

881217

3  
201

**UNIVERSIDAD ANAHUAC**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INTEGRACION DE  
UNA PLANTA DE RECONSTRUCCION DE MAQUINARIA**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO  
P R E S E N T A N:

FEDERICO ALVAREZ MARQUARD  
ANTONIO DEL PASO ESCOBEDO  
ERICK LOPEZ SANCHEZ  
FRANCISCO JAVIER OSORIO ZUCKERMANN  
JAVIER PEREZ OYAMBURU

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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

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

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

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

I.	INTRODUCCION	
	1.1. OBJETIVOS.....	2
	1.2. ALCANCES.....	2
	1.3. ANTECEDENTES.....	3
II.	ANTECEDENTES DEL MERCADO	
	2.1. SITUACION DEL MERCADO.....	7
	2.2. PERSPECTIVAS DEL MERCADO.....	9
III.	PROYECCION DE CARGAS DE TRABAJO	
	3.1. CARGAS DE TRABAJO.....	13
	3.2. PROGRAMA INICIAL DE MAQUINARIA A REPARAR.....	13
	3.3. VIDA PROMEDIO Y DEMANDA DE REPARACIONES FUTURAS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES.....	15
IV.	DISEÑO DEL PROCESO	
	4.1. OPERACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.....	21
	4.2. PROCESO DE REHABILITACION DE MAQUINARIA.....	21
	4.3. SELECCION DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	28
	4.4. INFRAESTRUCTURA NECESARIA.....	30
	4.5. DEPARTAMENTOS.....	30
	4.6. PLANEACION DE REQUERIMIENTOS.....	36
V.	REQUERIMIENTOS Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA	
	5.1. REQUERIMIENTOS DE LA PLANTA.....	40
	5.2. DESCRIPCION DE LAS AREAS DE LA PLANTA.....	43
	5.3. SELECCION DE LA DISTRIBUCION.....	50
	5.4. AREAS Y DIMENSIONES DE LA PLANTA.....	51
VI.	OPERACION	
	6.1. INTRODUCCION.....	59
	6.2. GENERALIDADES DE LA OPERACION.....	59
	6.3. TIEMPOS ESTANDARES DE OPERACION.....	61
	6.4. CALCULO DE LA MANO DE OBRA EN EL TALLER DE SERVICIO.....	61
	6.5. PERSONAL POR AREAS.....	70
	6.6. ORGANIGRAMA.....	73
	6.7. CONCLUSIONES.....	73

**VII. ANALISIS FINANCIERO**

7.1. PRINCIPIOS GENERALES.....	76
7.2. ESTADO DE RESULTADOS .....	76
7.3. ANALISIS DE FLUJO DE EFECTIVO .....	79
7.4. BALANCE GENERAL .....	80
7.5. ANALISIS DE RENTABILIDAD .....	80

**VIII. CONCLUSIONES**

8.1. CONCLUSIONES .....	90
-------------------------	----

**IX. BIBLIOGRAFIA**

9.1. BIBLIOGRAFIA .....	92
-------------------------	----

**ANEXOS**

---

**CAPITULO 1**

**INTRODUCCION**

### **1.1. OBJETIVOS**

El objetivo de esta tesis será el de realizar una planeación para proponer la integración de una planta de rehabilitación y mantenimiento de maquinaria pesada para la construcción, en el que se demostrará la factibilidad técnica y económica de dicho proyecto, mismo que cubre una necesidad no satisfecha en el mercado.

La maquinaria a la que se le brindará este servicio será la siguiente: Motoconformadoras, Retroexcavadoras, Tractores, Compactadores y Cargadores, los cuales también son utilizados en la minería y en la compactación de suelos.

Entre los principales beneficios que representaría la creación de una planta de este tipo, se puede mencionar:

- Allenta a la industria en general a brindar servicios similares que beneficien al país.
- Reducción de costos en las empresas que emplean estos equipos que representará un mejor servicio al cliente.
- Generación de empleos y capacitación al personal.

### **1.2 ALCANCES**

El alcance de esta tesis parte de la necesidad que tiene GRUMACO, S.A. de C.V., compañía que se dedica a la renta de equipo para la construcción, de cubrir un requerimiento para mantenimiento y rehabilitación de su equipo y eventualmente, dependiendo del excedente de su capacidad instalada, dar servicio al público para mejorar la tasa interna de retorno de las instalaciones.

Se considera para efectos de este estudio, que la planta deberá construirse en un terreno anexo a las instalaciones, mismo que cuenta con todos los servicios necesarios, por lo que se prescindirá del estudio para la localización del mismo, adecuando la distribución de la planta a las dimensiones existentes.

Las diferentes operaciones que podrán abarcarse serán:

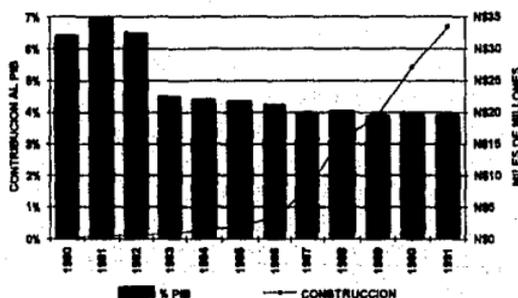
- Reconstrucción de los equipos antes mencionados
- Reparación y servicio de motores a diesel
- Reparaciones mayores de la maquinaria, que incluyen motores, transmisiones, diferenciales, componentes hidráulicos, etc.
- Mantenimiento general de maquinaria

### 1.3. ANTECEDENTES

La industria de la construcción en México ocupa un lugar preponderante dentro de la economía del país, con una participación sostenida durante los últimos años del Producto Interno Bruto<sup>1</sup> (gráfica 1.3.1); esta industria no solamente es la impulsora del desarrollo y crecimiento del país, sino que es parte integral

de su infraestructura social y económica, toda vez que de aquí dependen otras industrias tales como la metalúrgica, la manufacturera, la minera, la de la transformación, petrolera, hidráulica, eléctrica, etc.

Se pueden mencionar algunos otros beneficios, como es el hecho de que es una de las mayores generadoras de empleos y de servicios; así mismo, con frecuencia se utiliza como un indicador del estado que guarda la economía nacional ya que cuando va en crecimiento impulsa a las demás industrias.

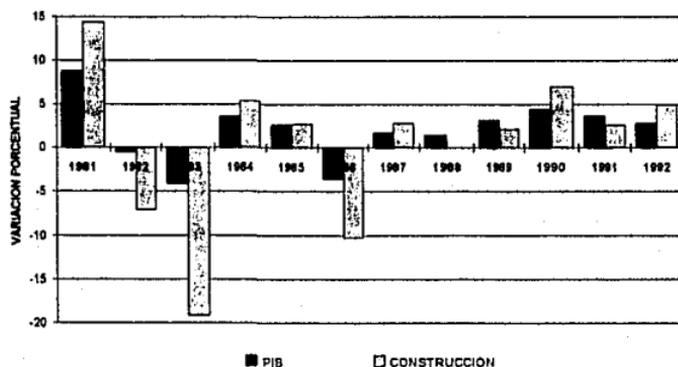


GRAFICA 1.3.1  
Contribución de la Industria de la Construcción al PIB

<sup>1</sup>Datos de la Secretaría de Programación y Presupuesto

La industria de la construcción es uno de los sectores más sensibles a los cambios en la economía del país, y en donde el índice de crecimiento de la construcción aumenta o disminuye directamente y en mayor proporción al Índice del PIB.

A partir de 1987, durante la recuperación económica del país, se han presentado incrementos marginales pero sostenidos en el PIB, después de los decrementos en 1983 y 1986, los cuales afectaron severamente a industrias como la automotriz o la de la construcción, que también registraron índices negativos de crecimiento<sup>2</sup>. Se han mostrado mejoras en la industria tal y como lo muestra la siguiente gráfica (1.3.2):



GRAFICA 1.3.2.  
Correlación entre las variaciones del PIB y la Industria de la Construcción

El gran aumento en los costos de la maquinaria que se han registrado en años pasados, consecuencia de la elevada inflación y altos costos de financiamiento, han hecho surgir una gran demanda por servicios que permitan lograr un mejor aprovechamiento de éstas unidades. Con esto se ha logrado en la mayoría de los casos una mayor vida útil de los equipos, que ha traído consigo una considerable reducción en los costos de operación y que ha permitido así mismo brindar un mejor servicio al público.

<sup>2</sup>Análisis Económico-Bursátil de InverMéxico con datos de la SPP

Este gran incremento en los costos han hecho imperativo a todas aquellas empresas arrendadoras de maquinaria el realizar los servicios de mantenimiento preventivo cada vez más completos y más frecuentes, con el propósito de alargar la vida útil de sus equipos.

Así mismo, mucha maquinaria que se encontraba inutilizable o con piezas faltantes, ha empezado a ser reparada para lograr con esto su rehabilitación ya que aunque los costos para rehabilitar maquinaria en muchos casos son elevados, son sustancialmente menores comparados con los costos de reposición de los equipos nuevos.

Debido a lo anterior se han ido creando talleres y plantas especializadas en el mantenimiento y rehabilitación de estos equipos, ya que gran cantidad de compañías que utilizan esta maquinaria y que tienen gran fuerza de rentas, no tienen el personal necesario ni las instalaciones requeridas para dar servicio de reparaciones mayores y mucho menos de rehabilitación de sus equipos, por lo cual deben de recurrir a talleres especializados.

La creación de esta planta nace de la necesidad de poder satisfacer esta demanda de servicios y así mismo es parte de una integración que busca lograr GRUMACO, S.A. DE C.V., y que al igual que otras empresas similares se ha visto en la necesidad de mantener sus unidades en perfecto estado de funcionamiento mediante un buen mantenimiento preventivo y correctivo. En ciertas ocasiones se ha recurrido a terceros para la reparación de su maquinaria, sufriendo problemas de confiabilidad, altos costos y con el consiguiente problema de no disponer del equipo oportunamente, lo cual disminuye el tiempo para alquilarlo, y por ende, las utilidades.

---

**CAPITULO 2**

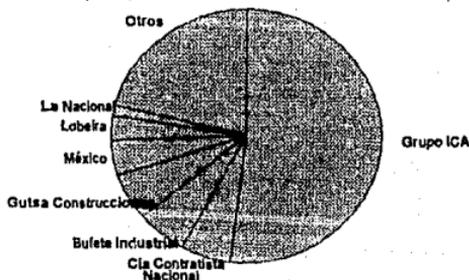
**ANTECEDENTES  
DEL MERCADO**

## 2.1. SITUACION DEL MERCADO

La necesidad de talleres de servicio para maquinaria pesada está directamente relacionada con el crecimiento de la industria de la construcción, debido a que entre mayores sean las obras y construcciones realizadas, mayor será el desgaste de la maquinaria y mayor la demanda de servicios de mantenimiento de ésta; identificar la ubicación de las construcciones de mayor importancia y en qué estados se realizan la mayor cantidad de obras, servirá como guía para saber en qué lugares se requerirá más de éstos servicios.

### 2.1.1. PRINCIPALES COMPAÑÍAS CONSTRUCTORAS

La tabla 2.1.1 nos muestra los montos de las 20 principales constructoras en México durante los años de 1990 y 1991, agrupadas en la gráfica 2.1.1; cabe mencionar que las mismas comprenden el 80.5% del total de la muestra de 140 compañías, por lo que el cuadro es representativo.



GRAFICA 2.1.1

Participación de las principales constructoras en 1991

El crecimiento en el monto de las obras con respecto al año anterior fué del 22%. Así mismo, a excepción de Constructora Lobelra, S.A. que tiene sus oficinas en Monterrey, N.L. y de

Constructora y Urbanizadora Nacional con oficinas en Chihuahua Chih, todas tienen sus oficinas principales dentro del Distrito Federal.

Si se considera que en dicho período la inflación fue del 18.8%, aunado a un alto costo financiero, se concluye que aunque moderado, la industria tuvo un crecimiento promedio razonablemente bueno; es interesante observar que la pauta del crecimiento fué marcada por Grupo ICA, con una participación de poco más del 50% del mercado.

ANTECEDENTES DEL MERCADO

	Razón Social	1990	1991	VAR %
1	Construcciones Grupo Ica	\$11,300	\$13,872	23%
2	Gulsa Construcciones, S.A.	\$1,275	\$1,545	21%
3	Cía. Constructora México	\$988	\$1,458	48%
4	Bufete Industrial Construcciones	\$1,320	\$1,239	-8%
5	Cía Contratista Nacional	\$1,323	\$983	-26%
6	Constructora Lobeira, S.A.	\$609	\$968	59%
7	Cía. Constructora La Nacional	\$347	\$836	141%
8	PYASA Ingenieros Civiles	\$511	\$759	49%
9	Perforaciones Marinas del Golfo	\$829	\$740	-11%
10	Constructora y Urbanizadora Nal.	\$255	\$639	150%
11	Grupo Calpan, S.A.	\$411	\$446	8%
12	Constructora y Urbanizadora CUR	\$351	\$415	18%
13	Canalizaciones Mexicanas	\$376	\$414	10%
14	Ingenieros y Contratistas, S.A.	\$373	\$393	5%
15	Robertson Mexicana, S.A.	\$268	\$350	31%
16	Landa y Rubio, S.A.	\$291	\$344	18%
17	General de Construcción	\$208	\$342	64%
18	Constructora Tatsa, S.A.	\$377	\$323	-14%
19	Bosnor, S.A.	\$166	\$313	89%
20	Constructora Los Remedios	\$121	\$1	-99%
	Total	\$21,699	\$26,381	22%

TABLA 2.1.1 LAS 20 PRIMERAS CONSTRUCTORAS POR MONTO DE OBRA EN 1991.

Respecto al monto previsto para 1992, no obstante que 30 compañías no aportaron datos, extrapolando y ajustando las cifras de acuerdo a las proyecciones del PIB (estimado en un crecimiento del 2.7%<sup>1</sup>), totaliza \$38.4 billones de pesos, que supera en 15% al monto realizado en 1991 (\$33.4 billones).

<sup>1</sup>Análisis Económico-Bursátil de InverMéxico con datos de la SPP

---

## ANTECEDENTES DEL MERCADO

En base a esta encuesta, y a las perspectivas de inversión que genera la recuperación económica del país, las previsiones para este año serán de crecimiento por encima de la inflación lo cual fomentaría el alquiler de equipo especializado.

### 2.1.2. DISTRIBUCION DE OBRAS EJECUTADAS POR ACTIVIDAD

La tabla 2.1.2 indica la distribución del monto de obras clasificadas por actividad. Se puede observar que el primer lugar lo ocupa Vías de Comunicación (35%), seguido por Obras Industriales y Obras Hidráulicas con el 22 y el 12% respectivamente.

CAJON DE ACTIVIDAD	MONTO
Vías de Comunicación	\$117,384.7
Obras Industriales	\$73,489.1
Obras Hidráulicas	\$40,980.8
Urbanización	\$35,383.8
Obras Marítimas y Fluviales	\$29,000.6
Otras	\$19,440.1
Vivienda	\$18,170.9
Ingeniería Ambiental	\$539.0
TOTAL	\$334,389.0

TABLA 2.1.2 DISTRIBUCION DE MONTO POR CAJON DE ACTIVIDAD (MILES DE MILLONES DE PESOS)

## 2.2. PERSPECTIVAS DEL MERCADO

Las tablas anteriores dan un panorama de la actividad que se ha registrado en la construcción durante los últimos años.

Se observó que el crecimiento registrado en la mayoría de las compañías únicamente cubrió al índice de la inflación y otras que estuvieron por abajo sufrieron una descapitalización.

Esta situación no ha sido exclusiva de esta industria y se debe principalmente a la crisis por la que ha atravesado el país.

Particularmente para el ramo de la construcción, la crisis ha incidido desfavorablemente desde 1982 hasta 1986, y es en este transcurso en el cuál se ha presentado una disminución de la actividad. A partir de 1987 ha comenzado a registrarse un crecimiento moderado.

La situación ha sido más favorable para las industrias minera y metalúrgica, en donde se han registrado grandes crecimientos y se prevén aún mayores.

Esto ha alentado a la industria de la construcción, por lo que muchas empresas han comenzado a dirigir sus operaciones hacia estas ramas, diversificando así sus actividades.

#### 2.2.1 PRONOSTICO DEL MERCADO DE REHABILITACION DE MAQUINARIA

Si bien la economía muestra importantes fortalezas, atraviesa por una coyuntura particularmente difícil; el entorno internacional es desfavorable, y la economía nacional experimenta los ajustes temporales de las reformas estructurales emprendidas. El próximo año se caracterizará por un presupuesto gubernamental austero; la política monetaria será restrictiva, la captación crecerá poco y el financiamiento estará restringido.

En México no se espera una devaluación, pues el gobierno mantendrá su programa de estabilización. Se espera una política monetaria restrictiva, que se traducirá en tasas altas de interés, baja inflación y ritmos insuficientes de deslíz del tipo de cambio; en el proceso quebrarán empresas en forma masiva, incrementándose el desempleo. Al respecto, un informe de la Bolsa Mexicana de Valores advierte que del cuarto trimestre de 1991 al tercer trimestre de 1992, el 90% de las empresas que cotizan en el mercado realizaron ajustes en su planta laboral (tan solo siete firmas despidieron a 30 mil empleados).

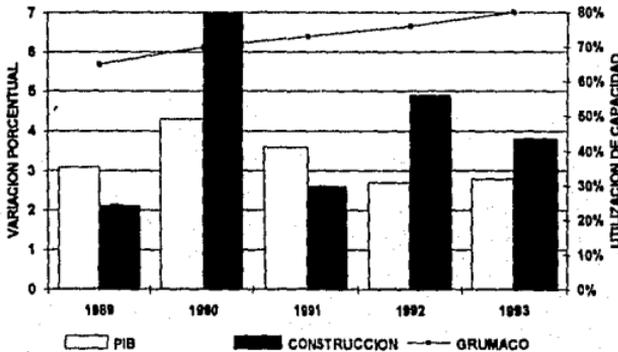
Si bien las tendencias recientes apuntan hacia un año difícil para muchas industrias, cabe pensar en una mejoría gradual hacia el segundo semestre. Un crecimiento ligeramente superior con respecto a 1992 es lo más factible a presentarse dentro de la industria de la construcción, impulsado principalmente por el repunte experimentado por la industria minera durante los últimos dos años.

## ANTECEDENTES DEL MERCADO

mismo que se traducirá en un crecimiento del orden de 3.8% en términos reales con respecto a 1992<sup>2</sup>.

Es de esperarse también que se presente el llamado "ciclo de sucesión" que se ha registrado en los períodos de sucesión presidencial y en los cuáles a finales de ese período se marca una baja de la actividad, y después un repunte al iniciar el nuevo ciclo de gobierno.

Estas circunstancias abren el mercado a los talleres de servicio ya que es en estos momentos, cuando más ha existido la necesidad de mantener la maquinaria y equipos en perfecto estado físico y de funcionamiento, para que éstos conserven su valor en el mercado (gráfica 2.4.1).



**GRÁFICA 2.4.1**  
Perspectivas de utilización de la capacidad instalada de GRUMACO

<sup>2</sup>Datos de la Secretaría de Programación y Presupuesto

---

**CAPITULO 3**

**PROYECCION DE  
CARGAS DE TRABAJO**

### 3.1. CARGAS DE TRABAJO

El departamento de servicio requiere de un estudio de la demanda actual y de su tendencia, para poder pronosticar los requerimientos futuros de la capacidad de la planta.

La integración de esta planta busca entre otros fines dar servicio de reparación y mantenimiento a la maquinaria existente en GRUMACO S.A. de C.V. por lo que contará con un mercado asegurado al inicio de sus operaciones, mismo que tenderá a aumentar según el crecimiento propio de GRUMACO S.A. de C.V. y del servicio externo.

La demanda total de la planta estará entonces formada por dos partes: el mercado asegurado, o interno, y el mercado externo, mismo que se buscará captar paulatinamente para aprovechar al máximo la capacidad instalada de la planta. A continuación se presenta una breve descripción de estos tipos de servicio.

### 3.2. PROGRAMA INICIAL DE MAQUINARIA A REPARAR

#### 3.2.1. SERVICIO INTERNO

El servicio interno lo constituye la maquinaria a reparar con la que se iniciarán las actividades de la planta, y está determinada directamente por la maquinaria existente de GRUMACO S.A. de C.V.

GRUMACO S.A. de C.V. se fundó hace 30 años en la venta y renta de equipos para construcción. En este ramo se considera una compañía líder y representativa de otras semejantes; así mismo posee buenas posibilidades de crecimiento, mismas que se estudiarán a fondo durante el desarrollo de esta tesis.

Durante los últimos años las ventas de equipo nuevo han caído considerablemente y las compañías se han visto en la necesidad de apoyarse cada vez más en el arrendamiento de su maquinaria.

---

## PROYECCION DE CARGAS DE TRABAJO

Actualmente existe gran competencia entre este tipo de compañías, por lo que se debe tratar de mejorar el servicio al cliente, para así captar un mayor porcentaje del mercado.

Para lograr mejorar el servicio al cliente en la parte física de la compañía (unidades), surge la necesidad de crear una planta para dar mantenimiento a la maquinaria existente.

Esta maquinaria en la actualidad cuenta con los siguientes equipos:

9	MOTOCONFORMADORAS
20	RETROEXCAVADORAS
11	TRACTORES
16	COMPACTADORES
9	CARGADORES
65	TOTAL

### 3.2.2. SERVICIO EXTERNO

El servicio externo lo constituye todo el mercado potencial de maquinaria para la construcción, y se deberá captar paulatinamente a través de un plan de mercadotecnia; una vez captado este mercado deberá mantenerse al cliente a base de un buen servicio en sus reparaciones.

En el mercado actual, la competencia de este tipo de plantas es escasa, y la mayoría cuenta con capacidades instaladas muy limitadas. El principal taller de este tipo en México es el de Equipos Nacionales S.A. de C.V., que no representa competencia, ya que solo da servicio a la maquinaria del grupo ICA S.A. de C.V. al cual pertenece, y por lo cual no ofrece servicio externo. Es por esto que no es difícil captar un porcentaje del mercado actual e irlo ampliando poco a poco.

### 3.3. VIDA PROMEDIO Y DEMANDA DE REPARACIONES FUTURAS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES

Para determinar los requerimientos de tiempo de las futuras reparaciones, es necesario no solo conocer el número de equipos con que se cuenta, sino también cuál es la vida promedio de sus principales componentes, para que en base al número de horas de trabajo de cada máquina se programen sus reparaciones.

Los principales componentes de las máquinas que se considerarán para este estudio son:

- MOTORES
- TRANSMISIONES
- SISTEMA HIDRAULICO
- TRANSITOS (ejes y diferenciales)

En las siguientes tablas se muestra la vida promedio de estos componentes expresada en miles de horas según datos estadísticos obtenidos en la práctica y proporcionados por GRUMACO S.A. de C.V., mismos que contemplan un margen de error de  $\pm 10\%$ .

	MOTOR	TRANSMISION	SISTEMA HIDRAULICO	TRANSITOS
MOTOCONFORMADORA	7	7	6	6
RETROEXCAVADORA	6	5	4	7
COMPACTADOR	7	7	6	6
TRACTOR	5	5	4	5
CARGADOR	5	5	6	7
PROMEDIO	6	5.8	5.2	6.2

TABLA 3.3.1 VIDA PROMEDIO DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES NUEVOS (miles de horas)

**PROYECCION DE CARGAS DE TRABAJO**

	MOTOR	TRANSMISION	SISTEMA HIDRAULICO	TRANSITOS
MOTOCONFORMADORA	5	5	4	4
RETROEXCAVADORA	5	4	3	5
COMPACTADOR	5	5	4	4
TRACTOR	4	4	3	4
CARGADOR	4	4	4	5
PROMEDIO	4.6	4.4	3.6	4.4

**TABLA 3.3.2 VIDA PROMEDIO DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES UNA VEZ REPARADOS (miles de horas)**

Partiendo de estos datos básicos y en función al número de horas que marcan los horómetros de cada máquina (anexo A) se puede elaborar una planeación de la demanda futura de reparaciones, agrupándola en períodos de 200 hrs., ya que una máquina puede trabajar alrededor de 250 horas por mes, pero se tiene un período de ocupación (renta) de las máquinas de un 80% del tiempo, dando esto un promedio mensual ideal de 200 horas de trabajo por máquina.

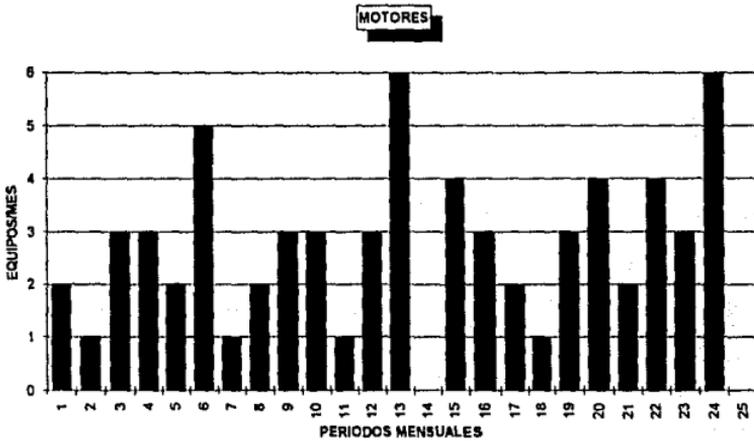
Estos resultados se expresan en la tabla 3.3.3 y pueden ser observados en las gráficas subsecuentes (3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 y 3.3.4).

PROYECCION DE CARGAS DE TRABAJO

MES	MOTOR	TRANSMISION	HIDRAULICO	TRANSITOS
1	2	0	3	2
2	1	1	3	0
3	3	1	4	2
4	3	1	1	2
5	2	2	3	0
6	5	2	0	3
7	1	0	4	4
8	2	2	3	4
9	3	3	3	2
10	3	1	2	5
11	1	2	4	0
12	3	4	5	3
13	6	7	1	2
14	0	3	6	3
15	4	3	8	3
16	3	6	6	3
17	2	3	2	7
18	1	3	3	0
19	3	3	6	3
20	4	5	4	3
21	2	2	4	4
22	4	2	1	4
23	3	2	3	5
24	6	7	0	2
25	0	1	4	3
	67	66	83	69

TABLA 3.3.3 NUMERO DE REPARACIONES POR PERIODO DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES

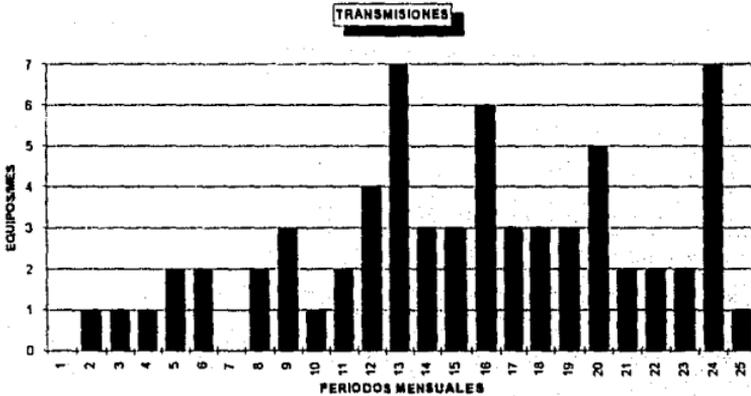
## PROYECCION DE CARGAS DE TRABAJO



GRAFICA 3.3.1

Número de reparaciones de motores por mes

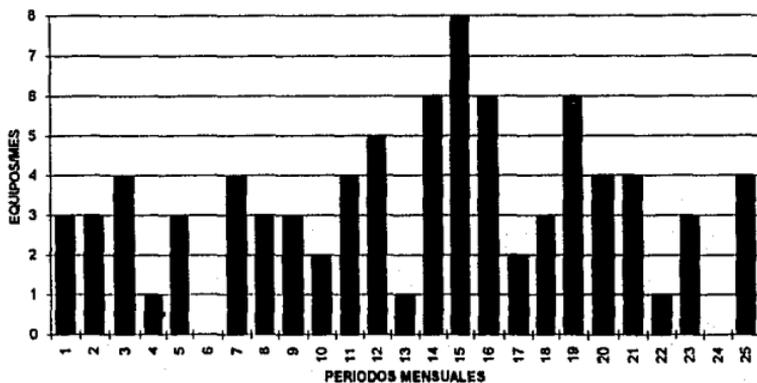
Como se muestra en esta gráfica, el número de reparaciones de motores varía desde 0 hasta 6 motores por mes.



GRAFICA 3.3.2

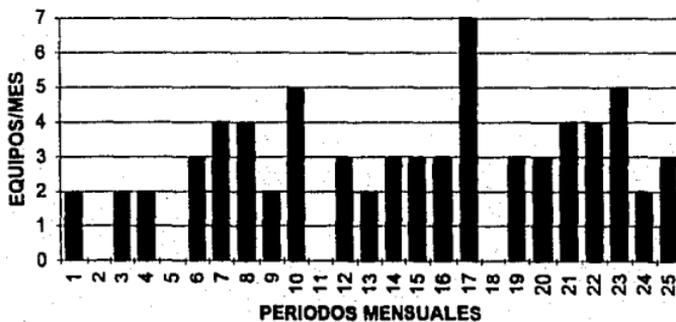
Número de reparaciones de transmisiones al mes

En el caso de las transmisiones, se repararán desde un mínimo de 0 hasta 7 transmisiones por mes.

**SISTEMAS HIDRAULICOS****GRAFICA 3.3.3**

Número de reparaciones de sistemas hidráulicos por mes

De la misma forma, se irán reparados un mínimo de 0 sistemas hidráulicos, hasta un máximo de 8 sistemas por mes.

**TRANSITOS****GRAFICA 3.3.4**

Número de reparaciones de transitos por mes

---

**CAPITULO 4**

**DISEÑO DEL PROCESO**

#### **4.1. OPERACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

El servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, será manejado bajo las siguientes políticas:

1. Toda la maquinaria será programada para entrar en servicio de mantenimiento preventivo cada 500 horas de operación, y en donde se le realizará además un diagnóstico y evaluación para determinar su estado actual. Estas operaciones serán realizadas por el personal de GRUMACO, S.A. de C.V., por lo que no se profundizará mayormente en el tema.
2. Si el diagnóstico es aceptable, la maquinaria seguirá trabajando normalmente hasta nueva inspección a las siguientes 500 horas. Si se encontraran fallas, la unidad entrará a mantenimiento preventivo o correctivo según sea dictaminado por el departamento de control de calidad de GRUMACO, S.A. de C.V. Únicamente aquella maquinaria en donde se detecten fallas mayores o donde sea necesaria una rehabilitación, será la que se enviará a la planta de rehabilitación de maquinaria.
3. El tipo de mantenimiento que se dará en esta planta será el de tipo correctivo. Así mismo, para toda la maquinaria que se reciba, se ofrecerá un pequeño servicio complementario de mantenimiento preventivo, consistente en cambios de filtros, aceite, bandas, etc. Este servicio no pretende sustituir al que debe brindarse cada 500 horas, y la finalidad que busca es la entrega de las unidades en condiciones de operación inmediata (niveles de aceite, filtros, etc.).

#### **4.2. PROCESO DE REHABILITACION DE MAQUINARIA**

El diagrama de flujo de las operaciones de rehabilitación de maquinaria (fig. 4.2.1) nos muestra el flujo de trabajo que se seguirá en la planta, mismo que se detalla a continuación:

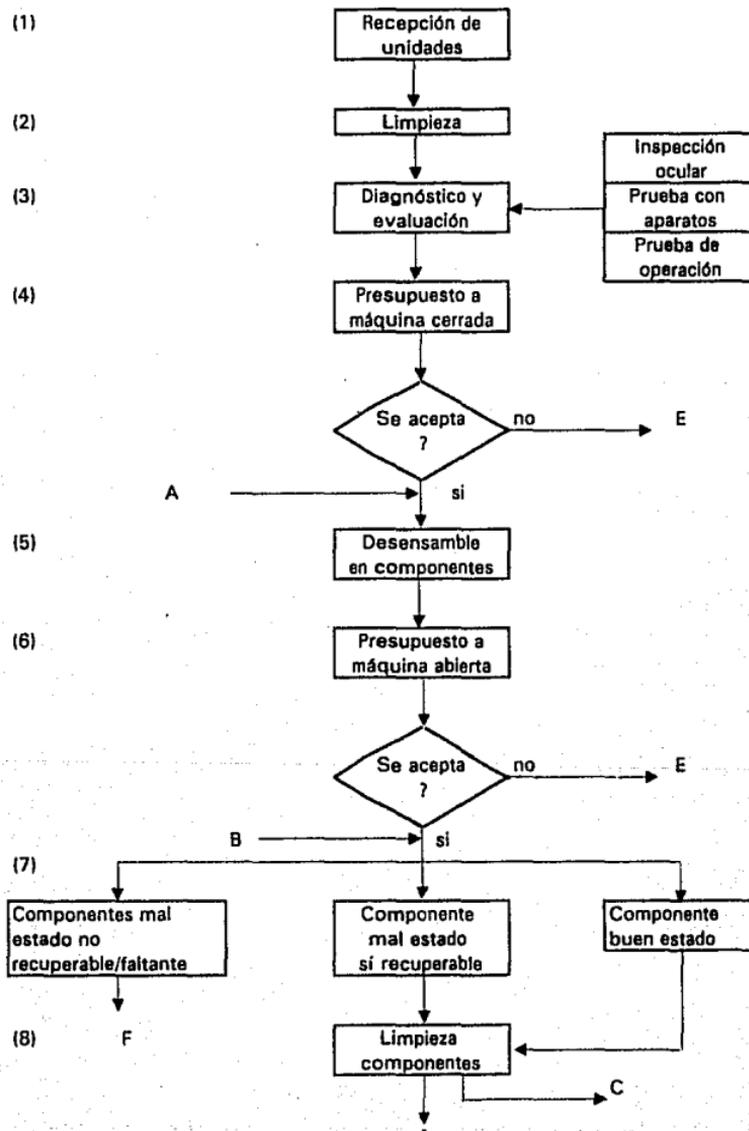


FIG 4.2.1. Diagrama del Proceso

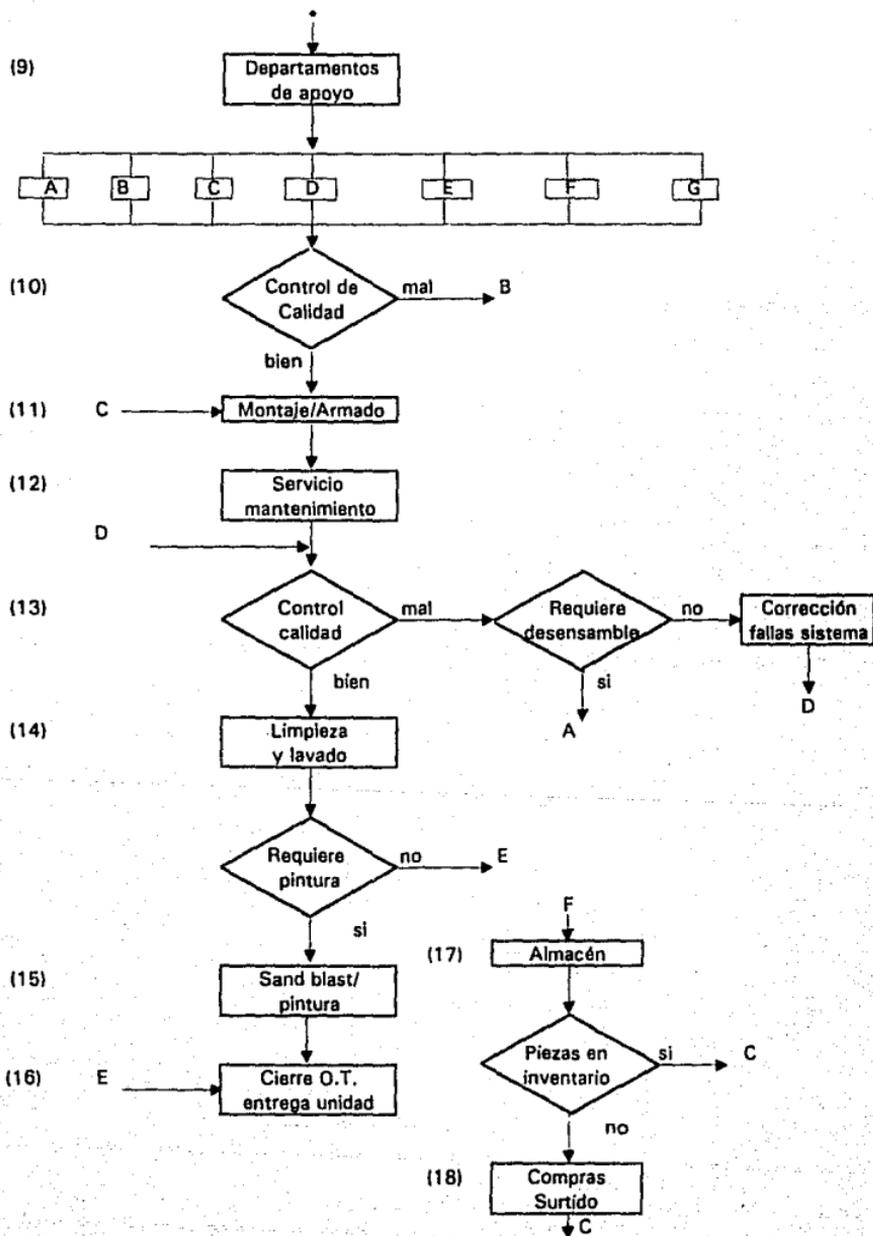


FIG 4.2.1, Diagrama del Proceso

### 1. RECEPCION DE UNIDADES PARA REHABILITACION

Toda la maquinaria que sea recibida para un trabajo de reparación pasará al área de recepción de unidades, en donde será llenada su orden de trabajo.

Esta forma indicará:

- Fecha de ingreso a reparación
- Número económico de la unidad
- Descripción y modelo de la unidad
- Número de serie de la unidad y del motor
- Marca y modelo del motor
- Marca, modelo y serie de la transmisión
- Tipo de reparación solicitada

En este momento se abre la orden de trabajo para la unidad, en donde se registrarán todos los trabajos a efectuar, así como los costos en que se vaya incurriendo.

### 2. LIMPIEZA.

La primera operación que se efectuará a toda la maquinaria que se reciba en el taller será la de la limpieza general de la unidad, la cual facilitará las operaciones subsecuentes.

### 3. DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE LA UNIDAD.

El departamento de recepción realizará una evaluación de la unidad, donde se examinará el estado físico y operativo de ésta y de sus componentes básicos. Estos serán principalmente: motor, transmisión, sistemas hidráulicos, sistemas de enfriamiento, tránsitos, instrumentos, filtros, etc.

Este diagnóstico constará de una inspección ocular, prueba de operación y prueba de aparatos. Así mismo, evaluará la unidad generando un listado de las partes faltantes o en mal estado que habrá que reparar o cambiar en sus totalidad, si es que el presupuesto a máquina abierta es aceptado. El diagnóstico será turnado posteriormente a los departamentos de apoyo que así lo requieran para su utilidad.

#### **4. PRESUPUESTO A MAQUINA CERRADA.**

Este presupuesto se realiza en base a las pruebas de control de recepción y en el cual los componentes aún no han sido desmontados ni abiertos, por lo que este presupuesto es tentativo y generalmente varía una vez que los distintos componentes han sido desensamblados.

#### **5. INICIO DE TRABAJOS - DEPARTAMENTO BASE.**

Una vez realizada la evaluación de la unidad y aceptado el presupuesto a máquina cerrada se iniciarán los trabajos en el departamento base, mismo que se encargará del desmontaje /desensamble y del ensamble/montaje de los componentes de la unidad. Así mismo distribuirá estos componentes a los centros de trabajo especializados.

#### **6. PRESUPUESTO A MAQUINA ABIERTA.**

En este momento los componentes ya han sido desensamblados y las fallas y faltantes han sido identificadas por el personal del departamento base, con lo cual se realiza el presupuesto definitivo a la maquinaria.

#### **7. REHABILITACION DE COMPONENTES.**

Los componentes que sea necesario reparar entrarán al área de rehabilitación y serán distribuidos de la siguiente manera:

- a) Componentes en mal estado pero susceptibles a recuperarse; se repararán y se dejarán en condiciones óptimas de funcionamiento.
- b) Componentes en mal estado no recuperables; se procederá a sustituirlos.
- c) Componentes en buen estado de funcionamiento; se acondicionarán para su montaje.

#### **8. LIMPIEZA DE COMPONENTES.**

A todos los componentes por rehabilitar y aquellos que se encuentren en buen estado de funcionamiento, se les dará una limpieza superficial que facilitará las operaciones posteriores.

## **9. DEPARTAMENTO DE APOYO.**

El área de reparación de componentes estará dividida en centros de trabajo denominados departamentos de apoyo, por lo que las piezas a reconstruir seguirán un flujo únicamente hacia aquellos departamentos que requieran.

Los departamentos de apoyo con los que se contará son los siguientes:

- Departamento diesel
- Departamento de conjuntos hidráulicos
- Departamento de soldadura y hojalatería
- Departamento de radiadores y enfriadores
- Departamento de maquinado
- Departamento de tránsitos
- Departamento de sistemas eléctricos

Posteriormente se detallarán las operaciones de éstos departamentos.

## **10. CONTROL DE CALIDAD.**

Todos los componentes rehabilitados tendrán que pasar las pruebas que control de calidad dictamine y que sean necesarias para cumplir con los estándares de calidad y así poder ser montados y acondicionados. De no cumplir los requerimientos de alguna prueba, los componentes ingresarán nuevamente al área de rehabilitación.

## **11. MONTAJES Y ACONDICIONAMIENTO DE SISTEMAS.**

Una vez que se tengan la gran mayoría de componentes y refacciones, se procederá a efectuar los montajes en sus sistemas correspondientes. Posteriormente se acondicionarán y se interconectarán para dejarlos en condiciones de operación.

**12. SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

Como se habla mencionado, se proporcionará este servicio básico consistente en cambio de filtros, aceites, bandas, etc., a toda la maquinaria.

**13. CONTROL DE CALIDAD.**

Considerando que todos los conjuntos y sistemas se encuentran montados y en condiciones de funcionamiento, se procederá a efectuar una prueba de operación. De encontrarse fallas o fugas, y si es necesario algún desmontaje/desensamble de conjuntos, se procederá a esta operación; si no fuera el caso, se procederá a corregir las fallas del sistema y/o detalles finales. Posteriormente se realizará una evaluación con instrumentos de medición adecuados para garantizar que los rangos de funcionamiento de todos los conjuntos cumplan con las normas indicadas por el fabricante.

**14. LIMPIEZA Y LAVADO.**

Una vez que la unidad se ha sometido a todos los controles necesarios, se le realizará una limpieza exterior; posteriormente se detallarán las operaciones de esta área de trabajo.

**15. SAND-BLAST Y PINTURA.**

A toda la maquinaria que lo requiera, se le aplicará la pintura exterior. Así mismo, y de ser necesario, se aplicará el sand-blast previo a la pintura.

**16. CIERRE DE ORDEN DE TRABAJO Y ENTREGA DE LA UNIDAD.**

En este momento se cierra el orden de trabajo de la unidad y se obtiene su costo acumulado de reparación. La unidad ha quedado reparada y se entrega al cliente en perfecto estado físico y de funcionamiento.

#### **17. ALMACEN DE REFACCIONES.**

Se contará con un pequeño almacén de refacciones y al cual se recurrirá para conocer sus existencias a las diversas necesidades que se presenten durante el proceso de rehabilitación.

Se manejarán únicamente piezas de alto movimiento, como son filtros, juegos de sellos, bandas, etc.

#### **18. DEPARTAMENTO DE COMPRAS.**

Este departamento se ocupará del más eficaz y económico surtido de todas aquellas refacciones y consumos que se soliciten, y de los cuales no se tenga existencia en almacén.

### **4.3. SELECCION DEL PROCESO PRODUCTIVO**

El diseño del proceso no solo es un aspecto técnico, sino que incluye también alternativas sociales, económicas y ambientales. Esta decisión afectará radicalmente a los costos, calidad, confiabilidad y flexibilidad de las operaciones.

La clasificación de los procesos en base al flujo que sigue el producto es la siguiente:

- Flujo en línea
- Flujo Intermitente
- Flujo por proyecto

#### **4.3.1. SELECCION DEL PROCESO**

Para determinar el tipo de proceso según el flujo que sigue el producto es necesario analizar las características de operación de la planta:

- El equipo y la mano de obra se organizan en áreas de trabajo por tipos similares de habilidad y equipo.
- El producto fluirá solamente hacia las áreas que se requieran.
- Necesidad de mano de obra especializada.

- Bajos volúmenes de producción.
- Productos no estandarizados.
- No existirá un estrecho acoplamiento y balance de las diferentes operaciones.

De acuerdo a estas características, el diseño que más se adapta a este tipo de producción es el de flujo intermitente, cuyas principales características son:

- Producción por lotes a intervalos intermitentes.
- El equipo y la mano de obra se organizan en centros de trabajo por habilidades de trabajo parecidas o equipos similares.

En consecuencia, un producto o trabajo fluirá nada más hacia aquellos centros de trabajo que requiera sin pasar por los demás; esto resulta en un patrón de flujo mezclado.

Las operaciones intermitentes usan equipos diseñados para fines generales y mano de obra calificada; por consiguiente, son muy flexibles para cambiar el producto o el volumen de producción, pero también son bastante ineficientes.

Al mismo tiempo, su flexibilidad conduce a severos problemas de control de inventarios, programación de actividades y control de calidad. Cuando las operaciones se encuentran a casi toda su capacidad, se acumularán altos inventarios de productos en proceso, y aumentará el tiempo de producción de los lotes completos.

Lo anterior se debe a la interferencia que se produce cuando distintos trabajos requieren el mismo equipo o la misma mano de obra en el mismo momento, lo que lleva a una disminución significativa de la utilización del equipo y de la mano de obra respecto de la que se obtiene en las operaciones de línea.

Esta selección de proceso se justifica cuando el producto carece de estandarización o el volumen de producción es bajo. En este caso, la operación intermitente es la más económica, e involucra menor riesgo. Esta forma de operar es común al principio del ciclo de vida de todos los productos, tanto los que pueden llegar a captar una gran clientela, como los que tienen un mercado que implica un bajo volumen de producción.

El proceso se adapta convenientemente a la operación de la planta, ya que el producto no es estandarizado, se manejará un bajo volumen de producción y nos encontramos en la vida inicial del producto.

#### **4.4. INFRAESTRUCTURA NECESARIA**

La infraestructura que será necesaria para la creación de la planta será la siguiente:

- Superficie libre para construir (las dimensiones se determinarán posteriormente)
- Servicios de agua
- Energía eléctrica, con líneas de hasta 220V.
- Líneas de aire
- Medios de comunicación a la localidad (caminos, carreteras)
- De ser posible cercanía a estaciones de ferrocarril y aeropuertos
- Servicios públicos (teléfono, telégrafo, telex, servicio postal, gas)

#### **4.5. DEPARTAMENTOS**

##### **4.5.1. DEPARTAMENTO BASE.**

Una vez que a las unidades se les ha realizado el control de recepción y abierto su orden de trabajo, pasarán al departamento base, el cual será responsable directo del proceso total de reparación de la unidad.

Las unidades pasarán a los lugares de estacionamiento, en donde se realizará el desmontaje/desarmado y el armado/montaje de los diversos componentes. Aquellos que requieran de reparación serán enviados a los distintos departamentos de apoyo para su respectiva intervención.

Este departamento revisará y solicitará los recursos necesarios para el armado y acondicionamiento, previa inspección y análisis de la conveniencia de compra. Revisará exhaustivamente los pedidos que generen los departamentos de apoyo y dará la aprobación

necesaria. Recibirá los conjuntos debidamente armados y probados; montará y acondicionará las unidades para su respectivo arranque y prueba. Enviará la maquinaria al servicio de mantenimiento y al control de calidad.

En caso de correcciones se efectuarán y posteriormente se enviarán las unidades a lavado, sandblast y pintura; una vez terminadas estas operaciones, se entregará la unidad, cerrando la respectiva orden de trabajo.

#### **4.5.2. DEPARTAMENTOS DE APOYO**

Estos departamentos en conjunto formarán el área de rehabilitación de maquinaria, y es aquí donde prácticamente se realizarán la mayoría de las operaciones; incluirá los siguientes departamentos:

##### **4.5.2.1. DEPARTAMENTO DIESEL.**

Este departamento se encargará de la reparación completa de motores, turbocargadores y otros componentes y los someterá a las pruebas necesarias para garantizar su óptimo funcionamiento; entre las funciones que se realizarán destacan las siguientes:

- Laboratorio de inyección; su función será someter a prueba los sistemas de inyección (bomba e inyectores) y decidir conforme a especificaciones la conveniencia de la reparación. El área de inyección será un cuarto separado y estará equipado con un extractor de aire.
- Turbocargadores; se efectuará el desarmado y se revisarán exhaustivamente el estado físico tanto de flechas, turbinas e impulsores, así como sus respectivas tolerancias a fin de determinar su estado y realizar la respectiva reparación.
- Pruebas con dinamómetro; el cuarto del dinamómetro estará localizado junto al departamento diesel. Aquí se realizarán las pruebas de los motores para determinar en base al diagnóstico y a las horas trabajadas, su estado físico y de funcionamiento, comparando con las especificaciones del fabricante para proceder a su reparación.

El cuarto deberá contar con sistema a prueba de ruidos para reducirlos a un nivel tolerable; los costos de este sistema se pueden reducir utilizando bloques llenos de arena, techos acústicos y puertas tipo refrigerador. Un silenciador será requerido para reducir los ruidos de

los motores, así como un purificador de aire; ambos deberán estar diseñados con capacidad para manejar al mayor motor que vaya a ser probado.

El piso del cuarto tendrá una base dura y la superficie tratada con un sellador y equipada con drenaje en el piso para mantener limpio el lugar. El tanque de los combustibles estará localizado afuera del cuarto y estará equipada con filtros.

Será conveniente localizar el cuarto del dinamómetro lo más cerca posible al área de reconstrucción de motores, ya que esto reducirá el tiempo de tráfico, aumentando la eficiencia en las reparaciones.

El sistema de operación del departamento será el siguiente:

Al momento de recibir por parte del departamento base el motor correspondiente con su orden de trabajo, se procederá a efectuar la consiguiente prueba en dinamómetro. Posteriormente y conforme a los resultados desmontará el turbocargador y la bomba de inyección; de ser necesario se enviarán estos a un taller de reparación externo.

Se procederá al desarmado y solicitará los recursos necesarios recabando así mismo los pedidos del laboratorio de inyección; procederá a armar el conjunto al momento de recibir las respectivas refacciones y solicitará los subconjuntos de turbocargador así como los sistemas de inyección para el montaje. Una vez terminado se enviará al departamento base.

#### 4.5.2.2. DEPARTAMENTO DE CONJUNTOS HIDRAULICOS.

En este departamento se efectuarán revisiones, reparaciones y pruebas de los siguientes conjuntos y subconjuntos:

- Transmisiones
- Convertidores
- Bombas
- Cilindros hidráulicos
- Bancos de válvulas

El sistema de trabajo de esta area será el siguiente:

Al momento de recibir cualquiera de estos conjuntos y en donde se requiera una reparación general, se procederá a efectuar un exámen en el banco universal de pruebas para verificar la Información recibida; con esto se tendrán más bases para definir los posibles problemas existentes.

Posteriormente se procederá a desarmar y se analizará cada una de las partes para evaluar el estado físico y justificar la conveniencia del cambio. Se generarán los pedidos respectivos y posiblemente se necesite solicitar trabajos a talleres externos, tales como el enderezado, fabricación y cromado de vástagos y camisas de gatos hidráulicos, así como otros trabajos afines. Se recibirán los recursos solicitados y se procederá al armado y prueba de dichos conjuntos. Una vez que haya cumplido con las pruebas respectivas, se enviará al departamento base para su montaje. Deberá estar presente personal de este departamento a la hora del arranque y prueba de la máquina para observar el comportamiento de ésta y solucionar de inmediato detalles que se presenten tales como ajuste de presiones, fugas, etc.

#### 4.5.2.3. DEPARTAMENTO DE SOLDADURA Y HOJALATERIA.

Este departamento se encargará de todas las reparaciones en general de la unidad en donde sea necesario aplicar soldadura. Entre los principales equipos que requerirán de estos servicios están los botes, faldones, marcos, chasises, etc. que se encuentren en malas condiciones, ya sea doblados, rotos o fisurados. Así mismo será el responsable del enderezado de tolvas cuando así lo requiera la unidad.

#### 4.5.2.4. DEPARTAMENTO DE RADIADORES Y ENFRIADORES.

En este departamento se realizará la reparación tanto de enfriadores como de radiadores de las unidades. Estas reparaciones tienen generalmente un alto costo en talleres externos, mismos que no son originados por trabajos realmente sofisticados, sino porque dichas partes son de gran importancia en el funcionamiento de las unidades; de manera que al realizar estos trabajos dentro de la planta, se reducirán los costos de rehabilitación.

Los trabajos a realizar serán lavados, sondeados, desarmados, cambio de panales defectuosos, aplicación de soluciones para eliminar óxidos, sarros, carbón, etc.

#### **4.5.2.5. DEPARTAMENTO DE MAQUINADO.**

El principal objetivo de la intervención de este departamento será el de fabricar, recuperar, modificar, y en general el de efectuar cualquier maquinado de partes y refacciones que formen parte de la unidad o de un componente específico, como pernos, bujes, etc.

Conforme se reciba la solicitud de trabajo por parte del departamento base, se establecerá la comunicación necesaria para determinar las dimensiones, tolerancias y clase de materiales para la fabricación de las piezas requeridas.

Las máquinas herramientas con las que se contará en esta area serán:

- tomo
- fresadora
- cepillo
- taladro
- calibradores
- segueta mecánica

#### **4.5.2.6. DEPARTAMENTO DE TRANSITOS.**

Debido a las operaciones que se realizarán aquí, este departamento será conocido también como area de reconstrucción de carriles.

Las actividades a desarrollar por parte de este departamento serán las de realizar el giro y cambio de bujes, zapatas, tomillería, además de efectuar el armado, desarmado y reconstrucción de ruedas guías y rodillos, así como el desmontaje, montaje y recuperación de zapatas.

#### **4.5.2.7. DEPARTAMENTO DE SISTEMAS ELECTRICOS.**

Este departamento será el encargado de cubrir todas las reparaciones eléctricas. Respecto a estas y conforme al diagnóstico realizado a la maquinaria, se corregirán fallas tales como el sistema de carga, de arranque, de protección, de alumbrado y de emergencia de las unidades.

Para esto se contará con una serie de instrumentos y aparatos para la medición y detección de dichas fallas.

#### **4.5.3. DEPARTAMENTO DE LIMPIEZA Y LAVADO.**

Esta area se encargará de recibir a todas las unidades para su limpieza general y posteriormente enviarlas al departamento base para su reparación.

Una vez terminado todo el proceso de rehabilitación de la maquinaria, volverán a entrar a limpieza general, antes de ser enviadas al area de pintura.

El area de limpieza de unidades dependerá de las condiciones atmosféricas del lugar y podrá ser desde una base de concreto abierto hasta un cuarto cerrado del tipo de circulación através de él.

Para la limpieza de la maquinaria y partes, se utilizarán dos tipos comunes de limpiadores, que son a base de vapor y limpiadores con agua a alta presión. Ambos limpiadores son útiles para diferentes materiales; materiales como arcilla, tierra y conglomerados usualmente requieren de agua a alta presión, mientras que los aceites, grasas y combustibles requieren de limpieza con vapor.

Debido al grado de limpieza de las unidades antes de ser pintadas, es conveniente el uso de ambas; primero el agua para remover toda la suciedad rápidamente y luego con el vapor para remover aceites, grasas y otros depósitos de suciedad arraigada para con esto obtener unidades con alto grado de limpieza.

#### **4.5.4. DEPARTAMENTO DE PINTURA.**

Una vez que las unidades han pasado por la limpieza, se determinará cuales de ellas requieren pintura, o aquellas en donde se haya solicitado este servicio.

A las unidades que vayan a ser pintadas se les aplicará primeramente una capa de sand-blast, lo que permitirá una mejor aplicación de la pintura y hará que esta se mantenga en buen estado un mayor tiempo.

## 4.6 PLANEACION DE REQUERIMIENTOS

Para la óptima operación de la planta, será necesario disponer, además de la infraestructura que ya se mencionó anteriormente, de ciertas facilidades, herramientas y equipos que ayuden en las distintas operaciones a realizarse:

- Ensamble/desensamble de componentes
- Acarreo de componentes y motores a las distintas áreas de trabajo
- Controles de calidad
- Mantenimiento y reparaciones en general de los componentes

Cada área de trabajo contará con distintas necesidades, por lo que a continuación se mencionan todas las áreas con sus respectivas necesidades, así como el costo aproximado de estas:

DEPARTAMENTO	NECESIDADES	COSTO APROX. (N\$)
Base	4 grúas de portal móviles	60,000
	Herramienta	15,000
	Carretilla móvil	650
Control de calidad	Herramienta	3,000
	Lámpara de tiempo	200
	Caja de manómetros	1,500
	Equipo para medición de cariles	800
	Indicadores de temperatura	250
	Flujómetro	700
Conjuntos hidráulicos	Carretilla móvil	650
	Manómetros	1,500
	Coples	45
	Carga de nitrógeno	180
	Herramienta	3,500

**DISEÑO DEL PROCESO**

	Líneas de aire	250
	Carretilla móvil	650
Departamento diesel	Herramienta	3,000
	Banco de pruebas	1,000
	Líneas de aire	250
	Dinamómetro	1,000
	Carretilla móvil	650
Soldadura/Eléctricos	Oxiacetileno	1,000
	Plantas	3,500
	Cortador mecánico	8,000
	Herramienta	2,000
	Carretilla móvil	650
	Tornillo de banco	1,000
	Desvastador	1,800
	Esmeril y carda de banco	1,000
	Equipo de seguridad	300
Radiadores	Herramienta	350
	Carretilla móvil	650
Maquinado	Herramienta	13,000
	Torno	20,000
	Fresadora	20,000
	Cepillo	16,000
	Taladro	10,000
	Calibradores	1,000
	Sierra mecánica	7,000
	Carretilla móvil	650
	Tornillo de banco	1,000
	Esmeril y carda de banco	1,000
	Equipo de seguridad	300
Tránsitos	Prensa de 30 tons.	4,000
	Equipo de corte	2,000
	Soldadura	2,000
	Herramientas	800

**DISEÑO DEL PROCESO**

	Tomillo de banco	1,000
	Esmeril y carda de banco	1,000
	Equipo de seguridad	300
Limpeza	Lavadora de agua a presión	3,000
Pintura	Compresor para pintura	3,500
	4 pistolas	2,000
	Compresor para sand-blast	300,000
	<b>TOTAL</b>	<b>521,575</b>

**TABLA 4.6.1 NECESIDADES DE LAS AREAS DE TRABAJO**

Las herramientas que se mencionan son las básicas con las que debe contar cada departamento para sus mecánicos. En el anexo B se detallan las herramientas necesarias para cada departamento.

---

**CAPITULO 5**

**REQUERIMIENTOS Y DISTRIBUCION  
DE LA PLANTA**

### 5.1 REQUERIMIENTOS DE LA PLANTA

Los requerimientos de la planta describen la interrelación entre el arreglo de las instalaciones físicas, los movimientos entre materiales y partes, las actividades del personal y el flujo de información requerida para optimizar las operaciones.

Una de las consideraciones principales en el desarrollo de una nueva planta es un programa de expansión futura para todos los departamentos. Para esto se deberán dejar salidas para agua, drenaje y suministro eléctrico para las nuevas áreas. El diseño original de la planta deberá ser tal que la construcción de las adiciones no interfiera en las operaciones diarias de la planta.

Las características principales para considerarse en el diseño de la planta son las siguientes:

#### 5.1.1 ILUMINACION

Los techos deberán ser de placas de asbestocemento, debido al bajo costo y facilidad de reparación, combinado con placas transparentes de fibra de vidrio, para iluminar el área de trabajo y reducir costos de iluminación eléctrica.

Debido a que la iluminación es uno de los factores más importantes para las óptimas condiciones de trabajo, se deberá de planear el uso correcto de lámparas.

Se recomienda un nivel básico de luz de 150 lúmenes para el área de oficinas, 40 lúmenes para el almacén y 100 lúmenes para el área de servicio. Se describirá a más detalle la iluminación en cada área más adelante.

### 5.1.2 ELECTRICIDAD

Se deberán considerar las necesidades eléctricas existentes y futuras. Debido a que se utilizará equipo complejo tal como bombas de aire y agua, soldadoras, ventilación, etc., será necesario contar con 220 voltios en la planta.

Todas las áreas de servicio deberán contar con contactos para herramienta eléctrica de 110 voltios, y de 220 voltios donde se requiera.

### 5.1.3 AIRE A PRESION

Debido a que en varios departamentos se usarán herramientas neumáticas, se deberá contar con un sistema de compresor y tanque almacenador para aire a presión, y salidas de aire en cada departamento en el área de servicio. El cuarto de pintura, cuarto de inyectores y área de limpieza también deberá contar con salidas de aire a presión, para el funcionamiento de las pistolas de pintura y herramientas para limpieza.

El compresor deberá localizarse lo más cercano a estas áreas y dentro de un cuarto con amortiguamiento de ruido. Se considera que un sistema de aire de 8 kg/cm<sup>2</sup> de presión será adecuado para este tipo de planta.

### 5.1.4 CONSTRUCCION

Para la construcción es necesario considerar minimizar el costo de los materiales, pero sin afectar la funcionalidad y seguridad de la planta. Para este tipo de planta lo usual es una construcción de columnas de concreto o acero, y paredes de tabicón. El techo será estructura metálica con placas de asbestocemento.

El piso deberá ser de concreto reforzado con un sellante para proteger la superficie de roturas y evitar la absorción de aceites. El piso del cuarto de dinamómetro deberá ser una plancha de concreto aislada para reducir vibraciones. Por lo menos uno de los cajones de servicio deberá

---

## REQUERIMIENTOS Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA

tener rieles de acero dentro del concreto para reducir el daño al piso debido a las bandas de los bulldozers.

Es recomendable construir cuartos sellados para los departamentos de diesel, hidráulicos y de inyectoros, para evitar los polvos que pudieran afectar las reparaciones. Los muros de estos cuartos no serán de carga, por lo que podrán construirse de algún material ligero y económico.

Debido a que se usarán plataformas móviles para el transporte de motores y transmisiones pesadas, así como montacargas para mover las plataformas, el piso de concreto sufrirá roturas y desgaste acelerado. Para evitar esto, se recomienda usar concreto reforzado con resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.1.5 PUERTAS

El departamento base tendrá una sola puerta de acceso con un claro de 8 m. de ancho por 6 m. de altura. El tener una sola puerta facilita el control de entradas y salidas de empleados y piezas. Se recomienda una puerta tipo cortina de fibra de vidrio, ya que es ligera y económica.

El almacén deberá tener una puerta de acceso al patio de descarga de por lo menos 2.4 m. por 2.4 m., para facilitar la descarga de partes para refacciones.

### 5.1.6 AGUA Y DRENAJE

Se deberá de instalar una tubería de agua de 1.5" con tanque de almacenamiento, para uso en el area de limpieza, cuarto de dinamómetro, sanitarios, control de incendios, etc. Se considera que un tanque de 10 mil a 15 mil litros de volumen será suficiente para las necesidades de la planta.

Habrà que conectarse al sistema de desagües del area, por lo que se tendrá que instalar un filtro para sólidos y aceites.

## 5.2 DESCRIPCION DE LAS AREAS DE LA PLANTA

La planta cuenta con tres areas principales, siendo estas el area de oficinas, el area de almacén y el area de servicio. A continuación se describen los particulares de cada area.

### 5.2.1 OFICINAS GENERALES Y AREAS RELACIONADAS

En estas oficinas se realiza la planeación, control y diseño de las distintas operaciones y servicios que serán aplicadas el servicio de la maquinaria. Las oficinas generales y areas relacionadas incluyen las oficinas privadas, area de trabajo administrativo, sanitarios y bodega de papelería. Debido a que en la oficina se contará con teléfonos, fax, computadora, copiadora, etc., se deberá planear la distribución de salidas de corriente y teléfono.

El area de oficina se dividirá en una oficina para el gerente de planta y oficinas para el jefe de servicio, jefe administrativo, jefe de compras y jefe de almacén, así como areas para capturistas, secretarías y auxiliares.

La oficina del jefe de servicio deberá estar localizada de tal forma que permita la observación y supervisión de los distintos procesos de servicio, con fácil acceso al area de servicios.

Se recomienda un sistema de luz fluorescente para el area de oficinas, con un nivel mínimo de luz de 150 lúmenes.

Los sanitarios deberán estar convenientemente localizados en relación al area de oficinas. Los sanitarios de hombres deberán contar con un escusado y un mingitorio, y el de mujeres con dos escusados. Se recomienda un lavabo en cada sanitario.

Es conveniente usar doble vidrio en todas las ventanas que den hacia el area de servicio, para reducir ruidos y así maximizar eficiencia laboral de los empleados de oficina.

## 5.2.2 AREA DE SERVICIO

Es de suma importancia que los requerimientos del área de servicio se planeen con la carga de trabajo existente y la anticipada para el futuro.

Los departamentos individuales dentro del área de servicio se deberán basar en el flujo promedio de componentes, para permitir un mínimo movimiento de piezas y empleados.

El departamento de servicio se pueda dividir en varios departamentos de apoyo:

### 5.2.2.1 Departamento Base:

Una vez que a las unidades se les ha realizado el control de recepción y abierto su orden de trabajo, se pasa al departamento base. Ahí se colocarán en los lugares de estacionamiento en donde se realizará la revisión y desmontaje de las piezas en cuestión. Del departamento base se mandan las piezas a los distintos departamentos de apoyo.

Las máquinas entrarán por una puerta principal al fondo del departamento base y se estacionarán en los cajones, donde permanecerán durante el periodo del servicio.

Para el departamento base, se puede escoger entre una gran variedad de iluminación. Se recomienda, sin embargo, el uso de lámparas de vapor de mercurio, ya que ofrece un costo inicial bajo, vida larga y un mínimo de mantenimiento. Se deberá tener un nivel de luz de 50 a 100 lúmenes<sup>1</sup>.

Aunque esta no es un planta que produzca mucho polvo o gases, se recomienda la instalación de ventiladores en las paredes laterales del departamento base para crear una ventilación cruzada en esta área. Es recomendable también instalar ventiladores tipo turbina de auto-propulsión en el techo, para evitar la acumulación de aire caliente.

---

<sup>1</sup>Manual de instalaciones

---

## REQUERIMIENTOS Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA

Será necesario planear espacio para las casetas de los tres supervisores que habrá en la planta. Aunque pequeñas, estas casetas deben tener espacio para un escritorio, archivero, silla, etc. Se les deberá proveer de corriente eléctrica y comunicación con las oficinas generales, y amplias ventanas para supervisión de los obreros.

Junto al departamento base se ubicarán los sanitarios de los obreros. Debido a que se considera que todos los obreros serán hombres, se ha planeado únicamente un cuarto de sanitarios. Como habrá aproximadamente 15 obreros, se requerirá tener 2 escusados, 2 mingitorios, 3 lavamanos y 4 regaderas. Se debe considerar también espacio en una pared del baño para colocar casilleros para los obreros. Se tendrá un calentador de agua tipo de paso, instalado en la pared externa de las regaderas.

### 5.2.2.2 Departamento de Diesel:

El departamento de diesel es el que comúnmente más refacciones solicita del almacén, y por lo tanto deberá localizarse junto a este.

Se divide el departamento diesel en área de limpieza y área de servicio. El área de limpieza será necesaria para remover grasas y lodos del motor antes de darle el servicio. El área de servicio contará con varios cajones, cada uno de 2 m. por 3 m. para el desarmado, servicio, y armado de cada motor. Los motores serán transportados del departamento base al área de servicio sobre plataformas móviles, en las cuales permanecerán por la duración del servicio. Esto reducirá el manejo a cada motor. Las plataformas pesadas serán movidas con un montacargas. Se tendrá una grúa móvil con capacidad de 3 toneladas, para mover motores o transmisiones que no se presten a transportar en plataforma móvil.

El departamento de diesel no tendrá puertas, para facilitar el movimiento de los motores. Debido al número de motores a los cuales se les dará servicio en un momento dado, se contará con cuatro cajones de servicio de motores.

Este cuarto deberá tener un nivel de luz de 100 lúmenes, aunque se recomienda colocar lámparas de alta intensidad en cada cajón, para facilitar al mecánico la reparación de piezas pequeñas.

### 5.2.2.3 Departamento de Transmisiones:

Este departamento se encontrará en el mismo cuarto que el departamento de diesel, pero con sus propios cajones de servicio. Los cajones en el departamento de transmisiones serán de 2 m. por 3 m. Cada cajón contará con banca de trabajo y suministro de corriente.

### 5.2.2.4 Departamento de Dinamómetro:

El cuarto del departamento de dinamómetro deberá localizarse junto al departamento de diesel, para que una vez reconstruido el motor pase inmediatamente a las pruebas necesarias de dinamómetro. Se requiere un sistema de ventilación continua en este cuarto, al igual que los ductos necesarios para evacuar los gases del motor y para silenciar el escape.

El piso deberá ser de concreto reforzado con malla de acero para evitar cuarteaduras debido a las vibraciones. La banca de pruebas deberá estar amortiguada para reducir las vibraciones. El tanque de combustible, con capacidad de 200 litros, se localizará afuera del cuarto de dinamómetro. Habrá suministro de agua en tubería de 1.5" para el enfriamiento del motor en prueba.

Al usar una plataforma móvil para cada motor, se puede conectar el motor directo al dinamómetro sin necesidad de colocarlo en un banco de trabajo, reduciendo así costos y esfuerzos. Estas plataformas deberán poderse sujetar firmemente durante las pruebas de dinamómetro. Se necesita una puerta corrediza para este cuarto, ya que es la que menos espacio ocupará al abrirse.

Tanto este departamento como el de diesel deberán tener un nivel de luz de aproximadamente 100 lúmenes, con luz fluorescente.

### 5.2.2.5 Departamento de Inyección:

Será un cuarto separado equipado con ventilación filtrada para evitar la entrada de polvos. Debido a que se estará trabajando con piezas muy pequeñas; este cuarto deberá tener un nivel de luz de 300 a 350 lúmenes con luz fluorescente.

Se puede tener un techo ligero a 2.5 metros de altura, para sellar el cuarto del resto del área de servicio.

Cabe mencionar que los departamentos de diesel, dinámometro, transmisiones e inyecciones estarán juntos, para facilitar operaciones y continuidad de proceso.

### 5.2.2.6 Departamento de Conjuntos Hidráulicos:

Este departamento deberá tener espacio para el desarme, servicio y prueba de las unidades hidráulicas. Se deberá contar con un banco de pruebas con suministro de presión hidráulica y neumática, y una mesa para armado.

Al igual que el cuarto para servicio de inyectores, el departamento de hidráulicos deberá aislarse del resto de la planta, por lo que tendrá que tener ventilación forzada y techo a 2.5 m. También se recomienda un nivel de luz de 300 a 350 lúmenes.

### 5.2.2.7 Departamento de Soldadura y Hojalatería:

Este departamento se localizará junto al departamento base, para reducir las distancias a recorrer de las piezas a repararse. También así se tendrá el equipo de soldadura más cerca a las máquinas, para los casos en que la reparación se haga directamente sobre la máquina. No es necesario instalar puertas en este cuarto, ya que se requiere un espacio amplio para entrar y salir con las piezas o las soldadoras.

Este departamento requiere de tomas de corriente de 220 voltios, para operar las máquinas soldadoras.

#### 5.2.2.8 Departamento de Sistemas Eléctricos:

Este departamento estará junto al departamento base, y contará con el equipo necesario para revisar el sistema eléctrico de la maquinaria. Se podrá dar servicio a componentes eléctricos dentro de este departamento o directamente sobre las máquinas. Se contará con bancos de trabajo para la limpieza, desarme y servicio de las piezas.

#### 5.2.2.9 Departamento de Tránsitos:

Al igual que el departamento de soldadura, este departamento se localizará cerca del departamento base, para facilidad de movimiento de las piezas.

Debido a que se requerirá espacio amplio para que la grúa móvil meta y saque piezas pesadas, tampoco se tendrá puerta en este departamento. Tanto este como el departamento de soldadura podrán tener paredes bajas que delimiten el área.

#### 5.2.2.10 Departamento de Limpieza y Lavado:

El área de limpieza se deberá localizar junto a la entrada al departamento base, ya que será necesario limpiar las unidades antes de poder abrir la orden de trabajo y efectuar cualquier tipo de servicio en estas.

Habrán dos tipos de equipos de limpieza: lavado con agua a alta presión y lavado con vapor. Para remover lodo se requiere solo del lavado con agua a presión, mientras que para remover grasas y aceites será necesario usar el sistema de vapor. Una combinación de ambas limpiará óptimamente la unidad.

El piso del área de limpieza será inclinado para la rápida evacuación del agua, con filtro en el desagüe para separar el lodo y grasas del agua de desagüe. Esta área tendrá entrada por un lado y salida por otro, para agilizar el movimiento de unidades y piezas.

### 5.2.2.11. Departamento de Pintura.

El departamento de pintura también se localizará afuera del departamento base, para pintar las máquinas y piezas que lo requieran, sin contaminar la planta con gases y pintura.

Habrà espacio para pintar una máquina completa, con area para circularle. Contara el cuarto con suministro de aire a presión, para accionar tanto el equipo de sand-blast, así como el equipo de pintura a presión.

Este cuarto será con la misma entrada y salida, para reducir espacio. Se deberá de instalar un sistema de ventilación y filtrado de aire.

### 5.2.2.12 Cuarto de Maquinado:

En este cuarto se encontrarán los tomos, fresadoras, y otros aparatos necesarios para las reparaciones y reconstrucciones de piezas dañadas o desgastadas.

## 5.2.3 ALMACEN DE REFACCIONES

El almacén de refacciones y su manejo es complicado y deberá de planearse y administrarse con cuidado para garantizar el funcionamiento eficiente y económico. Se planeará dejando espacio para un crecimiento futuro.

Debido a que este departamento es responsable de gran parte de la actividad de la planta, así como las transacciones con los distintos proveedores, se puede considerar el centro de las actividades de los otros departamentos, y por tanto se deberá tener fácil acceso a estos.

Se tendrá una area de recepción de mercancías con facilidad de entrada y salida de los vehículos, así como de descarga de las refacciones, sin interrumpir en las actividades del almacén. Se

---

## REQUERIMIENTOS Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA

deberá diseñar la altura del piso del almacén, en relación con el nivel del patio, considerando la altura promedio de los vehículos de entrega.

El almacén se dividirá en area para partes chicas y medianas, que se almacenarán en anaqueles normales, y un area para piezas pesadas y voluminosas.

El acceso del almacén al area de servicio tendrá un mostrador de servicio, así como una puerta para permitir la entrada a montacargas o similar para retirar piezas pesadas y voluminosas.

Para el almacén se recomienda luz fluorescente, con una intensidad promedio de 40 lúmenes.

Afuera del almacén, junto al mostrador, se localizará un teléfono de monedas para el uso de los empleados.

### 5.3 SELECCION DE LA DISTRIBUCION

La decisión sobre la distribución será una combinación de objetivos y consideraciones, apoyadas en criterios que deberán seguirse para optimizar los beneficios.

Los principales criterios de decisión para determinar la distribución de la planta son:

- Minimizar los costos de manejo de materiales.
- Minimizar las distancias y tiempos de viajes.
- Minimizar distancias entre departamentos interrelacionados.
- Minimizar los flujos de trabajos y personal.

La distribución deberá contar con las siguientes características:

- Integración de todos los factores que afecten la distribución.
- Tener presente futuras adiciones a las instalaciones.
- Flexibilidad para hacer los ajustes necesarios tanto en operaciones como en maquinaria y equipo.

---

## REQUERIMIENTOS Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA

- Funcionalidad para evitar tiempos muertos y minimizar distancias y recorridos.
- Uniformidad entre areas, con pasillos bien delineados.
- Seguridad y ambiente de trabajo cómodo para todo el personal.
- Secuencia lógica del flujo de trabajo.
- Orden y limpieza.

Las principales restricciones son:

- Limitaciones de espacio.
- Necesidad de mantener una ubicación fija para ciertos departamentos y maquinaria.
- Requerimientos de areas libres y pasillos.

Para esta planta se ha considerado una distribución que permita los dos tipos de servicio que más se realizarán, siendo estos el servicio intermitente y el servicio por posición fija.

Para las máquinas que requieran un servicio intermitente (o por departamento) se ha diseñado la distribución del area de servicio para optimizar el movimiento entre la pieza y el departamento donde se hará el servicio necesario.

Igualmente, se ha considerado la funcionalidad para dar el servicio a las máquinas que lo requieran directamente en el departamento base, por lo que se contará con suficiente espacio alrededor de cada una para permitir un fácil acceso.

El tener la planta organizada para estos dos tipos de servicio dará más flexibilidad a las operaciones y agilizará los servicios.

### 5.4 AREAS Y DIMENSIONES DE LA PLANTA

Las dimensiones del departamento base se determinaron en base al número de máquinas que se tendrán en reparación en un momento determinado y el tamaño promedio de estas. Los tamaños de las máquinas van desde 5m. x 2m. para una compactadora hasta 8m. x 3m. para una motoconformadora.

---

## REQUERIMIENTOS Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA

Debido a que es necesario tener un area de trabajo alrededor de cada máquina en reparación, se ha determinado que el tamaño de los cajones deberá ser de 10m. x 5m.

Estos cajones estarán colocados diagonalmente a la planta, para permitir estacionar la maquinaria, sin exceso de maniobras.

Habrà un pasillo central de 12 metros de ancho, a lo largo del departamento base. Este pasillo permitirá un fácil acceso al area de servicio, al igual que permitir las maniobras de las máquinas (ver la figura 5.1).

El departamento diesel tendrá dimensiones de 16 m. x 7 m., esto para permitir el espacio necesario para cajones de servicio para los motores y transmisiones. En la figura 5.1 se muestra la relación entre los departamentos, y en las figuras 5.2 a 5.5 se muestra a detalle la distribución de la planta.

## RELACION ENTRE DEPARTAMENTOS DE LA PLANTA DE REPARACION DE MAQUINARIA

### DISTRIBUCION



### RAZON

- 1- CONTINUIDAD EN PROCESOS
- 2- MISMO EQUIPO E INSTALACIONES
- 3- CONTROL DE PERSONAL
- 4- MISMO PERSONAL
- 5- SEGURIDAD
- 6- CONTROL DE CALIDAD
- 7- EFICIENCIA
- 8- AMBIENTE DESAGRADABLE

### RELACION

- A ABSOLUTAMENTE NECESARIO
- E ESPECIALMENTE IMPORTANTE
- I IMPORTANTE
- O ORDINARIO
- U NO ES IMPORTANTE
- X NO SE DESEA

FIG. I

PLANO DE CONJUNTO DE UNA PLANTA DE REHABILITACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA PARA CONSTRUCCION

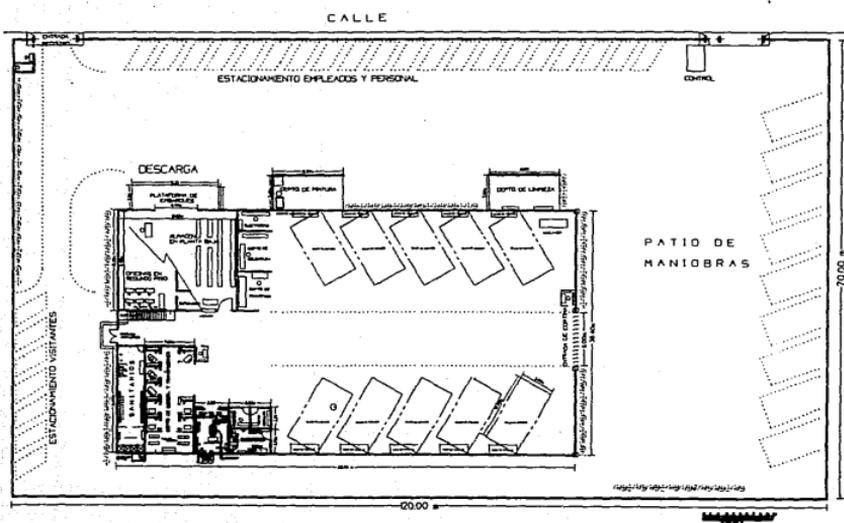


FIG. 2

PROYECTO DE UNA PLANTA DE REHABILITACION Y MANTENIMIENTO  
DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CONSTRUCCION

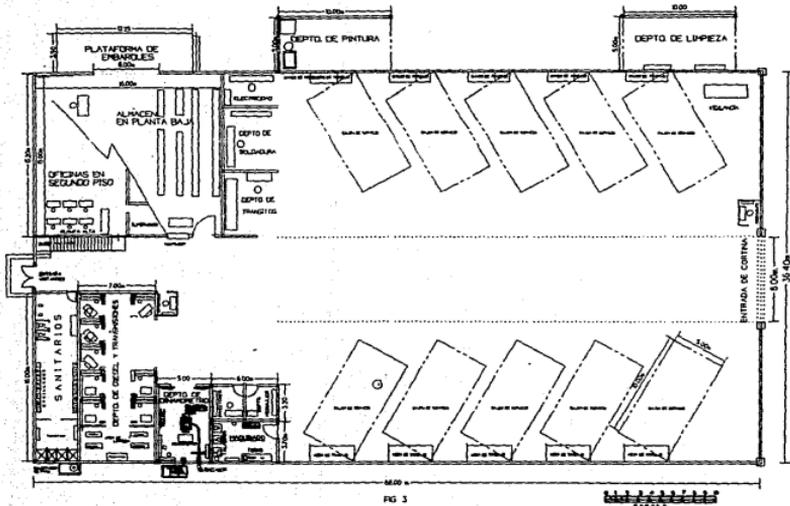


FIG. 3

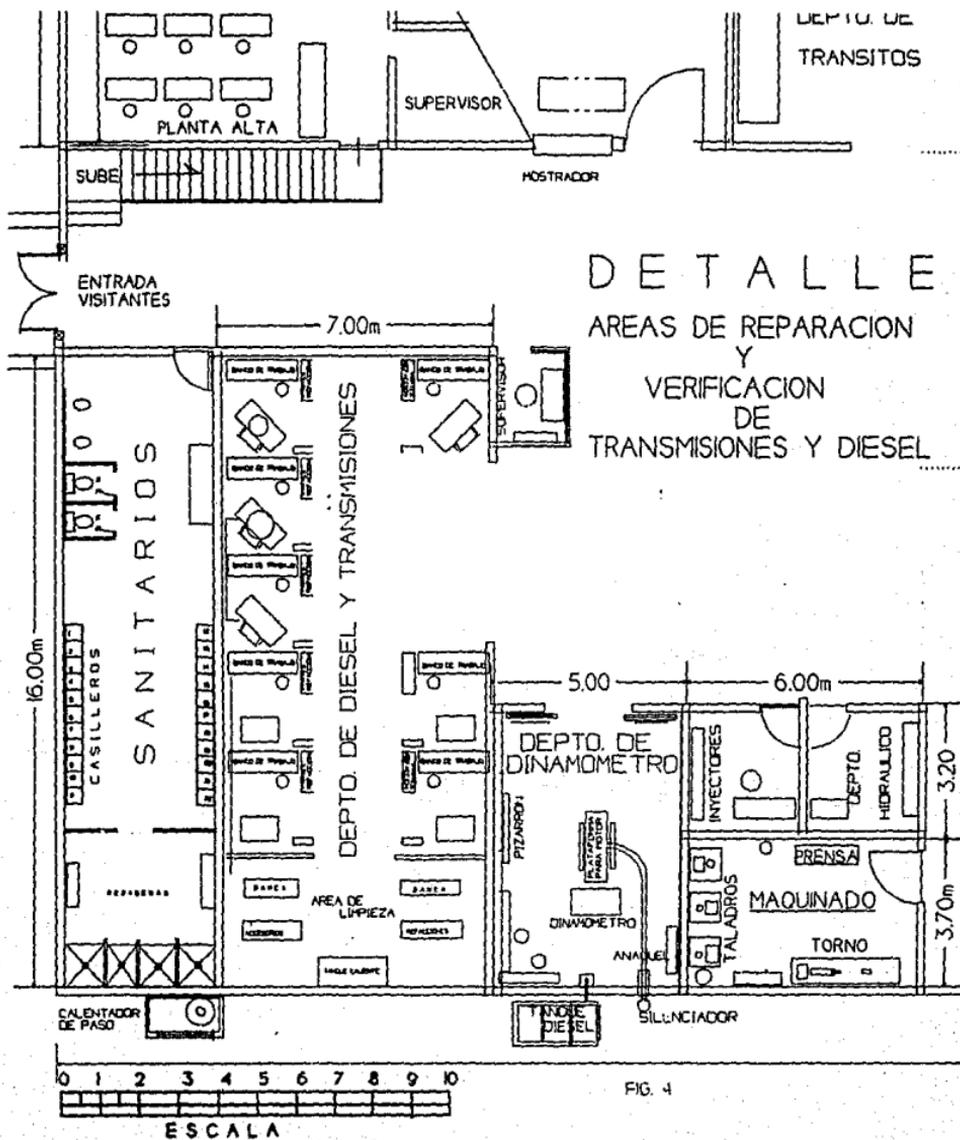


FIG. 4

DETALLE

DEPARTAMENTOS DE DINAMOMETRO.  
INYECTORES. HIDRAULICO Y MAQUINADO

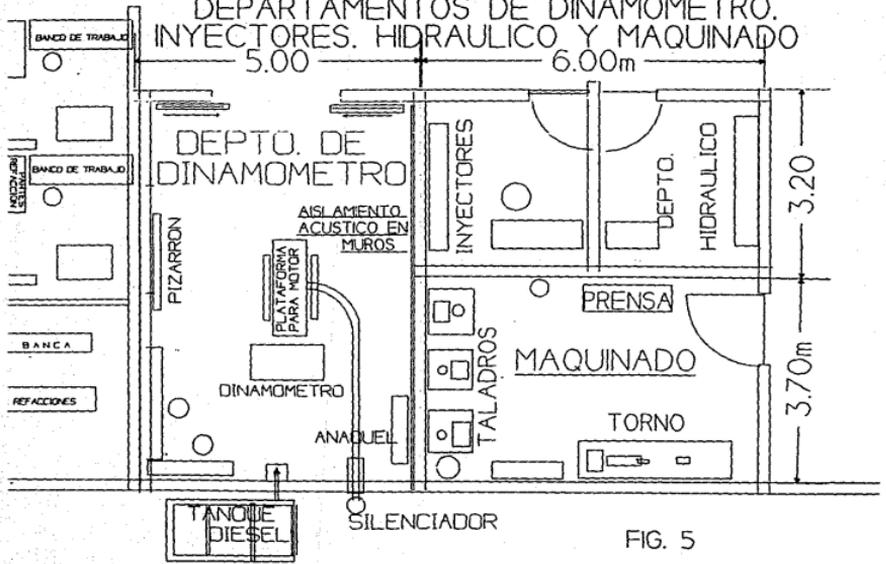


FIG. 5

---

**CAPITULO 6**

**OPERACION**

## **6.1. INTRODUCCION**

El objetivo de este capítulo, es calcular la mano de obra necesaria para trabajar tanto dentro del Area Administrativa, como dentro del Area de Servicio y la distribución del personal en sus areas respectivas. Para esto fué necesario recurrir a los tiempos de operación que se tienen implantados dentro de la planta GRUMACO S.A. de C.V., así como de los tiempos que fueron proporcionados por los fabricantes de la maquinaria. También se tomarán datos de los capítulos anteriores, como las cargas de trabajo máximas y mínimas, el número de unidades por maquinaria y la frecuencia de reparación de cada uno de los componentes.

Es importante puntualizar, que el estudio no pretende dar a conocer el detalle de las operaciones, ni la forma de reparar los diferentes componentes de la maquinaria ó obtener los estándares de Control de Calidad para cada uno de los procesos, sino a partir de los tiempos de operación, encontrar el personal adecuado que permita cumplir con una serie de variables que se presentan dentro de la operación.

## **6.2. GENERALIDADES DE LA OPERACION**

Dentro de las industrias, se encuentran procesos que permiten por su misma naturaleza, tomar los tiempos de operación de una manera más sencilla que en otras. Si se piensa por un momento en una máquina, en donde se tienen que elaborar un número determinado de piezas al día a una velocidad fija, ó en otra, en donde se tienen que desmontar motores, cada uno en diferentes condiciones de uso y en donde el apriete de los tornillos o la misma limpieza de las piezas, vienen en condiciones adversas. ¿Cuál será más difícil para tomar los tiempos?. En el caso de los motores, se encuentran más variables a considerar, por lo que se hace necesario incluirlas como un factor de tiempo extra.

Dentro de un día normal de operación, se pueden encontrar una serie de variables que impiden estandarizar los tiempos de operación. A continuación se muestran aquellas que por el tipo de proceso se convierten en específicas.

- Diferentes tiempos de reparación por componente.
- El número de unidades por tipo de maquinaria es diferente.
- Diferente tiempo de vida de los componentes ajustados.
- No todas las reparaciones se pueden efectuar al mismo tiempo.
- No todo el personal está capacitado para cualquier trabajo o función.
- Ya que el número de horas entre cada servicio por componente es distinto, una misma maquinaria podrá en el lapso de 25 meses visitar el taller hasta 5 veces.
- En un mes pueden coincidir más unidades a reparar que en otros.
- Se puede llegar a invertir en las reparaciones más tiempo, que lo que marcan los tiempos de operación normales.
- La compra de las refacciones puede demorar más tiempo de lo normal.
- La habilidad por trabajador generalmente no es la misma.

Además, se pueden incluir otras variables comunes a todas las empresas:

- Falta de motivación del personal.
- Las faltas de asistencia.
- Rotura, pérdida ó carencia de las herramientas de trabajo.
- Falta de servicios, como la luz, el gas, el agua, etc...
- Accidentes de trabajo.

Mediante una buena supervisión de los encargados de áreas, y un buen plan de capacitación constante al personal, se pueden en la medida que sea posible disminuir todas aquellas variables que se presentan cotidianamente. Si el personal llegara a incapacitarse en las épocas de más trabajo ó las cargas de trabajo se elevarán por encima de lo normal, habría que contratar personal eventual que cubriría principalmente las áreas de los ayudantes, no dejando en estos casos que pase más de 6 meses dado que por ley quedarían como personal de planta.

El avance tecnológico por el que se atraviesa, la posible compra de unidades en un futuro y la incorporación normal que se presenta de tener más unidades de un modelo de maquinaria que de otro, hacen más frecuentes los estudios de tiempos y movimientos y lo ajustes de personal.

### 6.3. TIEMPOS ESTANDARES DE OPERACION

En la Tabla 6.1 se presentan los tiempos estándares de operación por departamentos y por tipo de maquinaria. Hasta el momento sólo se ha hecho referencia a cuatro departamentos básicos en todos los capítulos; Motores, Hidráulicos, Transmisiones y Tránsitos. Aquí se incluyen para efectos prácticos de los cálculos de la mano de obra de Cabina, Chasis, Limpieza y Pintura.

Los tiempos de operación se tomaron de los manuales de operación de la Maquinaria, incluyendo dentro de éstos las reparaciones mayores de los componentes (overhaul), la limpieza de los departamentos, sacar y guardar los materiales de trabajo y los tiempos normales que se presentan entre cada operación. Las reparaciones mayores son aquellas en donde se realiza el cambio de la mayoría de las piezas y los ajustes necesarios, dejando el componente completamente nuevo. En el caso de la cabina y chasis se tomó un promedio del tiempo invertido en reparar las unidades en compañías similares. La limpieza se realiza cuando la máquina llega al taller y cuando está lista para pintar. La pintura se hace a toda la unidad y sólo cada vez que la maquinaria haya completado su ciclo de las reparaciones.

### 6.4. CALCULO DE LA MANO DE OBRA EN EL TALLER DE SERVICIO

Existen varias maneras de llegar al número de personas por departamento. Por cualquiera que se llegue los datos que se toman siempre son los mismos; número de máquinas por tipo de unidad, frecuencia de servicio y las horas de trabajo al mes por trabajador. Lo que cambia es el procedimiento de cálculo utilizado, habiendo pequeñas diferencias de décimas en los totales que al momento de redondear se eliminan.

En el estudio aparecen dos procedimientos diferentes para calcular la mano de obra; el primero es el de la Tabla 6.2 en donde se determina el número de personas por departamento a partir del tiempo que lleva componer en un lapso de meses todos los componentes y dividiéndolo entre las horas disponibles de trabajo por una persona en un mes, se obtiene que con 5.69 personas se repararan los motores, hidráulicos, transmisiones y tránsitos, todos estos de las 65 máquinas existentes y en un lapso de 25 meses que es el tiempo máximo transcurrido en que la maquinaria





vuelve a ser reparada, en su totalidad. Tanto el número de máquinas, como la frecuencia de servicio y las horas de reparación fueron datos obtenidos con anterioridad. Las horas trabajadas al mes por persona se calcularon de la siguiente manera:

•	Días al año	365
•	Domingos	- 52
•	Días festivos	- 11
•	Vacaciones	- 12
	Total de días efectivos a trabajar en el año	= 290

Siete horas son las que se trabajarán en un turno (media hora para alimentos y media para el baño), que al multiplicarlas por los 290 días efectivos en un año, y al dividirlo entre los 12 meses del año, se obtiene las horas de trabajo disponibles en un mes por una sola persona, siendo de 169.17.

De la Tabla 6.3 a la 6.5 aparece el segundo método, en donde lo que se calcula es la proporción que representan el número de máquinas del total, y que al aplicarse en forma de ponderación tanto a la frecuencia de servicio, como a las horas de reparación por componente obtenidas de la Tabla 6.1, se obtiene el número de reparaciones promedio al mes por componente y el promedio de horas que toman las reparaciones. Al multiplicar ambos se obtiene el total de las horas promedio que se necesitan al mes para reparar los componentes y que al dividir entre el número de horas al mes disponibles por persona se obtiene el número de personas a requerir en los cuatro departamentos. El resultado obtenido ( 5.91 ) es muy aproximado al del método uno en donde se obtuvo 5.69

Tanto en la tabla 6.3 como en la 6.4 se pueden encontrar los máximos y mínimos del número de reparaciones al mes que se esperan por componente, y las horas que llevan reparar los mismos. Esto da una idea del rango tan amplio con el que se tiene que trabajar, lo que implica prepararse



TABLA 6.4

**TIEMPO PROMEDIO DE LAS REPARACIONES  
( HORAS )**

MAQUINARIA	NUMERO DE MAQUINAS	% TOTAL	MOTORES		HIDRAULICO		TRANSMISION		TRANSITOS	
			REPARACION ( HORAS )							
MOTOCONFORMADORAS	9	13.85%	137.3	19.0	28.5	3.9	73.5	10.2	139.3	19.3
RETROEXCAVADORAS	20	30.77%	126.4	38.9	25.3	7.8	67.5	20.8	140.7	43.3
COMPACTADORES	16	24.62%	92.5	22.8	20.1	4.9	54.0	13.3	121.9	30.0
TRACTORES	11	16.92%	124.9	21.1	7.1	1.2	69.0	11.7	82.0	13.9
CARGADORES	9	13.85%	122.4	16.9	27.1	3.8	79.4	11.0	121.5	16.8
<b>TOTALES</b>	<b>65</b>	<b>100.00%</b>								
<b>PROMEDIO DE LAS REPARACIONES</b>				<b>118.8</b>		<b>21.6</b>		<b>66.9</b>		<b>123.3</b>
<b>TIEMPO MINIMO DE REPARACION</b>	$\sigma_1$			92.5		7.1		54.0		82.0
<b>TIEMPO MAXIMO DE REPARACION</b>	$\sigma_2$			137.3		28.5		79.4		140.7

\* LOS CALCULOS SON IGUALES QUE LOS DE LA TABLA 3

$\sigma_1$  TOMADOS DE LA TABLA 1

**TABLA 6.5**

**TOTAL DE MANO DE OBRA  
( POR PROMEDIOS )**

COMPONENTES	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACION ( HORAS )	NUMERO DE REPARACIONES PROMEDIO AL MES	PROMEDIO DE HORAS DE REPARACION AL MES
	N	M	O = N*M
MOTORES	118.80	2.77	329.08
HIDRAULICOS	21.60	2.96	63.94
TRANSMISION	66.90	3.69	246.66
TRANSITOS	123.30	2.92	<u>360.04</u>
SUBTOTAL			999.91
HORAS DE TRABAJO AL MES			169.17
TOTAL DE PERSONAS		*	5.91

\* TOTAL DE PERSONAS = SUBTOTAL / HORAS DE TRABAJO AL MES

con más y mejor personal que cubra diferentes áreas, y así solucionar el exceso de cargas de trabajo en los meses pico.

En las tablas anteriores como se puede apreciar, no se incluyeron las reparaciones de Cabina, Chasis, Limpieza y Pintura, ya que la frecuencia de servicio va en función de las condiciones que presenten cada una de la maquinas al llegar al taller.

Para poder cubrir las contingencias que se presentan en la operación, lo que se hace es aplicar un factor a la mano de obra por departamento. La manera correcta de calcular el factor, es sumar cada una de la probabilidades de que ocurran las contingencias. Se puede recurrir a estadísticas, pero en la práctica difícilmente suceden porque va en función otras variables que si se pueden controlar, como son la motivación de la gente.

Lo más práctico y con un margen de error máximo de 2 personas, es partir del rango que actualmente se utiliza en las industrias similares, siendo entre un 25 y 40%. Esta cifra se compone principalmente de la demanda en las reparaciones en los meses picos, que puede llegar según lo que se tocó en el capítulo de las cargas de trabajo, hasta un 45%. Además, las inasistencias de la gente equivalen a un 7% promedio, los accidentes de trabajo, la falta de servicios y la falta del material de trabajo oscilan entre un 2 y 4%, y si añadimos el lapso de tiempo que tiene que pasar en que los trabajadores se adapten a las reparaciones que se tienen que efectuar dentro del taller, es conveniente que se aplique un margen entre un 30 y 45%, lo que da un incremento de 4 personas en relación a las 5.91 personas propuestas en la Tabla 6.5. Las 4 personas es casi del doble de la gente propuesta, pero hay que considerar que se incrementa por el redondeo de personal, y para poder asignar el personal adecuado a cada uno de los departamentos. Con el 100% se obtiene un incremento de 3 más con respecto al rango anterior ( ver Tabla 6.6 ).

En conclusión, el rango propuesto para inicio de operaciones es el rango anterior (entre 30 y 45%), tomando en cuenta que si en el futuro fuera más o menos el porcentaje, se ajustaría el personal. Esto por su parte, no implica un problema ya que contratar 2 o más personas se pueden conseguir relativamente fácil y estos a su vez como se procura que sean los ayudantes, la capacitación no será problemática.

TABLA 6.6

CALCULO DE LA MANO DE OBRA DEL  
TALLER DE SERVICIO

COMPONENTES  RANGO FACTOR	TOTAL DE REDONDEO		TOTAL DE REDONDEO		TOTAL DE REDONDEO	
	PERSONAS POR DEPTO. (1.00)	CIFRAS	PERSONAS POR DEPTO. (1.3-1.45)	CIFRAS	PERSONAS POR DEPTO. (2.00)	CIFRAS
	1.00		1.40		2.00	
MOTORES	1.97	2	2.76	3	3.94	4
HIDRAULICO	0.40	1	0.56	1	0.80	1
TRANSMISION	1.50	2	2.10	3	3.00	3
TRANSITOS	2.14	3	3.00	3	4.28	5
		<u>8</u>		<u>10</u>		<u>13</u>

DESGLOSE DE PERSONAL POR DEPARTAMENTO

MOTORES:

MECANICO "AA"	1
MECANICO "A"	1
AYUDANTE "B"	<u>1</u>
	3

TRANSITOS:

MECANICO "A"	1
ELECTRICISTA "A"	1
AYUDANTE "B"	<u>1</u>
	3

TRANSMISION

MECANICO "AA"	1
MECANICO "A"	1
AYUDANTE "A"	<u>1</u>
	3
	<u>6</u>

HIDRAULICO:

MECANICO "A"	1
	<u>4</u>
	10

\* DE LAS TRES COLUMNAS QUE SE MUESTRAN, ESTA NOS DA EL  
NUMERO MAS APROXIMADO DE PERSONAL A CONTRATAR.

En la parte inferior de la Tabla 6.6, se encuentra el número de personas por departamentos (Motores, Hidráulicos, Transmisiones y Tránsitos). Se mencionan las categorías del personal que son las siguientes:

- Mecánico " AA " , aquél que tiene todos los conocimientos en su departamento y es el que se requiere para los trabajos más difíciles del área, capacita también a sus ayudantes.
- Mecánico " A " , aquél que puede llegar a suplir eventualmente a un " AA " , con la ayuda de su supervisor, pero le falta experiencia y algunas habilidades.
- Ayudante " A " , aquél que realiza tanto trabajos físicos, como la función de reparar trabajos sencillos, montar y desmontar piezas.
- Ayudante " B " , aquel que se dedica principalmente a recibir órdenes y efectuar trabajos de esfuerzo físico.

La función de " AA "; y " A " se aplican tanto al electricista como al soldador.

El total de personas que trabajarán en todos los departamentos de reparación, sin tomar en cuenta la supervisión será de 15. Estos van a estar destinados a trabajar en dos o más funciones en general y se rotarán en diferentes áreas, para poder cubrir los espacios muertos y disminuir al máximo los retrasos en los tiempos de entrega y el exceso en mano de obra.

#### **6.5. PERSONAL POR AREAS.**

Todo el personal administrativo se encuentra bajo las mismas instalaciones de oficinas, en donde las funciones del personal son las siguientes:

- Gerente de Planta; administración y taller de servicio
- Jefe de Administración; presupuestos, contabilidad y computación.
- Jefe de compras; almacén y compras en general.
- Jefe de servicio; todo el taller de servicio ( supervisores de áreas )

- Supervisor de almacén; control de inventarios, salidas y entradas de mercancía.
- Supervisor de área 1; departamento de motores, hidráulicos, eléctricos y tránsitos.
- Supervisor de área 2; soldadura, chasis, cabina, limpieza y pintura.
- Supervisor de área 3; revisar y presupuestar la maquinaria al entrar y al salir del taller.

En la Tabla 6.7 se tiene la relación del personal por áreas. El personal administrativo constará de 10 personas, el taller de 19, y entre policía, chofer, y la limpieza en general que es de 4, llegamos a un total de 33 personas para arrancar la planta, teniendo como presupuesto un total de N\$69,504. Los salarios fueron tomados de lo que actualmente se pagan en las industrias de este tipo en general y en particular los salarios de los trabajadores del taller, se tomaron del tabulador de salarios de la empresa GRUMACO S.A. de C.V. La parte administrativa representa un 47.64 % del total y la parte productiva el 47.34 %. Como se están cubriendo los mínimos requisitos de personal dentro del área administrativa, se podría incrementar el volumen de reparaciones, contratar así más personal para el taller y seguir con el mismo administrativo, hasta un cierto límite.

TABLA 6.7

## RELACION DEL PERSONAL POR AREAS

DEPARTAMENTOS	NUMERO PERSONAS	( N\$ ) SALARIO POR PUESTO	( N\$ ) TOTAL SALARIOS
<b>ADMINISTRACION:</b>			
GERENTE DE PLANTA	1	\$10,000	\$10,000
JEFE DE ADMINISTRACION	1	\$6,000	\$6,000
JEFE DE COMPRAS	1	\$5,000	\$5,000
SUPERVISOR DE ALMACEN	1	\$4,500	\$4,500
CAPTURISTAS	1	\$1,500	\$1,500
AUXILIARES	2	\$1,400	\$2,800
SECRETARIAS	3	\$1,150	<u>\$3,450</u>
SUBTOTAL	10		\$33,250
<b>TALLER:</b>			
JEFE DE SERVICIO	1	\$5,000	\$5,000
SUPERVISORES DE AREA	3	\$3,000	\$9,000
MECANICO " AA "	2	\$1,854	\$3,707
MECANICO " A "	4	\$1,562	\$6,248
AYUDANTE " A "	1	\$660	\$660
AYUDANTE " B "	3	\$616	\$1,848
ELECTRICISTA " AA "	1	\$1,562	\$1,562
SOLDADOR " AA "	1	\$1,854	\$1,854
SOLDADOR " A "	1	\$1,562	\$1,562
AYUDANTE GENERAL	1	\$440	\$440
PINTOR	1	\$1,023	<u>\$1,023</u>
SUBTOTAL	19		\$32,904
<b>VARIOS:</b>			
POLICIAS	1	\$1,000	\$1,000
CHOFER	1	\$1,250	\$1,250
LIMPIEZA OFICINAS	1	\$550	\$550
LIMPIEZA TALLER	1	\$550	<u>\$550</u>
SUBTOTAL	4		\$3,350
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>		<b>N \$ 69,504</b>

## 6.6. ORGANIGRAMA

En la Tabla 6.8 se encuentra el organigrama general de todo el personal de la planta y la relación que guardan entre sí los diferentes niveles.

## 6.7. CONCLUSIONES

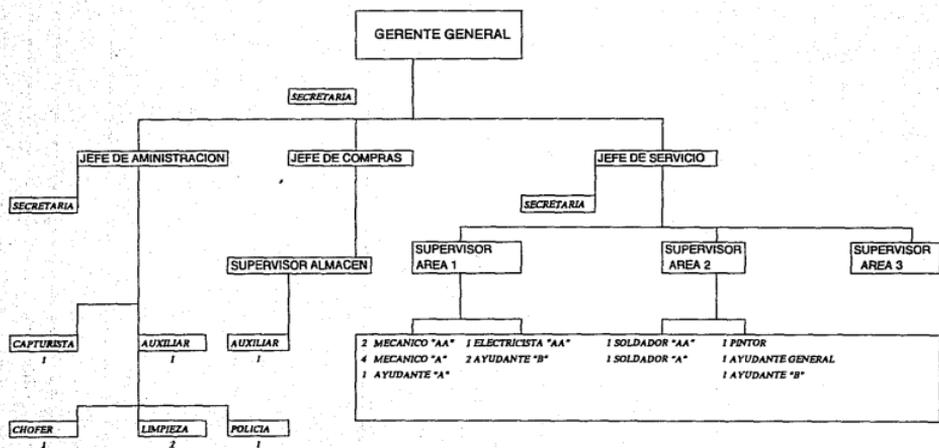
Por las características que guarda la operación de la planta se pueden destacar los siguientes puntos:

- A medida que los adelantos técnicos de la maquinaria avanzan, se hace necesario capacitar al personal .
- Solicitar a los fabricantes de la maquinaria que nos actualicen constantemente con toda la información referente a la operación.
- Rotar al personal en diferentes áreas.
- Mantener alrededor de un 10 % de personal eventual en época normal e incrementarlo en épocas de mayor demanda.
- Realizar el mismo estudio que se hizo en este capítulo, cuando las condiciones que establecidas cambien de tal manera, que modifiquen la proporción de gente.
- Como las refacciones que generalmente se piden son de importación, conviene solicitarlas a la mayor brevedad posible.

Ya que la operación de la planta requiere básicamente de mano de obra y no de maquinaria, el factor humano se vuelve primordial a vigilar y capacitar, lo que habrá que fomentar el entusiasmo por el trabajo y tener una correcta supervisión de las responsabilidades de cada una de las personas que trabajen.

TABLA 6.8

## ORGANIGRAMA DE LA PLANTA



---

**CAPITULO 7**

**ANALISIS FINANCIERO**

## **7.1. PRINCIPIOS GENERALES**

El objetivo de este capítulo es el de determinar si el proyecto de inversión en la planta de rehabilitación es rentable, para lo cual se emplearán el estado de resultados, un análisis de flujo de efectivo y el balance general, así como el análisis de rentabilidad, calculando los índices financieros correspondientes.

A continuación se lista una breve descripción de cada uno de estos análisis:

## **7.2. ESTADO DE RESULTADOS**

También conocido como estado de pérdidas y ganancias, este reporte proporciona a la gerencia un resumen de los ingresos recibidos por las ventas e inversiones, así como los gastos en que se incurre para obtener dichos ingresos; así mismo, informa la utilidad o pérdida resultante de las operaciones del negocio durante el periodo contable considerado<sup>1</sup>.

Para efectos de este estudio, se ha considerado un horizonte de planeación de 10 años. Así mismo, se ha determinado estructurar dicho reporte presentando en primer lugar el número de unidades reparadas desglosadas por subsistemas (motores, transmisiones, hidráulicos y tránsitos, así como servicios periféricos tales como limpieza, pintura, etc.), con el propósito de comparar el precio de venta individual con el precio del mercado.

### **7.2.1. UNIDADES REPARADAS.**

El número de unidades a reparar para cada año se obtiene del capítulo 3 (Proyección de Cargas de Trabajo), asumiendo que durante el año cero se harán las construcciones e instalaciones, así como la adquisición del equipo, por lo que no habrá reparaciones; a partir del año 1, se asume un crecimiento promedio anual del 8%, de acuerdo a las estimaciones del crecimiento de la industria de la construcción establecidas en el capítulo 2.

---

<sup>1</sup>Técnicas de análisis económico en ingeniería (p.57)

**7.2.2. PRECIOS DE VENTA.**

Estos precios se calculan a partir de los costos y gastos de operación, de manera que la utilidad resultante después de impuestos sea tal, que ofrezca la tasa interna de retomo y el tiempo de recuperación de la inversión aceptables para los inversionistas (en este caso, los socios accionistas de GRUMACO, S.A. de C.V. establecen una tasa interna de retomo mínima de aproximadamente 20%, así como un período de recuperación de la inversión de entre 4 y 5 años). Dicho precio de venta no deberá exceder al precio de venta del mercado, ya que entonces convendrá rehabilitar los equipos en talleres externos.

Las ventas en valor representan el resultado de multiplicar el número de unidades por el precio de venta respectivo.

**7.2.3. COSTO DE VENTAS.**

Los costos de venta comprenden un promedio ponderado de acuerdo al número de unidades a reparar anualmente de los siguientes rubros:

- Materia prima directa, que incluye a las refacciones, así como los insumos (oxiacetileno, nitrógeno, soldadura, esmeriles, diesel, aceite, estopa, pintura, solventes, etc.); en términos generales, se estimaron los siguientes costos por cada máquina:
  - Overhaul motor (considerando 6 cilindros en promedio): N\$15,000
  - Hidráulico: N\$15,000
  - Tránsitos (Incluida la transmisión): N\$40,000
  - Hojalatería y pintura: N\$6,000
- Mano de obra directa, que incluye los sueldos (N\$32,904 mensuales de acuerdo a la tabla 7 del capítulo 6) y prestaciones de los obreros, estimados en 30% del sueldo nominal; se asume un incremento en mano de obra proporcional al incremento en el número de unidades reparadas por año.
- Mano de obra de supervisión, integrada por los sueldos de los empleados administrativos en la planta, estimados en N\$33,250 mensuales más prestaciones correspondientes al 40% del sueldo nominal.

- Mano de obra de empleados auxiliares, que comprende los sueldos de policía, chofer y personal de limpieza, estimado en N\$3,350 más 30% de prestaciones.
- Los costos de mantenimiento y gastos indirectos de fábrica se estiman como un 5% sobre el activo fijo; el suministro de operaciones se asume como 15% del costo de mantenimiento.

La utilidad bruta se calcula como la diferencia entre el valor de las ventas y el costo de las mismas, presentándose también como porcentaje de las ventas (UBV).

#### 7.2.4. GASTOS DE OPERACION.

Los gastos de operación están comprendidos por los siguientes rubros:

- Renta del terreno, calculada en N\$25,000 mensuales, para un terreno industrial de 8,400m<sup>2</sup> con todos los servicios, cuyo valor es de N\$1,134,000.
- Depreciación y amortización calculados al 5% anual para los edificios, así como 10% anual para los equipos, de acuerdo a los siguientes activos:

-Planta, cuyo valor es de N\$3,525,664 incluyendo:

Contratación y suministro de servicios municipales, acometidas eléctricas, líneas telefónicas y contratación de suministro de combustibles **N\$81,870**

Preparación del terreno, construcción de bardas perimetrales, circulaciones, drenajes, sistemas, cuarto de bombeo, casetas exteriores y pavimentación de patios de maniobras **N\$756,314**

Construcción de la planta, cimentaciones, techumbre, muros, pisos reforzados, herrería, canalizaciones integrales y preparación para recibir maquinaria y equipos **N\$2'462,000**

Dirección de obra, supervisión y administración de fondos, seguro social, N\$292,680  
etc.

-Equipo y herramientas, listadas en el capítulo 4, y cuyo valor es de N\$521,575.

-Instalaciones de la planta, maquinarias y equipo, adquisición, colocación y puesta en marcha, estimada en N\$2'863,622

- Seguros, calculados como el 0,8% del valor de los activos fijos y activo diferido<sup>2</sup>.

La utilidad de operación, también conocida como utilidad antes de impuestos, se calcula restando los gastos a la utilidad bruta, calculándose también como un porcentaje de las ventas (UOV); la utilidad neta se obtiene de restar a la utilidad bruta el impuesto sobre el producto del trabajo y la participación de utilidades a los trabajadores.

### 7.3. ANÁLISIS DE FLUJO DE EFECTIVO

El análisis de flujo de efectivo tiene dos propósitos fundamentales; el primero consiste en anticipar necesidades de aportación de capital de trabajo a lo largo del horizonte de planeación, cuando los egresos de un período en particular son mayores a los ingresos; el segundo consiste en manejar los flujos a través del tiempo para determinar la tasa interna del proyecto, así como el tiempo de recuperación de la inversión.

Los ingresos incluyen la utilidad neta del ejercicio inmediato anterior, el valor de la depreciación, así como el valor del pasivo contratado (ya sean las aportaciones de capital de los accionistas, o préstamos bancarios); los egresos incluyen las inversiones en activo fijo, incrementos al capital de trabajo, pago de dividendos a los accionistas, así como el pago de capital.

<sup>2</sup>Dato proporcionado por Seguros La Comercial

#### **7.4. BALANCE GENERAL**

El balance general registra las transacciones financieras y una variedad de informes internos considerados dentro de los sistemas contables, y los cuales comprenden los informes de ventas y de otros ingresos, así como los de los gastos en que se incurre para obtener los ingresos.

Los ingresos y los gastos en que se incurre durante un período especificado se resumen en el estado de pérdidas y ganancias. La utilidad o pérdida neta resultante de este período se pasa al balance general para poner al día el informe financiero.

Las partidas que se mencionan en el balance general están clasificadas en tres grupos principales: partidas de activo (circulante, fijo y diferido), de pasivo y de capital contable.

Dentro de el activo circulante, se considera en caja y bancos el equivalente a 15 días de materia prima directa, lo que asegura suficiente liquidez para la adquisición de las mismas; los excedentes en el flujo de efectivo serán depositados en cuentas de inversiones.

En el caso de cuentas por cobrar, se asumen 30 días de ventas, siendo este el crédito otorgado al cliente.

En el caso del pasivo, es importante mencionar que las cuentas por pagar consideran el equivalente a 8 días del costo de la materia prima directa, siendo este el crédito otorgado por los proveedores respectivos.

El capital social está integrado por el monto total de la inversión.

#### **7.5. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD**

El análisis de rentabilidad determina la conveniencia de invertir en este proyecto de acuerdo a dos índices fundamentales:

a) la tasa interna de retorno (TIR), misma que indica el porcentaje anual con el que al trasladar cada uno de los flujos del horizonte de planeación al año cero, resulta en un Valor Presente Neto igual a cero; la tasa resultante debe ser mayor al rendimiento que ofrecen los instrumentos de inversión.

b) el período de recuperación de la inversión, que indica en cuanto tiempo las utilidades generadas por el proyecto alcanzarán un monto equivalente a la inversión, y que como se indicó anteriormente, se establece para el caso de GRUMACO, S.A. de C.V. en un plazo que no exceda los 5 años.

Como se muestra en la tabla respectiva, la TIR resulta en 21%, con un tiempo de recuperación de la inversión de 4.5 años, lo que indica la conveniencia de inversión en este proyecto. Cabe mencionar que estos resultados no se obtuvieron sino después de una serie de ajustes en el monto de inversión de capital, buscando que através de mejorar las eficiencias y los costos, se consiguieran las tasas aceptables.



Depreciación y amortiz.	\$0	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110
Renta del terreno	\$0	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000
Seguros	\$0	\$57,019	\$57,019	\$57,019	\$57,019	\$57,019	\$57,019	\$57,019
Impuesto predial	\$0	\$43,112	\$43,112	\$43,112	\$43,112	\$43,112	\$43,112	\$43,112
Gastos de venta	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Gastos de administración	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Otros gastos	\$0	\$130,658	\$168,818	\$164,092	\$178,157	\$183,599	\$191,763	\$200,605
<b>UTILIDAD DE OPERACION</b>	<b>\$0</b>	<b>\$761,325</b>	<b>\$2,259,165</b>	<b>\$1,621,968</b>	<b>\$2,190,441</b>	<b>\$2,142,970</b>	<b>\$2,485,917</b>	<b>\$2,606,612</b>
UOV (%)		15.8%	30.9%	24.8%	29.3%	28.3%	30.6%	30.7%
P=	0.00%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CIF G=	0.00%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>UTILIDAD ANTES DE ISR / PTU</b>	<b>\$0</b>	<b>\$761,325</b>	<b>\$2,259,165</b>	<b>\$1,621,968</b>	<b>\$2,190,441</b>	<b>\$2,142,970</b>	<b>\$2,485,917</b>	<b>\$2,606,612</b>
ISR	\$0	\$290,464	\$790,708	\$587,689	\$786,654	\$750,040	\$870,071	\$912,314
PTU	\$0	\$76,132	\$225,916	\$162,197	\$219,044	\$214,297	\$248,592	\$260,661
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>\$0</b>	<b>\$418,729</b>	<b>\$1,242,541</b>	<b>\$892,083</b>	<b>\$1,204,742</b>	<b>\$1,178,634</b>	<b>\$1,367,254</b>	<b>\$1,433,637</b>
UNV (%)		8.7%	17.0%	13.6%	16.1%	15.6%	16.8%	16.9%

**II FLUJO DE EFECTIVO:**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>INGRESOS</b>								
Utilidad Neta	\$0	\$418,729	\$1,242,541	\$892,083	\$1,204,742	\$1,178,634	\$1,367,254	\$1,433,637
Depreciación	\$0	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110
Paseivo contratado	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$0</b>	<b>\$951,838</b>	<b>\$1,775,650</b>	<b>\$1,425,192</b>	<b>\$1,737,852</b>	<b>\$1,711,743</b>	<b>\$1,900,364</b>	<b>\$1,966,746</b>
<b>EGRESOS</b>								
Inversiones activo fijo	\$7,127,429	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Incremento capital de trabajo	\$0	\$472,274	\$72,797	\$7,915	\$26,080	\$20,106	\$14,544	\$25,269
8.00% Dividendos	\$0	\$0	\$33,498	\$99,403	\$71,367	\$96,379	\$94,291	\$109,360
Pago capital	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$7,127,429</b>	<b>\$472,274</b>	<b>\$106,295</b>	<b>\$107,319</b>	<b>\$97,447</b>	<b>\$116,485</b>	<b>\$108,834</b>	<b>\$134,649</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>(\$7,127,429)</b>	<b>\$479,564</b>	<b>\$1,669,355</b>	<b>\$1,317,874</b>	<b>\$1,640,406</b>	<b>\$1,595,258</b>	<b>\$1,791,530</b>	<b>\$1,832,097</b>
<b>SALDO INICIAL EFECTIVO</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$479,564</b>	<b>\$2,148,920</b>	<b>\$3,466,793</b>	<b>\$5,107,199</b>	<b>\$6,702,457</b>	<b>\$8,493,967</b>
+ Aumentos de capital	\$7,127,429	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>SALDO FINAL EFECTIVO</b>	<b>\$0</b>	<b>\$479,564</b>	<b>\$2,148,920</b>	<b>\$3,466,793</b>	<b>\$5,107,199</b>	<b>\$6,702,457</b>	<b>\$8,493,967</b>	<b>\$10,326,064</b>

**II.1- FLUJO DE EFECTIVO OPERACIONAL**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7
RESULTADO DE OPERACION	\$0	\$761,325	\$2,259,165	\$1,621,968	\$2,190,441	\$2,142,970	\$2,485,917	\$2,606,612
+ DEPRECIACION	\$0	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110	\$533,110
- INC. CAP. TRABAJO	\$0	\$570,612	\$296,258	(\$74,366)	\$89,508	\$13,974	\$58,841	\$40,859
= FLUJO OPERATIVO	\$0	\$723,823	\$2,526,027	\$2,229,467	\$2,824,043	\$2,662,106	\$2,980,166	\$3,098,883
- ISR Y PTU	\$0	\$244,258	\$823,153	\$812,190	\$912,271	\$970,468	\$1,074,365	\$1,157,386
= FLUJO DESPUES IMPTOS.	\$0	\$479,564	\$1,702,854	\$1,417,277	\$1,711,772	\$1,691,637	\$1,885,820	\$1,941,477
+ PASIVO CONTRATADO	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
+ PRODUCTOS (GASTOS) FINAN.	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
- INVERSIONES A.F.	\$7,127,429	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
- DIVIDENDOS	\$0	\$0	\$33,466	\$99,403	\$71,367	\$96,379	\$94,291	\$109,280
- PAGO DE CAPITAL	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
= FLUJO NETO DE EFECTIVO	(\$7,127,429)	\$479,564	\$1,669,355	\$1,317,874	\$1,640,406	\$1,595,258	\$1,791,530	\$1,832,097
SALDO INICIAL EFECTIVO	\$0	\$0	\$479,564	\$2,148,920	\$3,466,793	\$5,107,199	\$6,702,457	\$8,493,987
+ Aumentos de capital	\$7,127,429	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
SALDO FINAL EFECTIVO	\$0	\$479,564	\$2,148,920	\$3,466,793	\$5,107,199	\$6,702,457	\$8,493,987	\$10,326,084
Flujo para TIR (inc. prod. financieros)	(\$7,127,429)	\$479,564	\$1,702,854	\$1,417,277	\$1,711,772	\$1,691,637	\$1,885,820	\$1,941,477
		18.10%						



<b>PASIVO</b>								
Clas. x pagar (8 días mat prima)	\$0	\$37,778	\$58,978	\$52,248	\$60,062	\$60,647	\$65,183	\$67,948
ISR Y FTU p/pagar	\$0	\$98,338	\$291,809	\$209,504	\$282,932	\$276,800	\$321,098	\$336,687
Otros Pasivos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Pasivo con costo	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>\$0</b>	<b>\$136,116</b>	<b>\$350,787</b>	<b>\$261,752</b>	<b>\$342,994</b>	<b>\$337,448</b>	<b>\$386,281</b>	<b>\$404,636</b>
<b>CAPITAL</b>								
Capital Social	\$7,127,429	\$7,127,429	\$7,127,429	\$7,127,429	\$7,127,429	\$7,127,429	\$7,127,429	\$7,127,429
Ut. del ejercicio	\$0	\$418,729	\$1,242,541	\$892,083	\$1,204,742	\$1,178,634	\$1,367,254	\$1,433,637
Ut. acumuladas	\$0	\$0	\$385,230	\$1,528,368	\$2,348,084	\$3,457,447	\$4,541,790	\$5,799,664
<b>TOTAL CAPITAL</b>	<b>\$7,127,429</b>	<b>\$7,546,158</b>	<b>\$8,755,200</b>	<b>\$9,547,879</b>	<b>\$10,681,255</b>	<b>\$11,763,509</b>	<b>\$13,036,473</b>	<b>\$14,360,729</b>
<b>PASIVO + CAPITAL</b>	<b>\$7,127,429</b>	<b>\$7,682,273</b>	<b>\$9,105,986</b>	<b>\$9,809,632</b>	<b>\$11,024,249</b>	<b>\$12,100,957</b>	<b>\$13,422,753</b>	<b>\$14,765,365</b>

**ANALISIS DE RENTABILIDAD**

PERIODO	FLUJOS:	ACUMULADOS
0	(\$7,127,429)	(\$7,127,429)
1	\$479,964	(\$6,647,465)
2	\$1,702,854	(\$4,944,611)
3	\$1,417,277	(\$3,527,334)
4	\$1,711,772	(\$1,815,562)
5	\$1,691,637	(\$124,324)
6	\$1,885,820	\$1,761,496
7	\$1,941,477	\$3,702,973
8	\$2,121,944	\$5,824,917
9	\$2,204,155	\$8,029,072
10	\$3,528,127	\$11,557,199

**TASA INTERNA DE RETORNO**

18.10%

=====

**TIEMPO DE RECUPERACION:**

5.07 años

0.00 años

=====

**VALOR PRESENTE NETO:**

Tasa dcto.: 12.0%

VPN = \$2,336,252

**VALOR PRESENTE NETO:**

Tasa dcto.: 15.0%

VPN = 1,066,312.2

=====

---

**CAPITULO 8**

**CONCLUSIONES**

1. La planta fué diseñada tomando en cuenta el crecimiento futuro que se pronostica en la industria de la construcción; se recomienda considerar el servicio externo, para no depender solamente de GRUMACO, S.A. de C.V., además de que dicho servicio permitiría maximizar la utilización de la capacidad instalada.
2. El proyecto es viable a pesar de la alta inversión inicial, ya que se cumple con las premisas de una tasa interna de retomo cercana al 20%, así como un período de recuperación de la inversión que no excede los 5 años. Adicionalmente, dicho proyecto permite reducir el tiempo en que los equipos se encuentran en servicio, de dos meses en talleres externos, a solamente un mes, lo que incrementa el tiempo hábil de renta en un 6%, con el subsecuente beneficio en utilidades.
3. Se estimó un tiempo de importación de refacciones de 15 días, siendo este la restricción (cuello de botella) del proceso; es factible reducir dicho tiempo, con lo que se lograrían tiempos más cortos de entrega, lo cual resultaría en más tiempo hábil de renta para el cliente, así como un uso más eficiente de la capacidad instalada, lo que ofrecería una ventaja competitiva en relación a los talleres externos.
4. Se deberá manejar la filosofía de Calidad Total en todas las reparaciones.
5. En visitas que se realizaron durante la elaboración de este trabajo, se pudo constatar que gran parte de los talleres existentes carecen de tecnología adecuada, estructura organizacional debidamente preparada y sistemas de seguridad; la creación de esta planta supera dichos problemas.
6. Existen las condiciones propicias para la inversión dada la mejoría de las variables macroeconómicas del país, así como la apertura comercial, lo que por una parte ofrecerá disponibilidad de tecnología y facilidad de importaciones, pero por otra parte presentará mayor competencia.
7. Con el apoyo de GRUMACO, S.A. de C.V., se estará partiendo de una demanda cautiva, que asegurará un crecimiento estable durante los primeros años de la planta, así como un respaldo técnico que garantice confiabilidad en el servicio.

---

**CAPITULO 9**

**BIBLIOGRAFIA**

- **ENCICLOPEDIA PRACTICA DE ECONOMIA**  
Orbis
- **ENCICLOPEDIA DE DIRECCION Y ADMINISTRACION DE LA EMPRESA**  
Orbis
- **EVALUACION DE PROYECTOS**  
G. Baca Urbina  
Mc Graw Hill
- **ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION**  
Raul Coss Bu  
Limusa
- **MANUFACTURA DE CATEGORIA MUNDIAL**  
Richard J. Schonberger  
Norma
- **ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA DE LA PRODUCCION**  
Elwood S. Buffa  
Limusa
- **PROCESOS BASICOS DE MANUFACTURA**  
H.C. Kazavas, Glen E. Baker, Thomas G. Gregor  
Mc Graw Hill
- **SPECIAL ENGLISH ENGINEERING**  
Collier Mc. Millan
- **ECONOMICS**  
William J. Baumol, Alan S. Blinder  
HBJ
- **LAB SAFETY SUPPLY**
- **ECONOMICS**  
Graham Bannock  
Penguin
- **QUEST FOR QUALITY**  
Mehran Sepehri  
IIE
- **MAINTENANCE MANAGEMENT**  
Edward Hartman  
IIE
- **MATEMATICAS FINANCIERAS**  
Benjamín de la Cueva  
Porúa
- **PLANEACION FINANCIERA DE LA EMPRESA**

Antonio Saldívar  
Trillas

- **FINANZAS ES ADMINISTRACION**  
J.F. Weston, E.F. Brigham  
Interamericana
- **FUNDAMENTOS DE PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS**  
Nassir Sapag Chaín, Reynaldo Sarag Chaín  
Mc Graw Hill
- **INGENIERIA INDUSTRIAL**  
Benjamín W. Niebel  
RSI





## ANEXO B

### SELECCION DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

La herramienta básica con la que deberá contarse en todos los departamentos para un uso general en todas las operaciones es el siguiente:

Martillo grande	Barra de uña grande
Martillo mediano	Barra de uña mediana
Martillo chico	
Martillo de hule	Juego de puntos
Pinzas de presión	Juego de punzones
Pinzas de extensión	
Pinzas de punta	Stillson mediano
Pinzas de corte	Stillson chico
Pinzas de chofer	
Pinzas aisladas	
Pinzas para seguros	
Cinzel (largos y cortos)	Dado (") 2, 17/0
Tamaño grande	1 15/16, 1 13/16, 1 11/16, 1 3/4,
Tamaño mediano	1 5/8, 1 9/16, 1 1/2, 1 7/16, 1 3/8,
Tamaño chico	1 5/16, 1 1/4, 1 3/16, 1 1/8, 1 1/16, 1, 15/16, 7/8. Todos con entrada 3/4
Desarmadores planos	Dado (") 1 3/16,
Tamaño extra grande	1 1/4, 1 1/8, 1 1/16, 1,
Tamaño grande	15/16, 7/8,
Tamaño mediano	13/16, 3/4, 11/16, 5/8, 9/16, 0/16, 7/16
Tamaño corto	1/2, 3/8, 5/16, 1/4, 3/16, 1/8. Todos
Tamaño chico	con entrada 1/2
Tamaño pequeño	
	Dado (") 1, 15/16
	7/8, 13/16, 3/4, 11/16, 5/8, 9/16

