

T
664.11
C545



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería MECANICA

**“Optimización de una picadora de Caña de
300 HP.”**

Informe Técnico

**Previa a la obtención del Título de
INGENIERO MECANICO**

Presentado por:

GILBERTO NEPTALI CHOCA CASTRO

Guayaquil - Ecuador

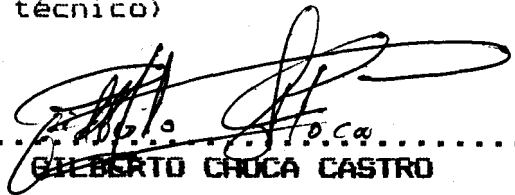
1991

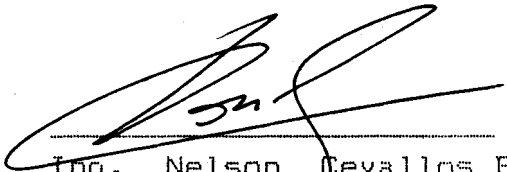
DECLARACION EXPRESA

Declaro que:

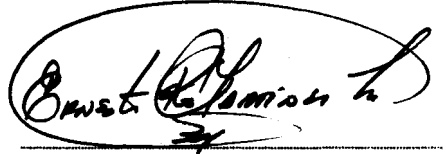
"Este Informe Técnico corresponde a la resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la ingeniería mecánica".

(Reglamento de graduación mediante la elaboración de informe técnico)


.....
GILBERTO CHOCA CASTRO



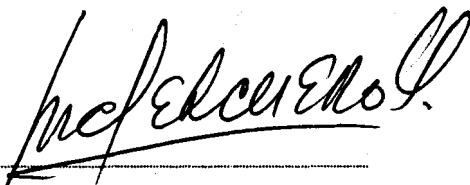
Ing. Nelson Cevallos B.
DECANO DE LA F.I.M.



Ing. Ernesto Martinez
DIRECTOR DE INFORME



BIBLIOTECA



Ing. Manuel Helguero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



BIBLIOTECA

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Angel Belisario y Maria del Carmen, quienes, con su apoyo y ejemplo de sacrificio, hicieron que logre alcanzar una de mis grandes metas.

RESUMEN

El presente informe trata sobre la modificación de la picadora niveladora de caña de 300 HP del Ingenio Azucarero "San Carlos" en la cual existían problemas complicados y costosos adicionales a los que comúnmente existen en toda picadora de caña.

Ante esta circunstancia, durante la Zafra de 1989 realicé un estudio, mediante el cual determiné que la picadora podía ser modificada llegando así a la siguiente conclusión:

- Montar la unidad de mando sobre el nivel del piso y en un sitio adecuado sin mover el eje de la unidad picadora .
- Simplificar la unidad de acople por banda existente.
- Montar el eje de la unidad picadora sobre rodamientos. .

La modificación resultó muy económica y sin ninguna complicación, ya que se utilizó el conjunto turbina-reductor y la mayor parte de los elementos del diseño anterior.

Como resultado de la modificación tenemos que el tiempo de parada por causa de la picadora se ha disminuido con relación a las dos zafras anteriores; su operación es totalmente segura y rápida y la lubricación se ha disminuido en un 40 %, reduciéndose de ésta manera los gastos de producción e incrementándose la seguridad de nuestros recursos humanos

y físicos.

Este trabajo contiene los pasos seguidos para la modificación hasta la puesta en marcha de la picadora niveladora.



BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE FOTOGRAFIAS

INDICE DE TABLAS

ANTECEDENTES

CAPITULO I:

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

- 1.1. Proceso de preparación de la caña
- 1.2. Proceso de elaboración del azúcar
- 1.3. Problemas causados por la picadora

CAPITULO II:

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

- 2.1. Analisis en la Unidad de mando
- 2.2. Analisis en la Unidad picadora
- 2.3. Analisis en la Unidad de acople
- 2.4. Cuadro de evaluación y determinación de la solución óptima.

CAPITULO III:

MODIFICACION DE LA PICADORA

- 3.1. Dimensionamiento (planos)
- 3.2. Modificación de la unidad de acople
- 3.3. Modificación de la unidad picadora

CAPITULO IV:

EJECUCION DE LA MODIFICACION

4.1. Programación y coordinación del desmontaje y montaje

4.2. Analisis de costos

4.3. Pruebas y resultados

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA # 1.- Nivelador de caña.
- FIGURA # 2.- Ajuste en las picadoras de caña.
- FIGURA # 3.- Ubicaciones de la unidad de mando antes y después de la modificación.
- FIGURA # 4.- Instalación de las líneas de vapor originales
- FIGURA # 5.- Elementos del acople flexible "Tipo F".
- FIGURA # 6.- Acople de las unidades con acople flexible.
- FIGURA # 7.- Acople de las unidades con acople por bandas y flexible.
- FIGURA # 8.- Factor de servicio para bandas en "V".
- FIGURA # 9.- Selección de la sección de la banda.
- FIGURA # 10.- Factor de corrección del vector suma.
- FIGURA # 11.- Instalación de las líneas de vapor modificadas.



INDICE DE FOTOGRAFIAS

- FOTOGRAFIA # 1.- Conductores de caña y cabezal motriz.
- FOTOGRAFIA # 2.- Conjunto turbina a vapor-reductor.
- FOTOGRAFIA # 3.- Unidad Picadora.
- FOTOGRAFIA # 4.- Motores verticales a vapor.
- FOTOGRAFIA # 5.- Cabezal de alimentación a la desmenuzadora.
- FOTOGRAFIA # 6.- Regulador de velocidades.
- FOTOGRAFIA # 7.- Contraeje de acople sobre cojinetes de deslizamiento.
- FOTOGRAFIA # 8.- Cojinetes de deslizamiento de la unidad picadora.
- FOTOGRAFIA # 9.- Cojinetes de deslizamiento ubicado en túnel del sótano.
- FOTOGRAFIA # 10.- Instalación de la Bancada-tanque con pernos de nivelación.
- FOTOGRAFIA # 11.- Instalación de los pedestales con cuña de nivelación.
- FOTOGRAFIA # 12.- Polea y volante de gran dimensión.
- FOTOGRAFIA # 13.- Presentación del contraeje.
- FOTOGRAFIA # 14.- Curvatura de dilatación.
- FOTOGRAFIA # 15.- Fuelle de dilatación.
- FOTOGRAFIA # 16.- Colador-Tamiz de vapor.

INDICE DE TABLAS

- TABLA I.- Características del conjunto turbina-reductor de la unidad de mando.
- TABLA II.- Componentes de la unidad de acople original.
- TABLA III.- Componentes de la unidad picadora original.
- TABLA IV.- Tiempo de parada debido a problemas adicionales.
- TABLA V.- Diámetros al pitch de las poleas.
- TABLA VI.- Longitud pitch de la Banda.
- TABLA VII.- Factor de distancia entre centros "h".
- TABLA VIII.- Factor de corrección del arco de contacto G.
- TABLA IX.- Potencia básica y adicional por banda.
- TABLA X.- Factor de corrección de la longitud de banda.
- TABLA XI.- Factores K_b y K_t para ejes en rotación.
- TABLA XII.- Propiedades físicas de los aceros.
- TABLA XIII.- Factor de servicio y aplicación.
- TABLA XIV.- Selección del tamaño del acople.
- TABLA XV.- Medidas de verificación de acoples.
- TABLA XVI.- Selección del tamaño de la cuña.
- TABLA XVII.- Selección del rodamiento de rodillos a rótula con manguito de fijación.
- TABLA XVIII.- Valor del factor a .

ANTECEDENTES

El Ingenio San Carlos inició su producción azucarera en el país con un solo trapiche, actualmente denominado trapiche "A", el cual estaba formado especialmente de dos conductores y dos picadoras de caña accionados por motores verticales a vapor, una desmenuzadora y cuatro molinos accionados por turbinas a vapor - reductor .

En vista de la demanda del azúcar en el mercado, en el año 1963 adquieren un nuevo conjunto turbina-reductor para el accionamiento de la desmenuzadora con el fin de incrementar la capacidad de la molienda, lo cual a su vez implicó que la capacidad de las picadoras también deberían ser incrementadas, motivo por el cual utilizaron la turbina-reductor original, de la desmenuzadora para el accionamiento de la picadora niveladora sin haber aprovechado el sentido de rotación del árbol de salida del reductor lo cual complicó la unidad de acople flexible existente y obligó a colocar dicho conjunto en el mismo sótano donde se encontraba montado el motor a vapor, lo cual no era correcto. Mientras que para incrementar la capacidad de la picadora cortadora acoplaron a su motor, el motor a vapor de la picadora niveladora.

Posteriormente el Ingenio adquiere un nuevo trapiche semi-automático denominado actualmente trapiche "B" y a su vez dos calderas, por lo que necesitaron cambiar el sitio de la

bagacera, ubicándola frente a la actual caldera #7 y muy cerca del pozo donde se encontraba montado el conjunto turbina-reductor y la unidad de acople de la picadora niveladora del trapiche "A". Esto causaba que el sótano esté siempre contaminado de bagacillo el cual afectaba el normal funcionamiento del regulador de velocidad de la turbina produciendo así fuertes atascamientos de la unidad picadora, la cual detenía la molienda.

Por otra parte, por la falta de una adecuada supervisión y lubricación de los cojinetes de deslizamiento de uno los dos contraejes de la unidad de acople y del eje de la unidad picadora, los cojinetes se fundían frecuentemente lo cual detenía la molienda por largos períodos.

Por todos los inconvenientes anteriormente anotados, debido a la gran demanda de la producción, y al competitivo mercado en que nos desenvolvemos; es fundamental en las industrias hacer más eficientes y simples los equipos que lo componen para disminuir los costos de producción. Motivo por el cual se me encomienda en calidad de Supervisor de mecánica realizar un estudio de la picadora niveladora del trapiche "A", llegando así a la siguiente conclusión:

- Montar la unidad de mando en un lugar de fácil acceso, limpio y seguro.
- Simplificar la unidad de acople.

- Reemplazar las chapas por rodamientos en el eje de la unidad picadora.

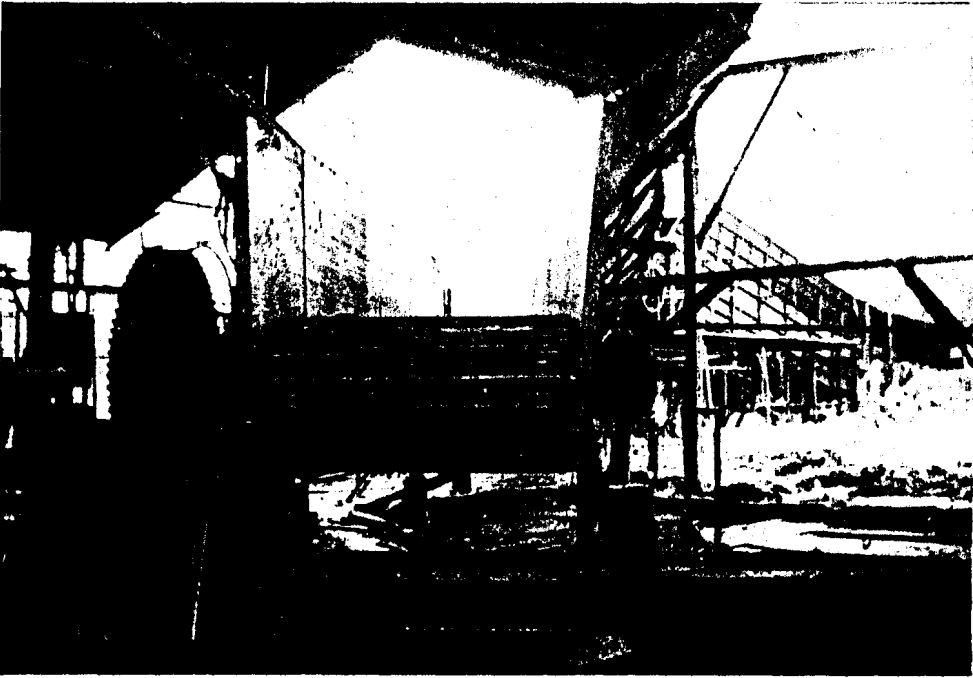
Una vez realizado el estudio en base a varias alternativas seleccioné la mejor y posteriormente realicé su ejecución, la misma que se inició una vez terminada la zafra de 1989 y estuvo lista para el inicio de la zafra de 1990, la cual ha operado satisfactoriamente durante esta zafra.

CAPITULO I

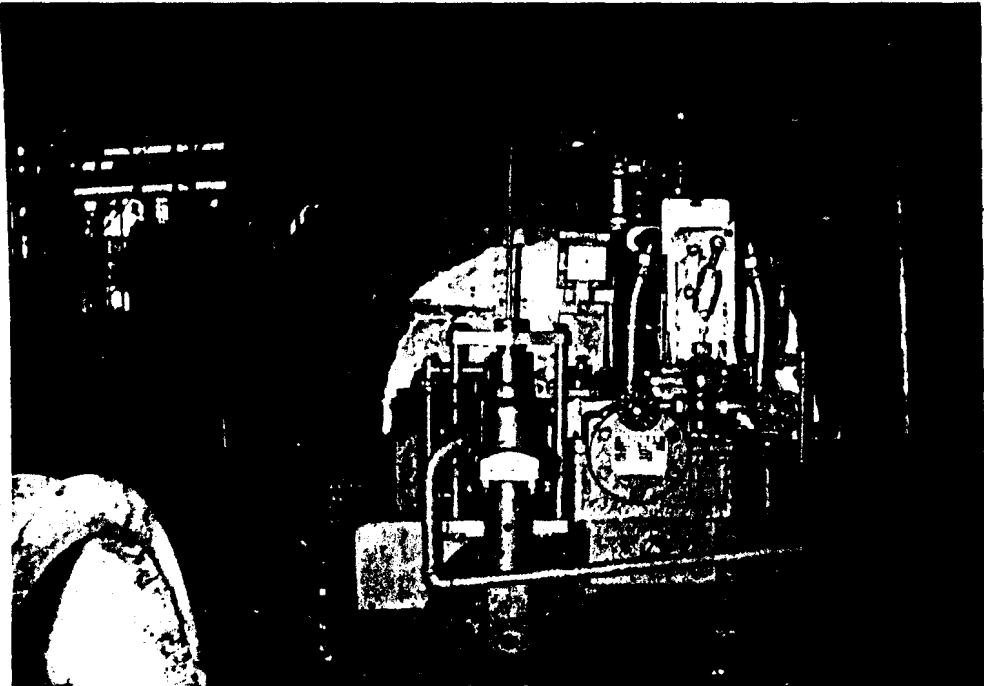
1.1. PROCESO DE PREPARACION DE LA CANA

Después que la caña ha sido cortada en el campo, ésta llega a la fábrica en los carretones y camiones y es descargada en el conductor de caña #1 mediante la viradora hidráulica de carretones o directamente en el conductor de caña #3 utilizando la viradora hidráulica de camiones. Todos los conductores de caña son transportadores movedizos formados por cadenas y barajas metálicas (fotografía #1) accionados por motores hidráulicos o de vapor operados individualmente y en forma manual. La caña descargada por la viradora de carretones es transportada por los conductores #1 y #2 hasta el conductor #3 donde se mezcla con la caña de los camiones formando un colchón totalmente irregular el cual es lavado con un chorro de agua a presión en forma de rociado para eliminar gran parte de la arena que trae consigo y luego es llevado hasta la primera picadora en el mismo estado irregular, ya que no existe niveladores de caña para que distribuyan la misma en el conductor y forme un colchón casi uniforme. Este nivelador consiste de un eje hueco con brazo curvos (figura #1) que se coloca transversalmente sobre el conductor y adelante de la picadora, y su sentido de giro es contrario al de ésta.





FOTOGRAFIA # 1.- Conductores de caña y cabezal motriz.



FOTOGRAFIA # 2.- Conjunto turbina a vapor-reductor.

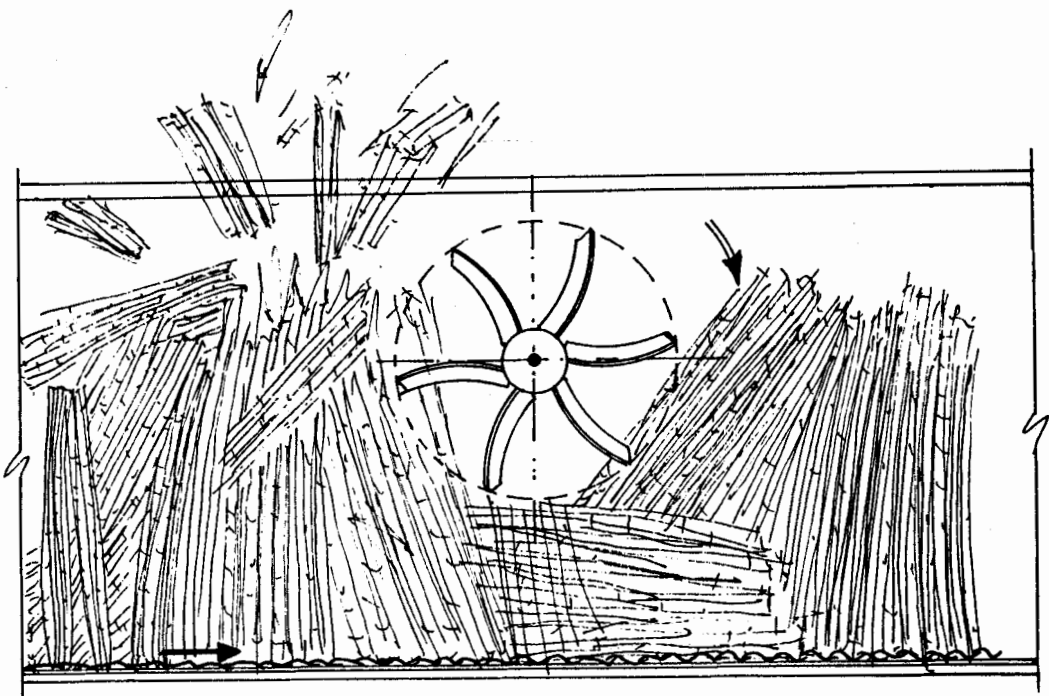


FIGURA # 1.- Nivelador de caña.

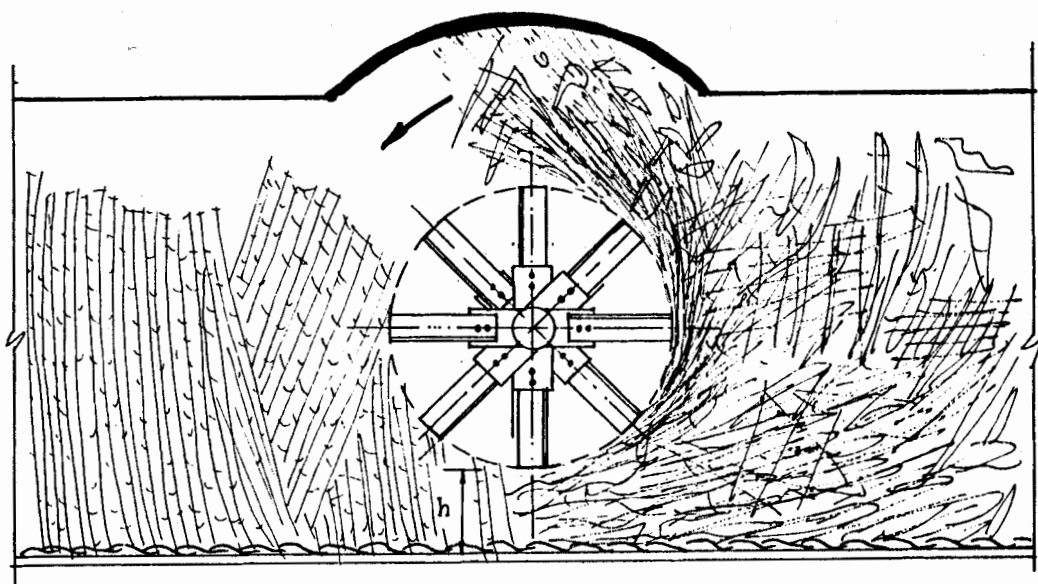


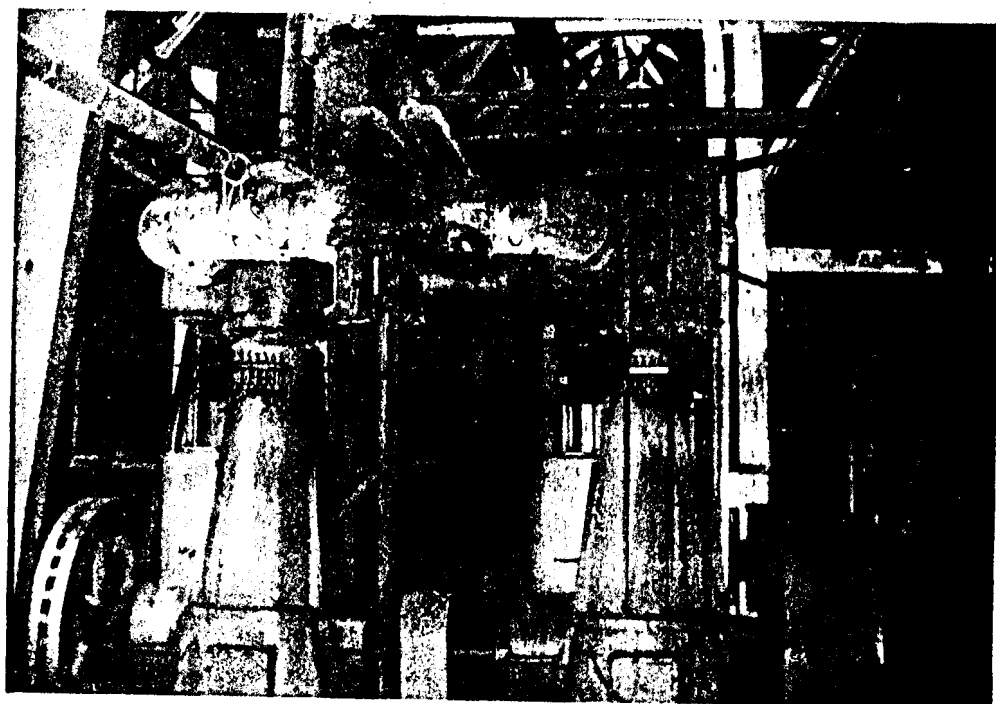
FIGURA # 2.- Ajuste en las picadoras de caña.

La primera picadora se denomina picadora niveladora y está accionada por un conjunto turbina a vapor-reductor (fotografía #2), la cual toma la caña por medio de los machetes de su unidad picadora que gira a 502 RPM (fotografía #3) y convierte las cañas enteras que están sobre su ajuste en pedazos cortos y pequeños dejando pasar una alta proporción de la misma sin cortar debido a su amplio ajuste. Luego esta mezcla de caña sin cortar y cortada es descargada desde la cabeza del conductor #3 a la cola del conductor #4 sobre el cual está montada una segunda picadora accionada por dos motores verticales a vapor (fotografía #4), denominada picadora cortadora cuyos machetes giran a 493 RPM, y son éstos los que completan el picado de la caña debido a su menor ajuste. La diferencia entre las dos picadoras anteriormente mencionadas está en el ajuste dado, es decir, la distancia "h" entre la extremidad del machete y la parte más sobresaliente de las barajas del conductor (figura #2), este ajuste es 150 milímetros en la picadora niveladora y 25 milímetros en la picadora cortadora.

La velocidad de rotación recomendada para las unidades picadoras es de 400 a 600 revoluciones por minuto, siendo la adoptada universalmente 500 revoluciones por minuto, y el sentido general de rotación de los machetes de la unidad picadora es de tal manera que estos



FOTOGRAFIA # 3.- Unidad Picadora.



FOTOGRAFIA # 4.- Motores verticales a vapor.

en su paso próximo a las barajas del conductor giren en su misma dirección (figura #2).

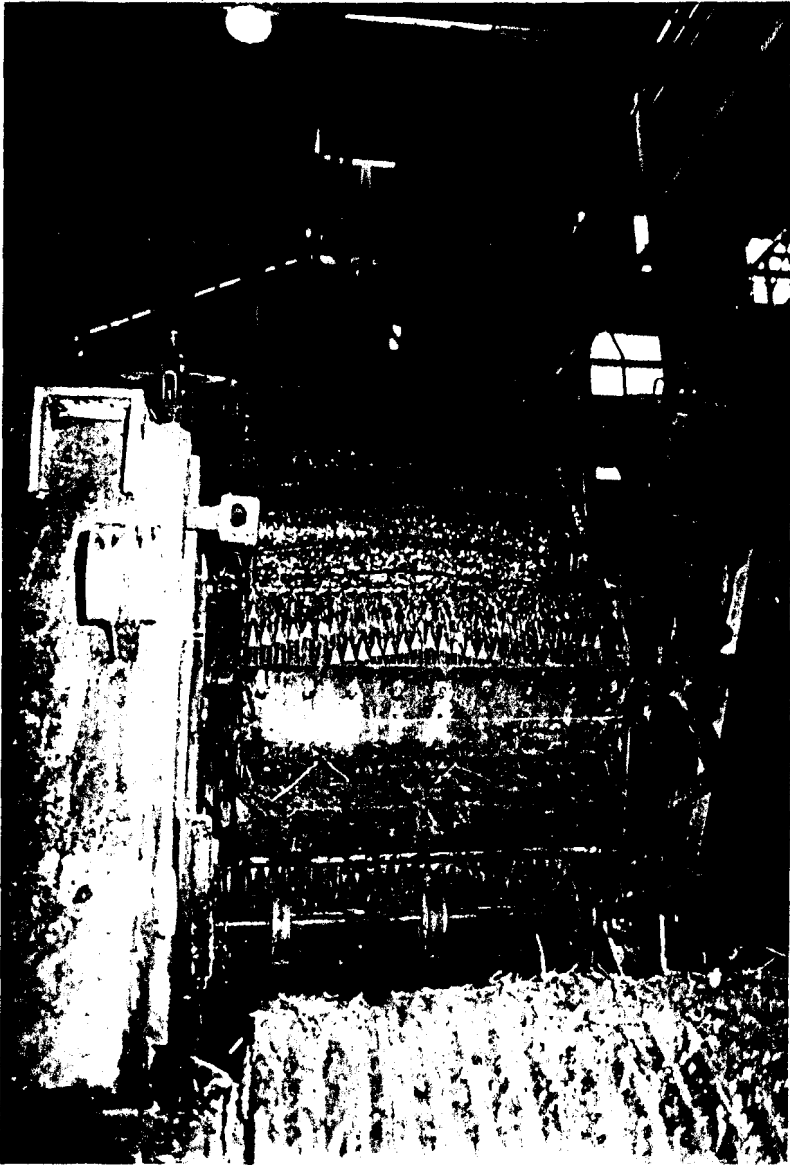
La caña picada es fácilmente alimentada desde la cabeza del conductor #4 (fotografía #5) hasta la desmenuzadora para terminar con la preparación de la misma y asegurar la alimentación de todo el molino. Una vez que la caña pasa por la desmenuzadora llega a los molinos donde se inicia la molienda para extraer el jugo y el bagazo de la caña como se muestra en el diagrama unifilar (plano No. 563-09-129). La capacidad de molienda de este molino es de 160 toneladas de caña por hora (T.C.H.).

El bagazo obtenido en el último molino es transportado hasta las calderas en donde el mayor porcentaje se utiliza como combustible para la generación del vapor necesario para el movimiento de máquinas y para la elaboración del azúcar, y una cantidad pequeña es entregado a Papelera Nacional, mientras que el jugo obtenido en los dos primeros molinos denominado jugo primario, es tomado para la elaboración del azúcar y los jugos restantes de los otros molinos se lo utiliza para remojar el bagazo en los diversos molinos y así extraer la mayor cantidad posible de azúcar contenida en la caña. A este proceso de remojar se lo denomina maceración.

en su paso próximo a las barajas del conductor giren en su misma dirección (figura #2).

La caña picada es fácilmente alimentada desde la cabeza del conductor #4 (fotografía #5) hasta la desmenuzadora para terminar con la preparación de la misma y asegurar la alimentación de todo el molino. Una vez que la caña pasa por la desmenuzadora llega a los molinos donde se inicia la molienda para extraer el jugo y el bagazo de la caña como se muestra en el diagrama unifilar (plano No. 563-09-129). La capacidad de molienda de este molino es de 160 toneladas de caña por hora (T.C.H.).

El bagazo obtenido en el último molino es transportado hasta las calderas en donde el mayor porcentaje se utiliza como combustible para la generación del vapor necesario para el movimiento de máquinas y para la elaboración del azúcar, y una cantidad pequeña es entregado a Papelera Nacional, mientras que el jugo obtenido en los dos primeros molinos denominado jugo primario, es tomado para la elaboración del azúcar y los jugos restantes de los otros molinos se lo utiliza para remojar el bagazo en los diversos molinos y así extraer la mayor cantidad posible de azúcar contenida en la caña. A este proceso de remojar se lo denomina maceración.



FOTOGRAFIA # 5.- Cabezal de alimentación a la desmenuzadora.

1.2. PROCESO DE ELABORACION DEL AZUCAR

El jugo primario es bombeado desde los tanques de recolección de los molinos hasta una balanza hidráulica automática en la cual se registra el peso del jugo que entra al proceso de elaboración, a continuación este jugo es inyectado a los sulfitadores en contra corriente para precipitar materiales extraños, la sacarosa y bacterias que vienen en la caña, luego pasa a los alcalizadores para neutralizar la acidez producida por el azufre en los sulfitadores. El siguiente paso es elevar la temperatura del jugo pasándolo a través de los calentadores a una velocidad de 1.83 (mt/seg) a 2.28 (mt/seg), las temperaturas del jugo a la salida de los calentadores es aproximadamente 102 grados centígrados. El jugo calentado es enviado al prefloculador donde se mezcla con un floculante el cual acelera la floculación y precipitación de los materiales extraños, y luego es alimentado por gravedad a los clarificadores continuos para separar las impurezas de la caña en forma de un lodo denominado "cachaza" mediante bombas de diafragma y el jugo claro a través de las válvulas telescópicas. La cachaza se mezcla con residuos de bagazo denominado bagacillo y una cantidad del mismo floculante en el depósito de cachaza y mediante bombas se envía esta mezcla a los filtros Oliver de vacío, en los cuales se extrae parte



del jugo que todavía existe, luego se lava con agua para recuperar la máxima cantidad posible de azúcar y este jugo es bombeado a los alcalizadores.

El jugo claro o clarificado extraído por las válvulas telescópicas pasa a través de un tamiz para separar residuos de bagacillo mientras que el jugo cae al depósito de jugo clarificado. Este jugo tiene aproximadamente un 85 a 87 % de agua y es bombeado hacia los evaporadores o cuádruple efecto, para eliminar entre el 75 y 80 % del agua componente del jugo clarificado, ésta evaporación se logra con vapor de 10 PSI. Este jugo con bajo porcentaje de agua se denomina meladura o jugo concentrado y es bombeado a los tanques receptores y luego es absorbido por los tachos. Aquí se lo evapora hasta un punto de sobre saturación, en este punto se inyecta una cantidad de polvo de azúcar disperso en alcohol, el cual sirve como semilla para la formación de los cristales de azúcar. Con ebullición, agitación, y alimentación de más meladura se obliga a que los cristales de azúcar crezcan hasta obtener un tamaño que fluctúa entre 0.5 y 1.00 milímetro, obteniéndose así una masa de azúcar denominada masa cocida "A" o de primera, la cual es decargada a los cristalizadores para un leve enfriamiento, luego cae a las centrifugas donde es purgada la masa, separándose por un lado el azúcar blanca y por otro lado

la miel "A" que luego regresa a los tanques receptores para obtener el azúcar de segunda. El azúcar blanca luego de haberse separado en las centrifugas se transporta hacia la secadora, en la cual con una corriente de aire caliente es secada, y luego pasa a ser envasada en sacos o fundas plásticas para luego ser almacenada y posteriormente proceder a la comercialización. Todo el proceso descrito anteriormente se muestra en el diagrama unifilar (plano No.563-09-129).

1.3. PROBLEMAS CAUSADOS POR LA PICADORA .

En el proceso de preparación de la caña descrito anteriormente, durante la molienda existen problemas adicionales en las tres unidades de la picadora niveladora de caña que los que comúnmente existen en toda picadora como son: rotura, aflojamiento o pérdida del filo del machete. Los problemas adicionales causan paradas de largos períodos de tiempo sin operar, hasta volverse a poner en marcha la picadora.

UNIDAD DE MANDO.-Es la fuente motriz o de accionamiento de la picadora, en nuestro caso la picadora niveladora está accionada por un conjunto turbina-reductor cuyas características se indican en la tabla I. Este conjunto se encuentra instalado dentro de un sótano (plano No.555-096-068 o # 1) de difícil acceso y cerca de la bagacera, motivo por el cual las máquinas



MAQUINARIA	POTENCIA (HP)	VELOCIDAD (RPM)	MARCA	SENTIDO DE ROTACION
Turbina a vapor	300	3238	MURRAY	
Reductor	300	350	MURRAY	

TABLA I.- Características del conjunto turbina-reductor de la unidad de mando original.

CANTID.	ELEMENTOS MECANICOS	CARACTERISTICAS
3	Acoples	FALK 18F
2	Contraeje	SAE 1045; montado en rodamiento TIMKEN $\phi = 6"$; largo 6'6" y 12'4".
1	Contraeje de Acople	SAE 1045; montado en cojinetes de deslizamiento; largo 11'2.25"
1	Polea motriz	$D_p = 31"$; $D_c = 5.990"$; $L_c = 11.5"$ Hierro fundido; $P_c = 1460$ lb.
1	Polea Conducida	Hierro fundido; $d_p = 21.6"$ $P' = 650$ lb.; $d_c = 5952"$; $l_c = 11.5"$
10	Bandas	Tipo V
2	Cojinetes de deslizamiento	Chapas de hierro fundido recubierto con magnolia; $D = 5 \frac{7}{16} "$
4	Cojinetes de Rodamiento	TIMKEN
6	Soporta Cojinetes	Hierro Fundido

TABLA II.- Componentes de la Unidad de Acople original.

están constantemente cubiertas de bagacillo y no son supervisadas adecuadamente durante su funcionamiento ocasionando así los siguientes problemas:

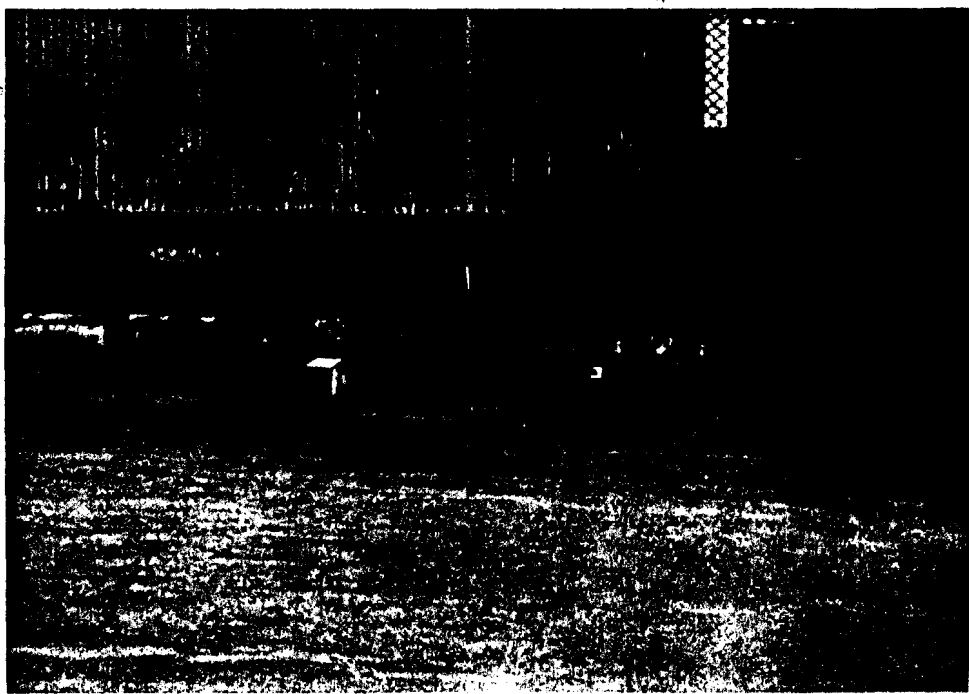
a) Atascamiento de la picadora niveladora, causado por obstrucciones con bagacillo de las articulaciones de las barras del linkage o de los pivotes del contrapeso, que impiden el normal funcionamiento del regulador de velocidades (fotografía #6) durante la continua sobre carga ocasionada por la alimentación manual del colchón de caña irregular a la picadora, el cual no puede ser distribuido uniformemente ya que no existe niveladores de caña en los conductores. Estos atascamientos ocasionan la parada de la molienda por períodos de dos a tres horas.

b) Riesgo de nuestro recurso humano y físico en caso de emergencia debido a que los órganos de mando especial, tal como la válvula de entrada de vapor y/o del dispositivo de cierre rápido que no pueden ser rápida ni fácilmente alcanzados para su manipulación. Como por ejemplo en una sobre velocidad de la turbina o el armado del dispositivo de cierre rápido.

UNIDAD DE ACOPLA.- Es la encargada de la transmisión de la potencia desde la unidad de mando hasta la unidad picadora, la unidad de acople en las picadoras



FOTOGRAFIA # 6.- Regulador de velocidades.



FOTOGRAFIA # 7.- Contraeje de acople sobre cojinetes de deslizamiento.

generalmente está formada simplemente por un acople por bandas en "V" o por un acople flexible.

La unidad de acople que actualmente existe se encuentra formada por una combinación de ambos tipos de acoples y sus elementos son los indicados en la tabla II. Esta combinación está formada por un acople por banda y tres flexibles, debido a que la unidad de acople es compleja y utiliza elementos innecesarios los cuales están causando los siguientes problemas:

- a) Demora en el cambio y/o templado de las bandas ubicadas debajo de un voladizo, ya que se requiere de un periodo de tiempo adicional para realizar trabajos sobre los elementos innecesarios como son: abrir y cerrar dos acoples flexibles, mover cuatro soportes cojinetes para lo cual se necesita la utilización de llaves de impacto, y alinear los dos contrajes y el eje de la unidad picadora que están acoplados entre sí (plano No. 555-096-068), representando todo esto el 40 % del tiempo que se requiere actualmente para la reparación, el tiempo requerido para el cambio, y/o templado de las bandas es actualmente de 5 ó 4 horas respectivamente.
- b) Elevados costos de mantenimiento y lubricación originados por dos contraejos innecesarios, uno montado sobre rodamientos Timken con manguito para

eje de diámetro de 6" y otro montado sobre cojinetes de deslizamiento.

- c) Fundición de los cojinetes de deslizamiento del contraeje (fotografía #7) que se acopla al eje de la unidad picadora y al contraeje sobre el cual está montada la polea conducida por falta de lubricación debido a la dificultad que existe llegar hasta los cojinetes y en especial del que está dentro del tunel del sótano. Este tipo de falla ocasiona parada de la molienda por un periodo de tiempo generalmente de 5 horas.

UNIDAD PICADORA.- Es la encargada de picar la caña por medio de sus machetes colocados sobre un eje en seis planos diferentes y desfasados, 60 grados entre ellos (fotografía # 3). El eje de esta unidad puede girar sobre cojinetes de deslizamiento o cojinetes de rodamiento y sus elementos son los indicados en la tabla III.

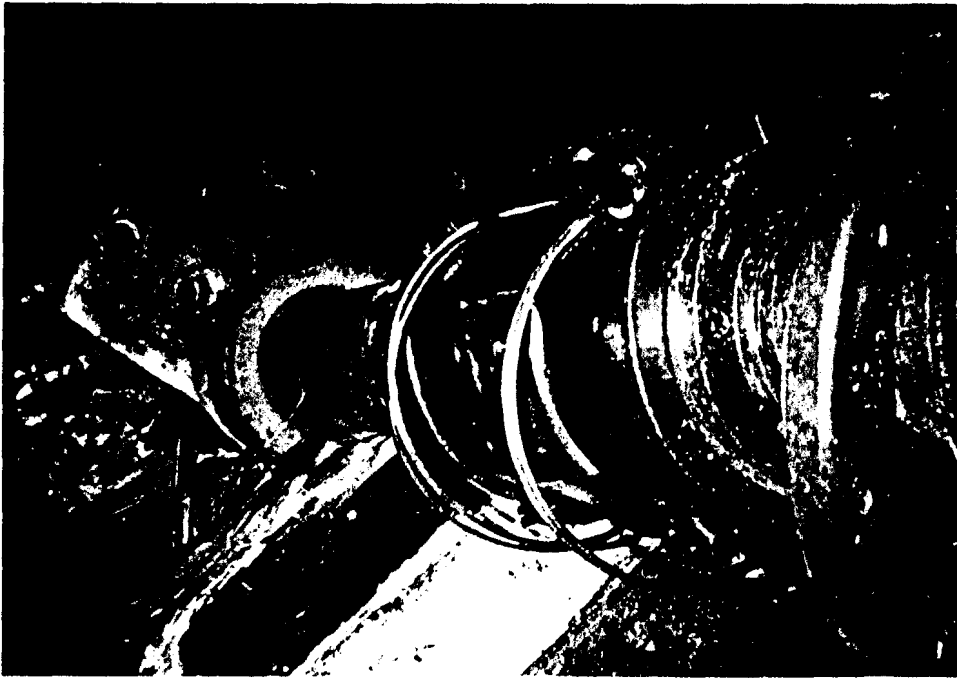
El eje de nuestra unidad picadora está montado sobre cojinetes de deslizamiento formados por dos chapas de hierro fundido, (fotografía # 8), cada uno recubierto de magnolia, la misma que se funde durante el trabajo por falta de lubricación, ocasionando parada de la molienda por un tiempo de 8 horas o más en caso de ser necesario rectificar rayaduras en el eje ocasionadas

CANTID.	ELEMENTOS MECANICOS	CARACTERISTICAS
1	Eje	SAE 1045; montado en cojinetes de deslizamiento; largo 13'9"
2	Cojinetes de deslizamiento	Chapas de hierro fundido recubierto con magnolia D = 5 7/16 "
2	Soportes de Cojinetes	Hierro fundido
1	Volante de llanta	Hierro fundido; Pv=2300 lb.; Dv=42" dcv = 5.9360"; Lvc = 11.5"
13	Portamachetes	Acero fundido; Wp = 75.5 lb. 26" * 9.5" * 2"; D'p = 7"
26	Machetes	Platinas ASTM A-36 de 3/4 25" * 7" * 3/4"; Wm = 3516
4	Tuercas	SAE 1045; dos izquierdas y dos derechas
14	Separadores	SAE 1045; 12 de 10" Ds = 7" ds= 2" y 2 de 10" Ds = 7" ds = 3.16"
52	Pernos y Tuercas	1 1/2" * 3 1/2" NC 1 1/2" 8 NC

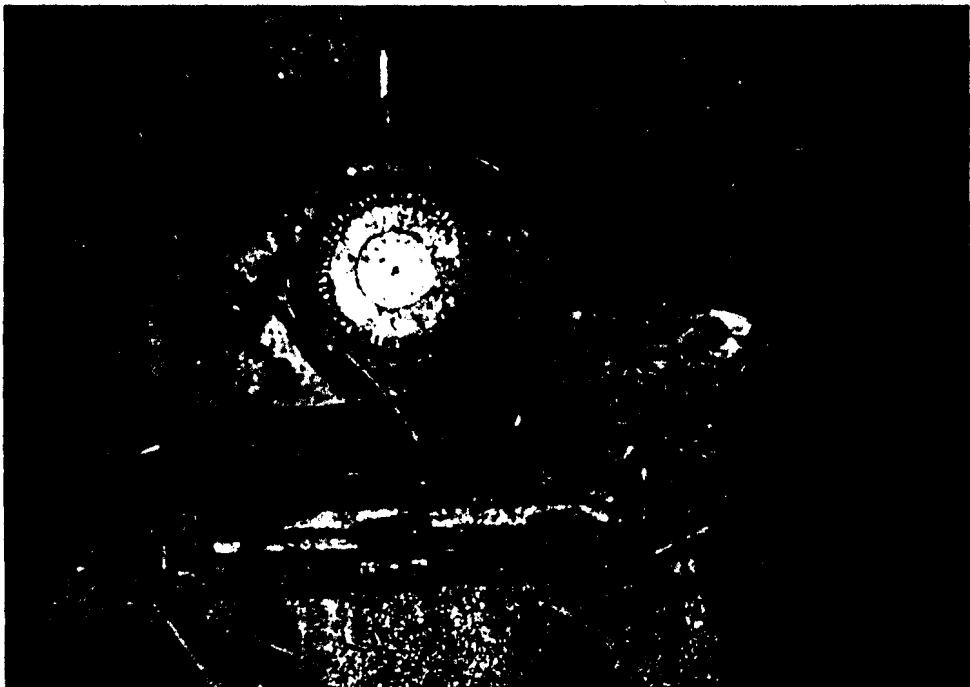
TABLA III.- Componentes de la Unidad Picadora original.

CAUSA ZAFRA	ATASCA- MIENTO	TURBINA	BANDAS	PICADORA (CHAPAS)
1988	23h10 min	1h18 min	3h32 min	22h32 min
1989	13h55 min	1h10 min	4h45 min	00h35 min

TABLA IV.- Tiempo de Parada debido a problemas adicionales.



FOTOGRAFIA # 8.- Cojinetes de deslizamiento de la unidad picadora.



FOTOGRAFIA # 9.- Cojinetes de deslizamiento ubicado en túnel del sótano.

durante la fundición de las chapas. La falta de lubricación se debe a que generalmente no se está procediendo a lubricar los cojinetes de la unidad picadora de una manera adecuada, especialmente del cojinete que está en el tunel del sótano del lado del acople (fotografía # 9), ya que el vapor de las purgas encierran en el tunel y el piso se encuentra lleno de aceite y agua, los cuales causan dificultad y riesgo para su acceso.



BIBLIOTECA

En la tabla IV se muestra los tiempos de parada de la molienda durante las zafras de 1988 y 1989 debido a los problemas adicionales que existen en la picadora niveladora anteriormente mencionados.



BIBLIOTECA

CAPITULO II

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Como puede verse en el numeral 1.3, el problema de la picadora niveladora está en las tres unidades, los que deben ser superados, para lo cual se procederá a analizar alternativas de soluciones para cada una de las unidades y posteriormente realizar una evaluación de las mismas con la finalidad de determinar la solución óptima que satisfaga nuestras necesidades bajo las condiciones como está diseñado el trapiche "A".

2.1. ANALISIS EN LA UNIDAD DE MANDO

Existen diferentes unidades de mando para el accionamiento de las unidades picadoras. Dependiendo de las condiciones de trabajo estas pueden ser:

- Motor eléctrico
- Turbina a vapor
- Motor a vapor.

Motor Eléctrico

Para el uso de motores eléctricos en el accionamiento de las unidades picadoras es fundamental tener un colchón de caña de un grueso casi uniforme, el cual sólo se obtiene en trapiches con niveladores de caña y totalmente automatizada su alimentación, para

así evitar atascamientos o sobre cargas continuas en la unidad picadora, los cuales son perjudiciales para la vida útil del motor, ya que éstos trabajan dentro de un margen reducido de variación de velocidades debido a que no puede conservar fácilmente su potencia a bajas velocidades. Los motores más comúnmente utilizados en los Ingenios Azucareros son los de inducción de rotor embobinado por su alta eficiencia y robustez.

La velocidad de los motores generalmente está sobre el máximo valor del rango de velocidad recomendado para las unidades picadoras, por lo que en estos casos se necesita de reductores de velocidad para el uso de motores eléctricos en el accionamiento de picadoras.

El conjunto motor eléctrico-reductor a pesar de que ambos son máquinas sencillas y robustas, y que los elementos que pueden averiarse son pocos, requieren ser instalados en lugares de fácil acceso y seguro, porque es necesario supervisar la lubricación, y la temperatura del aceite y cojinetes del reductor durante su funcionamiento.

La electrificación de la unidad de mando debido a las condiciones que requiere, y al diseño del trapiche "A", resulta ser muy costosa y complicada, ya que de aplicarse se necesitaría principalmente:

- a) Instalar niveladores de caña con sus respectivos motores eléctricos, reductores de velocidad y accesorios.
- b) Adquirir la nueva unidad de mando, formada por el conjunto motor eléctrico-reductor.
- c) Reemplazar los motores a vapor de los conductores #3 y #4 por centralinas hidráulicas conectadas entre sí; para el accionamiento automático de los conductores.
- d) Construcción de nuevas bases de cimentación para los niveladores, y la unidad de mando.

A pesar que los costos de operación y mantenimiento son relativamente bajos para los motores eléctricos, sin embargo estos costos serán elevados para esta alternativa. Además la electrificación no aporta por sí misma ninguna ganancia desde el punto de vista del consumo de vapor, disminuyendo el rendimiento de operación por su doble transformación de la energía.

Turbina a Vapor

El mando de las picadoras por medio de turbina se lo realiza en trapiches cuya capacidad de molienda es más de 150 toneladas de caña por hora (T.C.H) y cuando existe grandes variaciones de la velocidad; ya que las

turbinas pueden soportar fuertes atascamientos o sobre cargas continuas sin sufrir daño alguno. El rango de velocidades a la que trabajan estas turbinas está comprendido entre 1800 a 4000 RPM, siendo reguladas generalmente entre 3000 a 3500 RPM de tal manera de obtener la velocidad deseada a la salida del reductor y así conseguir que la unidad picadora trabaje en el rango de velocidades recomendada o con la universalmente adoptada en estas unidades.

Las turbinas son máquinas muy costosas y demandan de mayor cuidado que los motores eléctricos, por lo que deben ser ubicadas en un sitio de fácil acceso, seguro y limpio, de tal manera que se pueda realizar una adecuada supervisión; manipular fácilmente y rápidamente los órganos de mando en caso de emergencia; y mantener las articulaciones del regulador de velocidades y otros órganos de mando libre de obstrucciones por contaminación. Considerando estas necesidades y analizando los problemas existentes en la unidad de mando, se determina que los problemas son originados exclusivamente por mala ubicación del sitio donde se encuentra instalada actualmente la unidad de mando por lo que ésta unidad puede ser utilizada para el accionamiento de la picadora a modificarse, bajo las mismas condiciones en que está diseñado el trapi-che, haciendo esta alternativa muy económica, ya que

sólamente se necesitaría de nuevas bases de cimentación al otro lado del conductor # 3 (figura # 3), y sobre el nivel del piso, y de la prolongación de las líneas de escape y alimentación de vapor desde los puntos C y D (figura # 4), hasta el nuevo sitio de la turbina.

Motor a Vapor

Los motores verticales a vapor de válvula de pistón como el de la picadora cortadora del trapiche "A" (Fotografía # 4) son muy seguros y fuertes y trabajan con vapor de 114 a 227 PSI. con una presión de escape de 9 PSI., la velocidad de estos motores son adecuadas para las picadoras por lo que no requieren de reductores de velocidad, ya que su rango de trabajo está entre 450 a 600 RPM. Debido a su construcción robusta y simple, no requieren de mucho cuidado ni mantenimiento, por lo que sus costos de operación y mantenimiento son relativamente bajos.

Estos motores tienen un regulador centrífugo que mantienen la velocidad constante como lo permitan las variaciones de carga. Hoy en día ya no se fabrican motores a vapor por su baja potencia y eficiencia, y porque el vapor de escape debe desecharse por contaminación con aceite, razón por la cual se han ido sustituyendo los motores a vapor por motores eléctricos o

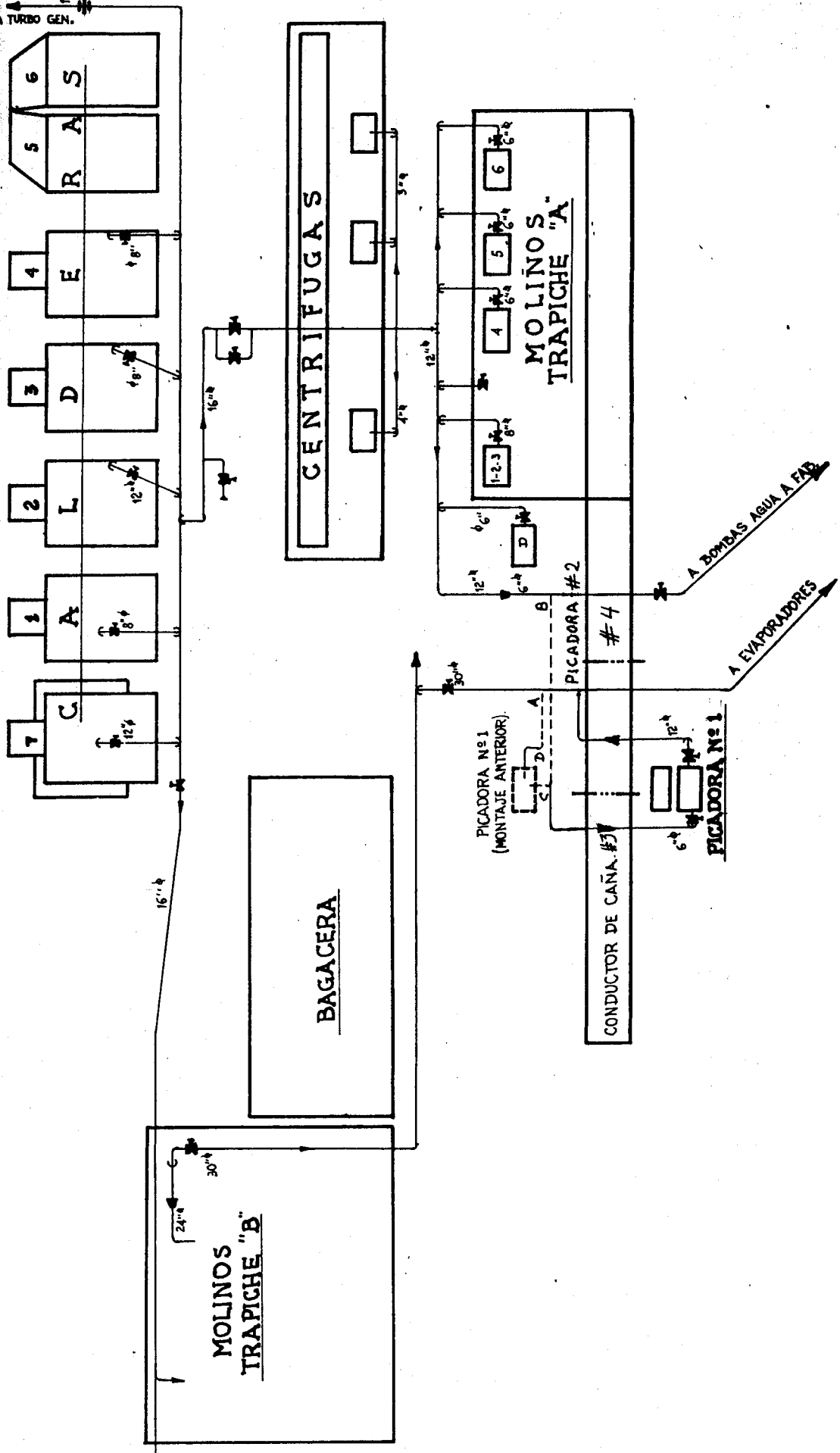
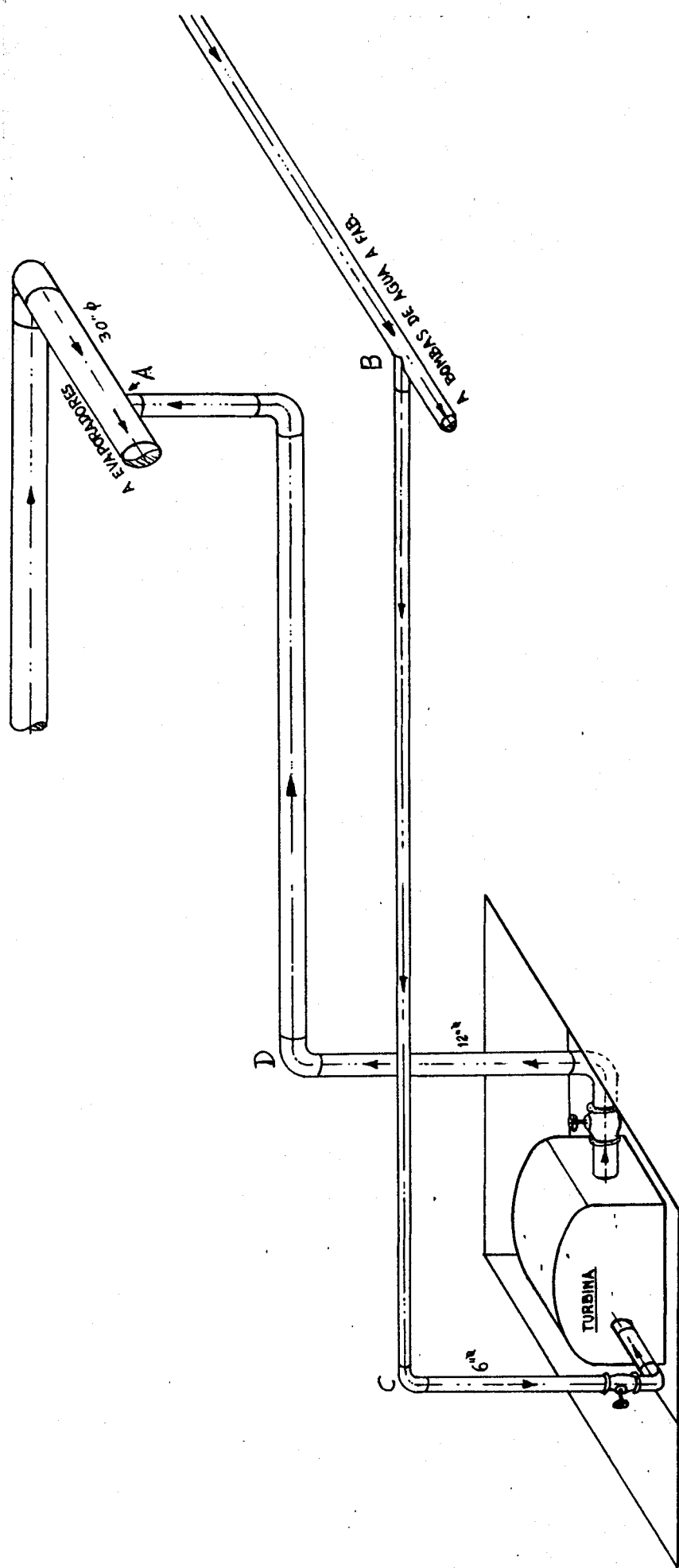


FIGURA # 3.- Ubicaciones de la unidad de mando antes y después de la modificación.



Conductor de caña # 3

Conductor de caña # 4

FIGURA # 4.- Instalación de las líneas de vapor originales.

turbinas a vapor según el caso lo demande.

2.2. ANALISIS EN LA UNIDAD PICADORA.

Los ejes como elementos dinámicos giran sobre soportes los cuales pueden ser cojinetes de deslizamiento o cojinetes de rodamiento.

El eje de la unidad picadora está colocado actualmente sobre cojinetes de deslizamiento, que están montados sobre las bases de cimentación ubicadas aproximadamente a dos metros por debajo del nivel del piso, lo cual nos está ocasionando serios problemas mencionados en el numeral 1.3. Este nivel resulta muy complicado y costoso variarlo, ya que demanda modificar la viradora de camiones, los conductores #2, #3 y #4 de caña, y la construcción de nuevas bases de cimentación para los cojinetes. Esta desventaja sumada a la estricta lubricación y supervisión que demandan los cojinetes de deslizamiento debido al elevado rozamiento con el eje, hace que estos tipos de cojinetes no puedan ser utilizados en las condiciones actuales como está diseñado el trapiche. Por lo que se procederá a plantear una posible solución con cojinetes de rodamiento.

Cojinetes de Rodamientos

En estos tipos de cojinetes el rozamiento es aproximadamente la décima parte del rozamiento que en los

cojinetes de deslizamiento, por lo que requieren de escasa atención de lubricación y de conservación, con la correspondiente reducción de manutención y seguridad en el funcionamiento al no producirse temperaturas elevadas por rozamiento. Además, los cojinetes de rodamiento presentan otras ventajas tales como la de soportar fuertes cargas radiales y axiales o en ambas direcciones, y la de absorber pequeños desalineamientos angulares entre el eje y el soporte originados por flexión del eje bajo la carga de funcionamiento o cuando los ejes están soportados en soportes separados a gran distancia entre sí. Considerando todas estas características y la complejidad de variar la altura del eje de la unidad picadora, los problemas existentes en esta unidad pueden ser superados totalmente, colocando el eje de la unidad a la misma altura actual sobre cojinetes de rodamiento. Esta alternativa requiere de la construcción de un nuevo eje, la compra de dos rodamientos con sus respectivos soportes y manguitos, y de una plancha de 50.80 milímetros de espesor.

Esta alternativa es fácilmente realizable pero un poco costosa.

2.3. ANALISIS EN LA UNIDAD DE ACOUPLE

El acoplamiento de la unidad de mando y de la unidad

picadora se lo realiza generalmente por medio de acoples flexibles o por bandas en "V" simplemente, ya que ambos tipos de acoples pueden absorber cargas de choques originadas por sobrecargas excesivas producidas durante la alimentación de la caña hacia la picadora.

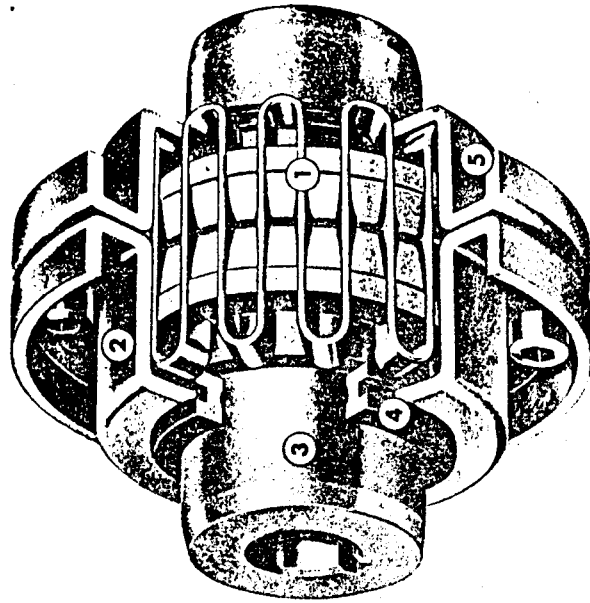
En esta parte es importante recordar que no existen motores verticales de vapor por lo que la unidad de mando a seleccionarse estará formada por un conjunto turbina-reductor o motor eléctrico-reductor. El tipo de acople depende de las condiciones de las dos unidades a acoplarse.

Acople Flexible

Este tipo de acople consta de un dispositivo simple y económico cuyos elementos se indican en la figura # 5, y se aplica cuando se desea conectar secciones de ejes o el eje de una máquina conductora o motriz con el de una máquina conducida. Para nuestro caso con este tipo de acople se puede conectar el árbol motriz de salida de la unidad de mando con el eje conducido de la unidad picadora, para lo cual se requiere montar solamente dos cubos, uno sobre el extremo del árbol y el otro sobre el eje, y por simple interposición de las rejillas de amortiguamiento sobre las ranuras de los cubos se conectan las dos unidades.

FIGURA # 5.- Elementos del acople flexible "Tipo F".

Partes componentes del diseño único de los coples flexibles Falk Steelflex



- 1 REJILLAS RESILIENTES** ... acero de aleación cromo vanadio de alta resistencia ... templado y revenido adecuados ... con alta resistencia y factor de seguridad a la fatiga.
- 2 CUBIERTAS** ... de acero para servicio pesado con bridas anchas y guardas angostas para facilitar el ensamble. Las cubiertas flotan sobre los dientes del mamelón permitiendo libre articulación de la rejilla.
- 3 EJES.** ... acero de alta calidad para trabajo rudo precisión de maquinado para rápida instalación ya alineamiento.
- 4 SELLOS** ... material sintético durable ... impermeable a los aceites y grasas ... suficientemente anchos, impidiendo pérdidas de lubricante y entrada de agua, polvo u otras impurezas.
- 5 LUBRICACION** ... Fácilmente lubricados por medio de graseras.

A pesar de la simplicidad y facilidad que presenta el acople flexible, su aplicación en nuestro caso resulta muy complicada y costosa porque al no variarse la posición del eje de la unidad picadora, ésta alternativa demanda de una electrificación de la picadora y que el eje de la unidad se monte sobre cojinetes de rodamientos. Además, debido a que el acople entre las dos unidades es directo (figura # 6) es necesario que la velocidad de giro del árbol de salida de la unidad de mando esté en el rango o que sea igual a la universalmente aplicada a las unidades picadoras, para que la capacidad de la picadora sea óptima. A pesar de que existen tres acoples flexibles del diseño anterior, su aplicación no es recomendable por lo anteriormente expuesto.

Acople por Bandas

Este sistema de acople se aplica cuando la distancia entre centros es grande y se necesita obtener variaciones de la velocidad entre un eje motriz y un conducido por medio de poleas.

Considerando éstas características la unidad de mando actual puede ser montada sobre el nivel del piso y acoplada por bandas directamente al eje de la unidad picadora montado en su posición original. Además, simplificando el acople combinado que existe, se

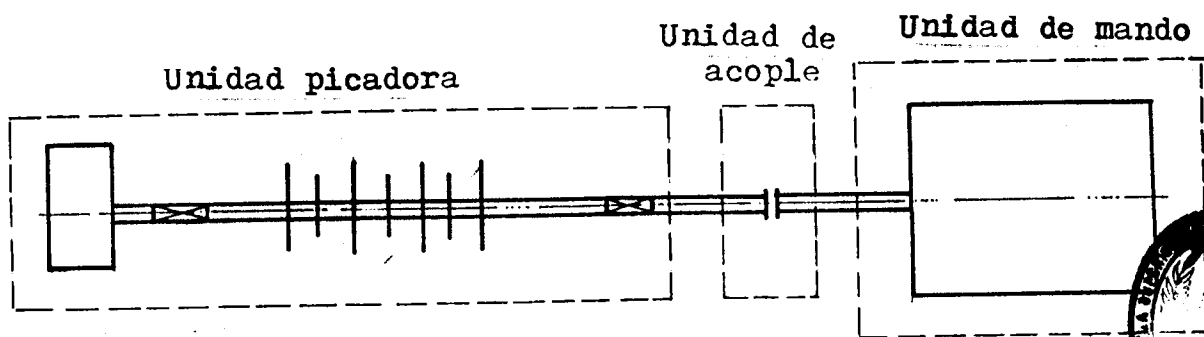


FIGURA # 6.- Acople de las unidades con acople flexible

BIBLIOTECA

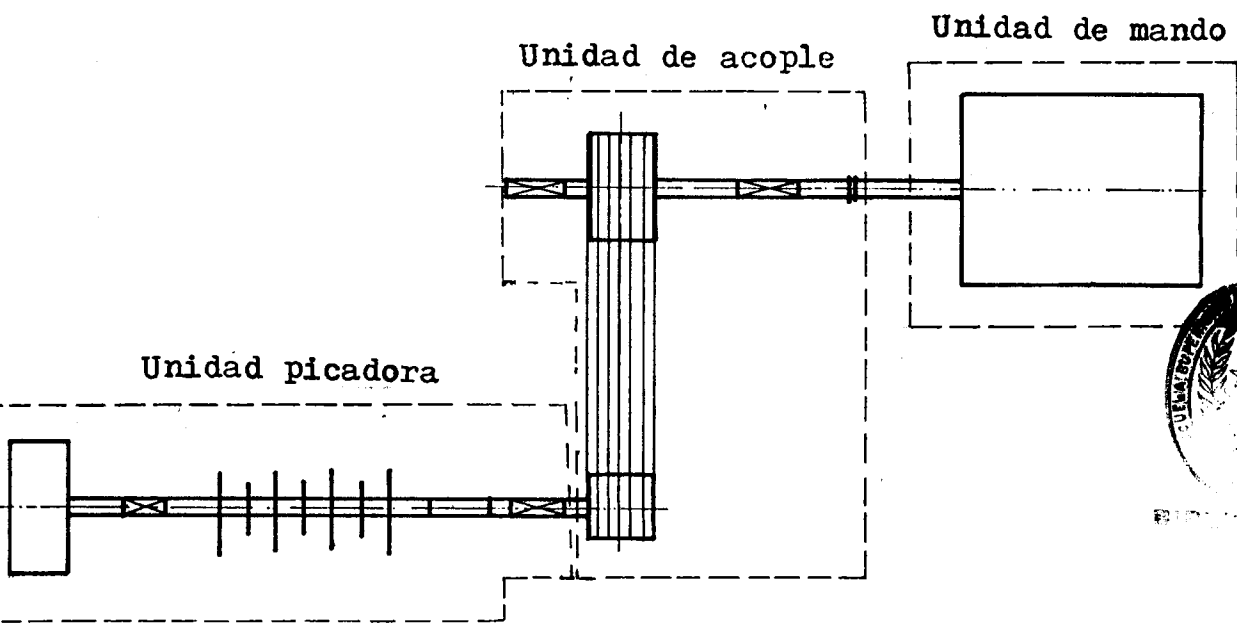


FIGURA # 7.- Acople de las unidades con acople por bandas y flexible.

puede obtener la unidad de acople por banda completamente, para lo cual se necesita colocar la polea conducida directamente sobre el eje de la unidad picadora en el lado que se monte la unidad de mando, mientras que la polea conductora por su peso y dimensiones considerablemente grandes no se colocará directamente en el árbol de salida del reductor, procediéndose a montar en el mismo contraeje que ha estado trabajando o en un similar según los cálculos que se determinen, el contraeje con la polea conductora se acoplarán directamente al árbol del reductor con un acople flexible para proteger más el reductor de las cargas de choques originadas por sobrecargas, y a la vez de vibraciones y pequeños desalineamientos que puedan originarse durante el funcionamiento. De esta manera la nueva unidad de acople por banda quedará formada por los elementos que se indican en la figura # 7 cuyas características se indicaron en la tabla II.



BIELIOT

Esta alternativa sólo requiere de la construcción de las bases para los dos pedestales del contraeje, el cual estará ubicado entre el conductor # 3 de caña y la nueva base para la unidad de mando.



2.4. CUADRO DE EVALUACION Y DETERMINACION DE LA SOLUCION OPTIMA

En base a todas las alternativas de soluciones plan-

teadas anteriormente, y considerando las máquinas y los elementos mecánicos con que contamos se procedió a elaborar los cuadros de evaluación designándose el mayor porcentaje sobre 100 % a la descripción del tipo que presenta las mejores ventajas técnicas o económicas, y luego se sacó un porcentaje promedio, para en base al mayor de éstos determinar la solución óptima de cada unidad, para la picadora que se está modificando.

Unidad de Mando

Del cuadro de evaluación 1, se obtiene que la unidad de mando formada por el conjunto turbina a vapor-reductor es la solución óptima, porque ofrece las mejores ventajas técnicas y económicas, dado que la máxima capacidad de molienda del trapiche "A" es de 160 T.C.H., y debido a que es la más apropiada técnicamente bajo las condiciones en que trabaja el trapiche. Además, ya que se puede utilizar la unidad de mando actual resulta muy económico, el cual es un factor muy importante, porque esto representa el mayor gasto en una picadora.

Es importante anotar que además de instalarse la unidad de mando en el lugar adecuado, se está aprovechando su sentido de rotación para poder simplificar la unidad de acople por banda, sin alterar el sentido de

CUADRO DE EVALUCION No. 1.- UNIDAD DE MANDO

TIPO DE MANDO DESCRIPCION	MOTOR A VAPOR	TURBINA A VAPOR	MOTOR ELECT.
Costo de la Unidad	50% (Intermedio)	90% (Bajo)	10% (Alto)
Capacidad de Molienda	50% (Bajo)	100% (Alta)	70% (Intermedio)
Gastos Adicionales	90% (Amplio)	90% (Pocos)	40% (Algunos)
Capacidad de Absorver sobrecargas	80% (Amplio)	100% (Amplio)	70% (Bajo)
Aprovechamiento de la energía Vapor	70% (Bajo)	100% (Total)	90% (Total)
Velocidades de trabajo	100% (Bajo)	50% (Alta)	50% (Alta)
Supervisión	100% (Poca)	60% (Estricta)	100% (Poca)
Adquisición	5% (Difícil)	90% (Fácil)	100% (Fácil)
% PROMEDIO	68.12%	85%	66.25%

giro original del eje de la unidad picadora.

Unidad Picadora

Dado los graves problemas que están causando los cojinetes de deslizamiento debido al nivel donde se encuentra montado el eje y a la estricta lubricación que necesita, los cojinetes de rodamiento es la única solución, porque dado su bajo rozamiento nos da mayor seguridad para trabajar con el eje de la unidad picadora montado a su altura original, y su costo de lubricación disminuye grandemente.

Además es importante anotar que el uso de los cojinetes de rodamiento nos da la posibilidad de estandarizar estos cojinetes en las cuatro picadoras para un mejor stock de repuestos.

Unidad de Acople

Del cuadro de Evaluación 2, se obtiene que la unidad de acople constituida por banda es la solución óptima, porque presenta la facilidad de acoplar las dos unidades bajo las condiciones establecidas, factor que resulta ventajoso ante la necesidad de colocar la unidad de mando sobre el nivel del piso, y ante la complejidad que presenta cambiar la posición original del eje de la unidad picadora. Además, este tipo de acople permite trabajar a la unidad picadora con la velocidad universalmente aplicado a las mismas, esto

CUADRO DE EVALUACION No. 2.- UNIDAD DE ACOUPLE

TIPO DE ACOUPLE DESCRIPCION	FLEXIBLE	BANDAS
Costo del acople	100% Ninguno	95% Ninguno
Montaje	100% fácil y corto	50% complicado
Costo de Mantenimiento	100% Despreciable	20% Bajo
Costo de Aplicación	5% Alto	95% Bajo
Capacidad de absorber choque	60% Simple	100% Doble
Variación de velocidades	5% Ninguna	70% Fácil
Ubicación de unidad de mando	20% Unica	100% Varias
% PROMEDIO	55.71%	75.74%

es 500 RPM, y absorbe doblemente las cargas de choque protegiendo así más al reductor de velocidades, lo cual es muy importante para la vida útil del reductor.

CAPITULO III

MODIFICACION DE LA PICADORA

3.1. DIMENSIONAMIENTO (PLANOS)

En esta parte se procedió a la elaboración de los planos para la determinación de las dimensiones de las nuevas bases de cimentación y del nuevo eje de la unidad picadora necesarios para la modificación de la picadora niveladora. Esto se lo realizó en base a las necesidades presentadas en las soluciones óptimas determinadas anteriormente, y considerando las características del conjunto turbina - reductor y de los elementos mecánicos existentes que se utilizaron para minimizar el costo.

Unidad de Acople por Banda

Dado que esta unidad se acoplará directamente al árbol de salida de la unidad de mando por intermedio de su contraeje mediante un acople flexible, se determina las dimensiones de las dos bases para el contraeje (plano No.555-532-1941 ó #2) considerando la distancia entre centros del eje de la unidad picadora y el contraeje de la unidad de acople, y el ángulo de inclinación de la bandas, ambos previamente determinados. Para la determinación de la distancia entre centros y el ángulo de inclinación, fué necesario:

- a) Determinar como línea de referencia el centro del soporte cojinete que está en el lado que se montará la unidad de mando y sobre el cual está colocado el eje de la unidad picadora.
- b) Determinar la altura desde el centro del árbol de salida de la unidad de mando hasta la base de cimentación sobre la cual se va a montar.
- c) Considerar los diámetros de las poleas y los pedestales a utilizarse del diseño anterior.
- d) Considerar el ajuste de la unidad picadora.

Unidad de Mando

Esta unidad se montará al otro lado del conductor de caña # 3 con relación a su sitio original, sobre la nueva base de cimentación, que estará al nivel del piso. Sus dimensiones y ubicaciones de los pernos de anclaje (plano No.555-532-1941 ó#2) se determinan considerando las bases del contraeje y la bancada del conjunto turbina-reductor .

Los planos de la estructura de las bases estuvieron a cargo del departamento de mantenimiento.

Unidad Picadora

Dado que el eje de esta unidad irá colocado sobre rodamientos cuyos soportes serán montados en las mis-

mas bases de cimentación originales, y además la polea conducida será montada directamente sobre el eje. La longitud del eje se la determinó considerando la distancia entre los centros de los dos soporte cojinetes, la longitud del cubo del volante, la longitud del cubo de la polea conducida y el alineamiento entre poleas. Los respectivos diámetros del eje se determinan en base a los diámetros de los portamachetes, separadores, cubos del volante y polea conducida, y en base al manguito de los rodamientos (plano No. 555-596-2178 ó #3).

Por otra parte, dado que los pedestales del diseño anterior serán adaptados a los soportes de los rodamientos con la finalidad de aprovechar los largos canales de deslizamiento que estos tienen para realizar el cambio y/o templado de las bandas por simple deslizamiento de los soportes, para esta adaptación se necesita placas de nivelación y pernos de deslizamiento cuyas dimensiones se indican en el plano No. 555-579-2110 ó # 4.

3.2. MODIFICACION DE LA UNIDAD DE ACOPLA

SELECCION DE BANDAS

En la selección de las bandas se considerará la velocidad universalmente aplicadas en las unidades picado-

ras. Los datos necesarios para la selección son:

- a) Potencia requerida por la unidad de mando $(P_r) = 300 \text{ HP.}$
- b) Velocidad angular de salida de la unidad de mando $(W) = 350 \text{ RPM.}$
- c) Máquina que va a moverse.- Unidad Picadora de caña.
- d) Velocidad angular de la unidad picadora $(w) = 500 \text{ RPM.}$
- e) Distancia tentativa entre centros $(C) = 94 \text{ in.}$

Para la selección de la banda se utiliza el catálogo de Gates (# 14995-A del año 1977) y los pasos a seguirse son los siguientes:

Paso 1.- Cálculo de la potencia de diseño

Se la obtiene con la siguiente ecuación:

$$P_d = f_s \times P_r \quad (1)$$

donde:

f_s = factor de servicio

P_d = Potencia de diseño

P_r = Potencia requerida por la banda

De la figura # 8 se obtiene que el factor de servicio

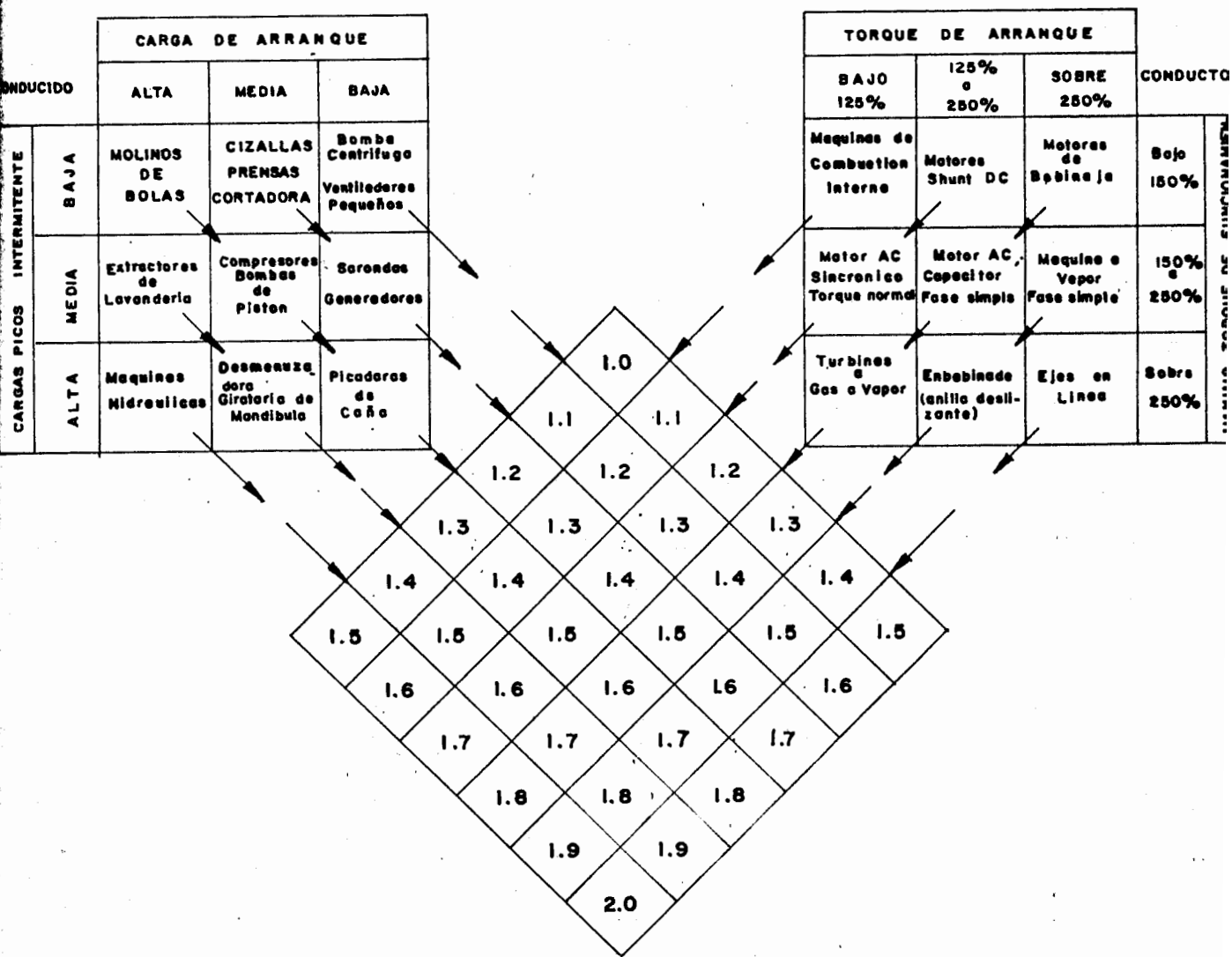


FIGURA # 8.- Factor de servicio para bandas en "V".

para una picadora accionada por una turbina es igual a 1.4, de donde:

$$P_d = 1.4 \times 300 \text{ HP}$$

$$P_d = 420 \text{ HP}$$

Paso 2.- Selección del tipo de banda.

Se determina mediante la figura # 9, en función de la potencia de diseño y el número de revoluciones por minuto de la polea menor. Según la figura # 9, la elección recae en la sección correspondiente a bandas del tipo "E".

Paso 3.- Cálculo de la relación de velocidades.

Se calcula mediante la ecuación:

$$r = \frac{w}{W} \quad (2)$$

donde:

r = relación de velocidades

W = RPM de la unidad de mando

w = RPM de la unidad picadora

Reemplazando en la ecuación (2)

$$r = \frac{500 \text{ RPM}}{350 \text{ RPM}}$$

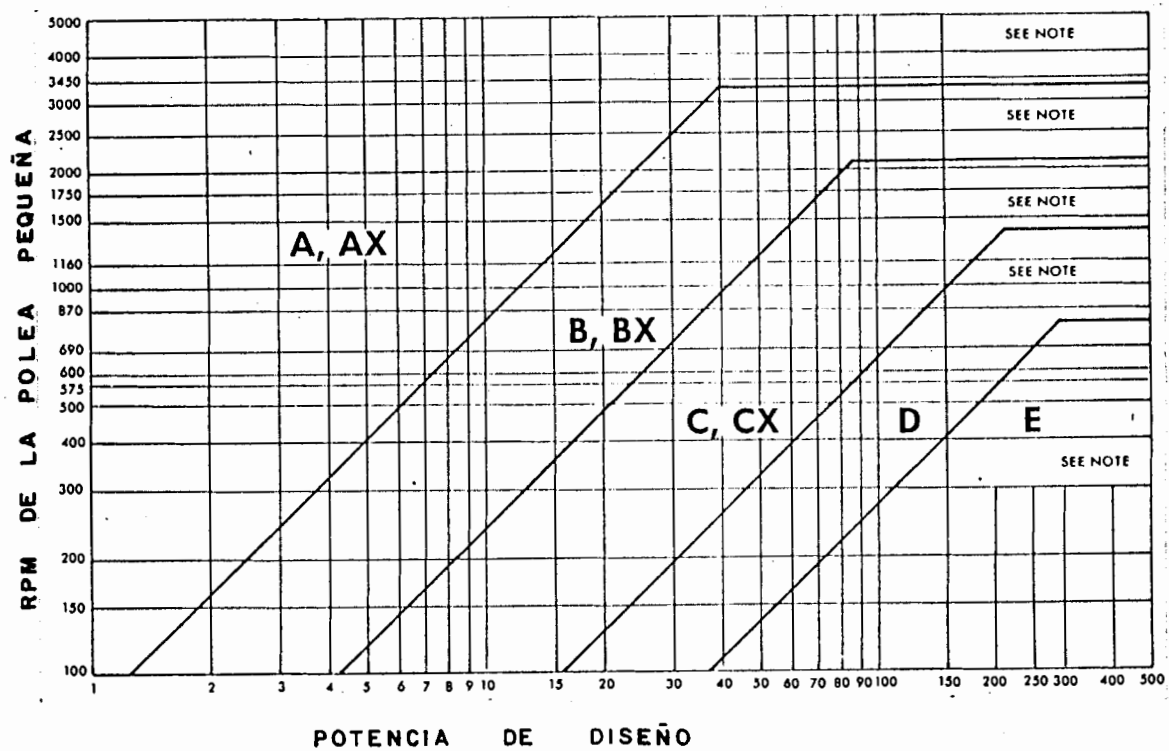


FIGURA # 9.- Selección de la sección de la banda.

$$r = 1.43$$

Paso 4.- Selección de la polea

El diámetro al pitch de las poleas se elige directamente de acuerdo con la tabla V, que fija los diámetros al pitch para cada tipo de banda y cada relación de velocidades determinada.

Para nuestro caso, el tipo de banda seleccionado es "E" y la $r = 1.43$. De acuerdo a la tabla V tenemos que para el valor de "r" calculado no existe datos, por lo que se toma para los siguientes valores de relación de velocidades (r):

$$r = 1.41 \quad 1.44$$

$$D = 31.00 \quad 31.00$$

P

$$d = 22.00 \quad 21.60$$

P

Con estos valores de "r" se determina la velocidad a la cual giraría el eje de la unidad picadora, aplicando la ecuación (2) tenemos que para:

$$r = 1.41 \quad 1.44$$

$$\omega = 493.5 \text{ RPM} \quad 504 \text{ RPM}$$

De donde por razones económicas y considerando la menor diferencia de velocidades con respecto a la considerada para el eje de la unidad picadora se



BIBLIOTECA

selecciona las poleas de:

$$d_p = 21.6 \text{ in} \quad \text{y} \quad D_p = 31.00 \text{ in}$$

Cuyos valores corresponden a las de las poleas con que contamos.

La velocidad de la banda puede ser obtenida por la siguiente ecuación:

Velocidad de la banda ft/min (V_b)

$$V_b = \frac{\text{Diámetro al pitch de la polea} \times \text{RPM de la polea}}{3.82} \quad (3)$$

Considerando la polea motriz

$$V_b = \frac{31 \times 350}{3.82}$$

$$V_b = 2840.31 \text{ ft/min}$$

Paso 5.- Longitud pitch de la banda (L_p)

Se determina la longitud tentativa de la banda (L_t)

con la siguiente ecuación:

$$L_t = 1.57 (D_p + d_p) + 2 C' \quad (4)$$

Reemplazando en la ecuación (4)

$$L_t = 1.57 (31 + 21.6) + 2 (94)$$

$$L_t = 270.58 \text{ in}$$

De la tabla VI se tiene que la banda más próxima del tipo "E" es la E270 con 271 pulgadas de longitud pitch.

Con esta longitud pitch se calcula la verdadera distancia entre centros (C) dada por la siguiente ecuación:

$$C = \frac{A - h \left(\frac{D}{P} - \frac{d}{P} \right)}{2} \quad (5)$$

donde:

$$A = L - 1.57 \left(\frac{D}{P} - \frac{d}{P} \right) \quad (5a)$$

h = factor de distancia entre centros, su valor depende de:

$$\frac{\left(\frac{D}{P} - \frac{d}{P} \right)}{A} \quad (5b)$$

Reemplazando valores en (5a) y (5b) tenemos:

$$A = 188.42$$

$$\frac{D - d}{P} = 0.05$$

De la tabla VII se obtiene interpolando que para el valor de

$$(D - d) / A ; h = 0.025$$

Reemplazando los valores de los factores A y h en la ecuación (5):

$$C = \frac{188.42 - 0.025 (331 - 21.6)}{2}$$

$$C = 94.09 \text{ in} \approx 94 \frac{3}{32}$$

La longitud pitch de la banda (L) viene dada por la siguiente ecuación:

$$L = 2C + 1.57 \left(\frac{D}{P} + \frac{d}{P} \right) + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad (6)$$

Reemplazando valores:

$$L = 2 (94.09) + 1.57 (31 + 21.6) + \frac{(31 - 21.6)^2}{4 (94.09)}$$

$$L = 271 \text{ in}$$

Paso 6.- Determinación del arco de contacto (θ)

TABLA VII.- Factor de distancia entre centros "h"

$\frac{D-d}{A}$	Factor h	$\frac{D-d}{A}$	Factor h	$\frac{D-d}{A}$	Factor h	$\frac{D-d}{A}$	Factor h	$\frac{D-d}{A}$	Factor h	$\frac{D-d}{A}$	Factor h
0.00	0.00	0.12	0.06	0.23	0.12	0.34	0.18	0.43	0.24	0.51	0.30
0.02	0.01	0.14	0.07	0.25	0.13	0.35	0.19	0.44	0.25		
0.04	0.02	0.16	0.08	0.27	0.14	0.37	0.20	0.46	0.26		
0.06	0.03	0.18	0.09	0.29	0.15	0.39	0.21	0.47	0.27		
0.08	0.04	0.20	0.10	0.30	0.16	0.40	0.22	0.48	0.28		
0.10	0.05	0.21	0.11	0.32	0.17	0.41	0.23	0.50	0.29		

TABLA VIII.- Factor de corrección del arco de contacto "G"

$\frac{D-d}{C}$	Arco de Contacto sobre la Polea Pequeña (Grados)	Factor "G"
0.00	180	1.00
0.10	174	0.99
0.20	169	0.97
0.30	163	0.96
0.40	157	0.94
0.50	151	0.93
0.60	145	0.91
0.70	139	0.89
0.80	133	0.87
0.90	127	0.85
1.00	120	0.82
1.10	113	0.80
1.20	106	0.77
1.30	99	0.73
1.40	91	0.70
1.50	83	0.65

El arco de contacto de la banda sobre la polea pequeña se lo determina con la relación:

$$\frac{D - d}{P} = \frac{C}{P} \quad (7)$$

Reemplazando valores :

$$\frac{D - d}{P} = \frac{C}{P} = 0.1$$

Con éste valor, de la tabla VIII se obtiene que:

$$\theta = 174^\circ$$

Paso 7.- Cálculo de la potencia nominal por banda

Esta potencia está dada bajo las siguientes condiciones de trabajo:

Relación de velocidades = 1 y arco de contacto = 180°.

Usando la tabla IX, y con los valores del diámetro al pitch de la polea pequeña y la velocidad del eje conducido se obtiene interpolando que la potencia básica (P) que transmite la banda es 40.28 HP.

En la misma tabla IX, se obtiene una potencia adicional (P) por banda de 2.75 HP debido a que nuestra

relación de velocidades es mayor que uno.

De donde la potencia nominal por banda (P_n) está dada por la siguiente ecuación:

$$P_n = P_b + P_a$$

$$P_n = 40.28 + 2.75$$

$$P_n = 43.03 \text{ HP.}$$



Paso 8.- Cálculo de la potencia real (P_r) por banda.

Nuestras condiciones reales de trabajo son:

Relación de velocidad > 1 y arco de contacto $< 180^\circ$, por lo que es necesario determinar el factor de corrección, del arco de contacto (G) y por longitud de banda (f_1).

Con el valor del arco de contacto determinado en el paso 6, se obtiene de la tabla VIII el factor de corrección del arco de contacto determinado, este es, para $\theta = 174^\circ$, se obtiene:



$$G = 0.99$$

De la tabla X para la banda E270 se obtiene:

$$f_1 = 0.99$$

de donde el factor de corrección de potencia (f_p) es

TABLA X.- Factor de corrección de la longitud de banda.

Seccion A		Seccion B		Seccion C		Seccion D		Seccion E	
Numero de la Banda	Factor correc cion Long. Banda	Numero de la Banda	Factor correc cion Long. Banda	Numero de la Banda	Factor correc cion Long. Banda	Numero de la Banda	Factor correc cion Long. Banda	Numero de la Banda	Factor correc cion Long. Banda
A-26	0.75	B-35	0.77	C-51	0.77	D-120	0.86	E-180	0.92
A-31	0.79	B-38	0.79	C-60	0.81	D-128	0.88	E-195	0.93
A-35	0.82	B-42	0.81	C-68	0.83	D-144	0.90	E-210	0.95
A-38	0.85	B-46	0.83	C-75	0.86	D-158	0.92	E-240	0.97
A-42	0.87	B-51	0.86	C-81	0.87	D-173	0.94	E-270	0.99
A-46	0.90	B-55	0.88	C-85	0.88	D-180	0.94	E-300	1.01
A-51	0.92	B-60	0.90	C-90	0.90	D-195	0.96	E-330	1.03
A-55	0.94	B-68	0.93	C-96	0.91	D-210	0.98	E-360	1.04
A-60	0.97	B-75	0.95	C-105	0.93	D-240	1.00	E-390	1.06
A-68	1.00	B-81	0.97	C-112	0.94	D-270	1.02	E-420	1.07
A-75	1.03	B-85	0.99	C-120	0.96	D-300	1.05	E-480	1.09
A-80	1.04	B-90	1.00	C-128	0.97	D-330	1.06	E-540	1.11
A-85	1.06	B-97	1.02	C-144	1.00	DR-360	1.08	E-600	1.13
A-90	1.08	B-105	1.04	C-158	1.02	DR-390	1.10	E-660	1.15
A-96	1.09	B-112	1.05	C-173	1.04	DR-420	1.11		
A-105	1.12	B-120	1.07	C-180	1.05	DR-480	1.14		
A-112	1.13	B-128	1.09	C-195	1.07	DR-540	1.16		
A-120	1.15	B-144	1.12	C-210	1.08	DR-600	1.19		
A-128	1.17	B-158	1.14	C-240	1.11	DR-660	1.21		
		B-173	1.16	C-270	1.14				
		B-180	1.17	C-300	1.16				
		B-195	1.19	C-330	1.18				
		B-210	1.21	C-360	1.20				
		B-240	1.24	C-390	1.22				
		B-270	1.27	C-420	1.24				
		B-300	1.30						

igual a:

$$f_p = f_\theta \times f_l \quad (9)$$

$$f_p = 0.99 \times 0.99$$

$$f_p = 0.98$$

por lo tanto la potencia real de la banda es:

$$P_r = f_p P_n \quad (10)$$

$$P_r = 0.98 (43.03)$$

$$P_r = 42.17 \text{ HP.}$$

Paso 9.- Determinación del número de banda (N).

Dividiendo la potencia de diseño para la potencia real por banda, se obtiene el número de banda requerida para la transmisión del movimiento:

$$N = \frac{\text{Potencia de diseño } (P_d)}{\text{Potencia real por banda } (P_r)} \quad (11)$$

$$N = \frac{420 \text{ HP.}}{42.17 \text{ HP.}}$$

$$N = 9.96$$

Con el objeto de dejar ~~márgen de seguridad~~ se colocán 10 bandas.

CALCULO DE LA TENSION DE LAS BANDAS

Dado que para el cálculo del diámetro del eje de la unidad picadora y el contraeje de la unidad de acople se requiere conocer las tensiones producidas por las bandas, procederemos a calcular las mismas con los valores obtenidos anteriormente para lo cual se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$T_1 - T_2 = \frac{P}{V b} \quad (12)$$

$$T_1 / T_2 = e^{k\theta} \quad (13)$$

donde k es un valor constante (0.51230) para diseño accionados por bandas en "V" de donde:

$$T_1 - T_2 = 33000 \left(\frac{420}{2840.31} \right)$$

$$T_1 - T_2 = 4879.75 \text{ Lb.}$$

$$T_1 / T_2 = e^{(0.5123) (2.97)}$$

$$T_1 / T_2 = 4.57$$

resolviendo este sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas tenemos:

$$T_1 = 6246.64 \text{ Lb. (lado tirante)}$$

$$T_2 = 1366.88 \text{ Lb. (lado flojo)}$$

Sumando aritméticamente las tensiones obtenidas, tenemos un valor aproximado de la tensión total de la banda.

$$T = T_1 + T_2 \quad (14)$$

$$T = 6246.64 + 1366.88$$

$$T = 7613.52 \text{ Lb.}$$

A partir de la figura #10 se determina que el valor obtenido de la tensión total es el verdadero, con el valor de $(D - d) / C$, obtenemos un factor de corrección del vector suma igual a 1.

CALCULO DEL DIAMETRO DEL CONTRAEJE

El material seleccionado para la construcción del contraeje y el eje de la unidad picadora es un acero SAE 1045 laminado en frío, por ser aconsejable para aplicaciones en ejes de transmisión, y por su facilidad de adquisición en nuestro mercado de sus equivalentes, tal como el SKF (047A) NORMAL.

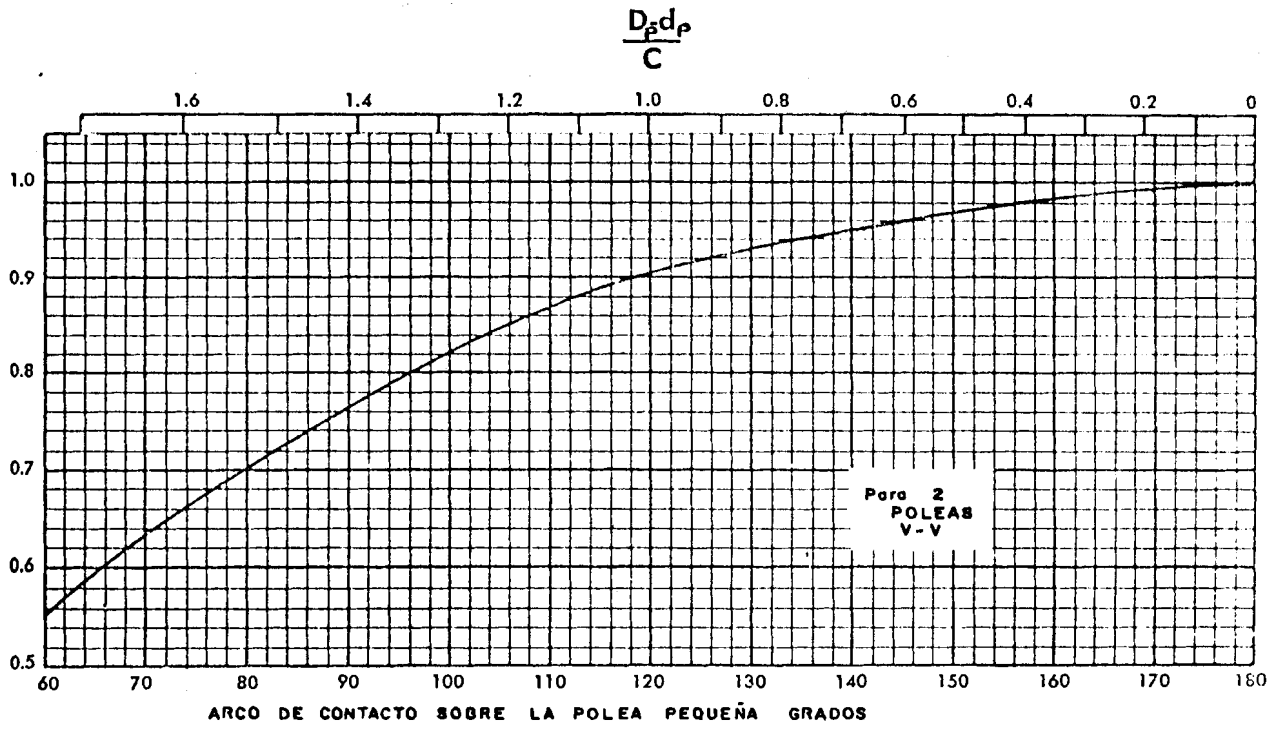
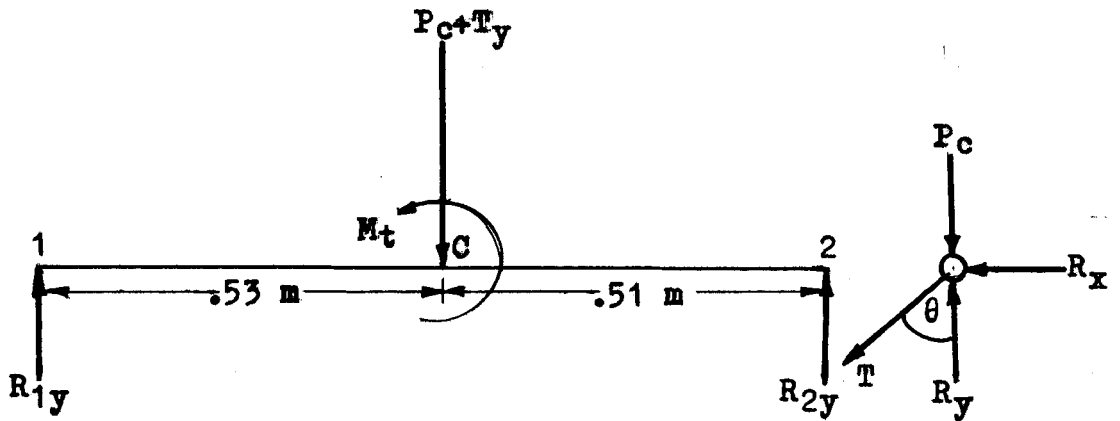


FIGURA # 10.- Factor de corrección del vector suma

a.- Fuerzas actuando sobre el contraeje



donde:

P_c	= Peso de la polea Conductora	6494.08 N
T	= Tensión total de las bandas	33864.94 N
T_1	= Tensión de la banda (lado tirante)	27785.06 N
T_2	= Tensión de la banda (lado flojo)	6079.88 N
T_x	= Componente horizontal de la tensión de las bandas	19424.13 N
T_y	= Componente vertical de la tensión de las bandas	27740.54 N
M_t	= Momento torsor de la polea grande	

R_{1x} , R_{2x} y R_{1y} , R_{2y} = Reacciones horizontales y verticales de los rodamientos respectivamente.

θ = Angulo de inclinación de las bandas 55°

b.- Reacciones verticales de los rodamientos

Aplicando sumatoria de momentos en el punto "1" debe cumplirse que:

$$+ \curvearrowright \sum M_1 = 0 \quad (15)$$

$$0.53 (P + T)_y - 1.04 R_{2y} = 0$$

$$0.53 (6494.08 + 27740.54) - 1.04 R_{2y} = 0$$

de donde:

$$R_{2y} = 17446.49 \text{ N}$$

Ahora, realizando sumatoria de fuerza debe cumplirse

$$+ \uparrow \sum F_y = 0 \quad (16)$$

$$R_y - P - T + R_{2y} = 0$$

$$R_y - 6494.8 - 27740.54 + 17446.49 = 0$$

de donde:

$$R_y = 16788.13 \text{ N}$$

DIAGRAMA DE FUERZAS VERTICALES

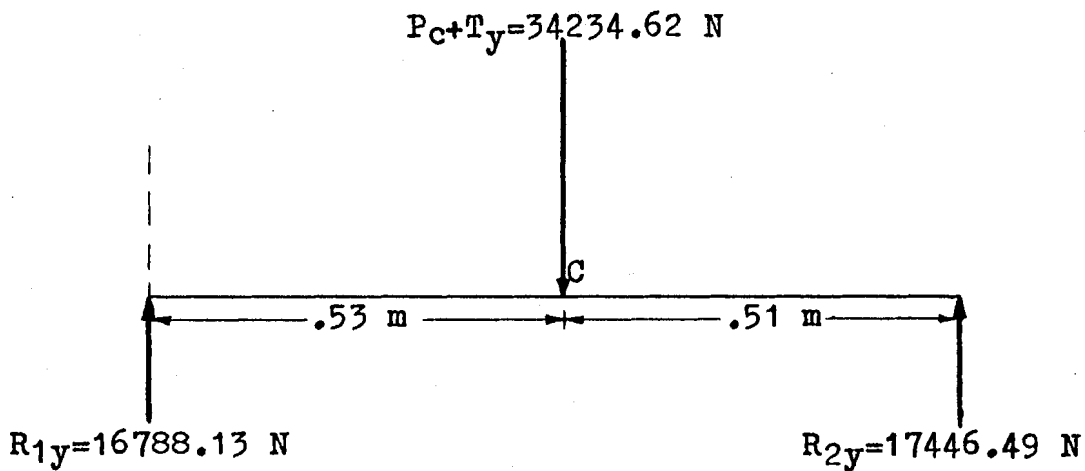


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES

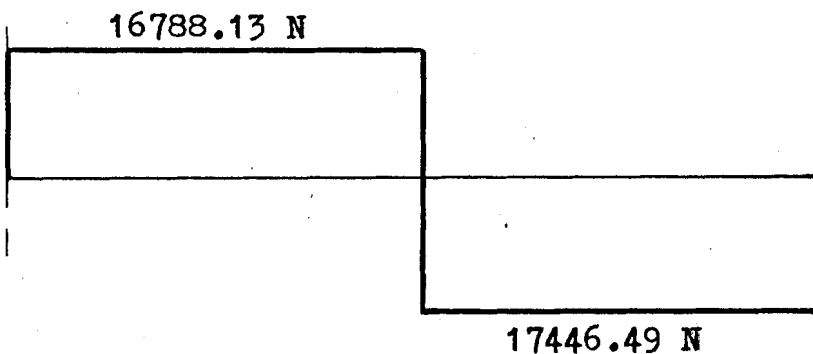
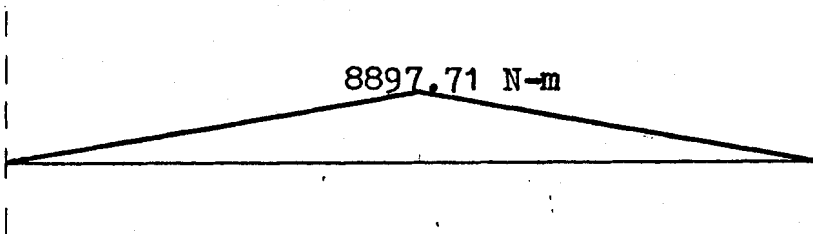


DIAGRAMA DE MOMENTO FLEXIONANTE



c.- Reacciones horizontales de los rodamientos

$$\text{Aplicando } + \curvearrowright \Sigma M_1 = 0$$

$$0.53 T_x - 1.04 R_{2x} = 0$$

$$0.53 (19424.13) - 1.04 R_{2x} = 0$$

de donde:

$$R_{2x} = 9898.84 \text{ N}$$

$$\text{Aplicando } + \uparrow \Sigma F_x = 0$$

$$R_{1x} - T_x + R_{2x} = 0$$

$$R_{1x} - 19424.13 + 9898.84 = 0$$

de donde:

$$R_{1x} = 9525.3 \text{ N}$$

d.- Momento máximo de flexión

De los diagramas de fuerza cortante y momento flector se tiene que el esfuerzo crítico de flexión está en el punto "C", donde está montada la polea, cuyo valor máximo está dado por la ecuación:

DIAGRAMA DE FUERZAS HORIZONTALES

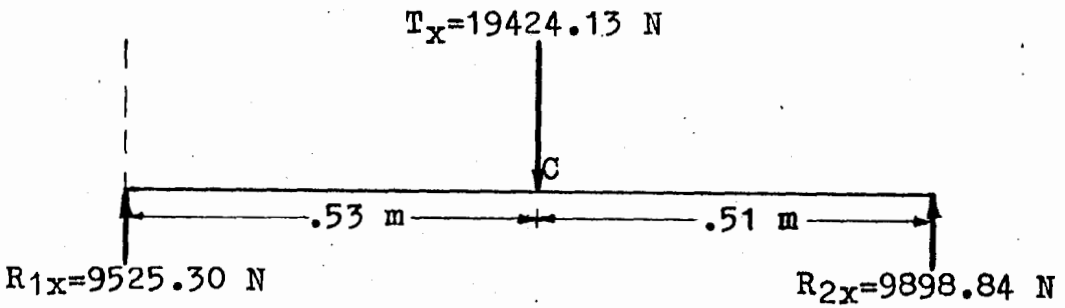


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES

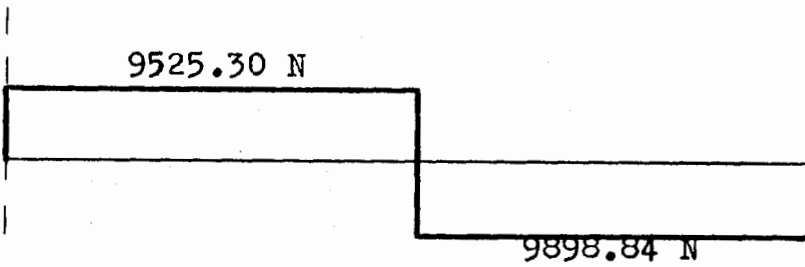
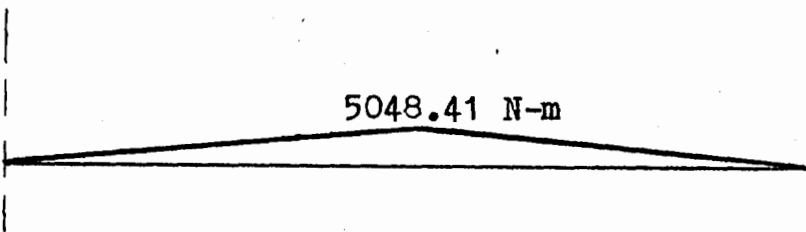


DIAGRAMA DE MOMENTO FLEXIONANTE



$$M_{bmax} = \sqrt{M_{xmax}^2 + M_{ymax}^2} \quad (17)$$

donde:

M_{bmax} = momento máximo de flexión.

M_{xmax} = componente horizontal del momento de flexión.

M_{ymax} = componente vertical del momento de flexión.

Reemplazando en la ecuación (17)

$$M_{bmax} = \sqrt{(5048.41)^2 + (8897.71)^2}$$

$$M_{bmax} = 10230.14 \quad \text{N-m}$$

e.- Momento máximo de torsión.

El momento máximo de torsión que se ejerce sobre el contraeje debido a la transmisión por bandas, está dado por:

$$M_{tmax} = (T_1 - T_2) \frac{D_p}{2} \quad (18)$$

Donde:

M_{tmax} = momento máximo de torsión.

T_1 = tensión de la banda lado tirante.

T_2 = tensión de la banda lado flojo.

D_p = diámetro al pitch de la polea grande.

Reemplazando en la ecuación (18)

$$M_{tmax} = (27785.06 - 6079.88) \frac{0.79}{2}$$

$$M_{tmax} = 8573.55 \text{ N-m}$$

f.- Cálculo del diámetro.

Ahora, para el cálculo del diámetro se toma la ecuación del código ASME indicado a continuación, ya que considera las condiciones de esfuerzo a la que están sometidos los ejes de toda picadora de caña.

$$d^3 = \frac{16}{\pi S_{max}} \sqrt{\left(\frac{K M}{b b_{max}} \right)^2 + \left(\frac{K M}{t t_{max}} \right)^2} \quad (19)$$

donde:

d = diámetro del eje

S_{max} = esfuerzo permisible

K_b = Factor combinado de choque y fatiga aplicado al momento flector.

K_t = Factor combinado de choque y fatiga aplicado al momento de torsión.

Las continuas variaciones de carga a las que están sometidas las picadoras se las considera como cargas repentinas, para nuestro caso particular el contraeje está sometido a una carga repentina de choque menor debido a que las bandas absorben ciertas partes del choque, por lo que a partir de la tabla XI se determina que:

$K_b = 2.0$ y $K_t = 1.5$

Transformando las libras por pulgadas cuadradas a Newtons por metro cuadrado, de la tabla XII se tiene que para el acero SAE 1045, la resistencia última de

tracción (S'_{ut}) = 62.76×10^7 N/m²; y, el límite

fluencia (S'_y) = 53.11×10^7 N/m².

Para ejes de acero comprados con especificaciones definidas y con cuñero. El código ASME considera que los esfuerzos de los materiales deben ser modificados de acuerdo a las siguientes relaciones:

TIPO DE CARGA	K_b	K_t
Carga aplicada gradualmente	1.5	1.0
Carga repentina (choque menor)	1.5 a 2.0	1.0 a 1.5
Carga repentina (choque fuerte)	2.0 a 3.0	1.5 a 3.0

TABLA XI.- Factores K_b y K_t , para ejes en rotación.

Número UNS	Número AISI	Procesamiento	Resistencia de fluencia Kpsi	Resistencia a la tensión Kpsi	Elongación en 2 pulg. %	Reducción en área %	Dureza Brine HB
G10100	1010	HR	26	47	28	50	95
		CD	44	53	20	40	105
G10150	1015	HR	27	50	28	50	101
		CD	47	56	18	40	111
G10180	1018	HR	32	58	25	50	116
		CD	54	64	15	40	126
	1112	HR	33	56	25	45	121
		CD	60	78	10	35	167
G10350	1035	HR	39	72	18	40	143
		CD	67	80	12	35	163
		Estirado a 800°F	81	110	18	51	220
		Estirado a 1000°F	72	103	23	59	201
		Estirado a 1200°F	62	91	27	66	180.
G10400	1040	HR	42	76	18	40	149
		CD	71	85	12	35	170
		Estirado a 1000°F	86	113	23	62	235
G10450	1045	HR	45	82	16	40	163
		CD	77	91	12	35	179
G10500	1050	HR	49	90	15	35	179
		CD	84	100	10	30	197

TABLA XII.- Propiedades mecánicas de los aceros

$$S_{ut} = 18\% S'_{ut} \quad (20)$$

$$S_y = 30\% S'_y \quad (21)$$

$$S_{smax} = 75\% S_{ut} \quad (22)$$

de donde:

$$S_{ut} \text{ (resistencia última de tracción modificado)} = 11.30 \times 10^7 \frac{N}{m^2}$$

$$S_y \text{ (Límite de fluencia modificada)} = 15.93 \times 10^7 \frac{N}{m^2}$$

$$S_{smax} \text{ (Esfuerzo permisible)} = 8.47 \times 10^7 \frac{N}{m^2}$$

Reemplazando en la ecuación (19)

$$d^3 = \frac{16}{\pi \times 8.47 \times 10^7 \frac{N}{m^2}} \sqrt{(2.0 \times 10^3 \times 14)^2 + (1.5 \times 8573.55)^2}$$

$$d^3 = 1.45 \times 10^{-3} m^3$$

$$d = 11.32 \text{ cm}$$

$$d \approx 4 \frac{15}{32} \text{ in.}$$

A partir del valor obtenido determinó que el diámetro del contraeje que estaba trabajando, está sobredimensionado, ya que su material es también un SAE 1045.

Por razones económicas, se decide utilizar el mismo contraeje con sus respectivos rodamientos en los cuales estaba montado originalmente. Esto a su vez nos permite una estandarización total de los rodamientos utilizados en las picadoras de ambos trapiches.

Selección de acople

El acople que se utiliza para conectar el contraeje de 6" de diámetro, donde está montado la polea motriz, con el árbol del reductor cuyo diámetro es 5", es el acople estandar steelflex o llamado también acople básico tipo F, ya que éste, debido a la rejilla de amortiguamiento nos protege al reductor contra posibles choques, vibraciones y desalineamiento que pueda sufrir durante su funcionamiento, bajo las condiciones de trabajo a la que está sometido la picadora que se está modificando.

Para la selección del acople se sigue los pasos recomendados por Falk para acoples Flexibles steelflex en su boletín 431-110E.

Paso 1.- cálculo de la potencia de diseño (P).

d

Se la obtiene con la siguiente ecuación:

$$P_d = f_s \times P_r \quad (23)$$

donde:

P_r = Potencia requerida

f_s = Factor de seguridad

De la tabla XIII se obtiene que el factor de servicio para cuchilla de caña es 2.0.

Reemplazando valores en la ecuación anterior:

$$P_d = 2.0 \times 300 \text{ HP}$$

$$P_d = 600 \text{ HP}$$

Paso 2.- Selección del tamaño del acople.

Se determina mediante la tabla XIV en función de la velocidad de salida de la máquina impulsora y la potencia de diseño.

Según la tabla XIV, para una velocidad de salida de la unidad de mando de 350 RPM y una potencia de diseño de 600 HP; el tamaño de acople seleccionado es un acople tipo "18F", con un cuñero para cuña plana.

Paso 3.- Verificación del barrenado máximo y de la velocidad.

TABLA XIII.-Factores de servicio para acoples steelflex en transmisiones con motor electrico o turbina.

Aplicación	Factor de Servicio	Aplicación	Factor de Servicio
INDUSTRIA ALIMENTICIA		Cepilladores	1.75
Cocedoras de cereales	1.25	Recortadoras	1.75
Máq. embotelladoras y enlatadoras	1.0	Rodillos no reversibles	1.25
Mezcladoras de masa	1.75	Rodillos reversibles	2.0
Molinos de carne	1.75	Sierras circulares o de recorte	1.75
INDUSTRIA AZUCARERA:		Sierras de banda	1.5
Cuchillas para caña	2.0	Transportadores de aserrín	1.25
Stands de molinos, accionados por turbina, con engranos helicoidales o herringbone	1.5	Transportadores de costaneras	1.75
Transm. de motor eléctrico ó transm. de vapor con engranos helicoidales, herringbone o rectos y con cualquier tipo de máquina motriz	1.75	Transportadores para selección	1.5
Transportadores de caña	1.75	INDUSTRIA PETROLERA:	
Trituradoras de caña	2.0	Bombas petroleras (con par torsional máximo, no mayor de 150%)	2.0
INDUSTRIA HULERA:		Enfriadores	1.25
Calandrias	2.0	Hornos giratorios	2.0
Extrusores	1.75	Presas filtradoras de parafina	1.5
Lavadoras	2.5	INDUSTRIA TEXTIL:	
Máq. para fabricar llantas	2.5	Calandrias, Cardas	1.5
Máq. para fabricar cámaras	1.75	Máq. lustradoras, afelpadoras, enjabonadoras	1.25
Máquinas tensoras	1.75	Máq. para acabado de telos	1.5
Mezcladoras Banbury	2.5	Telares y tambores de secado	1.5
Mezcladoras intensivas	2.5	Torcedoras, bastidores y enrolladoras	1.5
Molinos de calentamiento:		MOLINOS DE LAMINACION Y EQUIPO AUXILIAR (Consultar a la fábrica).	
1 ó 2 en línea	2.0	PROCESAMIENTO DE AGREGADOS, CEMENTOS Y HORNOS PARA MINERIA.	
3 ó más en línea	1.75	Molinos de Bolas, Barras y Tubos:	
Molinos mezcladoras, refinadores o laminadores:		Conectados a la finca de baja velocidad del reductor, con transmisión final de:	
1 ó 2 en línea	2.5	Engranes rectos maquinados	2.0
3 ó 4 en línea	2.0	Engranes herringbone o simples helicoidales	1.75
5 ó más en línea	1.75	Molinos de martillos	1.75
Quebradores y Plasticadores	2.5	Molinos de volteo, o de barril	1.75
INDUSTRIA LADRILLERA Y ARCILLA		Trituradoras de mineral	2.5
Presas para ladrillos y fachaletas, máquinas para elaboración de arcilla y molinos de masa de arcilla	1.75	Trituradoras de piedra	2.5
INDUSTRIA MADERERA:		Secadores rotatorios	1.75
Arrancadores de troncos	2.0		
Cantedoras, trituradoras de madera	2.0		

TABLA XIV.- Selección del tamaño del acople.

Velocidad en RPM.*	TAMAÑO DEL COPLE																
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	190
3550	7.7	17.2	28.6	40.0	72.0	154	228	300	429	657							
2900	6.4	14.3	23.8	33.4	62.0	128	190	250	358	548							
1750	3.9	8.6	14.3	20.0	37.0	77	114	150	214	328	458	671	958	1330	1715	2140	3140
1450	3.3	7.3	12.2	17.1	32.0	66	98	128	183	280	390	573	816	1160	1460	1830	2680
1170	2.8	6.2	10.6	14.4	26.8	58	82	108	155	237	330	485	690	960	1240	1550	2270
1000	2.5	5.5	9.2	12.8	24.8	50	73	96	138	211	294	430	615	850	1100	1375	2020
870	2.2	4.9	8.2	11.5	21.3	44	66	86	123	188	262	385	550	760	985	1230	1800
720	1.9	4.2	7.1	9.9	18.3	38	56	74	106	162	225	331	470	655	845	1057	1550
650	1.8	3.9	6.4	9.1	16.9	35	52	68	98	149	208	305	435	603	780	975	1430
580	1.6	3.6	6.0	8.3	15.5	32	48	63	89	137	190	280	400	553	715	893	1310
520	1.5	3.3	5.5	7.7	14.2	29.5	44	57	82	126	175	257	366	508	656	820	1200
420	1.2	2.8	4.6	6.5	12.0	24.9	37	48	69	106	147	216	309	429	553	692	1010
350	1.1	2.4	3.9	5.6	10.4	21.6	32	42	60	92	128	188	268	372	480	600	880
280	.9	2.0	3.3	4.7	8.7	18.0	26.6	35	50	77	106	157	223	310	400	500	733
230	.8	1.7	2.9	4.0	7.4	15.0	22.8	30	43	66	91	134	191	266	343	430	629
190	.7	1.5	2.5	3.4	6.4	13.0	19.6	25.8	37	56	78	115	164	228	294	368	540
155	.6	1.3	2.1	3.0	5.5	12.0	17.0	22.4	32	49	68	100	142	198	256	319	469
125		1.0	1.7	2.4	4.5	9.0	13.8	18.1	25.9	40	55	81	115	160	207	259	380
100		.9	1.5	2.1	3.9	8.0	11.9	15.6	22.2	34	47	70	99	138	178	222	326
84		.8	1.3	1.8	3.3	6.9	10.3	13.5	19.3	29.5	41	60	86	119	154	192	282
68		.7	1.1	1.6	2.9	6.0	8.9	11.7	16.7	25.6	36	52	74	103	134	167	244
56			.9	1.3	2.4	5.0	7.5	9.8	14.0	21.5	30	44	63	87	112	140	206
45			.8	1.1	2.1	4.3	6.4	8.3	11.9	18.3	25.4	37	53	74	95	119	175
37			.7	.9	1.7	3.6	5.3	7.0	10.0	15.3	21.3	31	45	62	80	100	147
30				.8	1.5	3.0	4.5	5.9	8.4	12.9	18.0	26.4	38	52	67	84	124
25				.7	1.2	2.5	3.7	4.9	7.0	10.7	15.0	22.0	31.3	44.0	56.0	70.0	103
20					1.0	2.0	3.0	3.9	5.6	8.6	12.0	17.6	25.1	34.8	45.0	56.0	82.0
16.5					.8	1.7	2.5	3.2	4.6	7.1	9.9	14.5	20.7	28.7	37.0	46.0	68.0
13.5					.7	1.4	2.0	2.7	3.8	5.8	8.1	11.9	16.9	23.5	30.3	37.9	56.0
11.0					.5	1.1	1.6	2.2	3.1	4.7	6.6	9.7	13.8	19.2	24.7	30.9	45.0
9.0						.9	1.3	1.8	2.5	3.9	5.4	7.9	11.3	15.7	20.2	25.3	37.0
7.5						.8	1.1	1.5	2.1	3.2	4.5	6.6	9.4	13.0	16.8	21.0	31.0

*Si la velocidad requerida no está en la Tabla, use la siguiente menor o interpole en las existentes.

PARA COPLES DE MAYOR TAMAÑO, CONSULTESE EL BOLETIN 431-112-E.

De la tabla XV se obtiene que el barrenado máximo para un acople de tamaño 18F, es 177.80 mm (7") y su máxima velocidad es 2100 RPM, cuyos valores satisfacen nuestras necesidades.

Ahora, en base a la tabla XVI se determina el tamaño de la cuña para el barrenado del cubo que se montará en el contraeje a acoplarse al reductor.

Según la tabla para un diámetro de la flecha igual a 152.40 mm (6"), la cuña correspondiente es de:

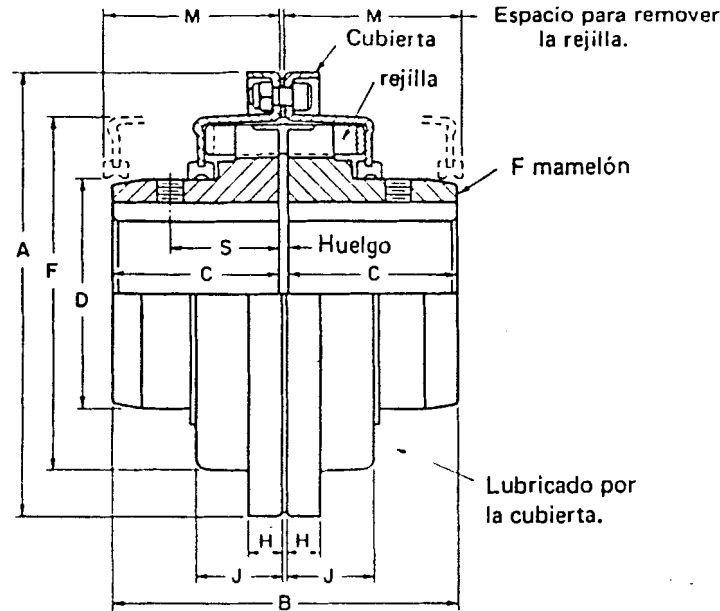
38.10 x 38.10 mm (1 1/2" x 1 1/2").

El material para la cuña será el generalmente utilizado, esto es un AISI 1018 o AISI 1045.

3.3 MODIFICACION DE LA UNIDAD PICADORA

CALCULO DEL DIAMETRO DEL EJE

Para el cálculo del diámetro del eje se selecciona también un acero SAE 1045 laminado en frío, y se aplica las mismas ecuaciones y procedimientos aplicados para el cálculo del diámetro del contraeje anteriormente realizado. Además para el cálculo del diámetro se considera como carga uniformemente distribuida el peso de los trece portamachetes, con sus respectivos machetes y pernos, ya que están espaciados uni-



TAM.	Potencia básica. ■	Veloc. máx. rpm. ‡	Barreno máx. cuña cuadrada * con prisionero.		Barreno mínimo mm	Peso aprox. sin barrenos. Kgs.	Peso del lubricante. Kgs.	DIMENSIONES - MILIMETROS										HUELGO		
			Sobre cuñero. mm	a 90° cuñero. mm				A	B♦	C	D	F	H	J	M	S*	Min	Nor- mal	Máx.	
			3F	0.27				6000	25.40	26.98	9.52	1.81	.028	94.46	85.73	41.275	39.69	65.88	27.781	22.225
4F	0.60	6000	31.75	33.33	11.11	2.72	.042	102.79	111.13	53.975	46.04	73.82	27.781	28.575	55.56	34.925	1.59	3.18	4.76	
5F	1.0	6000	36.51	38.10	11.11	3.62	.056	113.51	111.13	53.975	53.98	84.93	27.781	28.575	55.56	34.925	1.59	3.18	4.76	
6F	1.4	6000	41.27	46.03	11.11	4.53	.085	126.21	111.13	53.975	65.88	93.63	11.113	28.575	55.56	34.925	1.59	3.18	4.76	
7F	2.6	6000	50.80	55.56	11.11	6.80	.085	142.08	111.13	53.975	74.61	113.51	11.113	28.575	55.56	34.925	1.59	3.18	4.76	
8F	5.4	5000	60.32	66.67	12.70	13.60	.141	186.53	155.58	76.20	92.08	133.35	15.875	38.497	76.20	46.038	1.59	3.18	6.35	
9F	8.0	4500	66.67	71.43	31.75	15.86	.170	199.23	168.28	82.55	96.84	146.05	15.875	38.497	76.20	46.038	1.59	3.18	6.35	
10F	10.5	3750	73.02	82.55	38.10	22.68	.170	209.55	195.26	95.25	114.30	162.72	14.288	48.022	95.25	57.150	1.59	4.78	9.53	
11F	15.0	3600	82.55	90.49	38.10	27.21	.226	226.22	195.26	95.25	125.41	178.99	15.081	48.419	95.25	57.150	1.59	4.78	9.53	
12F	23.0	3600	98.42	—	50.80	34.02	.283	246.06	201.61	98.43	136.53	198.44	16.669	50.006	95.25	—	1.59	4.76	9.53	
13F	32.0	2700	107.95	—	50.80	45.36	.340	277.81	201.61	98.43	155.58	230.19	16.669	49.213	95.25	—	1.59	4.76	9.53	
14F	47.0	2500	117.47	—	63.50	65.77	.680	301.63	254.00	123.83	171.45	249.24	19.844	61.913	120.65	—	1.59	6.35	12.70	
15F	67.0	2400	127.00	—	63.50	79.38	.680	349.25	260.35	127.00	184.15	256.78	26.194	62.706	120.65	—	1.59	6.35	12.70	
16F	93.0	2300	139.70	—	63.50	97.52	.907	387.35	260.35	127.00	209.55	294.88	26.194	62.706	120.65	—	1.59	6.35	12.70	
17F	120.0	2200	152.40	—	76.20	130.27	1.247	425.45	266.70	130.18	236.54	332.98	26.194	62.706	120.65	—	1.59	6.35	12.70	
18F	150.0	2100	177.80	—	76.20	166.56	1.474	476.25	285.75	139.70	271.46	371.08	30.956	62.706	120.65	—	1.59	6.35	12.70	
190F	220.0	2000	203.20	—	101.60	294.84	3.628	545.70	387.35	190.50	304.80	412.75	34.925	92.075	180.98	—	1.59	6.35	12.70	

■ PRECAUCION: Las potencias básicas aquí indicadas, cancelan las publicadas anteriormente.

‡ Consúltense a la Fábrica, para velocidades mayores.

♦ La dimensión B está basada en un huelgo normal

● Barreno máximo con cuñero para cuña plana.

Las dimensiones típicas de los componentes de la máquina son las siguientes:

● Los tamaños del 3 al 11 serán proporcionados con ajuste sin interferencia con prisionero sobre el cuñero a 90 grados de éste. Los coples del 12 en adelante serán proporcionados con ajuste de interferencia sin prisioneros, a menos que se especifique lo contrario. Consúltense la Tabla 7 para cuñas reco-mendables con barreno máximo y la Tabla 8 para barreno máximo con cuñero.

TABLA XVI .- Selección del tamaño de la cuña.

(medidas en milímetros)

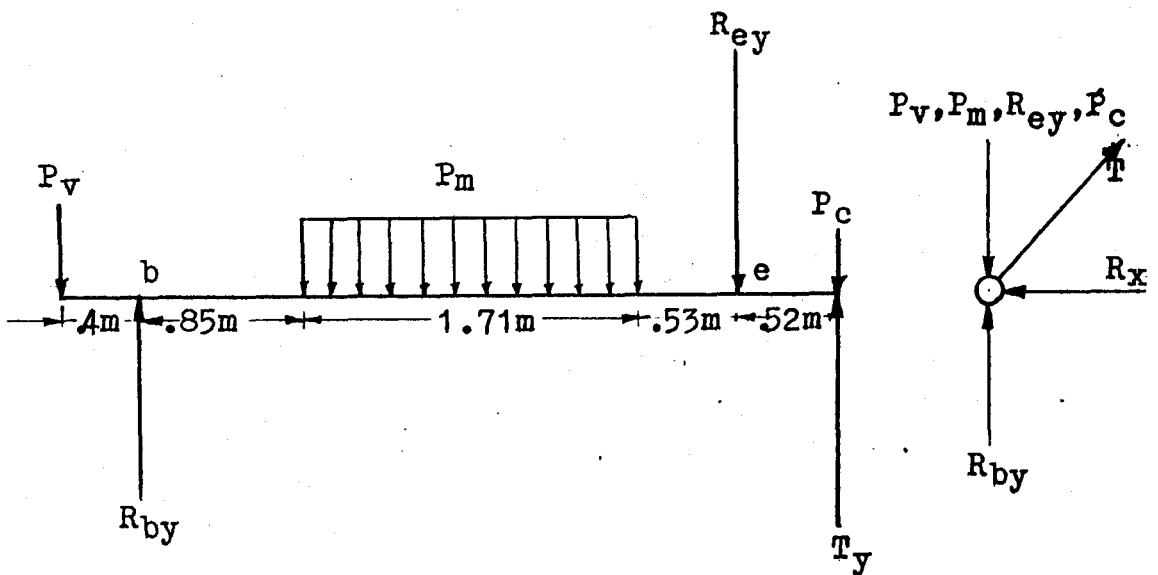
Diámetro de la Flecha		Cuña		Diámetro de la Flecha		Cuña		Diámetro de la Flecha		Cuña		Diámetro de la Flecha		Cuña	
Desde	Hasta			Desde	Hasta			Desde	Hasta			Desde	Hasta		
11.13	14.29	3.18 x 3.18		44.45	57.15	12.70 x 12.70		107.95	139.70	31.75 x 31.75		279.40	330.20	76.2 x 50.8	
14.29	22.23	4.76 x 4.76		57.15	69.85	15.88 x 15.88		139.70	165.10	38.10 x 38.10		330.20	355.60	88.9 x 63.5	
22.23	31.75	6.35 x 6.35		69.85	82.55	19.05 x 19.05		165.10	190.60	44.45 x 38.10		355.60	467.20	101.6 x 76.2	
31.75	34.93	7.94 x 7.94		82.55	95.25	22.23 x 22.23		190.60	228.60	60.80 x 38.10		467.20	558.80	127.0 x 88.9	
34.93	44.45	9.53 x 9.53		95.25	114.30	25.40 x 25.40		228.60	279.40	63.50 x 44.45		558.80	680.40	152.4 x 101.6	

formemente entre los extremos de las tuercas de ajuste.

En este caso se considera que el eje está sometido a una carga repentina de choque fuerte, porque el eje está en contacto directo con la carga. Por lo que de la tabla XI se determina que:

$$K_b = 2.5 \quad \text{y} \quad K_t = 2.5$$

a.- Fuerzas actuando sobre el eje.



donde:

$$P_m = \text{Peso total de los trece portamachetes-machetes} = 9569.87 \text{ N}$$

$$P_v = \text{Peso del volante} = 10230.40 \text{ N}$$

$$P'_c = \text{Peso de la polea conducida} = 2891.20 \text{ N}$$

$$T = \text{Tensión total de las bandas} = 33864.94 \text{ N}$$

$$T_1 = \text{Tensión de la banda (lado tirante)} = 27785.06 \text{ N}$$

$$T_2 = \text{Tensión de la banda (lado flojo)} = 6079.88 \text{ N}$$

$$T_x = \text{Componente horizontal de la tensión de las bandas} = 19424.13 \text{ N}$$

$$T_y = \text{Componente vertical de la tensión de las bandas} = 27740.54 \text{ N}$$

$$M_t = \text{Momento torsor de la polea pequeña}$$

R_{bx} , R_{ex} y R_{by} , R_{ey} = Reacciones horizontales y verticales de los rodamientos respectivamente.

$$\theta = \text{Angulo de inclinación de las bandas.} \quad 55^\circ$$

b.- Reacciones verticales de los rodamientos

Aplicando:

$$+ \curvearrowright \sum M_b = 0$$

$$- 0.4 P_v + 1.70 P_m + 3.09 R_{ey} - 3.61 (T_y - P_c) = 0$$

$$- 0.4(10230.4) + 1.70(9569.87) + 3.09 R_{ey} - 3.61(24849.34) = 0$$

$$R_{ey} = 25075.60 \text{ N}$$

Realizando:

DIAGRAMA DE FUERZAS VERTICALES

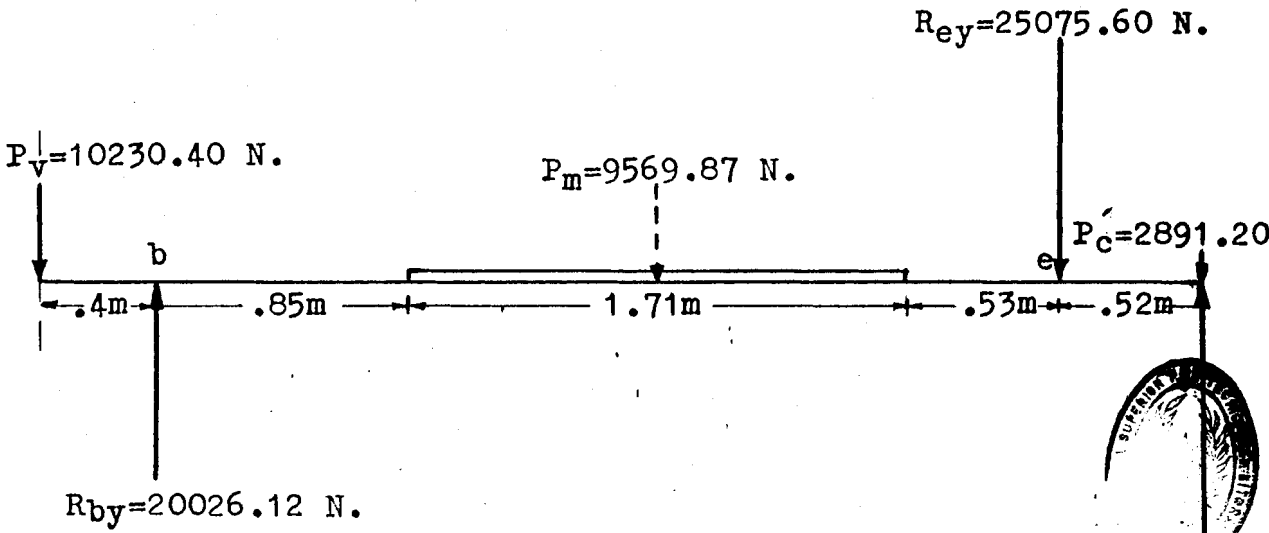


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES

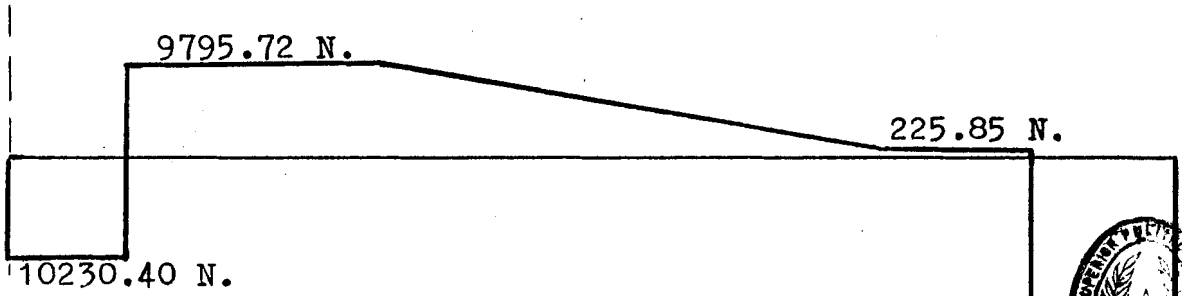


DIAGRAMA DE MOMENTO FLEXIONANTE

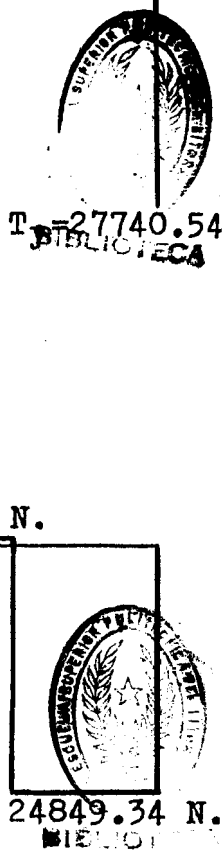
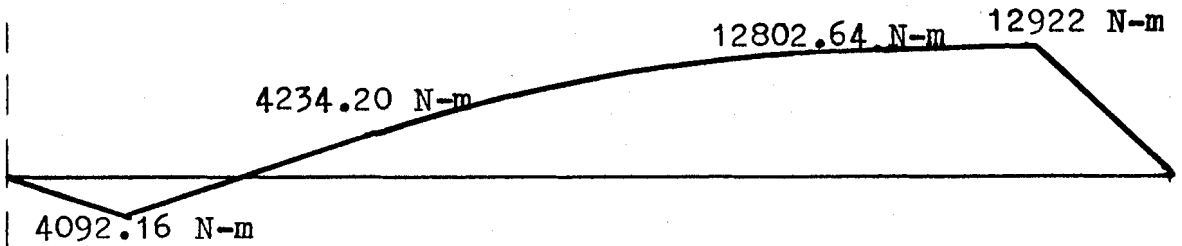


DIAGRAMA DE FUERZAS HORIZONTALES

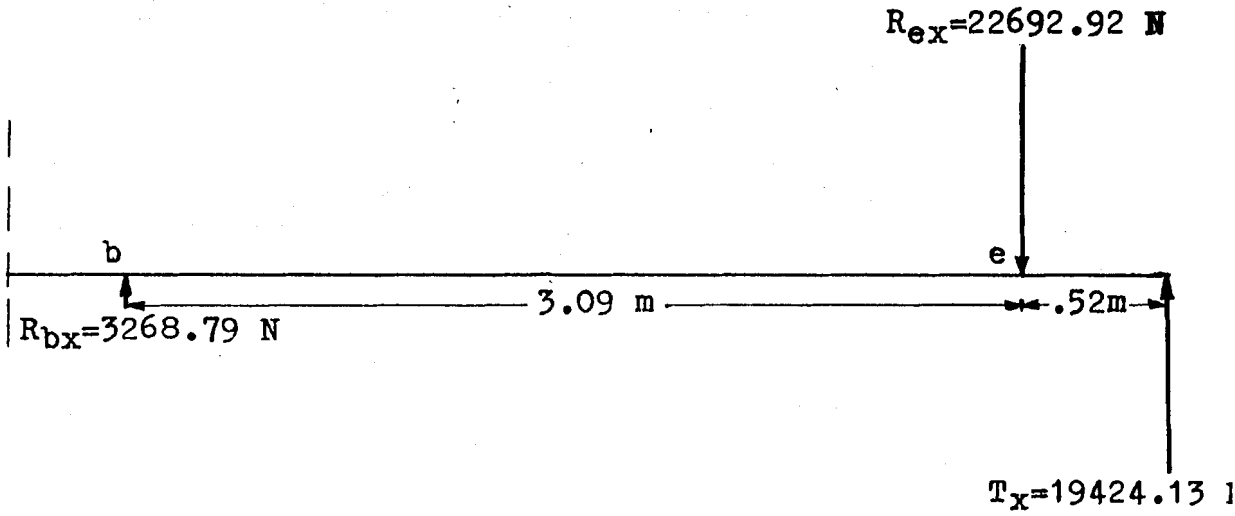


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES

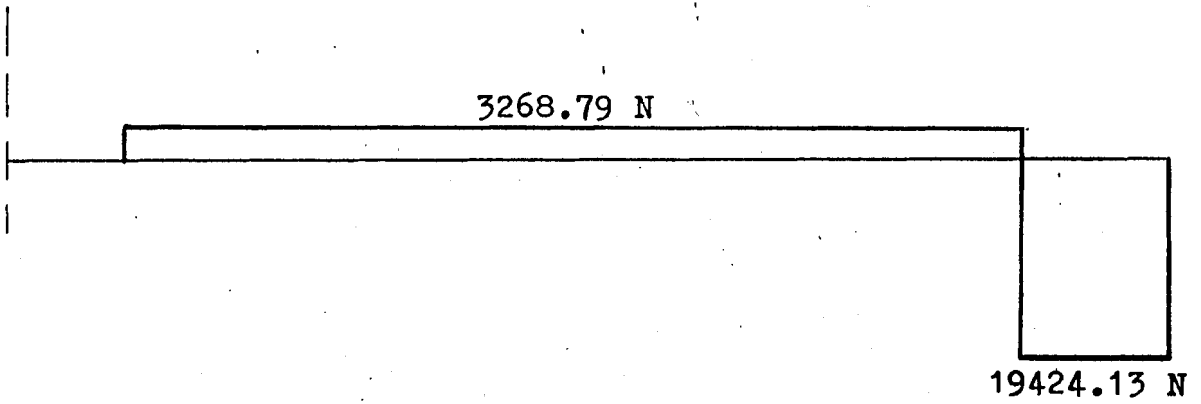
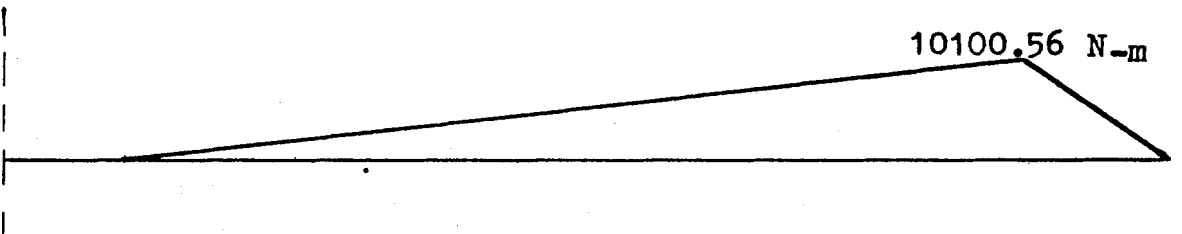


DIAGRAMA DE MOMENTO FLEXIONANTE



De los diagramas de fuerza cortante y momento flector se tiene que el esfuerzo crítico de flexión está en el punto "E" donde está montada la polea conducida, aplicando:

$$M_{bmax} = \sqrt{M_{xmax}^2 + M_{ymax}^2} \quad (17)$$

$$M_{bmax} = \sqrt{(10100.56)^2 + (12922)^2}$$

$$M_{bmax} = 16401.20 \text{ N-m}$$

e.- Momento máximo de torsión

Momento de torsión debido a la transmisión por banda

$$M_{tmax} = (T_1 - T_2) \frac{dp}{2}$$

$$M_{tmax} = (27785.06 - 6079.88) \frac{0.65}{2}$$

$$M_{tmax} = 5968.92 \text{ N-m}$$

f.- Cálculo del diámetro

$$K_b = 2.5 \quad K_t = 2.5 \quad S_{smax} = 8.47 \times 10^7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Reemplazando en:

$$d^3 = \frac{16}{\pi \times S_{\max}} \sqrt{\left(\frac{K M}{b b_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{K M}{t t_{\max}}\right)^2}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi \times 8.47 \times 10^7} \sqrt{(2.5 \times 16401.2)^2 + (2.5 \times 5468.92)^2}$$

$$d^3 = 2.62 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$d = 13.79 \text{ cm}$$

$$d \approx 5 \frac{7}{32} \text{ in}$$

En base al valor obtenido del diámetro del eje; y considerando los diámetros internos de los portamachetes, de los cubos del volante y polea conducida que serán montados en el eje se determina que el diámetro óptimo del eje a comprarse es de 178 mm de diámetro, por las siguientes razones:

- Permite montar los portamachetes, polea conducida y volante directamente en el eje, ya que sus diámetros son aproximadamente 178 mm (7") y 152 mm (6") respectivamente.
- El trabajo de maquinado se simplificará, porque solamente es necesario maquinar los extremos del eje donde irá montado la polea, el volante y los rodamientos, y el cuñero a lo largo del eje para

fijación de los portamachetes (plano No.555-596-2178 ó # 3).

- Permite estandarizar los rodamientos para ejes de 152 mm sin que su sobre dimensionamiento sea antieconómico, ya que la diferencia entre el valor del diámetro calculado (138 mm) y el sobre dimensionado (152 mm) es mínima.

SELECCION DE LOS RODAMIENTOS

Para la selección de los rodamientos se tiene presente, que el eje estará soportado por rodamientos montados en soportes separados y a gran distancia, lo cual puede causar posible desalineamientos angulares entre el eje y el soporte. Estos desalineamientos pueden ser originados también bajo las cargas de funcionamiento y posibles errores de alineación durante el mecanizado y el montaje. Además, para esto se considera la elevada capacidad de carga a la que está sometido el rodamiento del lado donde está colocada la polea conducida, y una diferencia grande de temperatura entre la pista interior y la exterior (la interna más caliente que la exterior).

Por todo lo anteriormente mencionado el rodamiento seleccionado es el rodamiento de rodillos a rótula con juego interno mayor que el normal o sea un C3 o C4, y para determinación de su tamaño se utiliza



BIBLIOTECA

conceptos del catálogo general de rodamientos SKF 1989-10 que se describen a continuación:

Capacidad de Carga Dinámica (C) .- Es la carga que puede soportar el rodamiento sometido a esfuerzos dinámicos, alcanzando una duración nominal de 1'000.000 de revoluciones.

Capacidad de Carga Estática (Co) .- Es la carga que produce una deformación permanente total del elemento rodante y del camino de rodadura que es aproximadamente igual a 0.0001 del diámetro del elemento rodante.

Se usa la Co cuando los rodamientos giran a velocidades muy bajas, están sometidos a rodamientos lentos de oscilación o están estacionarios bajo cargas durante ciertos periodos, o cuando sobre rodamiento gíatorio actúa elevadas cargas de choque de corta duración.

Para el caso de rodamientos sometidos a cargas radiales y axiales combinadas, la ecuación general de la carga dinámica equivalente es:

$$P = X F_r + Y F_a \quad (24)$$

donde:

P = carga dinámica equivalente, en N

F_r = Carga radial real en N

F_a = carga axial real, en N

X = Factor radial

Y = Factor axial

Para el caso de rodamientos de rodillo a rótula la ecuación anterior se transforma en:

$$P = F_r + Y_1 F_a \quad \text{cuando} \quad F_a / F_r \leq e \quad (24a)$$

$$P = 0.67 F_r + Y_2 F_a \quad \text{cuando} \quad F_a / F_r > e \quad (24b)$$

donde:

Y_1 , Y_2 , e = Factores de carga en las tablas de rodamientos.

VIDA.- Es el número de revoluciones (o de horas a una velocidad constante determinada) que el rodamiento puede dar antes de que se manifieste el primer signo de fatiga (desconchado) en uno de sus aros o de sus elementos rodantes.

Vida Nominal.- Es la vida alcanzada o sobrepasada por el 90% de los rodamientos aparentemente idénticos de un grupo suficientemente grande. Viene expresada por

la siguiente ecuación:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p \quad (25)$$

donde:

L_{10} = Vida nominal, en millones de revoluciones.

C = Capacidad de carga dinámica en N.

P = Carga dinámica equivalente sobre el rodamiento en N

p = Exponente que tiene valor de 3 para rodamiento de bolas, y de 10/3 para rodamientos de rodillos.

Cuando se considera con más detalle la influencia de otros factores en la vida del rodamiento, ISO ha establecido la siguiente fórmula de la vida nominal ajustada.

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 \left(\frac{C}{P} \right)^p \quad (26)$$

o simplemente

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10} \quad (26a)$$

donde:

L_{na} = Vida nominal ajustada en millones de revoluciones (el subíndice n representa la diferencia entre la fiabilidad requerida y el 100%).

a_1 = Factor de ajuste de la vida, por fiabilidad.

a_2 = Factor de ajuste de la vida, por el material.

a_3 = Factor de ajuste de la vida, por las condiciones de funcionamiento.

Como los factores a_2 y a_3 son interdependientes se ha

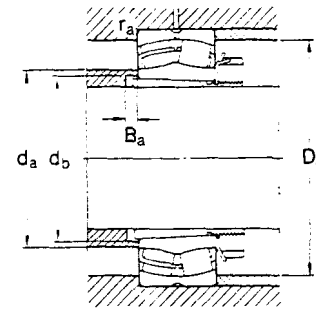
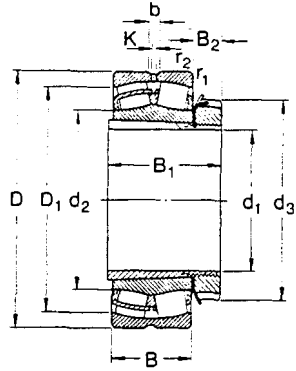
sustituido en la ecuación de la vida nominal ajustada por un factor combinado a_{23} para el material y la

lubricación, de manera que la fórmula queda de la siguiente forma:

$$L_{na} = a_1 a_{23} L_{10} \quad (26b)$$

Para la fijación de los rodamientos se utiliza manguito de fijación por lo que el diámetro interior del manguito debe ser el mismo del eje, esto es 152 mm, que según la tabla XVII el que más se aproxima es el de $d_1 = 150$ mm, seleccionándose tentativamente el

22234 CCK/W33-C3 ya que tiene el diámetro exterior, ancho deseado para la estandarización; y el juego interno deseado.



Dimensiones principales	Capacidad de carga		Carga límite de fatiga Pu	Velocidad nominal		Masas		Designaciones	Manguito fijación		
	dinam.	estát.		Lubricación	aceite	Roda- miento	Man- guito				
d, D	B	C	C0	r/min	r/min	kg	kg	-	-		
125	210	53	397 000	680 000	68 000	1 800	2 400	6,35	3,05	23028 CCK/W33	H 3028
225	68	546 000	900 000	88 000	1 600	2 000	10,0	4,10	23128 CCK/W33	H 3128	
250	68	610 000	900 000	86 500	1 700	2 200	13,5	4,10	22228 CCK/W33	H 3128	
250	88	799 000	1 250 000	120 000	1 200	1 600	18,0	5,40	23228 CCK/W33	H 2328	
300	102	1 130 000	1 560 000	132 000	1 100	1 500	34,0	5,40	22328 CCK/W33	H 3228	
135	225	56	437 000	750 000	73 500	1 700	2 200	7,70	3,75	23030 CCK/W33	H 3030
250	60	725 000	1 200 000	114 000	1 400	1 800	15,5	5,25	23130 CCK/W33	H 3130	
270	73	738 000	1 080 000	102 000	1 600	2 000	17,5	5,25	22230 CCK/W33	H 3130	
270	96	937 000	1 460 000	137 000	1 100	1 500	23,5	6,40	23230 CCK/W33	H 2330	
320	108	1 270 000	1 760 000	146 000	1 000	1 400	41,0	6,40	22330 CCK/W33	H 2330	
140	240	60	506 000	880 000	83 000	1 700	2 200	9,40	5,10	23032 CCK/W33	H 3032
270	86	845 000	1 370 000	129 000	1 300	1 700	20,0	7,25	23132 CCK/W33	H 3132	
290	60	963 000	1 290 000	118 000	1 500	1 900	22,0	7,25	22232 CCK/W33	H 3132	
290	104	1 070 000	1 660 000	153 000	1 000	1 400	29,0	8,80	23232 CCK/W33	H 2332	
340	114	1 380 000	1 960 000	160 000	950	1 300	49,5	8,80	22332 CCK/W33	H 2332	
150	260	67	621 000	1 060 000	100 000	1 600	2 000	12,5	5,80	23034 CCK/W33	H 3034
280	88	897 000	1 500 000	137 000	1 200	1 600	21,0	8,10	23134 CCK/W33	H 3134	
310	66	978 000	1 460 000	132 000	1 300	1 700	28,0	8,10	22234 CCK/W33	H 3134	
310	110	1 220 000	1 930 000	173 000	950	1 300	35,5	9,90	23234 CCK/W33	H 2334	
360	120	1 540 000	2 160 000	176 000	950	1 300	57,5	9,90	22334 CCK/W33	H 2334	
160	280	74	725 000	1 250 000	114 000	1 400	1 800	16,5	6,70	23036 CCK/W33	H 3036
300	96	1 050 000	1 760 000	160 000	1 100	1 500	26,5	9,15	23136 CCK/W33	H 3136	
320	86	1 010 000	1 560 000	140 000	1 300	1 700	29,0	9,15	22236 CCK/W33	H 3136	
320	112	1 290 000	2 120 000	186 000	900	1 200	37,5	11,0	23236 CCK/W33	H 2336	
380	126	1 730 000	2 450 000	193 000	900	1 200	67,5	11,0	22336 CCK/W33	H 2336	
170	290	75	753 000	1 340 000	122 000	1 300	1 700	17,5	7,25	23038 CCK/W33	H 3038
320	104	1 200 000	2 080 000	163 000	1 000	1 400	33,5	10,5	23138 CCK/W33	H 3138	
340	92	1 110 000	1 700 000	150 000	1 200	1 600	35,5	10,5	22238 CCK/W33	H 3138	
340	120	1 460 000	2 400 000	208 000	850	1 100	46,0	12,0	23238 CCK/W33	H 2338	
400	132	1 870 000	2 650 000	208 000	850	1 100	78,5	12,0	22338 CCK/W33	H 2338	

Otras dimensiones										Dimensiones de resaltes					Factores de carga			
d1	d2	d3	D1	E	B2	r1,2 min	b	K		da max	db min	Da max	Ba min	ra max	e	Y1	Y2	Y0
mm										mm					-			
125	158	165	190	92	24	2	8,3	4,5		158	147	200	8	2	0,22	3	4,6	2,8
159	180	196	97	24	2,1	8,3	4,5			159	149	213	8	2	0,28	2,4	3,6	2,5
166	180	216	97	24	3	11,1	6			166	149	236	8	2,5	0,26	2,6	3,9	2,5
165	180	212	131	24	3	11,1	6			165	152	236	22	2,5	0,33	2	3	2
175	180	247	131	24	4	16,7	9			175	152	282	8	3	0,35	1,9	2,9	1,8
135	169	180	203	97	26	2,1	8,3	4,5		169	158	213	8	2	0,22	3	4,6	2,8
173	195	212	111	26	2,1	11,1	6			173	160	238	8	2	0,30	2,3	3,4	2,2
179	195	222	111	26	3	13,9	7,5			179	160	256	15	2,5	0,26	2,6	3,9	2,5
175	195	223	139	26	3	11,1	6			175	163	256	20	2,5	0,35	1,9	2,9	1,8
189	195	267	139	26	4	16,7	9			189	163	302	8	3	0,35	1,9	2,9	1,8
140	181	190	217	93	27,5	2,1	11,1	6		181	168	228	8	2	0,22	3	4,6	2,8
185	210	232	119	28	2,1	13,9	7,5			185	170	258	8	2	0,30	2,3	3,4	2,2
191	210	250	119	28	3	13,9	7,5			191	170	276	14	2,5	0,26	2,6	3,9	2,5
189	210	244	147	28	3	13,9	7,5			189	174	276	18	2,5	0,35	1,9	2,9	1,8
201	210	262	147	28	4	16,7	9			201	174	322	8	3	0,35	1,9	2,9	1,8
150	192	200	232	101	28,5	2,1	11,1	6		192	179	248	8	2	0,23	2,9	4,4	2,8
195	220	244	122	29	2,1	13,9	7,5			195	180	268	8	2	0,30	2,3	3,4	2,2
204	220	267	122	29	4	16,7	9			204	180	292	10	3	0,27	2,5	3,7	2,5
201	220	261	154	29	4	13,9	7,5			201	185	292	18	3	0,35	1,9	2,9	1,8
213	220	300	154	29	4	16,7	9			213	185	342	8	3	0,33	2	3	2
160	204	210	249	109	29,5	2,1	13,9	7,5		204	189	268	8	2	0,24	2,6	4,2	2,8
207	230	259	131	30	3	13,9	7,5			207	191	286	8	2,5	0,30	2,3	3,4	2,2
214	230	277	131	30	4	16,7	9			214	191	302	18	3	0,26	2,6	3,9	2,5
211	230	271	161	30	4	13,9	7,5			211	195	302	22	3	0,35	1,9	2,9	1,8
224	230	317	161	30	4	22,3	12			224	195	362	8	3	0,35	1,9	2,9	1,8
170	216	220	260	112	30,5	2,1	13,9	7,5		216	199	278	9	2	0,23	2,9	4,4	2,8
220	240	273	141	31	3	13,9	7,5			220	202	306	9	2,5	0,31	2,2	3,3	2,2
226	240	291	141	31	4	16,7	9			226	202	322	21	3	0,19	3,6	5,3	3,6
223	240	257	169	31	4	16,7	9			223	206	322	21	3	0,35	1,9	2,9	1,8

Con la finalidad de tener una mayor seguridad de los rodamientos, ya que su cambio es complicado, se toma, de la tabla XVIII una fiabilidad del 96% para el rodamiento elegido, cuyas condiciones de trabajo son las siguientes:

Velocidad angular $(W) = 500 \text{ RPM}$

Carga radial $(F_r) = 74392.65 \text{ N}$

Viscosidad del aceite a la temperatura de trabajo. $(\Gamma) = 34 \text{ mm}^2/\text{s}$

Dado que en el cálculo del diámetro del eje se desprecia la fuerza axial se tiene que:

$$\frac{F_a}{F_r} = 0$$

de donde la ecuación # 26a se reduce a:

$$P = F_r$$

entonces

$$P = 74392.65 \text{ N.}$$

de la tabla XVIII se tiene que:

$$a_1 = 0.53$$

TABLA XVIII.- Valor del factor α de
duración. 1

Fiabilidad %	α 1
90	1.00
95	0.62
96	0.53
97	0.44
98	0.33
99	0.21

De la tabla XVII obtenemos:

$$d_1 = 150 \text{ mm}$$

$$D = 310 \text{ mm}$$

$$C = 978000 \text{ N}$$

$$d_m = \frac{d + D}{2} \tag{27}$$

$$d_m = \frac{150 + 310}{2}$$

$$d_m = 230 \text{ mm}$$

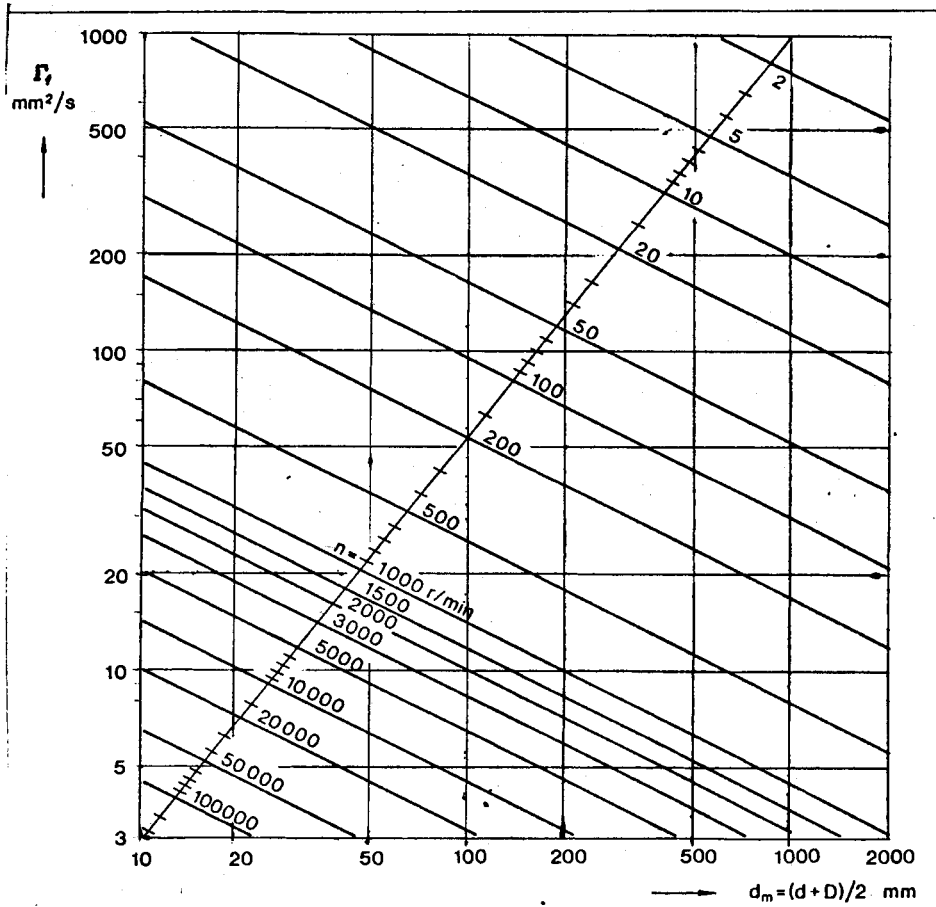
Con el valor de d_m y utilizando el diagrama # 1, se obtiene que la lubricación es adecuada si la viscosidad Γ_1 del aceite a la temperatura de funcionamiento es:

$$\Gamma_1 = 16 \text{ mm}^2/\text{S}$$

de donde la relación de viscosidad es:

$$K = \frac{\Gamma}{\Gamma_1} \tag{28}$$

DIAGRAMA 1.- Viscosidad cinemática del aceite



$$K = \frac{34}{16} = 2.125$$

Con el valor de K y el diagrama # 2 se obtiene un valor de a_{23} igual a:

$$a_{23} = 1.6$$

la vida nominal ajustada L_{na} será:

$$L_{na} = 0.53 \times 1.6 \left(\frac{978000^{10/3}}{74392.65} \right)$$

$L_{na} = 4547$ millones de revoluciones

Como la velocidad es igual a 503 RPM la vida nominal en horas de servicio (L_{nah}) es:

$$L_{nah} = \frac{1000000}{60 \times W} L_{na} \quad (29)$$

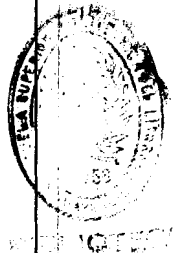
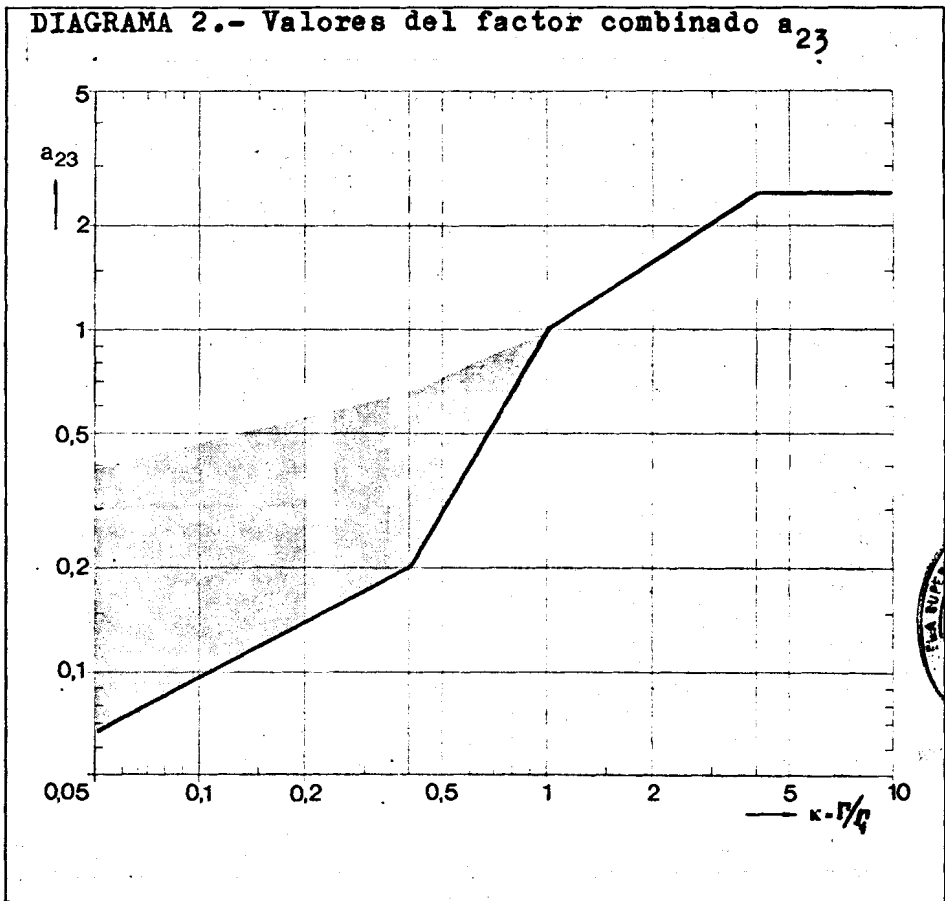
$$L_{nah} = \frac{1000000}{60 \times 503} (4547)$$

$L_{nah} = 150662$ horas de servicio

Para comprobar que esta vida es la correcta deter-



DIAGRAMA 2.- Valores del factor combinado a_{23}



minaremos en base al valor de L_{10h} , la capacidad de

carga dinámica y a partir de la seguridad de carga (C/P) la comprobaremos con el valor de la tabla XVII.

Para una velocidad de 503 RPM y una vida nominal de 177668 horas de servicio, del diagrama # 3 se obtiene que:

$$\frac{C}{P} = 13.0$$

de donde:

$$C = 13.0 P$$

$$C = 13.0 (74392.65)$$

$$C = 967104.45 N$$

El valor C obtenido es menor que el correspondiente para el rodamiento 22234 CCK/W33 (tabla XVII), por lo que se concluye que la L_{10h} y el rodamiento

seleccionado son los adecuados.

DIAGRAMA 3.- Valores de seguridad de carga (C/P)

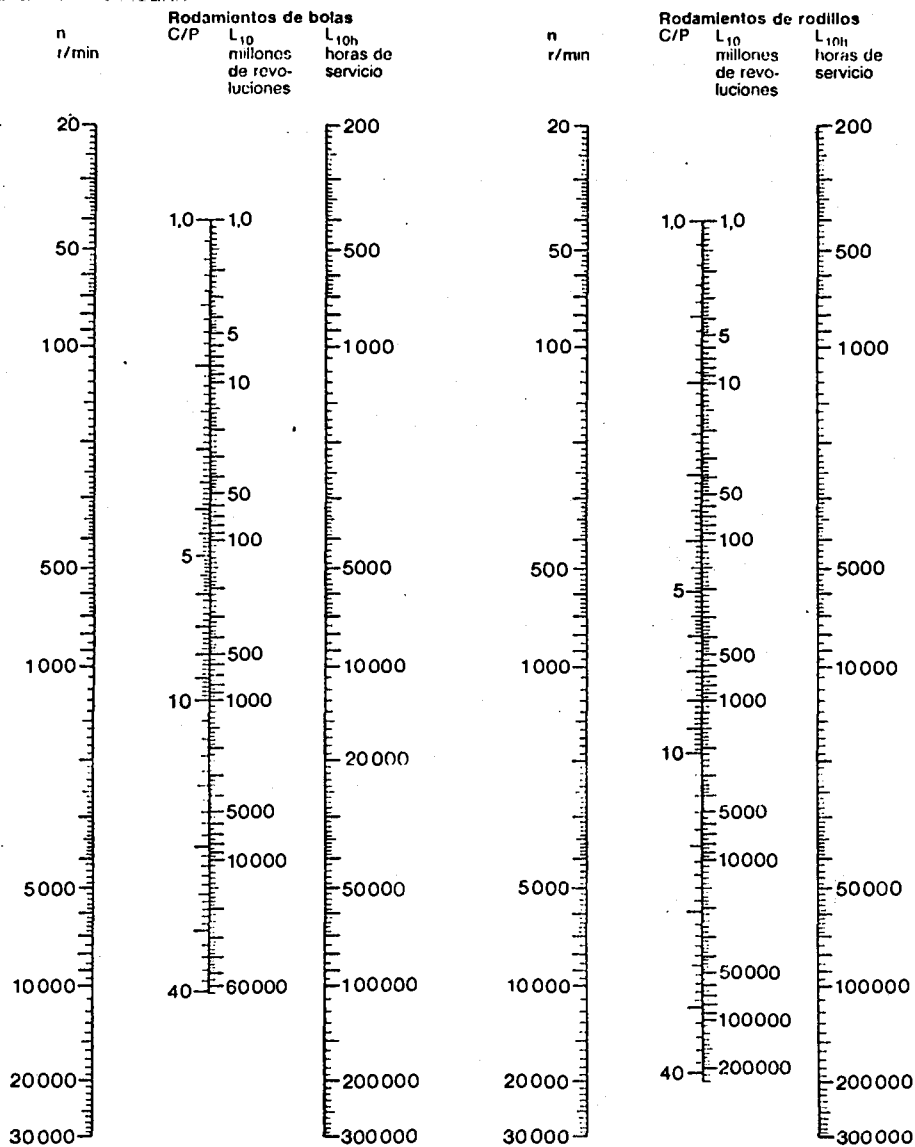


DIAGRAMA # 4

ITEM	TRABAJOS A REALIZARSE	ENERO				FEBRERO	
		2 al 5	8 al 12	15 al 19	22 al 26	29 al 2	5 al 9
1	Desmontaje de accesorios y tubería de vapor.	█					
2	Desmontaje de los tres contraejes.		█				
3	Desmontaje de seis pedestales		█				
4	Almacenamiento de los elementos a no utilizarse.		█				
5	Desmontaje de la turbina y el reductor.			█			
6	Desmontaje de la bancada-tanque.				█		
7	Desmontaje de la unidad picadora y soporte de chumaceras.				█		
8	Desmontaje del volante y poleas.					█	
9	Limpieza e inspección visual de los elementos.						█
10	Mediciones y almacenamiento de los elementos.						█
11	Aprovisionamiento de materiales y corte de planchas.						█
12	Revisión de planos y elaboración de órdenes de trabajo.						█



BIBLIOTECA



maquinado estuvieron avanzados en un 70%, y se contaba con todo el material necesario. Este trabajo se lo realizó con seis personas, las cuales estaban a cargo del mantenimiento del trapiche "A" en la reparación del año 1990, y se lo desarrolló de acuerdo a lo programado en el diagrama de Gantt (ver diagrama # 5).

A continuación se describe las principales consideraciones aplicadas en el montaje, de acuerdo a la experiencia y sugerencias técnicas consideradas.

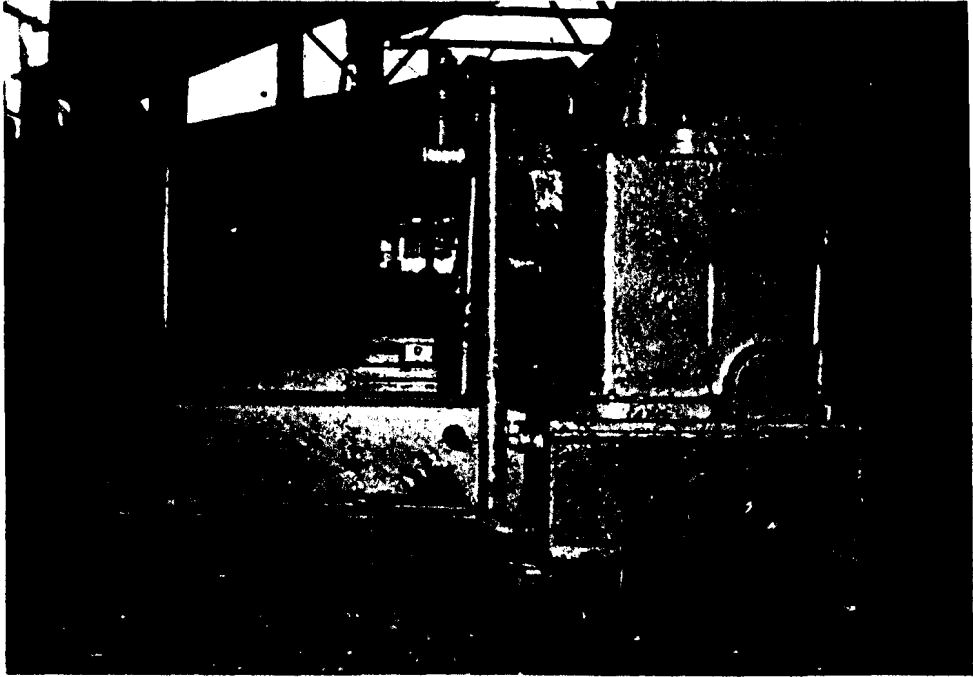
- Para la construcción de las bases de cimentación se aprovechó la experiencia del departamento de mantenimiento, ya que la Ingeniería Civil es más arte que ciencia. Por lo que simplemente se dió información de las características de la maquinaria a montarse, dimensiones de la bancada, y el sitio donde debía ser construídas (plano No.555-532-1941 ó # 2).

- La instalación de bancada y pedestales (bases metálicas) es extremadamente importante, (fotografías # 10 y # 11) para obtener el máximo servicio de las maquinarias o elementos mecánicos a montarse sobre éstas, en caso contrario cualquier distorsión de las bases o desalineamiento en general puede causar serios problemas de operación posteriormente, aún cuando el arranque haya sido satisfactorio.

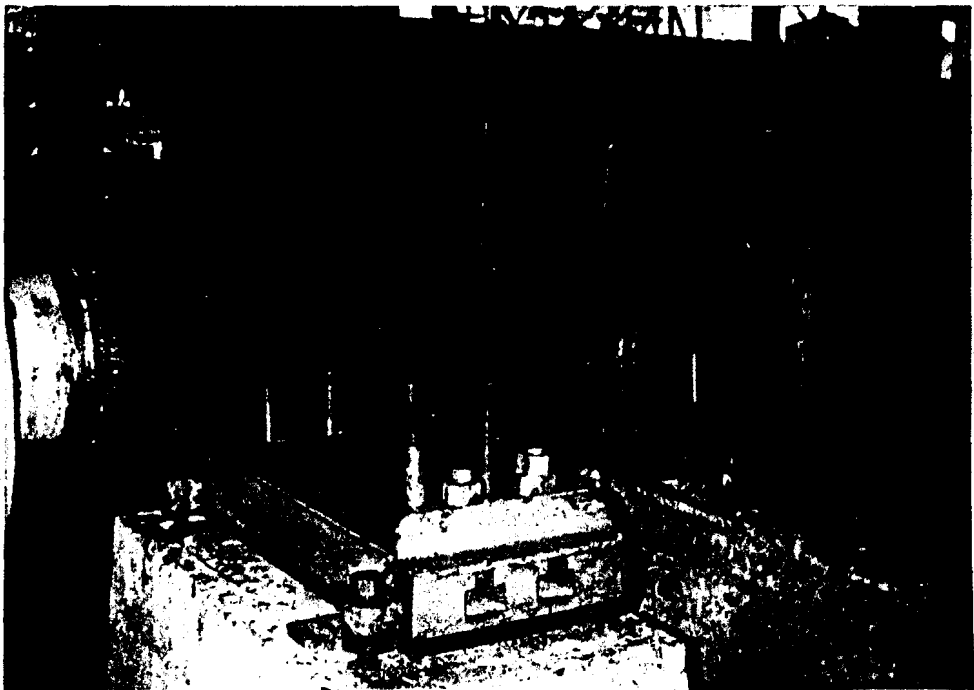
- En el montaje de rodamientos con manguito, y de

DIAGRAMA # 5

ITEM	TRABAJO REALIZADO	MARZO		ABRIL			
		19 al 23	26 al 30	2 al 6	9 al 13	16 al 20	23 al 27
1	Montaje y nivelacion de la bancada - tanque considerando reductor.	■					
2	Montaje y desmontaje de turbina; ajuste de nivelacion.		■				
3	Recubrimiento de la bancada - tanque con lechada.			■			
4	Montaje y nivelacion de 4 pedestales y soporta rodamiento		■				
5	Desplazamiento de la polea motriz en el contraeje.			■			
6	Montaje de polea, volante y rodamiento en el eje.				■		
7	Montaje del contraeje y eje; alineamiento.				■		
8	Ajuste de rodamientos y acoplamiento de contraeje reductor-turbina.					■	
9	Mantenimiento de turbina y reductor.					■	
10	Colocacion de templadores, bandas y union de los acoples.						■
11	Modificacion e instalacion de la red de vapor y accesorios.			■			
12	Instalacion de la red de agua de enfriamiento.					■	



FOTOGRAFIA # 10.- Instalación de la Bancada-tanque con pernos de nivelación.

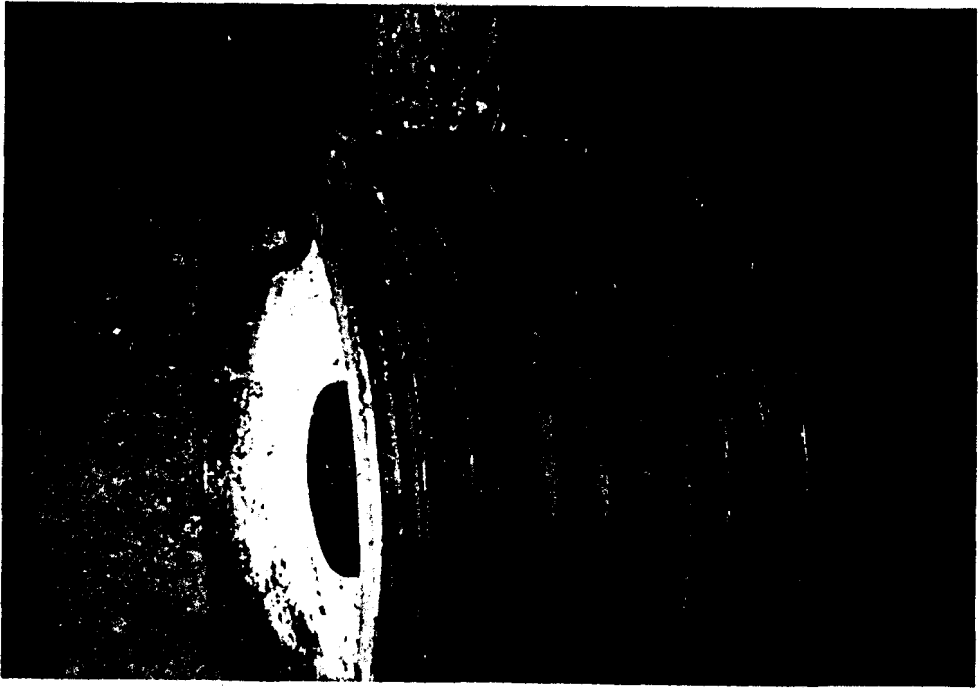


FOTOGRAFIA # 11.- Instalación de los pedestales con cuña de nivelación.

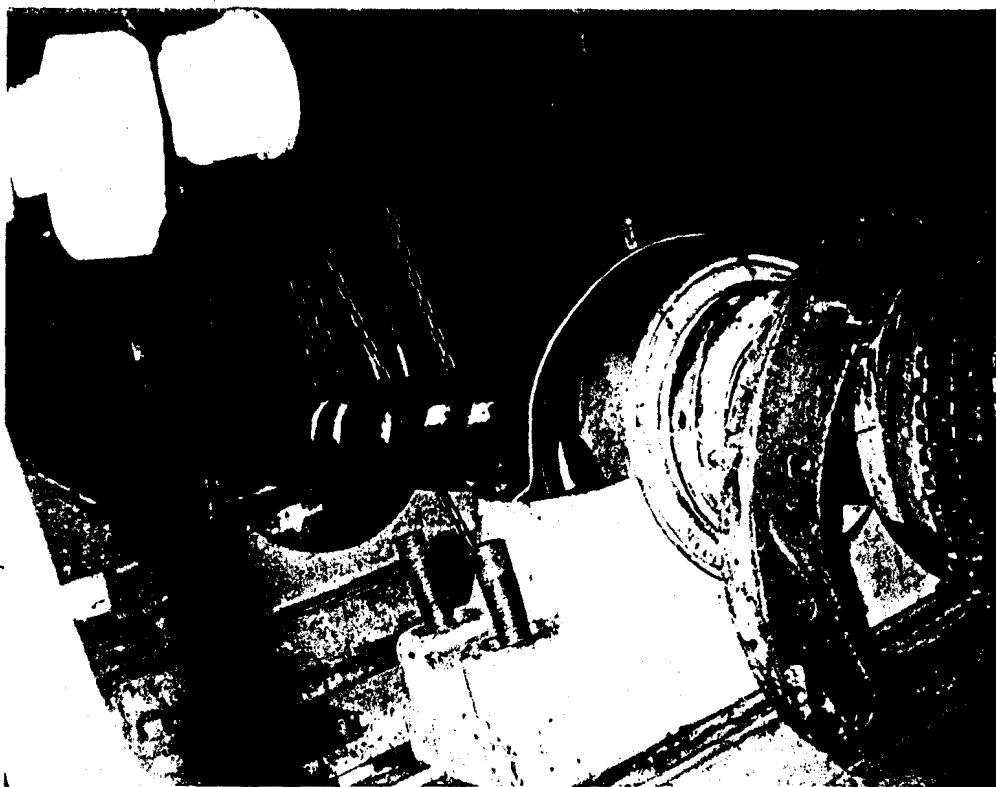
grandes elementos mecánicos como poleas y volantes (fotografía # 12) que necesitan de fuerte calentamiento para su montaje sobre sus respectivos ejes, es fundamental determinar dónde debe situarse exactamente estos elementos mecánicos, por lo que además de las medidas de los planos debe realizarse si es posible una presentación del eje sobre su sitio de trabajo (fotografía # 13) para la determinación de la posición correcta. Además, es importante tener siempre presente que los rodamientos SKF son fabricados con tolerancias negativas, tanto su diámetro interior como exterior, que el ajuste forzado debe ser dado al aro que absorbe la carga, y que generalmente se aplica un ajuste h₉ entre el eje y el manguito.

- En el acoplamiento de ejes debe tenerse en cuenta las variaciones de altura de los ejes que se puedan presentar durante el funcionamiento comparado con la del reposo, a causa de cambios de temperatura, presión, tamaño de la máquina, tipo de material, etc.

Para el acoplamiento entre la turbina y el reductor es generalmente necesario dejar el eje de la turbina un poco bajo que el eje del reductor. De acuerdo a la experiencia, los fabricantes de turbina recomiendan dejar un desnivel de 0.025 mm por cada 25.4 mm de diámetro del eje.



FOTOGRAFIA # 12.- Polea y volante de grandes dimensiones.



FOTOGRAFIA # 13.- Presentación del contraeje.

- En la conexión e instalación de las tuberías de vapor vivo y vapor de escape a modificarse, se consideró dos puntos muy importantes (figura # 11).

a) Las tuberías no deben transmitir fuerzas excesivas sobre las turbinas, y el vapor debe llegar lo más limpio posible. Por esta razón se consideró lo siguiente en la modificación:

a.1) Se ha instalado la toma de vapor vivo para la turbina con grandes curvaturas (fotografía # 14), de tal manera que se dilaten libremente.

a.2) En la tubería de escape debido a su diámetro de 305 mm y al espacio físico con que contamos no se pudo realizar grandes curvaturas, por lo que se aprovechó el fuelle de dilatación existente (fotografía # 15).

a.3) Antes de conectar la tubería de vapor vivo a la brida de entrada de la turbina, se sopla cuidadosamente con vapor vivo toda la tubería instalada, para arrastrar perlas de soldadura que puedan causar daños en los asientos y conos de la válvula. A pesar de haberse soplado se colocó a la entrada de vapor vivo a la turbina un tamiz de vapor, ya que la experiencia de las personas dedicadas al montaje así lo recomiendan (fotografía # 16).

b) La instalación de las tuberías debe facilitar la

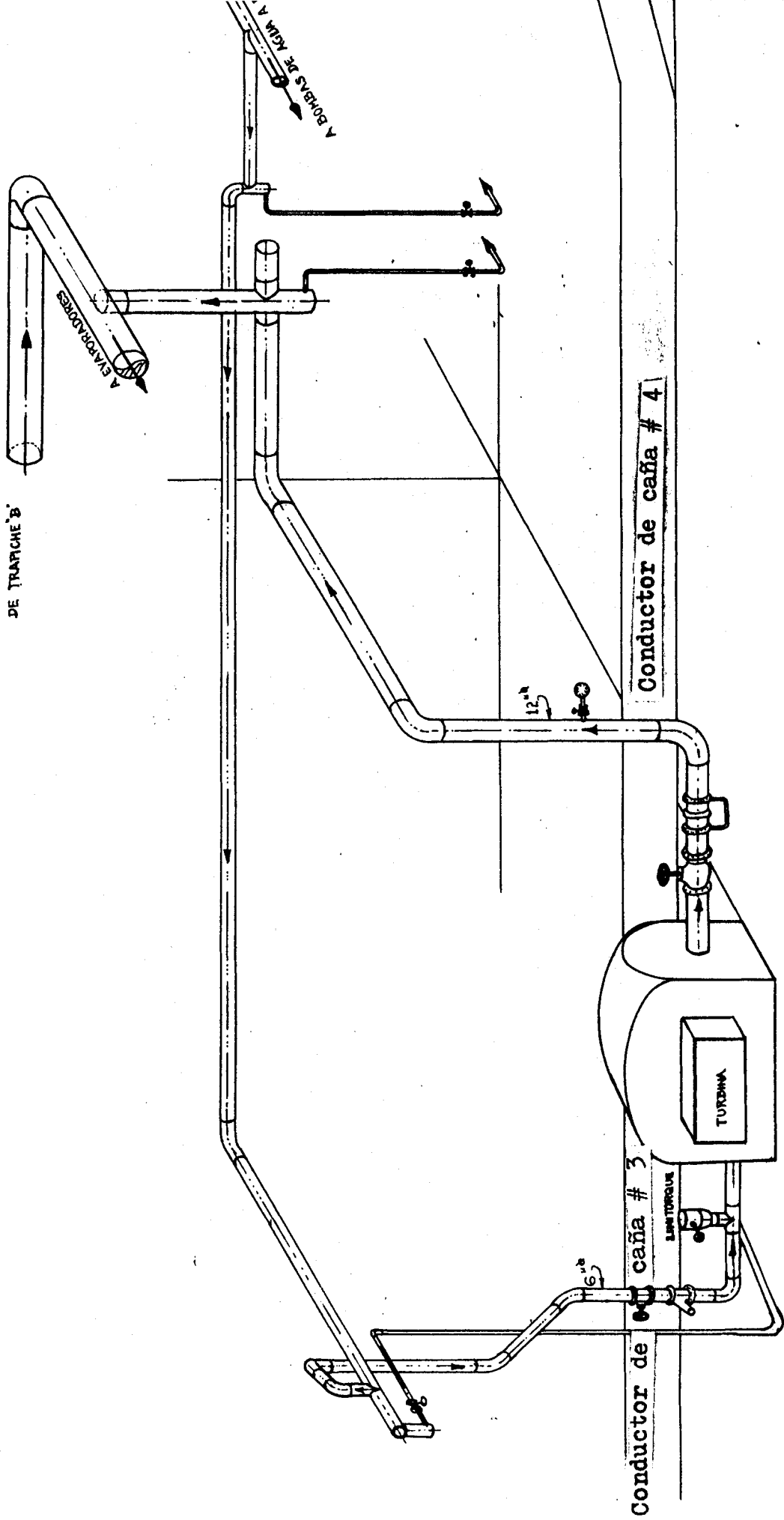
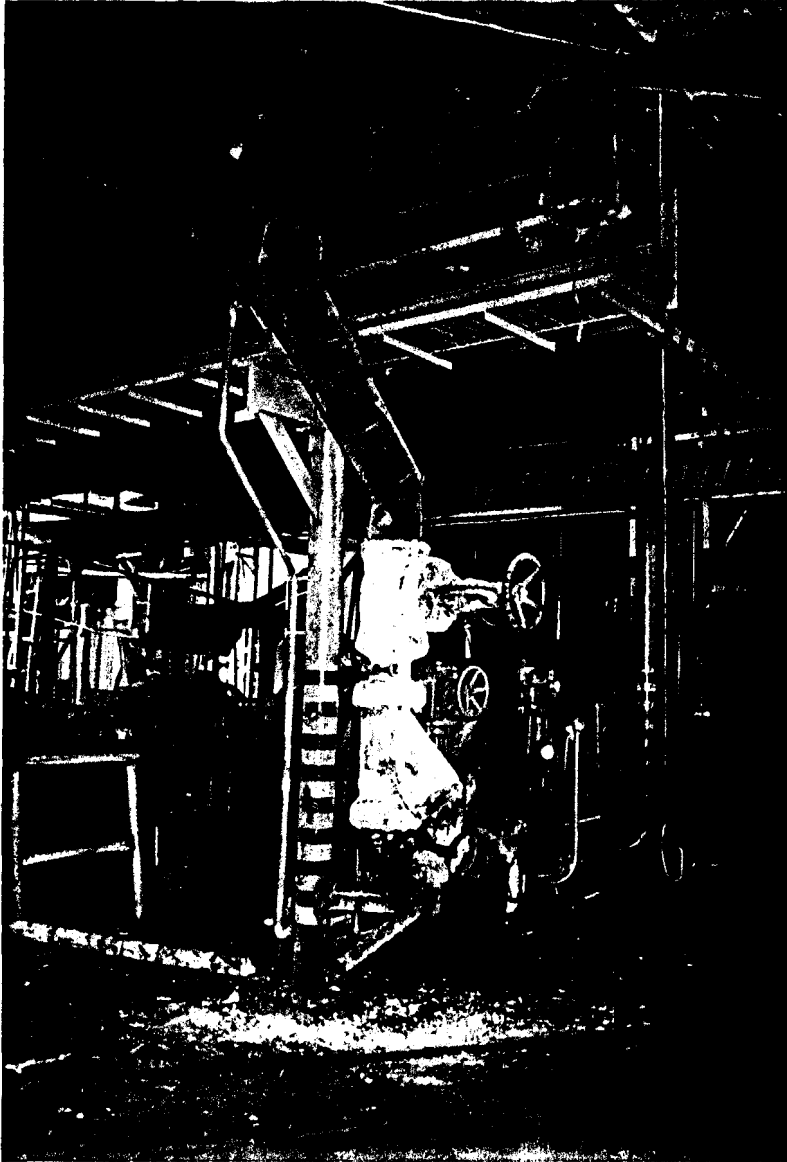
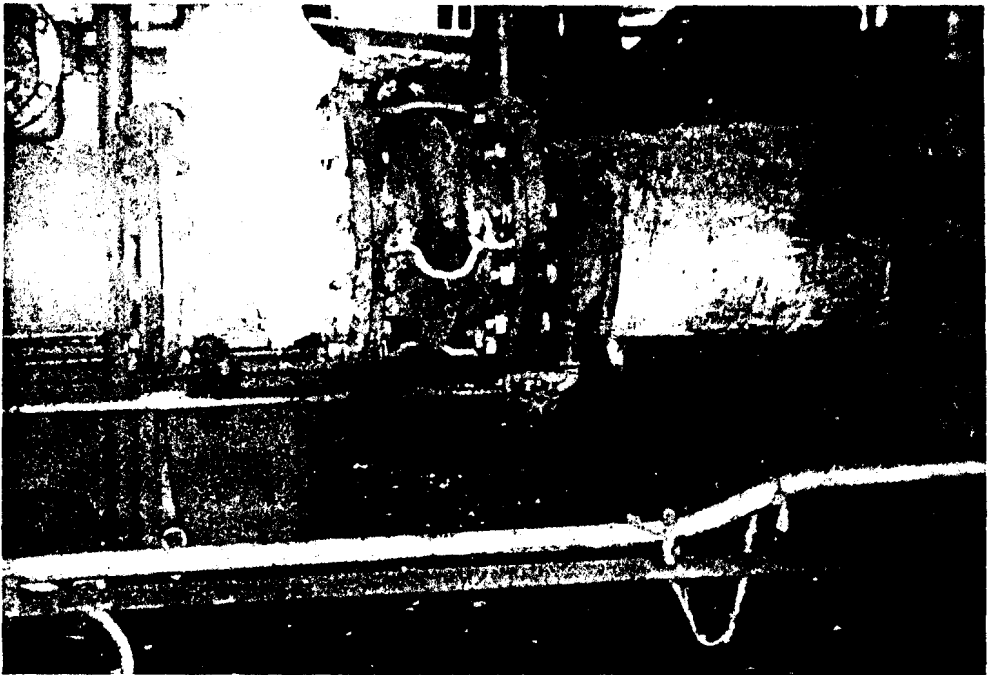


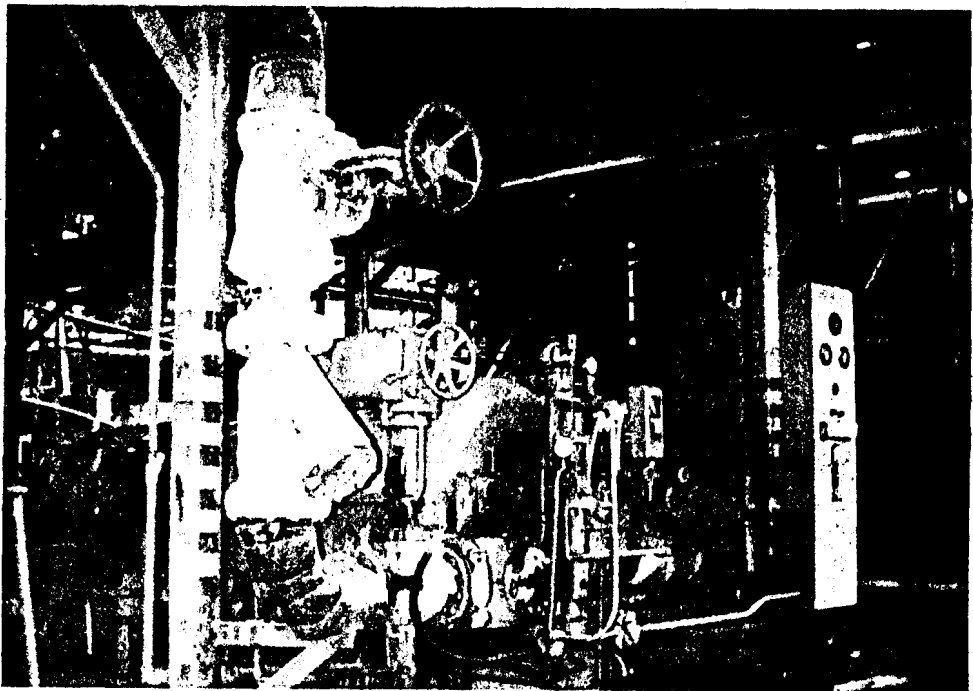
FIGURA # 11.- Instalación de las líneas de vapor modificadas.



FOTOGRAFIA # 14.- Curvatura de dilatación.



FOTOGRAFIA # 15.- Fuelle de dilatación.



FOTOGRAFIA # 16.- Colador-Tamiz de vapor.

circulación del condensado, de tal manera que el vapor llegue a la turbina lo más seco posible y evitar posibles golpes de ariete.

Por esta razón se considera lo siguiente: (ver figura # 11)

b.1) Dar una inclinación a la tubería de vapor con una pendiente descendente en el sentido de circulación del vapor, para facilitar la circulación del condensado.

b.2) Se coloca colectores de condensado para drenar de acuerdo al rango recomendado, esto es cada 30 a 50 metros, según lo amerite el caso. Estos colectores se puede construir de la misma tubería de la línea.

b.3) Crear desniveles, para conseguir la pendiente adecuada y a su vez, colectores de drenaje.

4.2 ANALISIS DE COSTO

La modificación de la picadora niveladora de caña, del trapiche "A" demandó una inversión no muy considerable de capital, porque se utilizó la mayor parte de los componentes mecánicos y especialmente la unidad de mando íntegramente del diseño anterior. Los costos considerados de la presente modificación son: costo de obra civil; por maquinado; por mano de obra; y los costos por compra, ya que son los más representativos.

Es importante recordar que los trabajos de obra civil y maquinado estuvieron a cargo de otros departamentos de Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, por lo que, para el análisis, sólo se consideran los valores totales gastados.

Costo de la Obra Civil

La obra civil consistió específicamente en la construcción de tres bases de cimentación; una para el montaje del conjunto turbina-reductor (Unidad de mando) y dos para los pedestales del contraeje de la unidad de acople por banda. Esto estuvo a cargo del departamento de mantenimiento y su costo total fué de UN MILLON QUINIENTOS SETENTA MIL SUCRES (S/. 1'570.000,00).

Costo por Maquinado

El maquinado de los elementos mecánicos necesarios para la modificación lo realizó Talleres Generales y sus costos se indican a continuación.

ELEMENTOS MECANICOS	CANTIDAD	COSTO
- Eje de la unidad picadora	1	S/. 210150,0
- Cuñas para volante y polea conducida	2	3198.0
- Perforación de 8 planchas	40	7480.0
- Elaboración de cuñas de nivelación	12	9900.0

- Pernos y espárragos para pedestales	16	21168.0
COSTO TOTAL POR MAQUINADO		S/. 290686.0

Costo por mano de Obra

En esta parte sólo se considera la mano de obra directa utilizada durante el desmontaje y montaje de la picadora.

PERSONAL UTILIZADO	HORAS TRABAJADAS	VALOR HORA-HOMBRE	TOTAL
--------------------	------------------	-------------------	-------

a) Desmontaje:

- Un mecánico de montaje.	224	S/. 218.0	S/. 48832.0
- Un ayudante mecánico de primera	224	S/. 190.0	45560.0
- Dos mecánicos de segunda	440	S/. 176.0	78848.0
- Un cortador-soldador	112	S/. 190.0	21280.0

b) Montaje

- Un ayudante de Supervisor	192	S/. 307.0	58944.0
- Un mecánico de primera	120	S/. 239.0	28680.0
- Dos ayudantes mecánicos de primera	192	S/. 190.0	36480.0
- Dos mecánicos de segunda	624	S/. 170.0	106080.0

- Un mecánico de montaje.	120	S/. 218.0	26160.0
- Un cortador soldador	80	S/. 190.0	15200.0
COSTO TOTAL POR MANO DE OBRA			S/.463064.0

Costo por compra

En esta parte se considera los costos de todo el material y de los dos rodamientos utilizados.

DENOMINACION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
- Eje de acero SAE 1045 ø 7" x 15 ft	14.5 ft	48192.0	698784.0
- Eje de acero SAE 1045 ø 1 1/8	5 ft	1885.0	9425.0
- Barra cuadrada de 1 3/4 SAE 1045	2 ft	4126.0	8552.0
- Plancha de acero estructural A - 36 (2"x4'x8')	2	27047.0	54094.0
- Tubo acero negro para soldar (6 mt x 6")	2	12000.0	24000.0
- Codo de acero para soldar 90° x 6"	3	16838.0	50514.0
- Codo de acero para soldar 45° x 6"	12	6540.0	17080.0
- Tubos acero negro (6 mt x 12")	1	35600.0	35600.0
- Tubo acero negro (6 mt x 2")	2	3247.0	6494.0
- Tubo de hierro negro ø 2"	3	2098.0	6294.0

- Codos con rosca 90° x 2"	6	1573.0	9438.0
- Nudos ø 2"	4	1824.0	7296.0
- Válvula de globo 2" x 120 Lb.	2	24940.0	49880.0
- Chumaceras completas SKF SAE 22234 para eje de ø 6"	2	1011023.0	2022046.0
- Oxígeno Industrial	8	9747.0	77976.0
- Gas propano	6	886.0	5316.0
- Electrodo 6011-1/8	24	908.0	21792.0
- Electrodo 7018-1/8	24	1031.0	24744.0
COSTO TOTAL POR COMPRA			S/.3152547.0

Considerando todos los costos totales se tiene el costo total de la modificación de la picadora.

- Costo Total de la Obra Civil	S/. 1570000.0
- Costo Total por maquinado	290696.0
- Costo Total por Mano de Obra	463064.0
- Costo Total por Compra	3152547.0
COSTO TOTAL DE LA MODIFICACION DE LA PICADORA DEL TRAPICHE "A"	S/. 5476307.0

El costo total de la modificación de la picadora se verá reducido si dentro del costo total por compra solamente se considera el 70% del rubro de las chumaceras completas SKF, ya que al realizar la inspección de los elementos en la etapa del desmontaje se encontró que dos de los cuatro rodamientos TIMKEN que estaban trabajando, totalmente picado las pistas y el

manguito de fijación totalmente defectuoso, lo cual implicaba cambiar los rodamientos defectuosos si no se realizaba la modificación. Este valor total se reduciría aún más si los dos acoples flexibles sobrantes del diseño anterior que están en buenas condiciones, son considerados como repuestos para las dos picadoras del trapiche "A", lo cual si es factible.

En base a todo lo anteriormente expuesto obtendríamos un rubro que lo denominaremos "Ahorro por Repuestos", y que consiste en:

REPUESTO	CANTIDAD	VALOR UNIT.	TOTAL
- Chumaceras completas SKF SAE 22234 para el eje de d 6"	2	S/.707716.0	S/.1415432.0
- Acople Flexible Steelflex	2	120000.0	240000.0
AHORRO POR REPUESTO			S/.1655432.0

de donde el posible costo total de la modificación será:

- Costo total de la modificación	5523847.0
- Ahorro por repuestos	2662046.0
POSIBLE COSTO TOTAL DE LA MODIFICACION	S/. 3868415.0

Costo por Mantenimiento

Este costo específicamente, no se disminuirá grande-

mente por la modificación realizada, ya que los elementos innecesarios que se han eliminado demandaban de muy poco mantenimiento con relación a los elementos y maquinarias que se sigue utilizando en la modificación.

Así tenemos, que por eliminación de los cuatro cojinetes de deslizamiento se dejará de consumir dos galones semanales de aceite tellus 68, lo cual representa un ahorro de S/. 148.368,00 sucres por zafra.

Costo de Producción

El Ingenio San Carlos tiene una producción diaria durante su molienda de 16000 quintales de azúcar, cuyo precio aproximado de fábrica es de S/. 9550,00 lo cual implica que una hora de parada de la molienda representa una pérdida de S/. 6'366.666,66. A partir de este valor observamos que el costo total de la modificación de la picadora cortadora estará totalmente pagado al disminuir en una hora la parada de la molienda, con relación a los dos años anteriores.

4.3 PRUEBAS Y RESULTADOS

Una vez terminado el montaje de la picadora, e instalaciones de la red de vapor y agua de enfriamiento se procedió a esperar las fechas designadas para las pruebas de las maquinarias y equipos, ya que en estas

fechas correspondientes al período de reparación se procede a la generación de vapor en algunas de las siete calderas existentes con la finalidad de probar toda la maquinaria y equipo accionado o que trabaje con vapor tal como: turbogeneradores ; turbinas; motores a vapor; bombas alternativas, válvulas automáticas, preevaporadores, tachos, etc. Para de esta manera poder relizar los ajustes necesarios para dejar a punto toda la maquinaria y equipo que entrarán a trabajar en la presente zafra.

Las pruebas realizadas específicamente en la picadora niveladora del trapiche "A" fueron las anotadas a continuación, con los siguientes resultados:

- Unidad motriz.- Aquí se probó la facilidad de alcance de los órganos de mando y seguridad, tal como la manipulación de la válvula de entrada de vapor y de la palanca de disparo manual ubicado en la turbina. Observándose gran facilidad, rapidez y seguridad durante sus operaciones, asegurándonos así que el sitio seleccionado para el montaje de esta unidad es el adecuado.

-Unidad de Acople.- En esta parte se probó la facilidad y rapidez que existe para cambiar y/o templar bandas.

Para el tensado de la banda sólomente se necesita

mover los dos soportes cojinetes del eje de la unidad picadora utilizando llaves de impacto, y comprobar el alineamiento de las poleas. Este trabajo se lo realizó aproximadamente en dos horas, mientras que el cambio de bandas demandó de una hora adicional ya que se necesita levantar el contraeje para sacar y meter las bandas como en el diseño anterior.

-Unidad Picadora.- En esta se procedió a la medición de las tres componentes vibracionales en los cojinetes del eje de esta unidad, obteniéndose los datos ubicados en la tabla de la hoja de análisis de vibración. estos valores fueron tomados considerando la velocidad de la turbina, ya que ésta es la velocidad que el operador controla durante la alimentación de la caña hacia la picadora.

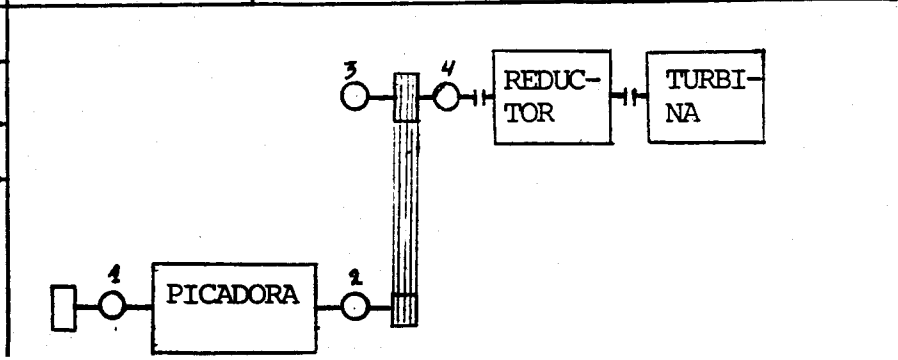
Con los valores obtenidos de las mediciones se procedió a elaborar la curva indicada en la hoja de análisis, la cual indica que los valores obtenidos en las tres componentes vibracionales de los cojinetes, están dentro del rango aceptable de vibración, y por lo tanto nos asegura que la alineación de los ejes y bandas, y la nivelación de la base fueron bien realizadas.

AA	Super	0.9					
	<u>Crítico</u>	0.8					
	Peligro	0.7					
	Considérese	0.6					
	Apagar equipo	0.5					
A	<u>Muy crítico</u>	0.4					
	Corríjalo dentro de las siguientes semanas.	0.3					
B	<u>Crítico</u> , corríjalo para prevenir desgaste.	0.2					
C	<u>Justo</u> , Fallas menores Corrección no económica.	0.1					
D	<u>Suave</u> Bien balanceado y alineado						
Vertical							
Horizontal							
Axial							

Fecha	3 de junio de 1989
Equipo	ANALIZADOR DE VIBRACIONES
Realizado	Gilberto Choca

Simbología:

- Punto de medida
- x Cojinete liso
- ⊗ Rod. Bolas
- ⊙ Acoplamiento



PUNTO	H[in/seg]	V[in/seg]	A[in/seg]
1	.13	.062	.064
2	.16	.082	.13
3	.054	.03	.036
4	.074	.024	.024

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

-En la modificación de la picadora se consideraron los problemas técnicos y de seguridad que existían, los cuales han sido superados en su totalidad hasta la presente fecha. Reduciéndose así el tiempo de parada con relación a las dos zafra anteriores si comparamos las horas perdidas de la tabla IV con las indicadas a continuación correspondiente a los de la zafra de 1990.

CAUSA	ATASCAMIENTO	TURBINA	BANDAS	CONTRAEJE
1990	6h: 32min	30min	---	---

-La modificación de la toma y descarga de las líneas de vapor de la turbina correspondiente a la picadora niveladora, evitará que llegue el condensado a la turbina, el cual estaba causando erosión del anillo de toberas y álabes del rotor.

-La velocidad a la cual giran los machetes corresponde a la velocidad universalmente utilizada en las picadoras, por lo cual se asegura una mejor preparación de la caña.

-El diámetro del eje solicitado para la construcción del eje de la unidad picadora está sobredimensionado

porque los diámetros de los portamechetes, cubos de la polea conducida y volante, nos lo exigen. Este sobredimensionamiento resulta ser el más económico y técnico que seleccionar el diámetro calculado y embocinar el eje.

-Los rodamientos utilizados en las cuatro picadoras de éste Ingenio han quedado estandarizados, con la finalidad de contar con un mejor stock de repuestos.

-La lubricación de las unidades picadora y acople se ha reducido a un 40% del requerido anteriormente, ya que sólo es necesario lubricar los cuatro rodamientos.

-La modificación resultó muy económica, ya que se utilizó la mayoría de los componentes del diseño anterior.

De acuerdo a la experiencia obtenida durante la modificación; y, en las zafas de 1989 y 1990 se hacen las siguientes recomendaciones:

-Montar el volante y polea con un ajuste de 12.70 a 147.80 milésimas de milímetros, para evitar calentamiento excesivo de éstos durante el desmontaje y montaje, ya que aquello nos está causando fisuramientos en el volante y polea, lo cual a su vez nos causa pequeños desbalances cuando se procede a soldar.

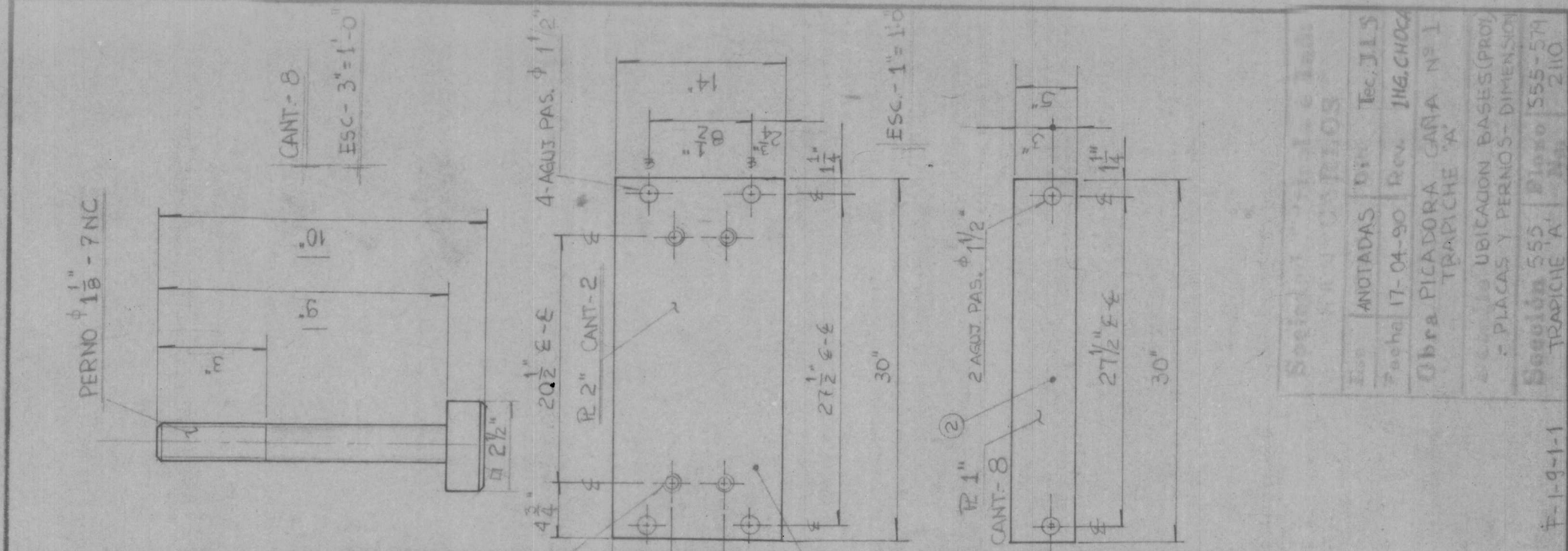
-Chequear el juego interno dado a los rodamientos y el ajuste de la tuerca de fijación del manguito cada 3 meses, para evitar daños prematuros del rodamiento o que el eje se corra hacia un lado y nos provoque desalineamiento de la polea.

-Templar la banda cada 4 meses de molienda, en una de las paradas semanales, y revisarlas.

-Revisar en cada parada semanal el nivel de aceite de los rodamientos.

BIBLIOGRAFIA

- Manual para Ingenieros Azucareros, E. Hugot, Cuarta impresión, México 1976
- Manual de Turbina-reductor Murray: Colorado 1952.
- Operación de Plantas Industriales, S. Elonka, Primera Edición, México 1983.
- Gates Heavy Duty V-Belt Drive Design Manual, 14995-A, Colorado, 1976.
- Catálogo General, SKF, Italia 1989.
- Mecánica Falk, Boletín 431-110 E, México.
- Diseño de Maquinas, Hall-Holowenco-Laughlin, Schaum, México 1971.
- Folleto de análisis de Vibraciones, Ing. E. Orces: Guayaquil, ESPOL 1982.



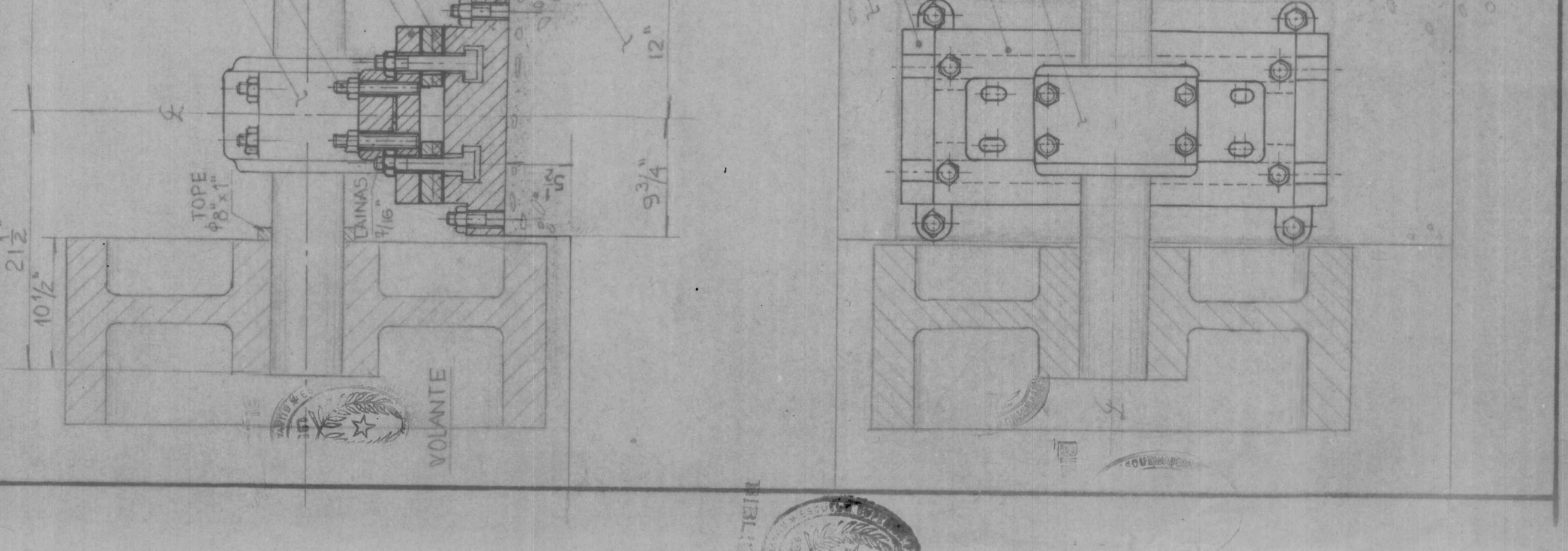
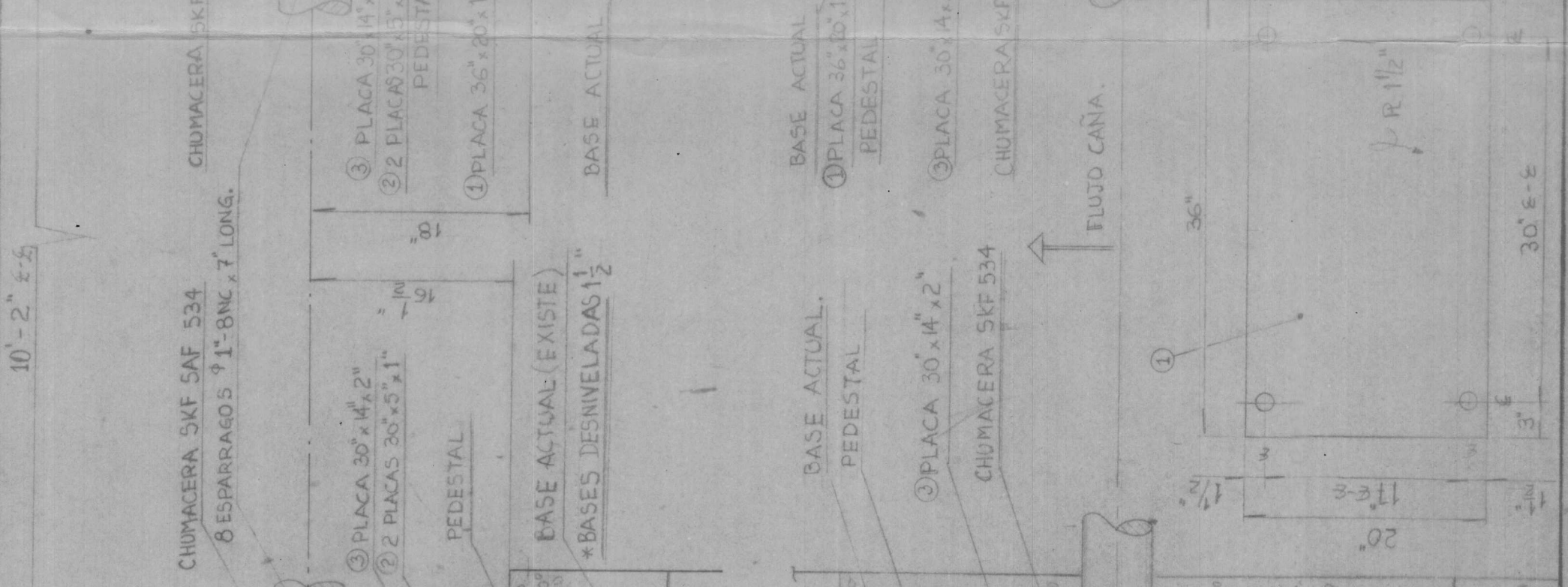
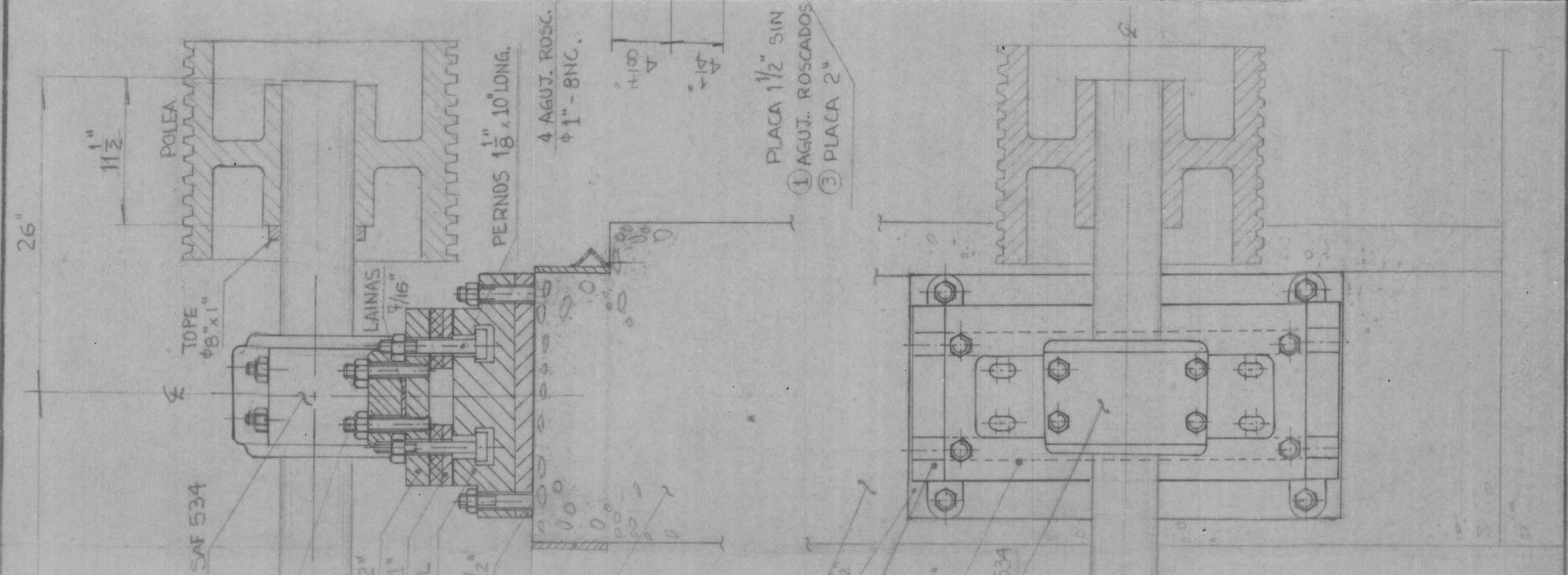
Sección de Ubicación Bases (PROJ) PARA CANTOS

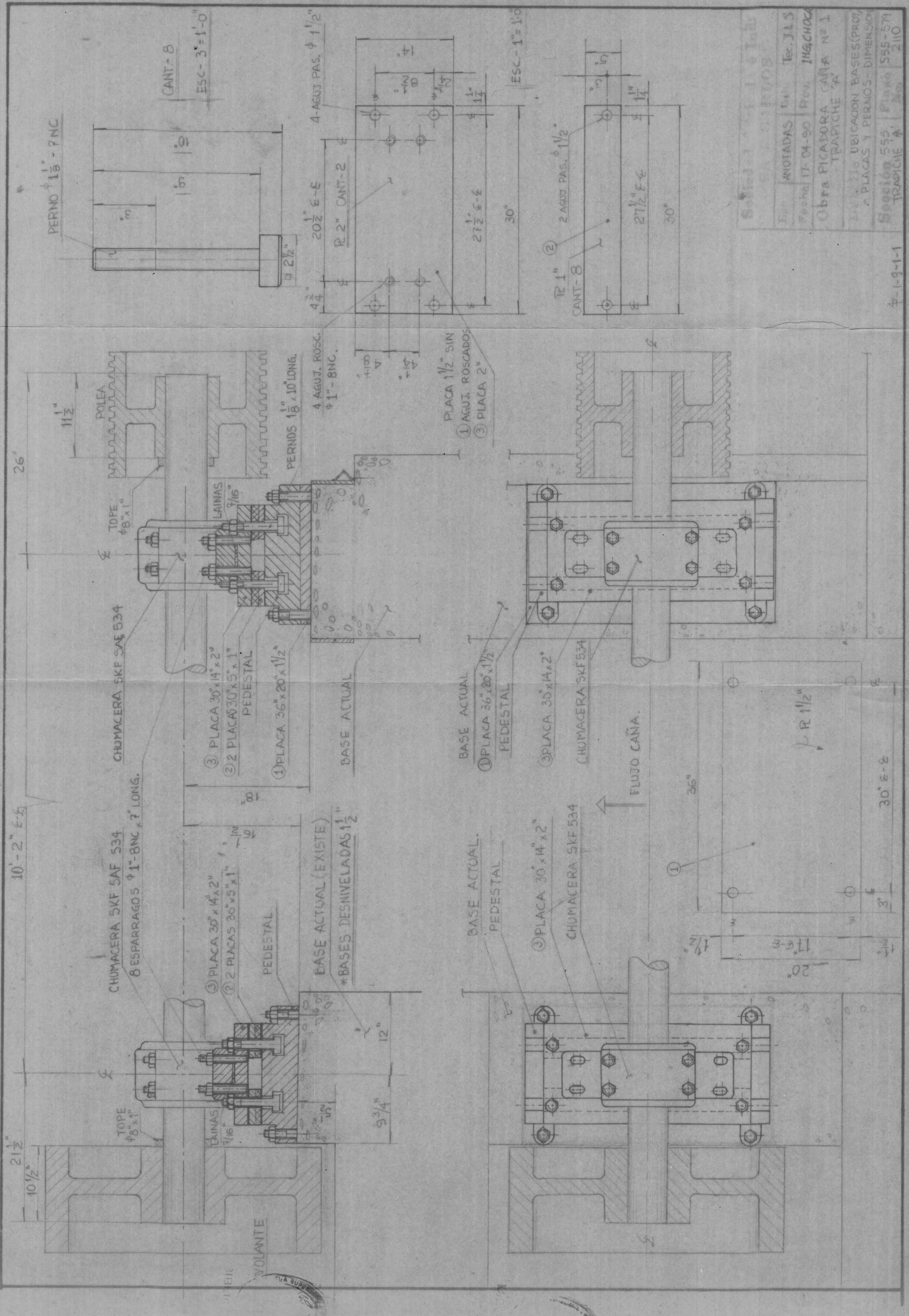
Esc.	ANOTADAS	DT.	Tec.
17-04-90	Rev.	JHG. CHOC	JLS

Obra PICADORA CAÑA N° 1 TRAPICHE "A"

UBICACION BASES (PROJ) PLACAS Y PERNOS - DIMENSIONES

Sección 555 Plano 555-574 TRAPICHE "A" No. 2110





PERNO $\phi 1\frac{1}{8}$ - 7 NC

CANT - 8

ESC - 3' = 1'-0"

4 AGUJ. PAS. $\phi 1\frac{1}{2}$ "

20 $\frac{1}{2}$ " E-E

R 2" CANT-2

ESC - 1" = 1'-0"

27 $\frac{1}{2}$ " E-E

30"

2 AGUJ. PAS. $\phi 1\frac{1}{2}$ "

CANT - 8

R 1"

27 $\frac{1}{2}$ " E-E

30"

CHUMACERA SKF 534

CHUMACERA SKF 534

8 ESPARRAGOS $\phi 1$ " - 8 NC x 7" LONG.

3 PLACA 30" x 14" x 2"

2 PLACAS 30" x 5" x 1"

1 PLACA 36" x 20" x 1 $\frac{1}{2}$ "

3 PLACA 30" x 14" x 2"

2 PLACAS 30" x 5" x 1"

BASE ACTUAL (EXISTE)

*BASES DESNIVELADAS 1 $\frac{1}{2}$ "

BASE ACTUAL

1 PLACA 36" x 20" x 1 $\frac{1}{2}$ "

PEDESTAL

3 PLACA 30" x 14" x 2"

CHUMACERA SKF 534

BASE ACTUAL

PEDESTAL

3 PLACA 30" x 14" x 2"

CHUMACERA SKF 534

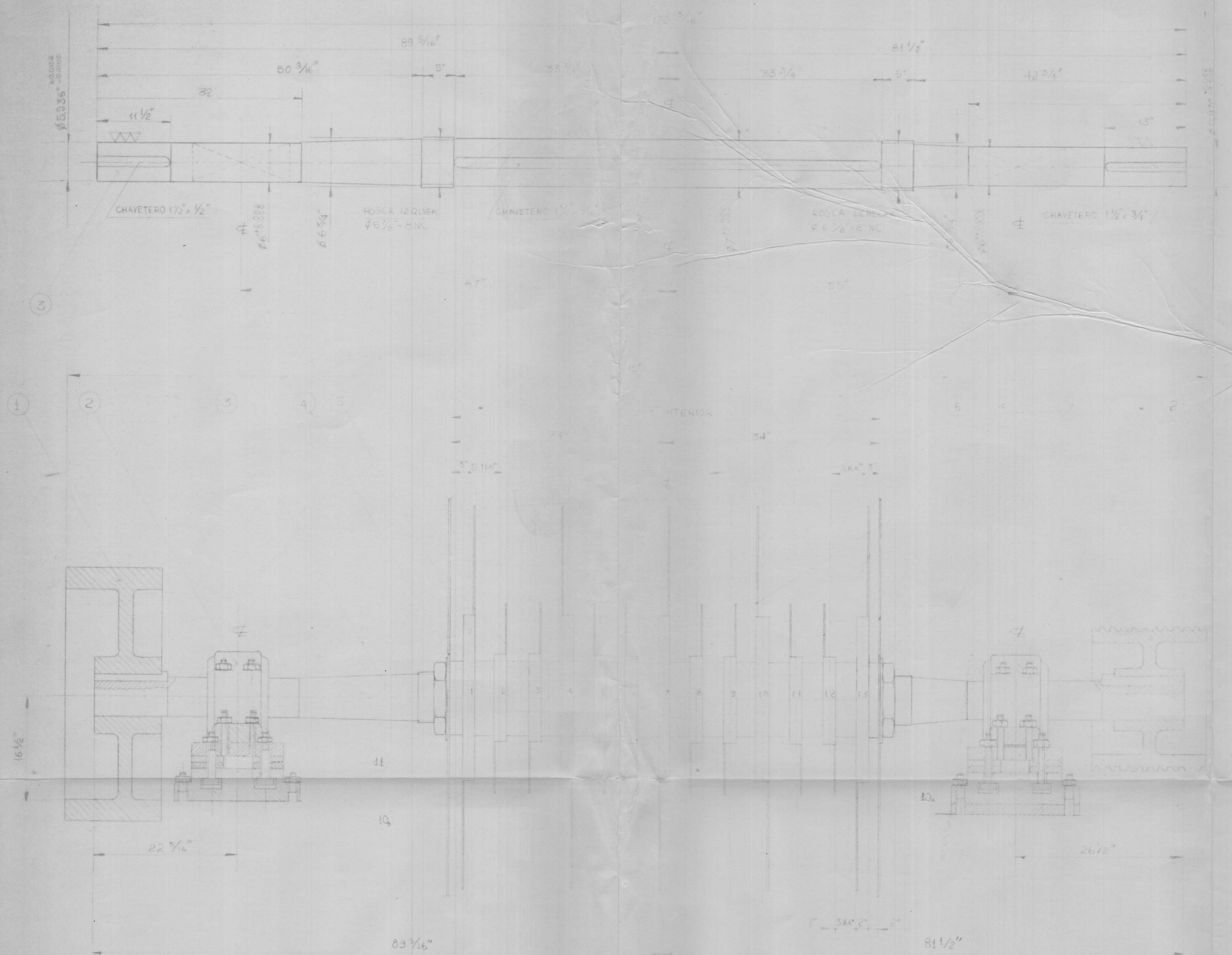
FLUJO CAÑA.

R 1 $\frac{1}{2}$ "

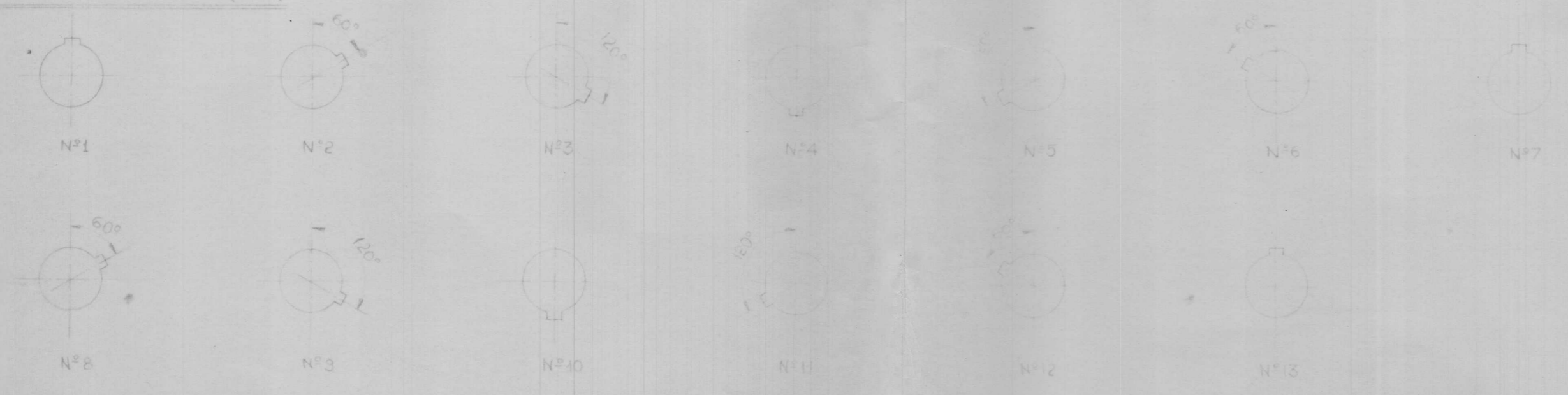
30" E-E

Esc.	ANOTADAS	Dib.	Tec. J.L.S
Fecha	17-04-90	Rev.	ING. CHOC
Obra PISCADERA CAÑA N° 1 TRAPICHE 'A'			
Lugar de UBICACION BASES (PROY.) PLACAS Y PERNOS - DIMENSIONES			
Sección	555	Plano	555-571
Trapiche	'A'	Mo.	2110

P-1-9-1-1



* POSICION PARA REALIZAR LOS CHAVETEROS EN PORTACUCHILLA (1 a 13)



11	SEPARADORES 1/2" x 10", 1.7" x 2"	2	A-36
10b	TUERCA ROSCA IZQUIERDA 1/2" x 6 7/8" - UNC	1	
10a	TUERCA ROSCA DERECHA 1/2" x 6 7/8" - UNC	1	
9	POLEA	1	
8	CHAVETA	2	
7	SEPARADORES 2" x 10", 2.7" x 2.166"	12	A-36
6	CUCHILLA 25.7" x 3/4"	26	
5	PORTA CUCHILLA 26" x 3/2" x 2	13	ACERO AL CARBONO BRINEL 170/250
4	PARED DEL CONDOTO	2	PLANCHA
3	ARROL 2 7/8" x 1 1/4"	1	SAE 1045
2	CHUMACERA SKF SAE 524 ROD 22234 CCK/W33 BUJE SNW 24, 1 1/2"	2	
1	VOLANTE	1	ACERO FUNDIDO
ITEM	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL

LISTA DE ELEMENTOS PARA MONTAJE

Descripción

COMUNIDAD AGRICOLA E INDUSTRIAL "SAN CARLOS"

Oficina Técnica - Sala de diseño - Páramo

Escala	1:1	Elaborada	Dibujada	MARISAN
	7-XII-59	Ing. G. CHOCA	REV. 03	ROMERO

PROYECTO: PICADORA N°1

DETALLE: MONTAJE GENERAL SEJE CENTRAL

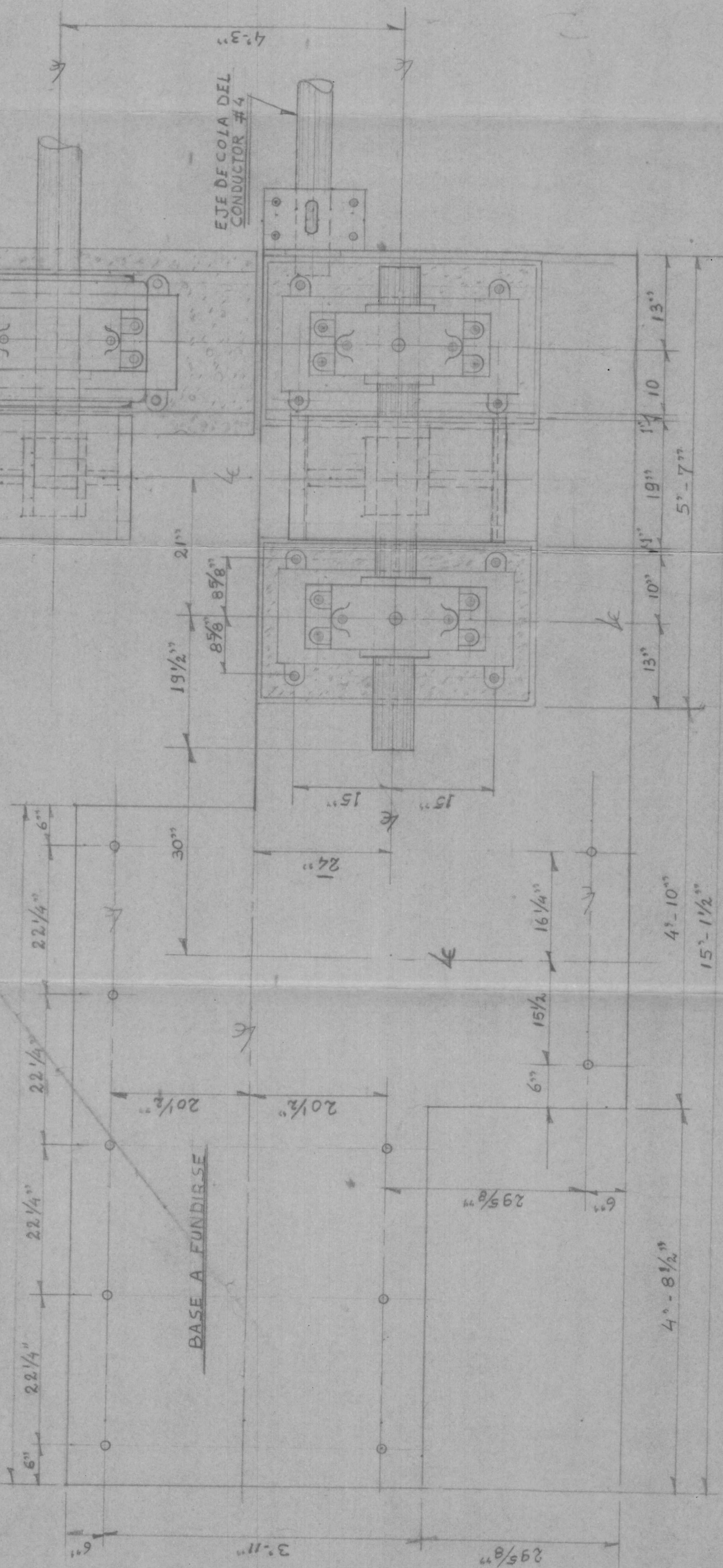
TRAPICHE A

555-596-2178

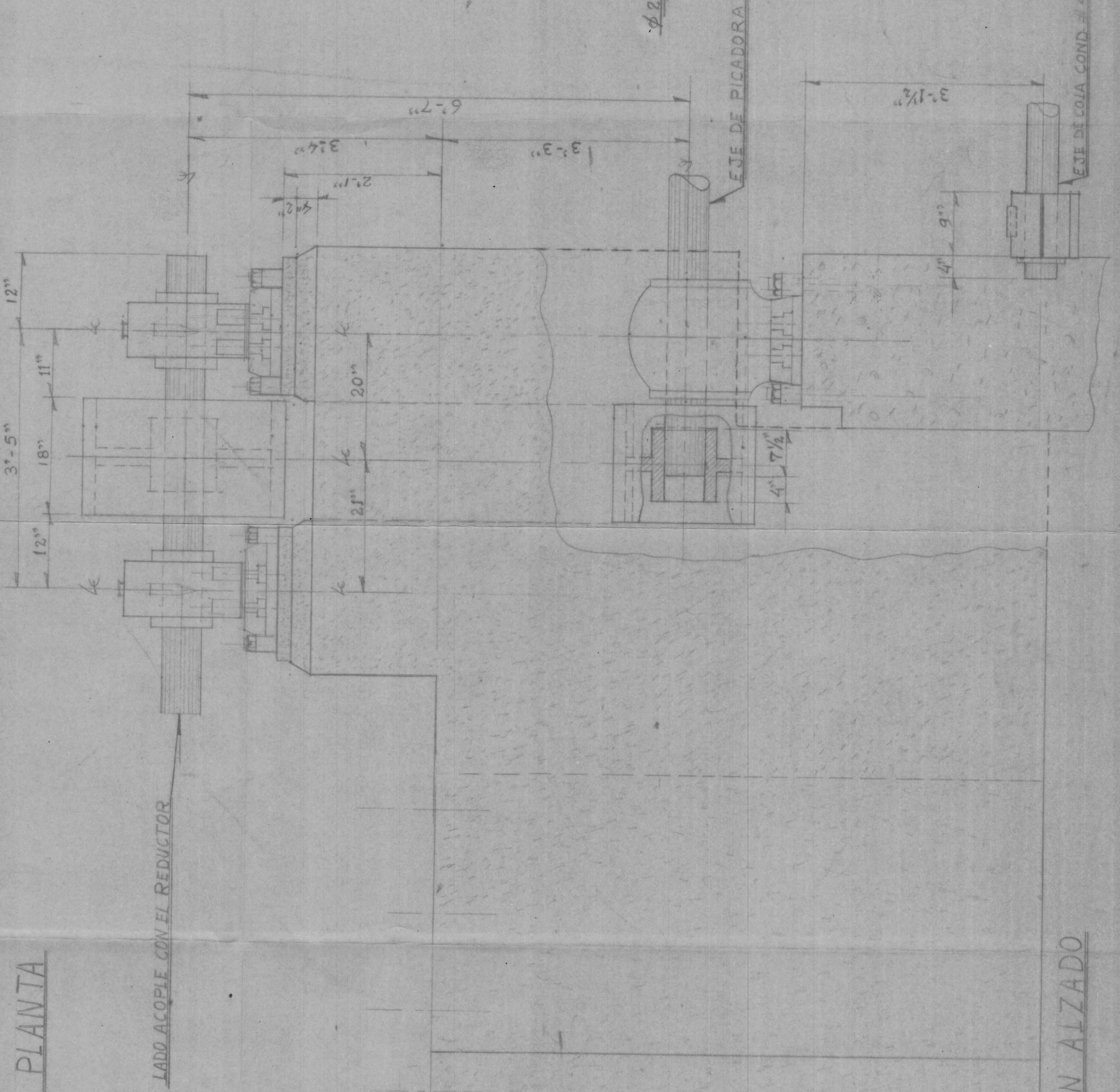
F-1-1-1-2

Escala	3/4" = 1"	Dibujo	PROYECTO
Fedra	8-21-88	Reviso	G. CHOCA
Obra	PICADORA DE CAMA		
	Nº 1 TRAP.-A. PROYECTO		
	UBICACION DE LAS		
	CHUMACERAS EN BASE		
TRAPICHE	1555-	532-1941	F-1912

BASE DE PICADORA EXISTENTE



VISTA EN PLANTA



VISTA EN ALZADO

VISTA LATERAL

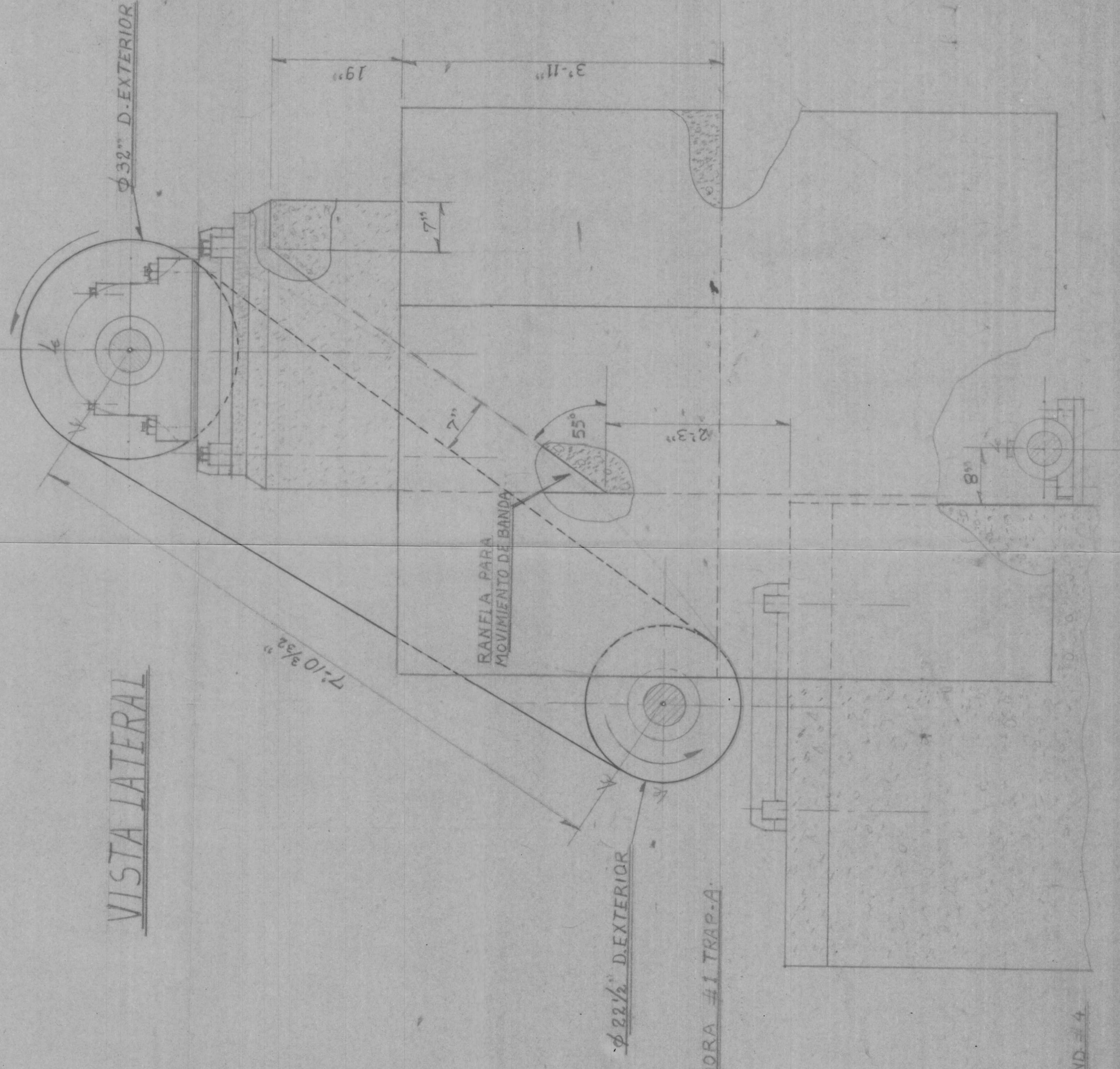
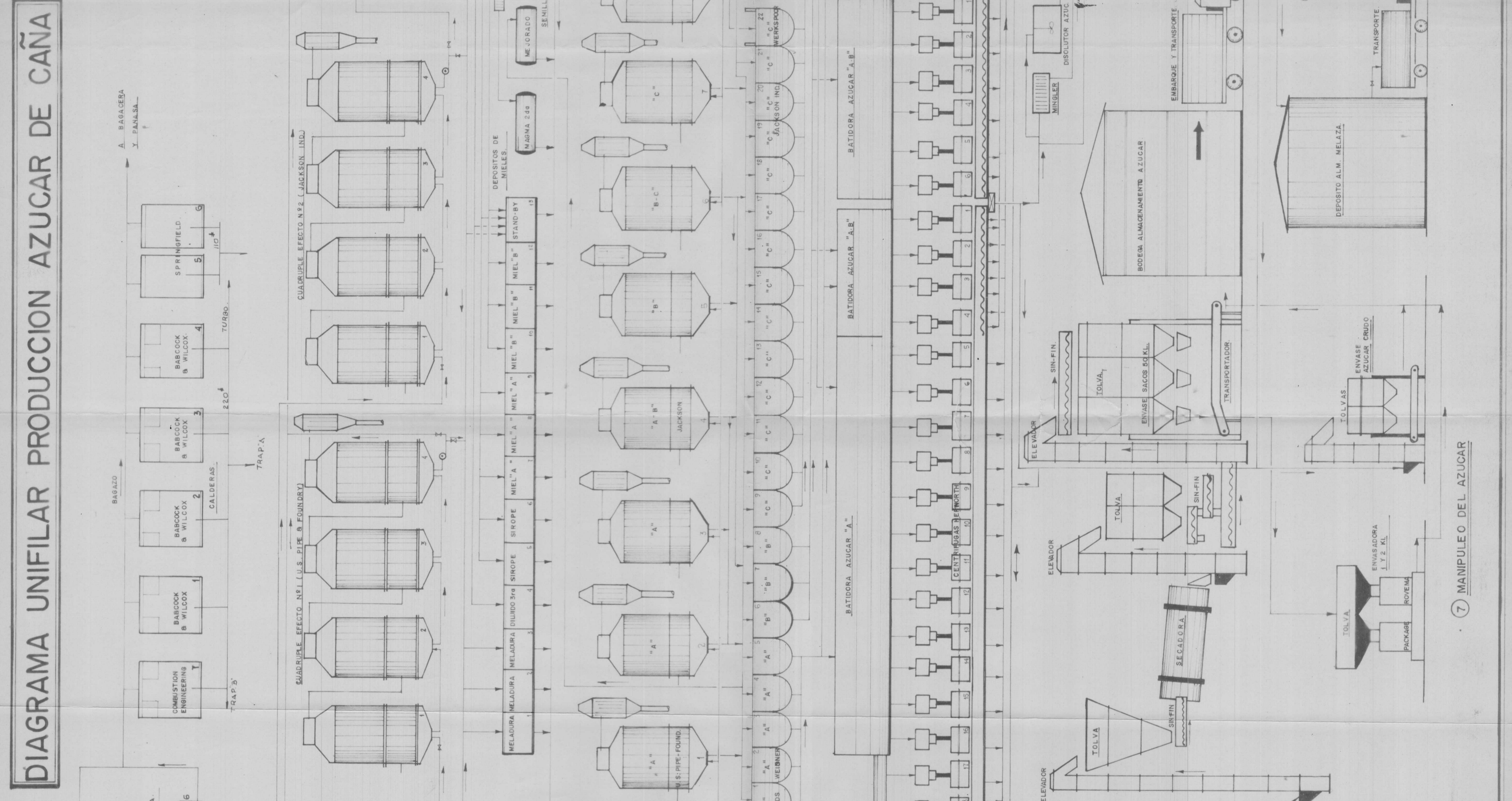
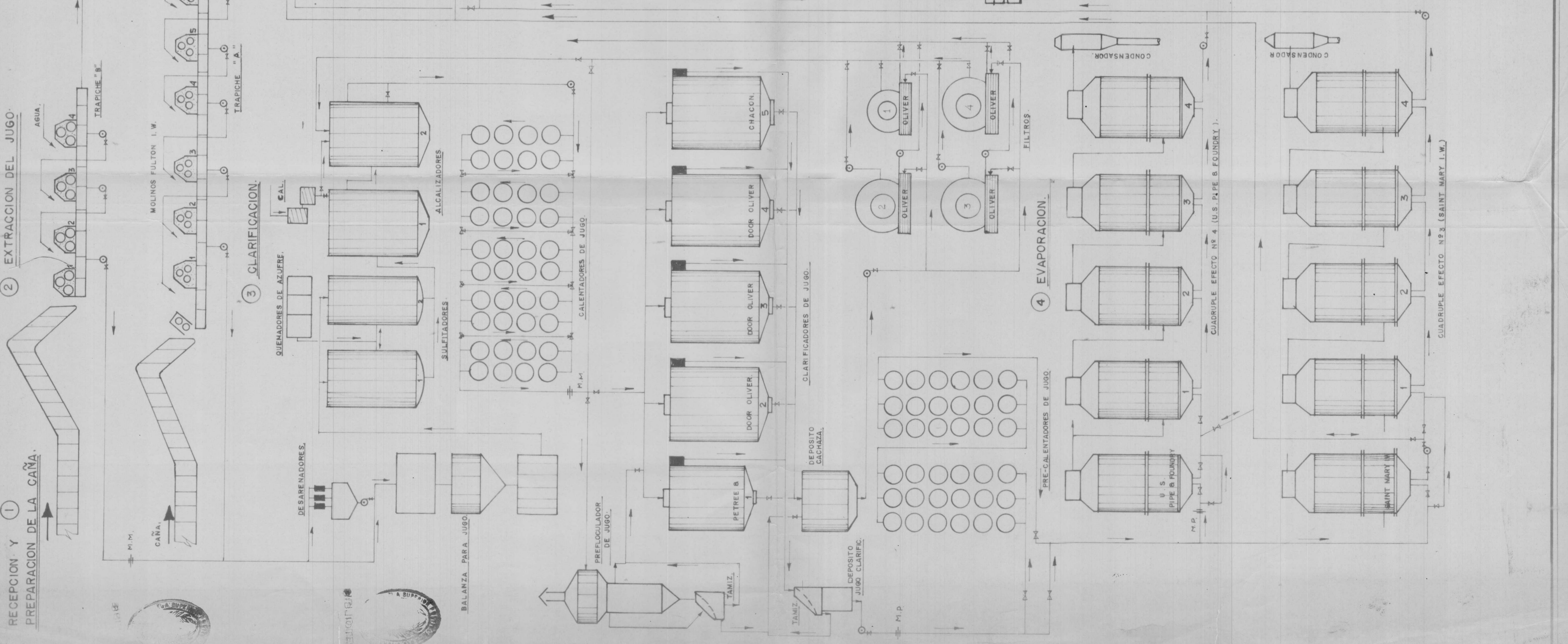


DIAGRAMA UNIFILAR PRODUCCION AZUCAR DE CAÑA



DISEÑO		REVISADO	
SOCIIDAD AGRICOLA E INDUSTRIAL "SAN CARLOS" FABRICA			
OFICINA TECNICA SALA DE DIBUJO			
Escala	SIN	Dibujo	MASQUEZ
Fecha	14/05/57	Reviso	MAXOQUEEN
OPERA FABRICA GENERAL			
Detalle Diagrama Unifilar Produccion Azucar de Caña			
Seccion	563	Folio	06-198