1. INTRODUCCION

1.1. OBJETIVO.

El objetivo de la presente investigación es la de aumentar la productividad en un Molino Reductor para la fabricación de la tubería de acero, en Hylsa División Aceros Tubulares, a través de la disminución de demoras de producción y mantenimiento que se presentan actualmente en esta línea de producción.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

El presente proyecto de tésis contempla que con el aumento de productividad del Molino Reductor se reducirán las mermas, en este caso la chatarra, además se tendrá una tendencia, hasta cierto punto por dependencia del mercado, de disminuír o eliminar el trabajar "tiempo extra" para el cumplimiento del programa de producción y obteniendo también con ello una mejora en el tiempo de respuesta de entrega de producto a los clientes.

1.3. PLANTEAMIENTO.

En la actualidad, el Molino Reductor tiene una gran variedad de demoras de operativas y de mantenimiento, esto ocasiona que su nivel de productividad sea muy bajo, por lo que se tienen que trabajar tiempo extra en la mayoría de las veces para poder cumplir con el programa de producción. Al trabajar tiempo extra, la disponibilidad del personal es otro factor importante, ya que cuando una persona no puede continuar se releva con otra que no tiene la misma experiencia en el puesto, ocasionando problemas de calidad o demoras; además el costo de producción se eleva por la generación de mermas, segundas, tiempo extra y mala calidad.

1.4. HIPOTESIS.

Para elevar la productividad del Molino Reductor, es necesario que este trabajando en forma continua, ya que si su operación se detiene, la producción no fluye afectando directamente su productividad; por esta razón, la referencia de un aumento de productividad será el aumento del tiempo efectivo de la línea de producción. El tiempo efectivo es la razón de dividir la resta de el tiempo disponible del equipo menos las demoras entre el tiempo efectivo, este resultado se multiplica por cien para obtener el porcentaje.

Para poder tener un aumento del tiempo efectivo es necesario disminuír las demoras de producción del Molino Reductor, por lo que se deberán analizar, para identificar las más importantes y revisar cuales son las

de mayor impacto en la producción. Una vez teniendolas identificadas se procedería a atacar las causas que las originan y con esto disminuírlas o eliminarlas, logrando con esto nuestro objetivo.

1.5. LIMITACIONES.

Las limitaciones de esta tésis son:

- Solo se aplicará a una sola línea de producción.
- El tiempo que se requiere para todo este proceso es mayor de dos años para poder observar un logro concreto y continuo.
- La continuidad de este proceso es muy importante, ya que si se abandona por alguna razón, se perderá por la falta de atención.
- Si para poder tener un aumento de productividad, se requiere de hacer una inversión muy grande, y no es prioridad para la alta dirección, este objetivo no se logrará o requerirá de mucho más tiempo para poderlo alcanzar.
- La rotación de personal, por tiempo extra o por ser nuevo en algún puesto, afectaría directamente a la productividad, por la curva de aprendizaje.

1.6. METODOLOGIA.

La metodología que se seguirá para poder lograr este objetivo será la siguiente:

1. Alimentar en una hoja de cálculo las demoras de producción, anotando la descripción de la demora y su duración en minutos; ordenandolas de mayor a menor.
2. Medir el tiempo efectivo actual de esta línea de producción, para tenerlo como referencia y saber cuantitativamente la mejora que se pueda alcanzar.
3. Identificar las tres demoras más grandes y analizar cuales son las causas que las generan.
4. Definir las acciones que se deben tomar para corregir cada una de ellas.
5. Realizar las acciones de mejora, utilizando los recursos materiales y humanos necesarios que esten al alcance inmediato de la empresa.
6. Medir los resultados que se obtuvieron, mediante la revisión del tiempo efectivo.
7. Realizar las conclusiones y recomendaciones, en base a los resultados que se obtuvieron.

1.7. REVISION BIBLIOGRAFICA.

Para desarrollar esta tésis se contó con el apoyo del libro de "Ingeniería y administración de la productividad" de Sumanth, David J., donde el autor comenta la importancia de la productividad a nivel de un país, ya que ésta afecta a la rentabilidad de una empresa, y hace que aumente el costo del producto y con esto la inflación del país. Con esta misma idea se emprendió este trabajo, ya que el aumento de productividad en el Molino Reductor motiva más al personal, disminuyen costos y sobre todo, mejora la rentabilidad del negocio. Sin embargo, a diferencia del autor, esta teoría solo es aplicada a una línea de producción, la cual afecta solo a sus propios productos.

También me apoyé en el libro de "La Meta" de Goldratt, donde la idea principal del libro es encontrar las restricciones de un sistema o cuellos de botella, los cuales sino son identificados y administrados, afectan a la productividad de cualquier línea operativa y a los altos inventarios de producto en proceso, el autor comenta que el método se aplica a toda una planta productiva, lo cual a diferencia de nuestro caso solo lo apliqué a un solo proceso de la planta.

En el libro de "Total productive maintenance: A timely integration of production and maintenance" de Maggard Bill N. y Rhyne David M., encontre que con el apoyo del personal operativo se puede implementar un mantenimiento productivo total, el cual nos ayuda a disminuír las demoras de la línea de producción mediante el soporte de los operadores, ya que son ellos quienes conocen mejor la maquinaria por el tiempo que trabajan con ella. Este es solo una parte del Mantenimiento Productivo Total, ya que aplicamos solo lo que nos ayudó a lograr la meta y no todo el método.

Por otra parte el libro de "La ruta de Deming" de Scherkenbach William W., menciona cuatro pasos importantes para la mejora continua, que son: Planear, hacer, verificar y actuar; de esta manera se aplicaron para poder implementar el aumento de productividad en el Molino Reductor. Este autor aplica estos pasos a un sistema de calidad y nosotros a una mejora específica de productividad.

2. TEORIA DE LA PRODUCTIVIDAD.

2.1 ORIGEN DE LA PALABRA " PRODUCTIVIDAD".

En el sentido formal, tal vez, la primera vez que se mencionó la palabra " productividad" fue en un artículo de Quesnay en el año de 1766. Más de un siglo despúes, en 1883, Littre definió la productividad como la " facultad de producir", es decir. El deseo de producir. Sin embargo, no fue sino hasta principios del siglo veinte que el término adquirió un significado más preciso como una relación entre lo producido y los medios empleados para hacerlo.

En 1950, la Organización Económica Europea (OCEE) [1950] ofreció una definición más formal de productividad:

Productividad es el conciente que se optiene al dividir la producción por uno de los factores de producción. De esta forma es posible hablar de la pr oductividaddel capital, de la inversión o de la materia prima según si lo que se produjo se toma en cuenta respecto al capital, a la inversión o a la cantidad de materia prima, etc.

La OEEC se dedicó muy a fondo, durante la década de 1950, a promover el conocimiento sobre productividad. También durante los cincuentas muchos países europeos y asiáticos establecieron centros y consejos de productividad con mucho entusiasmo. Una gran cantidad de grupos hicieron visitas a Estados Unidos para conocer lo que ahí se hacía sobre medición de la productividad, en particular en el United States Department of Labor Statistics (BLS). Este BLS lleva casi 90 años publicando estadísticas sobre la productividad del trabajo

Tabla 2.1 Cronología de la Productividad.

Siglo XVIII	Quesnay	[1766]	La palabra "productividad" aparece por primera vez
Siglo XIX	Litré	[1883]	"Facultad de producir"
Siglo XX	Early	Década de 1900	"Relación entre producción y los medios empleados para lograrla"
	OCEE	[1950]	"Cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción"
	Davis	[1955]	"Cambio en el producto obtenido por los recursos gastados"
	Fabricant	[1962]	"Siempre una razón entre la producción y los insumos"
	Kendrick y Creamer	[1965]	Definiciones funcionales para la productividad parcial, de factor total y total.
	Siegel	[1976]	"Una familia de razón entre la producción y los insumos"
	Sumanth	[1979]	Productividad total -la razón de producción tangible entre insumos tangibles

2.2 DEFINICIONES BASICAS DE PRODUCTIVIDAD.

La definición del término productividad varía ligeramente según si quien la da es un economista, un contador, un administrador, un político, un líder sindical o un ingeniero industrial. Sin embargo, si se examinan las distintas definiciones e interpretaciones del término, parece que surgen tres tipos básicos de productividad

2.2.1 PRODUCTIVIDAD PARCIAL.

La productividad parcial es la razón entre la cantidad productiva y un solo tipo de insumo. Por ejemplo, la productividad del trabajo (El cociente de la producción entre la mano de obra) es una medida de productividad parcial, la productividad del capital (El cociente de la producción entre el insumo de capital) y la productividad de los materiales (El cociente de la producción entre el insumo de materias primas) son ejemplos de productividad parcial.

2.2.2 PRODUCTIVIDAD DE FACTOR TOTAL.

La productividad de factor total es la razón de la producción neta con la suma asociada con los (factores de) insumos de mano de obra y capital. Por "producción neta" se entiende producción total menos servicios y bienes intermedios comprados. Nótese que el denominador de este cociente se compone sólo de los factores de insumo de capital y trabajo.

2.2.3 PRODUCTIVIDAD TOTAL.

La productividad total es la razón entre la producción y la suma de todos los factores de insumo. Así, la medida de productividad total refleja el impacto conjunto de todos los insumos al fabricar los productos.

En todas las definiciones anteriores, tanto la producción como los insumos se expresan en términos "reales" o "físicos", convirtiéndolos en dólares

constantes (o cualquier otra moneda) de un periodo de referencia (con frecuencia llamado "periodo base"). Esta reducción a periodo base se obtiene dividiendo los valores de la producción y los insumos por índices de inflación, o deflación, según que los precios de los productos y los insumos hayan aumentado o disminuido, respectivamente. En otras palabras el efecto de convertir la producción y los insumos en su valor correspondiente en un periodo base es eliminar el efecto de las variaciones de los precios, para que las razones de productividad nada más tomen en cuenta los cambios "fisicos".

TABLA 2.2 Ventajas y limitaciones en la utilización de los tres tipos básicos de medidas de productividad en empresas.

VENTAJAS	LIMITACIONES
Medidas de productividad Parcial	
1. Fácil compresión	1. Si se utiliza solo, puede conducir a errores muy costosos.
2. Fácil obtención de datos	2. No tiene manera de explicar los aumentos en los costos globales.
3. Fácil calcular los índices de productividad	3. Tiende a señalar a culpables a áreas equivocadas del control administrativo
4. Fácil la venta de la idea a los administradores por las tres ventajas anteriores	4. El control de las actividades a travéz de medidas parciales de productividad puede ser un enfoque "al tanteo".
5. Se dispone de datos sobre algunos indicadores de productividad parcial (p. ej. Producción por hora-hombre) para el sector industrial.	
6. Buenas herramientas de diagnósticos para señalar áreas para mejoramiento de productividad, si se usan junto con los indicadores de productividad total.	
Medidas de productividad de factor total	
1. Es relativamente fácil obtener los datos de los registros de la empresa.	
2. Casi siempre son atractivas desde el punto de vista de los economistas de la empresa.	1. No capta el impacto de los materiales y los insumos de energía.

2. El enfoque de valores agregado no es muy apropiado para una empresa ya que es complicado que los administradores operativos el valor agregado producido con la ineficiencia en la producción

3. No es apropiado cuando los costos de los materiales forman una porción considerable de los costos totales de producción ya que esta medida de productividad no muestra de manera directa el impacto de los insumos de materiales.

4. Sólo se consederan los insumos de mano de obra y capital en el insumo de factor total.

5. Es relativamente difícil obtener dato para comparaciones aunque se se han publicado índices para ciertas industrias y periodos específicos.

Medidas de productividad total

1. Considera total la producción y los insumos cuantificados; por lo tanto es una representación más exacta del panorama económico real de una empresa.

2. El control de las utilidades a travéz del uso de índices de productividad total es un beneficio tremendo para la alta administración.

3. Si se usa junto con medidas parciales, puede guiar al administrador de una manera efectiva.

4. El análisis de sensibilidad es más sencillo.

5. Se relaciona facilmente con los costos totales.

1. Es relativamente difícil obtener datos para cálculos al nivel de producción y cliente, a menos que se diseñen sistemas de colección de datos con este objetivo.

2. Al igual que las medidas parciales y la de factor total, no toma en cuenta los factores intangibles de la producción y los insumos en el sentido directo.

2.3 PRODUCTIVIDAD CONTRA INFLACION.

Es cierto que el aumento en las tasas de inflación en una economía deben explicarse por medio del efecto conjunto de varios factores, pero los economistas están de acuerdo que la falta de crecimiemto en la productividad contribuye a ese aumento . Como es de esperarse, esto se debe a que la inflación en el precio de bienes y servicios es resultado del aumento excesivo en el precio de la venta de productos o servicios. Tales aumentos se deben en gran parte a la intención de los administradores de alcanzar sus metas en las ganancias por ventas, aun cuando signifique aumentar el precio de ventas para mantener los márgenes de utilidades. También, como el camino que opone menos resistencia es el de repercutir el aumento de costo de los insumos en el consumidor, muchas compañías se atienen a esa estrategia en lugar de aumentar de manera consiente la productividad total, práctica que de hecho puede reducir el costo total de manufactura y no sólo mantenerlo.

La fuerza más apremiente que poseemos para mejorar nuestro nivel de vida y al mismo tiempo combatir la inflación puede muy bien ser: el aumento de la productividad.

2.4 PRODUCTIVIDAD CONTRA NIVEL DE VIDA Y DE EMPLEO.

Los países que tienen una alta tasa de crecimiento y nivel de productividad del trabajo tienden a exhibir un nivel de vida alto. En Estados Unidos, en términos absolutos, el nivel de productividad del trabajo todavía sobresale como el más alto del mundo. Esto se ha manifestado de distintas maneras incluyendo un costo de vida relativamente bajo. La tabla 2.1 muestra por ejemplo, que el costo de una canasta de bienes básicos en Nueva York, Chicago y los Angeles es mucho menor que en Tokio, Japón, Zurich, Suiza o Estocolmo, Suecia. También se puede observar que el número de horas que un trabajador asalariado tiene que trabajar para comprobar esta canasta es mucho menor que en otros países.

Sin embargo, conforme la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo

ha ido disminuyendo, las comodidades y lujos que una vez se disfrutaron se vuelven más difíciles de adquirir. Considérese, por ejemplo, el costo promedio total de una casa, un automóvil y la comida de un año. Debido a las altas tasas de interés, sólo en estos últimos 10 años, es cada vez más dificil comprar una casa o un carro. Para la clase con ingresos medios se ha ido haciendo más difícil mantener el nivel de vida que una vez disfrutaron, a menos que ambos cónyuges trabajen (en algúnos casos sólo para conservar la casa o el automóvil)..

El costo promedio de una de la gran mayoría de los productos domésticos de primera necesidad se a elevado en forma drástica en estos años. Prácticamente todos los comestibles han registrado un importante aumento en el precio: El café aumentó de 91.1 centavos a $2.59 (un aumento de 65%) en la década que termina en 1980; una lata de jugo de naranja congelado (6 onzas) aumentó 59%, y así sucesivamente. El único artículo que bajó de precio en este periodo fue la papa (con una disminución de 11%). Pero esto no es un gran consuelo, o lo es?.

Aun cuando el salario por hora ha aumentado en forma drástica desde 1967, el poder adquisitivo real no a mejorado en la misma producción debido al aumento en la inflación y la reducción en el crecimiento de la productividad. Dicho de otra manera, si tanto el pago por hora como la productividad del trabajo hubieran aumentado a la misma tasa en los últmos 15 años, no se hubiera tenido el marcado aumento en los precios de productos y servicios en ese mismo periodo.

Butcher [1979] establece, haciendo una proyección de la tasa de crecimiento en la productividad del trabajo de 1960 a 1968, que el promedio real en Estados Unidos del ingreso por familia en 1979 fue $3900 menor al ingreso potencial. En donde el ingreso potencial está basado en un crecimiento de la productividad igual al del periodo 1960 – 1968.

La United States Bureau of Labor Statistics encontró, el sector privado, una fuerte correlación entre la productividad (producción por hora) y los ingresos por hora reales, reforzando esto el hecho de que la verdadera ganancia en el poder adquisitivo y el nivel de vida se obtienen a través de la mejora de productividad y no del aumento de precios. La drástica reducción del ingreso semanal promedio real que se podía gastar durante 1972 – 1980 en Estados Unidos, es un síntoma del problema de falta de crecimiento en la productividad.

Tabla 2.3 Costo de la vida en algunos Países.

Ciudad y Países	Costos por canasta básica (dólares)
Tokio, Japón	292
Zurich, Suiza	225
Estocolmo, Suecia	207
Teherán, Irán	203
Nueva York, E.U.	172
Chicago, E. U.	163
Los Angeles, E.U.	135
Cd. de México, México.	94
Tel Aviv, Israel	90

País o Ciudad	Horas trabajadas por empleados asalariados para comprar la canasta básica
Chicago	15 – 18
Nueva York	15 – 18
Los Angeles	15 - -18
Londres	33.25
Filipinas	132
Indonesia	132

2.5 PRODUCTIVIDAD CONTRA PODER POLITICO.

Cuando un país es económicamente fuerte (y la fuerza económica proviene de la fuerza en la productividad), tiene mejores oportunidades de alcanzar un mayor poder politíco .

Amitai Etzioni, del centro de investigación Politíca de la George Washington University, dijo una vez, según lo citó Janssen [1980].

Aun cuando las mejoras en la productividad no fueran necesarias en E. U., para elevar el nivel de vida, serían necesarias para la seguridad nacional. El hecho de que Estados Unidos haya dejado que sus vías férreas y puertos se deterioren no sólo estorba en la exportación de granos; también limita la habilidad para movilizar tanques, tropas y proviciones necesarias.

Cuando un país no es lo suficientemente productivo para proporcionar sus productos y servicios básicos, tiene que depender de otros países. Cuanto mayor sea esta dependencia, menor será la influencia politíca, en particular en tiempos de guerra y crisis. El acero y los automóviles son al menos dos de los productos más importantes en el caso de los Estados Unidos, ya que forman la columna vertebral de la economía nacional. Si no pueden sostenerse, se verán muy afectadas todas las industrias relacionadas, desde construcción,productos mecanicos, productos de plástico y nylon y químicos, hasta líneas aereas, ferrocarriles, transportes y atención médica.

James A. Skidmore, Jr. un ejecutivo prominente, advierte:

Además de la guerra, la desventaja en la productividad es la mayor amenaza a que se enfrenta Estados Unidos.

Si el juego de la productividad se jugara constantemente bien en cada país del mundo, habría mucho menos problemas de inflación, hambre, explotación y desempleo.

Milton Friedman y Paul Samuelson, los economistas que ganaron el premio Novel, aunque con frecuencia están en desacuerdo en materia de politíca, han encontrado muchos puestos en común en lo que se refiere a los resultados de la disminución de la productividad en los Estados Unidos; están de acuerdo de que en una declinación continua en la productividad puede crear una sociedad que trata de compartir un pastel que se enconge, provocando con esto la lucha de clases.

2.6 PRODUCTIVIDAD CONTRA PODER ECONOMICO.

Además de otros factores, el poder económico de una nación depende del nivel y tasa de crecimiento de su productividad del trabajo.

El balance comercial (exportaciones menos importantes) de Estados Unidos ha sido negativo la mayor parte de la década de 1970, en contraste con los balances positivos de La República Federal Alemana y los países miembros de la OPEP.

Mientras que el balance comercial del sector industrial en Japón fue de $77 mil millones de superávit en 1979, Estados Unidos tuvo un déficit de $4.8 mil millones ese mismo año. De los 30 bancos más grandes del mundo. Japón tiene 11 con capital total de $600 mil millones mientras que Estados Unidos cuenta con 4 con capital total de $285 mil millones .

Aunque el balance comercial negativo que ha experimentado Estados Unidos con frecuencia se justifica por los costos y precios relativos entre países competidores, Robert Lawrence del Brookings Institute descarta el argumento de que las exportaciones extranjeras de menor precio sean el resultado de menores ganancias o subsidios del gobiemo. Más bien, piensa que esas exportaciones a menor precio de países como Japón son el resultado de mejoras en la producción.

2.7 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD.

Las causas del problema de la productividad en Estados Unidos han sido estudiadas en su mayoría por los económistas. Con franqueza, como ésta es un área de investigación relativamente nueva, no se dispone todavía de un cuerpo consistente y exacto de información. El tema es complejo, y lo que han encontrado los expertos varia debido a las diferencias en los periodos estudiados, las diferencias en los puntos de vista econónimicos y las hipótesis incluidas en los modelos, así como las diferencias en las preguntas que los investigadores se han planteado.

Pero a pesar de todo esto, vale la pena presentar alguna de las razones que se presentan con más frecuencia. Aquellos países que están experimentando la misma situacion (o similar) en la productividad, o bien que producen una tendencia parecida, se pueden beneficiar de la experiencia de los Estados Unidos. La siguiente descripción de los factores que afectan la productividad intenta cumplir con este objetivo. Mientras tanto, se necesita un mayor trabajo de investigación para validar los resultados de la situación actual.

El United States Department of Commerce [1981] clasificó 25 factores que se piensa que han contribuido a la disminución en el crecimiento de la productividad en este país. Lo que se presenta en las siguientes subsecciones son factores que han sido estudiados por varias organizaciones y personas. Puede ser que no se encuentre unidad en medio de la diversidad, pero por lo menos puede obtenerse un punto de partida para futuras investigaciones.

Factores más comunes que afectan la productividad:

- La inversión.
- La razón capital/trabajo.
- La investigación y desarrollo.
- La utilización de la capacidad.
- La reglamentación del gobierno.
- La vida de la planta y el equipo.
- El costo de energía.

- La mezcla de la fuerza de trabajo.
- La ética del trabajo.
- La influencia sindical.
- La administración.

2.8 MODELO DE BENEFICIO DE LA PRODUCTIVIDAD.

Por tradición, los empleados y los sindicatos están siempre recelosos de las intenciones de la administración cuando se trata de mejoras la "Productividad" debido a las consecuencias que acarrean tales mejoras. Muchas veces el resultado del mejoramiento de la productividad del trabajo en las empresas de Estados Unidos fue el despido de empleados, lo que ciertamente provoca malestar, en particular cuando se hace sin previo aviso. Por otro lado, muchas otras compañias han aprovechado los beneficios de las mejoras a la productividad para no contratar nuevos empleados cuando las cargas de trabajo aumentan, o para dejar que el malestar de los trabajadores resuelvan el problema cuando la mano de obra es escasa. En muchos casos, mientras que los administradores y los ingenieros industriales dedican su atención a las ganancias en la productividad del trabajo, puede haber muchas oportunidades para mejorar las productividades de materiales, capital, energía y otras que con frecuencia se ignoran. Aun cuando en una organización se puede mejorar la productividad del trabajo, sin los costos totales por unidad de producto o servicios no se reducen y si la calidad del producto o servicio no es mejor, parecería no ser un mejoramiento real de la productividad. Cuando se intenta disminuir el número de trabajadores (con la esperanza de mejorar la productividad), una empresa puede automatizar su planta tanto que los ahorros en mano de obra queden excedidos en mucho por los costos de capital excesivos, causando en realidad un aumento por los costos unitario de fabricación del producto o servicios.

Como:

Precio / unidad = costo / unidad + margen de utilidad / unidad

Si el costo / unidad aumenta, la administración se verá obligada ya sea a reducir el margen de utilidad por unidad para salir a mano (si la competencia no permite aumentos de precio), o enfrentarse a una disminución en el porcentaje de mercado si concerva el mismo margen de utilidad. De cualquier manera, la administración de la empresa en cuestión tiene dos alternativas difíciles. Aun así, lo contrario – el lado favorable – es cierto cuando se disminuye el costo total por unidad y se mejora la calidad del producto o servicio (o almenos se conserva la anterior).

El mejoramiento de la productividad total de un producto o servicio da por resultado la disminución del costo total por unidad. Por lo tanto,la consecuencia del mejoramiento de la productividad total son dos estrategias administrativas favorables:

1) Reducir el precio de venta de un producto o servicio sin sacrificar el margen de utilidad actual.
2) Aumentar el margen de utilidad sin reducir el precio de venta.

Si se adopta la estrategia 1 como resultado del mejoramiento de la productividad total:

1) Los consumidores se beneficiarán con el ahorro al comprar el producto o servicio a menor precio con la misma calidad o mejor en elgunos casos.
2) Lo más probable es que la empresa se beneficie ganando un mayor porcentaje de mercado y esto a su vez, puede crear oportunidades que generen ingresos mayores y aprovechen las ventajas de las economías de escala.
3) Los empleados se beneficiarán con un aumento a su salario real (si es que

la organización hace un reparto de utilidades honesto entre sus empleados).

Si se sigue la estrategia 2 como resultado del mejoramiento de la productividad total:

1) Los accionistas o dueños de la empresa se beneficiarán a través de mayores dividendos sobre sus acciones. También la empresa tendrá mejor oportunidad de reinvertir las utilidades en nuevos productos, servicios, procesos y negocios.

Cuando las unidades económicas básicas de una nación – empresas de manufactura y servicios – se benefician de esa manera, la nación como un todo, también se beneficia mediante una economía fuerte y sana. El poder económico de un país con frecuencia trae consigo mayor poder politíco y seguridad nacional. Así, el mejoramiento de la productividad total de las organizaciones beneficia a todos: consumidores, empleados, dueños, accionistas, la sociedad y la nación como un todo.

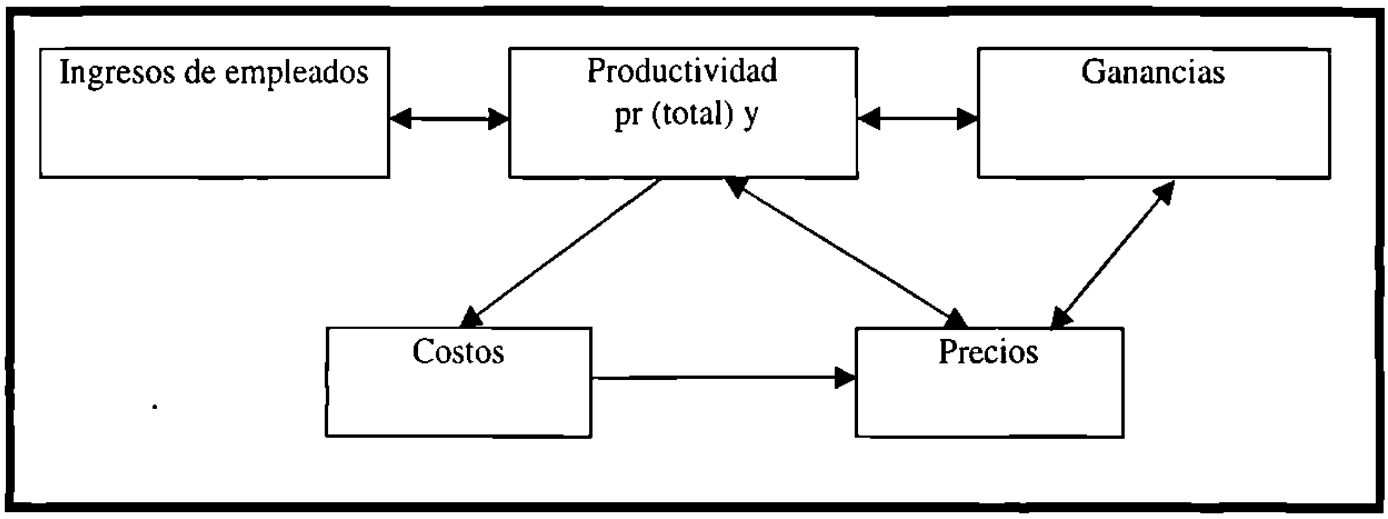


Figura 2.4 El modelo de beneficios de la productividad.

2.9 ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.

Aunque los administradores de las empresas se han ocupado de administrar la productividad, en general lo han venido haciendo de una manera informal. Sólo recientemente se le ha dado un significado formal el término "administativo de la productividad". Tanto las empresas manufacturas como las de servicios han reconocido la importancia de asignar la responsabilidad a un "director de productividad" o"administrador de productividad". Hace algunos años, se comenzó a sentir la necesidad de una asociación de administradores de productividad y en 1982 se creó en Skokie, Ilinois La American Productivity Management Association.

Enseguida se da la definición formal de administración de la productividad.

La administración de la productividad es un proceso administrativo formal en que intervienen todos los niveles de la administración y los empleados con el objetivo final de reducir el costo de fabricar, distribuir y vender un producto y servicio a través de una integración de las cuatro etapas del ciclo productivo, a saber, medición, evaluación planeación y mejoramiento de la productividad.

Las cinco palabras claves (subrayadas) en esta definición son: formal, administración, empleados, costos e integración. Esta definición implica que la administración de una empresa establesca una estructura formal para administrar y controlar el nivel de productividad y su tasa de crecimiento. Tanto la administración como los trabajadores deben tomar parte activa en cualquiera que sea el enfoque más apropiado para su empresa, llámese "participativo", "de equipo" o "de consejo". Lo que importa es recordar que deben comprometerse todos los responsables de hacer que la organización sea productiva. No basta la medición de la productividad o su mejoramiento por sí solos para lograr un proceso formal de administración de la productividad. Ambos aspectos se tienen que integrar a la evaluación y la planeación de la productividad.

La prueba fundamental para un proceso administrativo de la productividad es la reducción del costo del producto o del servicio. En otras palabras, una empresa debe estar en posición de disminuir los precios de venta de sus productos o sus servicios sin sacrificar sus márgenes de utilidad. Cuando una empresa no puede controlar sus costos, la mejor manera de sostener sus ganancias es aumentar los precios; desafortunadamente, esto causa inflación.

Debe hacerse notar, en particular, la palabra "formal" en la definición de administración de la productividad ya que implica un compromiso con el proceso productivo a los más altos niveles de la corporación. Este proceso debe ser organizado y controlado por una filosofía administratva que venga desde el más alto nivel directivo hasta el nivel operativo más bajo. Esto es más decirlo que llevarlo a la práctica, pero el éxito de un proceso de administración de la productividad depende de un alto grado de compromiso y participación de todos los niveles en la empresa. Si el control estadístico de calidad es una actividad diaria y normal en la empresas japonesas de hoy, se debe a que,en todos los niveles, los empleados muestran un sentido profundo de compromiso y dedicación. Por supuesto, éste ha sido el resultado de cerca de veinte años de educación y capacitación, pero el factor más importante del éxito de los japoneses es el control de la calidad ha sido el grado de compromiso. Dado que el mejoramiento de la calidad casi siempre lleva a un mejoramiento de la productividad, han podido competir en los mercados mundiales tanto con precios más bajos como con niveles más altos de calidad que sus competidores.

2.10 BENEFICIOS DE LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD A NIVEL INDUSTRIAL.

La medición de la productividad con base en cada sector tiene por lo menos cuatro ventajas:

1. Indicadores económicos. Dentro de un país, las medidas de la productividad a nivel industrial o sectorial pueden ser indicadores económicos útiles para establecer el desempeño económico de ese país. Como estas medidas identifican los mejores sectores y aquellos con fallas, las áreas que son un problema potencial se pueden detectar para examinarse con detalle.
2. Análisis de la fuerza de trabajo. Una vez que se cuenta con las medidas de productividad, es posible analizar los cambios en la utilización de la fuerza de trabajo, las proyecciones, las tendencias de los costos y los efectos que los avances tecnológicos pueden tener sobre el empleo y desempleo de la industria. También es posible comparar el progreso productivo de ciertos sectores en diferentes países.
3. Análisis del desempleo de las empresas. Por medio de las medidas de productividad se puede comparar el empeño de las empresas individuales respecto a las del mismo sector.
4. Pronósticos de empresa y comercio. Estas medidas también pueden ser una gran ayuda para la asociacion de empresas y comercio al pronosticar los patrones del crecimiento del sector, las condiciones futuras etc.

2.11 MEDICION DEL TIEMPO EFECTIVO.

La medición de la productividad parcial o total, implica que las líneas productivas se encuentren trabajando la mayor parte del tiempo que tienen disponible. Donde el tiempo disponible, es quel que la máquina tiene asignación de producción. El tiempo efectivo, es el tiempo en que realmente la máquina trabajó a razón del tiempo disponible. Esto es:

$$\% \text{ Tiempo Efectivo} = \left[\frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo de demoras}}{\text{Tiempo disponible}} \right] \times 100$$

3. DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACION DE TUBERIA.

3.1 DESCRIPCION GENERAL DE LA EMPRESA.

Hylsa División Aceros Tubulares es uno de los seis negocios del grupo Hylsamex. Está ubicada en San Nicolás de los Garza, Nuevo Leon, junto a su proveedor División Aceros Planos. Su capacidad instalada es de 288 mil toneladas por año.

Los productos que se fabrican en esta empresa son los siguientes:

- Tubería de acero en diámetros de 1/2 a 4 ½ pulgadas.
- Tubo negro y galvanizado.
- Tubería conduit para conducción de cables eléctricos.
- Tubería para uso petrolero de norma API.
- Perfil estructural rectangular (PER).
- Tubería mecánico estructural.

Los mercados a los que abastece el producto son los siguientes:

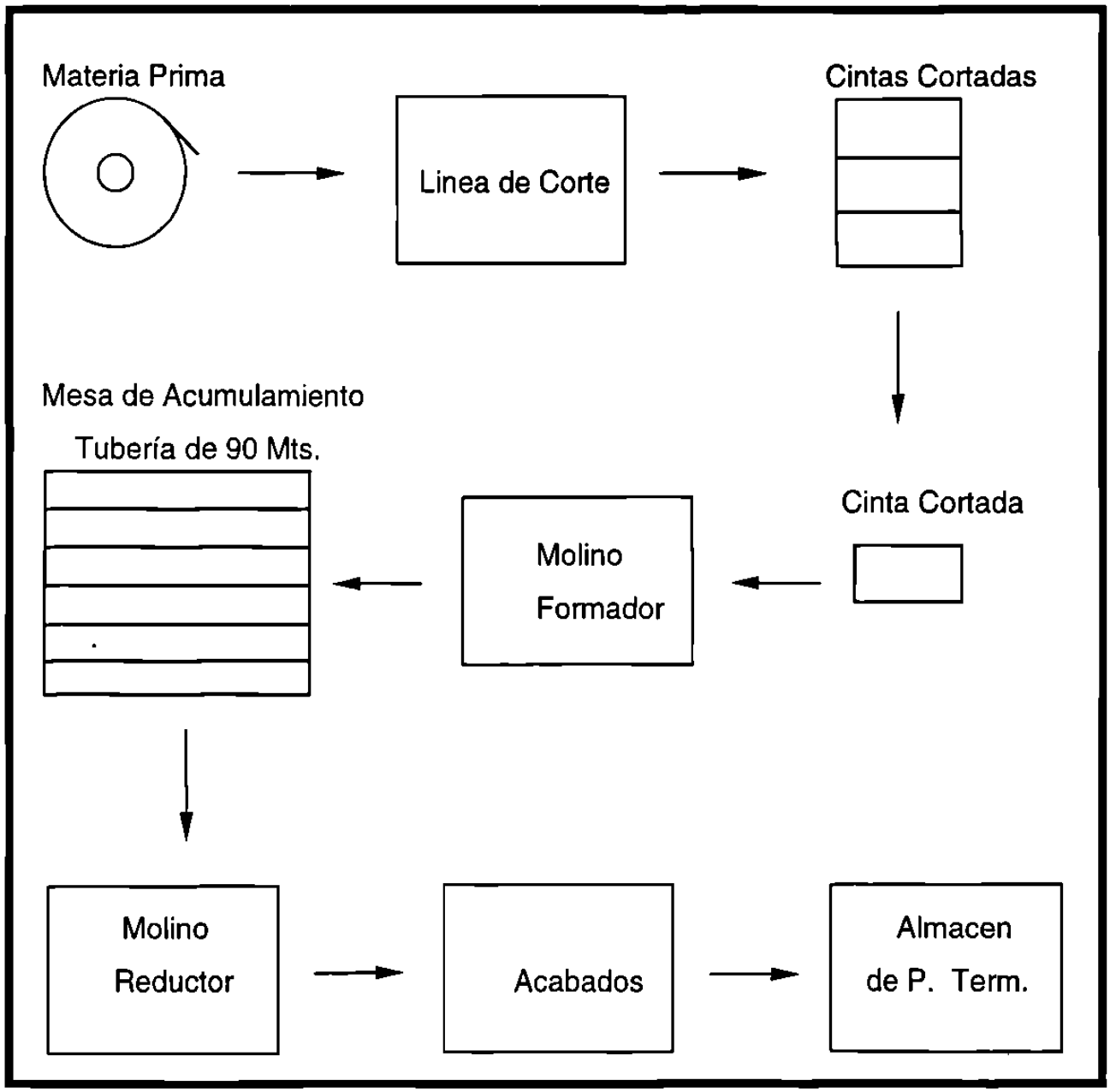
- Industria de la construcción.
- Industria petrolera.
- Industria de transformación

3.2 PROCESO PARA LA FABRICACION DE LA TUBERIA DE ACERO.

El proceso consta de las siguientes lineas productivas:

- Linea de Corte.
- Molino Formador.
- Molino Reductor.
- Acabados.
- Almcén de Producto Terminado y Embarques

Figura 3.1 Diagrama de flujo del proceso para la fabricación de de tubo de acero:



Materia Prima.

El departamento de Control de Produción genera una orden de compra de rollos de lámina, hacia la División de Aceros Planos, los cuales tienen un peso de 8 a 14 toneladas aproximadamente. No todos los rollos tienen las mismas características en cuanto a composiciones quimicas y espesor, por eso dependiendo de la norma, especificaciones o requerimientos del cliente, es el tipo de lámina que se va a cortar para posteriormente convertirse en tubo. El promedio mensual aproximadamente que se consume de esta materia prima es de 12,000 a 15,000 toneladas.

Línea de Corte.

Los rollos de lámina son cortados longitudinalmente a un cierto ancho, medida para fabricar un tubo crudo o con costura, para posteriormente enrollarse estas cintas y enviarse al Molino Formador por medio de un montacargas.

Molino Formador.

El Molino Formador consta de varios equipos para poder fabricar un tubo como son:

- Desenrollador
- Estación de Soldado Transversal
- Acumulador
- Sección de Preformado
- Sección de Formado
- Estación de Soldado Longitudinal
- Sección de Enfriamiento
- Sección de Calibrado
- Carro Cortador
- Mesa de Acumulamiento

Desenrollador.

Las cintas cortadas por la línea de corte se alimentan al Molino Formador por medio de un montacargas. Mediante un polipasto se deposita la cinta de lámina en el madril de expansion hidráulico que es movido por un motor hidráulico, la función de esta máquina es desenrollar la cinta de lámina para alimentarla a la estación de Soldado Transversal y posteriormente al Acumulador.

Estación de Soldado Transversal.

Esta máquina une la cinta de lámina, mediante una soldadura de arco eléctrico, que está en el desemrollador (punta) y la que se termina de alimentar al Acumulador (cola), esta unión es para mantener el proceso constante y que las maquinas en los prosesos siguientes no se detengan.

Acumulador de lámina.

El acumulador es una máquina en forma rectangular y vertical, con un motor y un rodillo de presión, el cual, una vez soldada la cola y punta de la lámina, almacena la lámina que se esta desenrollando para que el proceso de fabricación no se detenga mientras se realiza la soldadura transversal.

Sección de Preformado.

En esta sección la lámina entra a unos rodillos que empiezan a doblarla, de tal forma que cuando sale de esta sección la lámina adquiere la forma de un semicírculo.

Estos rodillos son movidos por un motor de corriente directa que ensambla por medio de un cople a un reductor de velocidad (mecanico por engranes) y a su vez este reductor con una barra cardan que va hasta las chumaceras de los rodillos.

Sección de Formado.

En esta sección la lámina que ya es un semicirculo entra a unos rodillos que se encargan de darle la forma circular, es decir, la lámina al salir de esta sección ya tiene la forma de un tubo pero abierto en toda su longitud. Estos rodillos son movidos por un motor de corriente directa que ensambla por medio de un cople a un reductor de velocidad y a su vez este reductor con una barra cardan hasta los castillos donde se encuentran los rodillos.

Estación de Soldado Longitudinal.

En esta sección, el tubo ya formado pero abierto longitudinalmente es tocado por unos contactos de cobre los cuales hacen circular una corriente en las paredes del tubo, esta corriente es generada a alta frecuencia de aproximadamente 300 Khz y se concentra en la orillas de la lámina poniendolas al rojo vivo, ya en estas condiciones pasa por unos rodillos especiales que por medio de presion se solda o se pega una con otra formandose el tubo ya soldado.

Después el material excedente de esta soldadura se retira por medio de un buríl rebabeador exterior e interior, hasta que el tubo sale ya formado, soldado longitudinalmente y rebabeado exterior e interiormente.

Sección de Enfriamiento.

En esta sección el tubo entra muy caliente por el proceso anterior. El medio refrigerante es agua mezclada con aceite soluble, también contiene bactericida a un 4% para evitar cualquier tipo de cultivo bacteriano. Esta zona mide aproximandamente 3 metros de largo y le baja la temperatura al tubo formado a la del ambiente.

Sección de Calibrado

En esta sección el tubo entra con 0.030" arriba del diámentro exacto, por lo cuál, los rodillos le dan el diámetro exacto final (4 1/2"). También en esta zona

los rodillos son movidos por un motor de corriente directa que mueve un reductor y este por medio de unas barras mueven los rodillos.

Carro Cortador

En esta sección el tubo es cortado a una longitud aproximada de 90 metros, mediante un carro cortator, el cual, iguala la velocidad del tubo para después atraparlo con unas mordazas y cortarlo con unas cuchillas circulares que giran alrededor de él.

Mesa de Acumulamiento

El tubo ya formado es depositado en una mesa de acumulamiento mediante unos volteadores, en la cuál se le introduce a cada tubo una pieza de plástico (llamada bala) que es empujada por aire a presión, para eliminar la rebaba del interior y el exceso de agua con aceite soluble.

Molino Reductor.

Los tubos de 90 metros se alimentan por medio de unos rodillos acarreadores a un Horno de Inducción eléctrico, el cual induce una corriente al tubo a traves de unas bobinas, para ponerlo al rojo vivo (alrededor de los 1000 grados centígrados) y pasarlo por una serie de rodillos, los cuales reducen y estiran el tubo hasta darle un diámetro final específico.

Acabados.

Una vez fabricado el tubo, se le hace un corte en la boca a 45 grados generalmente, para después someterlo a una presión de agua con aceite soluble de aproximadamente 1200 psi. La tubería que pasa esta prueba se pinta con un barniz y se empaqueta, o se galvaniza y se empaqueta, para finalmente enviarse al departamento de Almacen de producto Terminado.

Almacen de Producto Terminado.

Se recibe el producto terminado, ya sea para su almacenamiento o embarque hacia el Cliente.

4. DESCRIPCION DE LA FABRICACION DE TUBERIA A TRAVES DE UN MOLINO REDUCTOR.

4.1 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DEL MOLINO REDUCTOR.

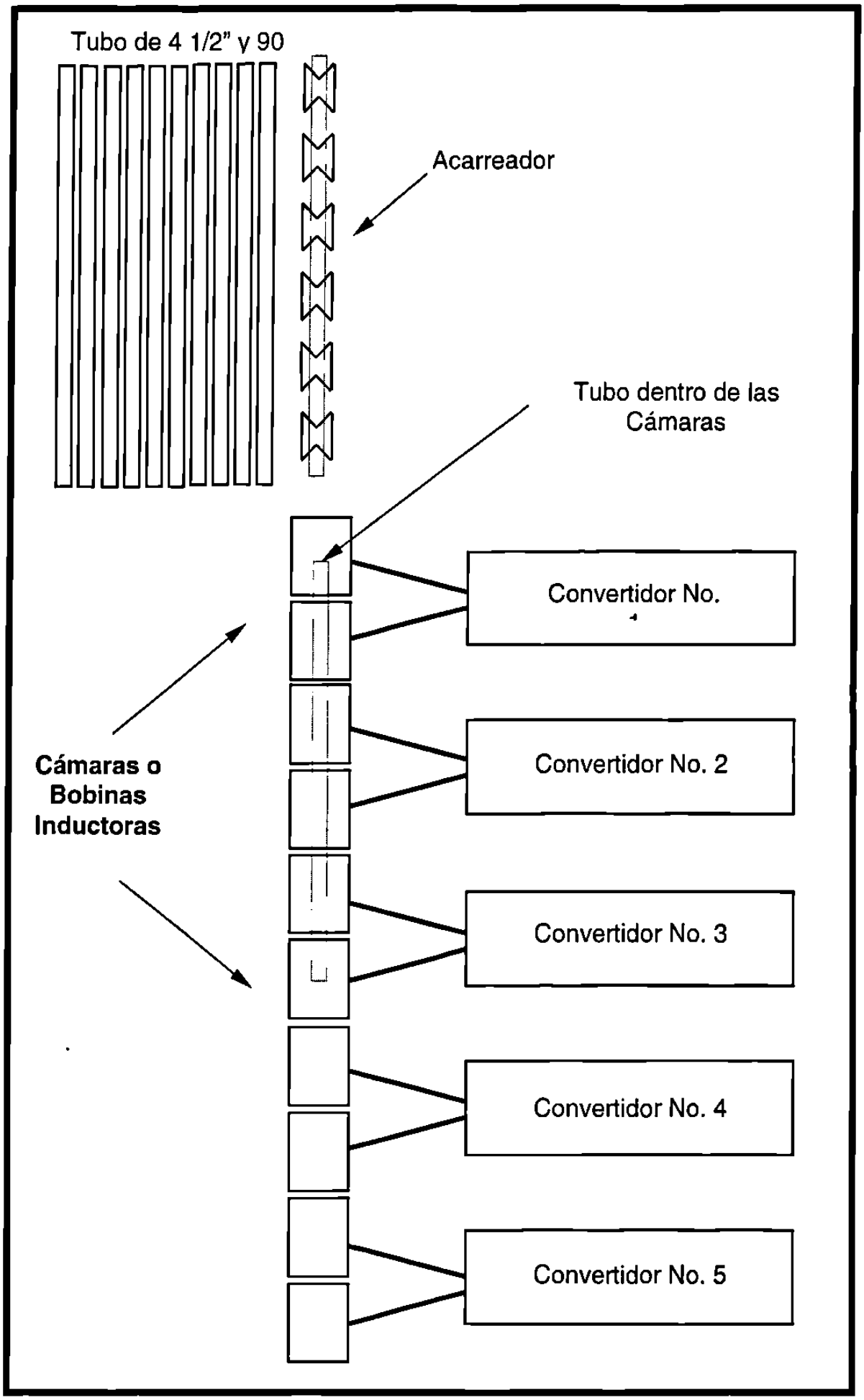
El área del Molino Reductor cuenta con varios equipos, los cuales se conjuntan para poder fabricar un tubo sin costura:

- Horno de Inducción
- Molino
- Sierra Voladora
- Mesa de Enfriamiento
- Sierras Ohler
- Enderezadora
- Torno y Afilados

Horno de Inducción.

Una vez formado del tubo madre, de 4 1/2" y 90 metros, es pasado manualmente a un acarreador de rodillos, el cual transporta el tubo a través de unas bobinas especiales recubiertas con material refractario y enfriadas por agua; una bobina con su material conjunto es llamada cámara. Las cámaras estan conectadas a unos convertidores y cada convertidor tiene dos cámaras; en total son cinco convertidores y diez cámaras; todo este conjunto es llamado Horno de Inducción. Su función es inducir corriente de alta frecuencia al tubo y elevar su temperatura a un promedio de 1000 grados centígrados (al rojo vivo). El operador del Molino Reductor puede variar la temperatura del tubo para que éste no se funda o entre muy frío al Molino.

Figura 4.1 Diagrama del Horno de Inducción.



Molino.

El molino cuenta con 17 pasos, los cuales son llamados bastidores. Estos bastidores son un conjunto de tres rodillos que se encuentran orientados a 120 grados uno de otro. El diámetro de cada bastidor es diferente, ya que para producir un tubo de 1/2", el tubo madre necesita pasar por 17 pasos, los cuales lo reducen al diámetro exigido por la norma. Como los diámetros de los bastidores son diferentes, las velocidades tangenciales también son diferentes.

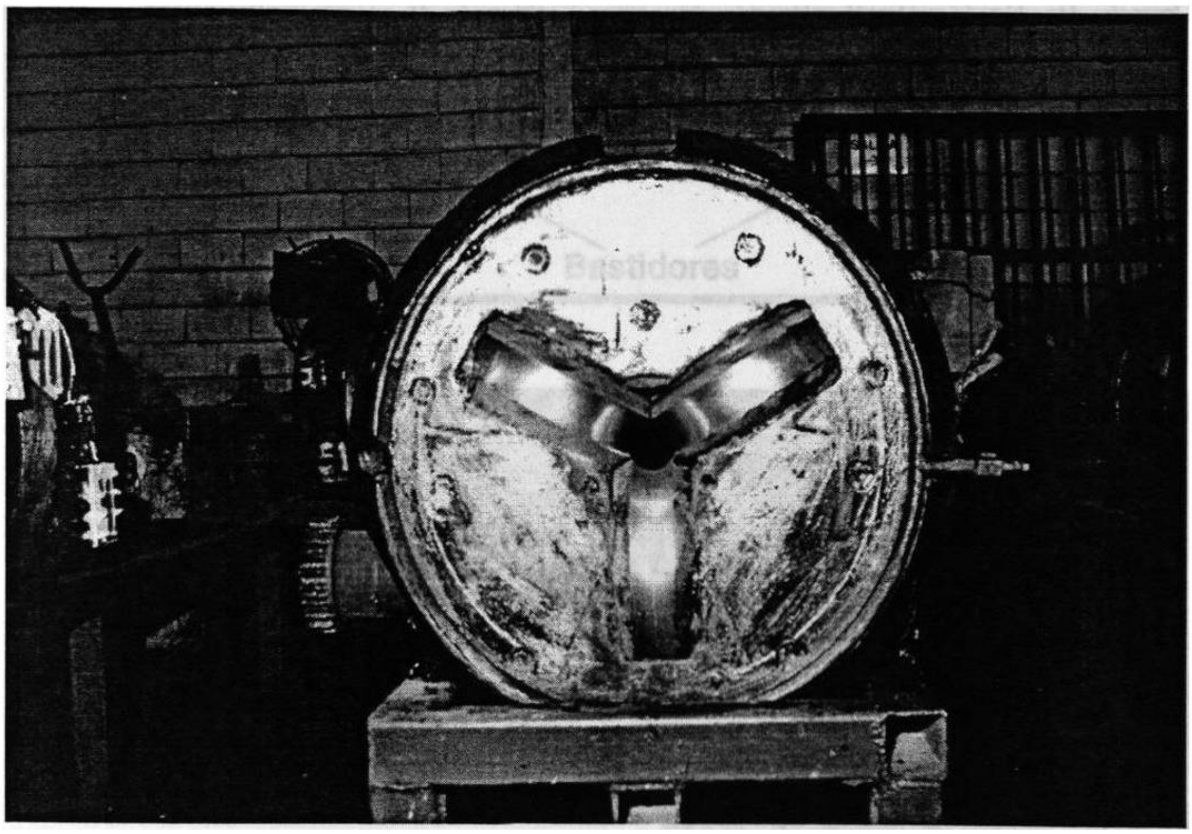
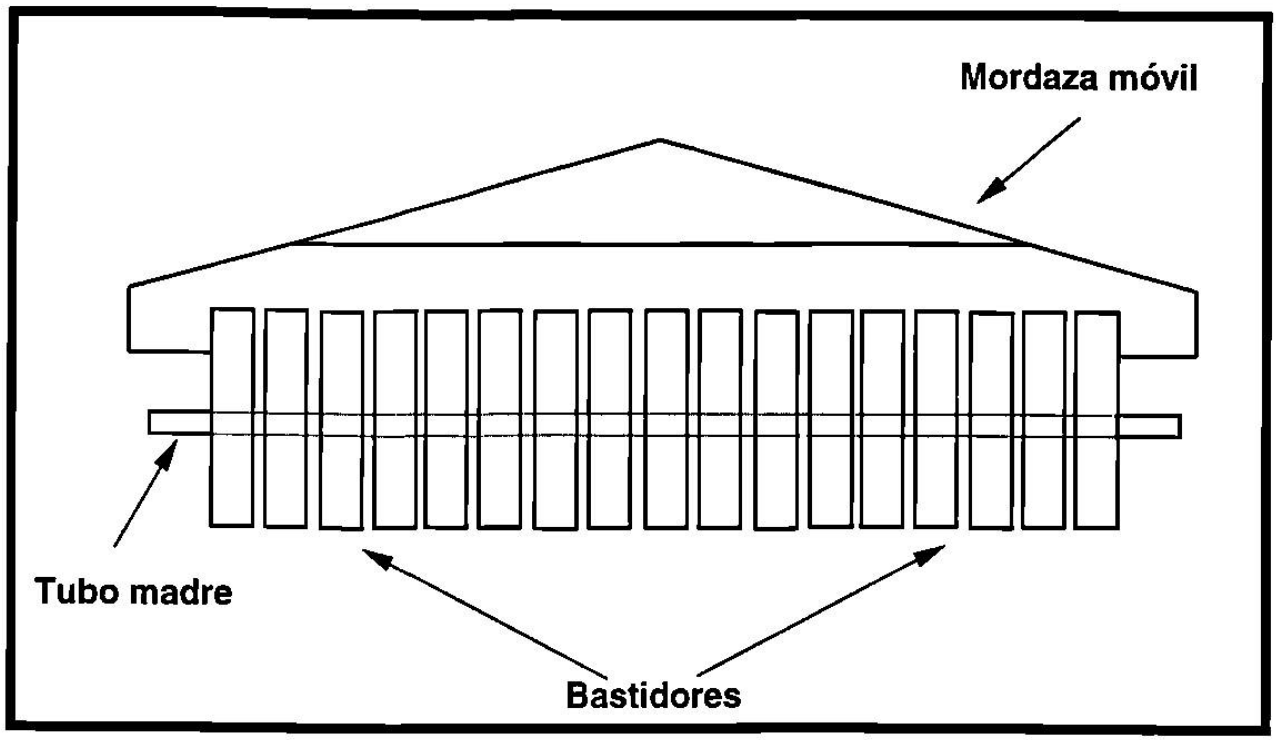


Foto 4.2 Bastidor.

Figura 4.3 Esquema de la sección del Molino.



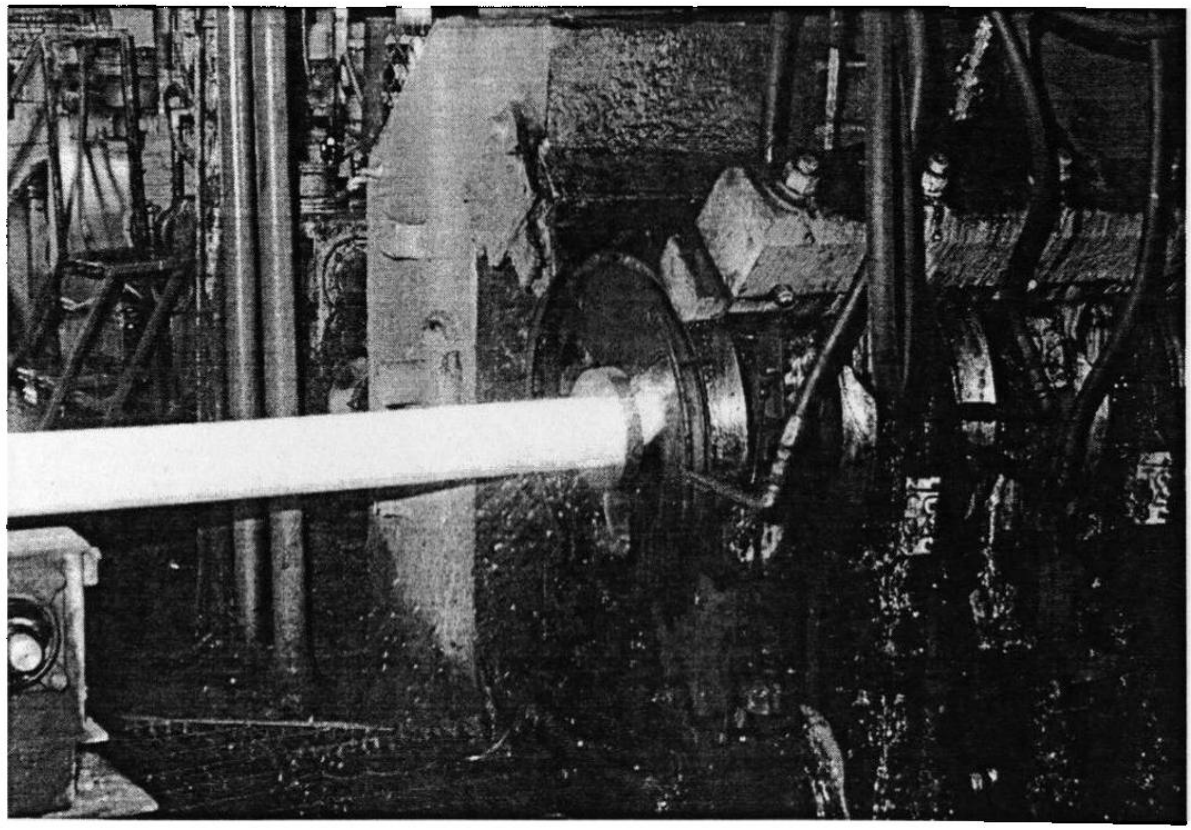


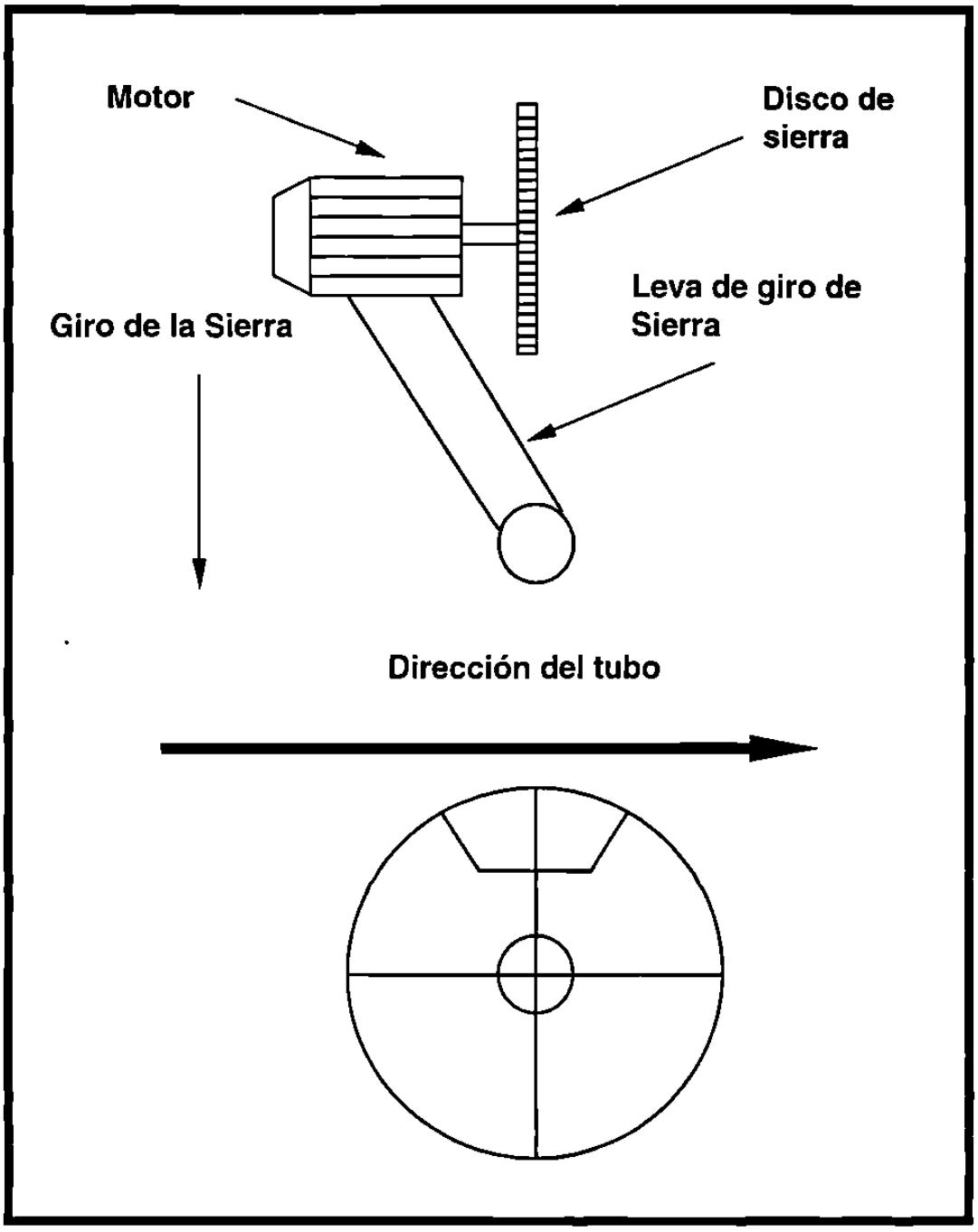
Foto 4.4 Sección del Molino.

Para fabricar cualquier otro producto de diferente diámetro se utilizan también diferente número de bastidores o pasos. Conforme se van desgastando los rodillos por su uso normal, llega un momento en que se deben de rectificar para un paso anterior, ya que estos pasos son de mayor diámetro; para eso se cuenta con un torno especial para el rectificado de estos bastidores.

Sierra Voladora.

Una vez que el tubo es reducido al diámetro requerido, es cortado unos centímetros más largo de la longitud especificada, por medio de una Sierra Voladora. Esta Sierra es un motor con un disco de sierra que gira en forma circular en la dirección del movimiento del tubo, apoyandose durante el corte mediante un segmento de aluminio.

Figura 4.5 Esquema de la Sierra Voladora



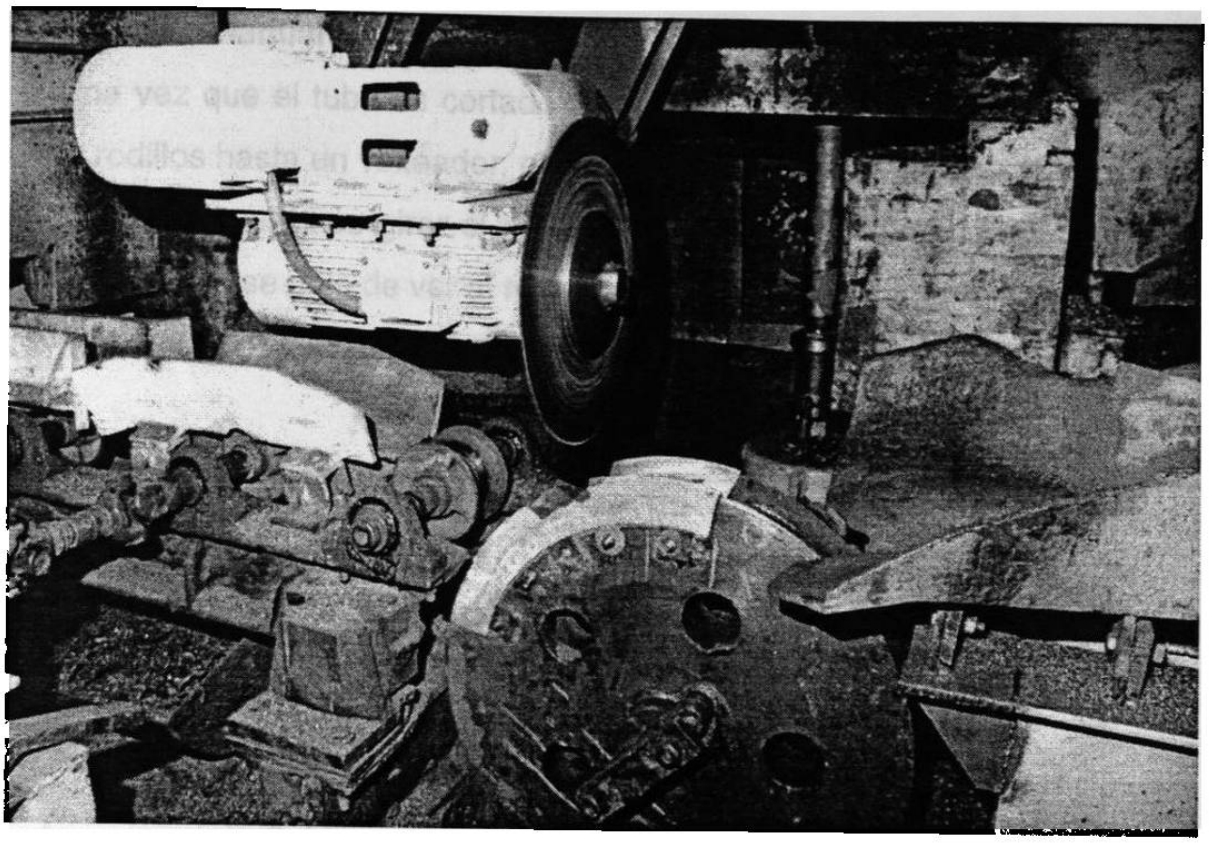


Foto 4.6 Sierra Voladora.

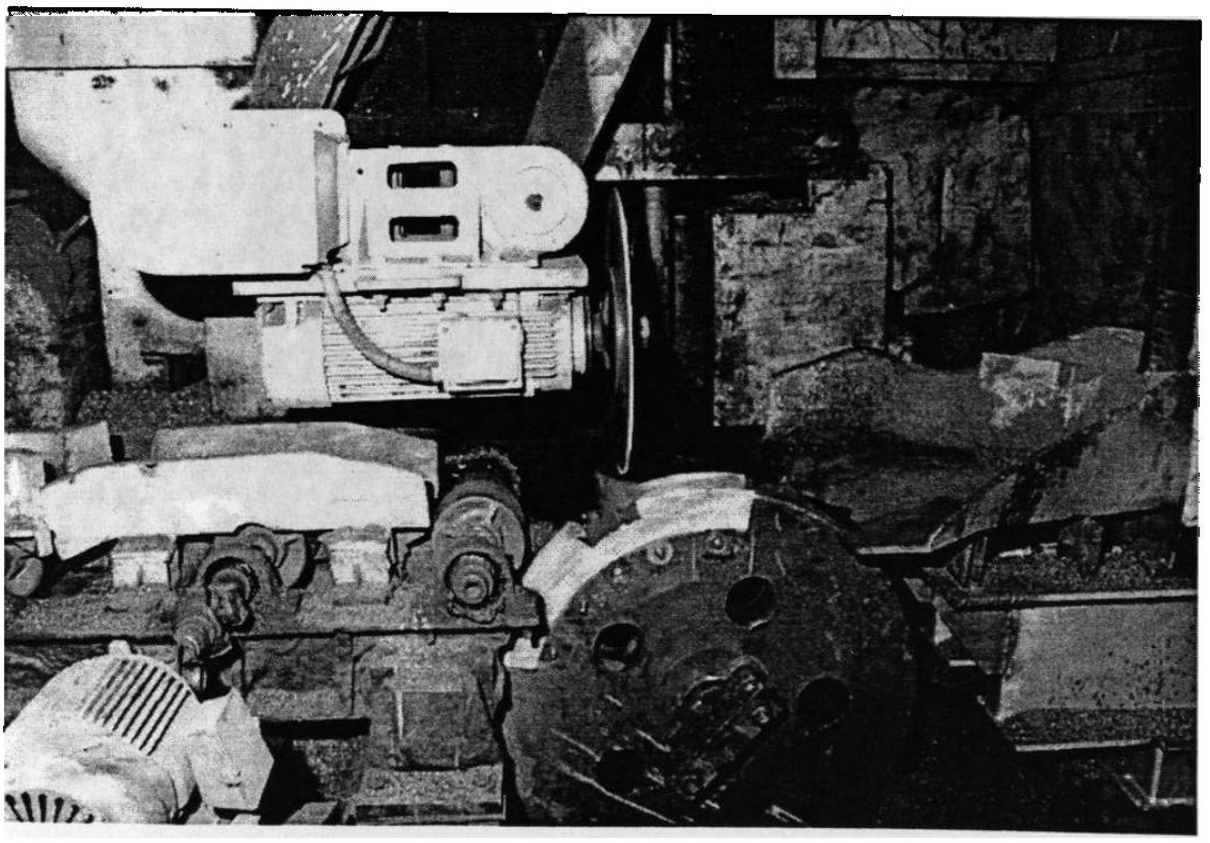
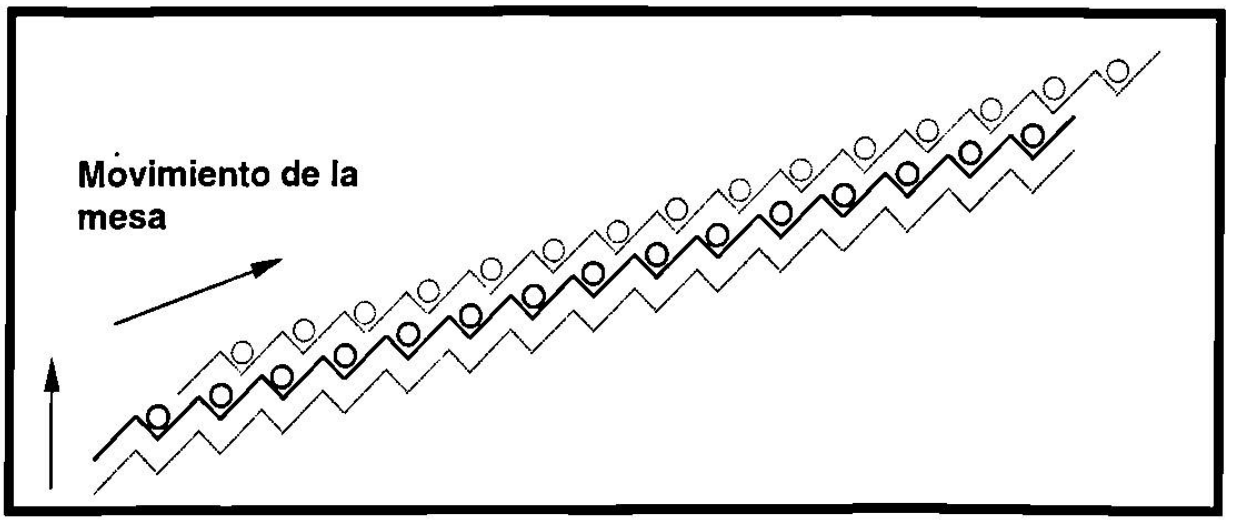


Foto 4.7 Sierra Voladora otro ángulo.

Mesa de Enfriamiento.

Una vez que el tubo es cortado por la Sierra Voladora, es transportado por unos rodillos hasta un volteador, el cual coloca el tubo sobre una mesa de picos inclinada, la cual hace girar el tubo para que se vaya enfriando a lo largo de ésta, para que se deje de ver al rojo vivo.

Figura 4.8 Mesa de enfriamiento.



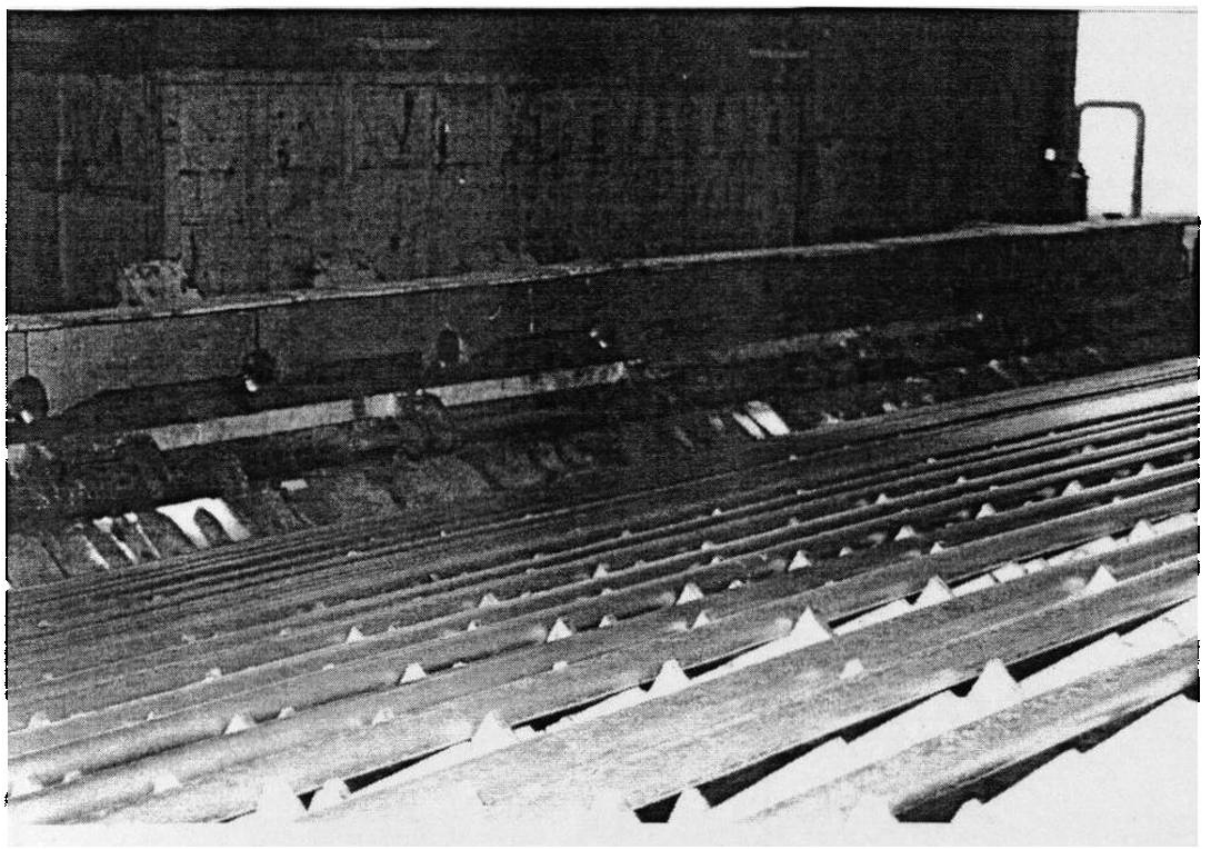


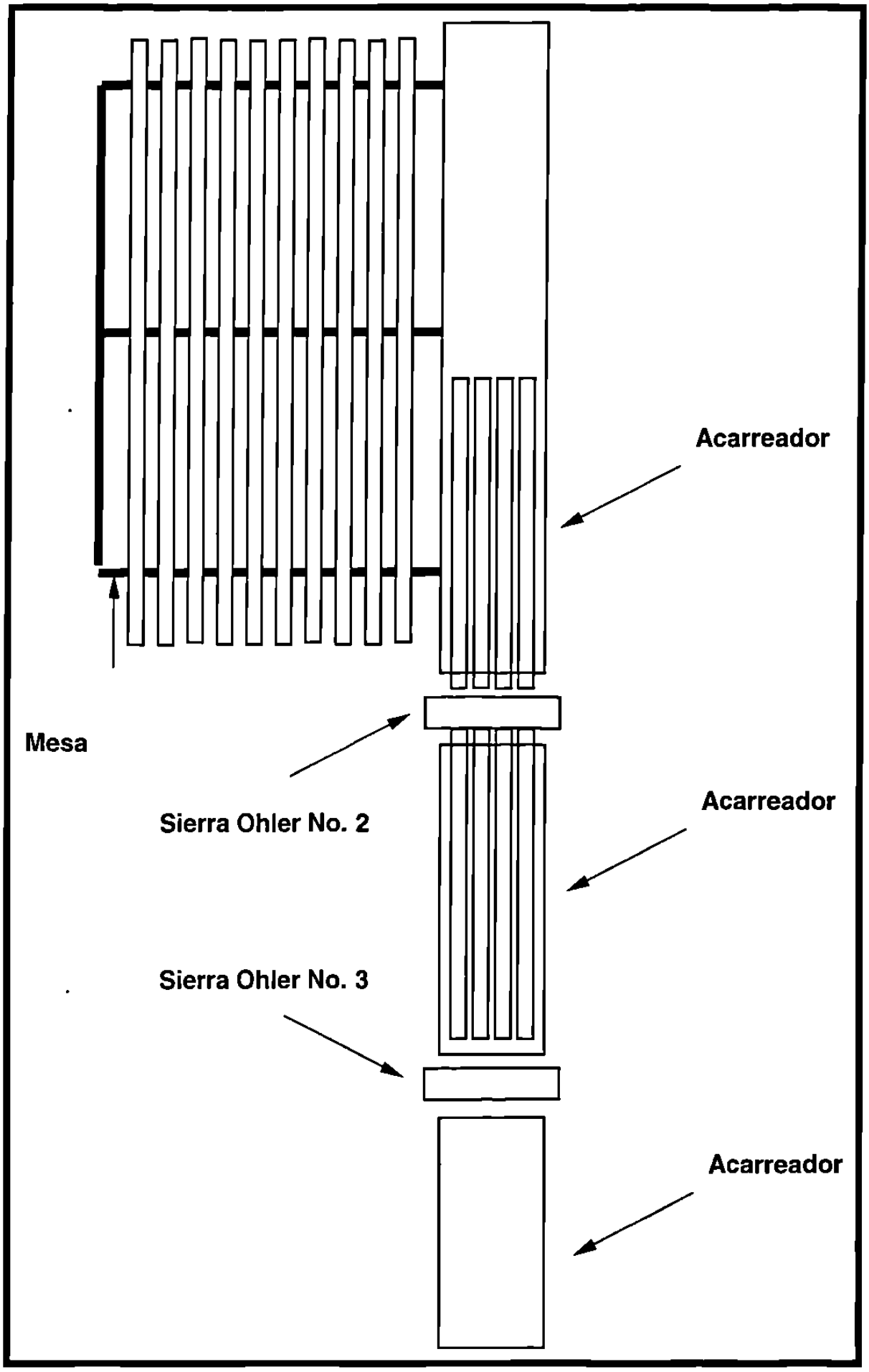
Foto 4.9 Mesa de enfriamiento.

Una parte de la Mesa de Enfriamiento es móvil, para que vaya girando y recorriendo el tubo hacia arriba. La parte móvil primero levanta el tubo de un pico de la mesa, y lo transporta hacia arriba en dirección del siguiente pico de la mesa, al llegar ahí baja el tubo ligeramente desfasado del pico, para que éste gire y se soporte en dicho pico. Este proceso continua a lo largo de toda la mesa hasta llegar a un plano inclinado.

Sierras Ohler.

Después de que el tubo llega al plano inclinado es depositado sobre unos rodillos acarreadores, los cuales transportan el tubo hasta un tope, el cual se encuentra a la longitud requerida por la orden de producción. Una vez que el tubo se detiene en el tope, es sujetado mediante unas mordazas y cortado con unos discos de Sierra.

Figura 4.10 Diagrama de las Sierras Ohler.



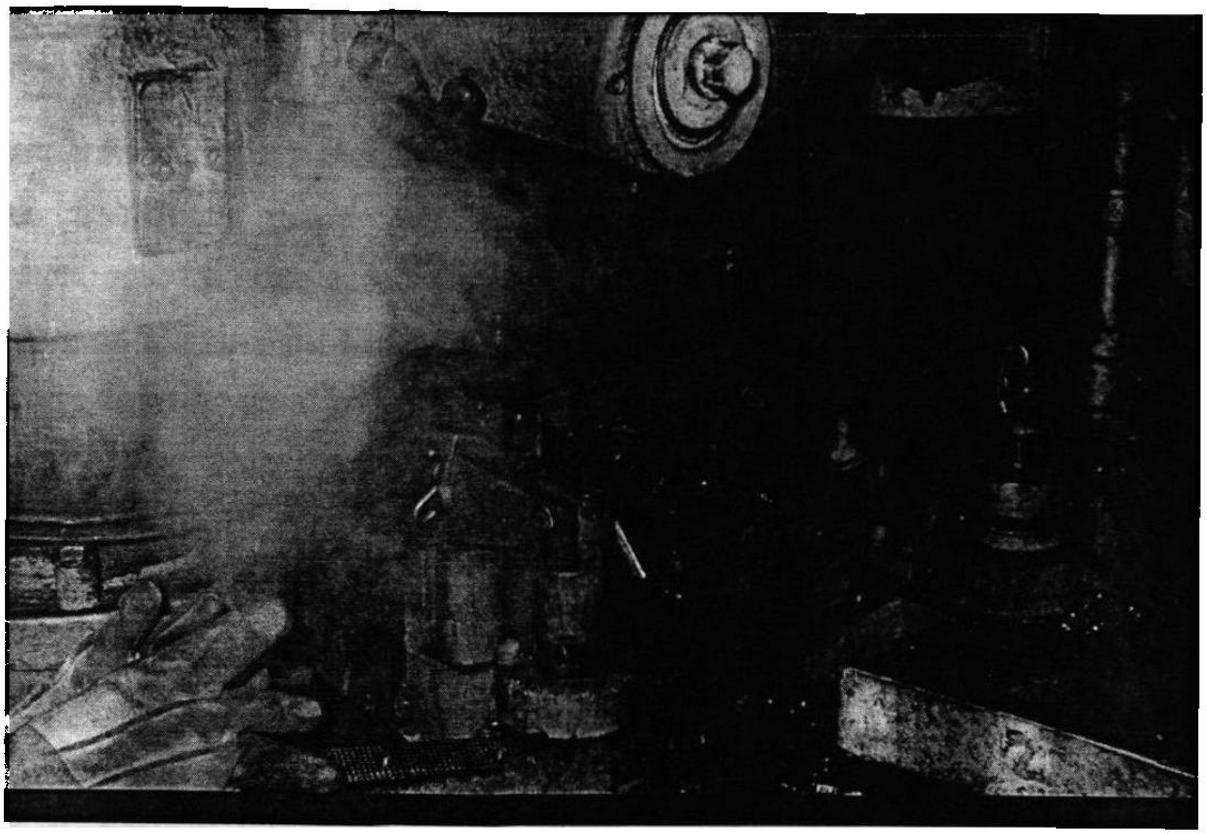


Foto 4.11 Sierra Ohler No. 2.

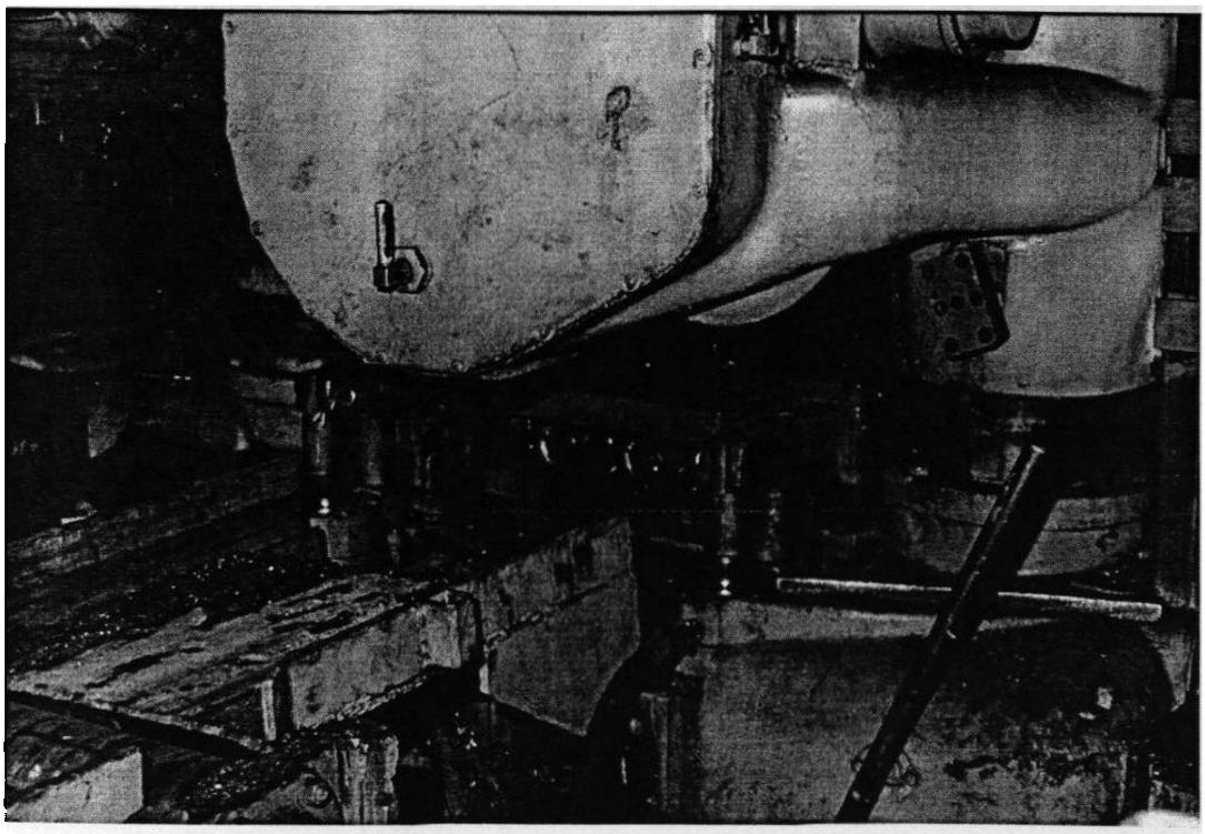


Foto 4.12 Sierra Ohler No. 3.

Enderezadora.

Después de que el tubo es cortado a la medida es alimentado a una enderezadora para que la rectitud del tubo este dentro de la norma, ya que al ponerse al rojo vivo y por el movimiento de la mesa de enfriamiento éste se enchueca. La enderezadora consta de cinco rodillos los cuales hacen girar el tubo para que éste salga con la rectitud deseable. El tubo enderezado es depositado en unas bolsas, donde una vez que se llenan éstas, se traslada el paquete de tubos al departamento de Acabados mediante una grua viajera.

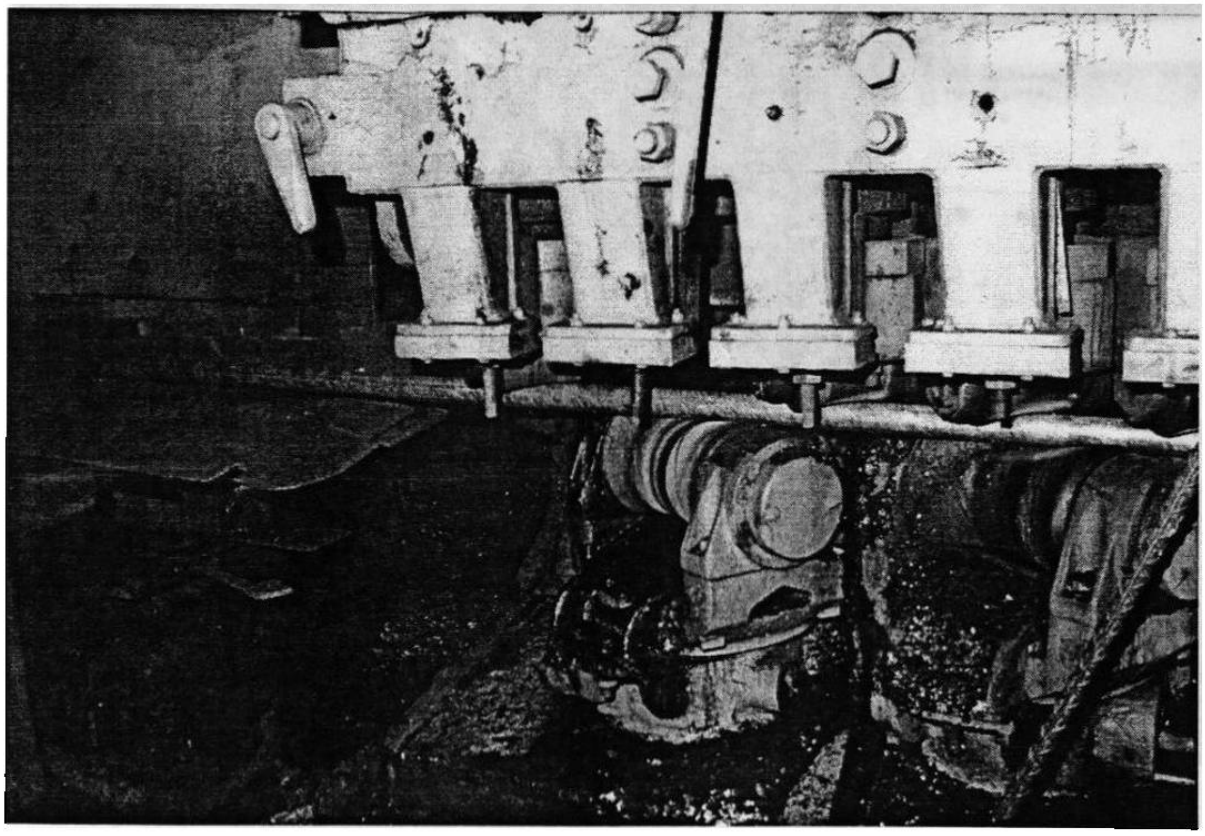


Foto 4.13 Enderezadora.

Torno y Afilados.

En esta área se tornean los bastidores al diámetro especificado de cada paso en cada corrida. Conforme se van torneando los bastidores, se van recorriendo al paso anterior hasta llegar al primer paso; cuando esto sucede y el bastidor se encuentra desgastado, éste se desarma para armarlo nuevamente con un juego de rodillos nuevo y se rectifica, colocándolo en el último paso de la corrida de 1/2".

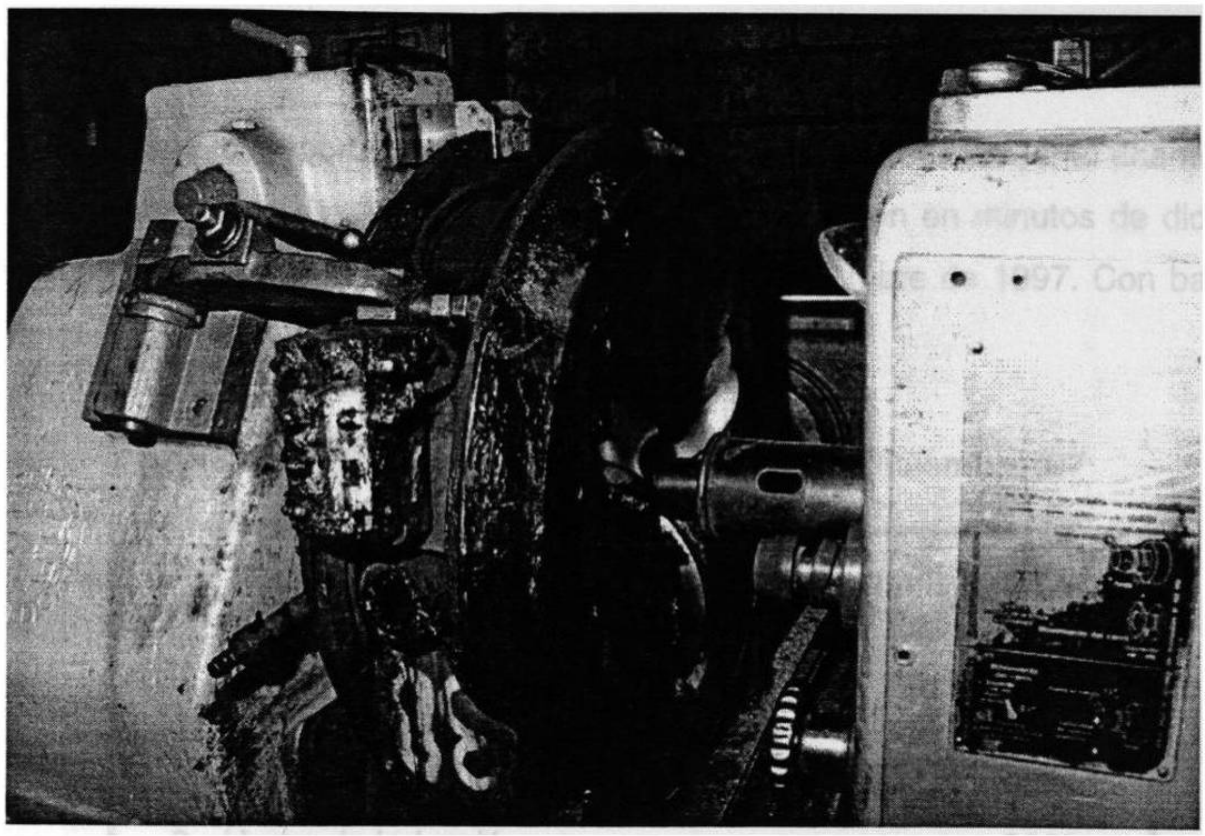


Foto 4.14 Torno.

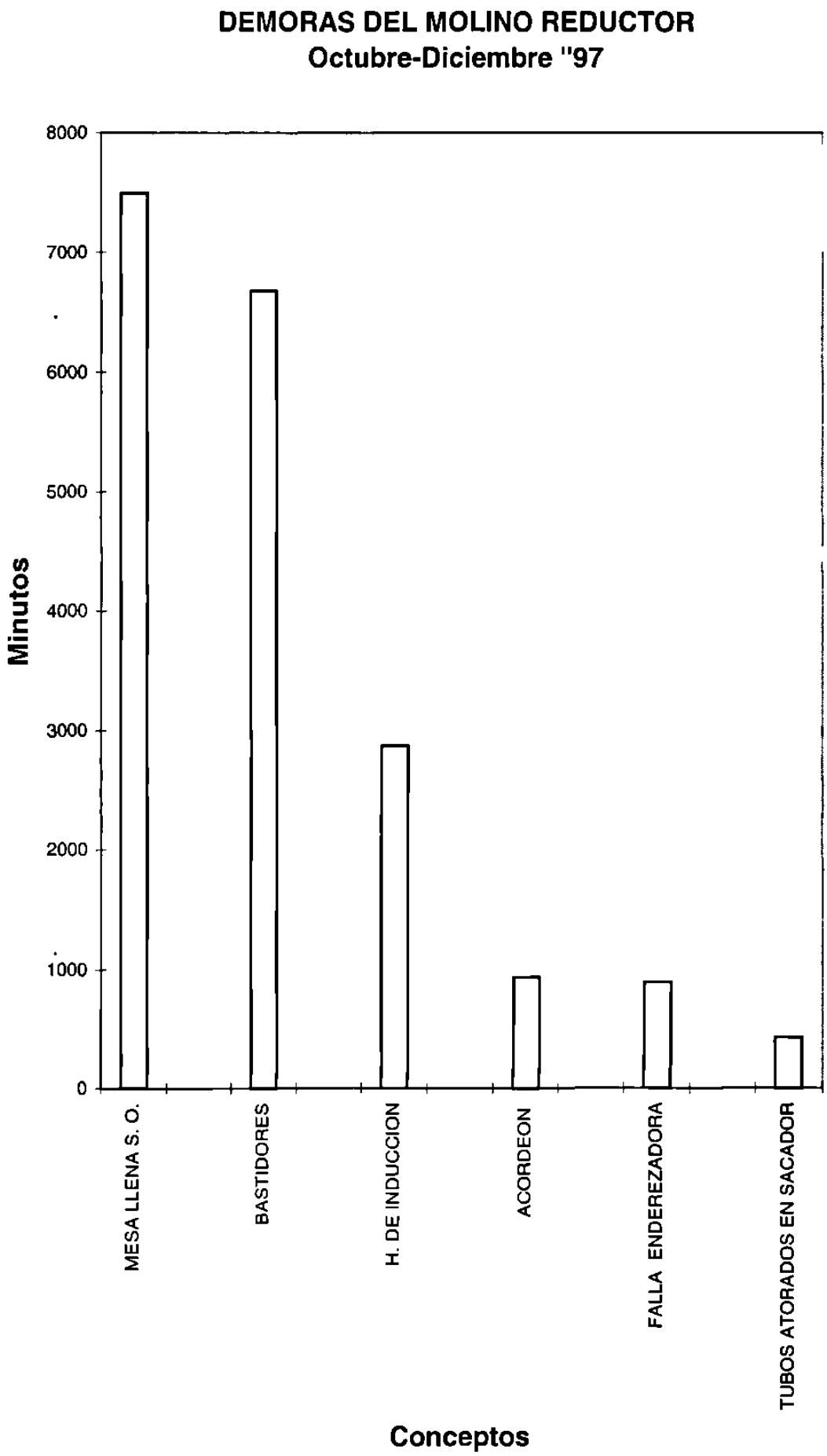
5. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.

5.1 ANALISIS DE LOS REPORTES DE DEMORAS.

Mediante los reportes de demoras del Molino Reductor se alimentó una hoja de cálculo con la descripción de la demora y la duración en minutos de dicha demora de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre de 1997. Con base en esta información se obtuvo lo siguiente:

Tabla 5.1 Tabla de demoras de Octubre – Diciembre '97

CONCEPTOS	MINUTOS
1. Mesa llena por Sierras Ohler	7496
2. Bastidores	6674
3. Horno de Inducción	2868
4. Acordeón	930
5. Falla en Enderezadora.	892
6. Tubos Atorados en Volteador	428



Gráfica 5.2 Demoras de Octubre – Diciembre '97

5.2 DESCRIPCION DE LOS CONCEPTOS DE LAS DEMORAS.

Mesa Llena por Sierras Ohler.

La velocidad de producción del Molino Reductor es mayor, en todos los diámetros que produce, que la de las Sierras Ohler; por lo que éstas son un cuello de botella y representan una reestricción del sistema. Es por esta razón, que el Molino se debe detener para no amontonar la producción en las Sierras Ohler.

Bastidores.

En este concepto se encuentran englobados varios problemas referente a los bastidores como son: tubo rayado, ovalado, fuera de dimensiones, cambio e intercambio de bastidores, realizar prueba de cono, revisar diámetro y espesor, esmerilar bastidores y tomear bastidor por falla.

El cambio de un bastidor se ejecuta cuando se tiene algún tipo de problema con el tubo, ya que se reemplaza el bastidor que genera esto por uno recién rectificado. Cuando se tiene un problema de ovalamiento en el tubo, los dos últimos bastidores se intercambian para intentar corregirlo.

Para saber que bastidor esta generando algún problema, se realiza una prueba de cono, la cual consiste en meter el tubo al rojo vivo dentro de los pasos del Molino Reductor, detener el Molino, cortar los extremos que se encuentran fuera del Molino, enfriar el tubo con agua y sacarlo dándole reversa a la línea.

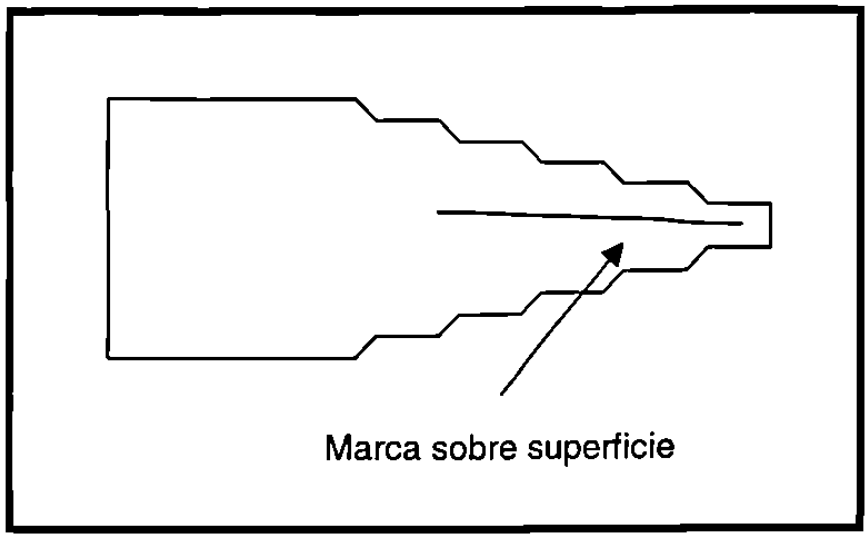


Figura 5.3 Prueba de Cono

Cuando no se tiene rectificado algún bastidor que se requiere cambiar (repuesto), se tiene que esperar a rectificar uno para poder resolver el problema.

Horno de Inducción.

Dentro de este concepto se incluyen las demoras de Horno botado, falla eléctrica en el Horno de inducción, cámara de inducción dañada y Horno no oscila.

Los Convertidores del Horno hacen pasar por las cámaras de inducción (bobinas recubiertas con material refractario) una corriente de alta frecuencia, la cual genera un potente campo magnético que induce sobre el tubo una corriente eléctrica lo suficientemente grande para calentarlo y ponerlo al rojo vivo.

El concepto de Horno botado y el de fallas eléctricas tienen muchas causas variadas, si entra un tubo chueco a las cámaras y éste las golpea se protége el horno de un corto circuito deteniendo su funcionamiento. Si se acumula polvo metálico o rebaba dentro de las cámaras, estas se funden perforando dichas cámaras. La fatiga de los rectificadores controlados de silicio (SCR'S) también es otra de las fallas difíciles de controlar.

Acordeón.

Cuando se rompe la unión del tubo dentro del Molino, la punta no alcanza a entrar al siguiente paso o bastidor atorándose en una orilla de éste y con el Molino trabajando el material se empieza acumular, hasta que el operador se percata de ello, parándo rápidamente el Molino. Para corregir este problema, se enfria el tubo con agua, se corta la parte que no ha entrado al Molino, se corta el tubo antes del acordeón y de ser necesario se saca el bastidor para poder remover éste con el soplete.

Falla en Enderezadora.

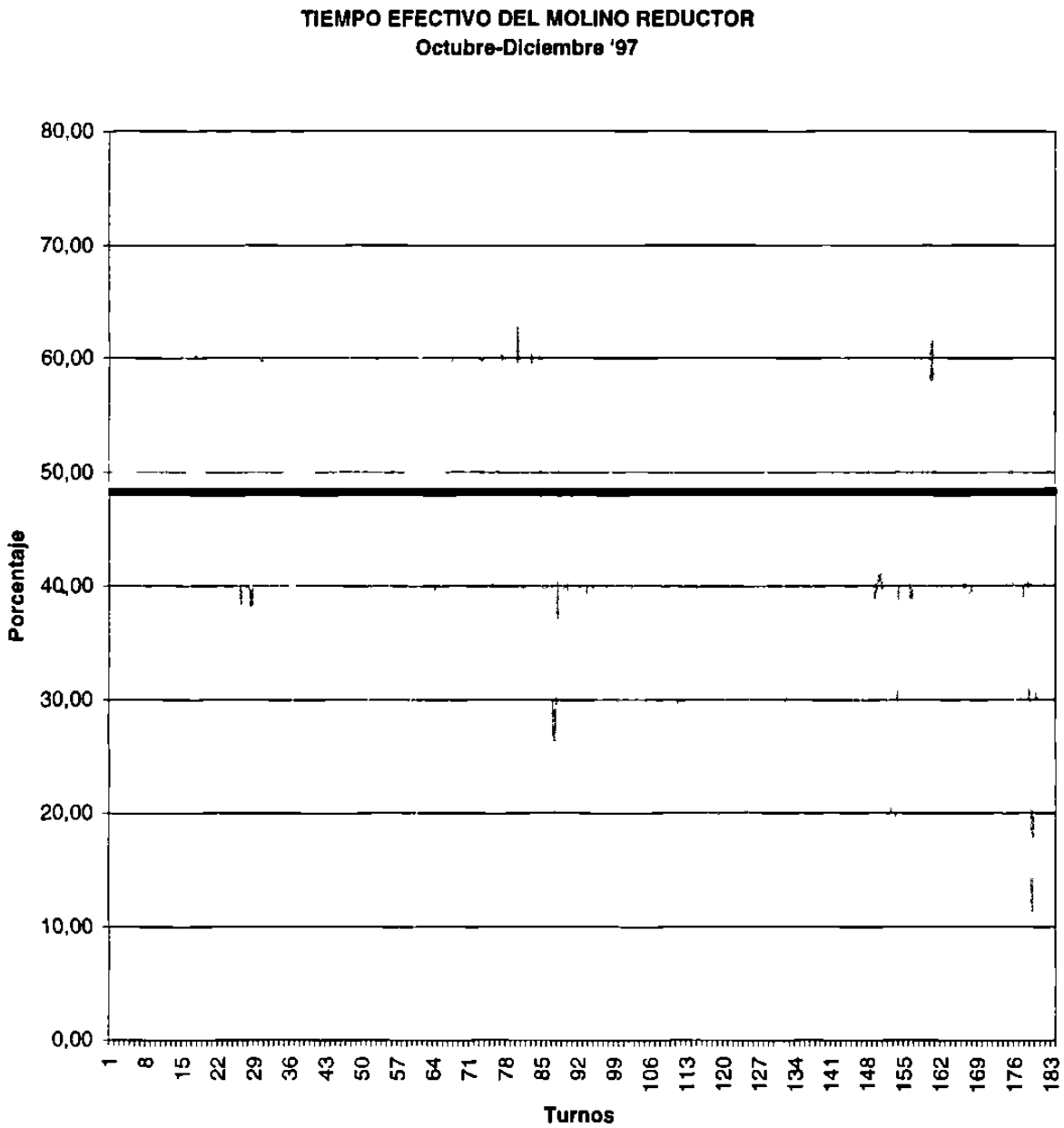
Los problemas de la enderezadora son muy esporádicos y variados, algunos de ellos son cuando se atoran los rodillos, se safa la cuña de algún rodillo, falla de operación, mal ajuste, rodillos desgastados, mecanismo de ajuste atorado, etc.

Tubos atorados en el Volteador.

En las medidas de diámetros pequeños, tales como ½", ¾" y 1", la velocidad con que sale el tubo del Molino es mayor comparada con los tubos de diámetros más grandes, esto requiere que el volteador tenga recoger un tubo, voltearlo a la Mesa de enfriamiento y regresar rápidamente por el otro. Si la velocidad de respuesta del volteador se encuentra mal ajustada, el tubo se atora entre la estructura del acarreador y el volteador, ocasionando que los tubos se acumulen sobre el acarreador. El operador tiene que cortar, sacar el tubo y ajustar la velocidad de respuesta del volteador hasta que la sicronice con la del tubo.

5.3 CALCULO DEL TIEMPO EFECTIVO ACTUAL.

Como se vió en la teoría de productividad, para poder tener una referencia de los resultados que se obtengan de esta investigación, se calculará el tiempo efectivo actual de Molino Reductor, en base a las demoras alimentadas a la hoja de cálculo con sus tiempos por turno. El tiempo efectivo promedio por turno que se tiene actualmente en esta línea de producción, es de 48% y los valores graficados se muestran en la siguiente página.



Gráfica 5.4 Tiempo efectivo de Octubre – Diciembre '97

6. IMPLANTACION DE LA SOLUCION.

6.1 ANALISIS DE LAS 3 DEMORAS MAS GRANDES.

1) Mesa llena en Sierras Ohler.

Al observar los resultados, la demora más grande del Molino Reductor, es la Mesa de Enfriamiento llena por Sierras Ohler cortando a la longitud requerida el tubo. Por diseño, las Sierras Ohler son más lentas al realizar el corte del tubo que la fabricación del tubo por el Molino Reductor; esto significa que las Sierras Ohler son el cuello de botella para esta línea de producción. Basandose en la teoría de el libro "La Meta":

Método

1. Identificar las restricciones del sistema. (Identificar los cuellos de botella del sistema). Para este caso son las Sierras Ohler. Los cuellos de botella son los que en nuestro caso dan la velocidad de salida del tubo de esta línea de producción para pasar al siguiente proceso, por este motivo siempre debe trabajar al 100%.

2. Decidir como explotar las restricciones del sistema. (Decidir como explotar los cuellos de botella). A las sierras Ohler no se le puede aligerar la carga de trabajo; sin embargo, como debe trabajar siempre al 100%, se revisó físicamente su estado, encontrandose las siguientes anomalías:

a) Se cambiaron, alinearon, nivelaron y fijaron las charolas de los acarreadores, ya que se encontraban en mal estado.

b) Se alinearon y se cambiaron rodillos que se encontraban desgastados.
c) Se atornillaron las chumaceras de los rodillos que les hacian falta.
d) Se fabricaron topes especiales para cortar tubo a longitudes especiales, ya que antes ranuraban las charolas para este tipo de producto y después se atoraban los tubos en dichas ranuras.
e) Se atornillaron todas las patas que soportan los acarreadores
f) Se le dió mantenimiento a las cadenas y Sprokets de los accarreadores.
g) Se eliminaron las fugas de aceite del sistema hidráulico.
h) Se cambió el tipo de bomba del soluble por fallas en la que tenía anteriormente.

3. Subordinar todo lo demás a la decisión del paso anterior. (Asegurarse que todo marcha al son que tocan las restricciones). Se realizó una junta con los Supervisores de Producción y los operadores para que reportarán hasta la más mínima falla de los Sierras Ohler.

4. Elevar las restricciones del sistema. (Ayudar a reducir las restricciones del sistema). Se observó que algunos productos requieren una prueba de aplastamiento del tubo y que el operador de la Sierra Ohler cortaba las muestras para ponerlas sobre un canal y empujarselas al operador que realiza dichas pruebas, esto ocasionaba que se demorará más el corte del tubo; por lo que se reubicó la prensa hidráulica, con la que se realizan las pruebas, y se habló con el operador de ésta para que él fuera a recoger las probetas.

5. Si en uno de los pasos anteriores se ha roto alguna restricción, regresar al paso uno, pero no permitir que la inercia sea la causa de restricciones del sistema. Para nuestro caso la restricción no se rompió, es decir siguió siendo la misma, las Sierras ohler, pero si se mejoró considerablemente.

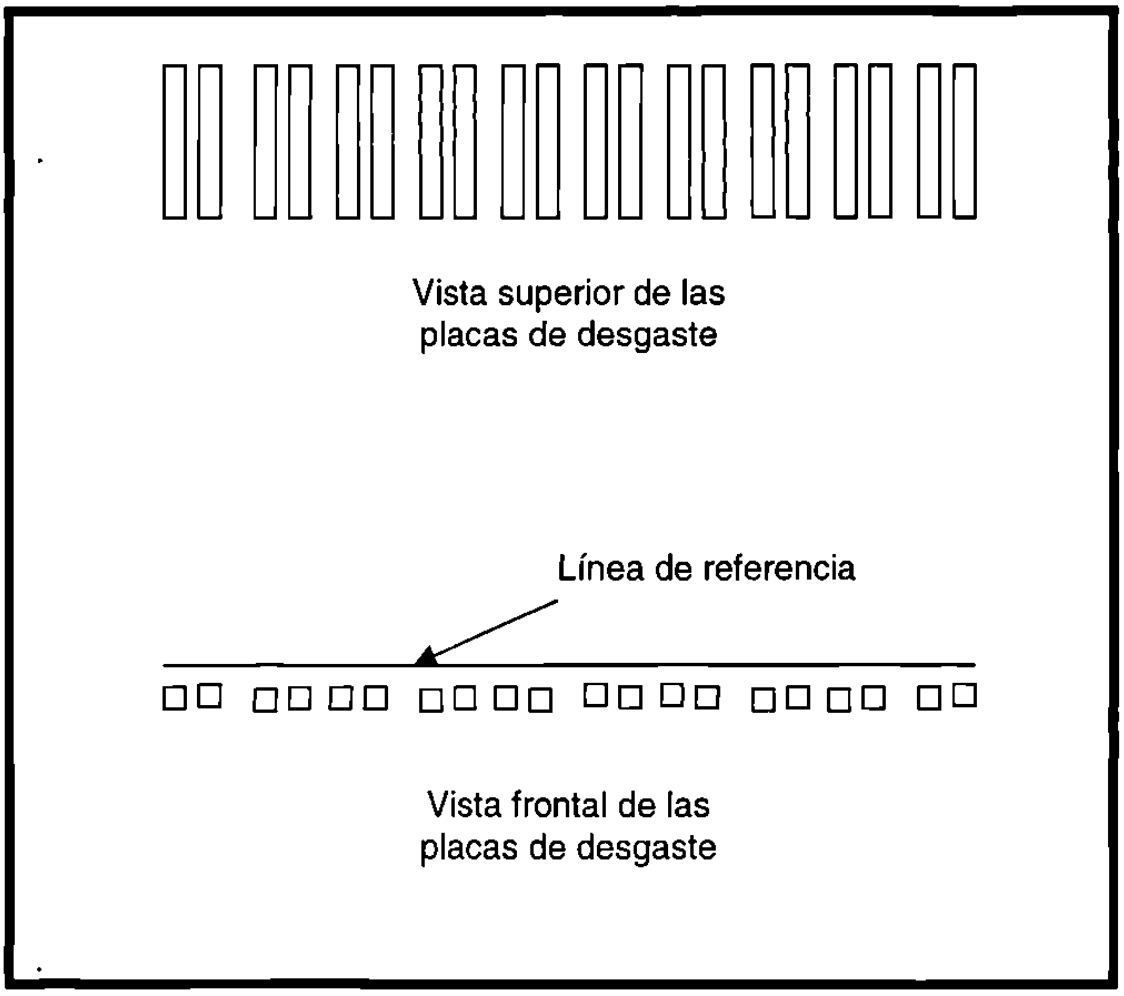
2) Bastidores.

La segunda demora más grande del Molino Reductor es la de Bastidores. Los problemas por bastidores son: tubo rayado, tubo costilludo, tubo ovalado, tubo fuera de dimensiones.

Haciendo un análisis de estos problemas se observó que éstos eran generados por diferentes factores:

- Bancada de Molino con desgaste y desnivel de hasta +/- 3 mm (para fabricación de tubería es excesivo). La revisión la realizó una compañía externa. Se fabricaron las piezas de desgaste de la bancada y se intercambiaron por las que estaban dañadas. Una vez colocadas las piezas nuevas, se nivelaron.

Figura 6.1 Bancada del Molino



- Mordazas móviles y fijas con desgaste algunas de ellas, ya que no sujetaban algunos de los bastidores, ocasionando que éstos tuvieran movimiento y el tubo saliera con algún defecto. Se revisaron y se cambiaron las que tenian desgaste.
- Las bases portabastidores también se revisaron, encontrandose que las piezas de desgaste estaban muy dañadas en todas las bases. Se repararon las bases portabastidores y se nivelaron usando un mismo bastidor de referencia y un pie de rey.

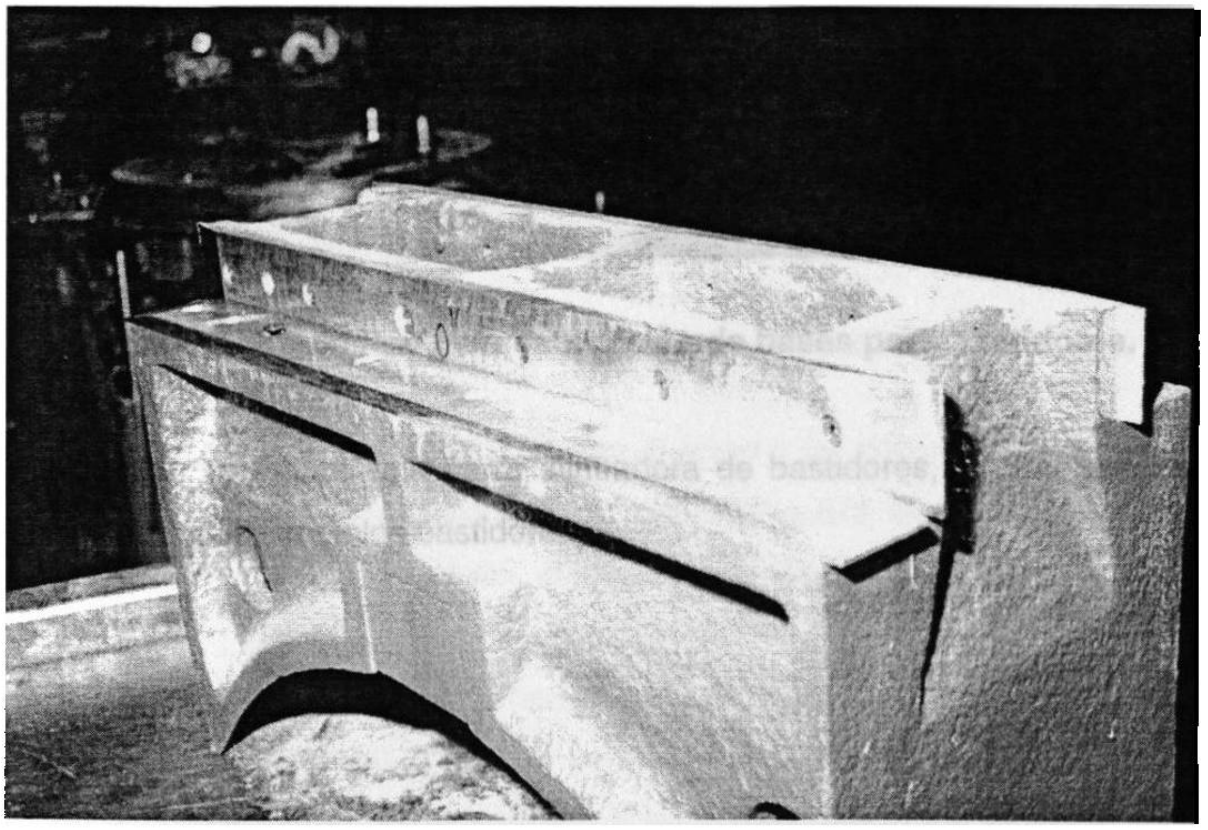


Foto 6.2 Placa de desgaste de base portabastidor.

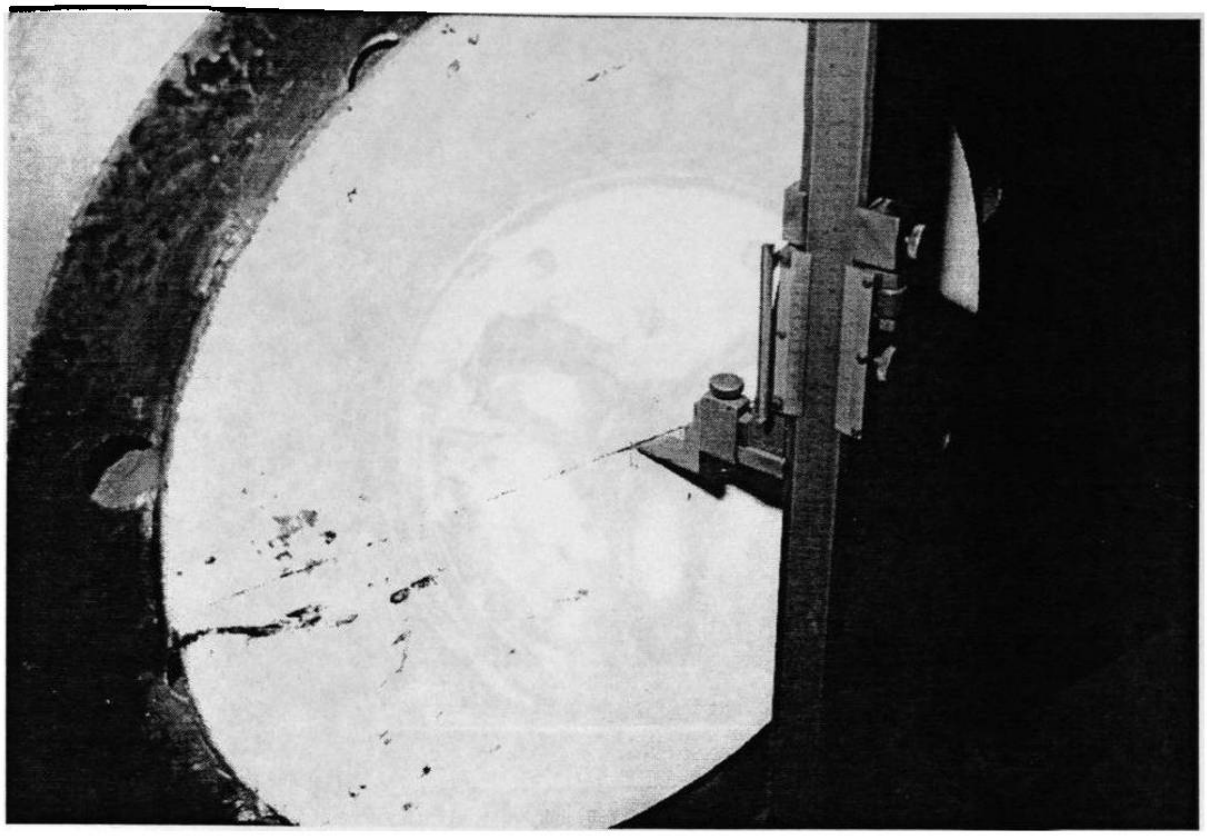


Foto 6.3 Pie de Rey para calibración de bases portabastidores.

- También se fabricó una barra alineadora de bastidores, la cual se inserta sobre la muesca de los bastidores.

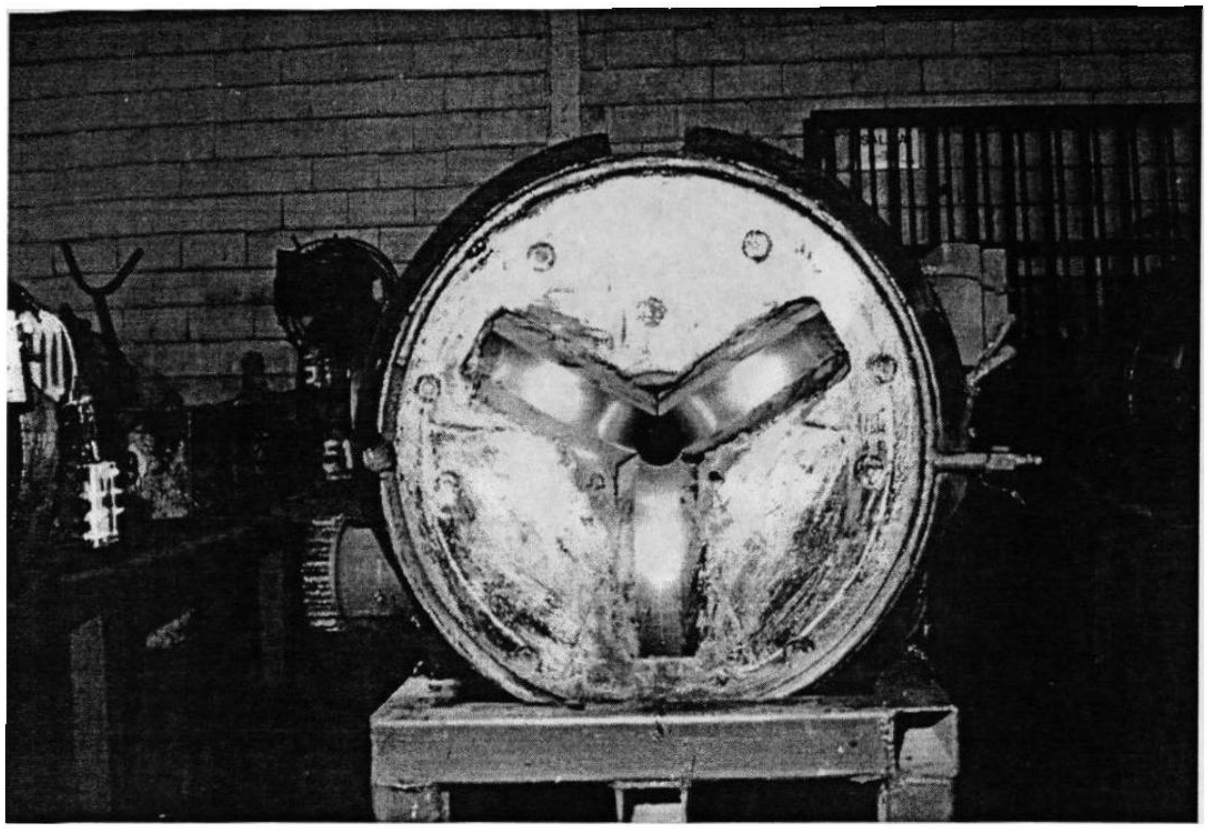


Foto 6.4 Muesca en la parte superior del bastidor.

- Se revisó el rectificado de rodillos en el torno y se encontró que el método de torneado y la nivelación de bastidores no era adecuado, los porta-herramientas tenían problemas al igual que el afilado de las herramientas.

  Se realizó una junta con los operadores del torno explicandoseles la importancia del método de torneado de bastidores así como su alineación y nivelación. Se mandaron fabricar porta-herramientas, ya que la mayoría de los actuales tienen excentricidad, ocasionando malos rectificados en los bastidores. Los buriles afilables que se estaban utilizando, se reemplazaron por buriles intercambiables, ya que no se contaba con una máquina especial para afilarlos y este trabajo se hacía en forma manual, teniendo diferentes angulos, de corte, variables e inadecuados, que generaban un mal rectificado.

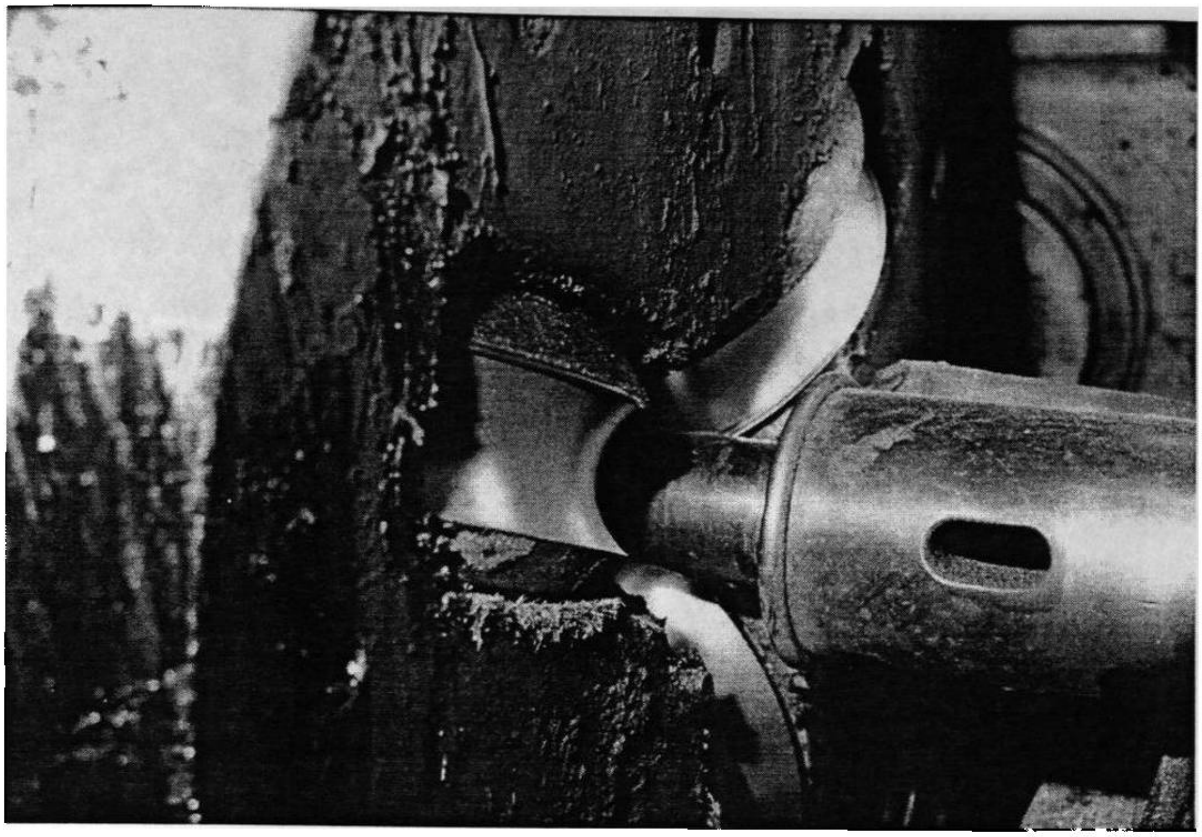


Foto 6.5 Torneado de bastidor.

- Se revisaron los 51 bastidores con los cuales se cuenta actualmente para la producción, encontrándose con desgaste excesivo las cajas de los baleros de las flechas primarias y secundarias en las tapas de todos los bastidores, este problema ocasiona que no se puedan centrar los rodillos al armar los bastidores:

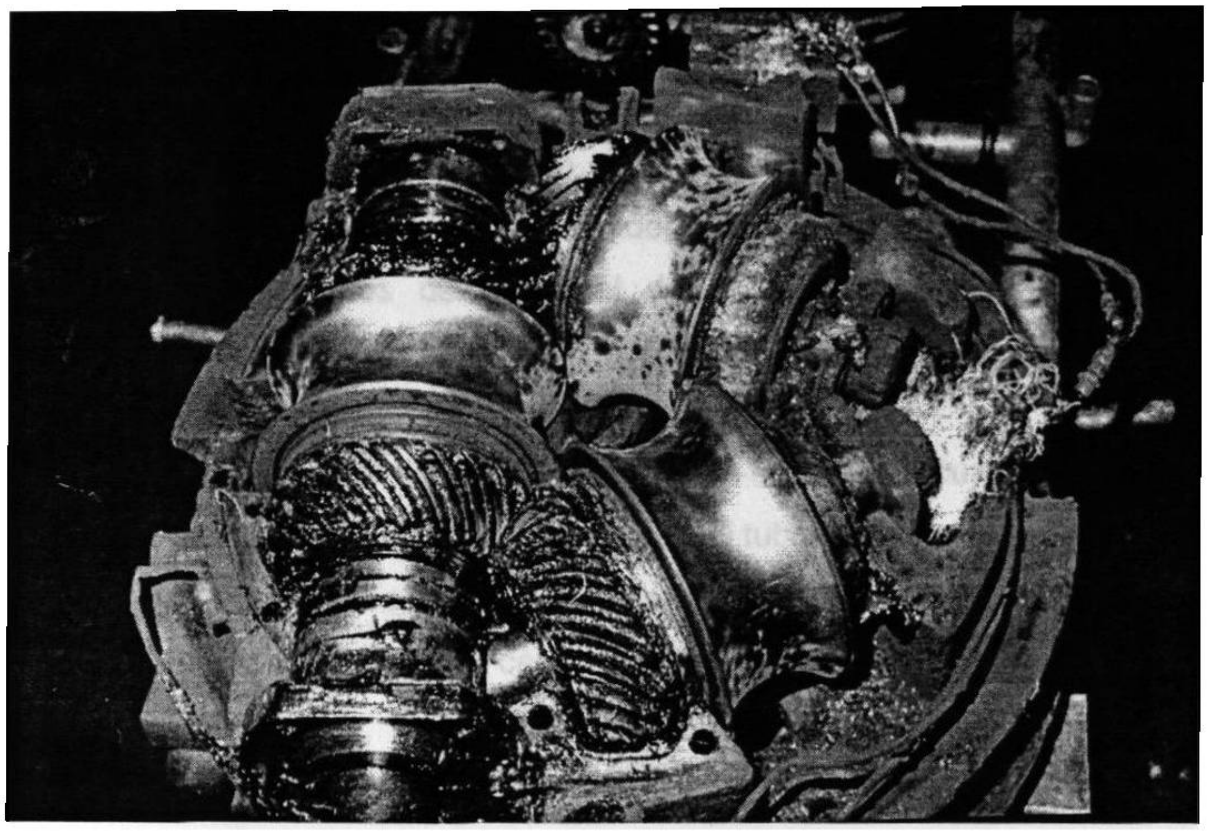


Foto 6.6 Interior de un bastidor.

Este problema repercute directamente en el rectificado de los rodillos, ya que el acabado no es equivalente en todos ellos porque el centro queda corrido. Al utilizar estso rodillos en la producción, con el centro corrido, el tubo sale rayado, ovalado, fuera de dimensiones, etc.

El molino es de maufactura alemana, al igual que todo su herramental de bastidores, por lo que se pidió una cotización de las tapas de los bastidores a la compañía manufacturera en ese país, dándo como resultado un costo excesivo de fabricación; esto generó que se tomara la decisión de repararlos localmente, donde se revestirán y maquinarán cada uno de ellos. La reparación de cada bastidor durará en promedio 15 días, por lo que el trabajo de reconstrucción tardará 26 meses aproximadamente, esto ocasionará que los resultados se empiecen a observar después de 7 meses.

3) Horno de Inducción.

La tercer demora de mayor importancia son las fallas en el Horno de inducción, partiendo del reporte de demoras del Molino Reductor, resultó que el concepto variaba de operador a operador, por lo que se decidió revisar los reportes del personal de mantenimiento, encontrandose lo siguiente:

a) Resanar cámaras.

Las cámaras del Horno de Inducción se resanan cuando el refractario esta dañado; esto sucede cuando el tubo talla alguna de las esquinas de la bobina o cuando algunas rebabas que se desprenden del tubo quedan dentro de la cámara y al fundirse dañan el refractario (la más común).

Se habló con los operadores Alimentadores de tubo para que durante su turno sopletearan las cámaras con aire comprimido.

b) Eliminar el termistor.

- Otra de las fallas más comunes es la de eliminar el termistor. El termistor es una resistencia eléctrica especial que varía su valor al detectar un cambio de temperatura, éstos estan conectados a un circuito, el cual detiene el funcionamiento del Horno de Inducción cuando se detecta un aumento de la temperatura en el agua de enfriamiento de las bobinas de las cámaras. Cada cámara tiene cuatro termistores a lo largo de la bobina, por lo que en total suman cuarenta, ya que son diez las cámaras, su función es evitar que alguna bobina se funda por el propio calentamiento, o sea que es una protección. Siempre que algún termistor manda a disparar el circuito para detener el funcionamiento del Horno de Inducción, se encuentra que su valor de resistencia eléctrica no es normal y se elimina, ocasionando una demora a la línea de producción.

Se decidió que en lugar de tener cuatro termistores cada bobina, tenga solo uno al centro de la misma, esto tenderá a reducir a la cuarta parte la probabilidad de que algún termistor falle.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 CONCLUSIONES.

El mejoramiento de tiempo efectivo en cualquier equipo productivo siempre tendrá un impacto favorable económicamente para la empresa, el estado y el país, ya que también se incrementa su productividad.

Durante el desarrollo de esta tésis se pudo comprobar que el molino reductor tenía una serie de problemas muy graves, que con el paso del tiempo se habían estado acumulando y favoreciendo al deterioro del tiempo efectivo. Todos estos problemas no se terminaron de resolver durante el tiempo en que se desarrollo la tésis, ya que existen factores externos que impidieron la resolución de éstos; sin embargo, se seguirán trabajando en ello hasta terminarlos.

Cabe mencionar que para lograr todo esto, se responsabilizó a una persona de tiempo completo para que supervisara el área del torno, donde su función fué muy importante, ya que dió seguimiento a todas las acciones emprendidas e implementó algunas de sus propias ideas. También se involucró al personal de producción y mantenimiento, quienes contribuyeron enormemente con su esfuerzo y de dicación para poder lograr la meta; fué un trabajo de equipo.

Este trabajo de equipo se logró gracias a que se tuvo una comunicación estrecha con todo este personal mediante varias juntas a lo largo de todo este periodo.

Este objetivo de aumentar la productividad a través del tiempo efectivo debe ser una actividad que no tenga fin, ya que se debe aplicar siempre el círculo de Deming:

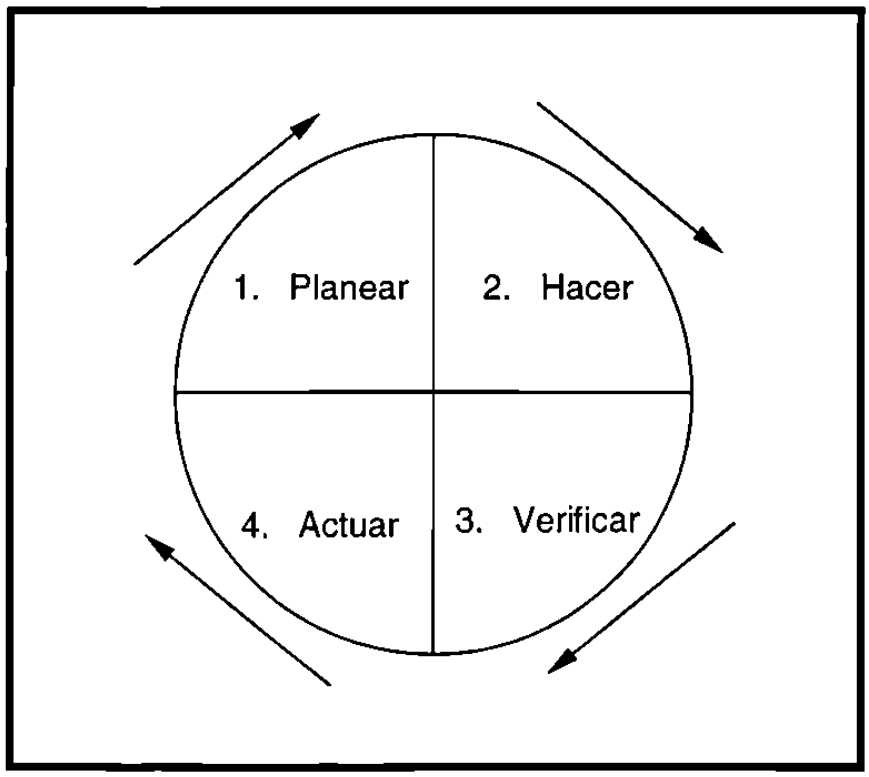


Figura 8.1 Círculo de Deming

Todo sistema es perfectible por lo que es importante continuar, ser constante y mantener esta actividad de mejora continua.

Con las acciones que se tomaron hacia el Molino Reductor se pudo comprobar que su tiempo efectivo aumentó de un 48% a un 60% , lo que equivale a un 12% de incremento, obteniéndose un logro parcial, ya que faltó la reparación o compra de las tapas de los bastidores para poder observar una mayor mejora.

8.2 RECOMENDACIONES.

Para mantener y poder mejorar este logro es necesario continuar con una serie de actividades que se enlistan enseguida:

1. Revisar periódicamente el desgaste de la bancada del Molino Reductor (de 6 a 12 meses).
2. Cada que se reemplace una placa de desgaste de la bancada es necesario comprobar su nivelación en por lo menos tres puntos de ella.
3. Cada que se realice un cambio de producción, es importante engrasar las placas de desgaste de la bancada (lo suficiente para que resbalen las bases portabastidores).
4. Engrasar en cada cambio de producción los bastidores que son comunes en las corridas y que no se cambian.
5. Revisar periódicamente las placas de desgaste de las bases portabastidores, y cuando se reemplacen calibrarlas y nivelarlas con el Pie de Rey utilizando un solo bastidor de referencia. (de 6 a 12 meses).
6. Revisar periódicamente la calibración del Pie de Rey y la del micrómetro de interiores (cada 12 meses).
7. Revisar con periódicamente la alineación de los bastidores ya montados (de 8 a 12 meses).
8. Revisar periódicamente desgaste, alineación y juego de las mordazas móviles y fijas (de 6 a 12 meses).
9. Sopletear las cámaras de inducción varias veces durante el turno para evitar acumulamiento de rebabao polvo óxido dentro de ellas (por lo menos 4 veces por turno).
10. Revisar periódicamente la resistencia eléctrica de los termistores conectados (tan solo 10) para cambiarlos antes de que se dañen por fatiga.
11. Asegurar que se siga la metodología de torneado de bastidores.
12. Revisar periódicamente excentricidad de los portaherramientas del torno.

13. Cada que se reemplacen los rodillos de los bastidores (por propio desgaste) o se dañe algún balero, se debe revisar la condición de los engranes y baleros.
14. Revisar periódicamente que la tubería de enfriamiento de los rodillos de los bastidores no tengan fugas (cada reemplazo de rodillos).

BIBLIOGRAFIA

Goldratt, Eliyahu M., "La Meta", Editorial Castillo. 1996.

Maggard Bill N., Rhyne David M.; "Total Productive maintenance: A timely integration of production and maintenance", The free press, 1986.

Scherkenbach William W., "La ruta de Deming", Compañia editorial continental, 1992.

Sumanth, David J., "Ingeniería y administración de la productividad", Editorial Mc Graw Hill. 1990.

Lista de tablas y gráficas.

		Página
2.1	Cronología de la Productividad.	6
2.2	Ventajas y limitaciones en la utilización de los tres tipos básicos de medidas de productividad en empresas.	8
2.3	Costo de la vida en algunos Países.	12
5.1	Tabla de demoras de Octubre – Diciembre '97.	45
5.2	Demoras de Octubre – Diciembre '97 (gráfica).	46
5.4	Tiempo efectivo de Octubre – Diciembre '97 (gráfica).	51
7.1	Tiempo efectivo de Julio – Agosto '98 (gráfica).	63
7.2	Tabla de demoras de Julio – Agosto '98.	64
7.3	Demoras de Julio – Agosto '98 (gráfica).	65

Lista de figuras y fotos.

		Página
2.4	El modelo de beneficios de la productividad.	18
3.1	Diagrama de flujo del proceso para la fabricación de tubo de acero.	25
4.1	Diagrama del Horno de inducción.	33
4.2	Bastidor (foto).	34
4.3	Esquema de la sección del molino.	35
4.5	Esquema de la Sierra voladora.	37
4.6	Sierra voladora (foto).	38
4.7	Sierra voladora otro ángulo (foto).	38
4.8	Mesa de enfriamiento.	39
4.9	Mesa de enfriamiento (foto)	39
4.10	Diagrama de las Sierras Ohler.	41
4.11	Sierra Ohler No. 2 (foto).	42
4.12	Sierra Ohler No. 3 (foto).	42

4.13 Enderezadora (foto). 43

4.14 Torno (foto). 44

5.3 Prueba de Cono. 48

6.1 Bancada del Molino. 54

6.2 Placa de desgaste de base portabastidor (foto). 55

6.3 Pie de Rey para calibración de bases portabastidores(foto). 56

6.4 Muesca en la parte superior del bastidor (foto). 57

6.5 Torneado de bastidor (foto). 58

6.6 Interior de un bastidor (foto). 59

8.1 Círculo de Deming. 67

APENDICE 1

NORMAS Y ESPECIFICACIONES.

Norma SECOFI	Concepto	Similares
NOM B – 10 - 1985	Tubos de acero al carbono Sin costura o soldados, negros o galvanizados por inmersión en caliente, para usos comunes.	ASTM A-120-1984 JIS G – 3452
NOM B – 177 – 1987	Tubos de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente.	ASTM A-53-1984 JIS G – 3454
NOM B – 208 – 1984	Tubos de acero para la protección de conductores eléctricos (tubos conduit) tipo pesado.	ANSI C-80,1-1977
	Especificación A. P. I. para tubería de línea, uso petrolero.	API-5L-1988
	Especificación A. P. I. para operaciones de producción, uso petrolero (casting and tubing).	API-5CT-1988

APENDICE 2

DIMENSIONES Y CARACTERISTICA DE LA TUBERIA PARA CONDUCCION TIPO INDUSTRIAL.

Diámetro nominal (pulg.)	Diámetro exterior (pulg.)	Espesor (pulg.)	Cédula	Peso por tubo 6.40 mts. (Kgs.)
1/2"	0.840"	0.109"	40	8.10
1/2"	0.840"	0.147"	80	10.38
3/4"	1.050"	0.113"	40	10.76
3/4"	1.050"	0.154"	80	14.09
1"	1.315"	0.133"	40	16.00
1"	1.315"	0.179"	80	20.76
1 1/4"	1.660"	0.140"	40	21.72
1 1/4"	1.660"	0.191"	80	28.76
1 1/2"	1.900"	0.145"	40	26.00
1 1/2"	1.900"	0.200"	80	34.86
2"	2.375"	0.154"	40	35.05
2"	2.375"	0.218"	80	48.29
2 1/2"	2.875"	0.160"	40	55.43
2 1/2"	2.875"	0.203"	80	45.00
3"	3.500"	0.216"	40	72.57
3"	3.500"	0.170"	X	59.00
4"	4.500"	0.237"	40	103.71
4"	4.500"	0.185"	X	83.10
6"	6.625"	0.188"	---	123.33
6"	6.625"	0.250"	---	162.30
6"	6.625"	0.280"	40	180.86

APENDICE 3

COMPOSICION QUIMICA Y REQUISITOS DE TENSION.

Grado	Composición Química				Resistencia a tensión (lbs/pulg^2)	Límite de fluencia (lbs/pulg^2)
	C	Mn	P	S		
A	0.25	0.95	0.05	0.06	48 000	30 000
B	0.30	1.2	0.05	0.06	60 000	35 000

AUTOBIOGRAFIA

Regino Solís Vicencio nació en Puebla, Puebla, el 17 de enero de 1970, siendo sus padres Regino Solís Sanroman y Silvia Vicencio Gómez. Recibió el título de Ingeniero en Control y Computación en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, obteniendo mención Honorífica, en Julio de 1991.

Empezó a trabajar profesionalmente en Disein Electrónica, en diciembre de 1990 a octubre de 1991, como Ingeniero de Proyectos y Mantenimiento. Después, en noviembre de 1991, ingresó a Hylsa S.A. de C.V. División Aceros Tubulares, como Ingeniero de Producción y Mantenimiento hasta Enero de 1993. En febrero de 1993, le asignaron la Jefatura de Operaciones del Molino Abbey Etna 3K, hasta Agosto de 1997. En septiembre de 1997, se le asignó la Jefatura de Operaciones del departamento de Molinos, donde se desmpeña hasta la fecha.

En agosto de 1996 ingresó a la Escuela de Graduados de la Facultad Ingeniería Mecánica y Eléctrica, para estudiar la Maestria en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad. Presenta esta investigación de tésis con el título de "Aumento de productividad de un Molino Reductor para la fabricación de tubería de acero", como requisito para poder obetener el grado.

Su domicilio permanente es:

Bosques del Canadá # 648
Col. Bosques de Anáhuac
C.P. 66463
San Nicolás de los Garza N. L.
Tel. 01 (8) 350 - 82 - 50