base en el múltiple	4,20	Retira tubo de escape de su base en el múltiple
Coloca llave sobre meza.	0,16	Coloca llave sobre mesa.

Engancha grúa al motor	0,50	Engancha grúa al motor
Levanta lentamente ma.	4,50	Levanta lentamente grúa.
Retira el vehículo del lugar	2,80	Retira el vehículo del lugar
Ubica el vehículo en otro lugar	7,10	Ubica el vehículo en otro lugar
Ubica el motor sobre meza de trabajo	2,60	Ubica el motor sobre mesa de trabajo
Baja el motor hasta asentar sobre la meza.	2,70	Baja el motor hasta asentar sobre la meza.
Desacopla la grúa del motor.	0,80	Desacopla la grúa del motor.
Retira grúa	2,20	Retira grúa
Movimiento de traslado.		Trabajo finalizado
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>260,80</b>	

<b>HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DE CORREA DE DISTRIBUCIÓN.</b>		
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESARMADO DE LA DISTRIBUCIÓN</b>	<b>PIEZA NO. <u>23356R00</u></b>
<b>MAQUINA :</b>	<b>03MY SANTA FE</b>	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA:</b> 8 - 12 - 03	<b>MATERIAL:</b> Aleación de aluminio.	

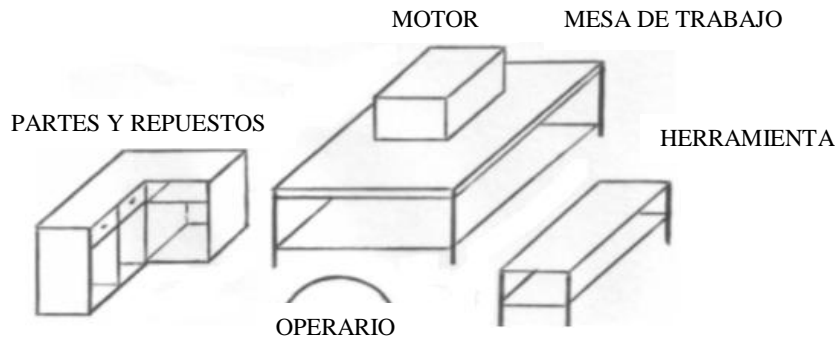
**HOJA No. 04****TIEMPO PARA EL ARMADO: 60 MIN**

<b>MANO IZQUIERDA</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>MANO DERECHA.</b>
	0,8	Toma llave tipo copa con palanca de fuerza.
Afloja perno de polea de cigüeñal.	5,00	Afloja perno de polea de cigüeñal.
	0,6	Coloca llave sobre la meza.
Retira polea de cigüeñal.	4,00	Retira polea de cigüeñal.
	0,8	Coloca un lado polea de cigüeñal.
	0,8	Toma llave tipo copa con palanca de fuerza
Afloja polea de la bomba de agua	4,00	Afloja polea de la bomba de agua
	0,8	Colocar llave sobre la meza
Retira polea de bomba de refrigerante	2,00	Retira polea de bomba de refrigerante
	0,8	Coloca polea de bomba a un lado.
	0,8	Toma llave tipo copa
Afloja pernos de cubierta de la correa de distribución.	5,00	Afloja pernos de cubierta de la correa de distribución
	0,8	Coloca llave sobre meza
Retira pernos flojos de cubierta.	0,8	Retira pernos flojos de cubierta.
	2,00	Coloca pernos a un lado.
Retira cubierta de correa de distribución.	4,00	Retira cubierta de correa de distribución.
	0,6	Ubica a un lado cubierta de distribución.
Gira el cigüeñal en sentido horario	3,50	Gira el cigüeñal en sentido horario hasta hacer coincidir marcas de sincronización.
Retira correa de distribución.	2,00	Retira correa de distribución.
	0,9	Coloca un lado correa de distribución.
Movimiento de traslado.		Trabajo realizado.
<b>TIEMPO TOTAL DE DESARMADO</b>	<b>40</b>	

**HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DEL TERMOSTATO**

<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESMONTAJE DE TERMOSTATO</b>	<b>PIEZA NO. 25126R00</b>
<b>MAQUINA :</b>	03MY SANTA FE	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA: 8 - 12 - 03</b>	<b>MATERIAL: Aleación de cobre, Ceroso dilatante.</b>	

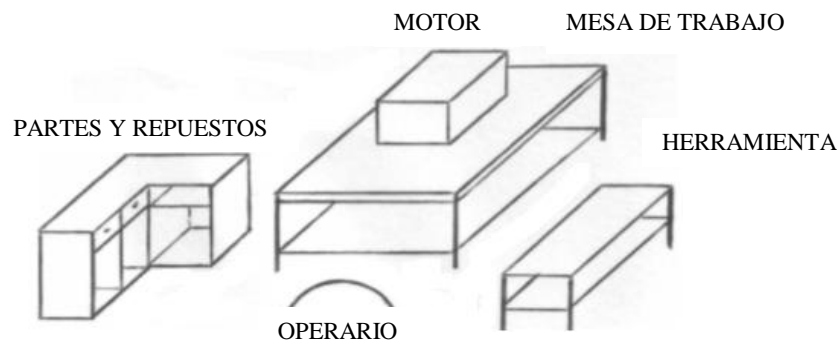


**HOJA No. 05****TIEMPO DE ARMADO: 8 MIN.**

<b>MANO IZQUIERDA</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>MANO DERECHA.</b>
	0,16	Toma llave
Afloja tapón de vaciado.	0,71	Afloja tapón de vaciado.
Retiro tapón de vaciado hasta que el liquido quede por debajo del termostato	1,00	
Coloco tapón de vació	0,38	Coloco tapón de vació
	0,35	Ajusta tapón de vaciado
	0,16	Toma llave tipo copas
Afloja pernos de la carcasa del termostato.	0,65	Afloja pernos de la carcasa del termostato.
Retira pernos de la carcasa	0,38	
Retiro carcasa y junta	0,45	Retiro carcasa y junta
	0,25	Ubico a un lado carcasa y junta
Retiro termostato.	0,35	Retiro termostato.
	0,16	Ubico a un lado termostato
Trabajo realizado.		Trabajo realizado.
<b>TIEMPO TOTAL DE ARMADO</b>	<b>5</b>	

**HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DE LA  
BOMBA DE AGUA**

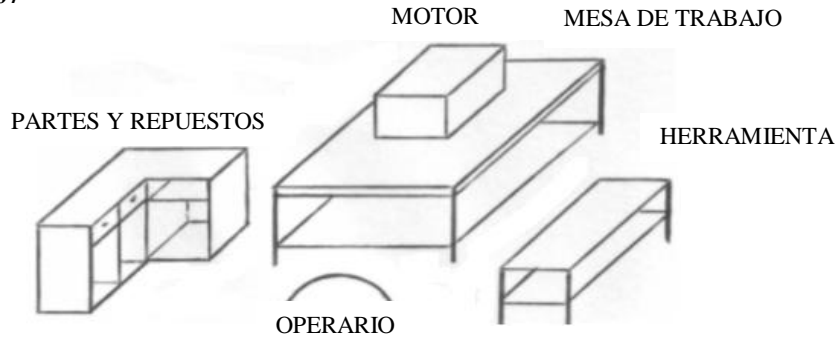
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESARMADO DE BOMBA DE AGUA</b>	<b>PIEZA NO. 25100R00</b>
<b>MAQUINA :</b>	03MY SANTA FE	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA:</b> 8 - 12 - 03	<b>MATERIAL:</b> Aleación.	

**HOJA No.06****TIEMPO DE ARMADO: 14 MIN.**

<b>MANO IZQUIERDA</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>MANO DERECHA.</b>
	0,16	Toma llave.
Aflojo tapón de vaciado	0,66	Aflojo tapón de vaciado.
Retiro tapón.	0,08	
Ubica tapón a un lado.	0,30	
	0,25	Marco posición de la manguera y abrazadera de salida del radiador y de la manguera de desviación de la bomba.
	0,16	Toma un destornillador.
Aflojo tornillo.	0,41	Aflojo tornillo.
Retiro tornillo	0,16	Retiro y ubico en la meza el destornillador.
Halo hacia atrás y retiro la manguera de la salida del radiador	0,33	Halo hacia atrás y retiro la manguera de la salida del radiador
Retiro de su alojamiento la manguera de desviación de la bomba.	0,33	Retiro de su alojamiento la manguera de desviación de la bomba.
Retira la correa de la transmisión.	0,20	Retira la correa de la transmisión.
Retira la polea de la bomba de agua.	0,5	Retira la polea de la bomba de agua.
	0,16	Ubico la polea en otro lado.
Retira cubierta de la correa de transmisión.	0,16	Retira cubierta de la correa de transmisión.
Ubica a un lado la cubierta de la correa de transmisión.	0,16	
	0,20	Aflojar el tensor de la correa de transmisión.
Retira tensor de la correa de transmisión.	0,16	Retira tensor de la correa de transmisión.
	0,20	Ubica a un lado el tensor de la correa de transmisión.
	0,16	Toma llave tipo copa.
Aflojo los pernos de la bomba.	2,00	Aflojo los pernos de la bomba.
	0,16	Ubico la llave sobre la meza.
Retiro los pernos de la bomba.	1,44	
Ubico a un lado los pernos	0,16	
Retiro la bomba de agua del bloque de cilindros.	0,66	Retiro la bomba de agua del bloque de cilindros.

<b>HOJA DE INSTRUCCIONES PARA EL DESMONTAJE DE CULATA Y VÁLVULAS.</b>		
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESARMADO DE CULATA, RESORTES, VÁLVULAS Y GUÍAS</b>	<b>PIEZA NO. <u>22100R00</u></b>
<b>MAQUINA :</b>	03MY SANTA FE	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA:</b> 8 - 12 - 03		<b>MATERIAL:</b> Aleación de aluminio, Acero al cromo-silicio.
Ubico a un lado la bomba de agua.	0,20	Ubico a un lado la bomba de agua.
Movimiento de traslado.		Trabajo realizado.
TIEMPO TOTAL PARA EL DESARMADO	10,00	

HOJA No. 07



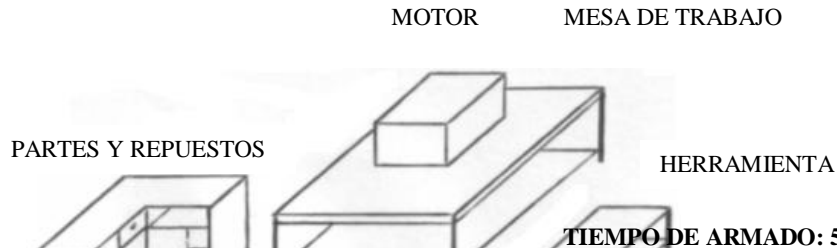
TIEMPO DE ARMADO: 132,20 MIN.

MANO IZQUIERDA	TIEMPO (min)	MANO DERECHA.
	0,95	Tomo llave tipo copa.
Aflojo pernos.	25,00	Aflojo pernos.
	0,85	Ubico llave sobre la mesa.
	5,8	Retira pernos flojos de culata.
Coloca pernos a un lado.	2,70	
	0,98	Tomo llave tipo copa.
Afloja pernos de pieza de retención	10,5	Afloja pernos de pieza de retención
	0,95	Ubico llave sobre mesa la herramienta.
Retiro pieza de retención	4,5	Retiro pieza de retención
	2,7	Ubico a un lado pieza de retención.
	0,98	Tomo un prensaválvulas.
Ubico prensaválvula con sus puntas en los extremos de la válvula	10,83	Ubico prensaválvulas con sus puntas en los extremos de la válvula
	2,5	Apreto prensaválvulas
Retiro tope del resorte de la válvula.	0,95	
Coloco a un lado tope de resorte	2,8	Retiro presión en prensaválvulas.
	0,48	Retiro prensaválvulas.
	0,8	Coloco herramienta sobre la meza.
	0,66	Retiro resorte.
Retiro el asiento del resorte	0,45	
Coloco a un lado asiento de resorte	1,8	Coloco a un lado resorte
	0,88	Presiona la válvula desde la cola.
Hala válvula hasta quitar de su alojamiento.	2,92	
Coloca válvula a un lado.	1,88	
	0,95	Toma un alicate.
Tiro hacia arriba el reten.	9,54	Tiro hacia arriba el reten.
	0,98	Coloco reten a un lado
	0,98	Ubico herramienta sobre mesa
Movimiento de traslado.		Trabajo realizado.
TIEMPO TOTAL DE DESARMADO	95,31	

**HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DE ÁRBOL DE LEVAS Y BALANCINES.**

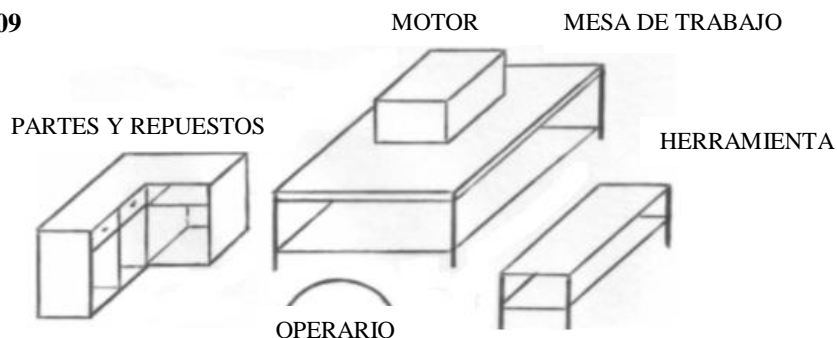
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>EXTRAER ÁRBOL DE LEVAS Y BALANCINES</b>	<b>PIEZA NO. 24100R00</b>
<b>MAQUINA :</b>	<b>03MY SANTA FE</b>	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA :</b>	<b>8 - 12 - 03</b>	<b>MATERIAL: Fundición gris con grafito esférico, Acero forjado en estampa.</b>

**HOJA No. 08**



<b>MANO IZQUIERDA</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>MANO DERECHA.</b>
Quita cubierta de correa de distribución	9,5	Quita cubierta de correa de distribución
	OPERARIO	Toma llave tipo copa
	3,00	Afloja al perno
Retira pernos flojos.	0,55	Coloca herramienta sobre meza.
Coloca pernos a un lado.	1,00	
Retira cubierta de balancín.	1,00	Retira cubierta de balancín.
	2,00	Toma herramienta y desacopla sensor de ángulo de giro del cigüeñal.
Retira sensor coloco a un lado.	0,55	Coloca herramienta sobre meza.
	0,55	Toma llave tipo corona.
Afloja perno del piñón de árbol de levas.	1,00	Afloja perno del piñón de árbol de levas.
	0,55	Coloca llave sobre mesa.
Retira perno y ubica a un lado	0,55	
Retiro reda dentada	0,83	Retira reda dentada
	0,66	Coloca rueda dentada a un lado.
	0,55	Toma llave tipo copa
	2,00	Afloja pernos de cojinete
	0,55	Coloca llave sobre la meza
Retiro árbol de levas.	0,66	Retiro árbol de levas.
Ubico árbol de levas a un lado.	0,20	Ubico árbol de levas a un lado.
Retiro brazos de balancín.	1,00	Retiro brazos de balancín.
	0,30	Coloco a un lado brazos de balancín.
Retiro ajustadores de juego.	1,00	Retiro ajustadores de juego.
	0,30	Coloco a un lado ajustadores de juego
Movimiento de traslado.		Trabajo finalizado.
<b>TIEMPO TOTAL DE DESARMADO</b>	<b>35,23</b>	

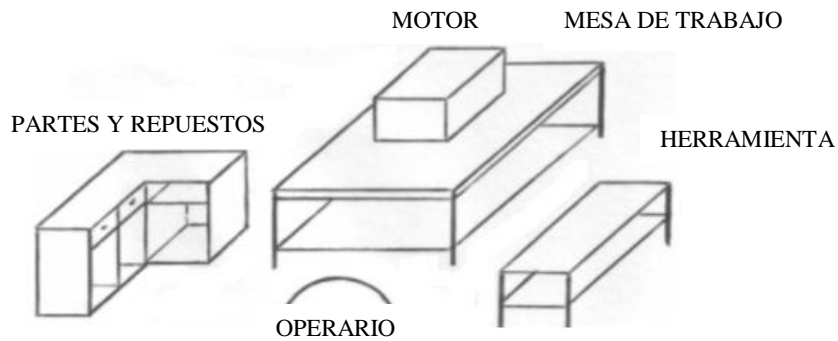
<b>HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DE PISTÓN Y BIELA.</b>		
<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESARMADO DE CONJUNTO PISTÓN-BIELA</b>	<b>PIEZA NO. 23000R00</b>
<b>MAQUINA :</b>	<b>03MY SANTA FE</b>	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA:</b> 8 - 12 - 03	<b>MATERIAL:</b> Fundición en coquilla, Aleación de acero.	

**HOJA No. 09****TIEMPO PARA EL ARMADO: 88,10 MIN.**

<b>MANO IZQUIERDA</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>MANO DERECHA.</b>
	0,6	Toma llave tipo copa
Afloja la tuerca.	10,00	Afloja la tuerca.
	0,6	Coloca herramienta sobre meza.
Retiro tuerca	3,00	
Desmonto la tapa de biela.	7,00	Desmonto la tapa de biela.
Extraigo el cojinete de la tapa de biela del extremo inferior.	2,00	Extraigo el cojinete de la tapa de biela del extremo inferior.
	3,00	Coloco la tapa a un lado.
	4,00	Coloco el cojinete a un lado.
Empuja el montaje pistón-biela hacia la parte superior del cilindro	2,00	Empuja el montaje pistón-biela hacia la parte superior del cilindro
	3,00	Guía hasta retirar completamente del cilindro
Hala hacia fuera del cilindro el montaje pistón-biela.	8,00	
Coloca a un lado el montaje pistón-biela.	2,1	
Movimiento de traslado.		Trabajo terminado.
<b>TIEMPO TOTAL DE DESARMADO.</b>	<b>45,30</b>	

### HOJA DE INSTRUCCIONES PARA DESMONTAJE DEL CARTER DEL CIGÜEÑAL.

<b>OPERACIÓN:</b>	<b>DESMONTAJE DE CIGÜEÑAL</b>	<b>PIEZA NO. 23111R00</b>
<b>MAQUINA :</b>	03MY SANTA FE	<b>OPER NO. 01</b>
<b>FECHA: 8 - 12 - 03</b>	<b>MATERIAL : Acero aleado</b>	

**HOJA No. 10****TIEMPO DE ARMADO: 55,20 MIN.**

<b>MANO IZQUIERDA</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>MANO DERECHA.</b>
Retira reten de aceite trasero	3,00	Retira reten de aceite trasero
	0,20	Coloca a un lado reten
	0,16	Toma llave tipo copa.
Aflojo tuerca del cojinete principal.	4,00	Aflojo tuerca del cojinete principal.
	0,16	Coloca llave sobre la meza.
Retiro tapas de cojinete principal.	3,00	Retiro tapas de cojinete principal.
	2,00	Coloco a un lado tapas de cojinete principal en orden.
Retiro cigüeñal de su alojamiento.	0,43	Retiro cigüeñal de su alojamiento.
Coloco cigüeñal a un lado.	1,00	Coloco cigüeñal a un lado.
Movimiento de traslado.		Trabajo realizado.
<b>TIEMPO TOTAL DE DESARMADO</b>	<b>14,35</b>	

**2.4.- ANÁLISIS DE OPERACIÓN**

Este es un procedimiento, empleado para analizar todos los elementos que son o no parte de la producción de una operación, el cual podrá ser mejorado parcial o totalmente.

Como toda ingeniería de métodos, el objetivo principal y el trazado por los que lo emplean es incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios, mientras se conserva o mejora la calidad pues es un proceso continuo en la industria.

El progreso y engrandecimiento es el único medio para lograr una operación constante redituable con utilidades, otro punto a tomarse en cuenta al tratar de economizar es el de la oferta y la demanda y es que el volumen de mercancías que se consumen es inversamente proporcional al precio de venta.

Al realizar el procedimiento del análisis sistemático es igualmente efectivo en industrias grandes y pequeñas, en talleres y en producción en masa, es decir es aplicable a toda actividad de fabricación, administración empresarial y servicios de gobierno.

Al utilizarlo correctamente se origina un método para simplificar los procedimientos operacionales y el manejo de materiales, haciendo más efectivo el uso de equipos, con lo que se aumenta así la producción y se reduce el costo unitario, con esto se logra despertar el ánimo de obreros al mejorar condiciones de trabajo, reducciones de fatiga y dándoles oportunidad de mejorar sus remuneraciones.

#### **2.4.1.- ENFOQUE DEL ANÁLISIS DE OPERACIÓN**

Una de las convicciones más comunes de los directores de empresas es la de que sus problemas son únicos, por lo que consideran que cualquier método a emplearse es poco práctico o inservible, desconociendo que los trabajos ya sean administrativos, técnicos o de cualquier tipo, son muy semejantes.

Al analizar que de hecho todos los trabajos son semejantes en muchos aspectos, confirma el principio de que si los métodos pueden mejorarse en una fábrica u oficina, se podrán realizar mejoras en los métodos en todas las demás



pero siempre se tendrá conciencia de que este método puede ser satisfactorio hoy, pero no mañana, pues el vencer la resistencia al cambio es uno de los obstáculos más poderosos en el camino hacia un programa de mejoramiento.

#### **2.4.2.- MÉTODO DEL ANÁLISIS OPERACIÓN**

Para realizar un análisis es necesario un procedimiento sistemático con el cual se puedan obtener mejoras en la economía. Se debe obtener toda la información necesaria que se relacione con el volumen del trabajo previsto.

Con el volumen esperado de la producción se podrá determinar cuanto tiempo y esfuerzo se deben dedicar a mejorar un método nuevo o planear un nuevo trabajo. Con los estimativos anteriores y añadiéndole a estos la necesidad de mano de obra, se debe reunir toda la información acerca de los detalles de fabricación.

Esta información debe contener operaciones, instalaciones que se usan para llevar a cabo las operaciones y los tiempos de operaciones; todos los traslados o transportes, los medios que se emplean para estos y las distancias que se recorren; todas las inspecciones, los almacenamientos, sus instalaciones y el tiempo asignado; la totalidad de las operaciones con proveedores los precios de sus cotizaciones; y por último, todas las especificaciones y dibujos de diseño.

Una vez reunida toda esta información se la debe presentar de una forma adecuada. Uno de los métodos efectivos aplicados en el presente trabajo es el diagrama de curso de procesos. En este diagrama se presenta gráficamente toda la información del trabajo en forma análoga a la información que del diseño puede hallarse en un plano de taller.

Terminado el diagrama de curso de proceso, se revisa el problema con miras al mejoramiento y a su resolución. Para lo cual se utiliza una técnica adecuada y lo mejor es preparar una hoja de verificación para registrar y dirigir preguntas acerca de la actividad que figura en el diagrama de proceso.

<b>Fecha:</b> ..... <b>Dpto:</b> ..... <b>Dibujo:</b> ..... <b>Sub:</b> ..... <b>Molde:</b> ..... <b>Matriz:</b> ..... <b>Estilo:</b> ..... <b>Artículo:</b> ..... <b>Descripción de la pieza</b> ..... <b>Operación</b> ..... <b>Operario</b> .....	
<b>Determinar y Describir</b>	<b>Detalles del Análisis</b>
1. OBJETO DE LA OPERACIÓN	Realización de cuestionamientos de posibles mejoras ¿?
2. LISTA COMPLETA DE OPERACIONES EFECTUADAS EN LA PIEZA	Cuestionamientos de mejoramiento de la operación ¿?
# Descripción Estación Dpto.	
1 .....	
2 .....	
3 .....	
4 .....	
3. REQUISITOS DE INSPECCIÓN	Considerar tolerancias y métodos de análisis
4. MATERIAL	Considerar el tamaño, en uso apropiado y condiciones ¿?
5. MANEJO DE MATERIALES	Considerar transporte o planes de distribución ¿?
6. PREPARACIÓN (Adjunte croquis necesarios)	Considerar mejoras de preparación, herramientas y dispositivos ¿?
7. CONSIDERAR LAS POSIBILIDADES	Acción Recomendada Si/no porque?
1.....	
2.....	
3.....	
8. CONDICIONES DE TRABAJO	Alumbrado Ventilación Seguridad Etc.....
9. MÉTODO (adjunte croquis necesarios)	Distribución del área de trabajo Postura para trabajar.
a. - Antes del análisis y estudio de movimientos	
b. - Después del análisis	
Observador.....	Aprobado por.....

### 2.4.3.- FINALIDAD DE LA OPERACIÓN

Es quizás el más importante de los enfoques que se utiliza para mejorar un método existente o planear un nuevo trabajo, es el relativo al objeto o finalidad de la operación.

Una regla primordial que se debe observar es tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla. En muchos casos, el trabajo o el

proceso no se deben simplificar o mejorar, sino que debe ser eliminado por completo. Si un proceso puede ser eliminado no hay la necesidad de gastar dinero en la implantación de un método mejorado.

En muchas ocasiones pueden originarse una operación innecesaria debido a la ejecución inapropiada de una operación previa. Habría que realizar una segunda operación para retocar o hacer aceptable el trabajo resultante de la primera.

#### 2.4.4.- RELACIONES ENTRE HOMBRE Y MAQUINA

Con frecuencia se puede mejorar una operación después de haber realizado los diagramas de operaciones y flujo de procesos, se lo mejora aplicando los diagramas de relaciones para obtener un método ideal.

En tanto que los diagramas de flujo y de procesos presentan hechos y se emplean para análisis, los diagramas que a continuación se explican, son utilizados como una alternativa en el desarrollo de un centro de mantenimiento ideal.

##### 2.4.4.1.- DIAGRAMA DE INTERRELACIÓN ENTRE HOMBRE Y MAQUINA

Para explorar un proceso, o serie de operaciones se utilizan los diagramas de operaciones y flujo.

Para estudiar y analizar una estación de trabajo a la vez se utiliza el diagrama de proceso de hombre y máquina. Este indica la relación existente entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina, se lo emplea para realizar un mejor equilibrio en el ciclo de trabajo.

Objeto del diagrama.....	Diagrama #.....
Dibujo #..... Parte #.....	Diagrama de método.....
Inicio del diagrama.....	Elaborado por.....
Final del diagrama.....	Fecha..... Hoja..... de.....
<b>Descripción de elementos</b>	<b>Operario</b>
Recibir orden de trabajo	0,3 min.
Retirar filtros de inyectores.	0,5 min.
	<b>Máquina o herramienta</b>
	Desocupado
	Desocupado

Colocar inyectores en riel de la maquina.	0,33 min.	Desocupado
Energizar inyectores.	0,33 min.	0,33 min.
Activar máquina para simular funcionamiento de inyectores.	0,16 min.	0,16 min.
Funcionamiento de la máquina	Desocupado	20,00 min.
Detener funcionamiento de la máquina	0,16 min.	0,16 min.
Verificar probetas	0,5 min.	Desocupado
Desenergizar inyectores.	0,33 min.	0,33 min.
Ubicar inyectores en bandeja de limpieza.	0,66 min.	0,66 min.
Arrancar maquina con opción de limpieza.	0,16 min.	0,16 min.
Funcionamiento de la máquina	Desocupado	30,00 min.
Colocar inyectores en riel.	0,33 min.	Desocupado
Energizar inyectores.	0,33 min.	0,33 min.
Activar máquina para simular funcionamiento de inyectores.	0,16 min.	0,16 min.
Funcionamiento de la máquina	Desocupado	20,00 min.
Detener máquina.	0,16 min.	0,16 min.
Verificar probetas.	1,0 min.	Desocupado
Retirar inyectores	0,5 min.	Desocupado
Tiempo muerto de operario por ciclo	.....72,45 min.....	
Tiempo de trabajo de operario por ciclo.....	5,91 min.....	
Tiempo muerto de máquina por ciclo	..... 5.91 min.....	
Tiempo de trabajo de máquina por ciclo.....	72,45 min.....	
Tiempo de ciclo de máquina	..... 78,36 min.....	

### **CAPITULO III**

## **DETERMINACIÓN DE TIEMPO ESTÁNDAR PARA LA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN M.C.I. A TRAVÉS DEL SOFTWARE MTM.**

### **3.1.- REGISTRO DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA**

Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos.

Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un principiante, pero la experiencia le demostrará que cuanto más información pertinente se tenga, tanto más útil resultará el estudio en los años venideros.

El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos de estándares. También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

Cuando se usan máquinas-herramienta hay que especificar: nombre, tamaño, modelo, capacidad y número de serie o de inventario.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinado en la actuación normal del operario por ejemplo, si en un taller de mantenimiento de vehículos se hiciera el estudio durante un día de verano muy caluroso, es de comprender que las condiciones de trabajo serían peores de lo normal y la actuación del operario reflejaría el efecto del intenso calor.

### **3.2.- COLOCACIÓN O EMPLAZAMIENTO DEL OBSERVADOR**

Una vez que el analista ha alcanzado el acercamiento correcto con el operario y registrado toda la información importante, está listo para tomar el tiempo en que transcurre cada elemento.

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. Un analista que efectuara sus anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto del personal del piso de producción. Además, estando de pie el observador tiene

más facilidad para moverse y seguir los movimientos de las manos del operario, conforme se desempeña en su ciclo de trabajo.

El tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a trastornar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

### **3.3.- TOMA DE TIEMPOS**

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio.

*En el método continuo* se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En el método continuo se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción.

*En la técnica de regresos a cero* el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

Al comenzar el estudio el analista de tiempos debe avisar al operario que lo va a hacer, y darle a conocer también la hora exacta del día en que empezará, de modo que el operario pueda verificar el tiempo total.

El Método de regreso o vuelta a cero tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua.

Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se

adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Cuanto más corto sea el elemento, tanto mayor será el porcentaje de error introducido; y cuanto más largo sea el elemento, tanto menor será el error.

La técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
3. No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.
4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

### **3.4.- NUMERO DE CICLOS A ESTUDIAR**

Uno de los temas que ha ocasionado discusiones entre los analistas de tiempos y los representantes sindicales, es el número de ciclos que hay que estudiar para llegar a un estándar equitativo. Puesto que la actividad de un trabajo, así como su tiempo de ciclo, influye directamente en el número de ciclos que deben estudiarse desde el punto de vista económico.

### **3.5.- CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN DEL OPERARIO**

Puesto que el tiempo real que se requería para llevar a cabo cada elemento del estudio, dependía en alto grado de la habilidad y del esfuerzo del operario, es necesario ajustar al valor normal o estándar el tiempo de un buen trabajador y el de un operario deficiente.

En el sistema de calificación de la actuación, o nivelación, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario "normal" que ejecuta el mismo elemento.

A esta efectividad o eficiencia se la expresa en forma decimal o en por ciento y se asigna al elemento observado. Un operario "normal" se define como un obrero calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio. El trabajador normal sólo existe en la mente del analista de tiempos, y el concepto es el resultado de un exigente entrenamiento y una amplia experiencia en la medición de una gran variedad de trabajos.

El principio básico de la calificación de la actuación de un operario es el saber ajustar el tiempo medio observado de cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo. Para hacer una buena labor de calificación de actuación el analista de tiempos debe despojarse de todo prejuicio y apreciación personal, y de cualquier otro factor variable, y solamente tomar en consideración la cantidad de trabajo que haría el trabajador normal

La calificación de la actuación es probablemente el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo. Ciertamente es el paso más sujeto a crítica, puesto que se basa enteramente a la experiencia, adiestramiento y buen juicio del analista de medición del trabajo.

### **3.6.- MÉTODOS DE CALIFICACIÓN**

#### **3.6.1.- SISTEMA WESTINGHOUSE**

En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia<sup>6</sup>.



**La habilidad** se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en los movimientos y ausencia de titubeos y movimientos falsos.

Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración, de las facultades debida a factores físicos o psicológicos, como reducción en agudeza visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza o coordinación muscular. De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro, aun de operación a operación en una labor determinada.

---

<sup>6</sup>B.W. Niebel – Ingeniería Industrial, editorial Alfaomega, México, 1996, pág. 413

equivalente, que se debe más a la experiencia, para los trabajos experimentales, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad. Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llenar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.-

**TABLA 3-1**

**Destreza o habilidad**

+0.15	A1	Extrema
+0.13	A2	Extrema
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable

<b>-0.10</b>	E2	Aceptable
<b>-0.16</b>	F1	Deficiente
<b>-0.22</b>	F2	Deficiente

**El esfuerzo o empeño** se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario.

Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación. Igual que en el caso de la habilidad, en lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo.

Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13%, y al esfuerzo deficiente una valor de menos 17%. La tabla 3.2 da los valores numéricos para los diferentes grados de esfuerzo y describe también las características de las diversas categorías.

**TABLA 3-2**

**Esfuerzo (o empeño)**

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
<b>-0.17</b>	F2	Deficiente

**Las condiciones** a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación.

En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son los siguientes: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17°C (60°F) mientras que generalmente se mantiene en 20°C a 23°C (68° a 74°F), las condiciones se considerarían abajo de lo normal. Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación.

Se han enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. Estas condiciones "de estado general" se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

**TABLA 3-3**  
**Condiciones**

+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario.

A no ser que se emplee el método de lectura de regreso a cero, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse cuando se preparan los resultados finales del estudio.

**TABLA 3-4**  
**Consistencia**

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

Los elementos mecánicamente controlados tendrán, como es comprensible, una consistencia de valores casi perfecta, pero tales elementos no se califican. Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. Se ha asignado un valor de más 4% a la consistencia perfecta, y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores.

### **3.7.- APLICACIÓN DE MÁRGENES O TOLERANCIAS**

Después de haber calculado el tiempo normal, llamado algunas veces tiempo "nominal", hay que dar un paso más para llegar a un estándar justo. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y disminución del ritmo de trabajos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

En forma semejante se debe asignar un margen o tolerancia al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente mantenible por la actuación del trabajador medio a un ritmo normal continuo.

En general, las tolerancias se aplican para cubrir tres amplias áreas, que son las demoras personales, la fatiga y los retrasos inevitables. La aplicación de las tolerancias es considerablemente más extensa en algunos casos que en otros<sup>7</sup>.

Las tolerancias se aplican a tres categorías del estudio, que son: 1) tolerancias aplicables al tiempo total de ciclo, 2) tolerancias aplicables sólo al tiempo de empleo de la máquina y 3) tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo.

---

<sup>7</sup>B.W. Niebel – Ingeniería Industrial, editorial Alfaomega, México, 1996, pag 435

expresan como un porcentaje del tiempo del ciclo, e incluyen retrasos como los de satisfacción de necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación del equipo o máquina.

Las tolerancias en los tiempos de máquina comprenden el tiempo para el cuidado de las herramientas y variaciones de la potencia, en tanto que los retrasos representativos cubiertos por tolerancias de esfuerzo son los de fatiga y ciertas demoras inevitables.

## **RETRASOS PERSONALES**

En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado. Esto comprenderá las idas a tomar agua y a los sanitarios. Las condiciones generales en que se trabaja y la clase de trabajo que se desempeña, influirán en el tiempo correspondiente a retrasos personales. Estudios detallados de producción han demostrado que un margen o tolerancia de 5% por retrasos

personales, o sea, aproximadamente de 24 min en ocho horas, es apropiado para las condiciones de trabajo típicas de taller.

El tiempo por retrasos personales dependerá naturalmente de la clase de persona y de la clase de trabajo. El 5% antedicho parece ser adecuado para la mayor parte de los trabajadores, hombres y mujeres.

## **FATIGA**

Estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, está el margen por fatiga, aunque éste generalmente se aplica sólo a las partes del estudio relativas a esfuerzo. En las tolerancias por fatiga no se está en condiciones de calificarlas con base en teorías racionales y sólidas, y probablemente nunca se podrá lograr lo anterior. En consecuencia, después de la calificación de la actuación, el margen o tolerancia por fatiga es el menos defendible y el más expuesto a controversia, de todos los factores que componen un tiempo estándar. Sin embargo, puede llegarse por medios empíricos a tolerancias por fatiga lo bastante justas para las diferentes clases de trabajo. La fatiga no es homogénea en ningún aspecto; va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica, e incluye una combinación de ambas.

Ya sea que la fatiga sea física o mental, los resultados son similares: existe una disminución en la voluntad para trabajar. Los factores más importantes que afectan la fatiga son bien conocidos y se han establecido claramente. Algunos de ellos son:

### Condiciones de trabajo

- a) luz
- b) Temperatura.
- c) Humedad.
- d) Frescura del aire.
- e) Color del local y de sus alrededores.
- f) Ruido.

2. Naturaleza del trabajo.
  - a. Concentración necesaria para ejecutar la tarea.
  - b. Monotonía de movimientos corporales semejantes.
  - c. La posición que debe asumir el trabajador o empleado para ejecutar la operación.
  - d. Cansancio muscular debido a la distensión de músculos.
  
3. Estado general de salud del trabajador, físico y mental.
  - a. Estatura.
  - b. Dieta.
  - c. Descanso.
  - d. Estabilidad emocional.
  - e. Condiciones domésticas.

### DETERMINACION DEL NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR

1.-Desmontaje del filtro de aire.

TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 01-15-2004		NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)			
Número de elementos	[1 ]	Grado de precisión (%)		[5 ]	
Número de ciclos	[2 ]	Nivel de confianza		[.950]	
ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	10.78				
	A	B	C	D	E
1	10.7800	10.5000	0.1980	10.6400	0.0186
NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR :					3

2.-Desmontaje del radiador.

TIEMPO ESTANDAR  
 FECHA : 01-15-2004      NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]      Grado de precisión (%) [5 ]  
 Número de ciclos [2 ]      Nivel de confianza [.950]

ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	45.5				
	A	B	C	D	E
1	45.5000	44.2000	0.9192	44.8500	0.0205

NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR : 3

3.-Desmontaje del motor y transmisión.

TIEMPO ESTANDAR  
 FECHA : 01-15-2004      NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]      Grado de precisión (%) [5 ]  
 Número de ciclos [2 ]      Nivel de confianza [.950]

ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	545.1				
	A	B	C	D	E
1	545.1000	551.5000	4.5255	548.3000	0.0083

NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR : 1

4.-Desmontaje de la correa de distribución.

TIEMPO ESTANDAR  
 FECHA : 01-15-2004      NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]      Grado de precisión (%) [5 ]  
 Número de ciclos [2 ]      Nivel de confianza [.950]

ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	100				
	A	B	C	D	E
1	100.0000	103.3000	2.3335	101.6500	0.0230

NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR : 4

5.-Desmontaje del termostato.



TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 01-15-2004					
NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)					
Número de elementos	[1 ]	Grado de precisión (%)		[5 ]	
Número de ciclos	[2 ]	Nivel de confianza		[.950]	
ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	13				
	A	B	C	D	E
1	13.0000	13.8000	0.5657	13.4000	0.0422
NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR :					13

6.-Desmontaje de la bomba de agua.

TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 01-15-2004					
NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)					
Número de elementos	[1 ]	Grado de precisión (%)		[5 ]	
Número de ciclos	[2 ]	Nivel de confianza		[.950]	
ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	24				
	A	B	C	D	E
1	24.0000	23.1000	0.6364	23.5500	0.0270
NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR :					5

7.-Desmontaje de la culata y válvulas.

TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 01-15-2004					
NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)					
Número de elementos	[1 ]	Grado de precisión (%)		[5 ]	
Número de ciclos	[2 ]	Nivel de confianza		[.950]	
ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	227.51				
	A	B	C	D	E
1	227.5100	223.2000	3.0476	225.3550	0.0135
NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR :					1

8.-Desmontaje del árbol de levas y balancines.

TIEMPO ESTANDARD

FECHA : 01-15-2004      NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)

Número de elementos    [1 ]      Grado de precisión (%) [5 ]  
 Número de ciclos      [2 ]      Nivel de confianza      [.950]

ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	85.53				
	A	B	C	D	E
1	85.5300	89.3000	2.6658	87.4150	0.0305

NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR :      7

9.-Desmontaje del conjunto pistón-biela.

TIEMPO ESTANDARD

FECHA : 01-15-2004      NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)

Número de elementos    [1 ]      Grado de precisión (%) [5 ]  
 Número de ciclos      [2 ]      Nivel de confianza      [.950]

ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	133.4				
	A	B	C	D	E
1	133.4000	130.2000	2.2627	131.8000	0.0172

NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR :      2

10.-Desmontaje del carter del cigüeñal.

TIEMPO ESTANDARD

FECHA : 01-15-2004      NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)

Número de elementos    [1 ]      Grado de precisión (%) [5 ]  
 Número de ciclos      [2 ]      Nivel de confianza      [.950]

ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	69.55				
	A	B	C	D	E
1	69.5500	70.8500	0.9192	70.2000	0.0131

NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR :      1

## CALCULO DEL TIEMPO MEDIO OBSERVADO (TMO) Y EL FACTOR DE CALIFICACIÓN (FC) PARA DETERMINAR EL TIEMPO ESTÁNDAR.

1.-Desmontaje del filtro de aire.

TIEMPO ESTANDARD			
FECHA : 01-16-2004	TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)		
Número de elementos	[ 1 ]		
Número de ciclos	[ 3 ]		
ELE	CICLO	CICLO	CICLO
A1	10.78		
	A	B	C
1	10.7800	10.5000	10.7000

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	.11			
	A	B	C	D
1	0.1100	0.1200	-0.0300	0.0000

TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 01-16-2004	TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)				
Número de elementos	[ 1 ]				
Número de ciclos	[ 3 ]				
ELE	CICLO	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	10.78				
	A	B	C	D	E
1	10.7800	10.5000	10.7000	10.6600	1.2000

TIEMPO ESTANDARD							
FECHA : 01-19-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)					
Número de elementos	[ 1 ]						
Número de ciclos	[ 3 ]						
ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS.(A)
A1	5						
1	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	5.0000

TENS.(B)	TENS.(C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	8.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD							
FECHA : 01-19-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)					
Número de elementos	[ 1 ]						
Número de ciclos	[ 3 ]						
ELE	CICLO	CICLO	CICLO	TMO	FC	MARGEN	T.E
A1	10.78						
1	A	B	C	D	E	F	G
1	10.7800	10.5000	10.7000	10.6600	1.2000	1.2200	15.6062

## 2.-Desmontaje del radiador.

TIEMPO ESTANDARD			
FECHA : 01-16-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)	
Número de elementos	[ 1 ]		
Número de ciclos	[ 3 ]		
ELE	CICLO	CICLO	CICLO
A1	45.58		
1	A	B	C
1	45.5800	44.2000	45.0000

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	11			
	A	B	C	D
1	0.1100	0.1200	-0.0300	0.0000

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 01-16-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [3 ]

ELE	CICLO	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	45.58				
	A	B	C	D	E
1	45.5800	44.2000	45.0000	44.9267	1.2000

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [3 ]

ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS. (A)
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	2.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TENS. (B)	TENS. (C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	4.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 01-19-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [3 ]

ELE	CICLO	CICLO	CICLO	TMO	FC	MARGEN	T.E
A1	45.58						
	A	B	C	D	E	F	G
1	45.5800	44.2000	45.0000	44.9267	1.2000	1.1500	61.9988

3.-Desmontaje del motor y transmisión.

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 01-16-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	CICLO	CICLO
A1	545.1	
	A	B
1	545.1000	551.5000

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 01-16-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	.06			
	A	B	C	D
1	0.0600	0.0800	0.0000	0.0100

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 01-16-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	545.1			
	A	B	C	D
1	545.1000	551.5000	548.3000	1.1500

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS.(A)
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	2.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TENS.(B)	TENS.(C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	8.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD						
FECHA : 01-19-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)				
Número de elementos		[ 1 ]				
Número de ciclos		[ 2 ]				
ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC	MARGEN	T.E
A1	545.1					
	A	B	C	D	E	F
1	545.1000	551.5000	548.3000	1.1500	1.1900	750.3486

4.-Desmontaje de la correa de distribución.

TIEMPO ESTANDARD				
FECHA : 01-16-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)		
Número de elementos		[ 1 ]		
Número de ciclos		[ 4 ]		
ELE	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO
A1	100			
	A	B	C	D
1	100.0000	103.3000	102.4000	103.3000

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	.03			
	A	B	C	D
1	0.0300	0.0800	0.0200	0.0100

TIEMPO ESTANDARD						
FECHA : 01-16-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)				
Número de elementos		[ 1 ]				
Número de ciclos		[ 4 ]				
ELE	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	100					
	A	B	C	D	E	F
1	100.0000	103.3000	102.4000	103.3000	102.2500	1.1400

Número de elementos [1 ]  
Número de ciclos [4 ]

ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS.(A)
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.0000

TENS.(B)	TENS.(C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	8.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD  
FECHA : 01-19-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
Número de ciclos [4 ]

TMO	FC	MARGEN	T.E
E	F	G	H
102.2500	1.1400	1.2000	139.8780

5.-Desmontaje de termostato.

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	.11			
	A	B	C	D
1	0.1100	0.0800	0.0200	0.0000



TIEMPO ESTANDARD							
FECHA : 01-16-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)					
Número de elementos		[1 ]					
Número de ciclos		[13]					
ELE	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO
A1	13						
	A	B	C	D	E	F	G
1	13.0000	13.8000	13.2000	13.0000	13.0000	13.5500	13.1500

CLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	TMO	FC
I1	13.2						
	I	J	K	L	M	N	O
1	13.2000	13.6000	13.4000	13.2000	13.4000	13.3000	1.2100

Número de elementos		[1 ]					
Número de ciclos		[13]					
ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS. (A)
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TENS. (B)	TENS. (C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	4.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD			
FECHA : 01-19-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)	
Número de elementos		[1 ]	
Número de ciclos		[13]	
TMO	FC	MARGEN	T.E
N	O	P	Q
13.3000	1.2100	1.1100	17.8632

6.-Desmontaje de la bomba de agua.

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	13			
	A	B	C	D
1	0.1300	0.1200	0.0200	0.0100

TIEMPO ESTANDARD  
FECHA : 01-16-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
Número de ciclos [5 ]

ELE	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	24						
	A	B	C	D	E	F	G
1	24.0000	23.1000	24.2000	23.4000	23.1000	23.5600	1.2800

Número de elementos [1 ]  
Número de ciclos [5 ]

ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS.(A)
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TENS.(B)	TENS.(C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	4.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD  
FECHA : 01-19-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
Número de ciclos [5 ]

TMO	FC	MARGEN	T.E
F	G	H	I
23.5600	1.2800	1.1200	33.7756

7.-Desmontaje de culata y válvulas.

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	15			
	A	B	C	D
1	0.1500	0.1200	-0.0300	0.0300

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 01-16-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	227.51			
	A	B	C	D
1	227.5100	223.2000	225.3550	1.2700

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS. (A)
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TENS. (B)	TENS. (C)	MONOT (A)	MONOT (B)
H	I	J	K
0.0000	8.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 01-19-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC	MARGEN	T.E
A1	227.51					
	A	B	C	D	E	F
1	227.5100	223.2000	225.3550	1.2700	1.1600	331.9930

8.-Desmontaje del árbol de levas y balancines.

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	11			
	A	B	C	D
1	0.1100	0.0800	0.0200	0.0100

TIEMPO ESTANDARD  
FECHA : 01-16-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
Número de ciclos [7 ]

ELE	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO	CICLO
A1	85.53						
	A	B	C	D	E	F	G
1	85.5300	89.3000	88.6000	86.3000	86.5000	86.0000	85.5300

TIEMPO ESTANDARD  
FECHA : 02-10-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
Número de ciclos [2 ]

TMO	FC
H	I
86.8229	1.2200

Número de elementos [1 ]  
Número de ciclos [7 ]

ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS.(A)
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TENS.(B)	TENS.(C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	4.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD			
FECHA : 01-19-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)	
Número de elementos	[ 1 ]		
Número de ciclos	[ 7 ]		
TMO	FC	MARGEN	T.E
H	I	J	K
86.8229	1.2200	1.1100	117.5755

9.-Desmontaje del conjunto pistón –biela.

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	.15			
	A	B	C	D
1	0.1500	0.1300	0.0200	0.0400

TIEMPO ESTANDARD				
FECHA : 01-16-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)		
Número de elementos	[ 1 ]			
Número de ciclos	[ 2 ]			
ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	133.4			
	A	B	C	D
1	133.4000	130.2000	131.8000	1.3400

ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD	TENS. (A)
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	2.0000	1.0000	0.0000	0.0000	5.0000

TENS. (B)	TENS. (C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	8.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD						
FECHA : 01-19-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)				
Número de elementos	[1 ]					
Número de ciclos	[2 ]					
ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC	MARGEN	T.E
A1	133.4					
	A	B	C	D	E	F
1	133.4000	130.2000	131.8000	1.3400	1.2300	217.2328

10.-Desmontaje del carter del cigüeñal.

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	.11			
	A	B	C	D
1	0.1100	0.1000	0.0000	0.0300

TIEMPO ESTANDARD				
FECHA : 01-16-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)		
Número de elementos	[1 ]			
Número de ciclos	[2 ]			
ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	69.55			
	A	B	C	D
1	69.5500	70.8500	70.2000	1.2400

Número de elementos	[1 ]						
Número de ciclos	[2 ]						
ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA INTENSI.	CALIDAD	TENS. (A)	
A1	5						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5.0000	2.0000	0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	5.0000

TENS. (B)	TENS. (C)	MONOT(A)	MONOT(B)
H	I	J	K
0.0000	8.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 01-19-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC	MARGEN	T.E
A1	69.55					
	A	B	C	D	E	F
1	69.5500	70.8500	70.2000	1.2400	1.2200	106.1986

11.- Cambio de aceite.

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 03-01-2004 NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

Grado de precisión (%) [10]  
 Nivel de confianza [.950]

ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	38.25				
	A	B	C	D	E
1	38.2500	41.5000	2.2981	39.8750	0.0576

NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR : 6

Calificación Westinghouse

TIEMPO ESTANDARD  
 FECHA : 03-01-2004 TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)

Número de elementos [1 ]  
 Número de ciclos [2 ]

ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.
A1	.13			
	A	B	C	D
1	0.1300	0.1000	0.0200	0.0300

TIEMPO ESTANDARD				
FECHA : 03-01-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)		
Número de elementos	[ 1 ]			
Número de ciclos	[ 2 ]			
ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC
A1	38.25			
	A	B	C	D
1	38.2500	41.5000	39.8750	1.2800

Margen y tolerancias

TIEMPO ESTANDARD						
FECHA : 03-01-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)				
Número de elementos	[ 1 ]					
Número de ciclos	[ 2 ]					
ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD
A1	4					
	A	B	C	D	E	F
1	4.0000	2.0000	2.0000	1.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 03-01-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)			
Número de elementos	[ 1 ]				
Número de ciclos	[ 2 ]				
TENS. (A)	TENS. (B)	TENS. (C)	MONOT (A)	MONOT (B)	
	G	H	I	J	K
	0.0000	0.0000	4.0000	1.0000	2.0000

TIEMPO ESTANDARD							
FECHA : 03-01-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)					
Número de elementos	[ 1 ]						
Número de ciclos	[ 2 ]						
ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC	MARGEN	T.E	
A1	38.25						



12.- Limpieza de inyectores

TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 03-01-2004		NUMERO DE CICLOS (vuelta a cero)			
Número de elementos	[1 ]	Grado de precisión (%)		[10]	
Número de ciclos	[2 ]	Nivel de confianza		[.950]	
ELE	CICLO	CICLO	DESV.	MEDIA	COEF.
A1	63.55				
	A	B	C	D	E
1	63.5500	65.3500	1.2728	64.4500	0.0197
NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR :					1

Calificación Westinghouse

TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 03-01-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)			
Número de elementos	[1 ]				
Número de ciclos	[2 ]				
ELE	DES.	ESF.	CON.	CONS.	
D1	.03				
	A	B	C	D	
1	0.0800	0.1000	0.0000	0.0300	

TIEMPO ESTANDARD					
FECHA : 03-01-2004		TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)			
Número de elementos	[1 ]				
Número de ciclos	[2 ]				
ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC	

Margen de tolerancias

TIEMPO ESTANDARD						
FECHA : 03-01-2004			TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)			
Número de elementos			[ 1 ]			
Número de ciclos			[ 2 ]			
ELE	SUPLE(A)	SUPLE(B)	SUPLE(C)	LEVANTA	INTENSI.	CALIDAD
A1 4						
	A	B	C	D	E	F
1	4.0000	2.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD				
FECHA : 03-01-2004			TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)	
Número de elementos			[ 1 ]	
Número de ciclos			[ 2 ]	
TENS.(A)	TENS.(B)	TENS.(C)	MONOT(A)	MONOT(B)
G	H	I	J	K
2.0000	0.0000	4.0000	0.0000	0.0000

TIEMPO ESTANDARD						
FECHA : 03-01-2004			TIEMPO STANDARD (vuelta a cero)			
Número de elementos			[ 1 ]			
Número de ciclos			[ 2 ]			
ELE	CICLO	CICLO	TMO	FC	MARGEN	T.E
A1 63.55						
	A	B	C	D	E	F
1	63.5500	65.3500	64.4500	1.2100	1.1400	88.9023

## **CAPITULO IV**

### **ESTUDIO DEL DESEMPEÑO**

#### **4.1.- MUESTREO DEL TRABAJO**

El muestreo del trabajo es el proceso de observar al azar el desenvolvimiento de los empleados para determinar cómo aprovechan su tiempo.

Las opiniones que uno se forma sobre la ética laboral de los compañeros o la productividad se basan en observaciones al azar, hacen todo el tiempo un muestreo del trabajo de sus empleados.

El muestro del trabajo se divide en tres técnicas:

1. Estudios de razones o proporciones elementales.
2. Estudios de muestreo del desempeño.
3. Estudios de establecimiento de estándares de tiempo.

##### **4.1.1.- ESTUDIO DE RAZONES O PROPORCIONES ELEMENTALES**

La tarea principal del trabajador (la que hace la mayor parte del tiempo) define el título de su puesto. Pero muchas otras actividades (productivas e improductivas) también ocupan tiempo. Cada unidad debe ser medida y

comparada con el tiempo total. Ésta es la razón entre los elementos. Un estudio de razones elementales determinará cuál es el porcentaje del tiempo que requiere cada elemento del trabajo<sup>8</sup>.

### **Procedimiento paso a paso para un estudio de razones elementales.**

Paso 1: Identifique el sujeto.

Paso 2: Establezca el propósito y la meta del estudio.

---

<sup>8</sup> F.E.Meyers – Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Pearson, México, 2000, Pág. 205

Paso 4: Estime los porcentajes de los elementos.

Paso 5: Determine el nivel de exactitud.

Paso 6: Determine el número de observaciones necesarias para alcanzar las metas de calidad

Paso 7: Programe las observaciones.

Paso 8: Hable con todos los participantes.

Paso 9: Reúna los datos.

Paso 10: Resuma y enuncie las conclusiones.

#### **4.1.1.1.- DIVISIÓN ELEMENTAL Y ESTIMACIÓN DE RAZONES**

Cuando se inicia un estudio de razones elementales, deben listarse los elementos del trabajo y estimarse las razones. Queremos determinar las razones elementales, por lo que esta primera estimación no es más que una conjetura más o menos informada. Se hacen algunas observaciones rápidas antes de iniciar el estudio para calcular estas razones, pero las estimaciones sirven para determinar la cantidad de observaciones que hay que hacer para llegar a un nivel específico de confianza y exactitud.

No hay diferencia respecto a cuántas personas están incluidas en el estudio, solo es importante el número de observaciones totales. El porcentaje más pequeño determinará el número total de observaciones que hace falta para determinado grado de confianza y exactitud, dado que los porcentajes más grandes necesitan menos muestras.

Antes de analizar cuantas observaciones se requiere, debemos definir exactitud y nivel de confianza.

#### **4.1.1.2.- EXACTITUD**

La exactitud mide qué tanto se acerca nuestra razón a la razón real de un elemento. Una exactitud de +5% (nuestra meta normal de exactitud) indica que la razón está dentro del 5% del verdadero tiempo del elemento.

Si la razón verdadera de una tarea al trabajo total es del 25%, una exactitud de  $\pm 5\%$  permitiría que el observador registrara cualquier razón entre el 23.75% y el 26.25% ( $\pm 1.25$ ) y estar dentro de la tolerancia por exactitud.

Una razón elemental del 10%, con una meta de exactitud de  $\pm 5\%$ , es igual a un rango del 9.5% al 10.5%. Aun cuando la meta normal de exactitud sea del 5%, el 10% es una meta más económica o práctica y en muchas ocasiones es aceptable<sup>9</sup>. Es más caro establecer algunos tiempos pequeños e improductivos que lo que pudiéramos ahorrar, por lo que una exactitud del 10% es bastante buena.

#### **4.1.1.3.- NIVEL DE CONFIANZA**

El nivel de confianza se refiere a qué tan seguro (confiado) quiere estar quien realiza el muestreo del trabajo sobre las razones resultantes.

Al principio de un estudio se requieren estimaciones: están basadas en muy poca información y su grado de confianza es poco. Pero conforme se recolectan datos, nuestra confianza crece. Con más observaciones hechas todos los días, las razones son más uniformes y aumenta nuestra confianza. Un nivel de confianza del 95% indica que nuestras razones son exactas (dentro de un rango del  $\pm 5\%$ ) el 95% de las veces. El 5% restante seremos imprecisos en un sentido (por exceso) o en el otro (por debajo), pero no por mucho.

En resumen, la profesión de la ingeniería industrial se siente confiada con  $\pm 5\%$  del objetivo el 95% de las veces. Podemos producir estándares de tiempo con una exactitud de  $\pm 1\%$  el 99% de las veces, pero serían demasiados costosos.

<sup>9</sup>F.E.Meyers –Estudio de tiempos y movimientos, editorial Pearson, México, 2000, pág. 206

#### ¿Cuántas Muestras se requieren?

90% de Confianza				95% de Confianza				99% de Confianza			
Z = 1.645				Z = 1.960				Z = 2.575			
Nivel de Exactitud				Nivel de Exactitud				Nivel de Exactitud			
p	1%	5%	10%	p <sup>b</sup>	1%	5%	10%	p <sup>b</sup>	1%	5%	10%
1	2,678,965	107,159	26,790	1	3,803,184	152,127	38,032	1	6,564,319	262,573	65,643
2	1,325,952	52,038	13,260	2	1,882,384	75,295	18,824	2	3,249,006	129,960	32,490
3	874,948	34,998	8,749	3	1,242,117	49,685	12,421	3	2,143,902	85,756	21,439
4	649,446	25,978	6,494	4	921,984	36,897	9,220	4	1,591,350	63,654	15,914
5	514,446	25,978	6,494	4	921,984	36,897	9,220	4	1,591,350	63,654	15,914

#### 4.1.2.- ESTUDIO DE MUESTREO DE DESEMPEÑO

El muestreo de desempeño requiere observar al operador para calificarlo. La calificación o valoración fue un tema de importancia cuando nos ocupamos del estudio de tiempos con cronometro y esto es exactamente lo que se debe hacer en el muestreo de desempeño. La observación de un operador ocurre en un momento, y es en ese momento cuando el observador debe Juzgar la velocidad y ritmo de aquél.

Tal velocidad ritmo varían según el trabajador, y aun este mismo exhibe diferencias de un instante al otro. Para el muestreo del trabajo, el muestreo del desempeño perfecciona y hace más precisas las razones.

#### 4.1.3.- ESTUDIO DE ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES DE TIEMPO

El muestreo del trabajo sirve también para establecer con exactitud y rapidez estándares de tiempo.

Los estudios para el establecimiento de estándares de tiempo se valen de todas las técnicas de muestreo del trabajo y son su fin último.

El procedimiento paso a paso es exactamente el mismo que en el estudio de razones elementales y de muestreo de desempeño.

Los datos adicionales que se necesitan son las unidades producidas y las tolerancias .El sistema de desarrollo de estándares de tiempo se inicia después de completar las otras dos técnicas.

#### **4.2.- SISTEMA DEL CONTROL DEL DESEMPEÑO**

La aplicación de estudios de tiempos y movimientos que afecta a más personas es el sistema de control de desempeño. Un sistema de control del desempeño es muy subjetivo, ya que juzga a los empleados y por esta razón recibe más atención que cualquier otro uso de estándares de tiempo. El estudio de los sistemas de control del desempeño se divide en tres secciones:

1. Las funciones de cualquier sistema de control.
2. El sistema de estándares de opinión experta.
3. El sistema de tarjetas de tiempo.

##### **4.2.1.-LAS FUNCIONES DE CUALQUIER SISTEMA DE CONTROL**

Los controles de calidad, inventarios, producción, costos, asistencias y desempeño requieren las mismas funciones:

1. Planeación o establecimiento de metas.
2. Comparación del resultado real con la meta.
3. Llevar un control de los resultados.
4. Informe sobre las variaciones.
5. Corrección.

Si estas funciones no se llevan a cabo correctamente, no habrá sistema de control.

#### **4.2.1.1.-PLANEACIÓN O ESTABLECIMIENTO DE METAS**

¿Qué es lo que queremos lograr? En cualquier sistema de control deben establecerse metas; y lo que es más importante, éstas deben ser medibles y asequibles.

Las técnicas de planeación de los sistemas de control del desempeño son los métodos de establecimiento de estándares de tiempos.

1. PTSS
2. Cronómetro.
3. Datos estándares.
4. Muestreo del trabajo.
5. Opinión de expertos

Además de estas técnicas de planeación y establecimiento de metas, los gerentes de la operación a controlarse deben tener en mente una meta aceptable de desempeño:

1. Con estándares de tiempo y un sistema de control de desempeño establecidos, el desempeño promedio es del 85%, y no el 100%. Una expectativa mucho mayor al 85% no es práctica y las posibilidades de cumplirla son escasas; por lo tanto, la planeación y el establecimiento de metas deben incluir estándares y expectativas razonables.
2. Los operadores que reciben incentivos trabajan a un desempeño del 120%. Al planear los requerimientos de mano de obra, debe contemplarse el 120% y no el 100%, de otro modo, habrá demasiados operadores con muy poco trabajo en qué ocuparse.

#### **4.2.1.2.- COMPARACIÓN DEL RESULTADO REAL CON LA META**

La segunda función de cualquier sistema de control es comparar los



resultados reales con los planeados. Un sistema de control de calidad nos pediría que midiéramos un producto o servicio (resultados reales) y lo compararíamos con un plan (meta o estándar). Si los resultados están dentro del margen de tolerancia, el producto se da por bueno. Los sistemas de control de desempeño hacen exactamente lo mismo.

Un trabajador producirá cierta cantidad de unidades en determinado periodo de tiempo, esta cifra se compara con las unidades que pide el estándar de tiempo. El resultado es un porcentaje de desempeño. Para elaborar un informe cotidiano de desempeño se acumulan todos los trabajos que efectúe el operador durante un día y se comparan. Los datos de este operador se reúnen con los datos de los demás operadores para mostrar los desempeños de supervisión departamental, por turno y de la planta para cada día, semana, mes y año.

#### **4.2.1.3.- REGISTRO DE LOS RESULTADOS**

El registro también podría llamarse graficación, pues consiste en trazar los resultados sobre una línea horizontal de tiempo. En un sistema de control de costos, la línea de la meta son los desembolsos planeados por periodo.

Los desembolsos reales se trazan sobre esta meta de cada periodo, de modo que cualquier observador casual aprecia la forma en que se lleva a cabo el plan. No hay ningún período de importancia, pero es importante la tendencia (es decir, la dirección).

En los sistemas de control de desempeño, cada semana se trazan los porcentajes de desempeño y de indirectos. La tendencia del porcentaje de desempeño (productividad) debe ser ascendente, en tanto que el de indirectos debe mantenerse horizontal o reducirse.

Las tendencias son lo que importa. El porcentaje de indirectos son las horas indirectas divididas entre las horas totales.

#### **4.2.1.4.- INFORME SOBRE LAS VARIACIONES**

Cuando un desempeño real no llega a las metas (expectativas), hay una variación respecto al estándar. Prácticamente todos los resultados reales serán distintos a las metas. Lo que importa es la magnitud de estas variaciones. Cuanto mayor sea la variación, mayor será el problema. Los gerentes deberán atacar primero los problemas (variaciones) más grandes, y resolverlos.

En un sistema de control del desempeño, se reúnen los trabajos con desempeños inferiores al 70% o superiores al 130%, y se anotan en un informe de variación.

Cada trabajo del informe se convierte en un proyecto y hay que determinar las razones de las variaciones. Cada una puede ser asignada a una persona para su investigación y acción correctiva.

#### **4.2.1.5.- ACCIÓN CORRECTIVA**

La resolución de los problemas y la puesta en práctica de estas soluciones es la razón de la existencia de los sistemas de control.

La acción correctiva en los sistemas de control de desempeño atañen a situaciones muy variadas;

1. Problemas de mantenimiento de máquinas.
2. Problemas de materiales.
3. Problemas de administración como falta de tareas o carencia de instrucciones.
4. Malos estándares de tiempo.
5. Poco esfuerzo del operador.

Los sistemas de control del desempeño elevan 42% la productividad de los departamentos de las plantas. Para lograrlo se toman acciones correctivas.

Una reducción del 42% en el costo de mano de obra directa es un ahorro significativo, pero no hay una manera fácil de conseguirlo.

#### **4.2.2.- SISTEMAS DE ESTÁNDARES DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Otro método para establecer estándares de tiempo es la técnica de la opinión experta.

El departamento de mantenimiento es un buen ejemplo. Como Ingeniero Automotriz, he diseñado una nueva estación de trabajo para reducir costos. Antes de calcular el rendimiento sobre la inversión de la reducción de costos, debe estimarse el costo.

El supervisor de mantenimiento revisa el trabajo, lo compara mentalmente con otros trabajos que ha visto y se concentra en la estimación. Entonces, divide los trabajos grandes en pequeños y estima sus costos.

También será necesaria la aprobación de los niveles gerenciales superiores, pero una vez aprobadas las órdenes de trabajo, se devolverán al supervisor de mantenimiento para que las programe y concluya. Éste agregará el trabajo a la lista de pendientes, ordenará el material y programará a los trabajadores.

#### **4.2.3.- SISTEMA DE TARJETAS DE TIEMPO**

El sistema de control de desempeño de la mayor parte de la industria se basa en la tarjeta de tiempo individual.

Las operaciones matemáticas y la organización de los formularios para los informes departamentales, de turnos y de desempeños de planta (cotidianos, semanarios, mensuales y anuales) se diseñan de acuerdo con la tarjeta de tiempo diaria de los empleados.

La tarjeta de tiempo tiene una forma diferente de la tarjeta semanal de nomina y se perfora al llegar y al salir de la planta.

La tarjeta de tiempo solo se utiliza para el control de desempeño.

#### **4.3.- SISTEMA DE PAGO DE SALARIOS**

El pago de los salarios es una medida de valor; por lo tanto, tiene mayor importancia de lo que la mera cuestión económica indicaría. La jerarquía de necesidades de Maslow (véase la figura 4-1) muestra que, en el cuarto nivel, estamos motivados por la necesidad de reputación, respeto de nosotros mismos, logros, reconocimiento, retos, responsabilidad, competencia y un trabajo desafiante<sup>10</sup>.

La escala de pagos refuerza muchos de estos motivadores. Los trabajadores se clasifican por hora o por salario y exentos o no exentos. Se les paga por hora, semana, mes o pieza y pueden ganar cantidades adicionales por bonificaciones, comisiones y reparto de utilidades.

Hasta ahora hemos fijado las metas e informado sobre el porcentaje de desempeño, pero ¿cuánto le pagaremos a los trabajadores?

Hay tres maneras de pagarles:

Salarios: pagados por hora, semana o mes.

Incentivos y comisiones (incluyendo tiempo libre).

Bonificaciones y reparto de utilidades.

---

<sup>10</sup>F.E.Meyers – Estudio de tiempos y movimientos, editorial Pearson, México, 2000 , pág. 239

¿Cuánto vale cada posición (puesto) por hora, semana o mes? Cada puesto tiene sus requisitos de nivel académico, experiencia en el trabajo, responsabilidad y otros factores.

A fin de pagar equitativamente estas diferencias, utilizamos un programa de evaluación de puestos.

Para saber cuánto valen los puestos, hay que evaluarlos. Cada posición gana un valor en puntos: cuanto más elevado sea el puntaje más complejo es el puesto.

Los grupos de puestos con un puntaje similar forman una clasificación. Una vez que sabemos cuál es el valor relativo de esta clasificación de puestos se utiliza una encuesta de sueldos y salarios de la zona.

La gerencia podría decidir en qué percentil de salados competirá su empresa, en la tasa promedio, por encima de ella, o incluso por debajo de la misma. Pero una vez determinado el percentil, con él se establecen las tasas. Se puede especificar un escalafón de salarios para tomar en consideración la antigüedad y experiencia en el puesto.

#### **4.3.1.1.- EXENTOS Y NO EXENTOS**

La categoría de empleados exentos es la de aquellos que están dispensados de cumplir con las leyes laborales. Supervisores, ingenieros y gerentes están en esta clasificación y no tienen ninguna protección legal. Los empleados no exentos cobrarán horas extra por el trabajo extraordinario después de la jornada de ocho horas diarias y 40 a la semana; se les paga por lo menos el salario mínimo, y no pueden ser discriminados por raza, religión, sexo, origen, nacionalidad o edad.

Los empleados exentos están sujetos a un sueldo y a menudo se les paga una suma fija por semana o por mes, independientemente de cuántas horas trabajen. Los empleados no exentos cobran por hora o un sueldo, pero se les remunera el tiempo extraordinario calculado en horas.

Se ha calculado una tasa de pago para cada puesto, y la ley exige que todo trabajador no exento tenga una tarjeta de tiempo. Las horas de la tarjeta, multiplicadas por la tasa horaria, dan la paga semanal. Esta fórmula es correcta

para los empleados no exentos asalariados o contratados por hora.

#### **4.3.1.2.- TRABAJO DIARIO MEDIDO**

Un sistema de trabajo diario medido es el del control de desempeño basado en tarjetas y en estándares de tiempo.

La tarjeta de tiempo no tiene nada que ver con la nómina, a menos que se utilice en combinación con un sistema de incentivos.

El trabajo diario medido sirve para medir y controlar la productividad y generará grandes ahorros en mano de obra. Aproximadamente del 75% al 85% de todos los empleados de fábrica poseen tarjetas de tiempo de tareas para un trabajo diario medido. Este trabajo es indispensable para instaurar un sistema de incentivos.

#### **4.3.1.3.- TRABAJO DIARIO**

El término trabajo diario se refiere al del empleado a quien se le paga por hora, semana, o mes.

El trabajo diario no tiene cálculos de estándares de tiempo ni desempeño. De hecho, los sistemas de paga de trabajo diario no son ningún sistema.

#### **4.3.1.4.- TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE PUESTOS**

La evaluación de puestos para el establecimiento de sueldos y salarios es el proceso de determinar el valor de cada puesto de una empresa y compararlo con todos los demás. El propósito es establecer niveles de sueldos y salarios para todos los empleados.

El especialista que efectúe las evaluaciones deberá tener la información siguiente:

1. Una buena comprensión de todos los puestos.
2. Un buen conocimiento de la empresa.
3. Orientación de la dirección general.
  - a) Número de clasificaciones de salarios.
  - b) Meta del percentil de salarios de la empresa.
4. Una encuesta de sueldos y salarios de la zona.

FACTORES		GRADOS Y VALORES EN PUNTOS					
		1	2	3	4	5	6
1.	Experiencia necesaria en el trabajo	22	44	66	88	110	120
2.	Conocimientos y capacitación esenciales	14	28	42	56	70	90
3.	Iniciativa e inventiva		14	28	42	56	70
4.	Habilidad analítica		30	40	50	60	70
5.	Requerimientos de personalidad	20	30	40	50	60	
6.	Responsabilidad de supervisión		5	10	15	20	25
7.	Responsabilidad por pérdidas		10	20	30	40	50
8.	Aplicación física	10	20	30	40	50	
9.	Aplicación mental y visual		5	10	15	20	25
10.	Condiciones de trabajo		10	20	30	40	50
11.	Destreza	60	120	180	240		
12.	Carácter de supervisión requerido	10	20	30	40	50	
13.	Responsabilidad para asuntos confidenciales		5	10	15	20	25

Tabla 4-2 Sistema de puntos de sueldos y salarios.

#### 4.3.1.5.- PASOS PARA EVALUAR UN PUESTO

- Liste todos los puestos que va a evaluar en una sola hoja. Haga 14 copias de la lista: una para cada factor y una para totales.
- Asigne el valor numérico para cada puesto. un factor a la vez. Esto le permitirá concentrarse en la experiencia laboral requerida para cada puesto, con lo que en parte hará una clasificación y un agrupamiento de puestos. Recorra los trece factores, pero haga cada uno de los puestos de factor en factor.
- Una vez evaluados todos los factores de todos los puestos, totalice en la

decimocuarta copia de la lista de puestos las cifras de cada puesto. Cuanta más alta sea la puntuación, más complejo será el puesto.

- Liste todos los puestos empezando con el valor en puntos más elevado hasta finalizar con el valor en puntos más bajo.
- Agrupe los puestos en clases de pago, dependiendo de cuántos rangos haya recomendado la administración. Por ejemplo, algunas empresas sólo tienen cuatro tasas salariales y otras tienen tantas como empleados. Lo mejor es tener las menos posibles a fin de eliminar la competencia excesiva y las transferencias entre puestos.
- Compare su tasa salarial con la correspondiente de la localidad y recomiende un plan de sueldos y salarios.

#### **4.3.2.- SISTEMAS DE INCENTIVOS Y COMISIONES**

Los sistemas de incentivos son tan antiguos como la humanidad. y funcionan, puesto que satisfacen las necesidades jerárquicas de Maslow de supervivencia, reconocimiento y gratificación del ego.

No se utilizan con mucha frecuencia porque requieren mucho trabajo, pero los ahorros pueden llegar a ser espectaculares.

Un sistema de incentivos bien diseñado conseguirá:

1. Reducir el costo unitario.
2. Incrementar el uso del equipo.
3. Fomentar el espíritu de equipo.
4. Incrementar la paga de los empleados por sus mayores esfuerzos.
5. Mejorar la satisfacción laboral.
6. Reconocer a empleados extraordinarios.
7. Crear una fuerza trabajo consciente de los costos y los movimientos.

La jerarquía de necesidades de Maslow explica mucho respecto a lo que necesitamos y queremos de la vida. Maslow dice que luchamos hasta



satisfacer nuestras necesidades de nivel inferior y nos esforzamos por las necesidades de niveles superiores.

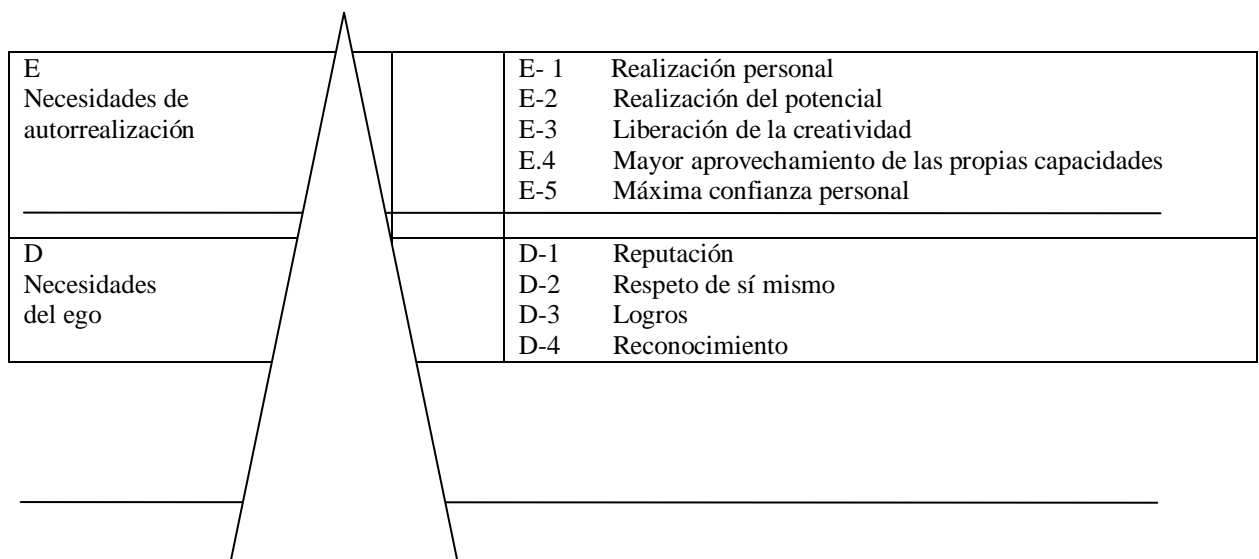
Es importante comprenderlo en la industria, para que consigamos de nuestra fuerza de trabajo una participación de mucha calidad. Maslow dice que es necesario satisfacer primero las necesidades fisiológicas para ocuparnos de las necesidades de seguridad, las que a su vez deben quedar satisfechas antes que nos afanemos por necesidades sociales. Se ha dicho que para los miembros de la industria estos tres niveles inferiores de necesidades son factores de mantenimiento, no motivadores.

Deben quedar satisfechos antes que podamos concentrarnos en las dos categorías superiores de necesidades.

Los incentivos estimulan las necesidades de ego de la categoría D, que es el cuarto nivel. La gerencia quisiera que todos los empleados estuviesen en la etapa de autorrealización y se supervisaran ellos mismos.

Todo gerente ha visto lo que ocurre cuando un empleado se preocupa por su trabajo; al cabo, lo ascienden o recibe otro tipo de reconocimientos y premios. Piense lo que pasaría si todos los trabajadores de la planta se interesaran por su trabajo. Un plan de salarios con incentivos haría eso.

La National Science Foundation encontró que cuando la paga de los trabajadores está vinculada a su desempeño, se elevan la motivación para trabajar y la productividad, y es más probable que los empleados estén más satisfechos de su trabajo.



		D-5 Retos D-6 Responsabilidad D-7 Competencia D-8 Trabajo desafiante
C Necesidades Sociales		C-1 Estatus del puesto C-2 Disfrute del trabajo C-3 Compañeros y colegas C-4 Conocimiento de las metas del grupo
C Necesidades Se seguridad		B-1 Seguridad en el puesto B-2 Tranquilidad mental B-3 Derechos de antigüedad
A Necesidades Fisiológicas.		A- 1 Paga adecuada para alimentos, abrigo, descanso y recreo A-2 Comodidad física en el puesto y en casa

Fig.4.1 (Jerarquía de las necesidades de Maslow)

Las gerencias de ventas ofrecen incentivos más que cualquier otra área de los negocios. Estos incentivos se conocen como comisiones. En general, los vendedores reciben un salario mínimo como base más un porcentaje de sus ventas.

Los incentivos por comisiones de ventas han tenido mucho éxito y nadie pensaría en eliminarlos.

#### 4.3.2.1.- TIPOS DE SISTEMAS DE INCENTIVOS

Los incentivos adoptan muchas formas:

1. Porcentaje de ventas (comisión).
2. Destajos y tasas diferenciales por pieza (trabajo a destajo de Taylor).
3. Planes de horas ganadas y plan de horas estándar.
4. Tiempo libre pagado.
5. Reparto de productividad, improshare y Scanlon.
6. Sistema de sugerencias.
7. Reparto de utilidades, sistemas de bonificación.

#### Metas

El diseño de los sistemas de incentivos debe iniciarse con una buena

lista de metas y propósitos para que todos comprendan por qué se instituyen.

Las metas de un sistema de incentivos son:

- 1) Reducir costos (debe ser el primero y el de mayor importancia).
- 2) Incrementar la productividad: producir más con menos.
- 3) Aumentar las ganancias de los empleados.
- 4) Fomentar la moral de los empleados.
- 5) Mejorar las relaciones entre el sindicato y la gerencia.
- 6) Reducir retrasos y tiempos de espera.
- 7) Mejorar el servicio al cliente.
- 8) Hacer conciencia de movimientos y costos.
- 9) Reducir la necesidad y la forma de la supervisión.
- 10) Incrementar el uso de plantas y máquinas.

### **Filosofías**

Las filosofías nos dicen cómo queremos que funcione el sistema y sirven como lineamientos para nuevos análisis futuros y para resolver los problemas.

Por ejemplo:

1. Nadie será despedido por el establecimiento de un sistema de incentivos.
2. Más paga por más esfuerzo; el—120% es lo normal.
3. No se gana ningún crédito por producir rechazos o desperdicios.
4. Sólo se gana más por el trabajo que supera el estándar. No hay paga promedio para este trabajo.
5. No se modificara ningún estándar de tiempo a menos que el puesto cambie y haya que actualizar el estándar.
6. Las quejas serán atendidas a la mayor brevedad.
7. Los ingresos aumentados de los empleados son buenos en razón de los ahorros en los gastos generales y los beneficios sociales.

### **Problemas potenciales**

Hay varios problemas con los cuales debe uno estar atento cuando

establezca cualquier sistema de incentivos. Es preciso comprenderlos a fin de evitar errores en el diseño de un sistema nuevo:

1. Se necesitan técnicos de tiempos y movimientos para establecer y mantener estándares de tiempo y para investigar los problemas. Este costo puede ser del 1 al 3% de la cuadrilla de producción que se cubre.
2. Los estándares de tiempo que no se mantengan actualizados conllevarán un costo incrementado.
3. Las quejas sindicales se incrementarán. Va a suceder, así que esté preparado.
4. La gerencia debe aportar mayor esfuerzo, trabajo y costo en:
  - a. Control de calidad.
  - b. Control de la producción.
5. Si los estándares de tiempo son demasiado estrictos, los empleados perderán motivación. Las ganancias promedio son del 120%, todos los miembros de la planta debe tener la oportunidad de ganar una bonificación del 20%.

#### **4.3.3.- SISTEMAS DE INCENTIVOS INDIVIDUALES**

Los incentivos individuales son grandes motivadores y es más fácil convencer a los empleados de sus bondades que de los incentivos por equipo.

Los empleados sienten que tienen más control sobre sus ganancias cuando están sujetos a programas de incentivos individuales.

La siguiente lista y análisis de los sistemas de incentivos individuales está limitada a los más populares y sencillos.

##### **4.3.3.1.- COMISIONES**

Las comisiones se utilizan mucho en las ventas. Los vendedores reciben como sueldo un porcentaje del valor de lo vendido.

Tienen un salario mínimo, conocido como base, pero éste (si en efecto

se entrega) no los sostendría en ningún nivel deseado.

Si el vendedor quiere tener un mejor estilo de vida, debe salir y trabajar. La mayor parte de los vendedores no lo desearían de alguna otra forma, y sabemos que los vendedores de cualquier organización son los que más ganan. En general, los gerentes están conscientes de la presión que imponen a los vendedores para que produzcan (y algunos sienten envidia de sus elevadas remuneraciones) pero nadie sugeriría eliminar las comisiones porque ganen más de lo que cuestan.

El empleado recibe una comisión que depende del éxito de la misión. Las regalías son efectivas porque es grande la motivación para triunfar.

#### **4.3.3.2.- DESTAJOS**

Un sistema de incentivos por destajo es aquel en el cual un empleado gana determinada cantidad por cada unidad producida.

Si estos trabajadores no producen nada, no ganan nada.

Con el destajo simple, una vez que se alcanzan las piezas estándar por hora, las ganancias se incrementan a la tasa unitaria:

$$\text{Tasa unitaria} = \frac{(\text{salario}) \$12.00/\text{hora}}{(\text{estándar}) 100 \text{ piezas/hora}} = \$ .12 \text{ por unidad}$$

#### **4.3.3.3.- PLAN DE HORAS GANADAS O DE HORAS ESTÁNDAR**

Estos dos planes de incentivos son uno mismo y ambos siguen siendo los más populares en la manufactura actual.

El plan de horas ganadas se basa en el sistema para control de

desempeño. Las horas ganadas (horas por unidad) por el número de unidades producidas, más las horas indirectas (horas no de tareas cubiertas por estándares de tiempo), multiplicadas por la tasa presente de salario del empleado es igual a la paga del día.

Estos planes garantizan que los empleados jamás ganarán menos que la tasa básica y que obtendrán, por todo punto porcentual que supere el 100%, una bonificación del 1%: 125% ameritará una bonificación del 25%, aun cuando este porcentaje nunca entre dentro del cálculo.

No se ganan incentivos por tiempo ocupado fuera del estándar (limpieza, manejo de materiales. espera, etc.) pero tampoco hay penalización.

Los empleados aprenden pronto que la única manera de ganar un incentivo es quedarse en trabajos que tengan estándares de tiempo.

#### **4.3.4.- SISTEMAS DE INCENTIVOS POR GRUPO**

Los planes de reparto de la productividad son asociaciones de sindicato y gerencia para repartir o compartir cualquier ahorro producido por trabajar con mayor inteligencia y entusiasmo.

Los planes de reparto de la productividad son planes de grupo y promueven el trabajo en equipo.

Todos participan en la bonificación del incentivo personal por hora, asalariado, exenta, no exenta, de oficina, artesanos. etc. y pueden compartir en igualdad de términos.

#### **4.3.5.- SISTEMAS DE SUGERENCIAS**

Los sistemas de sugerencias pueden representar la totalidad del plan de incentivos o ser una parte de un plan de incentivos individuales.

Un sistema característico de sugerencias dirá: “La empresa le pagará al empleado cuya sugerencia haya sido aceptada la mitad de los ahorros de un año”, lo que puede ser una suma considerable de dinero.

Los ahorros grandes pueden pagarse en tres entregas: primer pago a la aceptación de la gerencia, segundo a la puesta en práctica y tercero a los seis meses, si la sugerencia realmente ahorró la cantidad que se dijo.

Este esquema de pagos permite que el empleado distribuya sus pasivos por impuestos.

Los sistemas de sugerencias ofrecen incentivos por las ideas creativas. Si un empleado tiene una idea que ahorra tiempo y esfuerzo, qué motivación tiene para darla a conocer?

En un plan de incentivos, el empleado puede ganar más si se guarda la idea para él. Si no hay un plan de incentivos, la idea sólo le servirá a la empresa: reducirá costos y ahorrará puestos; pero esto no tiene mucho significado para el empleado.

Algunos buenos sistemas de sugerencias se han basado en premios fijos de 10, 25 y 100 dólares. Estos sistemas descansan más en el reconocimiento que en la remuneración económica.

El éxito se mide por el número de sugerencias que se someten a consideración e implantan.

Una razón de la escasez de sugerencias es que los empleados de producción, incluyendo supervisores, son reacios a escribir cualquier cosa. La empresa debe animar a los empleados a llevar sus ideas a quien tenga la facilidad de redactar.

Si la gerencia rechaza la idea de un trabajador, debe tener mucho cuidado en explicarle por qué. Hay que hacer todos los esfuerzos por implantar las sugerencias de los empleados.

A los ganadores de premios por reducciones en los costos se les debe preguntar si desean que su buena fortuna se haga pública. A muchos empleados les preocupan las presiones sociales que surgen de colaborar con la gerencia.

#### **4.3.6.- BONIFICACIONES Y REPARTO DE UTILIDADES**

Las bonificaciones y el reparto de utilidades se pagan en forma anual o semestral y están ligados al desempeño de la empresa. Las bonificaciones se pueden entregar cuando un departamento excede su meta y no puede afectar las utilidades.

Las empresas reservan una parte de sus utilidades para repartirlas entre los empleados elegibles según un salario base o una clasificación de puesto.

La distribución de las utilidades se puede hacer en forma trimestral, anual o quizás incluso se pospone hasta el retiro. La desventaja principal de las bonificaciones y el reparto de utilidades es el tiempo transcurrido entre el esfuerzo y el premio.

Las bonificaciones y el reparto de utilidades incrementan la moral de los empleados, reducen la rotación de personal, reducen las quejas y fomentan la sensación de ser parte de la empresa, pero ninguno de estos sistemas es un incentivo para una mayor productividad.

El empleado ve sus esfuerzos demasiado alejados del resultado. Las empresas pequeñas tienen más éxito con estos sistemas que las grandes.

A los sindicatos no les gustan los sistemas de incentivos individuales, que promueven la competencia entre empleados y premian la productividad individual. Prefieren planes generales para toda la planta y que se apliquen por igual a todos los trabajadores, como las bonificaciones y el reparto de utilidades.



El reparto de utilidades no es el primer paso en el establecimiento de buenas relaciones con los empleados, sino más bien el último. Si una empresa tiene un buen programa de selección de empleados, si capacita a los empleados para que pronto sean productivos en su puesto y les da la oportunidad de prepararse para nuevas responsabilidades, si les paga con justicia: si ha establecido políticas de personal que le dan al individuo seguridad contra actos arbitrarios de supervisión: si ha demostrado su preocupación por la moral de su organización si otorga a sus empleados prestaciones que los protegen de los riesgos de la vida, entonces esta lista para considerar el reparto de utilidades.

El reparto de utilidades puede ser un premio para los empleados y como tal fomentará la lealtad y elevará la moral. Si las utilidades bajan, también se reducirán la moral y la lealtad.

#### **4.4.- BALANCEO DEL SISTEMA DE TRABAJO**

La técnica de balanceo es una aplicación de los estándares de tiempo elementales para fines de:

1. Igualar la carga de trabajo entre personas, celdas y departamentos. No ayuda que un empleado celda o departamento haga una unidad más si los departamentos que le envían el trabajo o aquellos a los que lo despacha no pueden seguir el ritmo.

Es necesario que todos los empleados, celdas y departamentos estén balanceados. Para que el trabajo sea más equitativo, podemos quitar parte del trabajo a una estación ocupada y dárselo a la que no tenga suficiente.

2. Identificar la operación cuello de botella. El empleado celda o departamento que tenga más trabajo es la estación cuello de botella y es necesario ponerla en equilibrio con el resto de la planta.

Esta estación requiere más ingeniería industrial y asistencia de la supervisión que cualquiera otra. Si tenemos una persona con 10% más de trabajo que las otras 20 de una línea de ensamble, podemos ahorrar el equivalente de una quinta parte de un empleado por cada reducción del 1% en el tiempo de la estación cuello de botella, hasta que la

reduzcamos 10%. Con este multiplicador justificamos hasta 20 veces el costo normal de herramental. La técnica de balanceo también es una buena herramienta de reducción de costos.

3. Establecer la velocidad de la línea de ensamble. Es necesario ajustar las velocidades de las bandas transportadoras para el ritmo de la planta. Incluso si no hay bandas, se requieren programas de movimiento.
4. Determinar el número de estaciones de trabajo. Cuando una tarea tiene más trabajo del que puede realizar el operario para alcanzar las metas de cantidad establecidas por los clientes, deben agregarse estaciones de trabajo. ¿Cuántas? El estándar de tiempo dividido entre el ritmo de la planta nos da esta cifra.
5. Ayudar a determinar el costo de la mano de obra. La suma de los estándares de tiempo en horas por pieza de todas las operaciones no dará las horas totales. Las horas totales multiplicadas por la tasa horaria promedio de salarios nos dará el costo de mano de obra.
6. Establecer el porcentaje de carga de trabajo de cada operador, para saber qué tan ocupados están en comparación con la estación cuello de botella, el tiempo takt o el ritmo de la planta.

#### **4.4.1.- INFORMACIÓN NECESARIA PARA EQUILIBRAR UNA OPERACIÓN**

Las técnicas de balanceo deben basarse en los hechos constatados.

1. Planos y listas de material de ingeniería del producto o servicio, que indican qué hay que hacer.
2. Los volúmenes requeridos (programas) por comercialización o control de la producción nos dan la cantidad. A partir de estos datos establecemos el ritmo de la planta (valor R) y el tiempo takt de la planta.
3. Los estándares de tiempo elementales de ingeniería industrial señalan cuánto tarda cada tarea.

#### **4.4.1.1.- TASA O RITMO DE LA PLANTA Y TIEMPO TAKT**

La tasa o ritmo de la planta (valor R) y el tiempo takt le indican al ingeniero a qué velocidad debe operar la planta para satisfacer la demanda del cliente. Todas las máquinas y operaciones de la planta se sincronizan con este ritmo; asimismo, las piezas deben ser suministradas a la misma velocidad con que la línea de ensamble las utiliza. Takt es una expresión alemana que aquí designa el tiempo disponible de producción dividido entre la demanda del cliente.

#### **4.4.1.2.- CÁLCULO DEL RITMO DE LA PLANTA**

El balanceo de las líneas de ensamble se inicia con el cálculo del ritmo de la planta. Antes de empezar se requiere información de otras fuentes:

1. Los datos sobre el volumen de producción provienen de comercialización o de la gerencia de mercadeo y determinan cuántas unidades puede vender la empresa.

El departamento de control de inventarios de la producción calcula la velocidad de fabricación. Factores como temporada, costos de almacenamiento y costos de capacitación y de manufactura forman parte de la determinación de volumen de producción.

El ingeniero industrial no puede hacer nada en cuanto a la disposición física de la planta o al balanceo sin una estimación del volumen de la producción: por lo demás, no es una buena fuente de información comercial.

2. Las tolerancias de la planta promedio es del 10%. Se ha adoptado esta tolerancia en todo el trabajo y bastará para nuestro ejemplo. Durante el día, la planta estará parada 48 minutos, es decir, el 10%. No podemos creer que vayamos a producir todos los minutos de todos los días.

Hay que prever el grado de eficiencia. La experiencia muestra cuánto promedia nuestra tasa de eficiencia, y aprovecharemos esos conocimientos. El

primer año, las plantas de producción operan al 70% del estándar; normalmente se esperaría 85% al continuar las operaciones.

#### **4.4.1.3.- TIEMPO ESTÁNDAR ELEMENTAL**

Los estándares de tiempo para cada parte o componente deben calcularse antes de combinar las partes (elementos) en trabajos. Al diseñar una nueva línea de producción, estos tiempos se pueden calcular con el PTSS o datos estándar. Con un valor **R de .216**, el ingeniero industrial combinará estos elementos en trabajos que tendrán tiempos tan cercanos como sea posible a múltiplos de .216 minutos (.216, .432, .648 y, el más alto. .864).

Por lo común, debido a problemas de disposición física de la línea, cuatro operadores que hacen un mismo trabajo forman el grupo más grande. Más de cuatro operadores que tratan de recibir partes de una sola fuente y de enviar las piezas completas a otra fuente generan movimientos muy complicados para el inventario.

Un procedimiento paso a paso para el ejemplo de balanceo de línea que se muestra en la tabla 4-1 y el formulario con números circulados de la figura 4-1 ayudará a comprender la lógica y las operaciones matemáticas con que se resuelven estos problemas.

### **4.5.- SEGURIDAD E HIGIENE DEL LUGAR DE TRABAJO.**

#### **4.5.1.- Definiciones**

**Accidente.** Un accidente es un suceso inesperado que interrumpe el proceso del trabajo y conlleva el potencial de daño o de perjuicio. Los accidentes pueden o no, ocasionar la muerte, lesiones o daño en la propiedad, pero sí tienen el potencial para hacerlo. Un accidente puede atribuirse a un factor humano, a un factor de trabajo (operaciones, herramientas, equipo y/o materiales) o a un factor ambiental.

**Peligro.-** Peligro es una condición que posee el potencial para causar un perjuicio, daño al equipo o a las instalaciones, pérdida de material o de la propiedad o una disminución de la capacidad de ejecutar una función determinada.

**Amenaza.-** La amenaza inherente en una situación depende de la exposición relativa a una contingencia. Por ejemplo, un transformador de alto voltaje es un riesgo significativo, pero puede presentar poco peligro si se asegura en una bóveda subterránea.

**Daño.-** El daño es la gravedad del perjuicio o la magnitud de la pérdida que resulta de un riesgo incontrolable.

**Riesgo.-** El riesgo es una función de la probabilidad de una pérdida y de la magnitud de la pérdida potencial (daño). Se puede considerar como la probabilidad de una pérdida X la magnitud de una pérdida potencial.

**Seguridad.-** La seguridad es la ausencia de peligros o la reducción de la exposición a peligros. También se menciona que la seguridad es el control de los peligros a un nivel aceptable.

#### **4.5.2.- MANEJO DE LA SEGURIDAD**

**Estadísticas y registro de accidentes.** Las estadísticas y el registro de accidentes son útiles para evaluar el nivel de seguridad de una instalación o de una industria, así como para determinar dónde localizar los recursos de seguridad y para determinar la eficacia de las metodologías de control.

**Estadísticas de accidentes.** Las estadísticas tradicionales sobre accidentes comprenden el cálculo de los índices de frecuencia y de gravedad. La frecuencia del accidente es el número de incidentes que ocurren en un número específico de horas de trabajo.

**Investigación sobre accidentes.** Son dos los objetivos primordiales de la investigación sobre accidentes:

- a.- Determinar la(s) causa(s) del accidente
- b.- Prevenir el accidente (o accidentes similares) para que no ocurran nuevamente.

Los principios básicos de la investigación sobre accidentes son los que a continuación se mencionan:

1. El investigador debe estar familiarizado con el equipo, la operación o los procesos involucrados y debe comprender las condiciones o circunstancias que podrían estar asociados el tipo de accidente que se estudia.
2. Se deben realizar todos los esfuerzos para entrar con rapidez a la escena del accidente. Conforme el tiempo pasa, llega a ser más difícil reunir los hechos asociados con el accidente. (Una investigación a tiempo también disminuye la probabilidad de que los mismos procedimientos o condiciones provoquen accidentes o daños adicionales.)
3. La creatividad y la comprensión son dos atributos importantes. Es crucial que alguien realice el trabajo exhaustivo de recopilar todo lo concerniente a los hechos, por medio de fotografías, entrevistas, reconstrucción del accidente y otros medios similares.
4. Reconozca que los accidentes no siempre tienen una causa simple, sino que, con frecuencia, las causas son una combinación de factores personales, ambientales, físicos, de procedimiento u otros.
5. El propósito fundamental de la investigación sobre accidentes es mejorar las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo. Es importante determinar si la violación de los estándares de seguridad pertinentes fue un factor en el accidente o, si no lo fue, si es necesario revisar un estándar (o una interpretación del estándar) para incluir una condición de peligro que haya contribuido a provocar el accidente.

#### **4.5.3.- INGENIERÍA DE SEGURIDAD**

La ingeniería de seguridad se puede considerar como la aplicación de los principios de ingeniería y de administración en los sistemas que constan de trabajadores, equipo, materiales y procesos dentro de un ambiente definido, con el objetivo de reducir la probabilidad y la gravedad (riesgo) de lesiones y daños a la propiedad.

#### **4.5.3.1.- EL PROFESIONAL DE LA SEGURIDAD**

El programa de seguridad debe tener la misma posición o jerarquía que otras actividades establecidas en la organización, como por ejemplo, ventas, producción, ingeniería o investigación.

El programa de seguridad incluye la salud ocupacional, la seguridad en los productos, el diseño de máquinas, la distribución de planta, la seguridad y la prevención de incendios.

El puesto del profesional en seguridad es una combinación de ingeniería, administración, medicina preventiva, higiene industrial y psicología organizacional<sup>11</sup>.

También exige un amplio conocimiento sobre seguridad en sistemas y sobre ergonomía.

#### **4.5.3.2.- DESCARGAS ELÉCTRICAS**

La electricidad debe viajar por un circuito cerrado, a través de un material llamado conductor. Cuando el cuerpo humano forma parte de este circuito, la corriente eléctrica atraviesa el cuerpo de un punto a otro y el resultado es una descarga eléctrica.

La gravedad de la descarga eléctrica recibida por una persona está en función de la cantidad de corriente que fluye a través del cuerpo, de la trayectoria de la corriente entre los puntos de contacto del cuerpo con el circuito y de la duración del contacto.

Otros factores que pueden afectar la gravedad son: la frecuencia (Hz) de la corriente, la fase de latido del corazón y la salud general de la persona.

---

<sup>11</sup>W.K. Hodson – Manual del Ingeniero Industrial, editorial McGraw Hill, México, 2002, Tomo 1, pág. 8.161

Las lesiones más comunes por causa de una descarga eléctrica, son las quemaduras.

Éstas pueden ser eléctricas como resultado de la corriente eléctrica que atraviesa los tejidos del cuerpo; de arco o de chispa, como consecuencia de las altas temperaturas producidas por un arco eléctrico o una explosión; y de contacto térmico, cuando la piel se pone en contacto con las superficies calientes de los conductores eléctricos sobrecalentados, con equipo energizado o cuando la ropa se incendia.

La descarga eléctrica también puede causar lesiones secundarias (algunas veces llamadas lesiones por reacción del cuerpo) debido a la reacción involuntaria del músculo y a las caídas. Las lesiones y los daños a la propiedad pueden ser también una consecuencia de los incendios causados por los arcos eléctricos o por las explosiones.

#### **4.5.3.4.- CORRECCIÓN DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS**

Por lo general, la causa de los accidentes eléctricos es que el equipo no es seguro, las condiciones ambientales inadecuadas o las prácticas de trabajo inseguras. Los riesgos eléctricos se pueden minimizar por medio de aislamientos, protecciones, conexiones a tierra, protecciones mecánicas y prácticas de trabajo seguras.

#### **El aislamiento**



Implica cubrir los conductores eléctricos (o conductores de energía) con un material que tenga alta resistencia al flujo de la corriente eléctrica. Algunos buenos aislantes son el vidrio, la mica, el plástico o el caucho.

Las instalaciones eléctricas internas de más de 600 voltios, que queden al alcance de las personas no calificadas, deben protegerse encerrándolas en un área controlada con seguro o en una caja de metal. Para proteger las piezas de 50 voltios éstas se pueden:

1. Ubicar en un cuarto o en un recinto similar que sólo permita el acceso al personal calificado.
2. Instalar pantallas permanentes y firmes u otros obstáculos para excluir al personal no calificado.
3. Ubicar las piezas en un balcón, en una galería o en una plataforma elevada y configurada para excluir al personal no calificado.
4. Mantenerlas elevadas por lo menos 8 pies por encima del piso.

#### **4.5.3.4.1.- EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN EL CUERPO HUMANO**

<b>Corriente</b>	<b>Reacción</b>
1 miliamperio	Nivel de percepción. Sólo un estremecimiento tenue.
5 miliamperios	Se sintió una descarga ligera; no dolorosa pero molesta. El individuo no se puede desprender de ella.
fuerzas este	Sin embargo, las reacciones involuntarias a las descargas en rango pueden conducir a lesiones.
6-25 miliamperios (mujeres)	Descarga dolorosa, se perdió el control muscular.

9-30 miliamperios (hombres)	A esto se le llama corriente congelada o rango "suéltalo".
50-150 miliamperios	Dolor extremo, paro respiratorio, contracciones musculares serias. El individuo no se puede soltar. Es posible que ocurra la muerte.
1 - 4.3 amperios acción  y	Fibrilación ventricular. (Cesa la rítmica de bombeo en el corazón.) Sucedee una contracción muscular un daño en el nervio. Lo más probable es que ocurra la muerte.
10 + amperios graves	Paro cardiaco, quemaduras  muerte probable.

### **La conexión a tierra**

Es, por lo general, un medio secundario que proporciona una ruta de baja resistencia hacia la tierra o piso, de tal manera que los voltajes excesivos usarán este camino y el cuerpo no será la ruta para completar el circuito<sup>12</sup>.

Esto reduce la posibilidad de que un individuo sufra una descarga por el contacto con piezas energizadas de manera inadecuada, como sería el estuche de una herramienta eléctrica manual. "La conexión a tierra" o "sistema de instalación a tierra" consta de un alambre que conecta al transformador con la tierra y con alguna entrada de servicio del edificio, con el propósito de prevenir que se dañen las máquinas, las herramientas y el aislamiento.

La protección mecánica suspende o limita la corriente eléctrica de manera automática cuando se presenta una sobrecarga, un cortocircuito o cuando existe una conexión accidental de un conductor a tierra.

---

<sup>12</sup>W. K. Hodson –Manual del Ingeniero Industrial, editorial McGraw Hill, México, 2002, Tomo 1, pág. 8.164

corriente de un circuito y abren el circuito cuando existe un flujo de corriente excesivo.

Sin embargo, no hacen mucho para proteger a los operarios del peligro de las descargas directas.

Los interruptores de circuitos accionados por corriente de pérdida a tierra se emplean para cortar la energía eléctrica cuando falta la corriente (debido a un corto, por ejemplo) en el circuito y que pueda ser peligroso para los operarios.

### **Las prácticas de seguridad**

Éstas incluyen:

1. Quitar la energía al equipo eléctrico antes de llevar a cabo las operaciones de mantenimiento.
2. Utilizar solamente herramientas eléctricas que sean seguras y que se les pueda dar mantenimiento.
3. Recurrir al buen juicio y seguir los lineamientos de seguridad aplicables cuando se trabaja cerca de líneas energizadas.
4. Usar equipo protector personal adecuado, al que se pueda dar mantenimiento.
5. Durante el traslado de escaleras, grúas u otro equipo, mantenerse alejado (por lo menos 10 pies) de las líneas de corriente eléctrica.

### **4.5.3.5.- INCENDIOS**

Para que se inicie un incendio debe existir un combustible, un oxidante y una fuente de ignición. La proporción de combustible y de oxidante debe ser la

adecuada y debe ocurrir una reacción de combustión en cadena sin inhibiciones.

Por lo general, los incendios suceden en cuatro etapas. La etapa incipiente genera humo invisible, llamas o un calor apreciable, pero con partículas de combustión en cantidades considerables.

Por lo general, los incendios se dividen en una de las cuatro siguientes clases, según el combustible involucrado:

Clase A: Sólidos, como la hulla, papel y madera, que producen brasas ardientes o carbón.

Clase B: Gases y líquidos, los cuales necesitan una vaporización para la combustión.

Clase C: Incendios de la clase A o B que involucran equipo eléctrico.

Clase D: Incendios que involucran magnesio, aluminio, titanio, zirconio u otros metales fácilmente oxidantes.

El punto de ignición de un líquido es la temperatura a la cual éste produce suficiente vapor para quemarse o incendiarse en un momento.

La combustión cesa tan pronto como el vapor se consume. Si la temperatura aumenta por encima del punto de combustión, ésta continuará después de la ignición. Con frecuencia, los líquidos se clasifican como inflamables si su punto de inflamación está por debajo de cierta temperatura y como combustibles si su punto de inflamación está por encima de ella.

#### **4.5.3.6.- EXPLOSIONES**

Una explosión es una liberación repentina y violenta o la expansión de una gran cantidad de gas; puede ser causada por la liberación repentina de un gas comprimido así como por una reacción química.

Las explosiones pueden causar daños y lesiones a través de las ondas de choque resultantes, de los fragmentos de materiales o del movimiento del cuerpo que resulta de la onda de choque.

#### **4.5.4.- MATERIAL PELIGROS**

Cada contenedor en el lugar de trabajo debe estar etiquetado o marcado con una identificación del material peligroso que contiene y debe incluir las advertencias por escrito, colocadas en un lugar visible, así como la imagen o forma simbólica que den idea de los riesgos del producto químico.

#### **4.5.5.- PROTECCIONES EN LAS MÁQUINAS**

La protección es necesaria en el punto de operación, alrededor de los aparatos transmisores de energía, así como de otras piezas móviles.

Los movimientos peligrosos incluyen el rotativo, recíproco y el transversal, mientras que las acciones peligrosas abarcan la perforación, el, el doblado y el cizallado.

Los mecanismos protectores deben, como mínimo, impedir que haya contacto entre el trabajador y las piezas móviles peligrosas, estar sujetos con firmeza a la máquina e impedir emulación, proteger de la inserción inadvertida o de la caída de objetos extraños, crear el mínimo de interferencia con la ejecución del trabajo y permitir un mantenimiento seguro.

#### **4.5.6.- DISPOSITIVOS**

Los dispositivos pueden ser sensores de presencia, jaladeras, trabas,

controles de seguridad o compuertas.

Los sensores de presencia detectan la presencia de algún objeto extraño (una mano, por ejemplo) en el área de operación e interrumpen el ciclo de la misma.

Estos dispositivos son, por lo general, fotoeléctricos, de radiofrecuencia o electromecánicos.

Los dispositivos de jaladera incluyen uniones a las manos, a las muñecas o a los brazos del operario, que mantienen alejada la parte del cuerpo del punto de operación cuando la máquina entra en ciclos.

#### **4.6.- RUIDO**

El ruido se puede definir como un sonido no deseado. El ruido excesivo puede ocasionar:

- (1) disminución en el sentido auditivo
- (2) daño físico inmediato
- (3) interferencia o encubrimiento de sonidos particulares
- (4) molestias
- (5) distracción y

La reducción de los efectos adversos del ruido en el lugar de trabajo, se pueden lograr por medio de: (1) planeación oportuna (2) reducción del ruido en la fuente, (3) aislamiento en contra del reflejo del ruido y (4) uso de equipo de protección personal. La puesta en marcha de una planeación oportuna para reducir el potencial de exposición al ruido es la opción preferida.

La reducción de ruido en su fuente y el aislamiento del mismo, pueden ser muy costosos, mientras que el uso del equipo de protección personal puede ser difícil e incómodo para el trabajador.

El tipo de protección para los ojos y cara se debe basar en el tipo de riesgo presente y en el grado de exposición.

Los criterios para la selección del equipo deben incluir la comodidad, un buen ajuste, durabilidad y conservación.

La protección de la cabeza debe ser capaz de resistir la penetración y absorber el choque asociado con un golpe en la cabeza. Asimismo, algunas situaciones exigen protección en contra de las descargas eléctricas.

La protección de pies y piernas es necesaria para resguardarse del material que pueda caer o girar, de objetos filosos, de metal fundido y de superficies calientes, húmedas y resbalosas. Los zapatos de seguridad deben ser firmes y tener una punta resistente al impacto.

Los programas de atención auditiva exigen, en algunos casos, el uso de protectores para los oídos que se puedan moldear o preformar y se ajusten a cada persona; éstos pueden ser de algodón encerado, de espuma o de fibra de vidrio, los cuales son auto moldeable.

Los tapones desechables deben usarse una sola vez y tirarse, los no desechables deben recibir el mantenimiento apropiado.

Existe una gran variedad de equipo de protección personal para proteger los brazos, las manos y la espalda contra cortaduras, calor, salpicaduras, impacto, ácidos y radiación.

La protección respiratoria es necesaria cuando el operario se expone al aire contaminado por polvos, humos, nieblas, gases, humedad, aerosoles y vapores peligrosos.

#### **4.7.- RADIACIÓN**

La radiación es la energía transmitida a través del espacio. La radiación ionizante (rayos X, rayos gamma, rayos cósmicos) convierte los átomos en iones por medio de la adición o de la eliminación de electrones.

Por lo general, un material radiactivo se considera una sustancia que emite radiación ionizante.

Los efectos adversos de la exposición a la radiación excesiva incluyen el cáncer, los defectos de nacimiento en los hijos de los padres expuestos y las cataratas.

No existe evidencia concluyente de una relación causa-efecto entre las consecuencias adversas a la salud y los niveles actuales de la exposición a la radiación en el trabajo.

El peligro asociado con la exposición a la radiación ionizante se puede reducir por medio de la reducción del tiempo de exposición, de aumentar la distancia entre el trabajador y la fuente de radiación y por medio de una protección apropiada entre el trabajador y la fuente de radiación.

La radiación no ionizante, como la ultravioleta, la luz visible, la infrarroja, la de microondas y la del láser, también puede ser peligrosa.

Los riesgos que provienen de estas fuentes se pueden reducir por medio del uso de lentes apropiados, de cremas para la piel, de ropa, guantes y de mascarilla para la cara por el tiempo, distancia y medidas de protección mencionadas antes.

#### **4.8.- RESBALONES Y CAÍDAS**

Los resbalones y las caídas pueden suceder desde un lugar elevado o en el mismo nivel. Las caídas en el mismo lugar son el resultado de ya sea un



traspíe, que es el contacto de un pie o una pierna con una obstrucción inesperada, o de un resbalón entre el zapato y la superficie por la cual se camina.

Los traspíes se pueden prevenir mejor por medio de un buen mantenimiento y de una iluminación y señalamiento adecuados de las trayectorias, así como por medio de técnicas de traslado de cargas que no afecten la visibilidad del trabajador o que representen una sobrecarga.

Los resbalones se pueden prevenir por medio del mantenimiento adecuado de la superficie de trabajo y de la selección del tipo de calzado que proteja mejor o resista a los resbalones entre el zapato y la superficie por la que se camina.

Mientras que algunos estándares sugieren que la resistencia adecuada a los resbalones en el trabajo se define por un coeficiente de fricción de 0.5, no existe un acuerdo sobre cómo se puede medir la resistencia al resbalón.

En algunos casos, como en el de caminar sobre rampas o el de empujar y jalar cargas pesadas, puede ser necesaria una resistencia mayor a los resbalones.

Se debe poner énfasis en la maximización de la resistencia a los resbalones bajo todas las condiciones de trabajo esperadas, a través de la selección del calzado óptimo y los materiales de la superficie del piso.

#### **4.9.- EVITE RESPIRAR EL POLVO QUE CONTIENE FIBRAS DE ASBESTOS**

Respirar polvo de asbestos es peligroso para la salud puede causar asbestosis y cáncer.

El polvo y la suciedad presentes en montajes de embrague y frenos de ruedas de coches y camiones pueden contener fibras de asbestos que son aire comprimido o al cepillar en seco.

El montaje de los frenos de las rudas y los revestimientos del embrague deberían limpiarse usando una aspiradora, recomendada especialmente para usar con fibras de asbestos. La basura y el polvo de la aspiradora debería ser eliminado de manera que se prevenga su exposición, tal como un saco sellado. Se debería marcar el saco con una señal de peligro y notificar al recogedor de basura acerca del contenido del saco.

Sino hay disponible una aspiradora para asbestos, se debe limpiar en mojado. Si aún es posible la generación de polvo, los técnicos deberían usar caretas purificadoras de polvos tóxicos aprobadas por el gobierno.

El esmerilado o pulimento de la camisa del freno, cojines, rotores, tambores o revestimiento del embrague, debería ser hecho solamente mientras se esté usando un equipo de escape-ventilado apropiado. Solamente los técnicos que tienen que ver con el funcionamiento del freno o embrague deberían estar presentes esa área.

#### **4.10.- ACEITES DE MOTOR**

Contacto prolongado y reiterado con aceite mineral dará como resultado la extracción de las grasas naturales de la piel, " conduciendo a la sequedad, irritación y dermatitis. Además el aceite usado del motor contiene contaminantes potencialmente dañinos que pueden causar cáncer a la piel. Se debe proveer medios adecuados para la protección de la piel y facilidades para el lavado.

##### **4.10.1.- PRECAUCIONES PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD**

La protección más efectiva es adoptar medidas de trabajo que prevengan, como sea posible, el riesgo de contacto de la piel con aceites minerales; por ejemplo, usando sistemas de recipientes para la manipulación de aceites usados y desengrasando los componentes, donde sea factible, antes de manipularlos.

Otras precauciones:

- Evitar el contacto prolongado y reiterado con aceites, especialmente con aceites de motor, usados.
- Usar ropas protectoras, incluyendo guantes impermeables donde sea factible.
- Evitar contaminar con aceite las ropas, especialmente la ropa interior.
- No poner trapos contaminados sucios y zapatos impregnados con aceites. Los guardapolvos deben ser lavados regularmente y mantenidos en forma separada de la ropa de uso personal.
- Donde exista el riesgo de contacto con los ojos, debería usarse protección especial para la vista; por ejemplo, anteojos químicos o máscara de protección, además se debería proveer facilidades para el lavado de los ojos.
- Obtener tratamiento inmediato de primeros auxilios para cortes y heridas.
- Lavarse frecuentemente con jabón y agua para asegurar que se quita todo el aceite, especialmente antes de las comidas (productos de limpieza para la piel y cepillos para las uñas ayudarán). Después de la limpieza, se aconseja aplicarse preparaciones que contengan lanolina para reemplazar los aceites naturales de la piel.
- No usar gasolina, parafina, petróleo, gasóleo diluyentes o solventes para limpiarse la piel.
- Usar cremas de protección aplicándoselas antes de cada periodo de trabajo, para ayudar a quitarse el aceite de la piel al término del trabajo.
- Si se desarrollan problemas a la piel, obtener consejo médico sin demora.

#### **4.11.- PRECAUCIONES PARA EL CONVERTIDOR CATALÍTICO**

Si grandes cantidades de gasolina sin quemar pasan al transformador, éste puede recalentarse y crear peligro de fuego. Para evitar esto, tomar las siguientes precauciones y explicarlas a los clientes.

1. Usar solamente gasolina sin plomo.

2. Evitar poner en marcha en vacío prolongado. Evitar acelerar el motor a una velocidad de marcha en vacío rápida durante más de 10 minutos y velocidad de marcha en vacío durante más de 20 minutos.
3. Evitar la prueba de bujías. Realizar la prueba de bujías sólo cuando sea absolutamente necesario. Realizar esta prueba con la mayor rapidez posible, y no se debe acelerar nunca el motor mientras se lleva a cabo la prueba.
4. Evitar prolongadas mediciones de compresión del motor. Las pruebas de compresión del motor se deben realizar tan rápido como sea posible.
5. No se debe acelerar el motor cuando el tanque del combustible esté casi vacío. Esto puede hacer fallar el motor y crear una carga extra en el transformador.
6. Evitar la marcha en inercia con el encendido desconectado y las frenadas prolongadas.
7. No eliminar los catalíticos usados junto con piezas contaminadas con gasolina o aceite.

#### **4.12.- INFORMACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA SRS (AIR BAG O COJÍN DE AIRE) ADVERTENCIAS AL CLIENTE**

De no efectuar la revisión en la secuencia correcta, el sistema del cojín de aire podría desplegarse inesperadamente durante la revisión, pudiendo causar un grave accidente.

Además, si se comete algún error en la revisión del sistema del cojín de aire, podría suceder que el cojín de aire no funcione cuando sea preciso. Antes de comenzar la revisión (incluyendo el proceso de extracción e instalación de piezas, así como inspección o sustitución) es necesario leer lo descrito a continuación con suma atención<sup>13</sup>.

1. La revisión se debe empezar, como mínimo, aproximadamente unos 30 segundos después de apagar el conmutador de encendido y con el cable de terminal negativo (-) desconectado de la batería. (El sistema del cojín de aire está equipado con un mecanismo de retención que permite

desplegar el cojín de aire si el trabajo se empieza a los 30 segundos de desconectar el cable de terminal negativo (-) de la batería.). Al desconectar el cable de terminal negativo (-) de la batería, se anula la memoria del reloj y el sistema audio.

Por eso, antes de comenzar el trabajo, es necesario anotar el contenido memorizado por el sistema audio. Al acabar el trabajo, reiniciar el sistema audio como al principio y ajustar el reloj.

2. Los síntomas de mal funcionamiento del sistema de cojín de aire son difíciles de confirmar, de modo que los códigos de diagnóstico constituyen la fuente de información más importante a la hora de localizar un problema.
3. No usar jamás piezas de cojín de aire de otros vehículos. Al realizar cambios, usar piezas nuevas.
4. No intentar desmontar ni reparar el módulo de cojín de aire, el SRSCM, el resorte de reloj ni el arnés eléctrico con el propósito de usarlos de nuevo.
5. Si el SRSCM o el módulo del cojín de aire han sufrido algún golpe, o si la caja, la ménsula o el conector presentan grietas, abolladuras u otros defectos, reemplazar esas piezas con otras nuevas.
6. Después de terminar el trabajo en el sistema del cojín de aire, hacer la prueba del SRS.

---

<sup>13</sup>Hyundai Santa Fe – Manual de taller, Korea, 1998, Pág. 14

#### **4.13.- TIPIFICACION DE NORMAS DE TRABAJO**

1. En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de equipo de protección personal.
2. Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que debe cumplirse en todo momento.
3. Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad en el Trabajo.

4. Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
5. En las fábricas el tránsito de personal debe efectuarse por los pasillos, calles, pasajes, escaleras y puertas de acceso señalada a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr.  
Los pasillos y las calles deben estar libres, de obstáculos.  
Dentro del recinto se debe seguir e Código de Circulación.
6. Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada da inmediato en el botiquín (primeros. auxilios) por el personal responsable.
7. Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
8. Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriagues.
9. No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal no autorizado.
10. En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
11. Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
12. Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
13. No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de }as ropas o para quitar virutas.
14. No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados
15. Para la extracción de equipos corrosivos deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores; sifones, embudos, pipetas, etc.

## **CAPITULO V**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS CAMBIOS A REALIZARSE.**

#### **5.1.- DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Es el conjunto de recursos financieros asignados para la adquisición de los insumos necesarios para iniciar el proyecto.

##### **5.1.1.- INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS**

Recursos necesarios para la adquisición de bienes muebles e inmuebles requeridos para el arranque de la producción y que formarán parte de la estructura productiva de la empresa, se divide en:

Activos fijos tangibles, como ser:

- Terrenos, etc.
- Maquinaria, equipos, herramientas.
- Muebles de oficina

Activos fijos intangibles

- Investigaciones preliminares
- Estudios de factibilidad
- Patentes
- Gastos de organización
- Gastos de prueba de producción, etc.

##### **5.1.2.- INVERSIONES EN ACTIVO CIRCULANTE**

Son aquellos rubros que tienen mayor liquidez y facilitan a la empresa disponer de recursos necesarios para desarrollar su actividad productiva y de comercialización, esos rubros se lo identifica con el concepto de “Capital de Trabajo” que no es sino el flujo de efectivo mínimo que la planta requiere para su funcionamiento en un periodo dado.

La estimación del monto de cada uno de los rubros que conforman el capital de trabajo se debe realizar tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Caja Bancos
- Cuentas por cobrar
- Inventarios
- Cronograma de inversiones

## **5.2.- DETERMINACIÓN DE COSTOS**

La estructuración de los costos se basa en el programa de producción y en los coeficientes técnicos de requerimiento de insumos, materias primas y mano de obra especificados en el flujo grama de producción.

Un costo directo es aquel que puede identificarse directamente con el proceso, trabajo, o cualquier otra sección de la empresa.

Un costo indirecto es aquel que no puede atribuirse directamente a esas secciones de la empresa. Los costos ya sean directos o indirectos presentan la siguiente naturaleza:

### **5.2.1.- COSTOS FIJOS**

Sueldos de administración, impuestos prediales, tasas, intereses por créditos a largo plazo, depreciación, amortizaciones, seguros, gastos de investigación, publicidad, etc.

### **5.2.2.- COSTOS VARIABLES**

Son aquellos que fluctúan de acuerdo a la mayor o menor utilización de la capacidad instalada, o lo que es lo mismo, con el volumen de la producción.

De esta definición se desprende el hecho de que si la empresa no desarrolla ninguna actividad productiva los costos variables serán igual a cero.



### **5.3.- ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA**

Este indicador determina si la planta tiene liquidez suficiente para afrontar los pasivos a corto plazo o inmediato.

### **5.4.- VALOR PRESENTE NETO O VALOR ACTUAL NETO ( VAN)**

Por VAN de un proyecto se entiende el dividendo que podría anticiparse a los accionistas a cuentas del proyecto, sabiendo que este habrá de recuperarse y además se pagara el costo de su financiamiento.

Se van ha traer al presente todos los flujos netos de efectivo generados por el proyecto y se comparan con la inversión.

Si el VAN es positivo (+) el proyecto es rentable.

Si el VAN es negativo (-) el proyecto no es rentable

### **5.5.- TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)**

Es aquella que hace que la diferencia entre el flujo de beneficios y costos actualizados sea igual a cero.

Es la tasa máxima que estaríamos dispuestos a pagar a quienes nos financian el proyecto considerando que también se recupera la inversión.

### **5.6.- VALOR BENEFICIO-COSTO ( B/C)**

Otra actividad que debe ser considerada en cada una de las iteraciones desarrolladas para evaluar el proyecto es la identificación explícita de todos los beneficios y todos los costos que se puedan asociar o imputar al proyecto, independientemente de la posibilidad de cuantificarlos, medirlos o valorarlos, dejando esto último para la actividad siguiente.

La idea es que posteriormente se podrá realizar un análisis tendiente a discriminar estos beneficios y costos separando los mensurables de los no mensurables y eliminando duplicaciones.

Como en todas las actividades que se están analizando, el grado de precisión de esta actividad dependerá de la etapa de iteración que se este desarrollando.

#### **5.7.- PUNTO DE EQUILIBRIO**

Nos ayuda a determinar la rentabilidad y resultados del proyecto, para este proyecto es el numero de vehículos a ser reparados, así como en el mantenimiento de los diferentes sistemas del automóvil por cada año para cubrir los costos totales, es decir que la utilidad sea cero.

Todo el cálculo de estas variables consta en los anexos A.

## **CAPITULO VI**

### **SUGERENCIA DEL ESTUDIO REALIZADO PARA LA EMPRESA.**

## **6.1.- PROPUESTAS DEL CAMBIO A EJECUTARSE BAJO EL SOFTWARE PROJECT.**

**(Anexo B.)**

## **6.2.- ELABORACIÓN DEL PLANO DE TALLER**

**(Anexo C.)**

## **6.3.- CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA**

Una forma de visualización del diseño del taller de servicios y mantenimiento automotriz de vehículos, es la realización de una maqueta arquitectónica, en la cual se puede detallar todos los espacios y áreas que conforman dicho taller.

Mediante esta maqueta se puede revisar y verificar cualquier tipo de perfeccionamiento de construcción en los edificios ya sea de almacenamiento, mantenimiento, servicios, administración, etc.

### **6.3.1.- SELECCIÓN DE MATERIALES**

Los materiales a emplearse están dispuestos de acuerdo al tamaño del plano y también a la escala que es 1: 50

- Aglomerado, 4 mm de espesor x 1200 mm de ancho x 1200 mm de largo.
- Aglomerado, 15 mm de espesor x 1000 mm de ancho x 1000 mm de largo.
- Cartón de ilustración ondulado tipo techo, 1 pliegos
- Papel de ilustración con forma de cerámica, 1 pliegos.
- Pintura (amarillo , negro, verde
- Perfil de aluminio para estructu

- Tuberías y platinas de aluminio
- Tuberías de plástico
- Plástico de anillado
- Malla de poliéster
- Pegamento UHU
- Lijas de madera
- Lijas de agua
- Goma blanca
- Yeso

#### **Herramientas manuales:**

- Caladora
- Sierra y arco
- Estilete
- Tijeras
- Flexómetro
- Limas
- Escuadra
- Taladro
- Lijas

#### **6.3.2.- CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA SEGÚN LOS ESTUDIOS REALIZADOS**

- 1) Primero empezamos revisando los planos estructurales en autocad
- 2) Aplicación de escala para el plano y acotación a 1:50
- 3) Cortamos el aglomerado de acuerdo a las medidas adoptadas por el plano, con un excedente en todos los lados para representación de las aceras calles y avenidas.
- 4) Impresión de áreas como fachadas, paredes interiores, exteriores en papel bond teniendo en cuenta las medidas del plano.

- 5) Recorte de fachadas y paredes en aglomerado de 4 mm haciendo uso las plantillas impresas.
- 6) Recorte de la base, en aglomerado 4 mm de acuerdo a la medida del plano.
- 7) Pegado de la base a la contrabase de 15 mm.
- 8) Implantación en la base, del plano arquitectónico a la escala 1:50.
- 9) Unión de las partes cortadas a la base
- 10) Lijado y masillado de la estructura armada.
- 11) Pintado de piso de talleres, parqueaderos y áreas de oficinas.
- 12) Recorte y pegado de puertas y ventanas.
- 13) Ubicación y representación de maquinarias y partes en talleres y oficinas.
- 14) Recorte del cartón de ilustración tipo techo y fijación en estructuras removibles para asentar en áreas que necesiten de este tipo de cubierta.  
Se debe tener en cuenta las formas de caída de la cubierta, y que su dimensión de área sea mayor a su área de construcción.
- 15) Colocado de señalización e identificación de áreas tanto de talleres, bodegas, almacén y oficinas.
- 16) Decoración de avenida.
- 17) Fijar domo.

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **CONCLUSIONES**

- El análisis de este tema me ha ayudado a comprender y entender la importancia que tiene el mismo, en el campo de la ingeniería automotriz.
- El estudio de métodos, tiempos y movimientos tiene una gran importancia para el desarrollo de mejoras de un taller de servicios ya que con estos resultados puedo diseñar planes de capacitación para trabajadores en el método mejorado y para plantear detalles pertinentes junto con el trabajo de distribución en la planta.
- Este proyecto me permite conocer los tiempos que se necesita para realizar un trabajo, paralelamente a esto también el tiempo que ocupa una maquina para realizar un trabajo de mantenimiento.
- El sistema de tiempos estándar me ayuda a programar el tiempo diario de trabajo, manejar el personal de mecánicos y fijar precios.
- El diagrama hombre- maquina me ayuda a determinar tiempos muertos tanto de la maquina como del operario, dato importante para realizar la adquisición de maquinarias.
- Este estudio me ha servido para analizar las diferentes estaciones de trabajo que deben existir en un taller de servicios automotrices a fin de tener una distribución apropiada.

## **RECOMENDACIONES**

- Si los estándares son demasiado estrictos pueden resultar un motivo de queja, huelgas o malas relaciones de trabajo. Por otro lado si los estándares son demasiados holgados pueden afectar en una planeación y control deficiente, altos costos y bajas ganancias.

- Es de mucha importancia realizar un estudio de impacto ambiental antes de implementar el proyecto, principalmente con respecto al tratamiento y reutilización de aguas con el objeto de bajar el índice de contaminación por la generación de residuos y desechos producidos en el taller de servicios.
- Se recomienda realizar una constante evaluación del proyecto para determinar y conocer a ciencia cierta como marcha el proyecto y poder aplicar los correctivos necesarios.
- Debido a la magnitud del proyecto y a la fuerte inversión económica se recomienda esperar como mínimo 5 años para la aplicación de un nuevo proyecto.
- Recomiendo antes de iniciar un estudio de métodos y tiempos en un taller de servicios automotrices capacitar e informar a todo el personal el objetivo y los alcances de este estudio, caso contrario no habrá una colaboración total de parte del personal que esta involucrado en forma directa en la actividad, produciéndose errores al final del estudio.
- El mentalizador del proyecto deberá constantemente monitorear el método propuesto e ir ajustando conforme pasa el tiempo y se vaya presentando nuevas necesidades ya que al inicio siempre existirá algunas deficiencias hasta que el personal se adapte y acepte el nuevo método.
- Se recomienda trabajar en una forma integrada todos los departamentos existentes en este proyecto, es decir con un sistema de red. Para eliminar o bajar los tiempos que se pierde en el traslado de ordenes de facturación, pedido de repuestos, etc.

## BIBLIOGRAFÍA

- ☑ J. M. Alonso - Técnicas del automóvil (Inyección de gasolina y dispositivos anticontaminación), Editorial Paraninfo, Madrid, 1998.
- ☑ W. K. Hodson – Manual del ingeniero industrial Tomo I Cuarta edición, editorial McGRAW-HILL, Mexico 2002
- ☑ B. W. Niebel – Ingeniería industrial, Métodos tiempos y movimientos, Novena edición, Editorial Alfaomega, México, 1996.
- ☑ Hyundai, Manual de taller, Santa fe, Corea, 1998.
- ☑ F. E. Meyers – Estudio de tiempos y movimientos, editorial Pearson, México, 2000
- ☑ [www.insite.industrial.uson.mx/materias/m0902/t5.htm](http://www.insite.industrial.uson.mx/materias/m0902/t5.htm)
- ☑ [www.insite.industrial.uson.mx/materias/m0902/t4.htm#41](http://www.insite.industrial.uson.mx/materias/m0902/t4.htm#41)
- ☑ [www.cniv.org.mx/revista/estilo/hojear/articulo.php?id\\_articulo=7](http://www.cniv.org.mx/revista/estilo/hojear/articulo.php?id_articulo=7)
- ☑ [www.server2.southlink.com.ar/vap/mano\\_de\\_obra.htm](http://www.server2.southlink.com.ar/vap/mano_de_obra.htm)
- ☑ [www.udec.cl/cbaque\\*da/homenaje.htm](http://www.udec.cl/cbaque*da/homenaje.htm)
- ☑ [www.angelfire.com/id/industrialusm/bv.html](http://www.angelfire.com/id/industrialusm/bv.html)



**ANEXOS**

## **ESTRUCTURA DE LA HOJA**

Esta es una HOJA ELECTRÓNICA y puede NAVEGAR por ella usando los comandos ESPECIFICADOS en LA LÍNEA DE COMANDOS (Flecha arriba, abajo, a la izquierda, a la derecha y las teclas <PgDn> o <PgUp>). Como usted verá, al posicionarse en una celda esta se resaltará indicándole dónde se encuentra posicionado. Al mismo tiempo, la hoja despliega el VALOR de la celda en la PRIMERA fila indicando su COORDENADA "XY" donde X es la columna (A...Z) y Y es la fila..

## **CAPTURANDO O MODIFICANDO DATOS**

Para CAPTURAR cualquier dato basta con digitarlo y oprimir la tecla <ENTER>. Note que cada dígito es desplegado como se indica en el párrafo anterior. Una vez terminada su captura utilice los comandos especificados en la LÍNEA de COMANDOS para posicionarse en cualquier otra celda. Lo mismo es válido al modificar el contenido de cualquier celda.

Si el dato capturado EXCEDE al límite de dígitos establecido, la hoja presentará una cadena de asteriscos ("\*\*")

## **EL FORMATEO DE LOS DATOS**

Los datos capturados son formateados a dos o cuatro decimales (por cuestiones de presentación) y sin redondear. Esto se realiza con el propósito de no perder precisión en los cálculos. El VALOR REAL con el cual la hoja se encuentra realizando sus cálculos lo puede visualizar posicionándose en la celda deseada y notando el despliegado de la misma en la PRIMERA FILA.

## **LA CAPTURA DE TABLAS**

Existen opciones dentro del sistema que le exigen la selección de un valor dado por medio de tablas (destreza, esfuerzo, etc.). Para poder seleccionar cualquier opción de una de éstas tablas debe de POSICIONARSE en la celda deseada y OPRIMIR CUALQUIER TECLA para que el submenu adecuado sea PRESENTADO. Navegue dentro del submemu y OPRIMA la TECLA DE <ENTER> para obtener el valor correspondiente.

## **OPERACIÓN**

La hoja determina su tamaño (número de filas y columnas) en función de los datos capturados previamente tal como los períodos, ciclos, elementos etc. Las columnas las fija el propio sistema de acuerdo a la opción que se encuentra procesando.

Usted puede AMPLIAR o REDUCIR su tamaño simplemente variando los datos que se mencionan en el párrafo anterior. Sin embargo, es importante que esté conciente de los resultados. La ampliación agrega más filas y columnas sin que se pierda algún dato pero los cálculos y resultados se verán afectados.

La reducción eliminará filas de abajo hacia arriba (no puede ser selectiva) resultando en que la información contenida en dichas filas se perderá y NO PUEDE SER RECUPERADA. Por ejemplo, si usted tiene una hoja de 5 filas y desea reducirla a 3 entonces se conservan las filas 1 a 3 y se pierden las filas de 4 a 5.

Usted NO PUEDE CAMBIAR las celdas que contienen TÍTULOS o valores calculados. Sin embargo, al alterar cualquier otra celda de CAPTURA, la hoja SE RECALCULARA de forma automática

## **TIEMPO ESTÁNDAR**

Para determinar el número de ciclos a cronometrar usando el cronometraje de vuelta a cero, se parte de un muestreo preliminar recomendado de entre 5 y 7 ciclos y se especifican el grado de precisión y el nivel de confianza del estudio.

A partir de los datos obtenidos para cada elemento, se calculan la desviación estándar, la media aritmética y el coeficiente de variación (razón de la desviación estándar a la media aritmética) correspondientes.

Obtenido el coeficiente de variación de cada uno de los elementos, para calcular el número de ciclos a cronometrar se elige el máximo coeficiente de variación y se sustituyen su desviación estándar y media aritmética correspondientes en la siguiente expresión:

$$N = \frac{100St}{XK} + 2$$

en donde N es el número de ciclos a cronometrar, S es la desviación estándar, t es el coeficiente de distribución de Student correspondiente al nivel de confianza del estudio y al número de ciclos cronometrados preliminarmente, X es la media aritmética y K es el grado de precisión del estudio.

### **TIEMPO ESTÁNDAR; VUELTA A CERO**

Inicialmente se realiza el cronometraje de cada uno de los elementos que pertenecen al estudio y éste se efectúa tantas veces como ciclos se hayan calculado o especificado de manera particular; en ambos casos, la lectura de los tiempos se hace mediante el procedimiento de vuelta a cero.

Para calcular el Tiempo Estándar (TE), primero se deben determinar los siguientes factores para cada uno de los elementos:

1. Tiempo medio observado
2. Factor de calificación
3. Margen o tolerancia

### **- TIEMPO MEDIO OBSERVADO**

A partir de los datos cronometrados inicialmente, mediante la siguiente expresión se calcula el Tiempo Medio Observado (TMO) para cada elemento:

$$\text{TMO} = \frac{\bar{\delta}(\text{Tiempos del elemento})}{\text{Número de ciclos}}$$

- **FACTOR DE CALIFICACIÓN:**

La calificación de la actuación, o determinación del Factor de Calificación (FC), es una técnica para calcular con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea. Entre las técnicas más importantes para establecer el FC se encuentran las siguientes:

**a) SISTEMA WESTINGHOUSE:** en esta técnica se consideran la Destreza (DES.) o habilidad del operario en seguir un método dado; el Esfuerzo (ESF.) o empeño que se define como la velocidad con que se aplica la destreza; las Condiciones (COND.) que afectan directamente al operario; y la Consistencia (CONS.) del operador que debe evaluarse mientras transcurre la operación.

En la aplicación de esta técnica, cada elemento es calificado respecto a los cuatro aspectos de la misma y mediante la siguiente expresión se calcula el FC correspondiente:

$$\text{FC} = 1 + \bar{\delta} (\text{valores seleccionados para el elemento}) \quad (2)$$

- **MARGEN O TOLERANCIA:** Se define como la adición de tiempo otorgado al trabajador al tomar en cuenta las interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

Estas tolerancias se dividen en las siguientes categorías: suplementos constantes [SUPLE(A)]; suplementos por trabajar de pie [SUPLE(B)]; suplementos por postura normal [SUPLE(C)]; levantamiento de pesos y uso de fuerza (LEVANTA); intensidad de luz (INTENSI); calidad del aire

(CALIDAD); tensión visual [TENS(A)]; tensión auditiva [TENS(B)]; tensión mental [TENS(C)]; monotonía mental [MONOT(A)]; y monotonía física [MONOT(B)].

Para determinar el Margen (M) de cada elemento, se seleccionan las tolerancias pertinentes y mediante la siguiente expresión se obtiene el factor correspondiente:

$$M = 1 + \frac{\tilde{\sigma}(\text{Valores seleccionados para el elemento})}{100}$$

### **TIEMPO ESTANDAR:**

Finalmente, luego de obtener para cada elemento el Tiempo Medio Observado (TMO), el Factor de Calificación (FC) y el Margen (M), el Tiempo Estándar (TE) por elemento se determina mediante la siguiente expresión:

$$TE = (TMO) (FC) (M)$$

NOTA: Para facilitar su identificación, los nombres de cada uno de los aspectos que se consideran en las técnicas para determinar el FC y el M, se han abreviado en esta pantalla de acuerdo a como se presentan en las pantallas correspondientes de este programa.

ALFAOMEGA GRUPO EDITOR

### **DISCO DE PROGRAMA**

En este documento se proporciona la información indispensable para que usted pueda instalar los archivos necesarios para ejecutar el programa TYM que se incluye con el libro INGENIERIA INDUSTRIAL, métodos, tiempos y movimientos, Novena edición de Benjamín W. Niebel.

Es importante que lea cuidadosamente y hasta el final este archivo, ya que explica la forma en que debe instalar en su disco duro TYM.EXE, proporcionado por Alfaomega Grupo Editor, SA de CV como apoyo al lector para que pueda llevar la teoría explicada en el libro a la simulación de casos prácticos.

### **REQUERIMIENTOS DE EQUIPO**

Antes de hacer la instalación, asegúrese de contar con lo siguiente, ya que de lo contrario no podrá instalar TYM y mucho menos ejecutarlo:

- a. Una computadora con procesador 286 o superior,
- b. Por lo menos 1 Mbyte de espacio libre en el disco duro.
- c. Un mínimo de 1 Mbyte de memoria RAM.
- d. Sistema operativo PC o MS-DOS 3.1 o superior. e) Unidad de disquete de 3 112 de alta densidad.

El programa puede incluso funcionar correctamente en una computadora XT con 640 kB de memoria RAM, pero se recomienda la AT con procesador 80286 o superior por cuestiones de velocidad de proceso. No sería conveniente cargar una tabla de datos para realizar una gran cantidad de cálculos, en una máquina tan lenta. El requisito indispensable es contar con sistema operativo MS o PC DOS versión 3.1 o superior.

El problema será copiar los archivos a un disquete de baja densidad para realizar la instalación desde ahí, ya que las computadoras XT no cuentan con unidad de lectura de disquetes de alta densidad.

## PROCESO DE INSTALACIÓN DE TYM

Para instalar el programa en su disco duro, siga estos pasos:

Nota: El programa ha sido concebido para trabajar en ambiente DOS, por lo que, si está empleando un ambiente gráfico como Windows en cualquiera de sus diferentes versiones, salga de él! antes de emplear TYM.

- Salga de cualquier aplicación que esté ejecutando y vaya al directorio raíz de su disco duro; una vez en el símbolo del sistema (comúnmente C:1), coloque el disquete en la unidad A: o B: y cámbiese a ella:

A: (Enter) o B: (Enter)

Ya ubicado en la unidad de disquete, usted tiene dos opciones:

- A) **INSTALACIÓN RÁPIDA** que almacena el programa TYM en el subdirectorio del mismo nombre, que es el predefinido
- B) **INSTALACIÓN PERSONALIZADA** que ubica el programa en el subdirectorio que usted elija.

Si desea emplear la INSTALACIÓN RÁPIDA, sólo digite lo siguiente desde el símbolo del sistema:

INSTALARA: C: (Enter).- En donde INSTALAR es el nombre del programa instalador; A: es la letra de la UNIDAD ORIGEN desde donde se llevará a cabo la instalación y C es la UNIDAD DESTINO. La UNIDAD ORIGEN podría ser B: si su computadora cuenta con dos lectoras de disquete. C: también puede cambiar a D: o E: si cuenta con dos o más discos duros.

Tenga mucho cuidado en digitar correctamente las letras de las unidades origen y destinos seguidas de los dos puntos (:). De lo contrario recibirá mensajes de error continuamente.

Si desea realizar la INSTALACIÓN PERSONALIZADA, además, de los datos de la INSTALACIÓN RÁPIDA, deberá agregar el nombre del subdirectorío que utilizará para copiar y ejecutar los archivos del programa.

Para ejemplificar esta instalación, suponga que desea ubicar el programa en la unidad de disco C:, en el subdirectorío ALFA, desde la unidad A:. En este caso, la línea de comandos que deberá digitar desde el indicador (Prompt) del DOS será como la siguiente:

INSTALAR A: C: ALFA (Enter) NOTA:

Recuerde que las letras de las unidades pueden cambiar dependiendo de las características de su propia computadora.

Observe que el subdirectorío de su elección se encuentra "colgado" del directorío raíz de la UNIDAD DESTINO seleccionada.

No está de más recordarle que debe colocar los dos puntos (:) inmediatamente después de las letras de las unidades que empleará para la instalación. No olvide incluir todos los datos. De lo contrario recibirá continuamente mensajes de error que pueden llegar a ser molestos.




- Si por alguna causa el programa de instalación detecta un error, éste le enviará un mensaje. Verifique que la instrucción esté correctamente escrita.

Una vez que la instalación ha terminado, el programa automáticamente lo ubica en el disco duro seleccionado, dentro del subdirectorío elegido. Pulsando una tecla cualquiera, se mostrará el contenido del subdirectorío.

Nota: Si observa, este subdirectorío contiene otro subdirectorío denominado. TABLAS. Nunca lo elimine ni borre el archivo TABLE4. DAT, porque es necesario. Si lo hace se le presentarán problemas.

Antes de ejecutar el programa, consulte el archivo LEAME.TXT incluido en dicho subdirectorío, que contiene las instrucciones de uso de TYM e información de gran utilidad.

REPORTE DE CALIDAD DEL PRODUCTO (Q I R)						HDE 004
DISTRIBUIDOR	CONCESIONARIO	PAIS	MODELO	FECHA	PRIORIDAD	
NUMERO DEL VIN	NUMERO MOTOR	CAJA AUTO/MAN	KILOMETRAJE	INFORM. ADICIONAL		
FECHA DE PRODUCCION	FECHA DE VENTA	FECHA DE REPARACION		FOTOS .....		
				PARTES .....		
				OTROS .....		
				.....		
				.....		
PROBLEMA:			NUMERO DE PARTE:			
<b>Descripción del Problema:</b>						
1. <b>Condición:</b> a) Queja del Cliente en detalle b) Síntoma del Problema y Problemas de operación (Por favor describa igual que el Cliente lo ha descrito: "es así..., desde cuando...Qué y Cómo sucedió".....						
2. <b>Análisis:</b> (resultado de la Investigación) 3. <b>Acción tomada:</b> El contenido de la Reparación, en el que se incluya sus resultados, incluyendo la parte dañada mayor)						
4. <b>Comentarios/Recomendaciones:</b> La Reacción del Cliente por la reparación y su Sugestión en mejoras de calidad						
1) .....						
.....						
.....						
2) .....						
.....						
.....						
3) .....						
.....						
.....						
4) .....						
.....						
.....						
(Por favor llene en las condiciones en las que sucedió el problema)						
<b>GENERAL</b>	<b>MOTOR</b>	<b>DATOS DEL HI-SCANN</b>		<b>OTROS</b>		
Temperatura del Aire Exterior: °C	Temperatura del Agua: : .....°C	1.....	2.....	Condiciones de Rodaje:		
Interior: °C	o Frío / Caliente	3.....	4.....	Hábitos del Conductor:		
Clima (Lluvioso, soleado,...)	Revoluciones del Motor: : .....RPM	5.....	6.....	Accesorios del Vehículo:		
Humedad: %				A/C: ON / OFF		
Altitud: m						
Velocidad del Vehic. ....Km/h	<b>NOTAS ADICIONALES:</b>					
Marcha seleccionada P R N 1 2 3 4 5						
REPORTADO POR:.....						

**REPARACION DE TRABAJOS POR GARANTIA / Número de la Orden de Trabajo:.....**

NOMBRE DEL CONCESIONARIO:.....

NOMBRE DEL CLIENTE:.....

FECHA DE LA REPARACION:.....

MODELO DEL VEHICULO:.....

NUMERO DEL VIN DEL VEHICULO:.....

FECHA DE VENTA DEL VEHICULO:.....

KILOMETRAJE DEL VEHICULO:.....

**DESCRIPCION DEL PROBLEMA (Por favor anote con las palabras del Cliente)**

Con mi firma autorizo que se realicen los trabajos pertinentes en mi Vehículo, de acuerdo a la descripción que está detallada.

Firma del Cliente.....

Firma del jefe de Servicio.....

**DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS NECESARIOS:**

NOMBRE DE PARTES AFECTADAS	CODIGO	EXISTENCIA	IMPORTACION

**CODIGO DE OPERACIÓN:**
**NATURALEZA:**
**CAUSAL:**

Firma de Jefe de Repuestos

Fecha de recepción:

**NOTAS RELACIONADAS CON ESTA GARANTIA (Por favor anote cualquier aclaración necesaria)**
**Firma y Nombre del responsable de la Nota**



**ANDINAMOTORS S.A.**

SUR - MATRIZ: Av Atahualpa s/n y Victor Hugo

Tel: (593-3) 843332 - 841045

NORTE: Av. Indoamérica entrada a las Viñas

Tel: (593-3) 850471 • Fax: (593-3) 416250

AMBATO - ECUADOR

**ORDEN DE TRABAJO N° 002883**

Nombre: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

F. Recepción:	F. Entrega:	Hora:	Kilometraje:	Color:	Placa:
Tipo:	Motor:	VIN:	E <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> F		

**TRABAJOS A REALIZARSE**

Operación	Unidades Tiempo	Mano de Obra	Operación	Unidades Tiempo	Mano de Obra	
<b>MOTOR</b> Cambio de aceite <input type="checkbox"/> filtro <input type="checkbox"/> Revisión de niveles <input type="checkbox"/> ABC motor <input type="checkbox"/> Sust. Filtro gasolina <input type="checkbox"/> y aire <input type="checkbox"/> Rev. Sust. Banda dentada <input type="checkbox"/> Sust. bandas ALT <input type="checkbox"/> DH <input type="checkbox"/> Carburador O/H <input type="checkbox"/> Manten. 1000 <input type="checkbox"/> 3000 <input type="checkbox"/> Motor desmontaje <input type="checkbox"/> montaje <input type="checkbox"/> Motor reparar <input type="checkbox"/> Calibrar válvulas <input type="checkbox"/>			<b>FRENOS</b> Limpieza y ajuste frenos <input type="checkbox"/> Sustituir pastillas <input type="checkbox"/> Sustituir zapatas <input type="checkbox"/> <b>VARIOS</b> Reajuste general <input type="checkbox"/> <b>LIMPIEZA</b> Carrocería <input type="checkbox"/> Cera <input type="checkbox"/> Chasis - Pulverizada <input type="checkbox"/> Interior - Protector <input type="checkbox"/> Engrasada <input type="checkbox"/>			
<b>SUSPENSION</b> Amort. Delanteros sust. <input type="checkbox"/> rev. <input type="checkbox"/> Amort. Posteriores sust. <input type="checkbox"/> rev. <input type="checkbox"/> Alineación <input type="checkbox"/> Balanceo <input type="checkbox"/> Rotación <input type="checkbox"/> Enlantaje <input type="checkbox"/>			<b>REPARACIONES</b>      			
<b>TRANSMISION</b> Camb. aceite caja <input type="checkbox"/> corona <input type="checkbox"/> Sustitución embrague <input type="checkbox"/> Regulación de embrague <input type="checkbox"/> Cambio aceite caja automática <input type="checkbox"/>						
			Control de Calidad	<b>L</b>	<b>LUBRICANTES</b>	<b>TIPO</b>
			<input checked="" type="checkbox"/> ASESOR DE SERVICIO			

Inspección	SI	NO
Plumas	_____	_____
Encendedor	_____	_____
Radio	_____	_____
Maquetas	_____	_____
Espejo Int.	_____	_____
Espejo Ext.	_____	_____
Tapa Radiador	1.2.	_____
Tapa Gasolina	_____	_____
Tapa Cubo	1.2.3.4.	_____
Aros	1.2.3.4.	_____
Emergencia	_____	_____
Herramientas	1.2.3.4.5.6.	_____
Gafa	_____	_____
Palanca	_____	_____
Llave de Ruedas	_____	_____
Otros	_____	_____

Garantizo y aseguro que soy dueño, o estoy autorizado por el dueño de este vehículo para ordenar esta reparación.

Por medio de mi firma al pie de la presente orden, autorizo para que el taller de servicio efectúe los trabajos detallados en la misma, reemplazando los repuestos que juzgue conveniente. Además autorizo a sus empleados para operar y manejar este vehículo por calles y carreteras para probarlo y revisarlo. Así mismo otorgo el derecho de disponer el vehículo arriba mencionado en caso de no pagar las reparaciones y repuestos utilizados, para amparar así su costo.

La empresa no se responsabiliza por accesorios no especificados en esta orden de trabajo, al momento de la recepción.

El Taller no se responsabiliza por daños ocasionados en los vehículos en caso de incendios, robos, accidentes o cualquier otra causa ajena a nuestra voluntad.

Todo trabajo terminado será cancelado antes de ser retirado.

Firma del cliente ( no firmar sin leerlo )

\* ABOLADURAS (golpes) • O PAVADURAS • O QUEBRADO

Observaciones: \_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Prometido \_\_\_\_\_ A.M.  
 \_\_\_\_\_ P.M.



# INSPECCION PREVIA A LA ENTREGA

PDI 

HDE 002

CLIENTE: .....

DIRECCION: .....

Fecha de la Inspección: ..... Número de Factura /Orden de Trabajo: .....

Modelo del vehículo: ..... Número del VIN: .....

Color: ..... Número del Motor: .....

Kilometraje: ..... Número de la Llave: .....

Código de seguridad: ..... Código del Radio: .....

### TRABAJOS PRELIMINARES

- Revise la conexión del Velocímetro
- Revise cuidadosamente todos los Fusibles y Relés
- Revise y reajuste los Bomes de la Batería
- Quite los protectores de Tránsito interiores y exteriores y las cubiertas de los discos de freno(en el caso de tenerlas)
- Ingrese Hi-Scann para detectar y borrar códigos posibles
- Codifique la Llave ID, llaves Master y el mando a distancia
- Guarde el número del "password" y anótelo en el formato y en el Archivo del Cliente para futuros trabajos.

### POR DEBAJO DEL VEHICULO

- Compruebe posibles fugas de Aceites, Refrigerante del Motor
- Compruebe la firmeza y montaje de cada una de las piezas de la suspensión, Motor, Caja de Cambios y Diferenciales
- Compruebe la firmeza de los anclajes del sistema de Escape
- Compruebe la firmeza, el anclaje de todos los tubos y cañerías del Sistema de Frenos, Combustible, Embrague y Dirección asistida.
- Compruebe que no existan fugas o contactos de elementos en contra del sistema de Escape

### INTERIOR DEL VEHICULO

- Compruebe el funcionamiento de todos y cada uno de los Sistemas eléctricos del Vehículo.
- Instale la Hora en el Reloj y ajuste las emisoras en el radio, inclusive preinstalando estaciones en ellas.
- Compruebe el funcionamiento de los elevatunas, techo corredizo los seguros de las puertas y el seguro centralizado.
- Examine visualmente todos los componentes interiores, asientos, tablero de instrumentos y cinturones de seguridad
- Pruebe la correcta función de cada instrumento en el Tablero

### PRUEBA DE RUTA EN CALLE O CARRETERA

- Compruebe el funcionamiento de la Calefacción y el A/C
- Compruebe el funcionamiento del Sistema de Dirección mecánica o asistida y del Sistema de Frenos
- Compruebe el trabajo y eficiencia del Freno de Mano
- Compruebe la selección de velocidades y del Sistema de la Caja de Transferencia en el caso de tenerlo.
- Compruebe el funcionamiento efectivo y silencioso de los pedales del Freno, Embrague y acelerador
- Anote cualquier ruido anormal, rechinar, vibración, sonido del viento al circular y proceda a su reparación inmediata si encuentra anomalías
- Compruebe la alineación del Volante y la Alineación correcta del Vehículo mientras conduce en diferentes formas de manejo.

### EXTERIOR DEL VEHICULO

- Compruebe el funcionamiento correcto de puertas, cerraduras, capot y maletero, así como su seguridad
- Compruebe el funcionamiento de la tapa de Combustible, tanto su función eléctrica, como manual y de emergencia
- Apriete las tuercas de las ruedas al Torque correcto
- Examine la Pintura del Vehículo y anote cualquier anomalía
- Compruebe la alineación de los faros y el funcionamiento de todas las luces, tanto delanteras como posteriores
- Infle los Neumáticos a la presión correcta

### FIRMA DEL OPERARIO:.....

### RECORDATORIOS PREVIOS A LA ENTREGA DEL VEHICULO HACIA EL CLIENTE

- Compruebe el Registro de Boletines de Servicio para que se entregue el Vehículo sin defectos al Cliente
- Retenga dos copias de este Formato, uno se deberá entregar al Archivo del Concesionario y otro a Hyundai del Ecuador
- Asegúrese de que la Documentación y los elementos de Seguridad del Vehículo estén en orden.
- Endose y entregue la Cédula de Servicio
- Asegúrese de que los Trabajos adicionales que debían ser realizados fueron concluidos debidamente.
- Limpie el Vehículo cuidadosamente antes de entregarlo.

### COMPARTIMENTO DEL MOTOR

- Compruebe que cada conexión y el mazo de cables estén asegurados y bien tendidos, libres de desgaste por fricción
- Compruebe y reponga el nivel del Aceite del motor, depósito del Refrigerante, Agua del limpiabrisas, líquido de Frenos, Embrague y aceite de la dirección asistida.
- Compruebe la fijación de la Batería y sus conexiones

### NOTA: CUIDADOS DE LA BATERIA:

desconecte la batería y conéctela solamente para demostrar el Vehículo al Cliente. Cuando se mantenga al Vehículo por tiempos prolongados, se requerirá recargarla con carga LENTA, desconectándola de igual forma.

### Una vez ingresado el Vehículo en el Salón de Ventas,

Por medio del presente, se certifica que el Vehículo ha sido preparado de acuerdo a los requisitos arriba indicados.

Jefe de Servicio:.....

Jefe de Ventas:.....

PARA USO EXCLUSIVO DE HYUNDAI DEL ECUADOR (Por favor no llene dentro de este espacio)

INSTITUCION ..  
 PROYECTO ..... PROYECTO TALLER MECANICO  
 UBICACION .....  
 OFERENTE .....  
 ELABORADO POR:  
 FECHA ..... ENERO/2004

## P R E S U P U E S T O

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
02	NIVELACION Y REPLANTEO MANUAL	M2	2025.00	0.22	445.50
04	EXCAVACION PARA CIMIENTOS < 0.50	M3	9.60	1.35	12.96
14	REPLANTILLO HORMIGON SIMPLE F'c=90 kg/cm2	M3	5.70	68.56	390.79
16	CIMIENTOS H.CICLOPEO 50 % H.S.+50 % PIEDRA F'c=180	M3	9.60	56.16	539.14
20	HIERRO D=12 mm	KG	3293.60	0.72	2,371.39
22	HIERRO D=8 mm ESTRIBOS	KG	1977.00	0.79	1,561.83
23	HORMIGON SIMPLE EN PLINTOS F'c=210 kg/cm2	M3	24.30	87.58	2,128.19
24	MAESTRERIA DE BLOQUE 15 cm	M2	1108.0	7.62	8,442.96
27	HORMIGON SIMPLE EN COLUMNAS F'c=210 kg/cm2	M3	22.00	148.22	3,260.84
28	HORMIGON SIMPLE EN CADENAS F'c=210 kg/cm2	M3	6.40	127.06	813.18
29	EMPEDRADO EN PISO	M2	1881.00	2.73	5,135.13
31	HORMIGON SIMPLE EN CONTRAPISO e=5cm F'c=180 kg/cm2	M2	1881.00	4.22	7,937.82
32	HORMIGON SIMPLE CADENAS SUPERIORES F'c=210 kg/cm2	M3	6.40	108.82	696.45
38	MASILLADO PISO e=2 cm M:1:4	M2	1881.00	2.69	5,059.89
41	ENLUCIDO VERTICAL e=2 cm M:1:4	M2	2216.00	3.91	8,664.56
100	PUERTA PANELADA DE LAUREL 1.00 m	U	15.00	113.32	1,699.80
86	VIDRIOS DE 3 mm COLOMBIANO	M2	190.00	10.06	1,911.40
107	VENTANA DE HIERRO CON ANGULO Y TEE 25x3 mm	M2	190.00	21.16	4,020.40
125	CUBIERTA PLACA # 8 EULOLIT 110	M2	785.40	6.79	5,332.87
391	LOSA ALIVIANADA e=20 cm F'c=210 Kg/cm2 (e.madera)	M2	440.00	24.56	10,806.40
172	CABALLETE	ML	35.40		
001	CUBIERTA METALICA	GB	1.00	23220.00	23,220.00
				TOTAL =	94,451.50

Latacunga, marzo del 2004

## **EL AUTOR**

---

**Raúl Armando Llangari Cuvi**

## **EL DIRECTOR DE CARRERA**

---

**Ing. Juan Castro**

## **EL SECRETARIO**

---

**Dr. Washington Yandún Ávila**