



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SELECCIÓN OPTIMA DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA EL MANTENIMIENTO MECÁNICO, APLICADO A UN NICHOS DE MERCADO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA EN EL ÁREA MECÁNICA PROPONE:

DAVID ALEJANDRO PANIZZO LÓPEZ

DIRECTORES DE TESIS:

ING. EMILIANO ANGUIANO ROJAS
M EN I JAVIER CERVANTES CABELLO

MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE DEL 2002



TESIS CON FALSA LE CRGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPITULOS	
1. La industria petrolera, gran potencial para el mantenimiento mecánico	6
1.1 Qué es la industria petrolera nacional	6
1.1.1 breve reseña histórica y contemporánea	6
1.1.2 Estructura de Petróleos Mexicanos(PEMEX)	7
1.1.3 Nicho de mercado para el mantenimiento mecánico de los equipos petroleros	8
1.1.4 Empresas contratistas relacionadas con PEMEX y al nicho De mercado	11
1.2 Necesidades particulares en el mantenimiento mecánico de PEP	12
1.2.1 Malacates y subensamblables	13
1.2.2 Sistema de izaje y subensamblables	18
1.2.3 Transmisión de potencia y subensamblables	24
1.2.4 Equipo de bombeo y subensamblables	28
1.2.5 Equipo complementario y auxiliar	32
1.3 Necesidades de mantenimiento mecánico en empresas Petroleras Privadas	35
1.4 Presente, potencial económico del mercado	36
1.4.1 Plan de negocios	37
1.5 Futuro del mercado en el país	38
2. Maquinaria y equipo utilizado en el mantenimiento mecánico	39
2.1 Función de las máquinas herramientas para el mantenimiento mecánico	39
2.2 Descripción de las operaciones básicas en el mantenimiento mecánico	40
2.3 Maquinaria para operaciones de corte para mantenimiento Industrial	42
2.3.1 Tornos	42
2.3.2 Fresadoras	44
2.3.3 Taladros	45
2.3.4 Cepillos	47
2.3.5 Mandriladoras	47
2.3.6 Rectificadoras	49
2.3.7 Sierras	50
2.4 Soldadura para mantenimiento	50
2.5 Procesos de soldadura más usados en el mantenimiento industrial	51
2.5.1 Arco eléctrico manual con electrodos revestidos(SMAW)	51
2.5.1.1 Equipos para la soldadura de arco manual	52

2.5.2 Arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas inerte(GTAW)	52
2.5.2.1 Equipos para soldadura TIG	53
2.5.3 Arco eléctrico con gas de protección y electrodo continuo(GMAW)	53
2.5.3.1 Equipos para soldadura MIG	54
2.5.4 Arco Sumergido de soldadura(SAW)	55
2.5.4.1 Equipos para soldadura de Arco sumergido	55
2.6 Maquinaria menor y equipo auxiliar	56
3. Selección de maquinaria y equipo	57
3.1 Criterios de mercado	57
3.1.1 Selección de máquinas-herramientas	57
3.1.2 Selección de equipos de soldadura	61
3.1.3 Selección de maquinaria menor y equipo auxiliar	63
3.1.4 Tabla resumen de la selección de mercado	64
3.2 Criterios técnicos	65
3.2.1 Selección de máquinas-herramientas	65
3.2.1.1 Tabla resumen de la selección técnica	99
3.2.2 Selección de los equipos de soldadura	100
3.2.2.1 Equipos de soldadura con electrodo revestido	102
3.2.2.2 Equipos de soldadura con electrodo continuo	106
3.2.2.3 Equipos de soldadura para Arco sumergido	110
3.2.2.4 Tabla resumen de la selección técnica	114
3.3 Criterios económicos	115
3.3.1 Método del valor presente(VP)	115
3.3.1.1 Valor presente con vidas útiles iguales	116
3.3.1.2 Valor presente con vidas útiles diferentes	119
CONCLUSIONES	122
BIBLIOGRAFÍA	124

INTRODUCCIÓN

Debido a las carencias y limitaciones económicas que sufre la mayoría de la industria en México, esta se ve obligada a continuar sus actividades productivas con mantenimientos más baratos a su equipo e infraestructura. Esto se logra reparando o rehabilitando los mismos componentes con los que cuenta ya que la compra de refacciones originales encarece el costo de producción o en muchas ocasiones como la tecnología nos es nacional se tarda mucho tiempo en conseguir los reemplazos necesarios para seguir operando el equipo de producción.

A partir de esta creciente demanda, hay una rama de la industria destinada a brindar los servicios técnicos y profesionales en la materia de mantenimiento mecánico. Entendiéndose por *mantenimiento mecánico* todas las actividades necesarias para mantener en las condiciones optimas de operación todo equipo de índole mecánica.

Por la experiencia propia en campo, he notado que en algunas empresas de este rubro no cuentan con la maquinaria, equipo e infraestructura adecuada al mercado donde pretender brindar su servicio. Esto ocasiona ineficiencias en los procesos de mantenimiento mecánico y en ocasiones retrasos e incumplimientos de los propios servicios.

Lo anterior me ha creado un inquietud, que es la de fomentar principios técnicos para poder seleccionar la maquinaria y equipo más optimo a un nicho de mercado en particular, y que estas empresas no sigan trabajando con conocimientos o iniciativas empíricas, ya que la globalización cada vez más exige altos estándares de calidad en los servicios.

No sería posible o tan fácil el seleccionar maquinaria y equipo sin tener una región acotada de aplicación, ya que en el país hay una gran diversidad de industrias que requieren de los servicios. Esta acotación me permitirá desarrollar más rápido y de mejor manera una posible selección de maquinaria y equipo.

El nicho de mercado o potencial de trabajos en el cual desarrollare la tesis, será la Industria Petrolera Nacional, ya que esta es de gran importancia para el país por que genera grandes dividendos y siempre cuenta con grandes flujos de efectivo. Además que tiene una constante demanda de servicios en el mantenimiento operativo de toda su infraestructura(civil, telecomunicaciones, electrónico, eléctrico y mecánico).

Como sabemos dentro de la infraestructura de la Industria Petrolera, esta cuanta con una gran diversidad de equipos mecánicos para realizar sus labores operativas, que por su incesante uso, frecuentemente requieren de un constante mantenimiento mecánico. Esto representa un gran universo de necesidades que debemos considerar o tener en cuenta para la selección adecuada de la maquinaria y equipo.

La problemática de la selección de maquinaria y equipo radica en que no se sabe identificar el universo de equipos y piezas a rehabilitar o reacondicionar, y además no se tienen claros los alcances.

Lo que pretendo con la presente tesis es el establecer algún sistema, método o algoritmo para seleccionar la maquinaria y equipo para mantenimiento mecánico, dado un nicho de mercado en particular.

Dentro de los alcances pretendo que sea una mera selección técnica como parte de la ingeniería mecánica, esto será el principio fundamental de la selección, claro complementado con algunos antecedentes de ingeniería económica. Por esto delimito bien el alcance y digo claramente que no se pretende hacer un estudio más amplio que refiere a condiciones más favorables para ingeniería industrial y administración, que no son de mi competencia.

La estructura de la tesis esta constituida en tres partes de la siguiente manera. La primera parte cuenta con un marco de referencia que nos servirá de punto de partida y presenta ampliamente la serie de trabajos a desarrollar.

Como una segunda parte se tienen las descripciones particulares de lo que implica el mantenimiento mecánico y sus alcances, así mismo, se presenta una breve descripción de los medios o infraestructura para poder llevarlo a cabo.

Como tercera y última parte, que es la parte esencial del trabajo de tesis, es aquí donde se pretende hacer un desarrollo sistemático para la selección óptima de maquinaria y equipo con base el marco de referencia.

A continuación presento una breve descripción de cada uno de los capítulos para tener un panorama más amplio del desarrollo de la tesis.

CAPITULO UNO

Como se dijo anteriormente se trata del marco de referencia, es aquí donde ubicamos al nicho de mercado dentro de la geografía nacional. Además se establecen todas las características del universo de trabajos que requieren de los servicios del mantenimiento mecánico motivo de la presente tesis.

Para poder desarrollar este capítulo se hace uso de diagramas de maquinaria, esquemas, tablas de información de dimensiones, datos estadísticos y de orden público. Además presentaré un panorama general de negocios, donde se ve que no es solo una mera selección técnica, sino además es una trabajo que tiene un presente y futuro económico pronosticable.

CAPITULO DOS

En este capítulo se presentan las expectativas y alcances que deben cumplir la maquinaria y equipo para los trabajos específicos del mantenimiento mecánico. Aunado a esto se presenta el universo de maquinaria y equipo más común para este rubro, esto con la finalidad de conocer brevemente la gama de equipo comercial. Esta parte se desarrollo con base en la información bibliográfica, así como de algunos catálogos de distribuidores de maquinaria y otras fuentes de información alterna.

CAPITULO TRES

Este capítulo es la última parte del trabajo y es la parte medular de la tesis. Es aquí donde se presenta formalmente la propuesta del algoritmo para la selección óptima de maquinaria y equipo. El desarrollo de este capítulo a grandes rasgos es el siguiente, esta dividido en tres partes fundamentales, una de ellas es la parte de mercado o cualitativa, la otra parte es la técnica o cuantitativa y como última parte la económica.

Dentro de la parte de mercado se ajustará las necesidades del nicho de mercado al universo de maquinaria y equipo que se cuanta a disposición comercial. En esta parte se usaron herramientas de diseño mecánico como la matriz de selección enfocada a la selección de maquinaria, con valores y criterios de selección particulares. Lo anterior esta respaldado con experiencia propia en campo y demás información consultada.

En lo referente a la parte técnica, aquí se seleccionara la cantidad de maquinaria y equipo de acuerdo a los parámetros que se hayan elegido con base en los criterios de mercado. Para poder llevar a cabo esto se utilizaron herramientas sencillas de la estadística como frecuencias, histogramas, gráficas, ajustes lineales, ajuste polinomiales, ajustes logarítmicos. Además se realizaron modelaciones de tiempos de maquinados, tiempos y rendimientos de rellenos de soldadura y al final se pretende resumir toda esta información concentrando así la selección técnica.

En general en este capítulo me apoyé en consultas por parte de empresas líderes en máquinas-herramientas, equipos de soldar, manuales y catálogos de productos, manuales de mantenimiento de equipo petrolero. Además de contar con la valiosa información proporcionada por algunas empresas de este rubro que brindas los servicios de mantenimiento mecánico y que están localizadas en la región sur del país.

En lo que se refiere a la parte económica, aquí se propone la utilización de algunos métodos de la ingeniería económica, esto para la selección económica más viable de dos equipos diferentes pero con características que cumplen el mismo propósito. Esta parte es mera explicativa del método, ya que no se pretende hacer una selección económica exhaustiva de cada una de la maquinaria y equipo, debido a que las variables del método están cambiando constantemente en el mercado económico actual.

Para finalizar me gustaría llegar a una conclusión que fuera la de poder establecer un método confiable de manejo de la información técnica para la posterior selección de maquinaria y equipo dado un mercado en particular.

CAPITULO UNO

1.1 QUE ES LA INDUSTRIA PETROLERA NACIONAL

Es una rama del desarrollo económico del país, en donde se llevan a cabo actividades que de manera organizada y contando con un cuerpo humano capaz, abarcan la exploración y explotación de hidrocarburos, así como la producción, almacenamiento, distribución y comercialización de productos petrolíferos y petroquímicos.

Como se sabe, en nuestro país parte de la economía se dice que esta petrolizada, pero en cierta forma tienen razón, ya que de esta industria se obtienen grandes dividendos. En México contamos con una empresa de orden paraestatal, que es **Petróleos Mexicanos (PEMEX)** la cual es la empresa más grande e importante del país. Aunado a ésta hay compañías del orden privado con capitales mexicanos y extranjeros que aledañas a **PEMEX** contribuyen en las actividades propias de la industria petrolera, claro bajo el cuidado estricto de la legislación de la paraestatal.

1.1.1 BREVE RESEÑA HISTORICA Y CONTEMPORÁNEA¹.

En los años cuarenta la industria petrolera inició el camino de su crecimiento al pasar de 51 millones de barriles producidos en 1940 a 86 millones en 1950.

Entre 1964 y 1970, se impulsaron las actividades exploratorias y la perforación, descubriéndose el campo de Reforma, en los límites de Chiapas y Tabasco, y el campo Arenque, en el Golfo de México.

En 1972 se detectó una nueva provincia productora de hidrocarburos en el estado de Chiapas mediante la perforación de los pozos Cactus I y Sitio Grande I, lo que constituyó el hallazgo más importante en esa época. La productividad de los pozos de la zona sureste conocido como el Mesozoico Chiapas-Tabasco hizo posible la reanudación de las exportaciones petroleras de México en 1974.

A partir de 1976, se impulsó una, mayor actividad en todas las áreas de la industria, ante la estrategia política del Presidente José López Portillo de dar un gran salto en la producción petrolera y en las reservas de hidrocarburos por lo que el petróleo se convirtió en la principal fuente de divisas para el país.

El aumento productivo de esta época estuvo ligado al descubrimiento de los campos de la Sonda de Campeche, considerada hasta la fecha como la provincia petrolera más importante del país y una de las más grandes del mundo.

En la década de los ochenta, la estrategia de la industria petrolera nacional fue la de consolidar la planta productiva mediante el crecimiento, particularmente en el área industrial, con la ampliación de la capacidad productiva en refinación y petroquímica.

¹ Cfr. www.pemex.org.mx

A comienzos de la década de los noventa, **PEMEX** sufre una reestructuración administrativa, esto con el fin de llevar a cabo una transformación profunda de la empresa para maximizar el valor económico de las operaciones y para planear y ejecutar proyectos de inversión con mayor solidez y rentabilidad. De esta manera en los años 1995 y 1996 se fortalecieron los programas operativos de **PEMEX** para mantener la producción de hidrocarburos y aumentar la elaboración y distribución de productos petrolíferos de mayor calidad.

El año de 1997 marcó el inicio de una nueva fase de expansión de la industria petrolera mexicana, mediante la ejecución de importantes megaproyectos de gran envergadura para incrementar los volúmenes de producción de crudo y gas y mejorar la calidad de los combustibles.

Con lo expresado anteriormente queda muy claro que la industria petrolera está aun muy vigente en el progreso y desarrollo del país, y actualmente esta industria está muy solícita a una serie de servicios de diferentes ordenes los cuales compañías privadas de diferentes magnitudes pueden atacar y servir íntegramente.

1.1.2 Estructura de Petróleos Mexicanos (PEMEX)²

PEMEX es la empresa más grande de México y una de las diez más grandes del mundo, tanto en términos de activos como de ingresos. Con base en el nivel de reservas y su capacidad de extracción y refinación, se encuentra entre las cinco compañías petroleras más importantes en el mundo.

El propósito de **PEMEX** es el de aprovechar racionalmente los hidrocarburos y sus componentes para contribuir al desarrollo sustentable del país.

La economía nacional ha dado un giro gracias a que **PEMEX**, a través de sus alianzas con la industria, se ha posicionado como palanca del desarrollo nacional generando altos índices de empleo.

PEMEX opera por conducto de un ente corporativo y cuatro organismos subsidiarios:

- **PEMEX Exploración y Producción(PEP)** : Tiene a su cargo la exploración y explotación del petróleo y el gas natural
- **PEMEX Refinación(PR)**: produce, distribuye y comercializa combustibles y demás productos petrolíferos.
- **PEMEX Gas y Petroquímica Básica(PGyPQB)**: procesa el gas natural y los líquidos del gas natural; distribuye y comercializa gas natural y gas LP; produce y comercializa productos petroquímicos básicos.
- **PEMEX Petroquímica(PPQ)** a través de sus siete empresas filiales (Petroquímica Camargo, Petroquímica Cangrejera, Petroquímica Cosoleacaque, Petroquímica Escolin, Petroquímica Morelos,

² Ibidem.

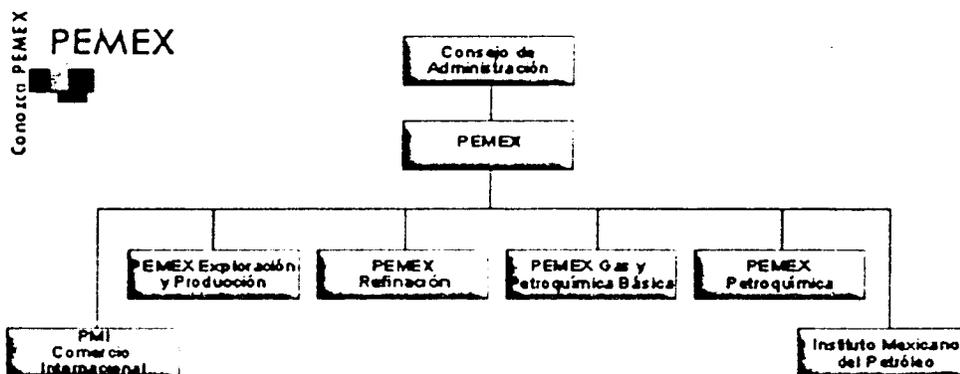
Petroquímica Pajaritos y Petroquímica Tula) elabora, distribuye y comercializa una amplia gama de productos petroquímicos secundarios.

Además de los organismos que se acaban de mostrar, dependen de **PEMEX**:

P.M.I. Comercio Internacional el cual realiza las actividades de comercio exterior de Petróleos Mexicanos.

El **Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)** que proporcionan a **PEMEX** el apoyo tecnológico tanto en la extracción de hidrocarburos, como en la investigación para la elaboración de productos petrolíferos y petroquímicos.

A continuación se muestra un organigrama que ejemplifica de manera ordenada la organización de **PEMEX** citada anteriormente.³



Esquema N. 1

ESQUEMA 1-1

1.1.3 NICHOS DE MERCADO PARA EL MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LOS EQUIPOS PETROLEROS.

Como vimos anteriormente **PEMEX** está comprometido totalmente con la exploración y producción de hidrocarburos, esto quiere decir que por ningún motivo hacen cortes o interrupciones en la operación de los equipos tanto de perforación, como de proceso.

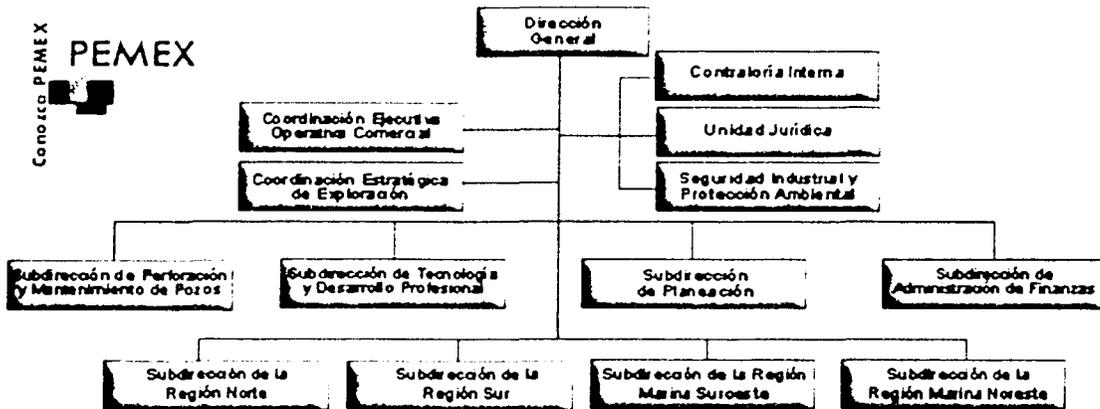
Ciertamente **PEMEX** invierte año con año, una parte de su presupuesto de egresos en el rubro de mantenimiento a equipos ya sea de índole mecánico, eléctrico o electrónico. Para **PEMEX** es de vital importancia que toda su infraestructura esté en las mejores condiciones de operación ya que son el pilar primordial para el desarrollo de la empresa, por eso es que no escatiman en mantener sus equipos en las mejores condiciones posibles.

Actualmente se ve una necesidad de servicios de mantenimiento por parte de empresas privadas a los activos de **PEMEX**, en particular a los equipos que pertenecen a los

³ *Ibidem*

organismos de **PEMEX Exploración y producción(PEP)** y en menor grado para nosotros **PEMEX Gas y petroquímica básica**. En **PEP** es donde hay mayor potencial para el mantenimiento mecánico de los equipos, a continuación se presenta el organigrama de **PEP** para ver y darnos cuenta donde nos vamos a situar dentro del contexto nacional.

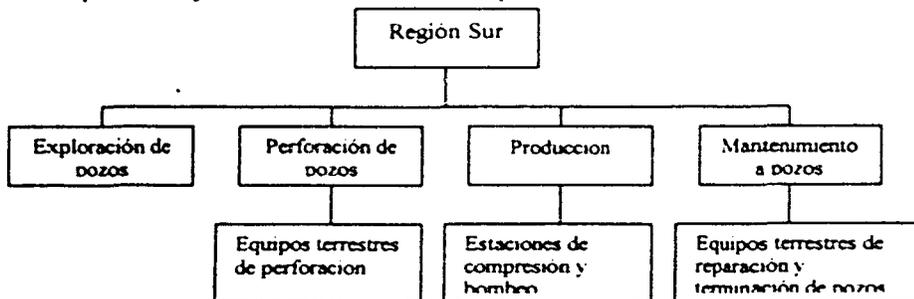
ORGANIGRAMA DE PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN



Situándonos y acotando más nuestro nicho de mercado proponemos la siguiente zona de influencia: Región Sur, Región Marina Suroeste, Región Marina Noreste y en segundo término Gas y petroquímica básica. Estas zonas de influencia que están ubicadas en el sureste del país en los estados de Campeche, Chiapas, Tabasco y sur de Veracruz nos servirán como base y punto de partida para la instalación de una empresa que preste el servicio antes citado.

Siendo aun más concretos y pudiendo decir que para un inicio se podría comenzar en una área donde se cuenta con diferentes servicios propicios para el desarrollo de la empresa de mantenimiento mecánico y que además es sede de **PEP**, esta sería atacar primero que nada la Región Sur y pensar en un corto plazo las Regiones Marinas Suroeste y Noreste.

A grandes rasgos el siguiente croquis muestra como está organizada la Región Sur en cuanto a su operación y donde está el mercado para el mantenimiento mecánico.



Dentro de los conceptos de equipos terrestres de perforación, estaciones de compresión y bombeo, así como los equipos terrestres de reparación y terminación de pozos, se encuentran una gran diversidad de equipos mecánicos que sirven para la operación antes citada, estos equipos pueden ser de diferentes marcas, modelos y capacidades, más adelante se darán especificaciones particulares de cada tipo de equipo.

Lo siguiente es enunciar la variedad de equipos que hay para cada división antes mostrada, esto con el fin de mostrar que en realidad sí hay un gran potencial, es decir el universo es muy amplio para el mantenimiento mecánico. A continuación se muestra un croquis de los diferentes tipos de equipos que cada división emplea. Hay casos como el de perforación y mantenimiento a pozos en que los equipos son muy similares, lo que varía son capacidades y formas de transportación.



De la misma manera hay una gran similitud en la diversidad de equipo entre la Región Sur(equipos terrestres) y las respectivas Regiones Marinas(Costa afuera), las cuales presentan algunas variaciones en modelos de equipos, pero el concepto sigue siendo el mismo.

Dentro de las posibilidades de mercado de **PEMEX Gas y petroquímica básica** son muy semejantes a las que se presentaron para las estaciones de compresión y de bombeo de la Región Sur, pero se pueden anexar algunos otros equipos como:

- Intercambiadores de calor de tubos y corazas
- Torres de enfriamiento
- Condensadores
- Bombas de pozo profundo
- Sistemas de transmisión de potencia

Dentro del universo de los componentes antes citados se puede ver claramente que cuentan a su vez con una gran variedad de elementos de máquinas que son muy comunes, dichas partes o subensambles tienen dimensiones y características muy particulares, estas las daremos a conocer más adelante, siendo muy detallados para tener un mejor panorama de lo que implica el mantenimiento mecánico a dichos equipos.

Dentro de este universo de partes se pueden tener varias formas de servicios; esto dependerá de los requerimientos del cliente, si algunas partes son reparadas o reconstruidas o si requiere de fabricación nueva.

1.1.4 EMPRESAS CONTRATISTAS RELACIONADAS COM PEMEX Y AL NICHOS DE MERCADO

Alrededor de **PEMEX** y que son parte integrante de la industria petrolera, se encuentran una gran diversidad de compañías privadas de origen nacional y extranjero, estas compañías desempeñan una serie de labores de diferentes indole pero todas en servicio directo a la paraestatal

Los tipos de servicios que a grandes rasgos prestan estas compañías son:

- Servicios de consultaría
- Servicios de ecológicos y de protección al ambiente
- Servicios de seguridad
- Servicios para el personal
- Servicios de Navegación
- Servicios de transporte de carga
- Servicios de perforación
- Servicios auxiliares y mantenimiento a pozos

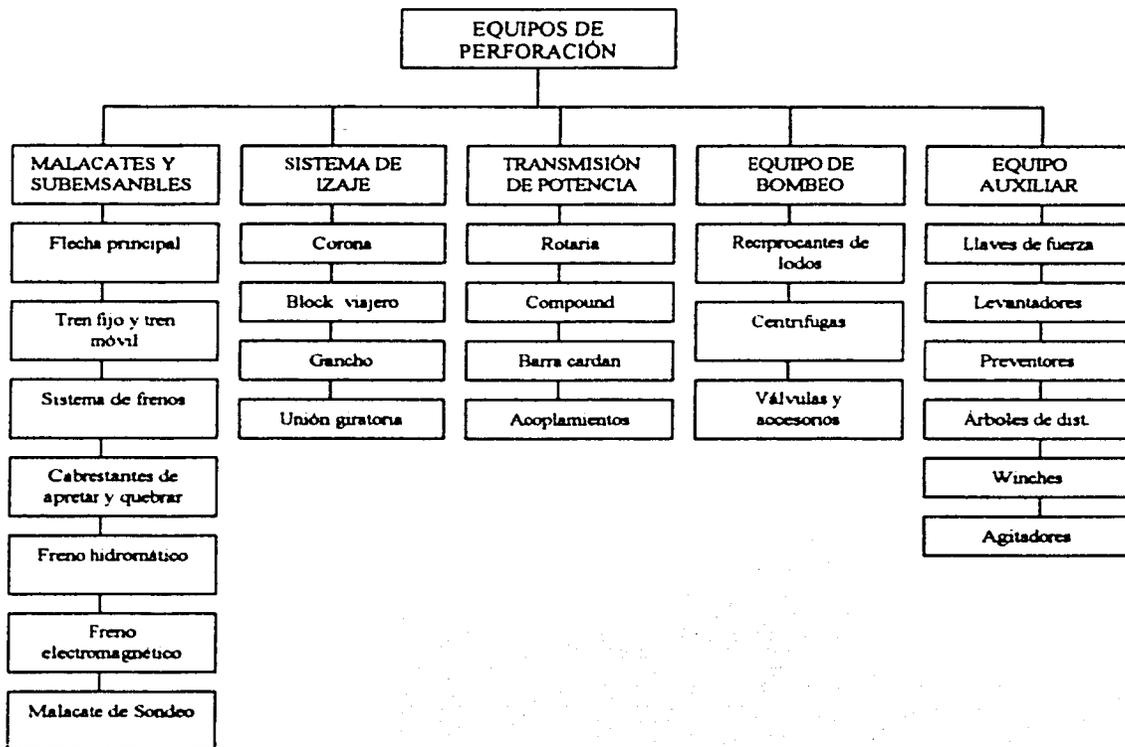
Los servicios más importantes y que son parte de nuestro nicho de mercado son los dos últimos, en ese orden jerárquico, ya que las compañías que brindan el servicio particular de perforación a **PEMEX** cuanta con la misma variedad de equipos los que normalmente necesitan de un prestador de servicios confiable para su mantenimiento mecánico; de la misma manera para las compañías de servicios auxiliares a pozos tienen necesidades de ciertas herramientas petroleras muy específicas que también son motivo de consideración en el nicho de mercado.

1.2 NECESIDADES PARTICULARES EN EL MANTENIMIENTO MECÁNICO EN PEP.

En este apartado se describirán los tipos de equipos y subensambles así como las partes que lo integran, que son motivo de mantenimiento mecánico. Además se comentará cuales son las posibles reparaciones que cada parte en particular requiere.

Para el punto anterior, la información se obtiene de la experiencia propia en campo y además que es una acumulación de años por parte del personal de PEP, además que se cuentan con manuales de reparación emitidos por PEP que avalan esto.

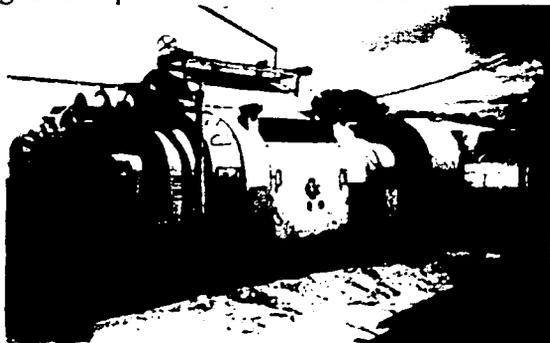
Para comenzar describiremos el universo probable de las necesidades de reparación en los equipos de perforación ya que es aquí donde está el mayor potencial de nuestro nicho de mercado y así en menor grado se describirán algunos otros tipos de equipos. Para ver este desglose de necesidades se presenta el siguiente esquema de cómo desarrollaremos el tema.



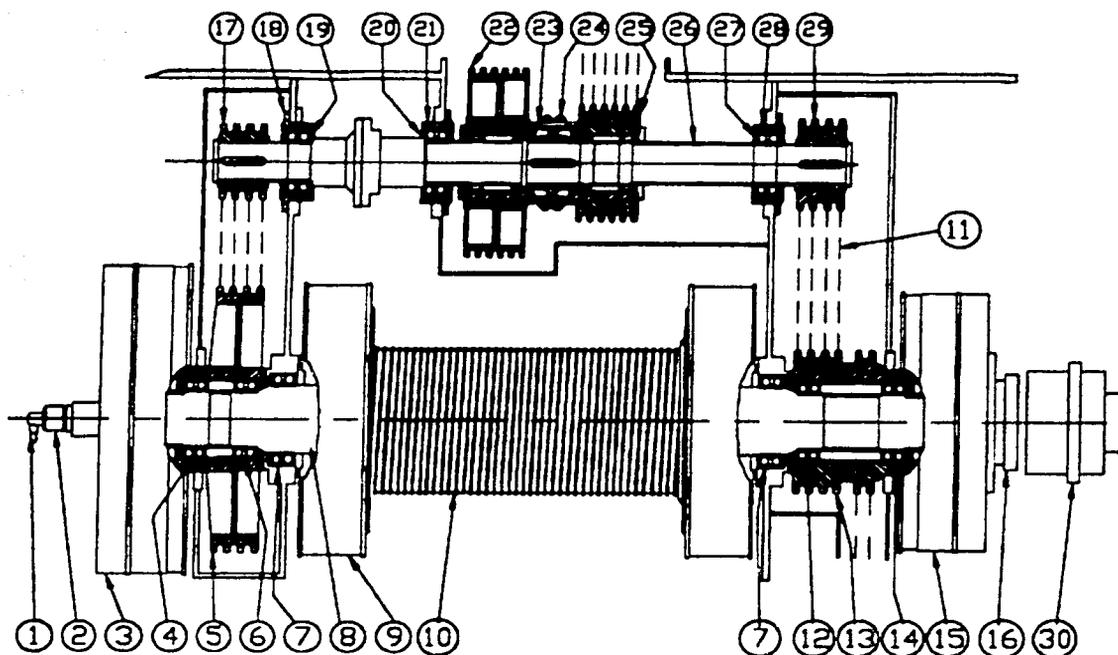
1.2.1 MALACATES Y SUBENSAMBLES⁴

El malacate es un dispositivo mecánico de transmisión de potencia, que consta de un tambor principal que tiene un devanado de cable de acero que puede oscilar entre 7/8" a 1 1/8" de diámetro, la función de este tambor es desenrollar y enrollar el cable de acero, con la finalidad de subir y bajar el block viajero que mueve la tubería que se usa para la perforación de los pozos petroleros.

A continuación se presenta una figura para ver su descripción física y se podrá notar que son equipos de gran tamaño, lo que requieren de maquinas herramientas de acuerdo a su volumen y pesos, caso que se estudiará posteriormente, aunado a la figura se presenta un diagrama esquemático de la funcionalidad del malacate principal.



⁴ Cfr. www.broncomfg.com



PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi - L$ [in]
	FLECHA PRINCIPAL		
1	Rotosello de aire	• Rectificado de la cuerda	3x5 (1.5x3)
2	Estopero de agua y aire	• Rectificado de la cuerda	4x7 (2.5x5)
3	Embrague de baja	• Rectificado del tambor (Fig 1) • Reconstrucción del cuñero de araña (Fig 2) • Reconstrucción de roscas de araña	60x12 (36x10) 58x12 (34x10)
4	Balero lado exterior de baja	• Dar ajuste de apriete s/manual	10x2.5 (7x1.5)
5	Catarina de conducción de baja velocidad	• Reconstrucción de dientes • Reconstrucción del cuñero	50x12 (34x12)
6	Balero lado interior de baja	• Dar ajuste de apriete s/manual	10x2.5 (7x1.5)
7	Balero de la flecha del tambor	• Rehabilitado del alojamiento del balero • Dar ajuste de apriete s/manual	12x3 (8x2)
8	Flecha del tambor principal	• Rehabilitado de área de baleros • Rehabilitado de cuñeros • Reconstrucción de roscas extremas • Fabricación de flecha nueva	12x120 (7x68)
9	Aros de frenado	• Reconstrucción de pistas de frenado	60x12 (36x8)
10	Ranurado Lebus	• Rectificado del paso y forma de ranura	48x52 (36x40)
11	Cadena de rodillos	• Son elementos consumibles se usan nuevos	
12	Balero lado interior de alta	• Dar ajuste de apriete s/manual	10x2.5 (7x1.5)
13	Catarina de conducción de alta	• Reconstrucción de dientes • Reconstrucción del cuñero	24x12 (18x10)
14	Balero lado exterior de alta	• Dar ajuste de apriete s/manual	10x2.5 (7x1.5)

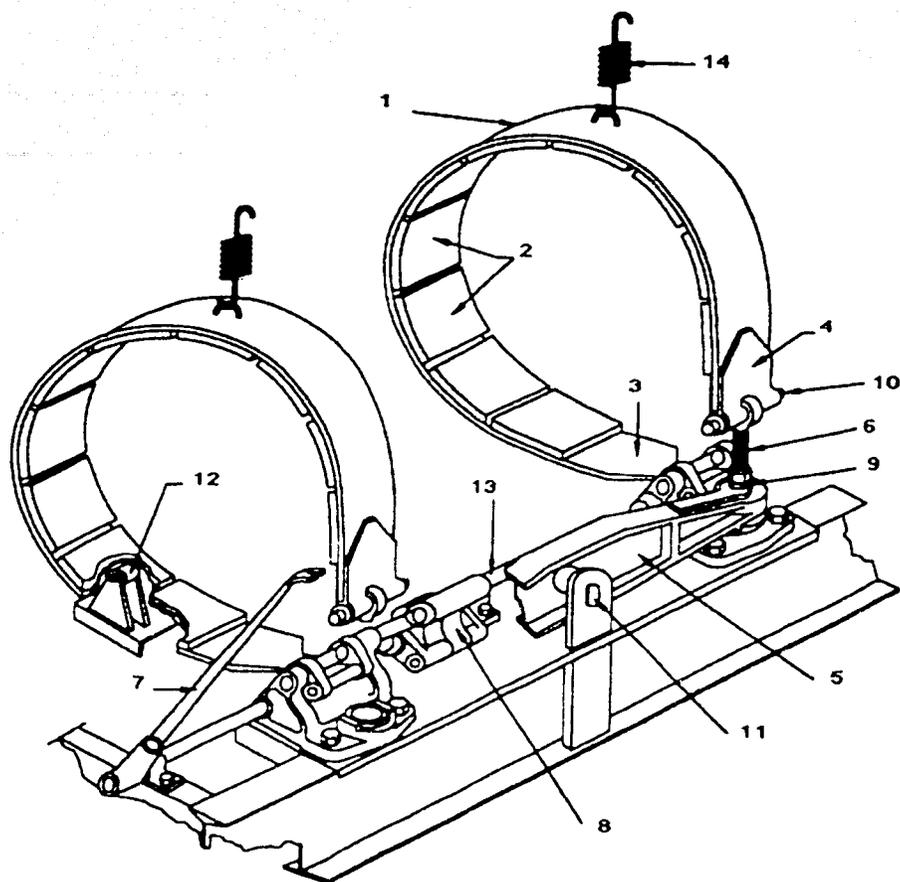
15	Embrague de alta	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificado del tambor (Fig. 1) • Reconstrucción del cuñero de araña (Fig.2) • Reconstrucción de roscas de araña 	58x12 (34x10) 56x12 (30x10)
16	Catarina de freno auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de dientes • Reconstrucción del cuñero 	24x12 (18x10)
TREN FIJO			
17	Catarina de baja	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de dientes • Reconstrucción del cuñero 	18x12 (12x8)
18	Alojamiento de balero	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción del alojamiento y dejar en medidas nominales 	10x3 (8x2)
19	Balero lado exterior	<ul style="list-style-type: none"> • Dar ajuste de apriete s/manual 	10x3 (8x2)
20	Balero lado interior	<ul style="list-style-type: none"> • Dar ajuste de apriete s/manual 	10x3 (8x2)
21	Alojamiento de balero	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción del alojamiento y dejar en medidas nominales 	10x3 (8x2)
22	Catarina de transmisión de baja	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de dientes • Reconstrucción del cuñero 	34x12 (28x10)
23	Masa del embrague de Trans.	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificado del área de baleros • Rectificado del área de acoplamiento 	12 x 20 (8x14)
24	Embrague	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificado del área de acoplamiento 	12x16 (8x10)
25	Catarina de transmisión de alta	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de dientes • Reconstrucción del cuñero 	20x12 (16x10)
26	Flecha intermedia	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitado de área de baleros • Rehabilitado de cuñeros • Fabricación de flecha nueva 	11x100 (7x58)
27	Balero lado interior	<ul style="list-style-type: none"> • Dar ajuste de apriete s/manual 	10x3 (8x2)
28	Alojamiento de balero	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción del alojamiento y dejar en medidas nominales 	10x3 (8x2)
29	Catarina de alta	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de dientes • Reconstrucción del cuñero 	20x12 (14x8)
30	Acoplamiento de freno auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificado de área de acoplamiento 	22x20 (18x16)

SISTEMA DE FRENOS⁵

Es un conjunto de articulaciones, las cuales se componen de sistemas biela – manivela, representa una parte muy importante del malacate ya que en ella recae el peso de la operación del equipo, la cual es el frenar el impulso que crea la carga de tubería al sacarla y aflojarla para su desarmado. Las articulaciones de freno requieren de excelente estado, para ello siempre deben estar con el ajuste adecuado dado por el fabricante del equipo, por las condiciones de desgaste a las cuales están sometidas requieren de un frecuente mantenimiento mecánico.

A continuación se presenta un esquema de los componentes de las articulaciones de freno, y se desglosará cada una indicando el tipo de reparación que frecuentemente se les realiza.

⁵ Ibidem



PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi - L$ [in]
1	Bandas de freno	<ul style="list-style-type: none"> • Rolado para conseguir la concentricidad 	60x12 (36x8)
2	Balatas	<ul style="list-style-type: none"> • Son partes consumibles, se usan nuevos 	
3	Terminal viva	<ul style="list-style-type: none"> • Se rehabilita el buje de la misma para dar medidas de ajuste según el manual 	1.5x12 (1x8)
4	Terminal muerta	<ul style="list-style-type: none"> • Se rehabilita el buje de la misma para dar medidas de ajuste según el manual 	1.5x12 (1x8)
5	Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • Se reconstruye en el buje central y las dos guías laterales 	2.5x4 (1.5x3)
6	Tornillo de ajuste	<ul style="list-style-type: none"> • Se reconstruye la terminal, para dar ajuste al perno • Se rehabilita la cuerda del mismo 	3x15 (1.5x8)
7	Palanca de freno	<ul style="list-style-type: none"> • Se rehabilita según lo requiera (enderezado) 	2x22 (1.5x18)
8	Enlace	<ul style="list-style-type: none"> • Se rehabilita el buje central • Se rehabilitan los barrenos de tornillos 	2x8 (1.5x6)
9	Tuerca de ajuste	<ul style="list-style-type: none"> • Se rehabilita la cuerda • Se fabrica nueva 	4x2 (2x1.5)
10	Perno de terminal muerta	<ul style="list-style-type: none"> • Por lo general se fabrican nuevos 	1.5x12 (1x8)

11	Perno del ecualizador	<ul style="list-style-type: none"> Se fabrica nuevo 	2.5x4 (1.5x3)
12	Rodillos centradores	<ul style="list-style-type: none"> Se fabrican nuevos los rodillos Se fabrica nuevo el perno soporte 	1.5x4 (1x3)
13	Flecha	<ul style="list-style-type: none"> Se rehabilitan las áreas de bujes Se fabrica nueva completa con palanca 	2x100 (1.5 x 66)
14	Resortes de ajuste	<ul style="list-style-type: none"> Se reemplazan nuevos 	

CABRESTANTES DE APRETAR Y QUEBRAR

Son una especie de malacates pero pequeños que están acoplados a los extremos del carrete de sondeo, estos sirven para apretar y quebrar (aflojar) la tubería por medio de las llaves de fuerzas, son los que proporcionan la fuerza para jalar la llave y así aflojar o apretar la tubería.



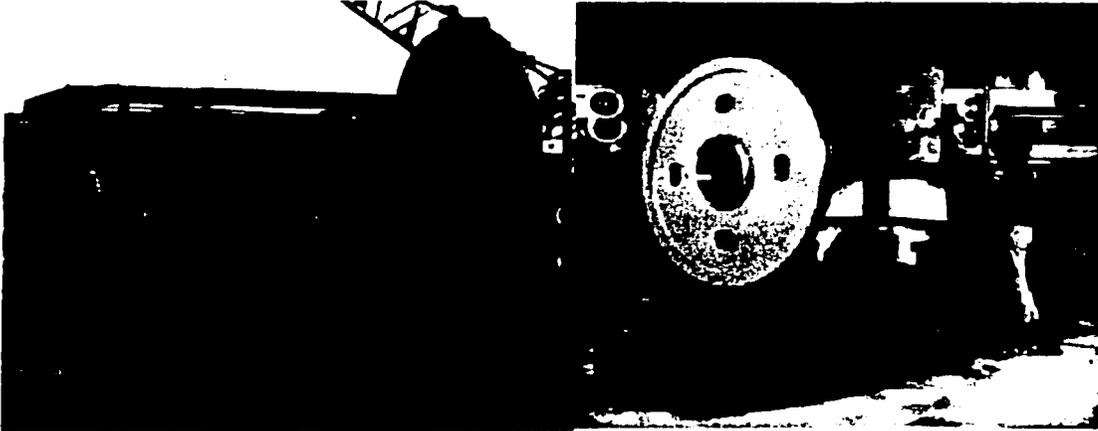
A continuación se presenta la siguiente tabla donde se mencionan las principales partes que son reparables en los cabrestantes.

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi - L$ (in)
1	Carrete de cable manila	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de la guía por el desgaste del cable a medidas nominales 	12x8 (8x7)
2	Buje principal	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación nueva 	12x1 (8x0.5)
3	Flecha principal	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de área de baleros y acoplamiento Fabricación nueva 	3 5x16 (2x10)
4	Balero principal	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste de apriete s/manual 	8x1 (6x1)
5	Alojamiento de balero	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado a medidas nominales 	10x1 (8x1)
6	Brida adaptadora	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado a medidas nominales Fabricación nueva 	16x6 (10x4)

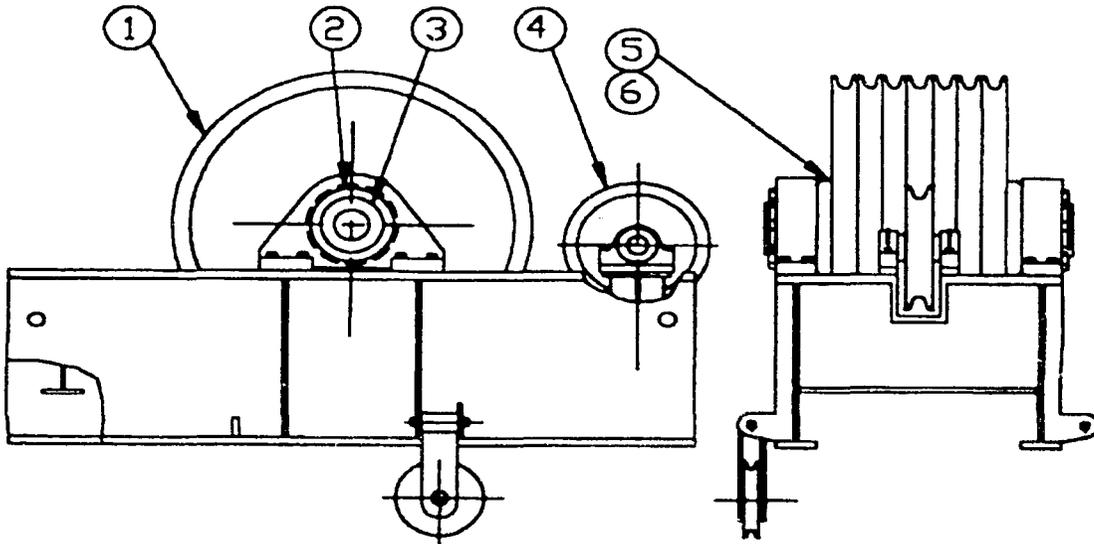
1.2.2 SISTEMA DE IZAJE Y SUBENSAMBLES

CORONA

Es el conjunto de poleas, flechas y chumaceras que van en la parte superior del mástil, que servirá para hacer el guarnido necesario para elevar ⁶el peso de la tubería, y que este peso no se cargue totalmente al malacate, sino por medio de la corona el peso sea absorbido por la estructura del mástil, demandando menos potencia del malacate principal. La siguiente figura nos mostrara claramente como se conforma la corona.



El siguiente esquema nos presenta una serie de partes en las cuales se pueden hacer intervenciones de mantenimiento mecánico.



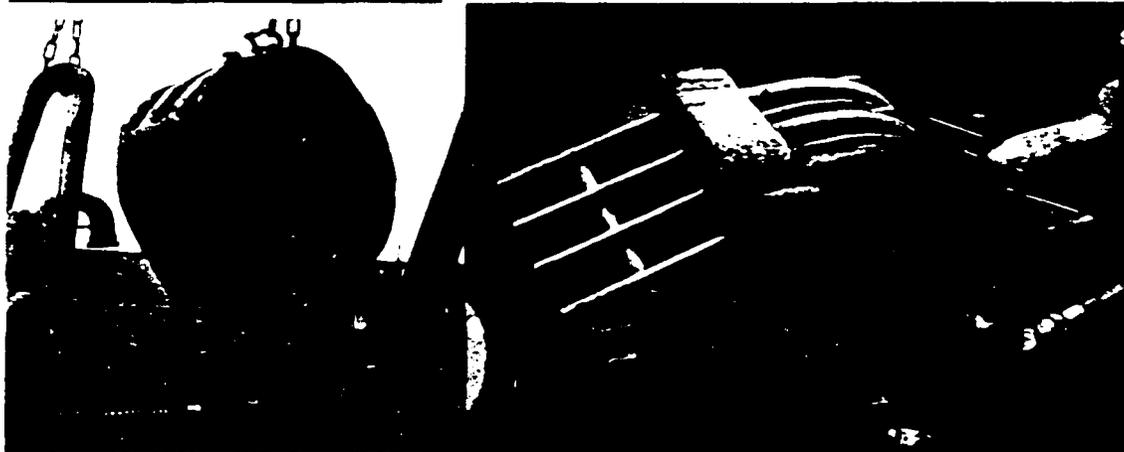
⁶ Ibid

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi - L$ (in)
1	Polea de la línea del malacate principal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconstrucción de la ranura del cable ▪ Ajuste de apriete del alojamiento balero según manual 	60x3 (30x2)
2	Tuerca retenedora de la flecha principal	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de lóbulos de golpeo • Rehabilitado de cuerda • Fabricación nueva 	8x1.5 (5x0.75)
3	Flecha principal	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación de área de baleros • Reconstrucción de cuerda de apriete • Fabricación nueva 	8x30 (5x18)
4	Polea de la línea del malacate de sondeo	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de la ranura del cable • Ajuste de apriete del alojamiento balero según manual 	15x2 (10x2)
5	Balero de la polea principal	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de apriete s/manual del fabricante 	10x3 (8x2)
6	Sello del balero	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste del sello s/manual del fabricante 	10x1(8x1)

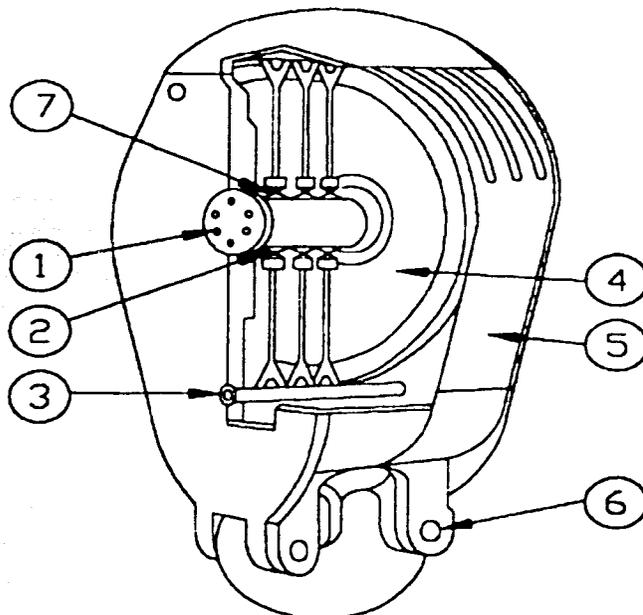
BLOCK VIAJERO



Es la parte móvil del sistema de izaje, tiene la función de hacer un guarnido con los cables de acero, éste se realiza entre la corona y el mismo block, esto con la función de disminuir la carga en el malacate. El block viajero o polea viajera consiste en una serie de poleas unidas por medio de una flecha central y que van ensambladas en ella, se cierra el conjunto por medio de dos tapas laterales y unos vástagos de sujeción. A continuación se muestra una serie de figuras para que se aprecie de mejor manera su constitución física y su función.



El siguiente esquema nos presenta una serie de partes en las cuales se pueden hacer operaciones de mantenimiento mecánico.



PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi - L [in]$
1	Flecha de soporte principal	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado del área de baleros Fabricación nueva 	7x22 (4x14)
2	Baleros de poleas	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste de apriete s/manual 	8x2 (5x1)
3	Tornillos de armado	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación nueva 	1x22 (0.5x14)
4	Poleas	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción de la ranura del cable Ajuste de apriete del alojamiento balero según manual 	52x2 (32x1.5)
5	Guardas de poleas	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de la placa 	
6	Perno de soporte inferior	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de los bujes a medidas nominales 	1.5x5 (1x3)
7	Sello de baleros	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste de apriete según el manual 	8x1 (5x0.75)

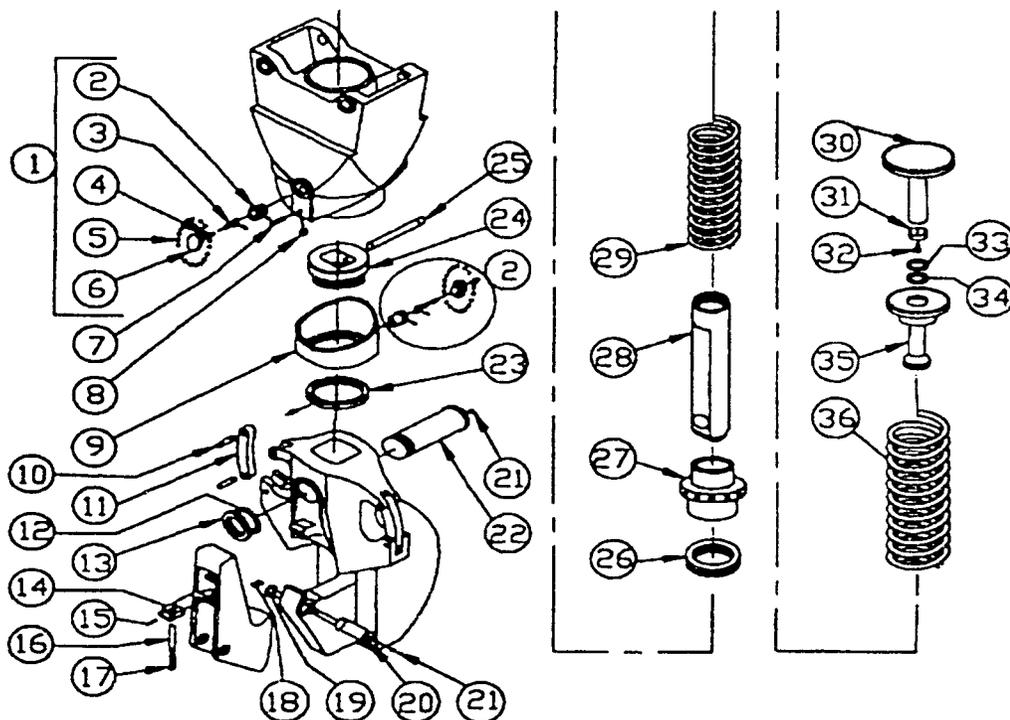
GANCHO



Es el gancho como el de una grúa, su función es el enlace entre los accesorios (unión giratoria o tirantes de izaje) y la polea viajera, solo que tiene una serie de componentes que se describirán más adelante. A continuación se presenta una figura para ver la constitución de un gancho de izaje.

Los ganchos existen de diferentes modelos y marcas, claro este implica que se adapta a diferentes capacidades de carga y modos de operación. El siguiente esquema presenta las

partes que componen a un gancho y se pondrá las partes en donde se puede efectuar un mantenimiento mecánico.



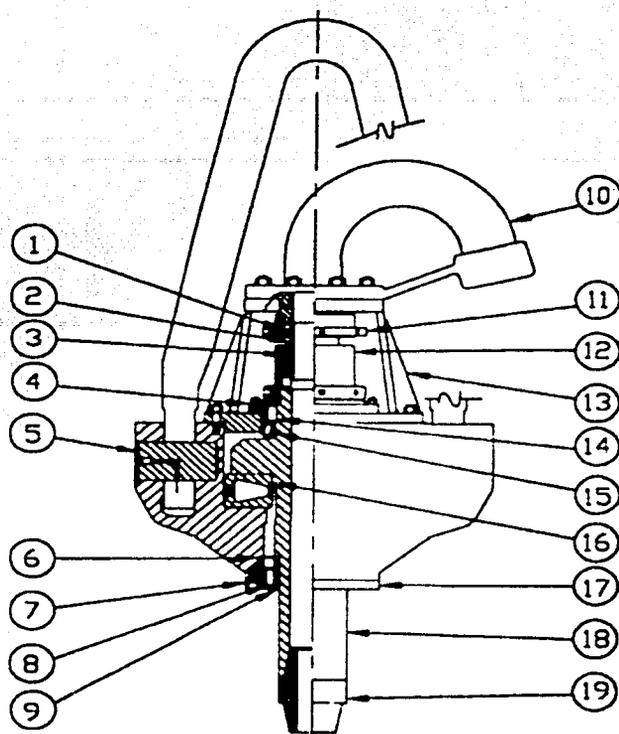
PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi - L$ [in]
1	Ensamble del candado del swivel incluye las partes: 2,3,4,5,6.	• Refaccionamiento original	
7	Perno posicionador de rodillo	• Fabricación nueva	0.5x2
8	Posicionador de rodillo	• Fabricación nueva	0.5x1
9	Leva posicionadora	• Refaccionamiento original	
10	Perno candado	• Fabricación nueva	0.5x1.5
11	Enlace del retenedor	• Fabricación nueva	0.5x2.5
12	Arandela del candado	• Fabricación nueva	1.5x0.5
13	Tuerca del candado	• Fabricación nueva	1.5x0.5
14	Perno actuador	• Fabricación nueva	1x1.5
15	Perno rodillo	• Fabricación nueva	0.5x1.5
16	Perno	• Fabricación nueva	0.5x2
17	Resorte	• Refaccionamiento original	
18	Tomillo del retenedor	• Fabricación nueva	0.5x1
19	Plato del retenedor	• Fabricación nueva	1x0.5
20	Perno del gancho de seguridad	• Fabricación nueva	1x3
21	Grasera	• Refaccionamiento original	
22	Perno principal del gancho de carga	• Reacondicionamiento de area de buje • Fabricación nueva	4x5
23	Tuerca	• Rehabilitado de cuerda • Fabricación nueva	3.5x0.5
24	Anillo	• Refaccionamiento original	
25	Perno	• Fabricación nueva	0.5x3
26	Balero central de carga	• Ajuste en la camisa s/manual	4x1
27	Anillo del candado giratorio	• Ajuste del balero s/manual	4x1
28	Tubo	• Refaccionamiento original	
29	Resorte interior	• Refaccionamiento original	
30	Cápsula	• Refaccionamiento original	
31	Valvula	• Refaccionamiento original	
32	Tomillo	• Refaccionamiento original	
33	Sello	• Refaccionamiento original	
34	Anillo del sello retenedor	• Refaccionamiento original	
35	Asiento del resorte	• Refaccionamiento original	
36	Resorte exterior	• Refaccionamiento original	

UNION GIRATORIA



Sirve para soportar la carga de tubería cuando se está perforando, ya que por cuestiones de operación se debe de inyectar lodo químico en la parte donde se está perforando, esto se hace por medio de esta unión que permite girar a la barrena y a su vez sirve de enlace para la inyección del lodo químico.

La figura permite ver la configuración de este elemento, mas adelante se presenta un esquema detallado que nos permite conocer cuales son las partes que requieren mantenimiento mecánico con mayor frecuencia.



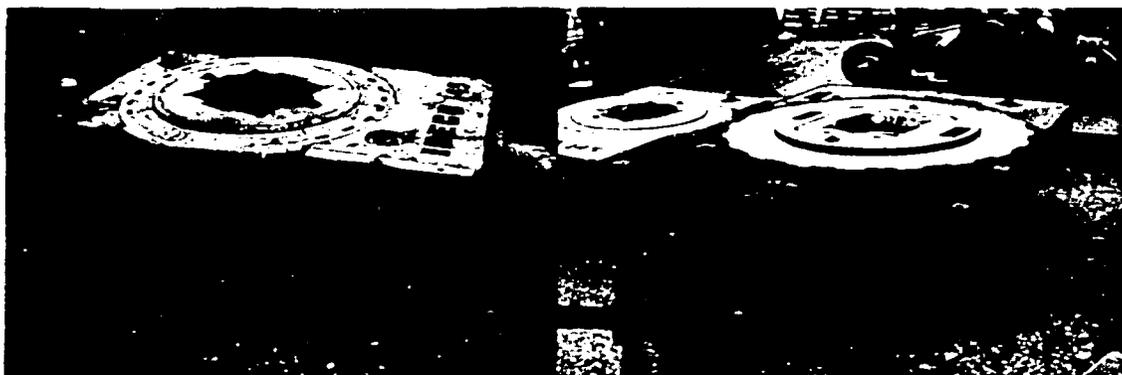
PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
1	Sello del tubo lavador (superior)	• Refaccionamiento original	
2	Tubo lavador	• Refaccionamiento original	
3	Empaquetadura del tubo lavador	• Refaccionamiento original	
4	Carcasa BRG superior	• Refaccionamiento original	
5	Perno	• Fabricación nueva	0.5 x 1.5
6	Balero de alineación inferior	• Ajuste s/manual	8 x 1
7	Alojamiento de sello inferior	• Rehabilitación para el sello	8 x 1
8	Sello inferior	• Refaccionamiento original	
9	Pista de sello inferior	• Reacondicionamiento a medidas nominales	6 x 1
10	Cuello de ganso	• Refaccionamiento original	
11	Alojamiento de sello superior	• Rehabilitado a medidas nominales	6 x 1
12	Alojamiento de empaquetadura	• Rehabilitado a medidas nominales	6 x 1
13	Reducción bridada	• Rehabilitado a medidas nominales	12 x 14
14	Sello de aceite superior	• Refaccionamiento original	
15	Balero de alineación superior	• Ajuste de apriete s/manual	8 x 1
16	Balero principal	• Ajuste s/manual	10 x 2
17	Retenedor inferior	• Fabricación nueva	10 x 0.75
18	Tubo giratorio	• Fabricación nueva	5 x 15
19	subadaptador	• Fabricación nueva • Rehabilitado a medidas nominales	6 x 6

1.2.3 TRANSMISIÓN DE POTENCIA Y SUBENSAMBLES³

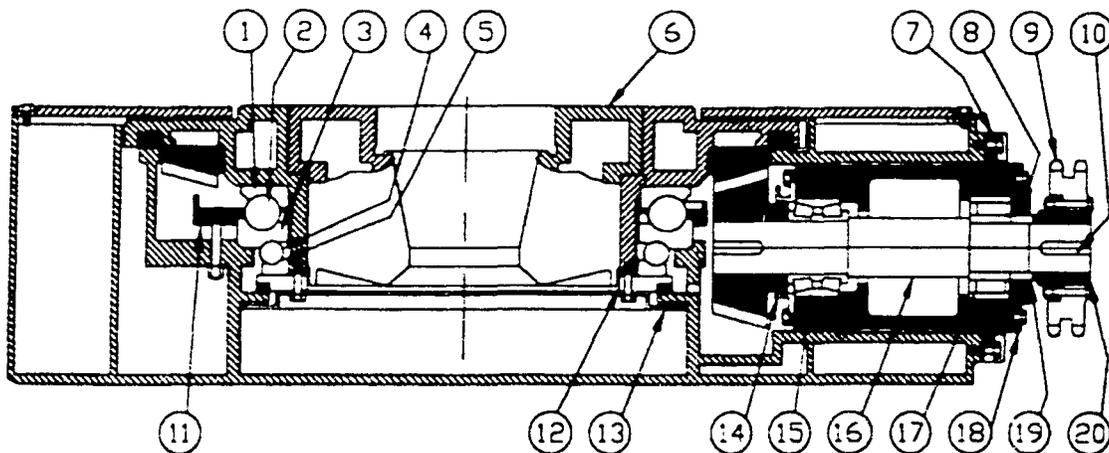
MESA ROTARIA

Es el dispositivo mecánico que sirve para transmitirle el movimiento y par necesario para hacer girar la tubería y que la barrena opere, en esta mesa horizontal la potencia es alimentada por medio de una salida que tiene el carrete principal cuando no sé esta usando para subir y bajar tubería, por medio de una toma de fuerza y a través de flechas cardan la mesa se ve propulsada es decir el malacate es el medio motriz.

Las siguientes figuras presentan las características físicas de las mesas rotarias y también se puede apreciar en una figura el potencial de reparaciones que representa la mesa, ya que sin duda es un equipo que debe estar siempre en óptimas condiciones de operación.



El siguiente esquema nos presenta una serie de partes en las cuales se pueden hacer intervenciones de mantenimiento mecánico.



³ Ibid

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ /in/
1	Pista del balero principal superior	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación del asiento, dejando a medidas s/manual 	20x4 (12x2)
2	Bolas del balero principal superior	<ul style="list-style-type: none"> Refaccionamiento original 	
3	Pista del balero principal intermedio	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación del asiento dejando a medidas s/manual 	18x3 (10x1)
4	Bolas del balero principal inferior	<ul style="list-style-type: none"> Refaccionamiento original 	
5	Pista del balero principal inferior	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación del asiento dejando a medidas s/manual 	15x2 (7x0.5)
6	Reducción Bushing maestra	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción dejando a medidas nominales 	18x4 (10x2)
7	Carcaza de la cápsula piñón	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de la carcaza dejando a medidas s/manual 	12x5 (8x2)
8	Sellos de aceite	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado del asiento dando ajuste de apriete s/manual 	12x1 (8x1)
9	Catarina de la rotaria	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de los dientes Fabricación nueva 	12x5 (9x3)
10	Cuña de la Catarina	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación de la cuña 	1x1x4
11	Anillo sostenido bajo	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado del alojamiento dejando a medidas nominales 	18x1 (10x0.5)
12	Anillo sostenido bajo de la mesa	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado del alojamiento dejando a medidas nominales 	18x1 (12x0.5)
13	Anillo Contra lodos	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado del alojamiento dejando a medidas nominales 	20x1 (12x0.5)
14	Plato cubierta de la terminación de piñón	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado dejando a medidas nominales Fabricación nueva 	12x1 (8x0.75)
15	Balero de rodillos cónicos de la terminación del piñón	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste de apriete s/manual Rehabilitado del alojamiento dejando a medidas nominales 	8x2 (6x1.5)
16	Flecha piñón	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de los cuñeros Rehabilitado de las áreas de baleros dejando a medidas s/manual Fabricación nueva 	4x32 (2.5x22)
17	Balero de rodillos de la terminación de la catarina	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste de apriete s/manual Rehabilitado del alojamiento dejando a medidas nominales 	8x2 (6x1.5)
18	Plato cubierta de la terminación de la catarina	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado dejando a medidas nominales Fabricación nueva 	12x1 (8x0.75)
19	Pista del sello de aceite	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado del asiento dejando a medidas s/manual 	6x1 (4x0.75)
20	Masa de la catarina	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado del cuñero Fabricación nueva 	5x8 (3.5x5)

COMPOUND

Es la transmisión directa de los motores de combustión interna o los motores eléctricos, esta transmisión es la que provee de potencia al malacate de manera directa, la siguiente figura nos da una mejor explicación de lo antes citado.



Este subensamble consiste en un par de reductores de velocidad que se unen por medio de cadenas y catarinas a una catarina mayor donde entrega la potencia efectiva, en este caso para dos motores diesel, como se ve en el fondo de la figura se encuentra el malacate el cual recibe esta potencia generada por los motores.

La siguiente tabla muestra alguna de las partes que comúnmente se reparan o necesitan de mantenimiento mecánico.

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
1	Toma de fuerza de los motores	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de los cuñeros del cople 	10x8 (6x5)
2	Flecha principal de catarina	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de las áreas para baleros dejando a medidas s/manual Rehabilitado de los cuñeros Fabricación nueva 	4.5x20 (3x12)
3	Catarina	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de los dientes Rehabilitado de los cuñeros Fabricación nueva 	14x6 (10x4)
4	Sellos de aceite	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de los alojamientos p/sellos, dejando a medidas s/manual 	6x1 (4x0.75)
5	Deflectores de aceite	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de los deflectores dejando a medidas nominales Fabricación nueva 	16x1 (10x1)
6	Tapas guía de la flecha	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de la guía de flecha s/manual 	16x4 (10x2.5)
7	Alojamiento de baleros de la flecha principal	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado del alojamiento, dejando a medidas de ajuste s/manual 	6x2.5 (3x1.5)

FLECHA CARDAN

Es el eje que sirve de transmisión de potencia del malacate principal a la toma de fuerza de la mesa rotaria, es la que sirve de enlace entre la entrega de potencia del malacate y la mesa rotaria.

La siguiente figura nos muestra su forma y describiremos las parte que son objeto de mantenimiento mecánico.

La siguiente tabla hace una descripción de las posibles partes a reparar o darle mantenimiento mecánico.

PORTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
1	Yugo parte malacate	<ul style="list-style-type: none">Rehabilitado del buje para cruceta, dejando a medias de ajuste s/manual	7x7x7
2	Cruceta	<ul style="list-style-type: none">Fabricación nueva	2.5x7
3	Tasas para cruceta	<ul style="list-style-type: none">Fabricación nueva	2.5x2.5
4	Tubo de transmisión	<ul style="list-style-type: none">Reposición de tubería según longitud requerida por el equipo	6x68
5	Yugo parte rotaria	<ul style="list-style-type: none">Rehabilitado del buje para cruceta, dejando a medias de ajuste s/manual	7x7x7

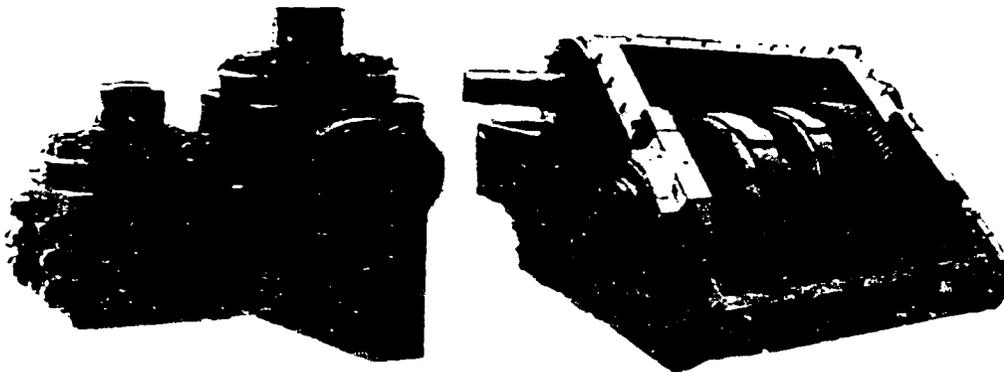
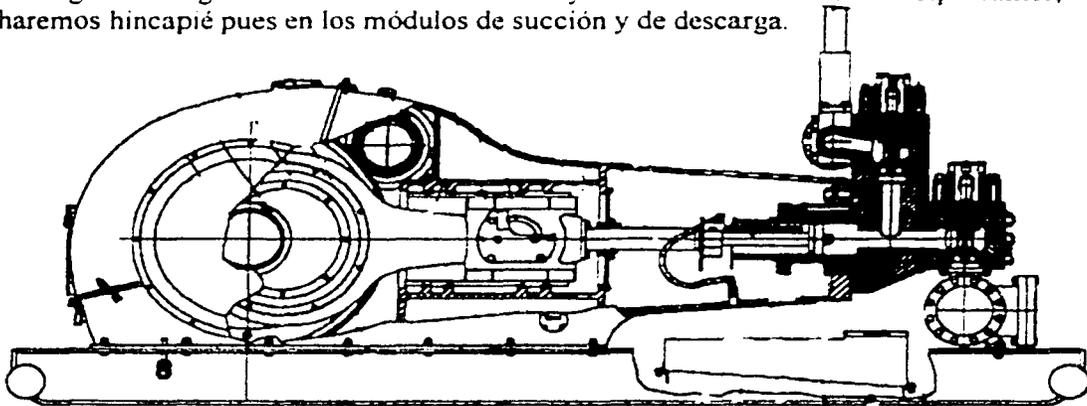
1.2.4 EQUIPO DE BOMBEO Y SUBENSAMBLES⁹

BOMBAS DE LODOS



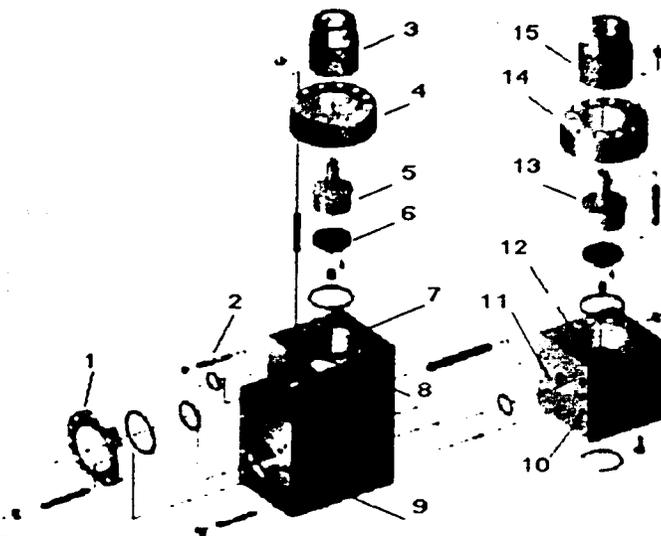
Es equipo de bombeo del tipo recíprocante, estas sirven para bombear lodo químico cuando se está barrenado, ya que el lodo sirve como una especie de refrigerante y además se usa para contrarrestar la presión natural del pozo, es por eso que son equipos de alta presión y que el fluido que manejan es de una viscosidad mayor a la del agua, las partes que constantemente se dañan son los módulos que no son más que terminales de succión y distribución del fluido.

Las siguientes figuras nos muestran el tamaño y formas de estas bombas recíprocantes, haremos hincapié pues en los módulos de succión y de descarga.



⁹ Cfr. www.bridgesequipment.com

El siguiente esquema lo utilizaremos para desglosar las partes de los módulos tanto de succión así como los de descarga, ya que en este tipo de equipos es lo que más frecuentemente se reparan.



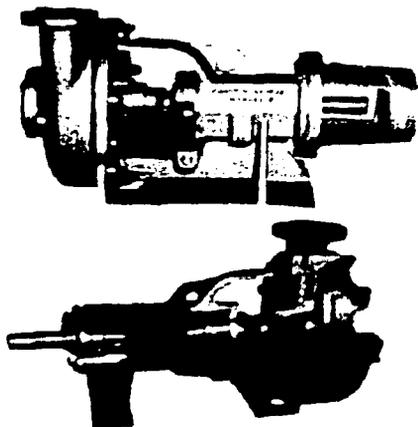
PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
MODULO DESCARGA			
1	Retenedor brndado	• Fabricación nueva	12x1
2	Burlos y tuercas	• Fabricación nueva	1x12
3	Tapon roscado	• Rehabilitado de la cuerda • Fabricación nueva	8x8
4	Brida roscada	• Rehabilitado de la cuerda • Fabricación nueva	14x3
5	Cono	• Fabricación nueva	6x4
6	Asiento	• Fabricación nueva	5x0.5
7	Asiento del cono	• Rehabilitado del asiento dejando a medidas s/manual	6x5
8	Barrenos roscados	• Repasado de roscas • Reconstrucción de roscas	1x2
9	Asiento de la descarga	• Rehabilitado del asiento dejando a medidas s/manual	5x4
MODULO SUCCIÓN			
10	Barrenos roscados	• Repasado de roscas • Reconstrucción de roscas	1x2
11	Asiento de la succión	• Rehabilitado del asiento dejando a medidas s/manual	5x4
12	Asiento del cono	• Rehabilitado del asiento dejando a medidas s/manual	6x5
13	Cono	• Fabricación nueva	6x4
14	Brida Roscada	• Rehabilitado de la cuerda • Fabricación nueva	14x3
15	Tapon roscado	• Rehabilitado de la cuerda • Fabricación nueva	8x8

BOMBAS CENTRÍFUGAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS¹⁰

Son equipo mecánico de gran importancia para la operación en la perforación y la producción de hidrocarburos. Son elementos que deben estar siempre en óptimas condiciones, representan también mucha oportunidad para el mantenimiento mecánico.

Las siguientes figuras describen el equipo: a) bombas centrífugas, b) válvulas y c) algunos accesorios.

a)



A continuación se presenta la tabla donde se encuentra las partes que comúnmente se les somete a mantenimiento mecánico, ocasionado por el excesivo desgaste al que esta sometido este tipo de equipos.

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
BOMBA			
1	Carcasa o Caracol	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción por socavamiento • Rehabilitación del alojamiento del buje • Rehabilitado del alojamiento del sello 	18x7
2	Impulsor	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitado del alojamiento de la flecha 	16x2
3	Pedestal	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitado de los alojamiento de baleros 	5x18
4	Flecha principal	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitado de áreas de baleros • Fabricación nueva 	2 x26
5	Área de sellos	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación dejando a medidas s/manual 	2x2
6	Alojamiento de baleros	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitado dejando a medidas s/manual 	5x15
7	Brida del caracol	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificado de la brida al mínimo 	18x1
MOTOR ELECTRICO			
8	Tapas del motor	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitado de alojamientos p/baleros • Encasquillado de alojamientos p/baleros 	18x6
9	Rotor	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitado de los extremos en área de baleros, dejando ajuste s/manual 	16x20

¹⁰ *Ibidem*



A continuación se presenta la lista de las partes que se pueden reparar en las válvulas

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
VALVULAS			
1	Bridas	<ul style="list-style-type: none"> Rectificado de caras Rehabilitado de caras dejando medias nominales 	10x16 (8x14)
2	Área de sello	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado dejando medidas s/manual 	5x1 (3.5x1)
3	Ranura	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción de la ranura dejando a medidas s/manual 	6x0.5 (4x0.25)
4	Área de compuerta	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado dejando medidas de ajuste s/manual 	6x2 (4x1)
5	Vástago	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado a medidas nominales Fabricación nueva 	1.5x16 (1x11)
6	Volantes	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado de alojamiento para vástago Fabricación nueva 	12x1 (6x0.5)



A continuación se presenta la lista de las partes que se pueden reparar en los accesorios:

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
ACCESORIOS			
1	Bridas	<ul style="list-style-type: none"> Rectificado de caras Rehabilitado de caras dejando medias nominales 	20x48 (14x20)
2	Área de sello	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado dejando medidas s/manual 	20x4 (14x2)
3	Ranura	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción de la ranura dejando a medidas s/manual 	22x0.5 (16x0.25)

1.2.5 EQUIPO COMPLEMENTARIO Y AUXILIAR¹¹ PREVENTORES, LLAVES DE FUERZA, LEVANTADORES, AGITADORES Y WINCHES

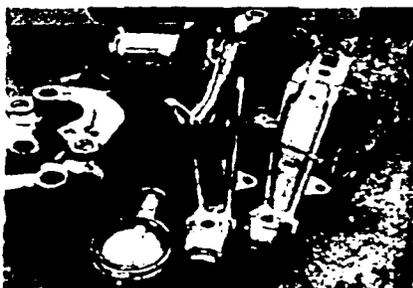
Estos equipos son indispensables para la operación de los pozos petroleros, cada uno cuenta con grado de importancia y funcionalidad, con esto decimos que deben tener un mantenimiento mecánico de la más adecuado posible, en el orden mostrado anteriormente se presentaran las siguientes figuras para su mejor comprensión.



A continuación se presenta la lista de las partes que se pueden reparar en los preventores:

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
1	Bridas	<ul style="list-style-type: none"> Rectificado de caras Rehabilitado de caras dejando medias nominales 	20x48 (14x20)
2	Area de sello	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitado dejando medidas s/manual 	20x4 (14x2)
3	Ranura	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción de la ranura dejando a medidas s/manual 	22x0 5 (16x0 25)

b)



A continuación se presenta la lista de las partes que se pueden reparar en las llaves de fza:

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
1	Brazos de tensión	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción de bujes ajustando a medidas s/manual 	1 5x5
2	Muecas de apriete	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción de bujes ajustando a medidas s/manual Rehabilitado de las guías de los peines de las mordazas 	1 5x8
3	Tirantes	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción de bujes ajustando a medidas s/manual 	1x4
4	Pernos	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación nueva 	1 5x8 (1x4)

¹¹ Ibidem



A continuación se presenta la lista de las partes que se pueden reparar en los levantadores:

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
1	Mueclas levante	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción de bujes ajustando a medidas s/manual 	1.5x8
2	Pernos	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación nueva 	1.5x8 (1x4)

d)



A continuación se presenta la lista de las partes que se pueden reparar en los agitadores:

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
1	Cople	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción del cuñero Fabricación nuevo 	8x3
2	Flecha de agitación	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación dejando a medidas s/manual Fabricación nueva 	2x70
3	Agitador	<ul style="list-style-type: none"> Reconstrucción a medidas nominales Fabricación nuevo 	22x8



A continuación se presenta la lista de las partes que se pueden reparar en los Winches:

PARTE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES REPARACIONES	DIMENSIONES: MÁXIMAS (PROMEDIO) $\phi \times L$ [in]
1	Catarina	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de cuñeros • Rehabilitación de dientes • Fabricación nueva 	8x1 (6x0.5)
2	Chumaceras	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación de alojamiento de baleros dejando a medidas s/manual 	2x1 (1x0.5)
3	Carrete	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación de la guía del cable • Rehabilitación de alojamiento p/baleros dejando en medidas s/manual 	10x8 (6x6)
4	Engranés reductores	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de dientes • Reconstrucción de cuñeros • Fabricación nuevo 	10x2 (7x1)
5	Baleros	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste en alojamiento y flecha s/manual 	6x2 (4x1)
6	Sistema de frenos	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de bujes p/pernos dejando a medidas s/manual 	1x4 (0.5x2)
7	Pernos	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación nuevo 	1x4 (0.5x2)

Este es el gran universo que representa nuestro nicho de mercado, como pudimos ver hay una gran cantidad de trabajo por desarrollar, y sabemos que el mantenimiento mecánico es prioritario en los equipos de perforación así como les demás unidades de **PEP**.

A continuación se presentaran las necesidades particulares de las empresas privadas que le prestan servicio a **PEMEX** y que requieren de ciertos servicios de mantenimiento mecánico, así como el de fabricación de diversas herramientas.

1.3 NECESIDADES DE MANTENIMIENTO MECÁNICO EN EMPRESAS PETROLERAS PRIVADAS

Como se explicó en un principio, son compañías de servicios cuyo vínculo de trabajo es **PEMEX**, y vemos que podemos ofrecerles algún tipo de servicio de índole metalmecánica o mantenimiento mecánico. Como lo subrayamos en el **punto 1.1.4** las empresas privadas que son parte del nicho de mercado son las de servicios de: Perforación, Servicios Auxiliares y Mantenimiento de Pozos.

En lo que se refiere a los servicios de perforación hay algunas empresas nacionales que cuentan con equipos de perforación terrestres y marinos, que por medio de un contrato le brindan el servicio a **PEMEX**, pero estas empresas a su vez requieren de otra empresa que les brinde fielmente el servicio de maquinados y mantenimiento mecánico es ahí donde entramos ya que la descripción de los trabajos es exactamente la misma que para los equipos de PEP, ya que en el ámbito petrolero por lo regular siempre se manejan las mismas marcas y modelos de equipos de perforación. Por eso decimos que las figuras y tablas características de los equipos anteriores son compatible a los equipos de las compañías privadas.

En lo referente a los servicios auxiliares y mantenimiento a pozos hay compañías nacionales y extranjeras que brindan estos servicios, las cuales en muchas ocasiones no cuentan con la infraestructura en la región para hacer sus propias reparaciones o como no son parte de su rubro prefieren un servicio privado. Este tipo de compañías por lo general tiene algún equipo mecánico como son: bombas, compresores, motores de combustión interna, motores eléctricos, generadores. Este tipo de equipos está por demás describirlos ya que se hizo una lista muy extensa de las posibles intervenciones mecánicas que puedan requerir, es decir, son iguales en las características para el mantenimiento mecánico que los equipos de PEP. En lo que si vamos hacer hincapié es en que estas empresas además del equipo mencionado anteriormente, muchas utilizan herramientas petroleras que se llaman combinaciones, que no son más que conexiones para diferentes tipos de tuberías. La siguiente figura muestra su forma y su función.



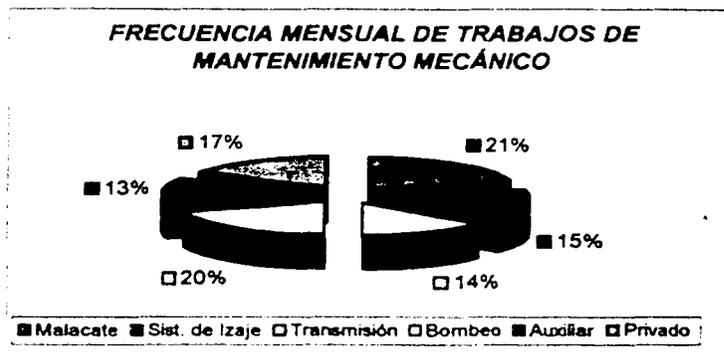
Lo que se puede hacer en las combinaciones petroleras es lo siguiente:

- Modificación del tipo de cuerda (PINÓN-CAJA)
- Fabricación de combinaciones nuevas
- Rehabilitados de la cuerda, biseles, sellos y ranuras.

A continuación se presenta un resumen de el tipo de trabajos y sus frecuencias, para tener una idea global de la cantidad estimada mensual, esta información fue recabada a diversas empresas de la región las cuales me brindaron la información necesaria para la realización de una parte de la presente tesis.

La presente tabla y gráfica, representan la cantidad de reparaciones mensuales estimadas en campo. Para subensambles completos, que cuentan con diferentes elementos de máquinas.

<i>n</i>	120
<i>DESV. STD</i>	3.74
<i>PROMEDIO</i>	20
<i>VARIANZA</i>	14



Esto nos da un amplio panorama del volumen de reparación en la mayoría de los casos, así mismo el volumen de producción de piezas nuevas, que por lo que se tiene no son altos volúmenes de producción, por lo que uno de los puntos de justificación de la maquinaria será los bajos volúmenes en partes y subensambles.

1.4 PRESENTE, POTENCIAL ECONÓMICO DEL MERCADO.

Como ya vimos el potencial en materia de mantenimiento mecánico es muy grande, así mismo es el potencial económico en lo que se traduce todo lo anterior. Lo más importante del nicho de mercado es que tenga un presente y un futuro económico pronosticable, queriendo decir con esto que en la actualidad se presenta una gran estabilidad en la economía petrolera, y por los proyectos estratégicos de desarrollo que se tienen se vislumbra que todo marchará en condiciones favorables.

Con un comentario de la certeza de un presente inmediato se tiene la siguiente información de la Memoria de Labores de 2001 que habla del Programa Estratégico de Gas, diciendo lo siguiente:

“Para cubrir la demanda nacional de gas natural en los próximos años, cuyo uso se está promoviendo para su mayor eficiencia energética y ambiental, Pemex Exploración y Producción integro el Programa Estratégico de Gas. Este programa incluye varios proyectos que consideran actividades exploratorias y de producción; entre éstos destacan los de: Crudo Ligero Marino, Macuspana, Veracruz y Tampico-Misantla-Sur de Burgos. Con este programa se pretende incrementar la capacidad de producción gas natural en 800 MMpcd para el año 2003 y en 3500 MMpcd para el año 2008. El programa tiene un horizonte de 15 años y un costo aproximado de 125 mil millones de pesos”

Teniendo acceso a la información que presenta la Memoria de Labores de 2001, podremos conocer el potencial económico que el mercado petrolero representa, hablamos pues de cifras de dinero que están ahí cautivas y que podemos acceder a ellas, claro prestando un buen servicio. Los resultados de operación que se dieron en **PEP** durante 2001 fue el siguiente:

- Ingresos = 176,346 (millones de pesos)
- Egresos = 53,173
- Utilidad = 123,173

El porcentaje de contribución para cada una de las regiones de **PEP** fue el siguiente:

- **Región Marina Noreste** = 47.6%
- **Región Marina Suroeste** = 25.6%
- **Región Sur** = 25.4%
- **Región Norte** = 4.2%

Tomando como referencia la tasa de utilidades pero como una tasa para la participación en el reparto del presupuesto de egresos de **PEP**, disminuyendo un punto porcentual y multiplicando por el presupuesto de egresos se tiene lo siguiente:

- **RMN** = $0.466 (53,173) = 24,778.618$
- **RMS** = $0.246 (53,173) = 13,080.558$
- **RS** = $0.244 (53,173) = 12,974.212$
- **RN** = $0.032 (53,173) = 1,701.536$

Como lo habíamos dicho en un principio el nicho que más nos interesa de entrada es la **Región Sur**, sabemos que el monto antes estimado es para el pago de muchos tipos de servicios, sueldos, gastos de operación y demás, dentro de estos entra una partida para el mantenimiento mecánico a sus equipos por lo que estimo un punto porcentual del total del presupuesto de egresos de la Región Sur, dando los siguientes resultados:

- Presupuesto de mantenimiento mecánico
 $P_{\text{mantto}} = 0.01 (12,974.212) = 129.742$ (millones de pesos)

Como vemos 130,000,000 es una gran cantidad de dinero, que estimamos **PEP** gasta anualmente en la conservación óptima de sus equipos. ¡¡Nada despreciable!!

1.4.1 PLAN DE NEGOCIOS

Para lo que se refiere al plan de negocios partimos que hay potencialmente sobre el nicho próspero de mercado una cantidad de 130,000,000 (ciento treinta millones de pesos), los cuales por un inicio no pueden ser absorbidos de inmediato por la compañía, pero si estimamos una participación del 15% del potencial anterior, este valor se estima debido a que en la región hay aproximadamente seis compañías que pueden brindar el servicio, pero si nos agregamos dividimos ese porcentaje total ente siete posibles proveedores, con eso tenemos que:

- $PLAN_{negocios} = 0.15 (130) = 19.5$ millones de pesos

Estamos hablando que podemos integrarnos a la industria petrolera con un ingreso potencial de 20,000,000 (veinte millones de pesos) anuales, que es una cantidad muy importante, esto nos dará la pauta para saber con cuanto financiamiento podemos contar y que cantidad de dinero dispondremos para la selección de la maquinaria, y que es motivo de estudio de otras materias como finanzas, ingeniería económica, etc.

1.5 FUTURO DEL MERCADO EN EL PAIS

Haciendo referencia a la Memoria de Labores de PEP del año 2001, se estableció que en ese año se llevo a cabo una planeación a corto y largo plazos de la misma industria. Tomando una parte del texto antes citado.

“ Los esfuerzos de planeación se materializaron en el *Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos 2002-2010*, que constituyo la herramienta fundamental mediante la cual se alinearon los planes de negocios de los cuatro organismos subsidiarios y de *PMI Comercio Internacional* fueron aprobados por sus respectivos órganos de gobierno a principios del 2002, en tanto que el de toda la industria petrolera será sometido a la consideración del *Consejo de Petróleos Mexicanos* en la primera sesión que se celebre en 2002.

El *Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos 2002 – 2010* define la misión, visión, objetivos e iniciativas estratégicas que orientan el rumbo de la institución para transformarse en una empresa petrolera moderna e integrada, con un enfoque de crecimiento, creación de valor y competitividad, dentro de un marco de desarrollo sostenido y sustentable.”

Teniendo conocimiento de lo anterior se vislumbra un futuro muy seguro en la estabilidad económica de la industria petrolera, sabemos además que se iniciaron los planes estratégicos de gas natural, para esto se mandaron nuevos proyecto de exploración así como proyectos de perforación de nuevos pozos, lo que al menos se pronostica una estabilidad del mercado petrolero al menos por un periodo de ocho años.

CAPITULO DOS

2. MAQUINARIA Y EQUIPO UTILIZADO EN EL MANTENIMIENTO MECÁNICO

2.1 FUNCIÓN DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS PARA EL MANTENIMIENTO MECÁNICO

En México hay una cultura muy particular en cuanto al mantenimiento de los equipos mecánicos e industriales, por las carencias económicas que sufren la diversidad de empresas que laboran en el país; estas están limitadas en sus presupuestos de mantenimiento programado y de emergencia, lo que lleva a reparar equipos o piezas y regularmente no se compran refacciones o partes originales de línea por su altos costos, lo anterior hace preferir mandar a reparar o fabricar con empresas que puedan prestar el servicio.

Dentro del ámbito antes citados hay un conjunto de maquinaria(maquinas-herramientas) y equipo auxiliar que hace posible que se lleven acabo las actividades de mantenimiento en la diversidad de industrias del país, claro fomentando un ahorro y minimizando los costos de mantenimiento.

La función de estas maquinas y equipo auxiliar es la de poder reparar, rehabilitar, remanufacturar y fabricar una inmensidad de piezas de diferentes formas, funciones y tamaños; con esto planteamos la idea de que la función principal es la adaptabilidad a los aspectos cualitativos y también adaptarse al aspecto cuantitativo, es decir sus características particulares. Por mi experiencia propia en campo puedo decir que la maquinaria para las operaciones de mantenimiento mecánico deben cumplir con una función dual, Fabricar y reparar, no queriendo decir que serán máquinas de producción sino que a nuestra escala se puedan contar con las dos opciones.

Siendo más descriptivos con la función de rehabilitación (reparación) esta parte de que hay una pieza dañada o desgastada en alguna de sus partes funcionales, lo que se pretendería hacer es acondicionarla con material de aporte nuevo por medio de equipo de soldadura y posteriormente se maquinaria para dejarla en su geometría original y dimensiones marcadas por el cliente.

Teniendo el panorama de la maquinaria y equipo dentro del contexto de mantenimiento mecánico puedo decir que las máquinas herramientas más comunes son los tornos, fresadoras, taladradoras, cepillos y rectificadoras todas las anteriores del tipo convencional. Hay muchas variedades de máquinas para usos especiales que se usan en la industria, las cuales son adaptaciones de una o varias máquinas herramientas básicas.

Dentro de la variedad de equipos de máquinas herramientas se encuentran los equipos de control numérico CNC, los cuales tienen características de desempeño muy buenos como son precisión, exactitud, velocidad, flexibilidad de programación y demás características que los hacen ser equipos únicos , pero por experiencia propia en la programación de los equipos de CNC y las características de las piezas a reparar, no son muy adecuados para estas labores de mantenimiento mecánico.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES BÁSICAS EN EL MANTENIMIENTO MECÁNICO¹²

A continuación se da una breve descripción de las operaciones básicas que se requieren para el mantenimiento mecánico a equipos petroleros, se presentan en orden jerárquico según experiencia propia dentro de la industria:

Torneado. La pieza de metal que se va a maquinar gira y la herramienta de corte avanza contra ella. (fig. 1). La operación de torneado principalmente se realiza para dar a una barra o cuerpo formas cilíndricas, cónicas, esféricas, y otras de sólidos de revolución; partiendo de las geometrías antes descritas particularmente se pueden fabricar o reparar roscas petroleras, pernos, flechas, rectificadores de tambores, poleas, engranes, birlos, mangas, bujes, casquillos, catarinas, bridas, coples, válvulas y demás elementos mecánicos que son parte de la descripción del nicho de mercado. La calidad de forma y dimensión que se puede alcanzar esta comprendida entre la afinada y refinada, difícilmente la súper acabada. La máquina utilizada es el torno en sus diversos tipos

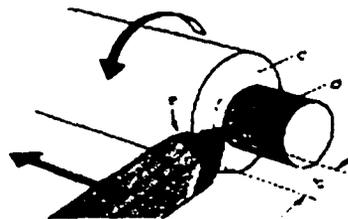


FIG. 1 TORNEADO

Fresado. El fresado principalmente consiste en alisar o perfilar una pieza o cuerpo, realizando sobre él operaciones de aplanado o perfilado rectilíneo y helicoidal (fig. 2); con el fresado se pueden recuperar piezas fabricando o rehabilitando cuñeros, planos, engranes, catarinas, ranuras, cajas, rectificadores y demás operaciones que se pueden hacer por medio del fresado. La calidad de forma y dimensión que se puede alcanzar es la que corresponde a un afinado o refinado. La máquina utilizada es la fresadora

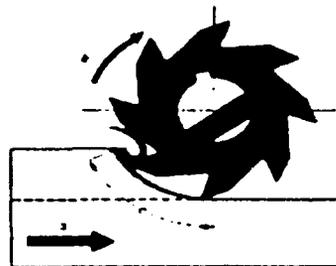


FIG. 2 FRESADO

Taladrado. El taladrado es una técnica básica del taller que se remonta hasta el hombre primitivo. Es una operación mediante la cual se hacen agujeros generalmente cilíndricos en las piezas (fig. 3). Para nuestro propósito se puede ocupar en la fabricación o reparación de bridas, módulos de bombas, catarinas, para desbastar material relleno, en pernos, etc. La calidad de forma y dimensión que se consiguen en el taladrado pueden considerarse como afinado. La máquina utilizada es la taladradora o taladro.



FIG. 3 TALADRADO

¹² Cfr. Gerling, Henrich. Alrededor de las máquinas herramientas. P. 13,78,101,119,143,192.

El **mandrilado**, implica el acabado o maquinado de un agujero taladrado o formado por un corazón, mediante una herramienta rotatoria de una sola punta cortante descentrada (fig. 4). Con el mandrilado se pueden dar medidas de ajuste para rodamientos en carcazas o alojamientos ya que han sido rellenas con material de aporte nuevo, constituye una forma de maquinado muy utilizado para la recuperación y rehabilitado de piezas mecánicas, carcazas, ya que su costo como refacción original es muy elevada y la rehabilitación permite operar en niveles elevados de confiabilidad a un costo muy por debajo del original. En ciertas máquinas mandriladoras, la herramienta es estacionaria y el trabajo gira; en otras sucede lo contrario, de esto dependerá el nombre particular de cada máquina.

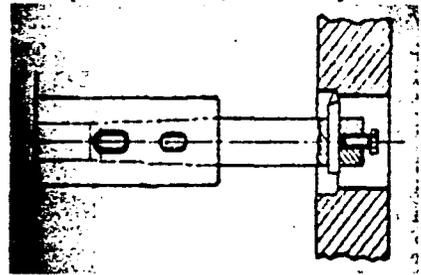


FIG. 4 MANDRILADO

Bajo la clasificación del taladrado y mandrilado, se incluyen otros dos tipos de técnicas de maquinado; el escariado y el roscado con machuelo. El **escariado** consiste en acabar un agujero ya taladrado, de ordinario a tolerancias muy pequeñas (fig. 5).

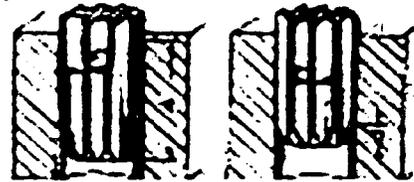


FIG. 5 ESCARIADO

El roscado con machuelo es el proceso de cortar una rosca en el interior de un agujero de manera que se pueda usar un tornillo en el mismo, este proceso es muy usado ya que por lo general en los equipos petroleros se tienen que rehabilitar (reparar) las roscas o de otra manera se rellena el agujero para el posterior machueledo y generar una rosca nueva (fig. 6).

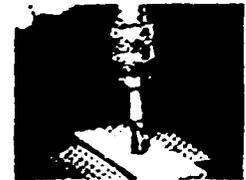


FIG. 6 MACHUELEADO

Cepillado. El cepillado constituye un importante procedimiento de trabajo para conseguir superficies planas y curvas. Las virutas se arrancan de la pieza en forma de cintas por virtud del movimiento principal rectilínea (fig. 7). Por medio de este proceso se pueden fabricar o rehabilitar elementos mecánicos como son: cuñeros, estriados, dientes de engranes, guías de herramientas, etc. La máquina utilizado es el cepillo en sus diferentes formas.

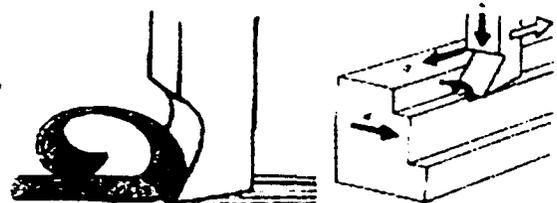


FIG. 7 CEPILLADO

Rectificado. Este consiste en dar la forma a una pieza poniéndola en contacto con una rueda abrasiva rotatoria (fig. 8). Este proceso se emplea con frecuencia para el acabado final a dimensiones muy precisas de piezas que han sido templadas para hacerlas más duras. Por lo general en el tipo de fabricaciones o reparaciones del equipo petrolero que hemos venido manejando no se emplea con mucha frecuencia, pero hay sus excepciones como en algunas flechas y otros elementos mecánicos. Las maquinas usadas son las rectificadoras en sus diversos tipos, pero también se pueden conseguir accesorios para rectificar para algunas maquinas como los tornos.

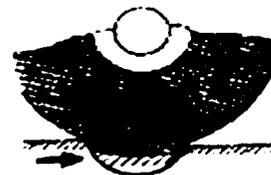


FIG. 8 RECTIFICADO

Aserrado(corte con sierras). Esta operación consiste en el corte o troceado de barras o piezas, por medio de sierras de hoja plana, de cinta, o de disco dentado, y también con disco abrasivo. Particularmente se usa este proceso para cortar a la medida barras o tubos en todas sus formas para la fabricación de piezas nuevas, o cortar material para inserciones especiales. Las máquinas utilizadas son las sierras en sus variados tipos, y también los tronzadores (fig. 9).

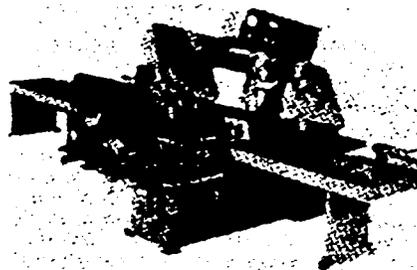


FIG. 9 CORTE CON SIERRA

2.3 MAQUINARIA PARA OPERACIONES DE CORTE PARA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

2.3.1 TORNOS¹³

A) Torno paralelo

Se componen de una bancada prismática que en su parte superior lleva guías horizontales para la traslación longitudinal del carro principal, y sobre éste se halla el carro portaherramientas, de movimientos transversal perpendicular y oblicuo al del carro principal; sobre las guías y en la parte derecha del torno se halla el contrapunto, también deslizable sobre aquellas guías. En la parte lateral izquierda de la bancada está dispuesto el mecanismo de accionamiento con su cabezal para fijación de las piezas. El mecanismo de accionamiento también pone en movimiento al husillo de arrastre del carro

B) Torno revolver

Los tornos revolver constan de la bancada con su cabezal motriz y carro portaherramientas, careciendo de contrapunto. El carro portaherramientas tiene una torreta giratoria con capacidad para cinco o seis herramientas(ocho algunas veces), que para una sucesión o fases de trabajo están dispuestas radialmente; el giro de la torreta es horizontal, aunque

¹³ Cfr. Chernov, N Máquinas- Herramientas para metales P 132-175

también se dispone para giro oblicuo. Además de la torreta, el torno dispone de uno o dos carros con portaherramientas anterior y posterior al eje del torno, normalmente utilizados para el refrentado y corte de piezas.

Los tornos revolver son utilizados para la fabricación de grandes series de piezas iguales, sometidas cada una de ellas a las mismas fases u operaciones de mecanizado, correspondiendo cada herramienta de corte la realización de una de ellas, que se efectuará mediante avances limitados de la torreta.

C) Tornos al aire(frontales).

Los tornos al aire o frontales constan de una sólida bancada que en uno de sus extremos soporta un fuerte cabezal, en cuyo eje principal está dispuesto un gran plato sobre el que se montan, en voladizo, piezas de gran diámetro y reducido espesor; estos tornos generalmente carecen de contrapunto y casi todos ellos del husillo de roscar.

El mecanismo de giro accionado por un motor de potencia adecuada, dispone de un reductor para gran número de velocidades, y de un cambio progresivo, para adecuar estas a los variables diámetros que por concetricidad se dan en una misma pieza, y así conseguir la misma velocidad de corte en las operaciones de refrentado.

En los tornos grandes la bancada se dispone con escotadura para el torneado de piezas de diámetros considerables, e incluso en algunos, el cabezal de giro o trabajo y el carro portaherramientas son independientes, separados por un foso dentro del cual se aloja una parte de la pieza durante su giro para ser torneada

D) Torno vertical.

Los tornos verticales son máquinas de medias y notables dimensiones; constan principalmente de una plataforma sobre la que se dispone, según las dimensiones de la máquina, uno o dos montantes verticales, en esta última disposición unidos por medio de una viga puente. Sobre el montante o montantes está situado el carro o carros portaherramientas, con el cabezal correspondiente, que puede ser una torreta tipo revolver, en la que se disponen las herramientas de corte; estos cabezales son accionados por dispositivos mecánicos motorizados, colocados en los montantes.

Los carros se desplazan horizontalmente mediante guías que llevan los montantes, a la vez que el cabezal portaherramientas puede moverse verticalmente para que las cuchillas puedan alcanzar o ponerse en contacto con la superficie que se ha de tornear.

2.3.2 FRESADORAS¹⁴

A) Fresadoras horizontales.

Se componen de un bastidor robusto, para evitar vibraciones, con un cabezal motriz un tanto semejante al de los tornos; sobre el husillo que es prolongación del eje principal del cabezal, se monta la fresa, y el extremo de este se introduce en un collar de apoyo, consiguiéndose así la rigidez del conjunto.

El grupo de carros sobre los que se fija la pieza permiten que ésta pueda moverse en tres direcciones principales; el carro inferior que se desliza por las guías verticales del bastidor de la máquina realiza el movimiento ascendente y descendente; el carro intermedio se desliza sobre las guías horizontales de carro inferior perpendiculares al bastidor, con movimiento transversal, y finalmente, el carro superior porta piezas se desliza sobre las guías del carro intermedio, con movimiento longitudinal. Los dos primeros movimientos pueden ser manuales o automáticos, siendo el tercero automático para conseguir un avance uniforme.

La fresadora horizontal puede realizar operaciones de fresado vertical mediante la aplicación de un cabezal accesorio para fresado vertical, que es accionado por el husillo o eje porta fresas del fresado horizontal.

B) Fresadora vertical.

Las fresadoras verticales son muy similares a las horizontales, y disponen de un cabezal o traviesa horizontal situada en la parte superior de la máquina, de la que verticalmente sale el husillo portafresas, resultando un conjunto compacto, sin deformaciones o vibraciones.

La mesa porta piezas puede disponer de un plato giratorio alrededor de un eje vertical con movimiento automático, sobre el que pueden montarse tres o más piezas para ser fresadas, de modo que fresada la primera, pueda retirarse mientras se inicia el fresado de la segunda y se monta la tercera en espera de su turno para ser fresada; este ciclo se mantiene constante para el fresado en serie de piezas.

C) Fresadoras de torreta

Una variante de las fresadoras verticales la constituyen las fresadoras de torreta. Estas fresadoras como las verticales, disponen de un sólido bastidor que cuenta con guías verticales para ascenso y descenso de un soporte o carro con sus guías horizontales, sobre el que se apoya y desliza transversalmente el carro intermedio, que a su vez dispone de guías horizontales longitudinales, y que sirve de apoyo y de desplazamiento de la mesa portapiezas; los movimientos de estos carros y mesa pueden ser realizados manual y automáticamente, haciendo que la pieza se desplace transversal y longitudinalmente en sentido horizontal, así como verticalmente.

¹⁴ *Ibidem*. p. 251-253

Sobre la parte superior del bastidor se halla dispuesto un brazo o traviesa horizontal que puede desplazarse sobre las guías horizontales del bastidor. Este brazo lleva en uno de sus extremos un motor que acciona a un mecanismo de giro vertical aplicado al husillo que porta al útil cortante o fresa.

Mediante un variador de velocidades se regulará en número de revoluciones del husillo, que también cuenta con un dispositivo de ascenso y descenso, manual y automático, para que el útil cortante se ponga en contacto con la barra o pieza que se ha de fresar.

D) Fresadoras universales.

Las fresadoras universales son de forma semejantes a las fresadoras horizontales. Como aquéllas constan de un fuerte bastidor con guías verticales en su parte frontal, sobre las que se desliza un sólido cabezal con movimiento vertical ascensional o de descenso; este cabezal dispone de guías horizontales situadas perpendicularmente al frente de la máquina, y sobre este cabezal de apoyo se desplaza longitudinalmente al carro o mesa portapiezas, de modo que la pieza que se ha de fresar, como en otras máquinas, pueda desplazarse con movimientos horizontales y verticales. Esta mesa portapiezas, en algunas fresadoras es orientada en sentido variable respecto al plano horizontal.

En el frente de la máquina, con salida horizontal, se halla el eje o husillo sobre el que se montan las fresas de corte para el fresado horizontal, y para evitar vibraciones, el extremo de este eje o husillo se apoya sobre soportes dispuestos verticalmente sobre el brazo horizontal situado sobre la parte superior del bastidor.

Para el fresado vertical se retira el husillo portafresas, y en su lugar se dispone un cabezal del que sale verticalmente un husillo portafresas, que gira accionado por el mecanismo principal de la máquina; dotando a la fresadora de un cabezal universal tipo Huré es posible el fresado horizontal, el vertical, radial en el plano vertical, angular(inclinado) en el plano vertical perpendicular a la mesa de la fresadora, y oblicuo o angular en el plano horizontal.

2.3.3 TALADROS

A) Taladros de mesa¹⁵

Los taladros de mesa están formados por una base que es a la vez mesa portapiezas, sobre la que se eleva una pequeña columna en la que está dispuesto el cabezal motriz accionado por un motor eléctrico, que por medio de un cambio de marchas pone en movimiento al husillo portabrocas situado paralelamente a la columna. Estos taladros giran a un elevado número de revoluciones, y su avance es manual para apreciar las variaciones de presión ejercida por la broca sobre la pieza(efecto sensitivo). Los diámetros de los agujeros efectuados por medio de estas máquinas son reducidos, generalmente no es mayor a 20 milímetros.

¹⁵ Gerling. *Op. Cit.* P 81

B) Taladros de columna¹⁶

Los taladros de columna son un tanto similares a los de mesa; sobre la base de la máquina, que también sirve como mesa porta piezas se eleva una columna, sobre la que con movimiento ascendente y descendente mediante un mecanismo con accionamiento manual y automático, se desliza una ménsula sobre la que se apoya la mesa porta piezas, generalmente horizontal, y también oblicua por giro alrededor de un eje horizontal; esta mesa puede fijarse a la altura conveniente, y deslizarse sobre guías horizontales de la ménsula para su aproximación o separación de la columna.

Un cabezal dispuesto en la parte superior de la columna soporta al motor de accionamiento, que por medio de un reductor de velocidades hace girar al husillo portabrocas al número de revoluciones conveniente para el taladro, de acuerdo con la maquinabilidad de la pieza y el diámetro del agujero; el husillo se halla a distancia fija de la columna, y su desplazamiento es manual y automático.

C) Taladros radiales¹⁷

Los taladros radiales se componen de una amplia base horizontal sobre la que generalmente se halla dispuesta la mesa portapiezas fija, con sus guías para que en ellas puedan colocarse tornillos para fijación de las piezas que se han de taladrar.

Sobre la base se eleva una robusta columna cilíndrica, sobre la que se desliza con movimiento ascendente y descendente un brazo horizontal, que es accionado por una cremallera o tornillo sinfín, verticales, que forman parte de un mecanismo de elevación dispuesto en un cabezal con su motor, situado en la parte superior de la columna. El brazo puede girar 360° alrededor de la columna, accionado por otro mecanismo independiente del anterior.

Sobre guías horizontales del brazo giratorio se desliza un carro que dispone de un cabezal portaherramientas, que es accionado por un mecanismo con su motor para efectuar los movimientos de traslación, así como los de giro y desplazamiento vertical del husillo porta brocas.

El giro del brazo y su posibilidad de ascenso descenso, así como el desplazamiento horizontal del carro, permite que la broca pueda situarse en infinidad de posiciones radiales para efectuar agujeros en puntos diversos, a distancias próximas o muy alejadas de la columna; el brazo, en algunas máquinas llega a los cuatro metros de longitud. Para el taladrado de piezas de gran longitud, algunos taladros se desplazan sobre carriles en posición de trabajo.

En los taladros radiales universales, el brazo puede ser cilíndrico para que el carro portaherramientas pueda girar a su alrededor, y la broca realice agujeros en todo su sentido cuando el giro sea de 360°.

¹⁶ *Ibid.* p. 81

¹⁷ *Chemov. Op. Cit.* P. 232

2.3.4 CEPILLOS

A) Cepillo de codo¹⁸

El cepillo consta de un bastidor o montante prismático hueco que forma un solo cuerpo con su base; la cara anterior del montante dispone de guías verticales sobre las que se desliza con movimiento ascendente o descendente, manual y mecánico, un sólida bastidor que a su vez dispone de otras guías horizontales en su plano vertical, por las que se traslada la mesa portapiezas; el movimiento vertical del bastidor puede ser manual o mecánico, y el de la mesa portapiezas en sentido horizontal, transversal al montante suele ser manual para aproximación de la pieza, y automático en su traslación de corte o de pasada, para asegurar así la uniformidad de movimiento y con éste la de corte.

Para evitar que la mesa portapiezas quede en voladizo, solamente apoyada en las guías del bastidor, en su extremo opuesto a esta dispone de otro apoyo corredero o arrastrado por la mesa, deslizándose sobre la base del bastidor; esta mesa portapiezas también cuenta con caras laterales (verticales) con agujeros o guías horizontales para aplicación de tornillos pasantes en un caso, o de cabeza en te en otro, mediante los cuales se fijaría la pieza a la mesa.

B) Cepilladora de puente¹⁹

Las cepilladoras de puente (de pórtico) están formadas por una amplia bancada o bastidor de forma prismática rectangular, que lateralmente tiene fijadas las columnas de un fuerte puente o pórtico formando un sólido conjunto indeformable.

En la parte superior, la bancada dispone de amplias guías longitudinales sobre las que se apoya y desliza horizontalmente la mesa porta piezas animada de un movimiento de vaivén, que lo realizará con la amplitud que se acomoda a la longitud de la pieza que se ha de cepillar; el desplazamiento de ida o de trabajo de cepillado se realiza de modo mecánico a la velocidad conveniente, y el de vuelta a mayor velocidad al no realizarse operación de corte de material; el mecanismo motor de accionamiento de los movimientos hace que éstos se realicen de modo automático, y el cese de los mismos al terminar la operación de cepillado; la regulación de la amplitud de los movimientos puede hacerse manual o mecánicamente.

2.3.5 MANDRILADORAS

A) Mandriladoras horizontales

La mandriladora horizontal está compuesta por una sólida base que puede considerarse de forma prismática rectangular, sobre la que se eleva en uno de sus extremos, menos ancho, una fuerte columna prismática con guías verticales en una de sus caras, sobre las que se desliza un sólido cabezal con movimiento vertical ascendente y descendente, accionado por

¹⁸ *Ibid.* p. 288

¹⁹ *Ibid.* p. 291

un mecanismo motor situado en el mismo cabezal; este cabezal dispone de un rígido husillo de diámetro adecuado que se desliza longitudinalmente en sentido horizontal, en cuyo extremo saliente se aplican las herramientas de corte, y también un plato universal portaherramientas, pudiendo colocarse como continuidad del husillo a una barra de mandrilar. Los movimientos de giro y avance los recibe el husillo del correspondiente mecanismo motor situado en el cabezal de la columna.

Se fabrican mandriladoras con una segunda columna situada longitudinalmente opuesta a la primera, en la que está situado un soporte deslizante verticalmente para que sirva de apoyo a la barra de mandrilar (prolongación del husillo), cuando se precisara esta disposición. Las columnas pueden ser, fijas la del cabezal motor y desplazable sobre guías horizontales para aproximarse a la primera la de apoyo, las dos móviles sobre las guías horizontales para aproximarse, o las dos de separación invariable pero con desplazamiento paralelo, y también cuando solamente existe la columna principal (la que lleva el cabezal motor), ésta con movimiento longitudinal sobre guías de la base

B) Mandriladoras verticales

Las mandriladoras verticales, igual que las horizontales son máquinas muy robustas, pero difieren en su forma notablemente de aquellas por la disposición vertical del husillo, para poder trabajar sobre la cara horizontal de las piezas que se maquinan.

Estas máquinas herramientas se componen de un sólido y fuerte bastidor o base, sobre la que se eleva una amplia columna prismática formando un rígido conjunto. En la parte central del bastidor, un bloque prismático rectangular o mesa está dispuesta sobre guías horizontales practicadas en el bastidor y situadas según su eje longitudinal, pudiendo desplazarse sobre éstas por medio de un mecanismo accionado a mano y mecánicamente; sobre esta mesa y sobre guías horizontales situadas perpendicularmente a los de la parte inferior se asienta la mesa portapiezas, que a su vez puede deslizarse sobre aquellas guías movida por otro mecanismo de accionamiento mecánico, por lo que la pieza puede estar animada o moverse longitudinal y transversalmente con relación al eje del bastidor.

Sobre guías verticales de la columna prismática, está dispuesto el cabezal motor del movimiento de giro y de ascenso o descenso del husillo portaherramientas o útiles de corte; el cabezal motor puede desplazarse verticalmente a lo largo de las guías de la columna con movimiento ascendente o descendente, movimientos que pueden realizarse manualmente para aproximación de la herramienta de corte, o mecánicamente durante la operación de mandrilado. Los movimientos de giro y de descenso del husillo, realizados mecánica y uniformemente, facilitan la operación de mandrilado para un buen maquinado, consiguiendo que sea éste tanto en acabados superficiales y rugosidad, así como en tolerancias fundamentales, iguales a las que se obtienen con las mandriladoras horizontales.

2.3.6 RECTIFICADORAS²⁰

A) Rectificadora cilíndrica de exteriores

Las rectificadoras cilíndricas de exteriores, constan de una robusta bancada o bastidor prismático rectangular en cuya parte superior o plataforma están dispuestas unas guías longitudinales horizontales; en uno de los extremos de la bancada se halla el mecanismo motor que acciona al plato o mandril portapiezas o el dispositivo de arrastre de las piezas cuando estas se apoyan en el punto de giro del cabezal motor; en el otro extremo de la bancada o plataforma superior está situado el cabezal contrapunto para apoyo del extremo de la pieza, pudiendo desplazarse este cabezal contrapunto sobre las guías de la plataforma para acomodar su posición o separación del cabezal motor, de acuerdo con la longitud de la pieza entre puntos. Se pueden realizar rectificadas en flechas, espigas, pernos, que requieran de este proceso posterior a un tratamiento térmico.

B) Rectificadoras cilíndricas de interiores

Las rectificadoras cilíndricas de interiores son semejantes a las de exteriores; no disponen del cabezal contrapunto y en ellas la pieza que se ha de rectificar (de forma hueca cilíndrica o cónica interiormente) se fija al plato del cabezal motor de la máquina por medio de su dispositivo de sujeción. El carro portamuelas situado sobre guías longitudinales en la parte lateral de la máquina dispone de un husillo de poco diámetro alargado y rígido, en cuyo extremo se fija (en voladizo) la muela de rectificar. Se pueden rectificar alojamientos ya sea cilíndricos o cónicos después de un tratamiento térmico, recomendablemente.

C) Rectificadoras cilíndricas universales

Las rectificadoras cilíndricas universales son semejantes a las rectificadoras cilíndricas de exteriores; como aquellas, constan de una fuerte bancada o bastidor prismático con su plataforma superior con guías horizontales longitudinales, sobre las que pueden desplazarse el carro portador del cabezal motor portamuelas y el cabezal contrapunto, así como también cuanta, dispuesto en uno de los extremos del bastidor, con el mecanismo motor de la máquina que lleva el correspondiente plato para la sujeción de la pieza que se ha de rectificar, o del dispositivo de arrastre para giro cuando la pieza se rectifica entre puntos. El cabezal motor portamuelas está equipado como las rectificadoras de exteriores, para poder rectificar piezas cilíndricas exteriormente, así como también dispone del husillo para fijación de las muelas como el de las rectificadoras de interiores.

D) Rectificadoras planas de eje horizontal (tangenciales)

Las rectificadoras planas de eje horizontal (de acción tangencial) se componen de una sólida base o bancada prismática rectangular, en cuya cara superior está dispuesta una plataforma con guías horizontales sobre las que se desplaza o desliza la mesa portapiezas accionada por el correspondiente mecanismo motor; la plataforma, sobre las guías horizontales dispuestas perpendicularmente con relación a las de la mesa portapiezas, hace que todo el

²⁰ *Ibid.* p. 307

conjunto pueda desplazarse transversalmente; el accionamiento mecánico de la plataforma y de la mesa en sus respectivos desplazamientos, se hace manualmente en operación de aproximación de la pieza y automáticamente para el rectificado.

En la parte central del bastidor de la máquina y lateralmente, esta dispuesta una columna por la que sobre guías verticales se desliza el cabezal motor portamuelas en movimiento ascendente y descendente, con accionamiento manual y automático; la muela está montada sobre el eje de salida del cabezal motor y gira a gran velocidad. Se utiliza para dar el planeado adecuado a piezas posteriormente del tratamiento térmico, eliminando rugosidades y dejando en muy buen margen de tolerancias dimensionales.

2.3.7 SIERRAS

A) Sierras alternativas²¹

Las sierras alternativas se componen de un bastidor o mesa sobre la que por medio de mordazas se fija la pieza o barra que se ha de cortar. Con movimiento de giro vertical basculante sobre un eje horizontal, se dispone un cabezal que sirve de guía al arco portasierra, que recibe un movimiento alternativo de vaivén por medio de un dispositivo de biela y manivela accionado por un motor eléctrico.

La hoja de sierra tensada en el arco actúa con movimiento de vaivén sobre la pieza o barra, correspondiendo la acción de corte al movimiento de ida, ya que en el de vuelta la hoja se eleva levemente para no rozar a la pieza. El corte se produce por la presión del peso del cabezal del arco, presión que según la dureza del material se puede modificar haciendo que un contrapeso se deslice sobre guías del cabezal.

B) Sierra de cinta horizontal²²

Son sierras de construcción fuerte y son utilizadas para el troceado de barras; estas sierras constan de un bastidor horizontal sobre el que están dispuestas una o dos columnas verticales cilíndricas, que sirven de guía a un bastidor sobre el que están montados los dos volantes para giro de la hoja de sierra sin fin y su mecanismo de accionamiento; este bastidor se desplaza verticalmente para efectuar el corte o troceado de las barras.

2.4 SOLDADURA PARA MANTENIMIENTO

El objetivo de la soldadura de mantenimiento es volver a poner el equipo o maquinaria en las mismas condiciones originales en que se encontraba operando. Sin embargo, uno raramente podrá repetir una técnica de soldadura dado que cada caso es diferente. Incluso en el mantenimiento preventivo, pero principalmente en el mantenimiento de urgencia, el

²¹ Cfr. Krar, Steve. Tecnología de las máquinas herramientas. P.264

²² Ibid. p.266

tiempo de reparación es primordial. En general los materiales son caros y el tiempo de parada implica costos sumamente altos. Es necesario calma, prontitud y efectividad.²³

La soldadura para mantenimiento consiste particularmente en la aportación de material nuevo, en un material base que ha sufrido desgaste o por causas de operación le ha ocurrido un deterioro o falla. Para llevar a cabo la aportación de este material se tienen varias formas o procesos para conseguirlo, pero esto dependerá de las condiciones en las que se desarrollen los trabajos o los tipos del mismo.

En nuestros días, mantener una pieza en el almacén para refacción, aumenta el costo en un altísimo porcentaje anual, por lo que es de comprender que se merman las utilidades de la empresa. Al utilizar productos y procesos adecuados de soldadura permite al usuario prolongar la vida de las piezas cuando menos en un 200%.

Algunas empresas de productos y procesos para soldadura, aseguran que sus productos pueden dar una prolongación de vida hasta de un 400%, otorgando con ello beneficios de: mayor productividad, un periodo más prolongado en la producción, menores cargos para recambio de piezas, disminución de los gastos de mantenimiento, menor cantidad de piezas de inventario y principalmente al reutilizar piezas metálicas que anteriormente se desechaban y con ello contribuye a la existencia de empresas de mantenimiento industrial motivo de esta tesis.

A continuación veremos con mayor detenimiento los procedimientos de soldadura con los que se cuentan en la actualidad y son empleados tanto en la soldadura de producción, así como la de mantenimiento.

2.5 PROCESOS DE SOLDADURA MAS USADOS EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

2.5.1 PROCESO DE ARCO ELÉCTRICO MANUAL CON ELECTRODOS REVESTIDO (SMAW).

El proceso principal de soldadura sigue siendo en todo el mundo la soldadura por arco metálico protegido, con electrodos revestido con fundente. Al igual que en los otros procesos eléctricos, se utiliza el calor del arco para llevar la pieza de trabajo y un electrodo consumible al estado de la fusión.

Como dijimos anteriormente la soldadura manual por arco es el método más utilizado entre los muchos métodos de soldadura existentes en la actualidad. Tiene características que se adaptan muy bien al área de mantenimiento industrial en general, ya que se pueden soldar muchas clases de materiales como aceros, aluminio, hierro colado, etc.

Otra de las características es que hay facilidad para la deposición de material en la pieza base, es decir, hay maniobrabilidad para la colocación de los electrodos. Se pueden hacer entregas medianas de material de aporte en el caso de rellenado de piezas, aunado a que se

²³ Cfr. Quites, Almir. Soldadura de Mantenimiento Revista #1 junio 2000

encuentran en el mercado excelentes electrodos revestidos con fundente que pueden producir soldaduras con propiedades físicas superiores a las de los metales base.

En el mercado se cuenta con una diversidad de electrodos para alguna aplicación en específico, pero se agrupan en diferentes grupos de acuerdo al material que va a ser soldado o recuperado, o a los medios en los cuales el metal se encuentra sometido.

2.5.1.1 EQUIPOS PARA LA SOLDADURA DE ARCO MANUAL

En el mercado se pueden contar con dos tipos básicos de máquinas las de corriente alterna y las de corriente directa. Las máquinas de soldar de corriente directa son más versátiles que las de corriente alterna. Tienen un intervalo de corriente más amplio, pueden usarse para soldar cualquier tipo de electrodo, y se prefieren generalmente para la soldadura fuera de posición (vertical o sobre cabeza), la soldadura de tuberías, y en donde se requiera la polaridad invertida. Sin embargo, ocasionalmente se presenta el soplo magnífico (o desviación de arco) con la CD en polaridad directa. Cuando esto ocurre, la soldadura puede quedar muy deficiente.

Las máquinas de soldar de CD son las más adecuadas para nuestro propósito que es el mantenimiento, ya que nos proporciona la gran ventaja de usar cualquier tipo de electrodo protegido, con esto tenemos una gran diversidad para la recuperación de piezas en diversos materiales, aunado a que la corriente directa (CD) nos genera las siguientes características:

- Menor o mayor penetración dependiendo de la polaridad
- Mejor estabilidad de arco dependiendo de la polaridad
- Menor chisporroteo dependiendo de la polaridad
- Mas calidad en el depósito del material de aporte dependiendo de la polaridad
- Es el ideal para soldar, recomendado por muchos fabricantes de electrodos.

2.5.2 ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO DE TUNGSTENO Y GAS INERTE (GTAW).

En nuestros días las exigencias tecnológicas en cuanto a calidad y confiabilidad de las uniones soldadas, obligan a adoptar nuevos sistemas, destacando entre ellos la soldadura al arco por electrodos de tungsteno y protección gaseosa (TIG).

El proceso GTAW (también conocido como TIG, con tungsteno y gas inerte) es un proceso de arco que utiliza un electrodo de tungsteno prácticamente inconsumible, y una atmósfera protectora de gas inerte suministrada en forma externa, generalmente de helio, argón o una mezcla de ambos. Las técnicas de manipulación necesarias para soldar en este proceso son similares a las que se requieren para la soldadura con gas combustible: se usa una mano para manipular el soplete y la otra para alimentar el metal de aporte. La alta densidad de corriente eléctrica producida por este proceso hace posible soldar a mayores velocidades, y obtener mayor penetración que con la soldadura a gas combustible o con la de arco metálico protegido.

La característica más importante que ofrece este sistema (TIG) es entregar alta calidad de soldadura en todos los metales, incluyendo aquellos difíciles de soldar, como también para soldar metales de espesores delgados y para depositar cordones de raíz en unión de cañerías, todo depende del ajuste del equipo y de la apropiada preparación del metal de base (limpieza). Este proceso puede ser manual, semiautomático o automático.

Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales. Cuando se necesita alta calidad y mayores requerimientos de terminación, se hace necesario utilizar el sistema TIG para lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso. Los inconvenientes de este tipo de soldadura es que su velocidad de deposición no son muy altos, además que no es tan maniobrable para rellenar en diferentes tipos de componentes.

2.5.2.1 EQUIPOS PARA SOLDADURA TIG

Para soldar por el procedimiento TIG puede utilizarse cualquier <<grupo>> convencional, de corriente continua o de corriente alterna, de los que se emplean en la soldadura por arco, con electrodos revestidos. Sin embargo, es importante que permita un buen control de la corriente en el campo de las pequeñas intensidades. Esto es necesario con vistas a conseguir una buena estabilidad del arco, incluso a bajas intensidades, lo que resulta especialmente interesante en la soldadura de espesores finos.

En cuanto a las máquinas de corriente alterna (transformadores), deben equiparse con un generador de alta frecuencia. A este respecto, hay que recordar que en la soldadura de corriente alterna el sentido de circulación de la corriente está cambiando continuamente.

En cada inversión nos encontraremos con un pequeño periodo de tiempo en el que no circula corriente, esto produce inestabilidades en el arco, e incluso puede provocar una extinción. Cuando se acopla un generador de alta frecuencia, circula una corriente más uniforme y se estabiliza el arco.

Tanto la resistencia, para los generadores de corriente continua, como el generador de alta frecuencia, para los transformadores pueden obtenerse fácilmente, en la mayoría de las casas suministradoras de material de soldadura. La mayor parte de estas máquinas se pueden suministrar tanto corriente continua como alterna, la elección del tipo de generador más adecuado depende de las características del metal a soldar. Algunos metales se sueldan más fácilmente, con corriente alterna, mientras que otros, para conseguir buenos resultados, exigen el soldeo con corriente continua.

2.5.3 ARCO ELÉCTRICO CON GAS DE PROTECCIÓN Y ELECTRODO CONTINUO (GMAW)

El proceso GMAW (también conocido como MIG en inglés, o como metal gas inerte) es, en esencia, un proceso de corriente directa (CD) con polaridad invertida, en el cual el electrodo consumible, sólido y desnudo, es protegido de la atmósfera por medio de una

atmósfera protectora proporcionada en forma externa, en general de bióxido de carbono, de mezclas de argón y bióxido de carbono, o de gases con base de helio.

Existen dos medios para aplicar este proceso. Un método para todas las posiciones, en el que se utiliza una pistola movida manualmente, y otro de cabeza automática, que se utilizan primordialmente para la soldadura en posición plana.

Beneficios del sistema MIG.

1. No genera escoria.
2. Alta velocidad de deposición.
3. Alta eficiencia de deposición.
4. Fácil de usar.
5. Mínima salpicadura.
6. Aplicable a altos rangos de espesores.
7. Baja generación de humos.
8. Es económica.
9. La pistola y los cables de soldadura son ligeros haciendo más fácil su manipulación.
10. Es uno de los más versátiles entre todos los sistemas de soldadura.
11. Rapidez de deposición.
12. Alto rendimiento.
13. Posibilidad de automatización.

2.5.3.1 EQUIPOS PARA SOLDADURA MIG

Los generadores más adecuados para la soldadura por el procedimiento MIG son los rectificadores y los convertidores (aparatos de corriente continua). La corriente continua con polaridad inversa mejora la fusión del hilo, aumenta el poder de penetración, presenta una excelente acción de limpieza y es la que permite obtener mejores resultados.

La tensión del arco varía con la longitud del mismo. Para conseguir una soldadura uniforme, tanto la tensión como la longitud del arco deben mantenerse constantes. En principio, esto podemos lograrlo de dos formas; (1) Alimentando el hilo a la misma velocidad con que éste se va fundiendo; o (2), fundiendo el hilo a la misma velocidad con que se produce la alimentación.

Para atender las particularidades de este procedimiento (MIG) y con vistas a conseguir un control más efectivo del arco de soldadura, se han desarrollado los generadores de potencial constante. Este tipo de aparatos presenta una característica voltaje-intensidad, casi horizontal. Aunque su voltaje en circuito abierto (tensión en vacío), es menor que en los generadores de característica descendente, mantiene, aproximadamente, el mismo voltaje, independiente de la corriente que circule. De acuerdo con esto, cuando se suelda con este tipo de generadores se dispone de una intensidad casi ilimitada para fundir el hilo de aportación.

En otras palabras, los generadores de potencial constante suministran la intensidad adecuada a la velocidad de alimentación que se establezca. Si la velocidad de alimentación aumenta o disminuye, la intensidad varía en el mismo sentido, de forma que la longitud de

arco se mantenga constante. Gracias a esta propiedad de autorregulación, no se necesitan soldadores de gran habilidad para obtener buenas soldaduras.

2.5.4 ARCO SUMERGIDO DE SOLDADURA(SAW)

En el proceso de Arco Sumergido (SAW), el arco es iniciado entre el material base a ser soldado y la punta de un electrodo consumible, los cuales son cubiertos por una capa de un fundente granulado. El arco es por consiguiente escondido en esta capa densa de fundente granulado el cual parte se funde para formar una cubierta protectora sobre el cordón de soldadura fundido, en donde sus remanentes pueden ser recuperados para ser usado nuevamente.

El sistema de soldadura automática por Arco Sumergido, permite la máxima velocidad de deposición de metal, entre los sistemas utilizados en la industria, para producción de piezas de acero de mediano y alto espesor (desde 5 mm aprox.) que puedan ser posicionadas para soldar en posición plana u horizontal: vigas y perfiles estructurales, estanques, cilindros de gas, bases de maquinas, fabricación de barcos, etc. También puede ser aplicado con grandes ventajas en rellenos de ejes, tambores, ruedas de trenes y polines.

La soldadura es formada de manera uniforme, con una alta deposición en donde se usan alambres de hasta 3/16 de diámetro y altas corrientes que son suministradas por una fuente de poder de voltaje constante de alta capacidad que puede ser AC o DC, según el proceso, y que una vez arreglado y establecido puede ejecutar soldaduras de alta calidad con altísima producción.

Entre las ventajas de este método, se incluyen:

- Alta productividad
- Bajo costo en la etapa de preparación.
- El hecho de que se puede ejecutar en un solo pase, hasta en materiales de gran diámetro.
- Es muy confiable si los parámetros de operación son los correctos.
- Muy poca tensión transversal.
- Muy bajo riesgo de grietas por Hidrogeno.

2.5.2.1 EQUIPOS PARA SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO

La soldadura por arco sumergido, con su capa de fundente sobre la zona soldada, produce una gran potencia calorífica y desarrolla una elevada velocidad de aportación para altas corrientes. Por este método, se han alcanzado velocidades de aportación masivas, ocasionalmente como 140 [kg/h], empleando mas de una alambre de aporte y con corrientes hasta de 4000 [A], con un factor de marcha de 100%. Con corriente continua polaridad inversa se obtiene la máxima protección y los mejores cordones, mientras que con CC polaridad directa, se obtienen la más elevada velocidad de aportación.

Deben emplearse transformadores de soldadura trifásicos debido a las grandes sollicitaciones de potencia de este procedimiento. Análogamente al procedimiento MIG, los voltajes en circuito abierto son bajos, de 40 a 50 [V]. Existen en servicio tanto máquinas de potencial constante, así como de corriente constante; la regulación del arco se basa en los mismos principios que los de las máquinas para MIG.

2.6 MAQUINARIA MENOR Y EQUIPO AUXILIAR

Definitivamente el contar con equipo menor y auxiliar es muy importante para el desarrollo de los servicios propios del mantenimiento industrial y mecánico. Debemos considerar pues dentro de mi propuesta de tesis la utilidad de estos equipos y que representan una parte importante dentro del desempeño de servicios de la empresa.²⁴

Podemos decir que la maquinaria menor es aquella que no es muy indispensable pero en algunos momentos puede ayudarnos a solventar algún problema dentro de la operación del mantenimiento mecánico, como ejemplos de estas máquinas podemos citar las siguientes:

- Prensas hidráulicas
- Esmeriles
- Compresores de aire

Dentro del equipo auxiliar que las empresas de mantenimiento mecánico deben tener son indispensables las grúas que nos permitan maniobrar con los subensambles que describimos, ya que tienen volúmenes y pesos considerables. Esto lo respaldo con la experiencia propia en campo ya que tengo el conocimiento de las dimensiones de las partes a reparar y que la simple fuerza de los operarios no servirían para disponer de las piezas en las máquinas para su rehabilitación.

Por los motivos antes descritos se sugiere que en la planta donde se tengan la maquinaria y equipo deben de tener alguna de las dos grúas que propongo o algún otro tipo de sistema de levantamiento, las grúas propuestas son:

- Grúas Viajeras de puente sencillo o doble
- Grúa de Bandera
- Grúas de Riel móvil

La maquinaria y equipo mencionado fue direccionada totalmente como equipo que se utiliza para el mantenimiento mecánico, además de estar respaldada con mi experiencia propia en campo en servicios de mantenimiento a equipo petrolero.

Con toda la maquinaria y equipos antes descritos damos por concluido este capítulo, que nos servirá de referencia para la selección y distribución en planta, motivo de los capítulos siguientes.

²⁴ Cfr. Alford, L. Manual de la producción P.126

CAPITULO TRES

3. SELECCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO

La selección de la maquinaria y equipo (entiéndase por maquinaria el conjunto de maquinas y herramientas) no se hace de manera empírica, la selección obedece diferentes criterios para optimizar dicha elección. Para situarnos como proveedores del servicio de mantenimiento mecánico, debemos hacer hincapié en la dualidad de funciones que deben ofrecer nuestras máquinas, las cuales son la fabricación y reparación, y que se vea influenciado por nuestros volúmenes de producción, o en su caso reparación.

“La selección, el uso, la conservación y el reemplazamiento de la maquinaria son problemas capitales en las fábricas. En la elección y el reemplazo hay que tener en cuenta dos puntos fundamentales, uno de ellos técnico y el otro económico”²⁵

Por nuestro giro comercial las máquinas deberán ir enfocadas a la reparación de piezas de diferentes geometrías, tamaños y volúmenes de producción, es decir las condiciones en las cuales deben trabajar.²⁶

Para los criterios de selección de maquinaria y equipo, además de los dos antes mencionados, propongo un tercero que sería el que nos da la parte cualitativa, queriendo decir con esto que es donde dependiendo del conocimiento del mercado y la experiencia del seleccionador se podrán llevar a cabo esta selección. Los criterios propuestos serán estos:

- Criterios de mercado
- Criterios técnicos
- Criterios económicos

Con base en los anteriores conceptos se podrá llegar a la selección óptima de equipos de máquinas herramientas y equipos de soldadura; esto nos llevará a realizar su posterior distribución.

3.1 CRITERIOS DE MERCADO

Los criterios de mercado son las características cualitativas que debemos de considerar en nuestro equipo, es decir las funciones específicas que deberán cumplir nuestras máquinas para poder llevar a cabo los trabajos solicitados en los equipos petroleros, que son parte de nuestro mercado.

3.1.1 SELECCIÓN DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS

Para hacer la selección adecuada del tipo de maquinaria a usar, propongo hacer una matriz de decisión dando tres valores de calificación para cada punto citado. Esta consistirá en lo

²⁵ Cfr. Alford, L.P. Manual de la producción cap. XII, p. 916

²⁶ Ibid. p. 916

siguiente, la matriz se forma a partir de columnas donde se coloca el universo de maquinas herramientas más comunes, y en la parte de las filas se ponen los componentes de los equipos de perforación. Con este arreglo [L x M] podemos ir calificando que tan adecuada es cada máquina para los procesos de reparación y fabricación que requiere cada componente. Los antecedentes de los requerimientos de las reparaciones o fabricaciones se dieron a conocer en los puntos 1.2 y 1.3 de la presente tesis.

Para saber que calificación darle a cada maquina-herramienta contra cada subensamble en cuanto a la adaptabilidad al tipo reparación y/o fabricación a realizar, se tomaran como base las descripciones que se hicieron de cada una de las máquinas en el capítulo dos de la presente tesis, además de la experiencia propia en campo, esto respalda de una mejor manera la calificación dentro de la matriz de decisión.

Los valores que asignaremos serán para darle peso a la asignación y de esta manera tener una referencia cualitativa para cada máquina. Estos valores son los siguientes:

- +1 que representa una excelente adecuación
- 0 que representa una regular adecuación
- -1 que representa una mala adecuación

Con los valores anteriores se rellenan los espacios de cada fila y columna, hasta acabar con toda las máquinas y cada uno de los subensambles, al final se hace la suma por columnas, esto nos dará la pauta para saber que maquinas seleccionar. Solamente tomaremos las maquinas que nos den valores positivos.

La matriz de decisión que propongo aplicar, es una semejanza de una matriz para la decisión usada en diseño mecánico; pero solo tome la parte funcional de la matriz, y le doy aun aplicación para la selección cualitativa.²⁷

²⁷ Cfr. Apuntes de diseño mecánico. Febrero del 2001

EQUIPOS	TORNOS	PARALELO	REVOLVER	AL AIRE	VERTICAL	FRESADORAS	HORIZONTAL	VERTICAL	TORRETA	UNIVERSAL	TALADROS	DE MESA	COLUMNA	RADIAL	CEPILLOS	DE CODO	DE PUENTE	MANDRILADORA	HORIZONTAL	VERTICAL	RECTIFICADORA	EXTERIORES	INTERIORES	UNIVERSAL	PLANAS		
MALACATE																											
FLECHA PRINCIPAL	1	0	0	1	0	0	1	1	-1	0	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
TREN FIJO	1	0	-1	0	0	0	1	1	-1	0	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
SIST. DE FRENOS	1	0	-1	-1	0	0	1	1	0	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
CABRESTANTES	1	-1	-1	0	0	0	1	1	-1	0	1	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
CORONA	1	-1	-1	1	0	0	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
BLOCK VIAJERO	1	-1	-1	0	0	0	1	1	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
GANCHO	1	-1	-1	1	0	0	1	1	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
UNION GIRATORIA	1	-1	-1	0	0	0	1	1	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
MESA ROTARIA	1	-1	-1	-1	0	0	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
COMPOUND	1	-1	-1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CARDAN	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
MODULOS																											
SUCCION	1	-1	-1	1	0	0	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
DESCARGA	1	-1	-1	1	0	0	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
BOMBAS CENTRIFUGAS	1	-1	0	1	0	0	1	1	-1	-1	0	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1
VÁLVULAS	1	-1	-1	1	0	0	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
ACCESORIOS	1	-1	-1	1	0	0	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
PREVENTORES	1	-1	-1	1	0	0	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LLAVES DE FUERZA	1	-1	-1	-1	0	0	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LEVANTAD.	1	-1	-1	-1	0	0	1	1	-1	0	1	-1	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
AGITADORES	1	-1	-1	0	0	0	1	1	-1	0	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
WINCHES	1	-1	-1	-1	0	0	1	1	1	1	0	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
COMBINAC.	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
SUMAS	22	-18	-20	5	-2	-2	20	20	-18	-8	18	1	-22	1	-22	1	-22	-22	-22	-15	-22						

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El resultado de la matriz de decisión nos da la pauta para saber el tipo de equipo que nuestra empresa requiere para comenzar las operaciones. Los resultados obtenidos fueron muy veraces y cualquier persona que tenga experiencia en este ámbito podría darse cuenta que son los elementos mínimos para comenzar una empresa de este rubro.

En orden descendente presentamos en la tabla 3-1 el resultado de la matriz de decisión.

MAQUINARIA	<i>Torno paralelo</i>	<i>Fresadora Universal</i>	<i>Fresadora de Torreta</i>	<i>Taladro Radial</i>	<i>Torno Vertical</i>	<i>Mandriladora Horizontal</i>	<i>Cepillo de codo</i>	<i>Taladro de columna</i>	<i>Rectificadora universal</i>	<i>Taladro de mesa</i>	<i>Torno Revolver</i>	<i>Torno al aire</i>	<i>otros</i>
	22	20	20	18	5	1	1	-8	-15	-18	-18	-20	-22
PUNTOS													

TABLA 3-1

Como se vio en la tabla, los límites de puntuación serían de [22 a -22], si propusiéramos un criterio de elección a partir de números positivos esto nos dará un buen resultado, ya que con este tipo de equipos podemos realizar todas las actividades mínimas de mantenimiento mecánico que se describieron en el capítulo 1.

Por lo tanto las máquinas que seleccionamos cualitativamente son las siguientes:

- Torno Paralelo
- Fresadora Universal
- Fresadora de Torreta
- Taladro Radial
- Torno Vertical
- Mandriladora Horizontal
- Cepillo de Codo

Con esto partimos para la selección de acuerdo a sus características técnicas, la cual se hará mas adelante, pero no debemos olvidar que pueden ser más equipos para el mantenimiento mecánico, pero este es el que cumple óptimamente las condiciones del mercado como mínimo.

Con lo anterior queda respaldada la selección de maquinaria por medio de los criterios de mercado o cualitativos. Ahora realizaremos la selección de los equipos de soldadura con base en los mismos criterios y apoyándonos una vez más por la matriz de decisión.

3.1.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE SOLDADURA

En lo que se refiere a los equipos para soldadura, sabemos que cualitativamente necesitamos unas características básicas para el mantenimiento mecánico de los equipos petroleros, esas características las sabemos por la experiencia propia en campo y por la descripción tanto en las figuras, así como la descripción de las reparaciones que se hicieron en el capítulo uno, aunado a la información que se tiene del capítulo tres sobre equipos para soldadura podemos resumir que las características básicas que deben contar las máquinas de soldar para reparar los equipos petroleros son las siguientes:

1. Versatilidad para la deposición del material de aporte (facilidad para el rellenado), es decir que se tenga la facilidad de rellenar con soldadura al material base, ya que en muchos subensambles no hay las facilidades necesarias para poder hacer esta operación.
2. Facilidad para soldar y rellenar diferentes clases de materiales como aceros de bajo y mediano contenido de carbono, aceros aleados, hierros colados, aluminios, etc.
3. Se necesitan, en ocasiones, medianos y grandes depósitos de material de aporte con la finalidad de abarcar más área de trabajo en menos tiempo.

Propongo hacer una matriz de decisión con los criterios antes citados y tomando como base los cuatro procedimientos que se citaron en el capítulo de procesos de soldadura para comenzar la elección con los criterios de mercado.²⁸

Para darle peso a cada criterio de selección propongo la siguiente escala de valores, en que la calificación se basará en la información que se da en el capítulo 2 de cada proceso de soldadura, así como la experiencia propia que tengo en campo en los procesos de soldadura para el mantenimiento mecánico. La escala de valores es la siguiente:

- Adecuación casi perfecta = 1
- Adecuación regular = 0
- No se adecua = -1

Las aseveraciones anteriores están respaldadas por la selección previa que hicimos de las máquinas-herramientas, espero pues que esta matriz de decisión nos arroje resultados alentadores.²⁹

²⁸ Ibid.

²⁹ Vid Supra.

Dada las condiciones anteriores se presenta la matriz de decisión.

PROCESO	MANUAL	TIG	MIG	ARCO SUMERGIDO
CRITERIOS DE SELECCIÓN				
1. Versatilidad para la deposición del material de aporte (facilidad para el relleno), es decir que facilidad para relleno con soldadura al material base, ya que en muchos subensambles no hay las facilidades necesarias para poder hacer esta operación.	1	-1	0	-1
2. Facilidad para la soldar y relleno diferentes clases de materiales (aceros, fierros colados, aluminios, etc)	1	1	1	1
3. Se necesitan en ocasiones de medianos y grandes depósitos de material de aporte esto con la finalidad de abarcar más área de trabajo en menos tiempo	1	-1	1	1
SUMAS Σ	3	-1	2	1

Con el resultado de la matriz de decisión se ve que definitivamente el proceso que mejor se adapta a estos tres requisitos indispensables es el proceso de *Arco Eléctrico Manual con Electrodo Revestido (SMAW)*, ya que nos da una gran diversidad de materiales a soldar y/o relleno, se adapta muy bien al relleno de piezas complicadas o donde no hay gran facilidad para maniobrar, el electrodo de alguna manera siempre se puede introducir y para medianos depósitos de material opera de una manera muy aceptable.

En segundo término vemos que el proceso *MIG* cumple, al menos, con dos puntos característicos, y como tercera elección con puntuación positiva se presenta el proceso de *ARCO SUMERGIDO* que la gran ventaja que representa son las grandes cantidades de depósito de material, ahorrando tiempo y material deposición.

Con lo anterior queda respaldada la selección del proceso de soldadura por medio de los criterios de mercado o cualitativos, solo basta hacer la selección de los equipos en particular, pero eso será parte de la selección a través de los criterios técnicos.

3.1.3 SELECCIÓN DE MAQUINARIA MENOR Y EQUIPO AUXILIAR

Se puede encontrar en alguna bibliografía que la maquinaria menor no es parte del plan maestro e selección, pero que ayuda o impacta grandemente a las labores de fabricación, en nuestro caso a la reparación también. Por eso es que me permito mostrar unos párrafos de dicha información:

“ Es costumbre mantener el diseño, la fabricación y la aplicación de matrices, plantillas, dispositivos y pequeñas herramientas separados de los de la maquinaria y equipo mecánico grandes. Las máquinas constituyen un factor fundamental en el que intervienen problemas importantes y suponen gastos considerables. Una equivocación puede ocasionar grandes pérdidas. Si se elige una máquina inapropiada, se instala, se pone en marcha y se ve que es un fracaso, puede quitarse, pero en épocas normales su precio de segunda mano será muy inferior al costo inicial y los gastos de transporte, instalación y desmontaje no se recuperarán. Sin embargo, las matrices, las plantillas, los dispositivos y las pequeñas herramientas adaptan y ajustan las máquinas herramientas a las operaciones de fabricación. Los problemas relativos a esos accesorios están íntimamente relacionados con la labro diaria.”³⁰

Retomando la idea anterior y con el resultado de mi experiencia propia en campo, puedo opinar que la selección de estos equipos obedece en grandes ocasiones a las necesidades que se tienen al día, o una vez que ya se tiene instalada la maquinaria, ya que el equipo menor se deberá ajustar a las necesidades de espacio y función que tenga toda la distribución.

Además debemos recordar que durante la marcha de la empresa siempre van saliendo nuevas necesidades y solo con comités que estén encargado de esta actividad puedan solucionar la selección de los equipos menores. Ya que las propias condiciones de trabajo dictaran las pautas para poder seleccionar los equipos auxiliares.

Quiero hacer hincapié en la selección de la sierras para cortar metal ya que no fue considerada dentro del equipo mayor, esto por que obedece a un solo parámetro, el diámetro y no representa un gran problema para su elección. Su disposición es muy fácil de ubicar.

Otro equipo a considerar son las grúas, que son muy importantes para poder llevar acabo nuestro trabajo de mantenimiento mecánico por el peso y el volumen de la piezas implicadas, pero la selección de las más adecuadas obedece a disposiciones de lugar, espacio, condiciones de la nave, que por lo regular se deben ver una vez en marcha todo el proceso de trabajo para conseguir la mejor infraestructura posible.

Los demás equipos menores se podrán seleccionar dadas las condiciones de operación que presente en su momento las actividades del mantenimiento mecánico.

³⁰ Alford, L.P. y Bangs, John. *Op. Cit.* p. 922 y 923.

A continuación se presenta una tabla resumen de selección de maquinaria y equipo con los criterios de mercado.

MAQUINAS HERRAMIENTAS	TIPO
	<ul style="list-style-type: none"> • TORNO PARALELO • FRESADORA UNIVERSAL • FRESADORA DE TORRETA • TALADRO RADIAL • TORNO VERTICAL • MANDRILADORA HORIZONTAL • CEPILLO DE CODO
PROCESOS DE SOLDADURA	TIPO
	<ul style="list-style-type: none"> • ELECTRODOS REVESTIDOS (SMAW) • MIG • ARCO SUMERGIDO
MAQUINARIA MENOR Y EQUIPO AUXILIAR	TIPO
	SE SELECCIONARAN DE ACUERDO A LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA EMPRESA

3.2 CRITERIOS TÉCNICOS

Los criterios técnicos son las características cuantitativas que debemos considerar de nuestro equipo, es decir, las capacidades específicas y los rangos de operación con los cuales deberán contar nuestras máquinas y equipos de soldadura, así también la cantidad de las mismas para el volumen de trabajo esperado. Todo esto con la finalidad de poder llevar a cabo las tareas que el mantenimiento mecánico de los equipos petroleros, así como la fabricación de piezas mecánicas relacionadas con la industria petrolera.

3.2.1 SELECCIÓN DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS

Para la selección de las máquinas propongo seguir esta metodología o secuencias de pasos para garantizar una selección cuantitativa con respaldo analítico. La propuesta consta de los siguientes pasos:

1. Con las máquinas seleccionadas con los criterios de mercado, fijaremos los parámetros estandarizados por los fabricantes de maquinaria, con la finalidad de saber cuántos y cuales son los parámetros de selección más importantes para cada una.
2. De la matriz de decisión estimamos el porcentaje de participación de cada máquina en la ejecución de los trabajos, lo que nos servirá de referencia para saber cuántas escoger de cada una y bajo que condiciones.
3. Hacer la tabla de parámetros característicos (máximos y promedios) para cada máquina, esto se realiza con la información del capítulo 1.
4. Presentar las curvas características del comportamiento de los parámetros antes citados y hacer el ajuste más conveniente para cada curva.
5. Valorar las ecuaciones obtenidas para tres valores característicos (máximo, promedio y mínimo), estos valores resultan de dividir el rango en X en tres partes iguales. Con los valores obtenidos se genera una tabla de comparación entre parámetros (máximos y promedio) y se pone una columna donde inferimos los parámetros para cubrir desde el mínimo hasta el máximo, los valores de esta columna serán las referencias de selección.
6. La cantidad de máquinas se obtiene de la frecuencia de reparaciones de todo el universo, así como modelando los tiempos de reparaciones idealizados, con estos tiempos se pueden estimar cuantas máquinas para poder llevar a cabo las labores que nos propusimos en el plan de negocios.
7. Como último paso sería presentar la alineación para la selección económica, esta se puede presentar en forma de una Tabla que resuma todas las actividades que se hicieron del paso 1 al 6.

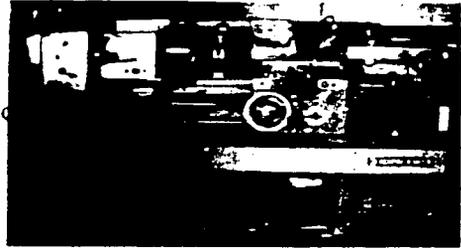
A continuación procedemos a llevar a efecto el método que anteriormente describimos.

PASO 1

Se seleccionan las máquinas herramientas óptimas de acuerdo a sus características de operación más adecuadas, algunos de los parámetros en los cuales nos fijaremos y que están estandarizados por los fabricantes son los siguientes y subrayo los que son más importantes para la elección en particular:

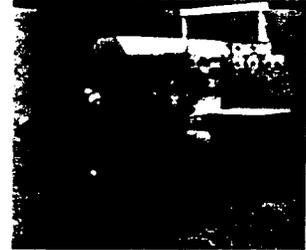
- **Torno paralelo:**

- Volteo sobre la bancada
- Distancia entre puntos
- Peso máximo de la pieza
- Diámetro del agujero del husillo
- Gama de velocidades
- Avances
- Tipos de rosca
- Potencia del motor principal



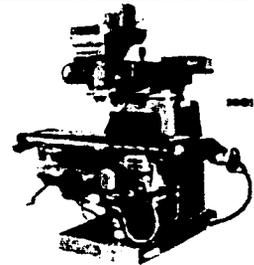
- **Fresadora Universal:**

- Superficie de trabajo
- Peso máximo sobre la mesa
- Avances
- Velocidades
- Cono Morse
- Potencia del motor principal



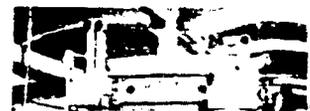
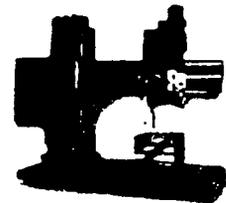
- **Fresadora de Torreta:**

- Superficie de trabajo
- Peso máximo sobre la mesa
- Avances
- Velocidades
- Cono Morse
- Potencia del motor principal



- **Taladro Radial:**

- Diámetro máximo de taladrado
- Cono del husillo
- Gama de velocidades del husillo
- Recorrido máximo vertical
- Recorrido máximo horizontal
- Potencia del motor principal

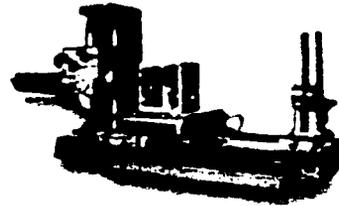


- **Torno vertical:**

- Diámetro máximo de maquinado
- Altura de la pieza de trabajo
- Peso máximo de la pieza
- Velocidades
- Avances
- Potencia del motor principal

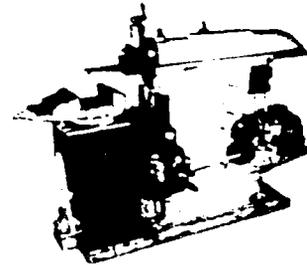
- **Mandriladora:**

- Cono interior del husillo
- Carreras en X-Y-Z
- Velocidades
- Superficie de la mesa
- Peso máximo sobre la mesa
- Avances
- Potencia del motor principal



- **Cepillo de Codo:**

- Carrera del portaherramientas
- Superficie de la mesa
- Peso máximo sobre la mesa
- Velocidad de la hta.
- Potencia del motor



PASO 2

A continuación presento la gráfica (3-1) del porcentaje de participación de las máquinas en los trabajos de mantenimiento mecánico. Se estimó de la matriz de decisión de los criterios de mercado. Como se ve son cuatro máquinas las que representan la mayoría de los trabajos, puedo decir que con esta distribución puedo tener la flexibilidad de definir las cantidades de máquinas para los resultados que arrojen los parámetros posteriormente.



PASO 3

Se presentan las tablas de parámetros característicos para cada máquina, esto se hace a partir de la información que se tiene de mantenimiento mecánico del capítulo uno. A continuación presento cada una de las tablas

La siguiente tabla(3-2) presenta los parámetros característicos de los *Tornos Paralelos*, estos parámetros son: *Volteo sobre la bancada y la distancia entre puntos*.

EQUIPO		FLECHA PRINCIPAL	TIREN FIJO	SISTEMA D FRENOS	CABRESTANTES	CORONA	BLOCK VIAJERO	GANCRO	UNION GIRATORIA	MESA ROTARIA	COMPOUND	CARDAN	MÓDULOS	BOMBAS CENTRIF	VALVULAS	ACCESORIOS	LLAVES DE FUERZA	LEVANTADORES	AGITADORES	WINCHES	COMBINACIONES
PROM	L	20	20	86	10	18	14	5	2	8	20	68	8	26	14	20	4	4	70	12	16
	φ	18	18	3	10	10	4	4	0.5	4	4.5	6	14	18	8	16	1	1	22	8	5
MAX	L	120	120	86	16	30	22	5	6	32	20	68	8	26	16	48	8	8	70	16	32
	φ	36	36	3	16	15	7	4	10	12	16	6	14	18	10	20	1.5	1.5	22	12	8

TABLA 3-2

La siguiente tabla(3-3) presenta los parámetros característicos de las *fresadoras* tanto la *Universal*, así como la de *Torreta*, los parámetros más importantes son: *Superficie de trabajo y el peso máximo sobre la mesa*. Se enuncian en una sola tabla los parámetros para las dos fresadoras ya que podemos considerar semejantes las operaciones que se pueden realizar de acuerdo a la tesis.

EQUIPO		FLECHA PRINCIPAL	TIREN FIJO	SISTEMA D FRENOS	CABRESTANTES	CORONA	BLOCK VIAJERO	GANCRO	UNION GIRATORIA	MESA ROTARIA	COMPOUND	CARDAN	MÓDULOS	BOMBAS CENTRIF	VALVULAS	ACCESORIOS	PRE-VENTORES	LLAVES DE FUERZA	LEVANTADORES	AGITADORES	WINCHES	
PROM	Peso [kg]	337	287	81.3	4	9.7	140	90	6.5	13.9	18.2	34.6	172	10.5	90.5	396	39	78	45	28	3	5
	A [in]	10	8	4	3	8	15	8	5	3	8	10	15	5	10	15	15	5	6	3	8	
	B [in]	70	60	70	10	8	15	15	5	25	8	10	15	30	16	22	22	48	12	70	3	
A	Peso	1774	122	81.3	20	9.7	450	29	18	51.7	80.8	34.6	172	10.5	159	396	39	78	45	28	3	21

A [in]	15	12	4	4	8	20	15	10	5	10	10	15	5	12	15	15	5	8	3	10
B [in]	100	100	70	20	8	20	20	10	35	10	10	15	30	20	22	22	48	12	70	5

TABLA 3-3

La siguiente tabla(3-4) nos presenta los parámetros para la selección del *Taladro Radial*, los principales parámetros a considerar son: *Diámetro máximo a barrenar y el volumen que puede soportar la base*.

EQUIPO		FLECHA PRINCIPAL	TREN FIJO	SISTEMA D FRENOS	CABRESTANTES	CORONA	BLOCK VIAJERO	GANCJO	UNION GIRATORIA	MESA ROTARIA	COMPUIND	CARDAN	MÓDULOS	VALVULAS	ACCESORIOS	PREVENTORES	LLAVES DE FUERZA	LEVANTADORES	AGITADORES	WINCHES
MAX	φ [in]	1.5	1.5	2	1	2.5	1	1	1	1.5	1.5	2	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1	1
	A [in]	60	34	4	16	60	15	15	10	12	14	7	12	12	15	15	5	6	8	10
	B [in]	60	34	4	16	60	15	20	10	12	14	7	12	12	15	15	5	6	8	10
	C [in]	12	12	66	6	3	20	20	10	5	6	7	22	20	22	22	48	12	3	1

TABLA 3-4

La siguiente tabla(3-5) presenta los parámetros más importantes para la selección del *Torno Vertical*, estos parámetros son: *Diámetro máximo de maquinado, la altura máxima de la pieza y el peso sobre el plato porta piezas*.

EQUIPO	FLECHA PRINCIPAL	TREN FIJO	CORONA	BLOCK VIAJERO	MÓDULOS	BOMBAS CENTRIF	VALVULAS	ACCESORIOS	PREVENTORES
φ [in]	60	34	60	52	14	18	10	20	48
H [in]	12	12	3	2	22	22	16	48	32
PESO [kg]	417	334	1042	783	418	102	155	1205	3392

TABLA 3-5

La siguiente tabla(3-6) presenta los parámetros más importantes para la selección de la *mandriladora*, estos parámetros son: *Superficie de trabajo de la mesa, y el peso que debe soportar la misma*.

EQUIPO	SISTEMA D FRENOS	MESA ROTARIA	MÓDULOS	BOMBAS CENTRIF.	VÁLVULAS	ACCESORIOS	PREVENTORES
A [in]	4	48	14	18	10	20	32
B [in]	70	48	22	22	16	48	48
PESO [kg]	81.3	650	416	102	155	1205	3392

TABLA 3-6

La siguiente tabla(3-7) presenta los parámetros más importantes para la selección del *Cepillo de Codo* los parámetros a considerar son: *la carrera del portaherramientas y el peso máximo sobre la mesa.*

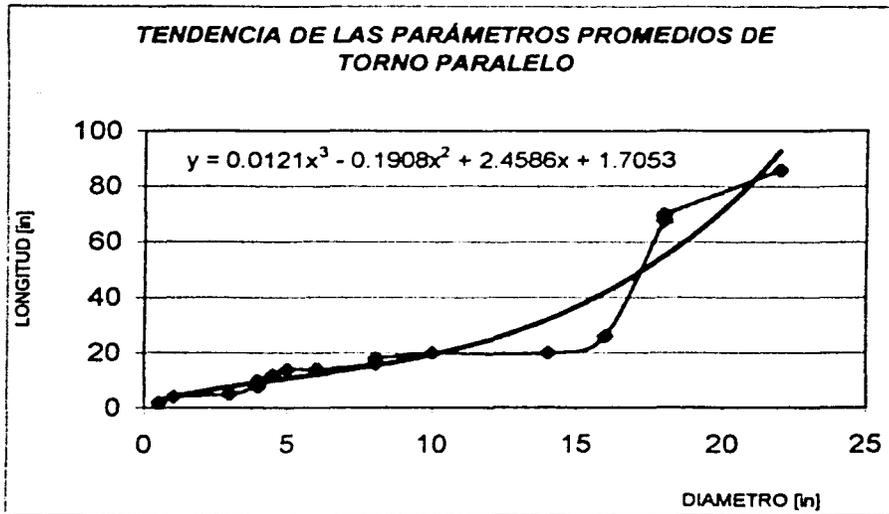
	EQUIPO	FLECHA PRINCIPAL	TREN FIJO	SISTEMA D FRENOS	CABRESTANTES	MESA ROTARIA	COMPOUND	BOMBAS CENTRIF	LLAVES DE FUERZA	AGITADORES	WINCHES
MAX	CARRERA [in]	15	15	10	5	8	10	5	8	5	3
	PESO [kg]	417	417	35	80	90	120	35	50	60	60

TABLA 3-7

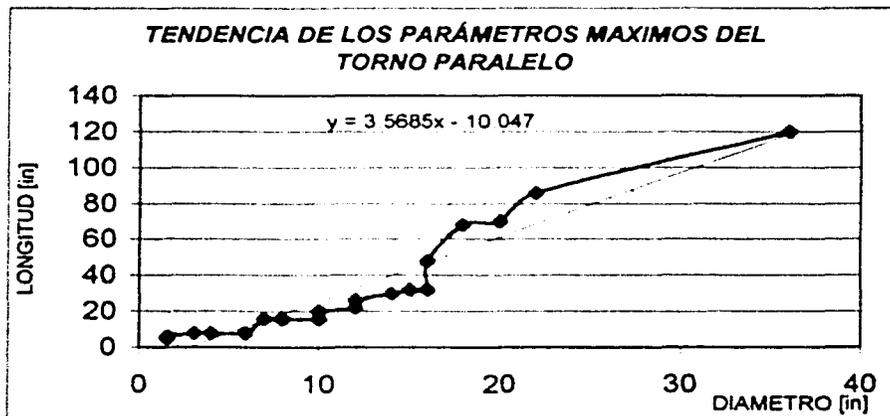
PASO 4

Se presentan las curvas del comportamiento de los parámetros característicos, y se procede a hacer el ajuste ya sea lineal, polinomial o logaritmico, que más exacto se pueda lograr. Esto con la finalidad de hacer evaluaciones en la ecuación y poder tener los valores para cada parámetro propuesto.

Las siguiente gráficas(3-2 y 3-3) representan el comportamiento de los parámetros del Torno Paralelo.

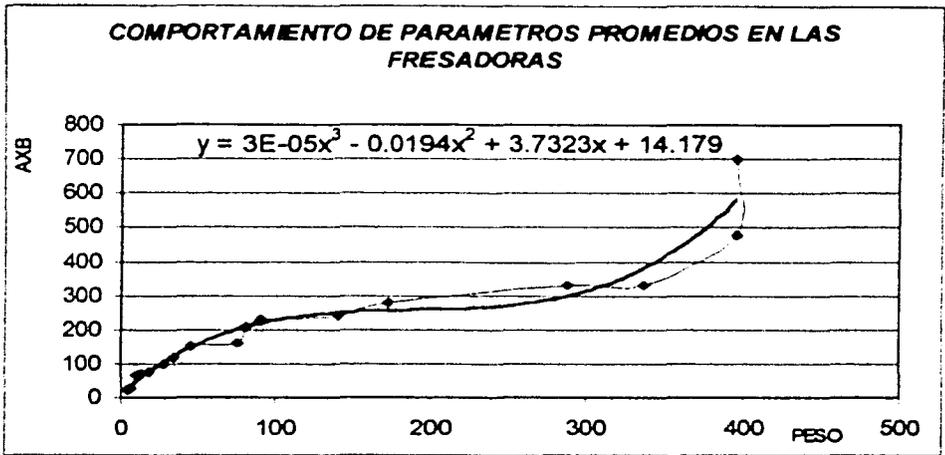


GRÁFICA 3-2

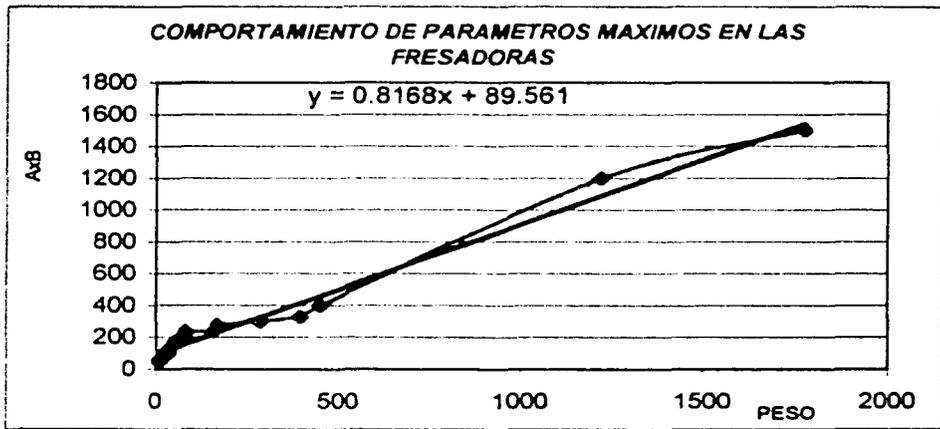


GRÁFICA 3-3

Las siguientes gráficas(3-4 y 3-5) representan el comportamiento de los parámetros de las Fresadoras

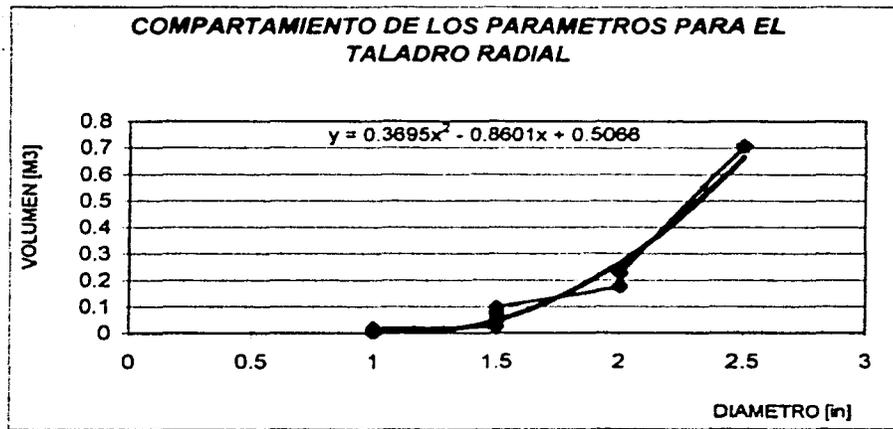


GRÁFICA 3-4

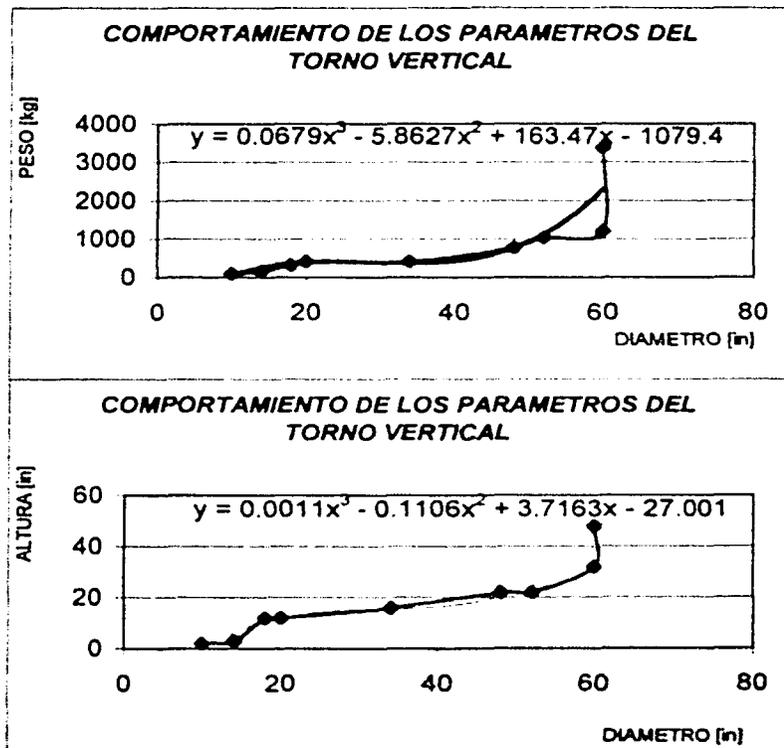


GRÁFICA 3-5

La siguiente gráfica(3-6) representa el comportamiento de los parámetros del Taladro Radial.

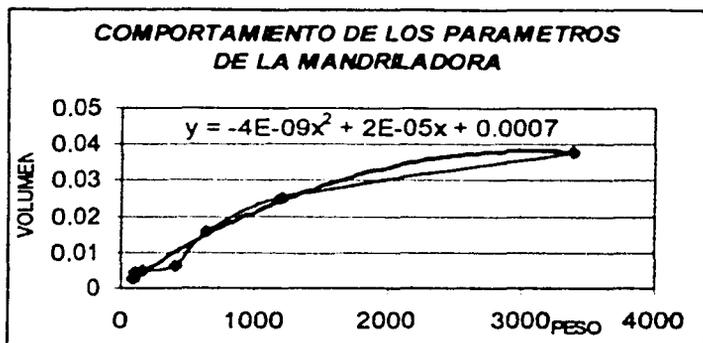


Las siguientes gráficas(3-7 y 3-8) representan el comportamiento de los parámetros del Torno Vertical



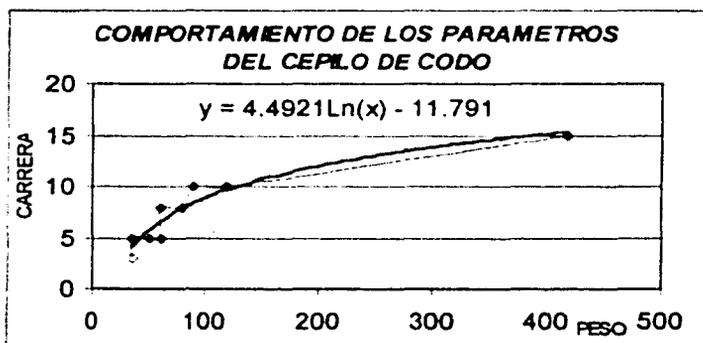
GRÁFICAS 3-7 Y 3-8

La siguiente gráfica(3-9) representa el comportamiento de los parámetros en la mandriladora.



GRÁFICA 3-9

La siguiente gráfica(3-10) representa el comportamiento de los parámetros en el Cepillo de Codo.



GRÁFICA 3-10

PASO 5

Para cubrir los parámetros desde el mínimo hasta el máximo propongo hacer un rango que resulta de dividir en tres el intervalo principal para cada máquina, con esto garantizo que hay tres posibles alternativas de solución y que cubrimos perfectamente el rango de todos los trabajos de mantenimiento mecánico para los equipos petroleros.

A continuación presento las tablas que nos representan las curvas evaluadas para los tres puntos citados anteriormente, conjuntamente esta colocada la elección que se hace para los parámetros de cada máquina.

Para el *Torno paralelo* tenemos lo siguiente:

$$y = 0.0121X^3 - 0.1908X^2 + 2.4586X + 1.7053$$

$$y_{\max} = 3.5685X - 10.047$$

	PROMEDIOS		MAXIMOS		SELECCIÓN	
	X=Volteo [in]	Y=L. [in]	Volteo [in]	L [in]	Volteo [in]	L [in]
Max	24	118.081	36	118.42	36	120
Prom	16	41.75	24	75.6	16+24/2=20	75.60+41.75/2=58.68
Min	8	15.35	12	32.78	12+8/2=10	32.78+15.35/2=24.06

Para la *fresadora Universal y la de Torreta*:

$$y = 3 \times 10^{-5} X^3 - 0.0194X^2 + 3.7323X + 14.179$$

$$y_{\max} = 0.8168X + 89.561$$

	PROMEDIOS		MAXIMOS		SELECCIÓN	
	X=Peso [Kg]	Y=AxB [in2]	X=Peso [Kg]	Y=AxB [in2]	Peso [Kg]	AxB [in2]
Max	375	267.69	1800	1559.8	1800	1560
Prom	250	203.5	1200	1069.72	725	636.61
Min	125	236.18	600	579.64	363	407.91

Para el *Taladro Radial*:

$$y_{\max} = 0.3695X^2 - 0.8601X + 0.5066$$

	MAXIMOS		SELECCIÓN	
	X=Diam [in]	Y=Vol [m3]	Diam barrenado [in]	Vol. en base [m3]
Max	2.5	0.6657	2.5	0.6657
Prom	1.67	0.1007	1.67+0.833/2=1.25	0.1007+0.0464/2=0.07355
Min	0.833	0.0464		

Para el *Torno Vertical*:

$$h = 0.0011X^3 - 0.1106X^2 + 3.7163X - 27$$

$$p = 0.0679X^3 - 5.8627X^2 + 163.47X - 1079.4$$

	MAXIMOS			SELECCION		
	X=Volteo [in]	Y=Altura [in]	Y2=Peso [kg]	Volteo [in]	Altura [in]	Peso [kg]
Max	60	48	3392	60	48	3392
Prom	40	15.092	424.7	40+20/2=30	15.092+11.886/2=13.5	424.7+388.12/2=406
Min	20	11.886	388.12			

Para la *Mandriladora* tenemos:

$$y_{\max} = -0.0002X^2 + 1.4875X + 43.013$$

	MAXIMOS		SELECCIÓN	
	X=Peso [kg]	AxB [in2]	Peso [kg]	AxB [in2]
Max	3392	2787.5	3400	2790
Prom.	2261	2383.8	2261+1130/2=1695.5	2383.8+1468.5/2=1926
Min.	1130	1468.5		

Para el *Cepillo de Codo*:

$$y_{\max} = 4.4921 \ln(x) - 11.791$$

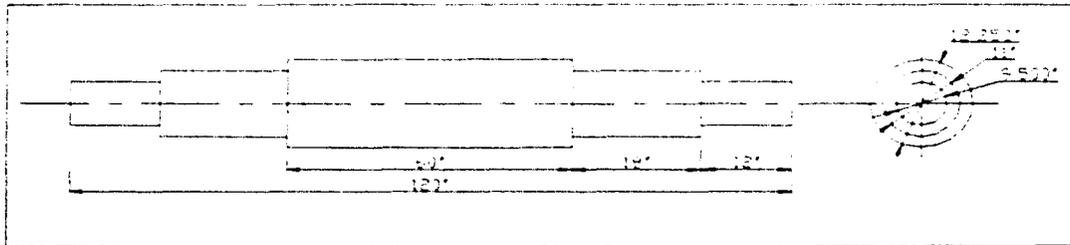
	MAXIMOS		SELECCIÓN	
	X=Peso [kg]	Carrera [m]	Peso [kg]	Carrera [m]
Max	420	15.34	420	15.5
Prom	280	13.52	280+140/2=210	13.52+11.40/2=12.46
Min	140	11.4		

PASO 6

Como se ve en el diagrama(3-1) del paso 2, el Torno Paralelo es la maquina-herramienta que más participación tiene en las tareas del mantenimiento mecánico, dentro del contexto del nicho de mercado presentado. Con este antecedente procedemos a la selección en número de máquinas para los diferentes parámetros referenciales(máx., prom. y min.) que se tienen por cada tipo de máquina y que son parte de la información del punto 5.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de fabricación para una pieza modelo(representativa) para la *referencia máxima del Torno Paralelo*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de fabricación para una flecha principal del malacate de perforación, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC³¹
- Herramientas de corte de carburo de tungsteno
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:³²
 - $V_c=80$ [m/min]= 3150 [in/min]
 - $F_{0.125}=0.011$ [in/rev] ... para $a_p=0.125''$
 - $F_{0.250}=0.015$ [in/rev] ... para $a_p=0.250''$
 - $F_{0.500}=0.022$ [in/rev] ... para $a_p=0.500''$

³¹ Cfr. Aceros Fortuna. *Manual de productos técnicos*. 1997

³² Cfr. Jones, Oberg. *Manual de maquinaria*. P 1758

Se parte de una barra maciza de 12.5"φ x 120.5" de longitud.
Calculando el tiempo principal de corte:³³

$$T_{pc} = \frac{L_c}{fN} + C$$

Donde:

Lc= Long. de corte [in]

F = Avance [in/rev]

N= RPM

C= Entrada y salidas de htas. en [min]

- Primero se efectúa un careado de la parte frontal de la barra para dejarla perpendicular al eje de longitudinal.

$$T_{1,C} = \frac{12.5/2}{0.015 \left(\frac{3150}{(12.5/2)\pi} \right)} + 2 = 4.6 \text{ [min]}$$

- Desbaste longitudinal para dejar a 12.250", cortando en el primer paso 65" de longitud.

$$T_2 = \frac{65}{0.011 \left(\frac{3150}{12.25\pi} \right)} + 10 = 82.19 \text{ [min]}$$

- Desbaste longitudinal para dejar a 12.250", en el otro extremo y cortando las 55" restantes, implica el uso de grúa para hacer la maniobra del cambio de extremo.

$$T_3 = \frac{55}{0.011 \left(\frac{3150}{12.25\pi} \right)} + 20$$

- Se procede a desbastar para dejar el área para baleros a 11"φ x 30" de longitud.

$$T_4 = \frac{30}{0.022 \left(\frac{3150}{11.25\pi} \right)} + 5 = 20.30 \text{ [min]}$$

$$T_5 = \frac{30}{0.011 \left(\frac{3150}{11\pi} \right)} + 5 = 34.91 \text{ [min]}$$

- Se procede a desbastar para dejar el área para balero a 9.5"φ x 12" de longitud.

$$T_6 = \frac{12}{0.022 \left(\frac{3150}{10\pi} \right)} + 5 = 10.43 \text{ [min]}$$

$$T_7 = \frac{12}{0.015 \left(\frac{3150}{9.5\pi} \right)} + 5 = 12.57 \text{ [min]}$$

³³ Cfr. Apuntes de proceso de corte. Agosto del 2001

- Se procede a maquinar el otro extremo de la flecha, pero debido a que es simétrica se consideran los mismos tiempos de maquinado que los puntos 4, 5, 6 y 7. Por lo tanto el tiempo principal de corte esta dado por:

$$T_{PC} = 2T_{1,C} + T_2 + T_3 + 2(T_4 + T_5 + T_6 + T_7) =$$

$$= 2(4.6) + 82.19 + 81.08 + 2(20.3 + 34.91 + 10.43 + 12.57) = 328.89 [\text{min}]$$

- Tiempo de maniobras

- Colocación = 10 [min]
- Centrado = 20
- Lunetas = 15
- Punto giratorio = 10
- Retiro = 10

La suma es de = 65 [min]

- Tiempo de preparación

- Niveles de la máquina = 5
- Lubricación de la máq. = 10
- Colocación Htas. = 20

La suma es de = 35 [min]

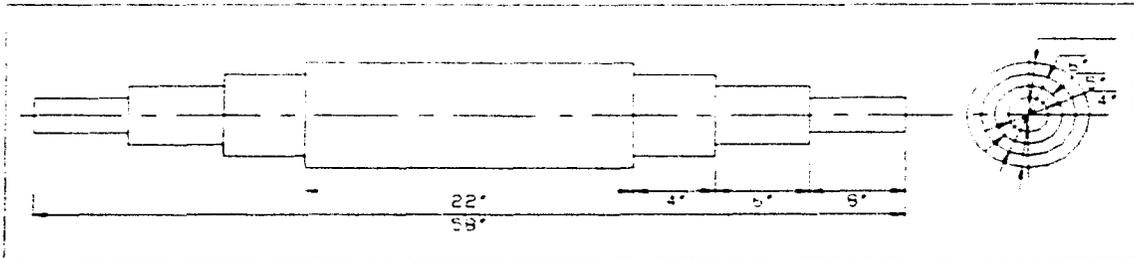
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 328.89 + 65 + 35 = 428.89 [\text{min}] = 7.148 [\text{hr} / \text{pza}]$$

El tiempo estimado de la fabricación de la flecha modelo es de aproximadamente una jornada, es decir, ocho horas por pieza. Por lo tanto el torno paralelo de referencia máxima que es de $915 \phi \times 3058$ [mm] de longitud puede producir una pieza por jornada, considerando 5 días por semana tenemos que mensualmente se podrán producir 20 piezas con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de fabricación para una pieza modelo (representativa) para la *referencia promedio del Torno Paralelo*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de fabricación para una flecha intermedia de malacate de reparación de pozos, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de carburo de tungsteno
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c=80$ [m/min]= 3150 [in/min]
 - $F_{0.125}=0.011$ [in/rev] ... para $a_p=0.125''$
 - $F_{0.250}=0.015$ [in/rev] ... para $a_p=0.250''$
 - $F_{0.500}=0.022$ [in/rev] ... para $a_p=0.500''$

Omito la repetición de los cálculos ya que son similares a los que se hicieron en la referencia anterior, solo pongo el desglose de los tiempo de fabricación como sigue:

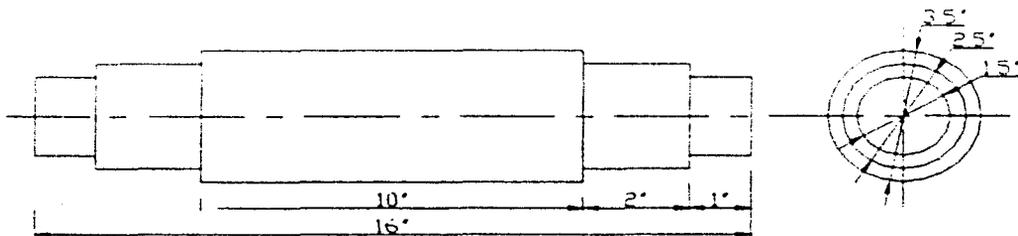
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 137.91 + 31 + 20 = 188.91 \text{ [min]} = 3.14 \text{ [hr / pza]}$$

Haciendo las consideraciones pertinentes al tiempo de las jornadas de trabajo, el torno paralelo de referencia promedio $508\phi \times 1500$ [mm] de longitud puede producir piezas modelo como las anteriores con una frecuencia aproximada de 50 piezas mensualmente.

A continuación propongo el cálculo del tiempo de fabricación para una pieza modelo (representativa) para la **referencia mínima del Torno Paralelo**.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de fabricación para una flecha principal de cabrestante, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de carburo de tungsteno
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c=80$ [m/min]= 3150 [in/min]
 - $F_{0.125}=0.011$ [in/rev] ... para $a_p=0.125''$

- $F_{0.250} = 0.015$ [in/rev] ... para $a_p = 0.250$ "

Omito la repetición de los cálculos ya que son similares a los que se hicieron en la referencia máxima, solo pongo el desglose de los tiempo de fabricación como sigue:

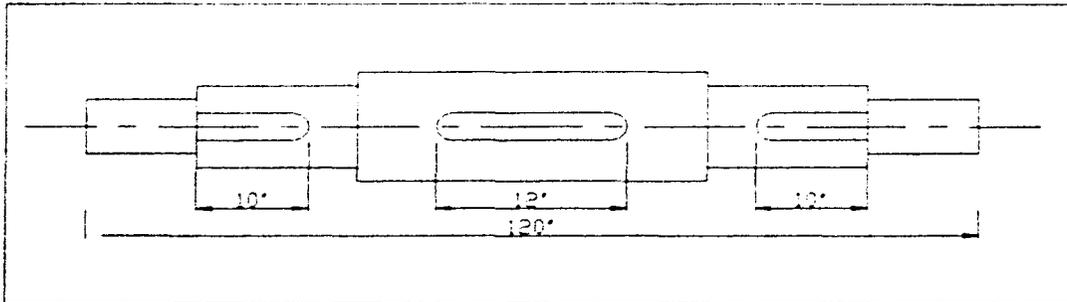
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{FC} + T_M + T_{PP} = 41.74 + 22 + 15 = 78.74 \text{ [min]} = 1.31 \text{ [hr / pza]}$$

Haciendo las consideraciones pertinentes al tiempo de las jornadas de trabajo, el torno paralelo de referencia promedio $254\phi \times 615$ [mm] de longitud puede producir piezas modelos como las anteriores con una frecuencia aproximada de 120 piezas mensualmente.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinados de cuñeros para una pieza modelo (representativa) para la *referencia máxima de la fresadora*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de fabricación de los cuñeros para una flecha principal del malacate de perforación, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de acero de alta velocidad HSS
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:³⁴
 - $V_c = 15$ [m/min]
 - $f_m = 40$ mm/min] = 1.57 [in/min]
 - $b =$ ancho de corte = 1 [in]
 - $a_p =$ prof. de corte = 0.250 [in]

Calculando el tiempo principal de corte:³⁵

$$T_{pc} = \frac{L_c}{f_m} + C$$

³⁴ Cfr. Gerling, Henrich. Alrededor de las máquinas herramientas. P. 130

³⁵ Apuntas de procesos de corte. Op. Cit

Donde:

L_c = Long. de corte [in]

F_m = Avance [in/min]

C = Entrada y salidas de htas. en [min]

- Primero se efectúa el maquinado del cuñero A, haciéndolo con dos pasadas con la profundidad mencionada.

$$T_A = 2 \left(\frac{10.5}{1.57} + 5 \right) = 23.24 [\text{min}]$$

- Haciendo el cuñero B, igual con dos pasadas de la herramienta.

$$T_B = 2 \left(\frac{11}{1.57} + 10 \right) = 34.01 [\text{min}]$$

- Haciendo el cuñero C en dos pasadas, pero como es igual al cuñero A

$$T_C = T_A = 23.34 [\text{min}]$$

- Por lo tanto el tiempo principal de corte es:

$$T_{PC} = T_A + T_B + T_C = 2(23.34) + 34.01 = 80.69 [\text{min}]$$

- Tiempo de maniobras

- Colocación = 15 [min]
- Centrado = 20
- Retiro = 10

La suma es de = 45 [min]

- Tiempo de preparación

- Niveles de la máquina = 5
- Lubricación de la máq.=5
- Colocación Htas. =15

La suma es de = 25 [min]

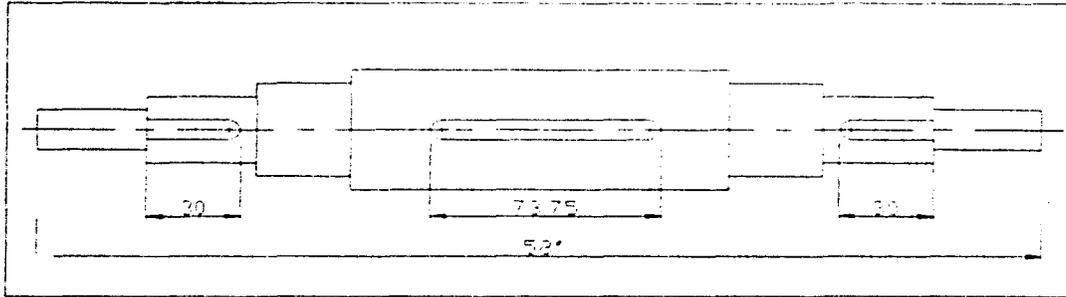
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{F.A.B} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 80.69 + 45 + 25 [\text{min}] = 2.51 [\text{hr} / \text{pza}]$$

Por lo tanto la fresadora de referencia máxima que es de 1800 [Kg] x 1560[in²], puede producir aproximadamente 64 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinados de cuñeros para una pieza modelo (representativa) para la *referencia promedio de la fresadora*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de fabricación de los cuñeros para una flecha intermedia del malacate de reparación, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de acero de alta velocidad HSS
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c = 15$ [m/min]
 - $f_m = 30$ mm/min] = 1.182 [in/min]
 - $b =$ ancho de corte = 0.750 [in]
 - $a_p =$ prof. de corte = 0.1875 [in]

Omito la repetición de los cálculos ya que son similares a los que se hicieron en la referencia máxima, solo pongo el desglose de los tiempo de fabricación como sigue:

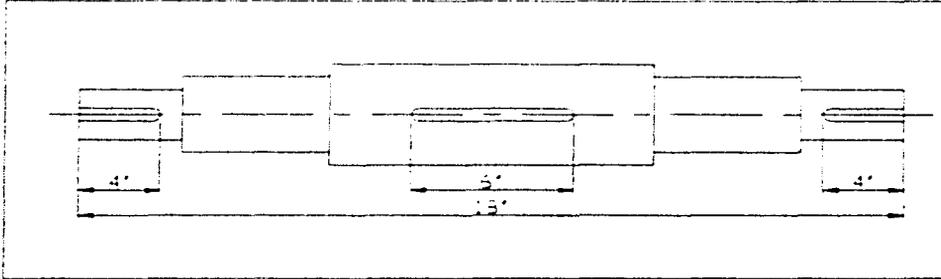
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 81.89 + 35 + 25 [\text{min}] = 2.36 [\text{hr} \mid p=1]$$

Por lo tanto la fresadora de referencia promedio de 725 [Kg] x 637 [in²], puede producir aproximadamente 68 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinados de cuñeros para una pieza modelo(representativa) para la **referencia mínima de la fresadora**.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de fabricación de los cuñeros para una flecha intermedia del malacate de reparación, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de acero de alta velocidad HSS
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c = 15$ [m/min]
 - $f_m = 20$ mm/min = 0.787 [in/min]
 - $b =$ ancho de corte = 0.500 [in]
 - $a_p =$ prof. de corte = 0.1875 [in]

Omito la repetición de los cálculos ya que son similares a los que se hicieron en la referencia máxima, solo pongo el desglose de los tiempos de fabricación como sigue:

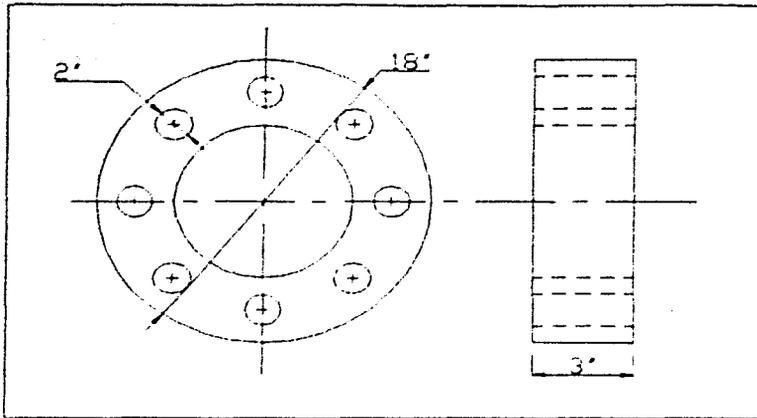
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 73.48 + 22 + 20 \text{ [min]} = 1.95 \text{ [hr / pza]}$$

Por lo tanto la fresadora de referencia mínima de 363 [Kg] x 408[in²], puede producir aproximadamente 82 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de barrenado para una pieza modelo(representativa) para la **referencia máxima del Taladro Radial**.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de barrenado de los barrenos pasantes de una brida para bomba de lodos, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de acero de alta velocidad HSS
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c=50$ [ft/min]

Se calculará para un barreno y luego se multiplicara por ocho. Para el calculo del barreno a su medida final se propone hacerlo con 5 pasadas , es decir cinco brocas de diferentes diámetros que son: $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", 1", 1-1 $\frac{1}{2}$ ", 2". A continuación se presenta una tabla de los parámetros de corte para hacer más fácil su uso en los cálculos posteriores.³⁶

DIAM [in]	V_c [ft/min]	f [mm/rev]	N [RPM]	f_m [mm/min]
1/4	50	0.1	764	76.4
1/2	50	0.13	382	50
1	50	0.21	255	53.5
1 1/2	50	0.26	191	50
2	50	0.31	96	30

Calculando el tiempo principal de corte:³⁷

- Procedemos hacer el cálculo del tiempo principal de corte con la broca de $\frac{1}{4}$ " ϕ

$$T_1 = \frac{Lc}{f_v} + C = \frac{80}{76.4} + 1 = 2.04[\text{min}]$$

- Para la pasada con la broca de $\frac{1}{2}$ " ϕ .

³⁶ Gerlin. Op. Cit. P 89

³⁷ Apuntes de procesos de corte. Op. Cit

TEMAS CON
PALMA DE ORIGEN

$$T_2 = \frac{80}{50} + 1 = 2.6[\text{min}]$$

- Para la pasada con la broca de 1"φ

$$T_3 = \frac{80}{53.5} + 1 = 2.5[\text{min}]$$

- Para la pasada con la broca de 1 1/2"φ

$$T_4 = \frac{80}{50} + 1 = 2.6[\text{min}]$$

- Para la pasada con la broca final de 2"φ

$$T_5 = \frac{80}{30} + 1 = 3.67[\text{min}]$$

- El tiempo para un barreno es de:

$$T_{P/1} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = 2.04 + 2.6 + 2.5 + 2.6 + 3.67 = 13.40[\text{min}]$$

- El tiempo para el total de barrenos o tiempo principal de corte es de:

$$T_{P/8} = 8(13.40) = 107.2[\text{min}]$$

- Tiempo de maniobras

- Colocación = 10 [min]
- Centrado = 20
- Retiro = 5

La suma es de = 35 [min]

- Tiempo de preparación

- Niveles de la máquina = 5
- Lubricación de la máq.=5
- Colocación Htas. =25

La suma es de = 25 [min]

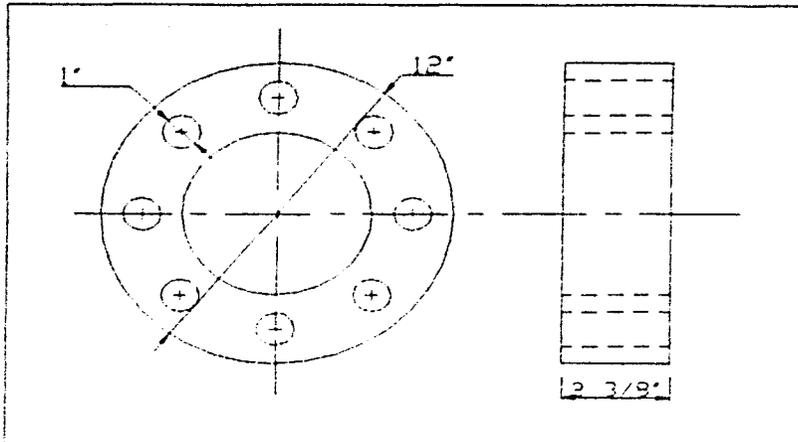
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 107.2 + 32 + 35 = 177.2 [\text{min}] = 2.95[\text{hr} / \text{pza}]$$

Por lo tanto el Taladro Radial de referencia máxima de 2.5"φ x 0.67 [m3], puede producir aproximadamente 54 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de barrenado para una pieza modelo(representativa) para la *referencia promedio del Taladro Radial*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de barrenado de los barrenos pasantes de una brida para oleoductos, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de acero de alta velocidad HSS
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c = 50$ [ft/min]

Omito la repetición de los cálculos ya que son similares a los que se hicieron en la referencia máxima, solo pongo el desglose de los tiempos de fabricación como sigue:

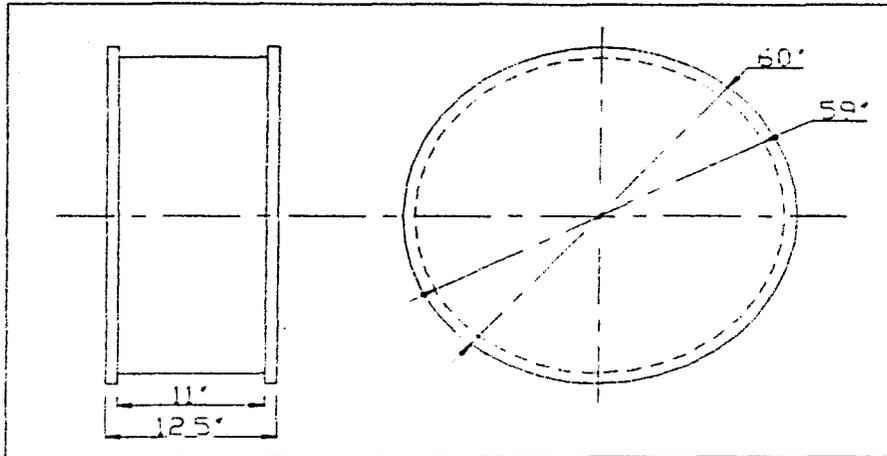
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 48.85 + 28 + 25 = 101.85 \text{ [min]} = 1.69 \text{ [hr / pza]}$$

Por lo tanto el Taladro Radial de referencia promedio de $1.25''\phi \times 0.074$ [m3], puede producir aproximadamente 94 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinado para una pieza modelo(representativa) para la *referencia máxima del Torno Vertical*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de maquinado de la pista de frenado de un aro de frenado de malacate de perforación, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de carburo de Tungsteno
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c=80$ [m/min]= 3150 [in/min]
 - $F_{0.125}=0.011$ [in/rev] ... para $a_p=0.125''$

Calculando el tiempo principal de corte:

$$T_{PC} = \frac{L_c}{fN} + C$$

- Se procede a efectuar dos pasadas con esa profundidad de corte

$$T_{PC} = 2 \left[\frac{11}{0.011 \left(\frac{3150}{59\pi} \right)} + 10 \right] = 137.68 [\text{min}]$$

Tiempo de maniobras

- Colocación = 20 [min]
- Centrado = 25
- Retiro = 10

La suma es de = 55 [min]

- Tiempo de preparación

- Niveles de la máquina = 10
- Lubricación de la máq. = 10
- Colocación Htas. = 20

La suma es de = 40 [min]

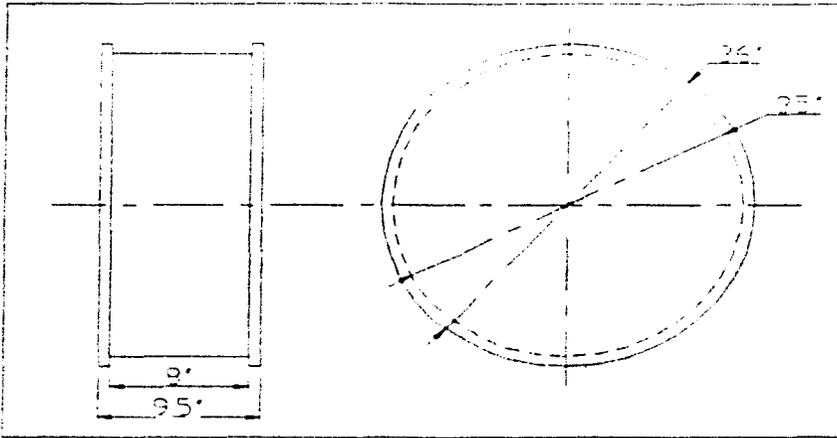
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 137.68 + 55 + 40 = 232.68 \text{ [min]} = 3.87 \text{ [hr / pza]}$$

Por lo tanto el Torno Vertical de referencia máxima de 60"φ x 48" altura x 3392 [kg], puede producir aproximadamente 41 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinado para una pieza modelo(representativa) para la *referencia promedio del Torno Vertical*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de maquinado de la pista de frenado de un aro de frenado de malacate de reparación, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de carburo de Tungsteno
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c = 80 \text{ [m/min]} = 3150 \text{ [in/min]}$
 - $F_{0.125} = 0.011 \text{ [in/rev]}$... para $a_p = 0.125''$

Omito la repetición de los cálculos ya que son similares a los que se hicieron en la referencia máxima, solo pongo el desglose de los tiempos de fabricación como sigue:

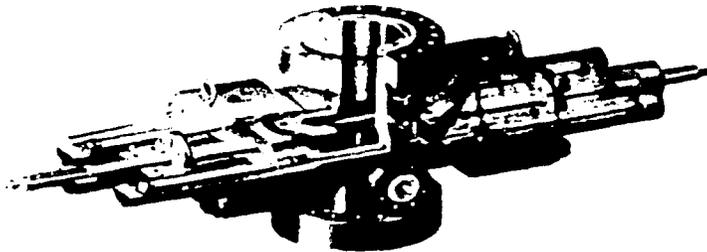
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 70.77 + 40 + 35 = 145.77 \text{ [min]} = 2.43 \text{ [hr / pza]}$$

Por lo tanto el Torno Vertical de referencia promedio de 30"φ x 13.5" altura x 406 [kg], puede producir aproximadamente 66 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinado para una pieza modelo(representativa) para la *referencia máxima de la Mandriladora*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de maquinado del asiento de los preventores de perforación, la cual tiene las siguientes características:



U Blowout Preventer

Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de carburo de Tungsteno
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c=80$ [m/min]= 3150 [in/min]
 - $F_{0.125}=0.011$ [in/rev] ... para $a_p=0.125$ "

Calculando el tiempo principal de corte:

$$T_{PC} = \frac{L_c}{fN} + C$$

- Se procede a efectuar dos pasadas con esa profundidad de corte

$$T_{PC} = 2 \left(\frac{3}{0.011 \left(\frac{3150}{4\pi} \right)} + 10 \right) = 22.17[\text{min}]$$

- Pero consta de cuatro asientos que dando de la siguiente manera:

$$T_{P/4} = 4(22.17) = 88.70[\text{min}]$$

- Tiempo de maniobras

- Colocación = 10 [min]
 - Centrado = 30
 - Retiro = 10
- La suma es de = 50 [min]**

- Tiempo de preparación

- Niveles de la máquina = 5
 - Lubricación de la máq.= 10
 - Colocación Htas. = 20
- La suma es de = 35 [min]**

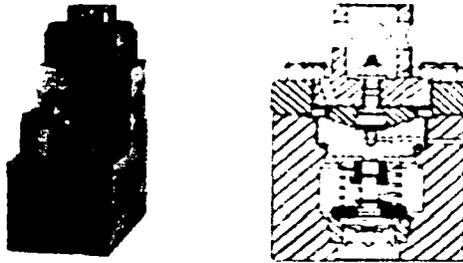
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 88.70 + 50 + 35 = 173.70 \text{ [min]} = 2.89 \text{ [hr / pza]}$$

Por la mandriladora de referencia máxima de 3400 [kg] x 2790 [in²], puede producir aproximadamente 55 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinado para una pieza modelo(representativa) para la *referencia promedio de la Mandriladora*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de maquinado del asiento del cono de una bomba de lodos, la cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte de carburo de Tungsteno
- Usando aceite soluble en agua como lubricante y refrigerante.
- Parámetros de corte:
 - $V_c = 80 \text{ [m/min]} = 3150 \text{ [in/min]}$
 - $F_{0.125} = 0.011 \text{ [in/rev]}$... para $a_p = 0.125''$

Omito la repetición de los cálculos ya que son similares a los que se hicieron en la referencia máxima, solo pongo el desglose de los tiempos de fabricación como sigue:

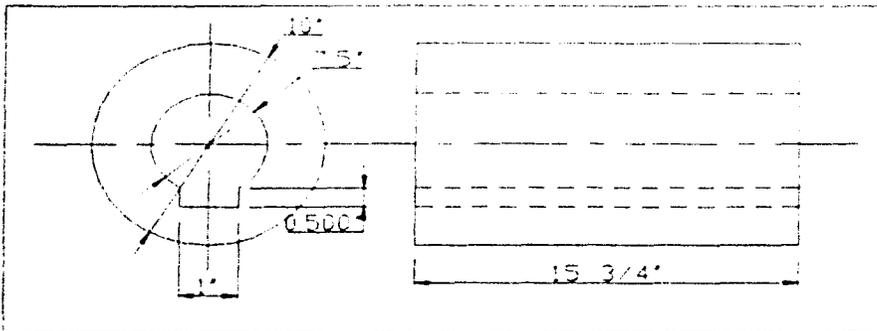
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 66.51 + 40 + 20 = 126.51 [\text{min}] = 2.43 [\text{hr} / \text{pza}]$$

Por lo tanto la Mandriladora de referencia promedio de 1966[kg] x 1926 [in2], puede producir aproximadamente 76 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinado para una pieza modelo(representativa) para la *referencia máxima del Cepillo de codo*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de maquinado del cuñero de un cople para transmisión de potencia, el cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte Buril de alta velocidad al cobalto
- Usando aceite soluble.
- Parámetros de corte:³⁸
 - $V_s = 12$ [m/min]
 - $V_r = 24$ [m/min]
 - $S = \text{avance} = 1$ [mm/doble carrera]
 - $b = 2.5$ [mm]
 - $l = 400$ [mm]
 - $l_s = 10$ [mm]
 - $l_u = 10$ [mm]
 - Ancho = 25.4 [mm]

Calculando el tiempo principal de corte:³⁹

³⁸ Gerling. *Op. Cit.* P. 149

³⁹ *Ibidem.* p. 150

$$L = l + l_a + l_u = 400 + 10 + 10 = 420[\text{mm}]$$

$$T_a = \frac{L}{V_a} = \frac{0.420}{12} = 0.035[\text{mm}]$$

$$T_r = \frac{L}{V_r} = \frac{0.420}{24} = 0.0175[\text{mm}]$$

tiempo para la doble carrera

$$T = T_a + T_r = 0.0525[\text{mm}]$$

$$B = A + 2.5 = 25.4 + 2.5 = 27.9[\text{mm}]$$

$$Z = \frac{B}{s} = \frac{27.9[\text{mm}]}{1[\text{mm}]} = 27.9 \Rightarrow z = 28[\text{dobles carreras}]$$

tiempo principal de corte

$$T_{PC} = Z \cdot T = 28(0.0525) = 1.47[\text{min}]$$

2[mm]de profundidad para llegar al fondo del cuñero.

$$\frac{13}{2}(1.47) = 9.55[\text{min}]$$

- Tiempo de maniobras

- Colocación = 5 [min]
- Centrado = 10
- Retiro = 5

La suma es de = 20 [min]

- Tiempo de preparación

- Niveles de la máquina = 5
- Lubricación de la máq. = 5
- Colocación Htas. = 10

La suma es de = 20 [min]

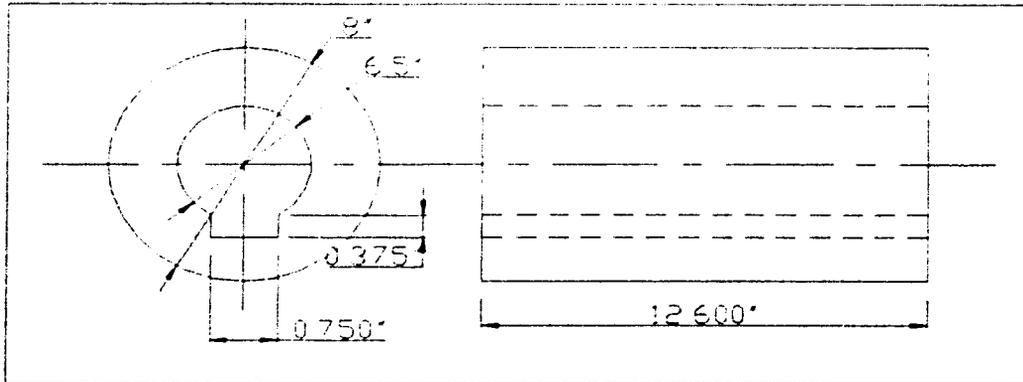
El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 9.55 + 20 + 20 = 49.55 [\text{min}] = 0.83[\text{hr} / \text{pza}]$$

Por lo tanto el Cepillo de codo de referencia máxima de 420 [kg] x 15.5 [in], puede producir aproximadamente 193 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de maquinado para una pieza modelo (representativa) para la *referencia promedio del Cepillo de codo*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de maquinado del cuñero de un cople para transmisión de potencia, el cual tiene las siguientes características:



Las características del material y los parámetros de corte son los usuales para este tipo de pieza, siendo los siguientes:

- Acero AISI 4140 T con 22 HRC
- Herramientas de corte Buril de alta velocidad al cobalto
- Usando aceite soluble.
- Parámetros de corte:
 - $V_s = 12$ [m/min]
 - $V_r = 24$ [m/min]
 - $S = \text{avance} = 1$ [mm/doble carrera]
 - $b = 2.5$ [mm]
 - $l = 320$ [mm]
 - $l_s = 10$ [mm]
 - $l_u = 10$ [mm]
 - Ancho = 25.4 [mm]

Omito la repetición de los cálculos ya que son similares a los que se hicieron en la referencia máxima, solo pongo el desglose de los tiempos de fabricación como sigue:

El tiempo total de Fabricación esta dado por:

$$T_{FAB} = T_{PC} + T_M + T_{PP} = 5.65 + 20 + 20 = 45.65 \text{ [min]} = 0.76 \text{ [hr / pza]}$$

Por lo tanto el Cepillo de codo de referencia promedio de 210[kg] x 12.46 [in], puede producir aproximadamente 210 piezas mensualmente, con las características idealizadas que pusimos al principio.

OBTENCIÓN DE LA ESTIMACIÓN EN LA DEMANDA MENSUAL DE PIEZAS PARA CADA MÁQUINA POR CADA REFERENCIA DE SELECCIÓN

De la gráfica de participación de maquinas(3-1) y así como de información que se tiene del mercado estimaremos la frecuencia mensual de trabajos realizados para cada maquina, pero no para cada rango de aplicación. Se presenta una tabla de los datos condensados para poder hacer los cálculos posteriores para cada referencia de selección por máquina.

MAQUINA	% participación	sub/mes	pzas/sub	pzas/mes	PIEZAS/MAQUINA = (% Part)(720)	DEMANDA [pza-maq/mes]
Torno Paralelo	25.3	120	6	720	182	182
Fresadora Universal	23	120	6	720	165.6	165
Fresadora de Torreta	23	120	6	720	165.6	165
Taladro Radial	20.7	120	6	720	149.04	149
Torno Vertical	5.7	120	6	720	41.04	41
Mandriadora	1.1	120	6	720	7.92	9
Cepillo	1.1	120	6	720	7.92	9

Con los datos anteriores y con la información del paso 3, será suficiente para poder estimar el numero de maquinas para cada referencia de selección.

- *Tornos paralelos*

Se obtendrá la frecuencia estimada de piezas mensuales para cada referencia de selección por medio de la tabla 3-2 y proponiendo rangos para cada referencia de selección.

Propongo tomar la media de las frecuencias de ambos rangos, con esto obtenemos el porcentaje de participación para los tornos paralelos por cada referencia de selección(min, prom. y max.). Se muestra todo lo anterior en una tabla como sigue:

	RANGO 1 [IN]	FRECUENCIA		RANGO 2 [IN]	FRECUENCIA		PROMEDIO	PZA /MAQ	DEMANDA/MES
	VOLTEO	TASA	% A	LONG.	TASA	% B	A+B / 2 [%]		(%PROM)(182)
MIN	0-10	23/38	60.52	0-24	25/38	65.78	63.15	182	114.93
PROM	10.1-20	12/38	31.57	24.1-59	6/38	15.78	23.67	182	43.07
MAX	20.1-36	3/38	7.89	59.1-120	7/38	18.42	13.15	182	23.93

Finalmente calculando el número de máquinas para cada referencia tenemos lo siguiente:

$$\# MAQ = \left[\frac{\text{Demanda estimada mensual}}{\text{Capacidad ideal mensual}} \right]$$

REFERENCIA	DEMANDA	CAPACIDAD	No. MAQUINAS
MIN	114.93	120	96
PROM	43.07	50	0.86
MAX	23.93	20	1.2

Si utilizamos un criterio de selección para una máquina completa que sea #MAQ>0.85, aseguramos que la máquina estará ocupado al menos el 85% de la jornada de trabajo. Bajo este criterio podemos afirmar que se estima una máquina para cada referencia de selección.

• *Fresadora Universal y de Torreta*

Se obtendrá la frecuencia estimada de piezas mensuales para cada referencia de selección por medio de la tabla 3-3 y proponiendo rangos para cada referencia de selección.

Propongo tomar la media de las frecuencias de ambos rangos, con esto obtenemos el porcentaje de participación para los tornos paralelos por cada referencia de selección (min, prom. y max.). Se muestra todo lo anterior en una tabla como sigue:

	RANGO 1 [IN]	FRECUENCIA		RANGO 2 [IN]	FRECUENCIA		PROMEDIO	PZA /MAQ	DEMANDA/MES
	PESO	TASA	% A	A X B	TASA	% B	A+B / 2 [%]	MENSUAL	(%PROM)(330)
MIN	0-363	33/40	82.5	0-408	36/40	90	86.25	330	284.62
PROM	364-725	5/40	12.5	409-637	1/40	2.5	7.5	330	24.75
MAX	726-1800	2/40	5	638-1560	3/40	7.5	6.25	330	20.62

Finalmente calculando el número de máquinas para cada referencia tenemos lo siguiente:

$$\# MAQ = \left[\frac{\text{Demanda estimada mensual}}{\text{Capacidad ideal mensual}} \right]$$

REFERENCIA	DEMANDA	CAPACIDAD	No. MAQUINAS
MIN	284.62	82	3.38
PROM	24.75	68	0.3529
MAX	20.62	64	0.3125

Si utilizamos un criterio de selección para una máquina completa que sea #MAQ>0.85, aseguramos que la máquina estará ocupado al menos el 85% de la jornada de trabajo. Bajo este criterio podemos afirmar que se necesitan tres maquinas para la referencia mínima, y como entre las dos referencias restantes no se junta una, propongo seleccionar una maquina para la referencia máquina, ya que nos aseguramos que cumplimos con todos los rangos posibles.

• *Taladro Radial*

Se obtendrá la frecuencia estimada de piezas mensuales para cada referencia de selección por medio de la tabla 3-4 y proponiendo rangos para cada referencia de selección.

Propongo tomar la media de las frecuencias de ambos rangos, con esto obtenemos el porcentaje de participación para los tornos paralelos por cada referencia de selección (prom. y max.). Se muestra todo lo anterior en una tabla como sigue:

	RANGO 1 [IN]	FRECUENCIA		RANGO 2 [IN]	FRECUENCIA		PROMEDIO	PZA /MAQ	DEMANDA/MES
	DIAMETRO	TASA	% A	VOL	TASA	% B	A+B / 2 [%]	MENSUAL	(%PROM)(330)
PROM	0-1.25	9/19	47.36	0-0.074	13/19	68.42	57.89	149	86.25
MAX	1.26-2.5	10/19	52.63	0.075-0.67	6/19	31.57	42.10	149	62.73

Finalmente calculando el número de máquinas para cada referencia tenemos lo siguiente:

$$\# MAQ = \left[\frac{\text{Demanda estimada mensual}}{\text{Capacidad ideal mensual}} \right]$$

REFERENCIA	DEMANDA	CAPACIDAD	No. MAQUINAS
PROM	86.25	94	1.16
MAX	62.73	54	0.917

Si utilizamos un criterio de selección para una máquina completa que sea #MAQ > 0.85, aseguramos que la máquina estará ocupado al menos el 85% de la jornada de trabajo. Podemos afirmar que se necesitan una máquina para cada referencia de selección.

• Torno Vertical

Se obtendrá la frecuencia estimada de piezas mensuales para cada referencia de selección por medio de la tabla 3-5 y proponiendo rangos para cada referencia de selección.

Propongo tomar la media de las frecuencias de ambos rangos, con esto obtenemos el porcentaje de participación para los tornos paralelos por cada referencia de selección (prom. y max.). Se muestra todo lo anterior en una tabla como sigue:

	RANGO [IN]	FREC.	RANGO [IN]	FREC.	RANGO [KG]	FREC.	PROMEDIO	PZA /MAQ	PZAREF
	VOLTEO	% A	ALTURA	% B	PESO	% C	A+B+C / 3 [%]		(%PROM)(182)
PROM	0-30	44.44	0-13.5	44.44	0-406	33.33	40.74	41	16.7
MAX	31-60	55.56	14-48	55.56	407-3392	66.67	59.28	41	24.29

Finalmente calculando el número de máquinas para cada referencia tenemos lo siguiente:

$$\# MAQ = \left[\frac{\text{Demanda estimada mensual}}{\text{Capacidad ideal mensual}} \right]$$

REFERENCIA	DEMANDA	CAPACIDAD	No. MAQUINAS
PROM	16.7	66	0.25
MAX	24.29	39	0.62

Si utilizamos un criterio de selección para una máquina completa que sea #MAQ>0.85, aseguramos que la máquina estará ocupado al menos el 85% de la jornada de trabajo. Si sumáramos el número de máquinas para ambas referencias al menos podríamos obtener una, pero esta sería de la referencia máxima para poder abarcar toda la gama de trabajos.

• **Mandriladora**

Se obtendrá la frecuencia estimada de piezas mensuales para cada referencia de selección por medio de la tabla 3-6 y proponiendo rangos para cada referencia de selección.

Propongo tomar la media de las frecuencias de ambos rangos, con esto obtenemos el porcentaje de participación para los tornos paralelos por cada referencia de selección (prom. y max.). Se muestra todo lo anterior en una tabla como sigue:

	RANGO 1 [kg]	FRECUENCIA		RANGO 2 [m2]	FRECUENCIA		PROMEDIO	PZA/MAQ	DEMANDA/MES
	PESO	TASA	% A	A X B	TASA	% B	A+B / 2 [%]	MENSUAL	(%PROM)(330)
PROM	0-1968	6/7	85.71	0-1928	6/7	85.71	85.71	9	7.71
MAX	1967-3400	1/7	14.28	1927-2790	1/7	14.28	14.28	9	1.28

Finalmente calculando el número de máquinas para cada referencia tenemos lo siguiente:

$$\# MAQ = \frac{\text{Demanda estimada mensual}}{\text{Capacidad ideal mensual}}$$

REFERENCIA	DEMANDA	CAPACIDAD	No. MAQUINAS
PROM	7.71	76	0.0232
MAX	1.28	55	0.101

Si utilizamos un criterio de selección para una máquina completa que sea #MAQ>0.85, aseguramos que la máquina estará ocupado al menos el 85% de la jornada de trabajo. La utilización de esta máquina es muy baja, y para la referencia promedio ni se diga no es representativa ya que se ocuparía una pieza por mes, por pura criterio ingenieril no conviene seleccionar en este caso para referencia máxima sino para la referencia promedio y cuando se presente un caso particular para la máxima se buscará una solución en su momento.

• **Cepillo de codo**

Se obtendrá la frecuencia estimada de piezas mensuales para cada referencia de selección por medio de la tabla 3-7 y proponiendo rangos para cada referencia de selección.

Propongo tomar la media de las frecuencias de ambos rangos, con esto obtenemos el porcentaje de participación para los tornos paralelos por cada referencia de selección (prom. y max.). Se muestra todo lo anterior en una tabla como sigue:

	RANGO 1 [kg]	FRECUENCIA		RANGO 2 [m]	FRECUENCIA		PROMEDIO	PZA /MAQ	DEMANDA/MES
	PESO	TASA	% A	CARRERA	TASA	% B	A+B / 2 [%]	MENSUAL	(%PROM)(330)
PROM	0-210	8/10	80	0-12.46	8/10	80	80	9	7.2
MAX	211-420	2/10	20	12.47-15.5	2/10	20	20	9	1.8

Finalmente calculando el número de máquinas para cada referencia tenemos lo siguiente:

$$\# MAQ = \left[\frac{\text{Demanda estimada mensual}}{\text{Capacidad ideal mensual}} \right]$$

REFERENCIA	DEMANDA	CAPACIDAD	No. MAQUINAS
PROM	7.2	210	0.034
MAX	1.8	193	0.009

Si utilizamos un criterio de selección para una máquina completa que sea #MAQ>0.85, aseguramos que la máquina estará ocupado al menos el 85% de la jornada de trabajo. Es muy poca la participación de esta máquina en los trabajos de mantenimiento mecánico en los equipos petroleros, pero se debe contar con ella, propongo pues seleccionar una maquina para la referencia máxima.

PASO 7

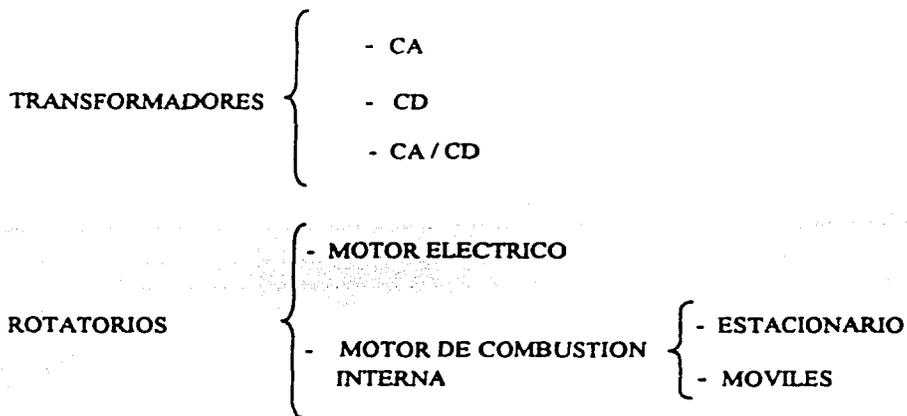
A continuación se presenta una tabla resumen de la selección técnica de las máquinas-herramientas que se consideraron a partir de la selección de mercado.

TABLA RESUMEN DE LA SELECCIÓN TÉCNICA DE MAQUINAS HERRAMIENTAS

MAQUINA-HERRAMIENTA	% DE PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS	REFERENCIA DE SELECCIÓN	CANTIDAD
TORNO PARALELO	3.32	VOLTEO	MAXIMA: 30"D-120"L	1
TORNO PARALELO	5.98	DISTANCIA ENTRE PUNTOS	PROMEDIO: 20"D-59"L	1
TORNO PARALELO	15.98		MINIMA: 10"D-24"L	1
FRESADORA	6.325	PESO SOBRE LA MESA	MAXIMA: 1800 kg-1560 in ²	1
FRESADORA	39.675	SUPERFICIE DE LA MESA	MINIMA: 363 kg-408 in ²	3
TALADRO RADIAL	8.72	↓ BARRENADO EN ACERO	MAXIMA: 2.5"D-0.67 m ³	1
TALADRO RADIAL	11.98	VOL. SOBRE LA BASE	PROMEDIO: 1.25"D-0.07 m ³	1
TORNO VERTICAL	5.7	VOLTEO-ALTURA-PESO	MAXIMA: 60"D-48"H-3400 kg	1
MANDRILADORA	1.18	PESO-SUPERFICIE DE MESA	PROMEDIO: 1670 kg-1926 in ²	1
CEPILLO DE CODO	1.18	PESO-CARRERA	MAXIMA: 420 kg-16 in	1
Σ	100			12

3.2.2 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS PARA SOLDADURA

La AWS clasifica a las máquinas de soldar de fabricación comercial en lo siguiente:



Para el tipo de servicio que prestaremos las reparaciones se hacen en la planta de trabajo, en condiciones para realizar los procesos de soldadura estáticos, ya que se cuenta con energía eléctrica permanente lo que nos acota más la selección del equipo, fijándonos solamente en los transformadores, ya sea en cualquiera de sus tres casos.

Según los comentarios de expertos en materia de equipo para soldar de empresas fabricantes, así como manuales de productos y máquinas de soldar para cada proceso, algunos procesos se pueden llevar a cabo con CA y otros de una mejor manera con CD.⁴⁰ Dado que hay una diversidad de consideraciones para estos puntos, se escogerán las máquinas de acuerdo a las características del proceso que ya fueron descritas en el capítulo dos de la presente tesis.

Para la selección de los equipos de soldar propongo un pequeño método con base en los parámetros característicos de los mismos equipos, para cada proceso en particular. El método consiste en lo siguiente:

1. Una vez que se tiene definido el proceso de soldadura a utilizar, procedemos a la definición de materiales que se sueldan comúnmente en los trabajos de mantenimiento mecánico de nuestro nicho de mercado.
2. Se definen los espesores depositados para cada tipo de material a soldar. Con los datos anteriores se buscan a través de tabuladores las condiciones de amperaje requerido para cada tipo y espesor de material y todo se relaciona en una tabla.⁴¹
3. Presentar las curvas características del comportamiento de los parámetros antes citados y hacer el ajuste más conveniente para cada curva.

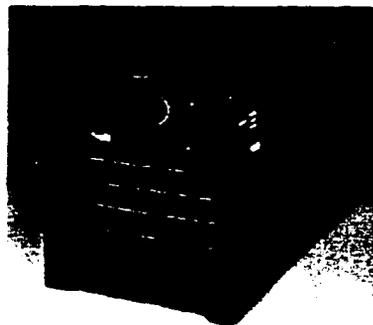
⁴⁰ Entrevista con: Ing. Fernando Mendoza, Centro de apoyo técnico de INFRA S.A. de C.V. hecha el 9/jul/02

⁴¹ Cfr. Calculadores INFRAMATIC.

4. Valuar las ecuaciones obtenidas para tres valores característicos(máximo, promedio y mínimo), estos valores resultan de dividir el rango en X en tres partes iguales. Con los valores obtenidos se genera una tabla de comparación entre parámetros(máximos y promedio) y se pone una columna donde inferimos los parámetros para cubrir desde el mínimo hasta el máximo, los valores de esta columna serán las referencias de selección.
5. Se define el ciclo de servicio para cada equipo.
6. La cantidad de máquinas se obtiene de la frecuencia de reparaciones estimado del universo del nicho de mercado, así también calculando los tiempos de deposición de material de aporte para un modelo representativo de reparación. Con estos tiempos se pueden estimar cuantas máquinas para poder llevar acabo las labores que nos propusimos en el plan de negocios.
7. Como último paso sería presentar la alineación para la selección económica, esta se puede presentar en forma de una Tabla que resuma todas las actividades que se hicieron del paso 1 al 6.

3.2.2.1 EQUIPOS DE SOLDADURA ELECTRODO REVESTIDO

Como citamos en el capítulo dos, en el punto 2.5.1.1, las máquinas de soldar de CD son las más adecuadas para nuestra el propósito original de mantenimiento mecánico, con esto se acota más el universo de equipos de soldar. No podemos descartar los equipos que actualmente también cuentan con la dualidad de corrientes (CA/CD), por lo tanto se seleccionaran las mas adecuadas según los resultados de nuestros parámetros de selección.⁴²



PASO 1

Los tipos de materiales que más se sueldan bajo este proceso son:

- Aceros de bajo y mediano contenido de carbono (se sueldan con E-6013)
- Aceros de baja aleación (E-7018)
- Aceros inoxidables y de mediana aleación (E-308L)
- Hierros colados (E-Ni-CI)

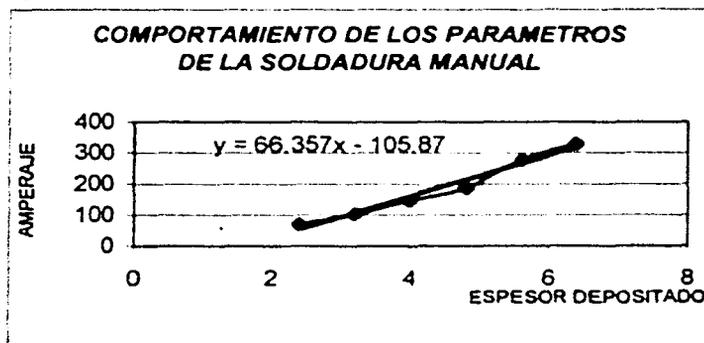
PASO 2

La tabla característica de espesores de material depositado y de amperaje consumido promedio es el siguiente:

ESPESOR [mm]	MATERIALES DE APORTE					PROMEDIO [A]
	E-6013	E-7018	E-9018	E-308L	E-Ni-CI	
	AMPERAJE					
2.4	65	82	85	60	60	70.4
3.2	105	132	115	95	75	104.4
4	142	185	155	132	120	148.8
4.8	175	238	185		152	187.5
5.6	255	300				277.5
6.4	300	360				330

PASO 3

El ajuste lineal de lo anterior es:



⁴² Cfr. www.infra.com.mx

PASO 4

Para el proceso manual *SMAW* tenemos lo siguiente:

$$Y = 66.357X - 105.87$$

	PROMEDIOS		SELECCIÓN	
	X=Espesor [mm]	Y=Corriente [A]	Espesor [mm]	Corriente [A]
Max	6.5	325.45	6.5	325.5
Prom.	4.33	181.45	4.33+2.16/2=3.25	181.45+37.46/2=109.45
Min.	2.16	37.46		

PASO 5

El ciclo de servicio es uno de los puntos más importantes en la especificación de una fuente de poder para soldadura. Expresa en porcentaje la porción del tiempo durante el cual debe entregar la fuente de poder su capacidad nominal en cada uno de los intervalos sucesivos de 10 minutos. Por normalización de la AWS y NEMA, las unidades industriales para soldadura manual se califican con un ciclo de servicio de 60%.⁴³

Dado lo anterior usaremos los dos parámetros que son el amperaje y como parámetro fijo el ciclo de servicio.

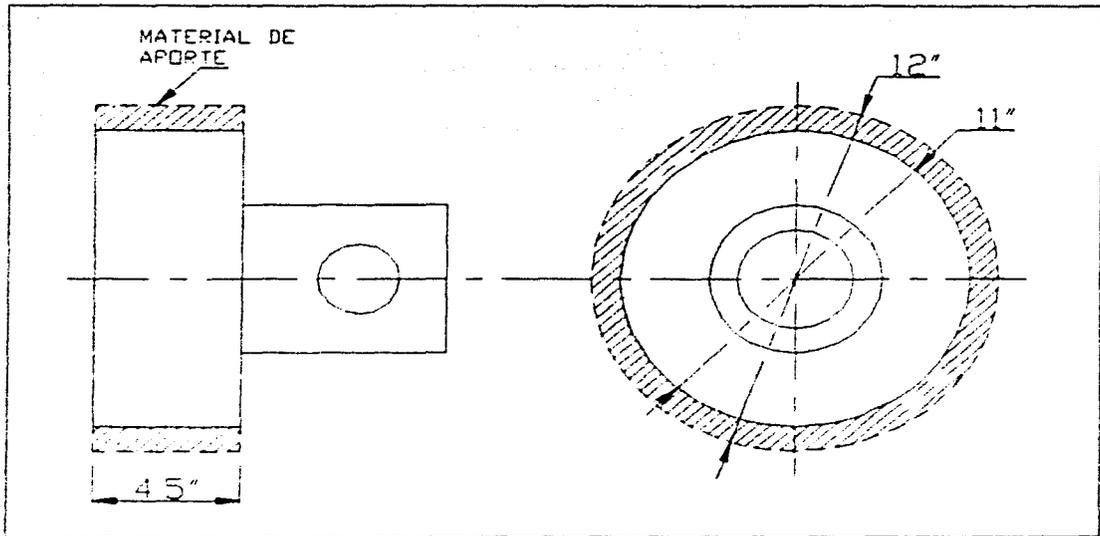
PASO 6 Y 7

Con este antecedente procedemos a la selección en número de máquinas para los diferentes parámetros referenciales (máximo y promedio) que se tienen para el proceso SMAW y que son parte de la información del punto 4.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de relleno para una pieza modelo (representativa), para la *referencia máxima del Proceso SMAW*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de relleno de un tapón roscado de modulo de descarga de bomba de lodo de perforación, la cual tiene las siguientes características:

⁴³ Cfr. Horwitz, Henry. *Soldadura aplicaciones y práctica* p. 126



El material base es acero AISI 4140-T

- Electrodo E-7018 de 3/16"φ

Calculando el volumen de material depositado:

$$V_{dep} = V_D - V_d = \frac{\pi D^2}{4} A - \frac{\pi d^2}{4} A = \frac{\pi}{4} E(D^2 - d^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} (4.5)(12^2 - 11^2) = 81.28 [in^3] = 1332.08 [cm^3] \left[\frac{0.0078kg}{1cm^3} \right] = 10.39 [kg]$$

De la tabla 84⁴⁴, se obtiene la información que por cada 50 kg de electrodos envasados de E-7018 hay de 31 a 32 kg de metal depositado. Utilizando un promedio de ambos tenemos lo siguiente:

$$P = (10.39kg) \left(\frac{50}{31.5} \right) = 16.49kg$$

de la tabla 89, se obtiene el valor de deposición para el amperaje de referencia máximo (326 [A]), que para una hora (1h) se pueden depositar 1.9 kg de metal para los electrodos y que seleccionamos, y como el ciclo de trabajo de las máquinas es del 60% el tiempo aproximado del arco es de:

$$T_a = \left(1.9 \frac{kg}{h} \right) \left(\frac{36}{60} \right) = 1.14 \left[\frac{kg}{h} \right]$$

⁴⁴ Cfr. Patton, W.J. Ciencia y técnica de la soldadura. P. 548

El tiempo para rellenar la pieza es de:

$$T = \frac{16.49 \text{ [kg]}}{1.14 \text{ [kg/h]}} = 14.46 \text{ [h/pza]}$$

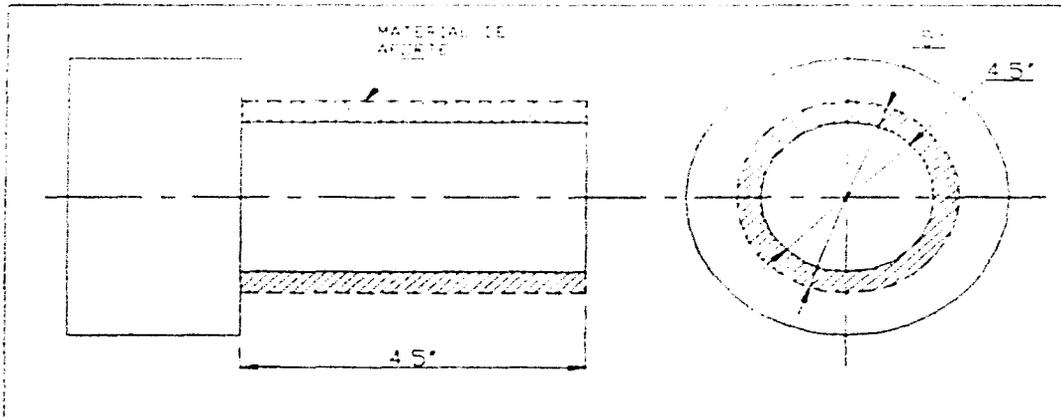
La cantidad de piezas por jornada es de 0.552, por lo tanto la cantidad de piezas mensuales que tiene para rellenar por proceso SMAW dado los parámetros es de 11 [pzas/mes]. Estimando una frecuencia de piezas con esas características a rellenar son de aproximadamente 30 [pzas/mes], por lo tanto la cantidad de equipos es la siguiente:

$$\# \text{ MAQ} = \frac{30 \text{ [pzas/mes]}}{11 \text{ [pzas/mes]}} = 2.72$$

Utilizando el criterio fraccionario que se aplico en el caso de los Tornos paralelos, podemos decir que se necesita al menos dos máquinas para el proceso SMAW para la referencia máxima de selección.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de rellenado para una pieza modelo (representativa), para la *referencia promedio del Proceso SMAW*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de rellenado de un extremo de flecha intermedia de malacate de perforación, la cual tiene las siguientes características:



El material base es acero AISI 4140-T

- Electrodo E-6013 de 3/16"φ

Calculando el volumen de material depositado:

$$V_{dep} = V_D - V_d = \frac{\pi D^2}{4} A - \frac{\pi d^2}{4} A = \frac{\pi}{4} E(D^2 - d^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} (4.5)(5^2 - 4.5^2) = 16.78 [in^3] = 275.10 [cm^3] \left[\frac{0.0078 kg}{1 cm^3} \right] = 2.14 [kg]$$

De la tabla 84⁴⁵, se obtiene la información que por cada 50 kg de electrodos envasados de E-6013 hay de 31 kg de metal depositado, tenemos lo siguiente:

$$P = (2.14 kg) \left(\frac{50}{31} \right) = 3.45 kg$$

de la tabla 89, se obtiene el valor de deposición para el amperaje de referencia promedio (110 [A]), que para una hora (1h) se pueden depositar 1.5 kg de metal para los electrodos que seleccionamos, y como el ciclo de trabajo de las máquinas es del 60% el tiempo aproximado del arco es de:

$$T_A = \left(1.5 \frac{kg}{h} \right) \left(\frac{36}{60} \right) = 0.9 \left[\frac{kg}{h} \right]$$

El tiempo para rellenar la pieza es de:

$$T = \frac{3.45 [kg]}{0.9 [kg/h]} = 3.83 [h / pza]$$

La cantidad de piezas por jornada es de 2.08, por lo tanto la cantidad de piezas mensuales que tiene para rellenar por proceso SMAW dado los parámetros es de 41.71 [pzas/mes]. Estimando una frecuencia de piezas con esas características a rellenar son de aproximadamente 50 [pzas/mes], por lo tanto la cantidad de equipos es la siguiente:

$$\# MAQ = \frac{50 [pzas / mes]}{41.71 [pzas / mes]} = 1.19$$

Utilizando el criterio fraccionario que se aplico en el caso anterior, podemos decir que se necesita al menos una máquina para el proceso SMAW para la referencia promedio de selección.

3.2.2.2 EQUIPOS DE SOLDADURA PARA ELECTRODO CONTINUO (MIG).

Como se citó en el punto 2.5.3 del capítulo 2, el sistema MIG es un proceso de corriente directa CD, con polaridad invertida. Además de esta característica debe ser equipos de potencial constante, ya que suministra cierta intensidad adecuada a la velocidad de alimentación que se establezca del electrodo.

PASO 1

Los tipos de materiales que más se sueldan bajo este proceso son:

- Aceros de bajo y mediano contenido de carbono (1)
- Aceros de baja aleación (2)
- Aceros inoxidables y de mediana aleación (3)

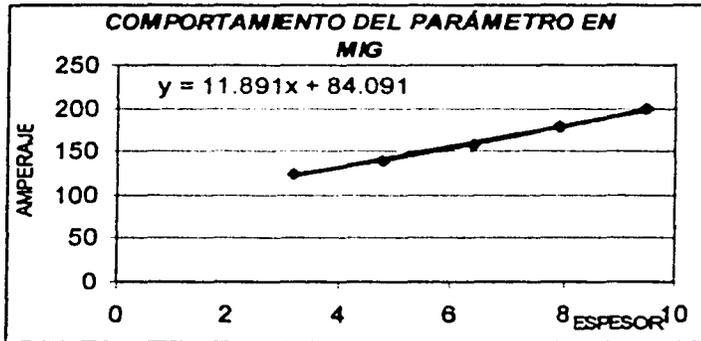
⁴⁵ Cfr. Patton, W.J. Ciencia y técnica de la soldadura. P 548

PASO 2

La tabla característica de espesores de material depositado y de amperaje consumido promedio es el siguiente:

ESPELOR [mm]	MATERIALES DE APORTE			PROMEDIOS [A]
	1	2	3	
	AMPERAJE			
3.2	125	125		125
4.8	145	145	125	138.4
6.4	165	165	145	158.4
7.9	185	185	165	178.4
9.5	205	205	185	198.4

PASO 3



PASO 4

Para el proceso *MIG* tenemos lo siguiente:

$$Y = 11.891X + 84.091$$

	PROMEDIOS		SELECCIÓN	
	X=Espesor (mm)	Y=Corriente (A)	Espesor (mm)	Corriente (A)
Max	9.5	197.05	9.5	197.05
Prom	6.33	159.42	$6.33 + 3.16/2 = 4.75$	$159.42 + 121.67/2 = 140.54$
Min	3.16	121.67		

PASO 5

Para estos equipos por considerarse como semiautomáticos, por normatividad industrial deben ser para un ciclo de servicio de 100%, sin sobre pasar los límites establecidos de temperatura.⁴⁶

Dado lo anterior usaremos los dos parámetros que son el amperaje y como parámetro fijo el ciclo de servicio.

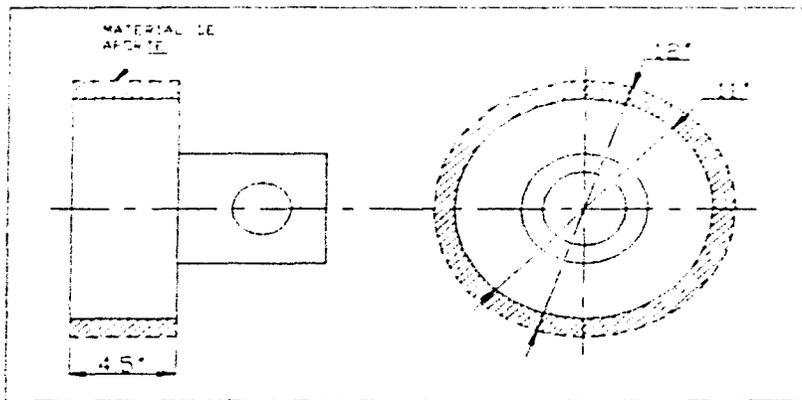
⁴⁶ Ibid. p. 126

PASO 6 Y 7

Con este antecedente procedemos a la selección en número de máquinas para los diferentes parámetros referenciales (máximo y promedio) que se tienen para el proceso MIG y que son parte de la información del punto 4.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de rellenado para una pieza modelo (representativa), para la *referencia máxima del Proceso MIG*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de rellenado de un tapón roscado de modulo de descarga de bomba de lodo de perforación, la cual tiene las siguientes características:



El material base es acero AISI 4140-T

- Electrodo de alambre continuo de $1/16'' \phi$

Calculando el volumen de material depositado:

$$V_{dep} = V_D - V_d = \frac{\pi D^2}{4} A - \frac{\pi d^2}{4} A = \frac{\pi}{4} E (D^2 - d^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} (4.5)(12^2 - 11^2) = 81.28 [in^3] = 1332.08 [cm^3] \left[\frac{0.0078 kg}{1 cm^3} \right] = 10.39 [kg]$$

de la gráfica de "efecto del diámetro de alambre y extensión energizada en el peso del metal" se obtiene el valor de deposición para el amperaje de referencia máximo (197 [A]), que es de 2 [kg/hr] de acero. El tiempo para rellenar la pieza es de:

$$T = \frac{10.39 [kg]}{2 [kg/h]} = 5.19 [h / pza]$$

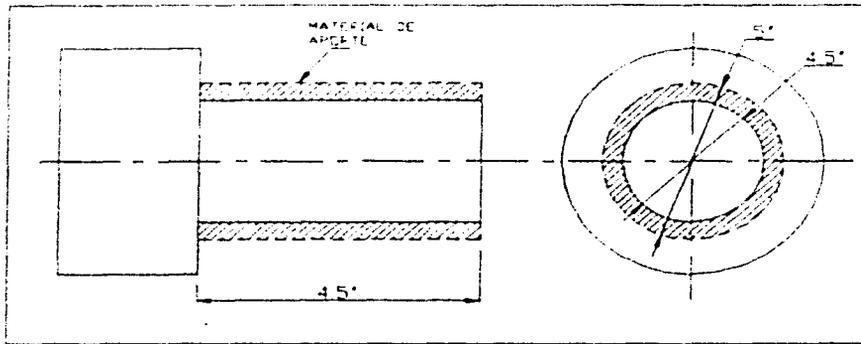
La cantidad de piezas por jornada es de 1.53, por lo tanto la cantidad de piezas mensuales que tiene para rellenar por proceso MIG dado los parámetros es de 30.79 [pzas/mes]. Estimando una frecuencia de piezas con esas características a rellenar son de aproximadamente 30 [pzas/mes], por lo tanto la cantidad de equipos es la siguiente:

$$\# MAQ = \frac{30 [\text{pzas} / \text{mes}]}{30.79 [\text{pzas} / \text{mes}]} = 0.975$$

Utilizando el criterio fraccionario que se aplico en el caso del proceso SMAW, podemos decir que se necesita al menos una máquina para el proceso MIG para la referencia máxima de selección.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de relleno para una pieza modelo (representativa), para la *referencia promedio del Proceso MIG*.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de relleno de un extremo de flecha intermedia de malacate de perforación, la cual tiene las siguientes características:



El material base es acero AISI 4140-T

- Electrodo de alambre continuo de 0.045"φ

Calculando el volumen de material depositado:

$$V_{dep} = V_D - V_A = \frac{\pi D^2}{4} A - \frac{\pi d^2}{4} A = \frac{\pi}{4} E (D^2 - d^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} (4.5)(5^2 - 4.5^2) = 16.78 [in^3] = 275.10 [cm^3] \left[\frac{0.0078 kg}{1 cm^3} \right] = 2.14 [kg]$$

de la gráfica de "efecto del diámetro de alambre y extensión energizada en el peso del metal" se obtiene el valor de deposición para el amperaje de referencia promedio (141 [A]), que es de 1.6 [kg/hr] de acero. El tiempo para rellenar la pieza es de:

$$T = \frac{2.14 [kg]}{1.6 [kg/h]} = 1.34 [h / pza]$$

La cantidad de piezas por jornada es de 6.7, por lo tanto la cantidad de piezas mensuales que tiene para rellenar por proceso MIG dado los parámetros es de 134 [pzas/mes].

Estimando una frecuencia de piezas con esas características a rellenar son de aproximadamente 50 [pzas/mes], por lo tanto la cantidad de equipos es la siguiente:

$$\#MAQ = \frac{50 \text{ [pzas/mes]}}{134 \text{ [pzas/mes]}} = 0.373$$

Utilizando el criterio fraccionario que se usó anteriormente, podemos decir que para la frecuencia dada no se necesita ninguna máquina para esa referencia de selección, quizá se pueda complementar con la selección anterior.

De la anterior tabla podemos inferir que con la misma máquina podemos abarcar las dos referencias, ya que las mismas máquinas tiene la capacidad dada en amperaje y ciclo de servicio, además esta respaldado con el calculo de los tiempos de rellenado.

3.2.2.3 EQUIPOS DE SOLDADURA PARA ARCO SUMERGIDO

Como sabemos por el proceso de arco sumergido se pueden hacer grandes cantidades de aporte en un material base, así como los espesores de los depósitos pueden ser elevados. Para el caso de mantenimiento mecánico este proceso se considera como semiautomático.



PASO 1

Los tipos de materiales que más se sueldan bajo este proceso son:

- Aceros de bajo y mediano contenido de carbono (1)
- Aceros de baja y mediana aleación (2)

PASO 2

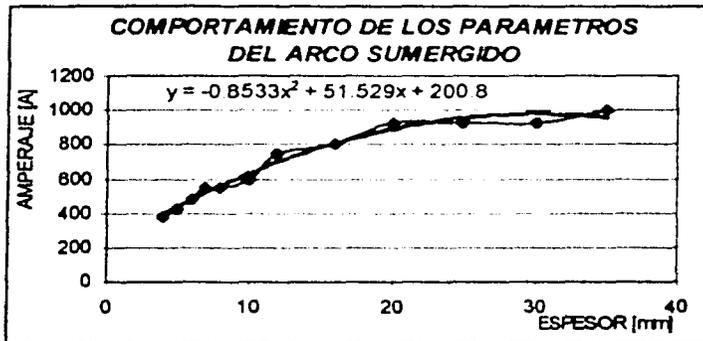
Dado lo anterior conseguí una tabla de valores regulatorios para aceros donde parten del espesor del material depositado y continúan con una serie de parámetros que se describirán a continuación.⁴⁷ De la tabla nosotros haré el ajuste necesario para poder obtener los rangos de trabajo.

ESPEJOR DEL MATERIAL DEPOSITADO	DIAM. DEL ELECTRODO	AMPERAJE [A]	VOLTAJE [V]	AVANCE [mm/min]
4	2.4	375	30	1000
5	2.4	425	35	1000
6	3.2	480	35	900
7	3.2	550	30	880
8	4	550	35	900
10	4	600	35	900

⁴⁷ Cfr. www.geocities.com/infosoldaduras/tabladeregulacion_arcosumer.htm

12	4.8	750	35	800
16	4.8	800	36	550
20	4.8	925	38	450
25	6.4	925	36	450
30	6.4	925	38	350
35	6.4	1000	34	280

PASO 3



PASO 4

Para el proceso *SAW* tenemos lo siguiente:

$$y = -0.8533X^2 + 51.529X + 200.8$$

Como sabemos que para las reparaciones que se tienen en el nicho de mercado el espesor máximo aproximado que podemos aplicar en las piezas es de 18 [mm], con esto acotamos el rango de espesores para el cual valuaremos nuestra ecuación.

	PROMEDIOS		SELECCIÓN	
	X=Espesor [mm]	Y=Corriente [A]	Espesor [mm]	Corriente [A]
Max	18	851.85	18	852
Prom	12	696.27	12+6/2=9	696.27+479.25/2=587.76
Min	6	479.25		

PASO 5

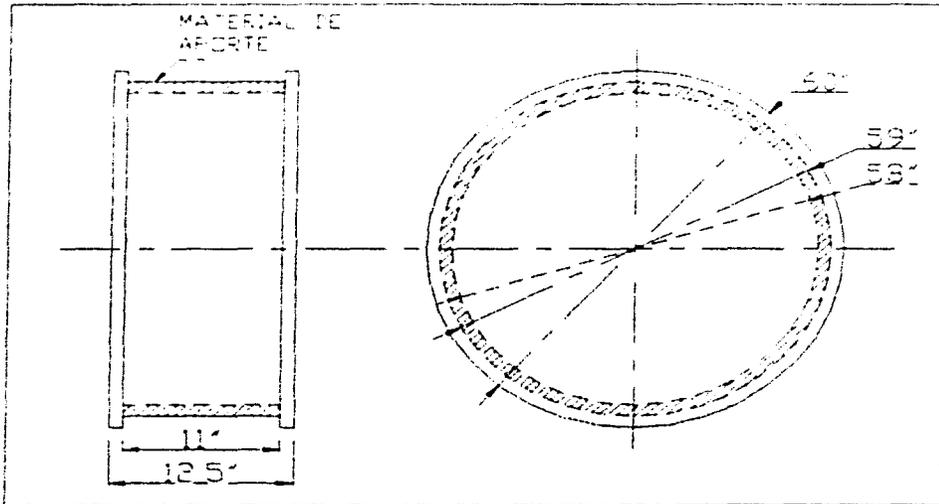
Para estos equipos por considerarse como semiautomáticos, por normatividad industrial deben ser para un ciclo de servicio de 100%, sin sobre pasar los límites establecidos de temperatura. Dado lo anterior usaremos los dos parámetros que son el amperaje y como parámetro fijo el ciclo de servicio.

PASO 6 Y 7

Con este antecedente procedemos a la selección en número de máquinas para los diferentes parámetros referenciales (máximo y promedio) que se tienen para el proceso SAW y que son parte de la información del punto 4.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de rellenado para una pieza modelo (representativa), para la **referencia máxima del Proceso SAW**.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de rellenado de la pista de frenado para un tambor de frenos de malacate de perforación, la cual tiene las siguientes características:



El material base es acero AISI 4140-T

- Electrodo de alambre continuo de $3/16''\phi$

Calculando el volumen de material depositado:

$$V_{dep} = V_D - V_d = \frac{\pi D^2}{4} A - \frac{\pi d^2}{4} A = \frac{\pi}{4} E (D^2 - d^2)$$
$$= \frac{\pi}{4} (11)(59^2 - 58^2) = 1010.8 [in^3] = 16564.16 [cm^3] \left[\frac{0.0078kg}{1cm^3} \right] = 129.19 [kg]$$

de la tabla de regulación de soldadura por arco sumergido⁴⁸, se obtiene el valor de deposición para el amperaje de referencia máximo (852 [A]), que es de 15 [kg/hr] de acero. El tiempo para rellenar la pieza es de:

⁴⁸ Cfr. www.geocities.com/infosoldaduras/ventajas_arcosumer.htm

$$T = \frac{129.19 [kg]}{15 [kg/h]} = 8.61 [h / pza]$$

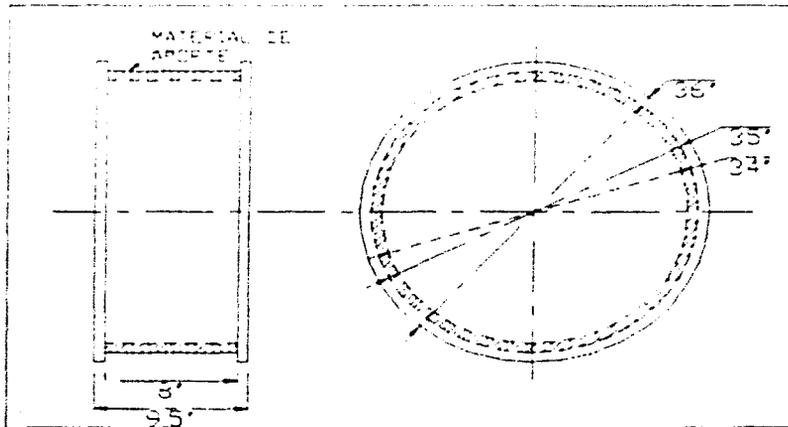
La cantidad de piezas por jornada es de 0.93, por lo tanto la cantidad de piezas mensuales que tiene para rellenar por proceso SAW dado los parámetros es de 18.57 [pzas/mes]. Estimando una frecuencia de piezas con esas características a rellenar son de aproximadamente 5 [pzas/mes], por lo tanto la cantidad de equipos es la siguiente:

$$\# MAQ = \frac{5 [pzas / mes]}{18.57 [pzas / mes]} = 0.27$$

Utilizando el criterio fraccionario que se aplico en el caso del proceso SMAW, podemos decir que no se necesita ni máquina para el proceso SAW para la referencia máxima de selección, hay que ver que pasa para la referencia promedio, a ver si juntas se pueden llegar a la cantidad de una máquina para el proceso.

- A continuación propongo el cálculo del tiempo de rellenado para una pieza modelo(representativa), para la **referencia promedio del Proceso SAW**.

Para hacer este cálculo pienso que debe ser con una pieza característica para este parámetro, por lo que se calculará el tiempo de rellenado de la pista de frenado para un tambor de frenos de malacate de reparación de pozos, la cual tiene las siguientes características:



El material base es acero AISI 4140-T

- Electrodo de alambre continuo de $3/16'' \phi$

Calculando el volumen de material depositado:

$$V_{dep} = V_D - V_d = \frac{\pi D^2}{4} A - \frac{\pi d^2}{4} A = \frac{\pi}{4} E (D^2 - d^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} (8)(35^2 - 34^2) = 433.53 [in^3] = 7104.44 [cm^3] \left[\frac{0.0078kg}{1cm^3} \right] = 55.41 [kg]$$

de la tabla de regulación de soldadura por arco sumergido⁴⁹, se obtiene el valor de deposición para el amperaje de referencia promedio(588 [A]), que es de 10.35 [kg/hr] de acero. El tiempo para rellenar la pieza es de:

$$T = \frac{55.41 \text{ [kg]}}{10.35 \text{ [kg/h]}} = 5.35 \text{ [h/pza]}$$

La cantidad de piezas por jornada es de 1.49, por lo tanto la cantidad de piezas mensuales que tiene para rellenar por proceso SAW dado los parámetros es de 29.89 [pzas/mes]. Estimando una frecuencia de piezas con esas características a rellenar son de aproximadamente 6 [pzas/mes], por lo tanto la cantidad de equipos es la siguiente:

$$\# MAQ = \frac{6 \text{ [pzas / mes]}}{29.87 \text{ [pzas / mes]}} = 0.20$$

Utilizando el criterio fraccionario que se aplico en el caso anterior, podemos decir que no se necesita ni máquina para esta referencia promedio de selección, si sumamos las cantidades de máquinas no llegamos ni a la mitad de una puedo decir que no conviene la selección de este tipo de equipos ya que hay una baja demanda para su uso, pero nos queda bien claro el método para seleccionar un equipo con base en su demanda esperada.

PASO 7

A continuación se presenta una tabla resumen de la selección técnica de los equipos de soldadura que se consideraron a partir de la selección de mercado.

TABLA RESUMEN DE LA SELECCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS DE SOLDADURA

PROCESO	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS	REFERENCIA DE SELECCIÓN	CANTIDAD
SMAW	ESPESOR DEL DEPÓSITO	MÁXIMA: 6.5 mm x 326 A	2
SMAW	CORRIENTE	PROMEDIO: 3.25 mm x 110 A	1
MIG	ESPESOR DEL DEPÓSITO	MÁXIMA: 6.5 mm x 326 A	1
MIG	CORRIENTE	PROMEDIO: 3.25 mm x 110 A	0
SAW	ESPESOR DEL DEPÓSITO	MÁXIMA: 6.5 mm x 326 A	1
SAW	CORRIENTE	PROMEDIO: 3.25 mm x 110 A	0
		Σ	5

⁴⁹ Cfr. www.geocities.com/infosoldaduras/ventajas_arcosumer.htm

3.3 CRITERIOS ECONÓMICOS

El criterio económico es muy importante para hacer la selección adecuada de la maquinaria. Por lo general en las empresas relacionadas al mantenimiento mecánico la selección económica del equipo esta regida por un solo criterio de mercado, si la más barata de las opciones, pero esto no garantiza que sea la opción más viable del conjunto de maquinaria que se puede comprar, ya que la mejor opción no esta basada en esta única variable.

Utilizando las herramientas de la ingeniería económica podemos analizar que alternativas de solución son las mas adecuadas para satisfacer nuestro problema de selección de maquinaria y equipo. Siendo más particular propongo utilizar una herramienta básica de la ingeniería económica, la del *Valor Presente* y continuación se describirá su uso.

El *método del valor presente* se puede utilizar para dos casos diferentes, estos son los siguientes:

- a) Cuando se presentan vidas útiles iguales en la maquinaria y equipo
- b) Cuando presentan vidas útiles diferentes.

Como sabemos en el contexto nacional porcentaje de las empresas adquiere maquinaria ya sea nueva o usada, dependiendo de las situaciones financieras de las empresas y así como sus políticas de inversión. Debido a lo anterior el método cubre perfectamente ambas posibilidades ya que no discrimina esta condición, si no todo se calcula con base en sus vidas útiles, independiente mente de la condición de compra de la maquinaria y equipo.

3.3.1 MÉTODO DEL VALOR PRESENTE(VP)

Este método puede ser usado en maquinaria y equipo, tanto nuevo o usado, solo basta que cumpla el criterio de las vidas útiles. El método consiste en analizar en el presente el comportamiento económico de un equipo.⁵⁰

Para llevar a cabo el método es necesario conocer las variables que están implicadas y que su valor real dependerá de la información del mercado que se tenga para cada equipo. Como es parte de un ejemplo descriptivo del método tratare de utilizar valores en la s variables lo más apegado a la realidad.

Las variables a considerar son las siguientes:

Vida Útil (VU): Es el periodo en el tiempo durante el cual el equipo brindara un servicio útil, se puede establecer en años de vida útil.

Costo Inicial (CI): Es el valor actual que el equipo tiene, es el precio de compra de cada equipo. La unidad de referencia es cualquier denominación monetaria.

⁵⁰ Cfr. Apuntes de Ingeniería Económica. Julio del 2001

Costo Anual de Operación (CAO): Es el costo que se estima o calcula, que representa el tener funcionando o produciendo un equipo anualmente. La unidad de referencia es cualquier denominación monetaria.

Valor de Salvamento (VS): Es la cantidad de dinero que se puede recuperar de la máquina o equipo al venderla al término de su vida útil. La unidad de referencia es cualquier denominación monetaria.

Valor Presente (VP): Es el resultado de las operaciones del dinero en el tiempo, analizando dicho resultado en el tiempo presente.

Interés (i): Es la tasa de interés más atractiva que maneja una empresa semejante al rubro de esta en particular, para este caso seleccionamos la tasa de costo capital promedio CCP, es una tasa que se utiliza cuando las inversiones realizadas por las empresas se realizan con capitales propios.⁵¹

Una vez que definimos las variables del valor presente, lo que procede es agrupar toda la información necesaria para poder efectuar el método.

3.3.1.1 VALOR PRESENTE CON VIDAS UTILES IGUALES

Esta herramienta es parte del método general para la selección de maquinaria en su parte final y como la disposición de información real para los valores de las variables es un poco difícil de conseguir, propongo ejemplificar de manera unitaria las dos variantes del método (vidas iguales y vidas diferentes), claro tratando de hacer los cálculos con los valores más apegados a la realidad del mercado. Aun sino fueran valores reales el método sigue funcionando.

Por ejemplo para saber cual es la mejor alternativa para un torno paralelo de Referencia Mínima, presento una tabla con las características técnicas y además enlistamos los valores para las variables para el valor presente.

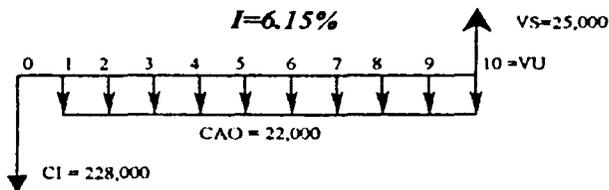
PARÁMETROS	UNIDAD	REFERENCIA MINIMA	S 50 BT	SN 50 C
Volteo [mm]	mm	254	250	270
Dist. entre puntos	mm	615	1000	1000
Peso máximo de la pieza	kg	# DE MAQUINAS UNA (1)	850	300
Diam. del agujero del husillo	mm		103	52
Gama de Velocidades	RPM		9-1800	22.5-2000
Avances	mm/rev		0.032-38.9	0.049-48
Tipos de Roscas			Metricas, Whitworth, modulo, D.P.	Metricas, Whitworth, modulo, D.P., C.P.
Potencia del motor principal	KW		11 (15 HP)	7.5 (10 HP)
Marca			STROJOTOS	TOS TRENCIN

⁵¹ Cfr. El financiero. Mercados: indicadores líderes. P.1 A. 24 de julio de 2002

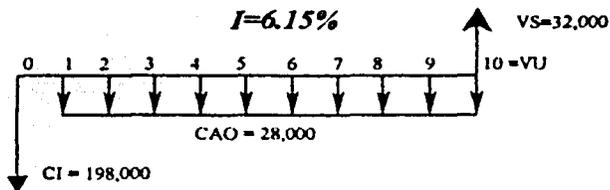
VARIABLES ECONOMICAS	UNIDAD		A	B
• VU	AÑOS		10	10
• CI	\$		22,8000	198000
• CAO	\$		22,000	28,000
• VS	\$		25,000	32,000
• I.	%		6.15	6.15

Haciendo los diagramas de flujo de efectivo correspondientes tenemos lo siguiente:

• TORNO A



• TORNO B



Efectuando los cálculos de valor presente:

$$VP_A = 228,000 + 22,000(P/A, 6.15\%, 10) - 25,000(P/F, 6.15\%, 10)$$

Donde:

$(P/A, 6.15\%, 10)$ = Presente dada una anualidad al 6.15% de interés anual a diez años.

$$(P/A, i, n) \Rightarrow P/A = \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$(P/F, 6.15\%, 10)$ = Presente dado un futuro al 6.15% de interés anual a diez años.

$$(P/F, i, n) \Rightarrow P/F = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Por lo tanto el cálculo del valor presente de la máquina A es:

$$VP_A = 228,000 + 22,000 \left[\frac{(1+0.0615)^{10} - 1}{0.0615(1+0.0615)^{10}} \right] - 25,000 \left[\frac{1}{(1+0.0615)^{10}} \right]$$

$$VP_A = 228,000 + 22,000(7.3080) - 25,000(0.550)$$

$$VP_A = 375,026$$

Calculando el valor presente de la máquina B es:

$$VP_B = 198,000 + 28,000(P/A, 6.15\%, 10) - 32,000(P/F, 6.15\%, 10)$$

$$VP_B = 198,000 + 28,000 \left[\frac{(1+0.0615)^{10} - 1}{0.0615(1+0.0615)^{10}} \right] - 32,000 \left[\frac{1}{(1+0.0615)^{10}} \right]$$

$$VP_B = 198,000 + 28,000(7.3080) - 32,000(0.550)$$

$$VP_B = 385,024$$

$$VP_A < VP_B$$

Por los criterios del valor presente la mejor opción será siempre la que refleje el menor valor presente de ambas opciones, con esto podemos decir que el Torno A, el **STROJTOS MOD. S 50 BT** con las variables que consideramos, es la opción más viable.

3.3.1.2 VALOR PRESENTE CON VIDAS UTILES DIFERENTES

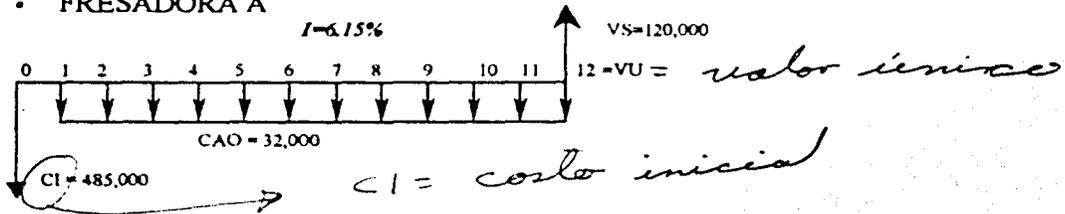
Las variables a utilizar son las mismas que para el punto anterior, por lo tanto se aplicará de igual manera el método del valor presente salvo algunos cambios por la condición de las vidas útiles diferentes. A continuación se presenta la tabla de los valores de las variables para la selección en este caso de una fresadora de referencias de selección promedio.

PARÁMETROS	UNIDAD	REFERENCIA PROMEDIO	FGS 40 T	MK GF 2798
Superficie de trabajo	in ²	637	868	992
Peso máximo sobre la mesa	kg	725	800	630
Avances	mm/min	# DE MAQUINAS UNA (1)	10-2000	12.5-1600
Velocidades	RPM		58-2800	31.5-1600
Cono	No.		ISO 50	ISO 50
Potencia del motor principal	KW		11 (15 HP)	14 (19 HP)
Marca			STROJTOS	MK
VARIABLES ECONÓMICAS			A	B
• VU	AÑOS		12	6
• CI	\$		485,000	342,000
• CAO	\$		32,000	28,000
• VS	\$		120,000	98,000
• i	%	6.15	6.15	

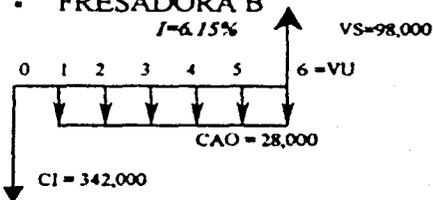
Para resolver este tipo de problemas, es necesario homologar las ecuaciones de valor presente para un mismo número de años de vida útil. Para efectuar esto se recomienda calcular con el mínimo común múltiplo para ambas vidas.

Haciendo los diagramas de flujo de efectivo correspondientes tenemos lo siguiente:

• FRESADORA A



• FRESADORA B



El mínimo común múltiplo de las vidas es:

- Para la opción A $12(1)=12 \Rightarrow$ Es un ciclo normal
- Para la opción B $6(2)=12 \Rightarrow$ Habrá que trasladar el valor presente parcial 12 años

Calculando el valor presente de A:

$$VP_A = 485,000 + 32,000(P/A, 6.15\%, 12) - 120,000(P/F, 6.15\%, 12)$$

$$VP_A = 485,000 + 32,000 \left[\frac{(1+0.0615)^{12} - 1}{0.0615(1+0.0615)^{12}} \right] - 120,000 \left[\frac{1}{(1+0.0615)^{12}} \right]$$

$$VP_A = 485,000 + 32,000(8.3153) - 120,000(0.4886)$$

$$VP_A = 692,457.58$$

Calculando el valor presente para la opción B para 1 ciclo:

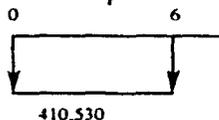
$$VP_B = 342,000 + 28,000(P/A, 6.15\%, 6) - 98,000(P/F, 6.15\%, 6)$$

$$VP_B = 342,000 + 28,000 \left[\frac{(1+0.0615)^6 - 1}{0.0615(1+0.0615)^6} \right] - 98,000 \left[\frac{1}{(1+0.0615)^6} \right]$$

$$VP_B = 342,000 + 28,000(4.894) - 98,000(0.699)$$

$$VP_B = 410,530$$

Trasladando ese valor presente en 12 años



$$VP_{B,12\text{ años}} = 410,530(A/P, 6.15\%, 6)(P/A, 6.15\%, 12)$$

$$VP_{B,12\text{ años}} = 410,530 \left[\frac{(1+0.0615)^6 - 1}{0.0615(1+0.0615)^6} \right]^{-1} \cdot \left[\frac{(1+0.0615)^{12} - 1}{0.0615(1+0.0615)^{12}} \right]$$

$$VP_{B,12\text{ años}} = 410,530(0.2043)(8.3153)$$

$$VP_{B,12\text{ años}} = 697,492$$

Tenemos que $VP_A < VP_B$, por lo tanto la opción A es la mejor económicamente. Aquí se ve claramente que a veces lo más barato no es lo más conveniente no basta con saber su costo inicial, sino reforzándolo con un análisis de valor presente tenemos mejor idea de que equipos seleccionar.

Con los dos ejemplos anteriores queda bien claro que son muy útiles las herramientas de la ingeniería económica, solo basta saber aplicar bien los criterios y el método del valor presente. Este método sirve para la selección económica de cualquier tipo e maquinaria y equipo, ya sea nuevo o usado.

CONCLUSIONES

Se establecieron adecuadamente los alcances y limitaciones de la propuesta de tesis, es decir, resultado muy satisfactorio ajustarnos al marco de referencia que se propuso, ya que se pudo integrar de buena forma la información disponible.

Se ve claramente que este proyecto de tesis da para hacer más propuestas referentes a la materia, pero algunas no son parte del estudio de la ingeniería mecánica, queriendo decir con esto que estuve ligado mayormente a la parte técnica.

Considero que se cumplieron en su totalidad los objetivos propuestos en un inicio, que fueron la obtención y manejo de información técnica y el desarrollo del algoritmo para la selección de maquinaria y equipo. A partir de esto se presentaron los pasos generales para llegar a cumplir con los objetivos, que son los siguientes:

1. Planteamiento de un nicho de mercado
2. Obtención de la información técnica de los trabajos objetos de mantenimiento mecánico.
3. Ordenamiento estadístico de la información
4. Consulta bibliográfica de los tipos de maquinaria y equipo con especificaciones
5. Consulta bibliográfica de los alcances del mantenimiento mecánico
6. A partir de la información anterior, se genera el algoritmo básico para la selección de maquinaria y equipo.

Los pasos anteriores son las conclusiones generales a los que llegue al término de la presente tesis.

Además quiero comentar brevemente el resultado que obtuve en el algoritmo de selección. Como se vio en el capítulo tres, partimos de tres criterios que están respaldados técnicamente.

Se compararon las necesidades de cada parte de los trabajos contra la disponibilidad de la maquinaria para realizarlo, esto generó buenos resultados de adaptabilidad de cada máquina, lo que permitió un gran avance en el punto de partida ya que se acoto la selección de la maquinaria y equipo.

Se procesó la información para conseguir los parámetros de selección de la maquinaria y equipo, dando buenos resultados, ya que la maquinaria y equipo existente en el mercado se ajusta adecuadamente a las necesidades planteadas por el nicho de mercado.

De esta manera puedo afirmar que el uso de las herramientas matemáticas propuestas en el desarrollo del algoritmo de selección fue muy adecuado. También tengo muy presente que puede ser mejorado, quizás añadiendo otras herramientas que no conozco o no están a mi alcance.

Reiteró pues que se cumplió el principal objetivo, la selección óptima de maquinaria y equipo, que estuvo respaldada con criterios técnicos, un fuerte aparato crítico y demás información comercial y de campo consultada.

Una de las conclusiones a las que llegue, es que la implementación de los equipos modernos de control numérico (CNC), no son muy aptos para este tipo de actividad y en particular para este nicho de mercado. Citando algunos puntos en contra de esta maquinaria están la de sus altos costos de inversión, altos costos de operación, hay bajos volúmenes de producción, por lo regular estos equipos son para fabricación de productos nuevos, y en el nicho de mercado se presentan numerosas reparaciones lo que no hace factible su utilización.

Como comentario puedo citar que a lo largo de la investigación, me di cuenta que esto del mantenimiento mecánico no es una actividad que solo se de en los países subdesarrollados, sino que actualmente hay muchas empresas de este rubro en países de primer mundo como Estados Unidos, Canadá e Italia.

Queriendo decir con lo anterior, que el mantenimiento mecánico es una actividad muy importante y esta presente en el desarrollo de cualquier país. Debemos prestar mayor atención como ingenieros mecánicos, para presentar propuestas que contribuyan con la mejora continua de esta actividad industrial.

Haciendo referencia nuevamente a la tesis, puedo sugerir que para mejorar el método de selección, se podría implementar el uso de herramientas modernas como es la computación. Creando un programa flexible, amigable y confiable, que nos ahorrara todos los cálculos que se tienen que efectuar, limitándonos solamente a hacer uso adecuado de los valores para el nicho de mercado en particular.

BIBLIOGRAFÍA:

LIBROS

- Zepeda, Sergio. Manual de instalaciones hidráulicas, sanitarias, aire, gas y vapor.
Segunda edición. Editorial Limusa 1999, México.
- Enriquez Harper, Gilberto. El ABC de las instalaciones eléctricas industriales.
Séptima reimpresión. Editorial Limusa 1994, México.
- Gerling, Heinrich. Alrededor de las máquinas herramientas.
2º edición. Editorial Reverté 1975. Barcelona, España.
- Feirer, John L. Maquinado de metales con máquinas herramientas, principios y Práctica.
2º edición. Decima tercera reimpresión, Editorial CECSA, 1997. México
- Membretti, Gerolamo. Máquinas herramienta para el trabajo de metales.
2º edición. Editorial Gustavo Gili. 1973. Barcelona, España
- Chernov, N. N. Máquinas-herramientas para metales.
1º edición. Editotial MIR. 1974. Moscú, URSS.
- Larburu, Nicolas. Maquinas y herramientas Prontuario: descripción y clasificación.
1º edición. Editorial Paraninfo 1994. Madrid, España.
- Krar, Steve. y Check, Albert. Tecnología de las máquinas herramientas.
5º edición. Ed. Alfaomega. 2002. México
- Alford, L.P. y Bangs, Jonh.. Manual de la producción.
8º edición. Editorial UTHEA 1981. México.
- Jones, Oberg. Manual de maquinaria.
- Horwitz, Henry. Soldadura, aplicaciones y práctica.
- Patton, W.J. Ciencia y técnica de la soldadura

PAGINAS ELECTRONICAS DE INTERNET

- www.pemex.org.mx
 - www.broncomfg.com
 - www.bridgesequipment.com
 - www.camerondiv.com
 - www.coopercamerom.com
 - www.dresser.com
 - www.sanaheavyequipment.com
 - www.idima.com
-
- www.conmantenimiento.com.mx
 - www.mantenimientomundial.com
 - www.mantenimiento-sommac.com
-
- www.tosamerica.com
 - www.tmc-machenary.com
 - www.titanmg.com
 - www.temaxcorp.com
 - www.summitmt.com
 - www.mexican-industry.com.mx
 - www.metalsuniverse.com
 - www.maquinaherramientas.org
 - www.cancelarich.com.ar
 - www.manta-machinery.com
 - www.machineryacquisitions.com
 - www.juarisit.com
 - www.induma.ch
 - www.famasacv.com
 - www.maquinaria-marquez.com
 - www.leonweill.com.mx
-
- www.americanwelding.com
 - www.ameritech.com
 - www.appliedwelding.com
 - www.aws.org
 - www.hobartwelders.com
 - www.infra.com.mx
 - www.itweldingmexico.com.mx
 - www.linconelectric.com
 - www.millermexico.com
 - www.millerwelders.com
 - www.siisi-infra.com.mx
 - www.geocities.com/infosoldaduras

CATALOGOS Y MANUALES

- **Infra. Catalogo general de ventas 2002.**
Ed. 2002. México
- **Sandvik. Corokey: Guía de productividad**
6° ed. México
- **Aceros Fortuna. Manual técnico de productos.**
Edición 1997. México
- **Eutetic+Castolin. Manual de procesos y aleaciones.**
Ed. 1997. México.
- **Infra. Manual de electrodos para soldar**
Ed. 1997. México
- **Infra. Calculador Inframatic**
Ed. 1998. México
- **Infra. Calculador Infra**
Ed. 1997. México

APUNTES

- **UNAM, F.I. Apuntes de Procesos de Corte de Materiales.** Agosto del 2001
- **UNAM, F.I. Apuntes de Costos e Ingeniería Económica.** Julio del 2001
- **UNAM, F.I. Apuntes de Diseño Mecánico.** Enero del 2001