

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA



372 Gen

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

“INSTALACION DE UNA PLANTA HIDROELECTRICA  
EN UNA FINCA DE CAFE”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

ENRIQUE YTUARTE NUÑEZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# INDICE GENERAL

## INTRODUCCION

### CAPITULO I.- Generalidades

- 1.1 Observaciones preliminares
- 1.2 Ubicación
- 1.3 Requerimiento del proyecto.

### CAPITULO II.- Principios generales

- 2.1 En hidráulica
- 2.2 En electricidad
- 2.3 Transmisiones mecánicas
- 2.4 Máquinas hidroeléctricas en pequeña escala.

### CAPITULO III.- Desarrollo de la instalación

- 3.1 Instalaciones actuales
- 3.2 Cálculo general de la planta hidroeléctrica.
- 3.3 Distribución general de la energía eléctrica.

### CAPITULO IV.- Obra terminada puesta al día

- 4.1 Reconocimiento general de la instalación.
- 4.2 Recomendaciones en sistemas preventivos.
- 4.3 Evaluación general.

Tablas de información

Conclusiones

Bibliografía

## I N T R O D U C C I O N

Debido a las necesidades de habitat, como al crecimiento anual de las producciones en zonas rurales marginadas, donde los servicios públicos son incosteables - por su situación geográfica, nace la inquietud de desarrollar sistemas de mecanización por medio de recursos naturales, para lograr así resultados positivos en las finalidades socio-económicas, como son las de llevar el progreso a esas zonas, tanto en confort como en modernización del campo de la producción.

Será así como situados en este estudio llegaremos a concluir una obra de interes común y satisfacción personal por tratar de conseguir uno de los principios fundamentales de toda profesión, que es la de servir a la comunidad, manteniendo un espíritu de superación y progreso.

En base a nuestros conocimientos profesionales como a experiencias compartidas, llegaremos a resolver -- las necesidades, considerando varios factores, los cuales surgiran y se comentaran durante el transcurso de -- la obra a realizar.

# C A P I T U L O I

## GENERALIDADES

### 1.1 OBSERVACIONES PRELIMINARES.

Cabe aclarar la importancia que tiene para la región del Soconusco, como para su producción agrícola, los sistemas de mecanización que en ella se implantan, como el aprovechamiento de los recursos naturales para la producción de energía, siendo estos los recursos que se conocen como:

El sol

Las lluvias

Los vientos, etc.

Estos a su vez nos general otros tipos de energía, según sean requeridas.

Es importante recalcarlo, ya que en una región ubicada en la zona de los trópicos y conteniendo marcadamente todos estos tipos de recursos mencionados, sean poco aprovechados.

En la región donde nos ubicaremos nuestra obra por realizar, que es la región del Soconusco, la dividiremos en dos partes con el objeto de tener una mejor captación del tipo topográfico que en ella existe, en las zonas bajas de la región siendo éstos los litorales, poco son aprovechados los recursos naturales mencionados para la producción de energía, debido a su fácil acceso, los ser-

vicios son costeables, ya que sus comunicaciones no representan mayores problemas para llevarlos, tan sólo los ríos son aprovechados para sistemas de bombeo y riego, pero estos son empleados con máquinas de combustión interna o por medio de los servicios públicos que a ellos les presten.

Pero esto no es así en las zonas altas del soconusco donde en su totalidad la topografía del terreno se encuentra bastante quebrado, siendo estas las colas de la Sierra Madre Occidental, presentando así incosteables a la realización de servicios públicos.

Aunque haremos la aclaración, que son esas zonas donde de la producción que se realiza en su totalidad es de suma importancia para la economía nacional, ya que es la zona cafetalera. Será ahí donde enfocaremos nuestro estudio y en especial en una finca de magnitudes superiores a las demás por su alta producción y densidad de población que en ella existe.

Es en este lugar donde generaciones anteriores por las necesidades han recurrido al aprovechamiento de los recursos naturales, siendo principalmente las lluvias en su mayor importancia por la producción de energía que ésta ha servido, tales han sido:

- a) Energía potencial
- b) Energía Cinética
- c) Energía eléctrica.

Por medio de la captación de aguas y debido a lo abrupto del terreno es que se han logrado producir dichas energías. A su vez todos sus equipos instalados en su mayoría equipos para sistemas hidráulicos y de transmisiones mecánicas propios para la industria de café.

## 1.2 UBICACION

La zona Soconusco se encuentra situada en el Sureste del Estado de Chiapas, comprendiendo una región natural -- bastante amplia y con recursos naturales exuberantes.

Las zonas bajas del Soconusco representadas en el dibujo, son todas aquellas ubicadas en los litorales de la costa del Pacífico, donde su principal fuente de ingresos son la producción de productos básicos, producción de cítricos, regiones ganaderas y pesqueras, por el contrario -- las zonas altas del soconusco son aquellas donde ubican en su mayoría las fincas cafetaleras, figurando en la Sierra como pequeños complejos de producción.

La representación esquemática nos ubica en la zona de Cuxtepeques, donde se encuentra ubicada la finca "Prusia", -- que es una de las cabeceras de la producción de café en -- esa región.

La finca "Prusia" cuenta con un historial bastante amplio, siendo de generación en generación que han conservado su estampa y su tradición. Cuenta con una extensión de 850 Has., ubicadas en la parte media alta de las zonas de-

Cuxtepeques, teniendo una altitud media sobre el nivel - del mar de 650 mts., clima templado, fresco. El índice de precipitaciones pluviales es de 2500 mmca., promedio durante el año. (ver Mapa económico Hoja No. 11).

La población varía según el ciclo de producción y - siembra, llegando a tener hasta 1500 personas laborando en ella. Su acceso es por caminos rurales, poco transi- tables, agravándose éstos en época de lluvias, siendo -- hasta imposible circular.

Gracias a las comunicaciones por la radio es que se logra sacar la información necesaria a las oficinas prin- cipales ubicadas en Tapachula.

### 1.3 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO.

Para llevar a cabo el proyecto de electrificación, - nos basaremos en las necesidades prioritarias de la plan- ta en producción como a el equipo instalado y por insta- lar, combinándolo con una serie de factores tales como:

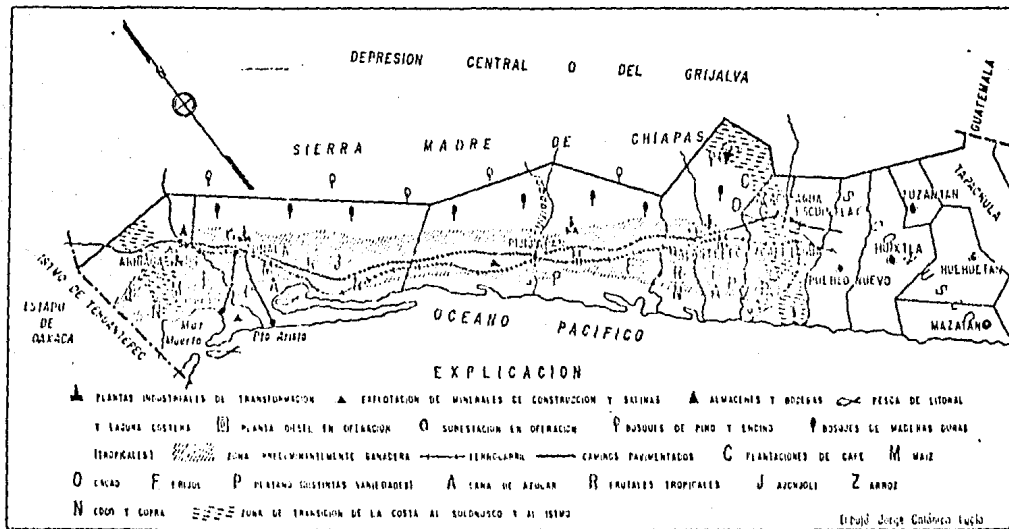
- a) Práctico
- b) Flexible
- c) Redituable

a) Práctico: la obra debe ser en su desarrollo lo - más práctico, ya que aprovechando las máquinas que exis- ten en ella, como es la selección de equipos nuevos para su funcionamiento.

Evitar equipos sofisticados en su manejo, ya que --



MAPA ECONOMICO DE LA COSTA DE CHIAPAS



eso representaría un tiempo y costo muy alto para la capacidad del personal responsable en su mantenimiento preventivo.

Para una mejor consideración del equipo se facilitará para su desarrollo progresivo en la instalación, terminologías clara y comprensibles para el personal y en general para lograr su agilización en el montaje.

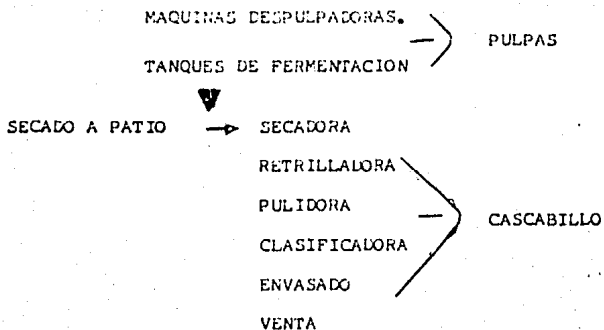
b) Flexible: ésto es para darnos márgenes específicos en su construcción y desarrollo, como son de crecimiento en consumo de energía. La adquisición de maquinaria nueva en determinado momento fuera suplantada a las actuales, implicando así cambios que no representen mayores problemas en sus instalaciones.

c) Redituables: el equipo a instalar debe serlo, ya que en su proposición y en la selección se han buscado los elementos adecuados en base a rentabilidad y mantenimiento.

Es así como se tratará de conjuntar estos puntos para llevar a cabo la obra en su desarrollo. En la actualidad contamos con la planta en producción diseñada de la siguiente forma:

Vease descripción en la siguiente hoja.

## TANQUE RECIBIDOR



Hablaremos entonces de:

- A) Tanque recibidor
- B) Máquinas despulpadoras
- C) Tanques de fermentación
- D) Secados
- E) Retrilla
- F) Pulidora
- G) Clasificadora

A) Tanque recibidor. Es aquí donde reciben la producción de café que ha sido cortado durante el transcurso del día. Este tanque tiene como finalidad separar los granos verdes de los maduros, por simple peso específico es que se logra, ya que los granos maduros son los que se depositan en la parte inferior del tanque y los verdes flotan siendo paleados y llevados a pequeños rebalses que existen en los tanques recibidores. El objeto de juntar todo esto -

verde en un tanque, es para lograr su punto de maduración aceptable y que siga su siguiente paso a las máquinas. El grano maduro depositado en el fondo del tanque es elevado por medio de un sifón hidráulico para dirigir el grano hacia las máquinas despulpadoras.

B) Máquinas despulpadoras. Siguiendo la trayectoria de los tanques, tenemos que nuestro siguiente paso es quitar la cascara o pulpa, como se le conoce con el propósito que nos quede tan solo el grano. Este a su vez cae en una charola clasificadora y es ahí donde se empieza a separar el grano dependiendo las partidas. La pulpa y el grano caen a esa zaranda y es ahí donde se escapa el grano para ser llevado a los tanques de fermentación, mientras que la pulpa sigue su camino sobre la zaranda hasta llegar a depositarla en el extremo, siendo captada y repasada en un laberinto con trampas para poder recuperar cualquier grano que no se hubiese despegado, ésta es almacenada al aire libre y posteriormente es usada como fertilizante en sus plantíos.

El proceso de despulpe varía muy poco dependiendo del tipo de máquinas que se use, generalmente contamos en la zona con:

- A) DESPULPADORAS CILINDRICAS.
- B) DESPULPADORAS DE DISCOS.
- C) DESPULPADORAS COLOMBIANAS.

Los principales fabricantes son:

Buohm y Wahlen.

Marcus Mason Company.

William Mc Kinnon.

#### A) DESPULPADORAS CILINDRICAS.

Son máquinas robustas y de diferentes capacidades.

Están formadas por un eje central, que en sus extremos tienen conectadas poleas, que son las que producen el movimiento. En la parte central existe un cilindro también formado y forrado con una lámina cobrizada troquelada, con la forma de la mitad de un grano de café. El grano se introduce en la parte superior de la máquina (con regulación de agua), debido al movimiento rotativo del cilindro, el grano sigue su trayectoria y en la parte central, donde es aprisionado contra unos hules (conocidos como pecheros) que son regulados según la variedad del grano que se esté maquilando. Estos hules tienen características tales como rigidez, resistencia a la fricción y el agua. Es exactamente en ese punto donde se desprende la cáscara o pulpa del café cayendo a una zaranda con movimientos horizontales excéntrica, para que así la pulpa corra sobre la zaranda. (ver dib. hoja 25 ).

Los siguientes pasos son captar el producto y mandarlos a los tanques de fermentación.

En el caso de los pulperos de discos son máquinas que en su eje principal van colocados varios discos alineados, colocados paralelamente en el eje de rotación.

de la máquina enfundadas en unas paredes de tal forma que el grano según su regulación es aprisionado contra las paredes, haciendo la operación de despulpe. El grano como en la otra máquina se introduce por la parte superior, captándolo de igual forma que las despulpadoras anteriores y distribuyéndolas a los tanques de fermentación.

Las despulpadoras colombianas son máquinas recientes que tienen ventajas muy grandes, respecto a las otras máquinas, tales como pequeñas, ligeras y de fácil movilidad y económicas.

El grano se introduce por la parte superior, la cual cuenta con un sistema de serpetín, donde el grano va cayendo, y en el centro existe un eje con alabes helicoidales que son los que se encargan de despulpar el grano, estos tienen la ventaja de que no se gradúan ya que conforme el grano sigue su trayectoria en el serpetín y dependiendo de su tamaño se van colando hasta chocar con los alabes helicoidales produciendo el despulpe por el impacto. (ver fig. hoja 24 ).

#### C) TANQUE DE FERMENTACION.

Terminando el proceso de despulpe el grano es dirigido hacia unos tanques que tienen la finalidad de madurar el grano teniéndolo en reposo. Dependiendo de la partida que se recibe, son las horas o días que se

queda el grano en los tanques, esto es si son granos muy maduros o verdes.

Los tanques en su construcción no son más que albercas que captan el grano por la parte superior, en la parte inferior, existe una trampa donde por medio de agua - el café es dirigido a los patios de secado.

#### D) SECADOS.

Esto consiste en pasar el grano cerezo a patios asfaltados de preferencia, para que atosen el agua y -- con personal equipado con palas de madera van surqueando hasta considerar que la partida que se recibe está lista para seguir su siguiente proceso. Es de importancia -- aprovechar la energía solar en patios para el secado, ya que nos ahorra cantidades económicas en cuestiones de uso de equipos sofisticados o maquinaria hora-hombre.

El otro tipo de secado es que cuando ya se tiene -- lista la partida del patio se pasa a las secadoras. - Existen en la actualidad varios tipos de secadoras.

1.- SECADORAS TIPO GUARDIOLA

2.- SECADORAS TIPO OKRASSA

3.- SECADORAS TIPO VERTICAL CON FLUJO CONTINUO

1.- SECADORAS TIPO GUARDIOLA.- Las secadoras del sistema guardiola como el sistema Okrassa, consisten en un cilindro de acero perforado que gira sobre un eje hueco por - el cual pasa una corriente de aire producida por un aven

tador de presión. La corriente de aire se calienta por la acción de un calorífero. Este eje hueco está provisto de un número de tubos radiales perforados y el aire caliente penetra con igualdad a todo lo largo del cilindro, como el casco del cilindro está perforado, el vapor húmedo sale de la máquina tan pronto como éste se produce.

El cilindro secador está dividido en cuatro compartimentos, así que la carga puede ser dividida en 4 partes iguales y cada uno de estos compartimentos existe un número de mezcladores y la acción de éstos constituye la principal característica de la máquina, pues no solamente el café está en continuo movimiento sino que está sujeto al alza que ejercen los mezcladores. El café no puede quedar estacionario ni en el centro ni en los extremos del cilindro. (ver dibujo hoja No. 1b ).

2.- SECADORAS TIPO OKRASSA. Las secadoras de tipo Okrassa poseen ventajas que las distinguen de las otras como son:

a) pueden procesar cargas de una cantidad mayor de café que cualquier otra máquina, en comparación a su capacidad interna.

b) la corriente de aire caliente es continua, penetrante y diferente a la acción irregular de otros tipos de secadoras.

c) puede ser cargada directamente en una sola operación.



d) su construcción es de lo más simple y eficaz y requiere mucho menos fuerza para ser funcionada, la mitad de fuerza que requiere para las de tipo guardiola para secar una cantidad igual de café.

e) a consecuencia de su simple construcción puede ser montada con mucho menos dificultad que las más complicadas de otras marcas, requiere menos espacio para sus instalaciones y gran economía de combustible, se consigue a consecuencia del hecho que requiere la mitad de combustible o vapor para tratar la misma cantidad de café que otros sistemas. (ver dibujo hoja 27 ).

3.- SECADORAS DE TIPO VERTICAL O FLUJO CONTINUO. Estas secadoras reciben la descarga por parte superior de la máquina, el grano se desliza a través de la columna chocando con piezas triangulares colocadas transversalmente en la columna, produciéndole al grano un movimiento de giro. El aire caliente penetra por la parte inferior en un costado tendiendo a subir, haciendo la operación secado. Esta operación se repite continuamente, volviendo a elevar el grano hasta quitarle el grado de humedad deseado. (ver dibujo hojas No. 29

Es importante recalcar los tipos de caloríferos que se manejan tales como: CALDERAS DE VAPOR, HORNOS DE LEÑA y QUEMADORES DE DIESEL O PETROLEO.

En estas máquinas es importante la pureza del aire caliente, ya que de lo contrario cualquier emanación del quemador repercutiría considerablemente en el producto, manchándolo y cambiando su aroma. (figura hoja No. 31)

#### E) RETRILLA.

Esta máquina descascaradora sirve para café seco, - consiste en un cilindro provisto de un número de costillas y una plancha de fondo perforada. Esta última puede ser tejida de alambre, dependiendo según en que condición se trata el café. La descascaración se efectúa por medio de la acción trituyente entre las costillas - del cilindro y las cuchillas de descascaración, sin importar la variedad del grano, la cuchilla ajustable de descascaración tiene un número de líneas horizontales, - éstas sirven para permitir el poder ajustar la cuchilla por igual y con precisión en vez de un extremo más que el otro, aunque la distancia entre la cuchilla descascaradora y el cilindro sea un poco más por el extremo de descarga, a su vez está provista de un aventador de succión que absorbe el polvo y las cáscaras de café que pasan por las perforaciones o por el tejido de alambre. Los lados de las máquinas son de acero acanalado. (ver fig. hoja No. 34)

#### F) PULIDORA.

En esta máquina se le trata al café la fase de presentación o pulimento al grano. La máquina puede ser -

regulada de modo que se obtenga cualquier grado de pulimento, moviendo hacia arriba o hacia abajo el peso - que hay sobre la palanca que gobierna la presión, la - cubierta y los marcos externos son echos en dos piezas lo cual permite que el cono sea quitado con facilidad.

Equipada con fondo de caída, el cual permite descargas instantaneas. La máquina es expresamente construida con un contra eje intermedio para operar la a--ventadora y así lograr una succión positiva y adecuada.

Cabe hacer la aclaración que existen máquinas que combinan las retrillas y pulidoras en una misma como - lo ilustra el diágrama. (ver figura hoja No. 35

#### G) CLASIFICADORAS, SEPARADORAS.

En estas máquinas su principal funcionamiento es- el de separar granos de exportación tanto por su espe- sor, ancho y largo.

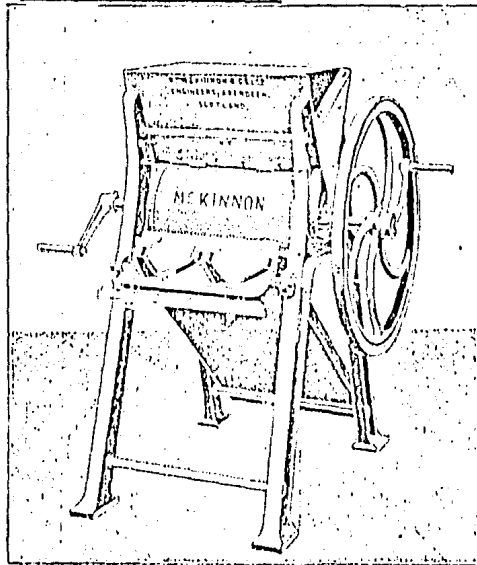
El alambre que se emplea en las separadoras es de acero duro pulido y no se enmohece. La malla hecha a- máquina, lo cual asegura una perfecta exactitud en las averturas de cada división, los alambres van sujetos - en muecas de varillas longitudinales, sobre los cuales pasa el alambre y las muescas son remachadas para que- el alambre quede bien sujeto y no pueda salir y mover- se en ninguna dirección.

En cuestión de trabajos existen una serie de al--

ternativas, que dependiendo de la partida del grano es que se combinan las planchas o zarandas de clasificación, para realizar las funciones asignadas. En el caso de las separadoras cilíndricas, el grano penetra por el centro del cilindro, dependiendo que cilindro de clasificación tenga el grano que no cumpla los requisitos de la plancha perforada sigue circulando hasta el otro extremo, el grano a clasificar cae siguiendo así su proceso. (ver figura hoja No. 36-37)

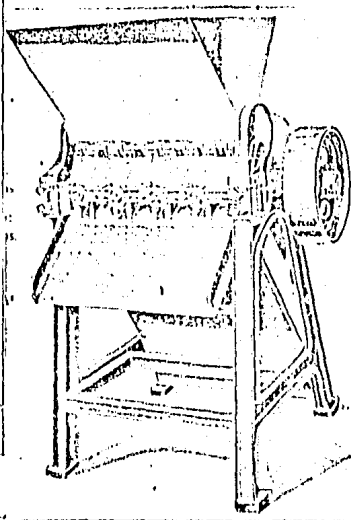
En el caso del diágrama, el monitor realiza tres funciones en una sola máquina, la cual consta de zarandas de clasificación, aventadores de aire para la separación de granos de bajo peso específico y la limpieza de la partida.

DESPULPADORA CILINDRICA

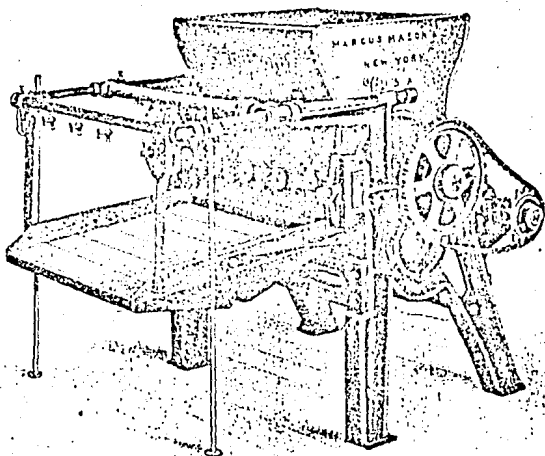


DESPULPADOR CON PECHO ABIERTA.

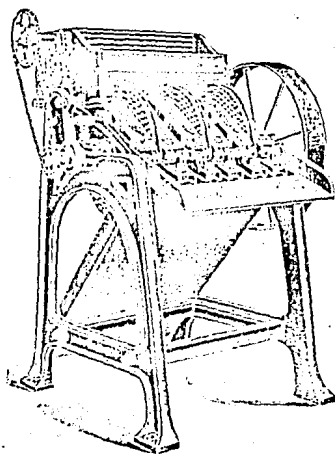
DESPULPADORA CILINDRICA  
PECHO CERRADO.



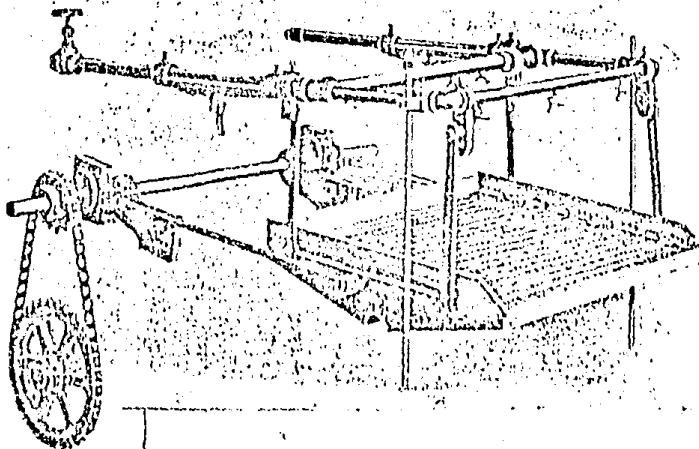
DESPULPadora DE FUERZA, "SÃO PAULO," CON ZARANDA.



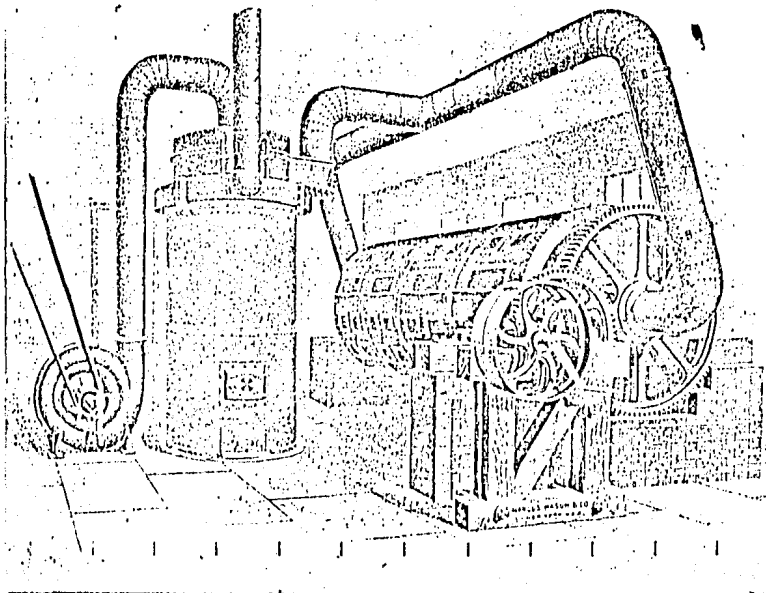
Despulpador de Café con tres Discos.



ZARANDAS DE CLASIFICACION.



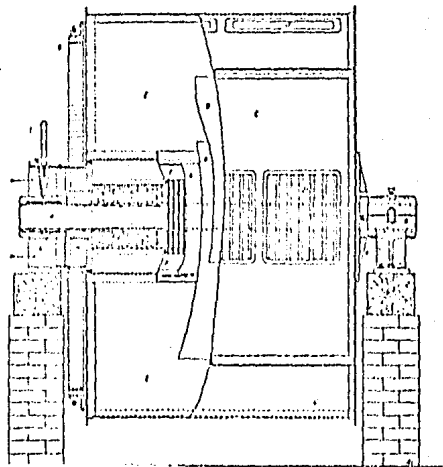
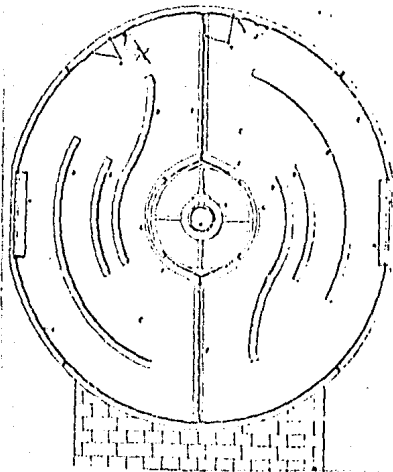
SECADORAS "GUARDIOLA." DE MASON, CON CALENTADORA  
PERFECCIONADA, DE HIERRO, DE PATENTE.



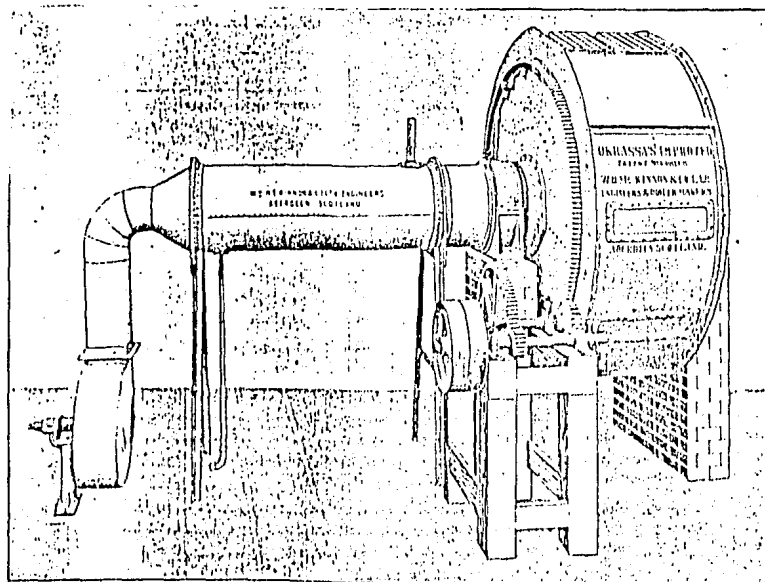


ULTIMO MODELO DE SECADORA DE MCKINNON PARA CAFÉ.

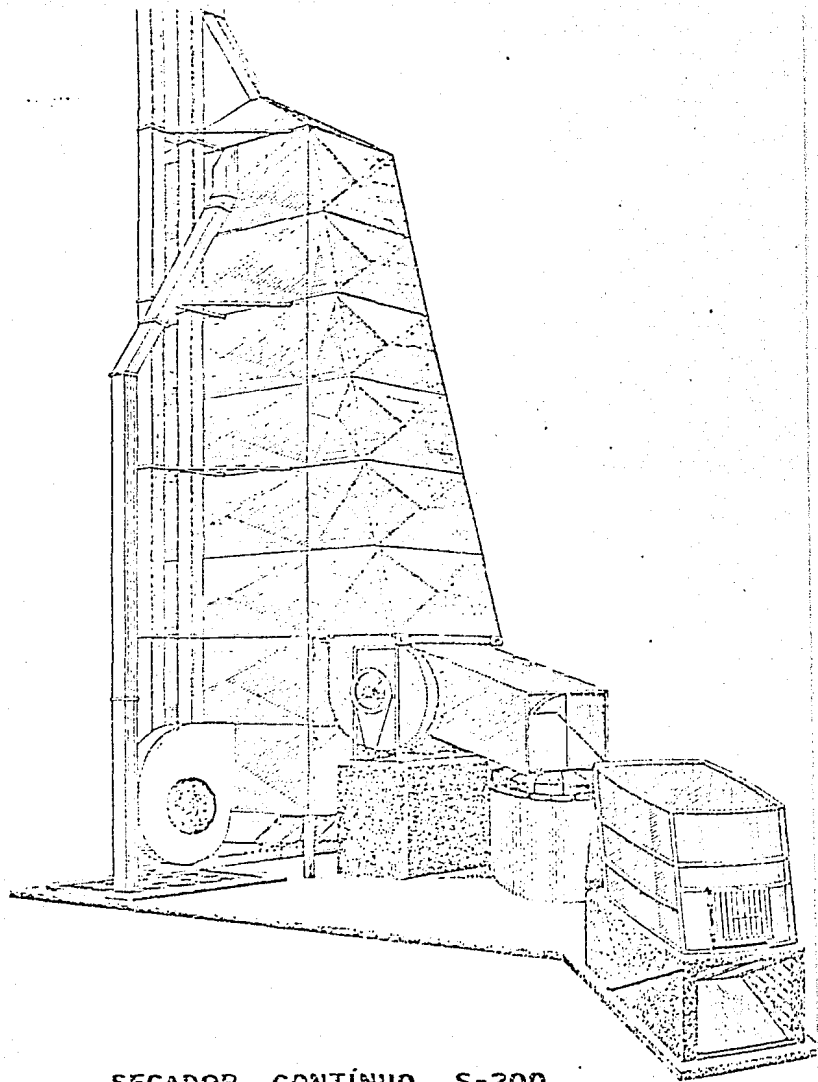
Patente mejorada de Ochrassa.



SECADORA OKRASSA

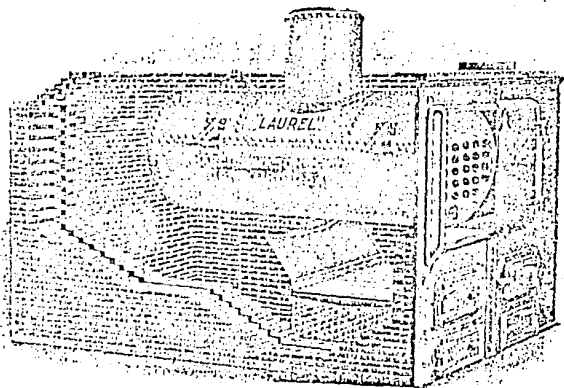


SECADORA CON CALORIFERO DE VAPOR EXHAUSTO.

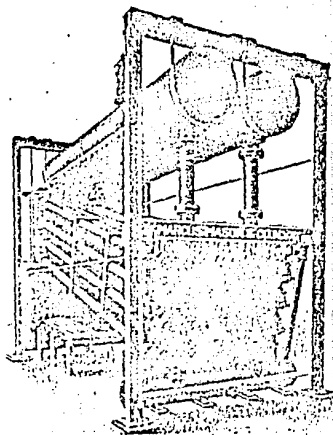
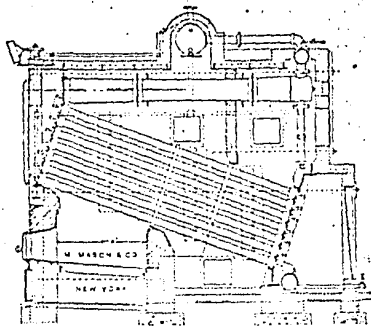


SECADOR CONTÍNUO S-200

CALDERAS HORIZONTALES, "LAUREL," DE FRENTE ENTERO.

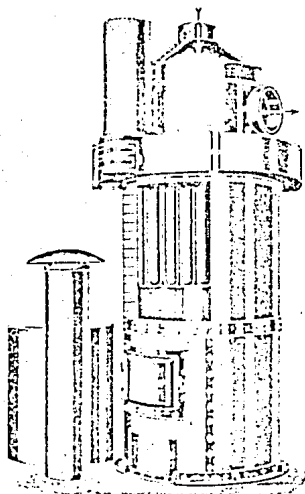


CALDERAS DE TUBOS DE AGUA.

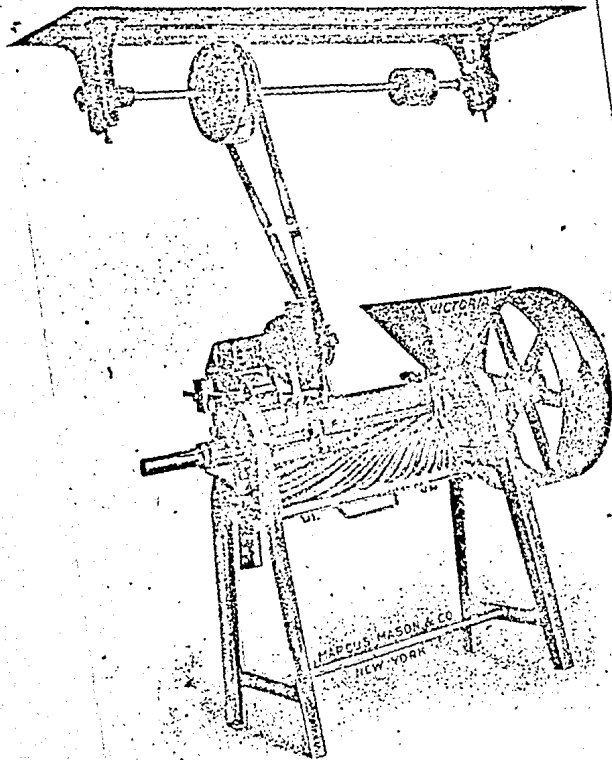


## Calorífero

a fuego directo para secadoras de todos los sistemas.

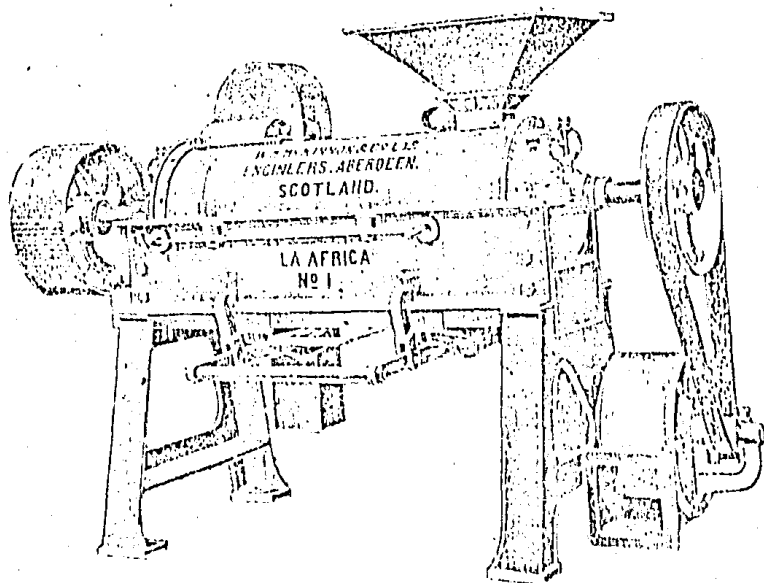


PULIDORA "VICTORIA."



MARCUS MASON & CO  
NEW YORK

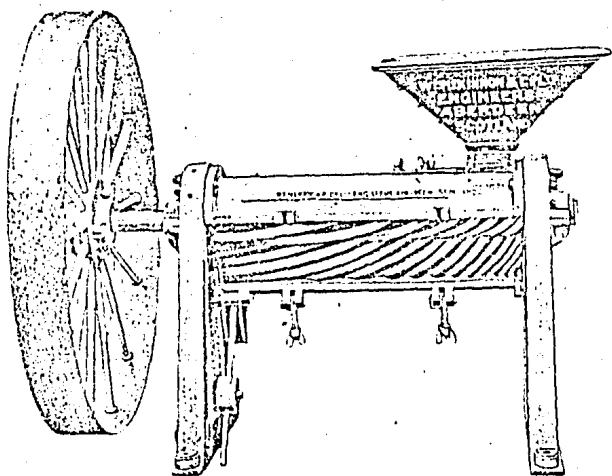
DESCASCARADORAS DE CAFÉ SISTEMA ENGELBERG.



DESCASCARADORA No. 1--"LA AFRICA" CON LA CAJA CERADA.

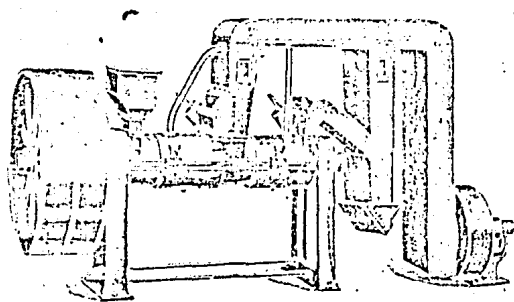
MAQUINA DE RETRILLAR Y LUSTRAR CAFÉ.

SISTEMA SMOUT.

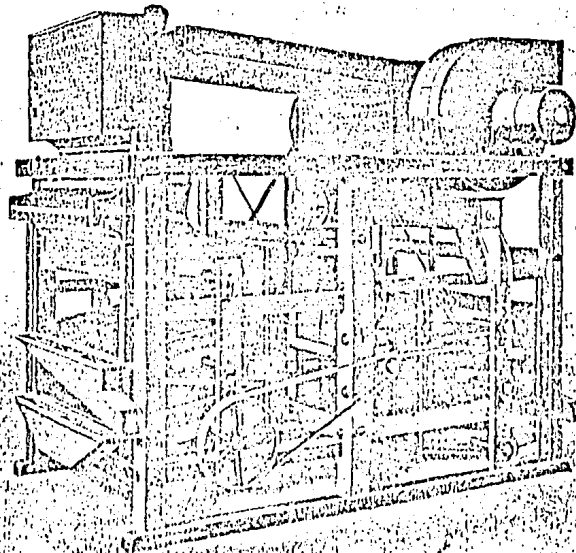




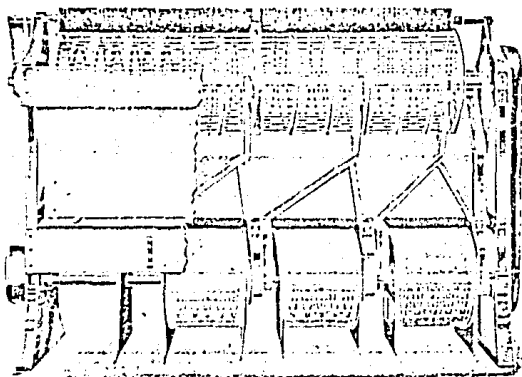
Retrilla y Pulidora de Café,  
Sistema Okrassa.



LIMPIADORA, SEPARADORA Y CLÁSIFICADORA, "MONITOR."



# Separadoras Combinadas para Café.



## C A P I T U L O    I I

### PRINCIPIOS GENERALES DE HIDRAULICA.

La mecánica de los fluidos nace con Prandtl, que en las primeras décadas del siglo actual, elaboró la síntesis entre la hidráulica práctica y la hidrodinámica teórica.

Matemáticos tales como BERNOLLI, CLAIRANT, D'ALEMBERT, LAGRANGE y EULER, elaboraron con el nacimiento del cálculo diferencial e integral una síntesis hidrodinámica perfecta, pero no habían obtenido grandes resultados prácticos. Por otra parte el técnico hidráulico fué desarrollando multitud de fórmulas empíricas y experiencias en la resolución de los problemas que sus construcciones hidráulicas le presentaban. REYNOLDS buscó y halló apoyo experimental a sus teorías y un técnico FROUDE, buscó base física a sus experimentos pero PRANDTL, hizo síntesis de las investigaciones teóricas de los unos y de los experimentos de otros.

<u>N O M B R E</u>	<u>F E C H A</u>	<u>APORTACION A LA- HIDRAULICA.</u>
ARQUIMIDES	287-212 a de C.	Leyes de la Flotación.
LEONARDO DA VINCI	1452-1519	Configuraciones de Flujos Máquinas Hidráulicas.
TORICELLI	1608-1647	Relación entre altura y la presión atmosférica.

PASCAL	1623-1662	Ley de Pascal. - Fundamental en - transmisiones h <sub>l</sub> dráulicas.
NEWTON	1642-1726	Ley de Viscosidad dinámica.
BERNOULLI	1700-1782	Teorema de Ber-- noulli.
EULER	1707-1783	El mayor genio - Matemático de la hidrodinámica.
DALAMBERT	1717-1783	Ecuación diferen cial de continui dad.
CHEZY	1718-1798	Fórmula de velo- cidad media.
LAGRANGE	1736-1813	Función potencial corriente.
VENTURI	1746-1822	Flujo en emboca- duras.
FOURNEYRON	1802-1867	Diseñó la turbina hidráulica.
POISEUILLE	1799-1869	Ecuación de Poi- seuille.
WEISBACH	1806-1871	Ecuación de Ver- tedoders.
FPOUDE	1810-1879	Ley de Semejanza
NAVIER	1785-1836	Ecuaciones Difa- renciales de Na- vier-Stokes.
STOKES	1819-1903	
REYNOLDS	1842-1912	Distinción entre flujo laminar y turbulento.
BAZIN	1829-1917	Estudios de ver- tedores.
JOUKOWSKI	1847-1921	Estudio del gol- pe de Ariete.

LANCHESTER	1868-1945	Torbellinos de - Herradura.
PRANDTL	1875-1953	Fundador de la - moderna mecanica de fluidos.

---

### PROPIEDAD DE LOS FLUIDOS.

Fluido es aquella sustancia que debido a su poca cohesión intermolecular carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene.

Los fluidos se clasifican en líquidos y gases. Los líquidos a una presión y temperaturas determinadas ocupan un volumen determinado. Introducido el líquido a una presión y temperatura en un recipiente - adopta la forma del mismo, pero llenando sale el volumen que le corresponde. Si sobre el líquido reina - una presión uniforme, vgr; la atmosferica, el líquido adopta una superficie libre plana, con la superficie de un lago o la de un cubo de agua.

Los gases a una presión y temperaturas determinadas tienen también un volumen determinado, pero puestos en libertad se expansionan hasta ocupar el volumen completo del recipiente que lo contiene y no presentan superficie libre. En resumen los líquidos - ofrecen gran resistencia al cambio de volumen, pero - no de forma y de volumen.

Por tanto el comportamiento de líquidos y gases-

es análogo en conductos cerrados (tuberías); pero no - en conductos abiertos (canales) porque solo los líquidos son capaces de crear una superficie libre.

Las leyes que rigen los fenómenos de la mecánica de los fluidos se expresan mediante ecuaciones entre - magnitudes físicas como la presión, viscosidad, etc., - que es preciso medir. La medida es un número expresado en un sistema de unidades, los sistemas de unidades mas usados son:

- a) SISTEMA MKS. (METRO. KILO. SEGUNDO)
- b) SISTEMA CGS (CENTIMETRO. GRAMO. SEGUNDO)
- c) SISTEMA TECNICO.

#### NOTACIONES:

PESO ESPECIFICO Es el peso por unidad de volumen

$$p = W/V \quad \text{Kg/M}^3$$

DENSIDAD ESPECIFICA Es la masa por unidad de volumen

$$\rho = M/V \quad \text{Masa/M}^3$$

ENTONCES TENEMOS QUE:  $g$  = gravedad

$$\rho = \text{densidad}$$

$$\text{peso específico} = \text{Gravedad} \times \text{Densidad.}$$

VOLUMEN ESPECIFICO Es el inverso al peso específico.

#### DEFINICION DE PRESION Y SUS PROPIEDADES

El cuerpo están en equilibrio por una fuerza igual  $W$  y de sentido contrario que ejerce el suelo sobre el - cuerpo, que se llama reacción  $R$ , la cual en este caso - deberá ser también normal al suelo.

$$W \quad P = W/A \quad \text{PRESION} = \text{FUERZA} / \text{AREA.}$$

CONSIDERAMOS LAS 5 PROPIEDADES

1.- La presión en un punto de un fluido en reposo es igual en todas direcciones. (Principio de Pascal)

$$\text{La presión} \quad dp_x = p_x dz \cdot l$$

$$dp_z = p_z dz \cdot l \quad dw = \frac{dx dz \cdot l}{z}$$

$$dp_n = p_n dn \cdot l$$

Prisma en equilibrio

$$p_x dz - p_n ds \sin \theta = 0$$

$$p_z dx - p_n ds \cos \theta = 0$$

$$\therefore p_x = p_z = p_n$$

La presión no es un vector, es un escalar. La fuerza de presión ejercida sobre una superficie del mismo fluido o del sólido, es la presión media multiplicada por la superficie y es un vector.

2.- La presión en todos los puntos situados, en un mismo plano horizontal, en el seno de un fluido en reposo es la misma.

3.- En un fluido en reposo la fuerza debida a la presión tiene la dirección normal a la superficie de contacto.

La estática de los fluidos reales no se diferencia en nada a la estática del fluido ideal. Los resultados obtenidos de las deducciones matemáticas en estática se



verifican exactamente en los flúidos reales.

4.- La fuerza de la presión en un flúido en reposo se dirige siempre hacia el interior del flúido, es decir una comprensión, la razón es que un flúido no puede resistir a una fuerza de tracción. El flúido sometido a una tracción se pondría en movimiento, lo que contradice la hipótesis de que el flúido está en reposo.

5.- La superficie libre de un líquido en reposo es siempre horizontal.

#### PRESION ATMOSFERICA.

Sobre la superficie libre de un líquido reina la presión del gas, que sobre ella existe. Esta presión puede adquirir un valor cualquiera, en un recipiente cerrado, pero si el recipiente está abierto, sobre la superficie libre del líquido reina la presión atmosférica  $P_a$  debido al peso de la columna de aire que gravita sobre el flúido.

La presión atmosférica varía con la temperatura y la altitud.

ATMOSFERA NORMAL      1.033 Kg/cm<sup>2</sup>

ATMOSFERA TECNICA      1      Kg/cm<sup>3</sup>

#### UNIDADES DE PRESION.

$P = W/A$       PRESION = FUERZA / AREA.

$P = W/A$

DONDE  $P = \frac{V}{A} = \frac{Ah}{A} = h$

Esto quiere decir que: PRESION = PESO ESPECIFICO Y ALTURA.

## PRESION ABSOLUTA Y PRESION RELATIVA.

La presión en cualquier sistema de unidades se puede expresar como presión absoluta o como presión relativa.

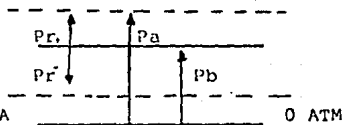
Las presiones absolutas se miden con relación al 0 o vacío absoluto, y las presiones relativas con relación a la atmósfera.

La mayoría de los manómetros están contruidos de manera que miden presiones relativas con relación a la atmósfera local. Para hallar la presión absoluta con exactitud, habrá que sumar a la presión leída en el manómetro la presión atmosférica local, medida exactamente en un barómetro.

Pr = PRESION RELATIVA

Pa = PRESION ABSOLUTA

Pb = PRESION BAROMETRICA



## VISCOCIDAD DINAMICA.

Un sólido puede soportar esfuerzos normales (llamados así porque son normales las fuerzas del área -- que se resiste a la deformación) de dos clases de compresión y de tracción.

Los fluidos y sólidos pueden estar sometidos también a esfuerzos cortantes o esfuerzos tangenciales. En ellos, la fuerza es paralela al área sobre la que actúa, todos los cuerpos se deforman bajo la acción de

las fuerzas tangenciales a que están sometidos. En los cuerpos elasticos la deformación desaparece cuando deja de actuar la fuerza.

En la deformación plástica subsiste la deformación aunque desaparezca la fuerza deformadora.

En los flúidos la deformación aumenta constantemente, bajo la acción del esfuerzo cortante.

La ley descubierta por Newton, que rige este fenómeno afirma que, la fuerza  $F$  es proporcional a la superficie de la placa en movimiento, al gradiente de velocidad y a un coeficiente que se denomina viscosidad absoluta o viscosidad dinámica.

Si la corriente es laminar el gradiente de velocidad es constante en todo el espesor.

#### VISCOSIDAD CINEMATICA.

La viscosidad dinámica de los flúidos varia mucho con la temperatura, aumentando con la temperatura en los gases y disminuyendo en los líquidos, pero en unos y otros practicamente es independiente de la presión. Por el contrario, la viscosidad cinemática de los gases varia mucho con la presión y la temperatura, mientras que la de los líquidos practicamente solo varia con la temperatura.

## ECUACION FUNDAMENTAL DE LA HIDRODINAMICA O ECUACION DE BRENOULLI.

### Regímenes de corriente, líneas, hilo y tubo de corriente.

Conviene distinguir los siguientes regímenes de corriente:

a) Corriente permanente y variable. Permanente si, en cualquier punto del espacio por donde circula el fluido no varían con el tiempo, las características de ésta en particular, su velocidad y presión. Variable, si sucede lo contrario.

b) Corriente no uniforme y uniforme. Uniforme si en cualquier sección transversal a la corriente, la velocidad en puntos homólogos, es igual en magnitud y dirección vgr; flujo de un fluido viscoso, aceite para engrase. No uniforme, en caso contrario vgr; el cono-divergente a la salida de una bomba, la velocidad disminuye a medida que la sección aumenta.

Es claro que tanto el régimen uniforme como el no uniforme puede ser permanente o variable.

c) Corriente laminar y turbulenta. Laminar si es perfectamente ordenada de manera que el fluido se mueve en láminas paralelas. Turbulenta en caso contrario como el agua de un canal de gran pendiente.

### Definición de caudal.

Caudal  $Q$  es el volumen del fluido por unidad de -

tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente.

$$Q = M^3/SEG$$

A = Area transversal del tubo

V = Velocidad media.

De ahí que por medio de las ecuaciones de EULER, diferenciando e integrando tendremos que:

$$\frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} = C \quad A)$$

Generalizando para todas las energías:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} - EH_{1-2} + E_{Hb} - E_{Ht} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad C)$$

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} - H_{1-2} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad B)$$

De estas ecuaciones tenemos que:

$$\frac{P_1}{\gamma}, \frac{P_2}{\gamma} = \text{alturas de presión}$$

$$Z_1, Z_2 = \text{Alturas geodesicas}$$

$$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g} = \text{alturas de velocidad.}$$

$$EH_{1-2} = \text{suma de todas las pérdidas hidráulicas - entre 1-2}$$

$$E_{Hb} = \text{suma de los incrementos de alturas proporcionados por las bombas instaladas -- 1-2}$$

$$E_{Ht} = \text{Incrementos de altura absorbidos por los motores (turbinas 1-2)}$$

Si no hay bombas ni turbinas usamos la Ec. B

Si no hay pérdidas se convierte en Ec. A

#### MAQUINAS HIDRAULICAS.

Una máquina es un transformador de energía, vgr; un motor eléctrico absorbe energía eléctrica y resti-

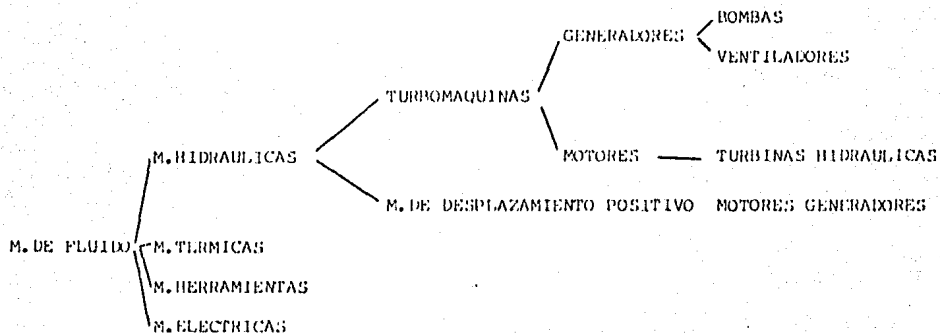
tuye energía mecánica. Las máquinas se clasifican en grupos: máquinas de flúidos, máquinas herramientas, - máquinas eléctricas, etc.

Las máquinas hidráulicas pertenecen a un grupo - muy importante de máquinas, que se llaman máquinas de flúidos,. Aunque rara es la máquina en que no interviene uno o varios flúidos como refrigerantes, lubricantes etc. Pero máquinas de flúido son aquellas en que el flúido o bien proporciona la energía que absorve la máquina (por ejemplo el caudal de agua que absorve una turbina), posee una energía geodesica de posición proveniente de un embalse que la máquina transforma en energía mecánica, o bien aquellas en que el flúido es el receptor de energía al que la máquina regtituye la energía mecánica absorbida, vgr; bomba de - agua.

En toda máquina de flúido hay un intercambio entre energía y energía mecánica. Las máquinas de flúido revisten infinidad de formas y encuentran un sinfin de aplicaciones en la técnica.

Ver en la hoja siguiente la clasificación de las máquinas de flúido.

CLASIFICACION DE LAS MAQUINAS DE FLUIDO.



MAQUINA HIDRAULICA: Es aquella en que el flúido que intercambia su energía, no varía sensiblemente de peso específico y por tanto de volúmen específico en su paso a través de la máquina.

MAQUINA TERMICA: Es aquella en que el flúido que en su paso a través de la máquina varía de volúmen específico.

La máquina varía de volúmen específico.

La compresibilidad e incompresibilidad del flúido que se traduce en la variación o invariación del volúmen específico es fundamental en el diseño de una máquina.

Para clasificar las máquinas hidráulicas se atiende al órgano principal de la máquina, o sea al órgano, en que se intercambia la energía mecánica en energía de flúido o viceversa. Este órgano según los casos se llama rodete. Ahora bien, la clasificación de las máquinas hidráulicas en rotativa y alternativas, según que el órgano intercambiador de energía está provisto de movimiento de rotación o de movimiento alternativo, tiene la ventaja de ser muy clara; pero suele preferirse la siguiente, que considera dos grupos también.

Esta clasificación tiene la ventaja de que no se basa en algo accidental, como es de tipo de movimiento del émbolo o rodete, sino el principio fundamental distinto del funcionamiento.



En efecto la EC. de BERNOULLI, ejercita entre la entrada y la salida del organo intercambiador de energía (rodete, émbolo, etc.) de una máquina hidráulica puede escribirse así:

$$? \Delta H = + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + Z_1 - Z_2 + \frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2g}$$

Donde el signo + se refiere a un motor hidráulico vgr; una turbina, y el signo - a un generador hidráulico vgr. bomba.

Las máquinas hidráulicas se clasifican en turbomáquinas y máquinas de desplazamiento positivo.

En las máquinas de desplazamiento positivo también llamadas máquinas volumétricas, el organo intercambiador de energía al fluido o el fluido es en forma de presión  $\frac{(P_1 - P_2)}{\gamma}$

En las turbomáquinas dicho organo cede energía al fluido o el fluido a él también en forma de energía cinética  $\frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2g}$  porque en estas máquinas es esencial la variación de energía cinética del fluido.

PRIMERA FORMA DE LA ECUACION DE EULER, fundamental de las turbomáquinas.  $H_E = H_N = + \frac{U_1 C_{1u} - U_2 C_{2u}}{g}$

1.- La ecuación de Euler juega en las turbomáquinas papel análoga la Ecuación de Bernoulli, en la hidrodinámica. Es la ecuación fundamental de las turbomáquinas.

2.- Los términos alturas de Euler  $H_E$  y la altura hidráulica  $H_N$  son válidos, tanto para las turbomáquinas generadoras como motoras.

3.-  $H_E = H_N$  Representan:

- En las bombas, ventiladores y compresores (turbomáquinas generadoras) la altura teórica comunicada al fluido.
- En turbinas hidráulicas de vapor y de gas (turbomáquinas motoras), la altura útil aprovechada por el rodete.
- En todas las turbomáquinas la altura o energía intercambiada es en el rodete.

4.- Si por ahora no tenemos en cuenta las pérdidas hidráulicas en el rodete,  $H$  es la disminución (turbinas) o aumento (bombas) de energía.

5.-  $H_E = H_N$  es siempre positivo, tanto en una bomba como una turbina si se escoge el signo adecuado.

El grado de reacción teórico, lo tenemos dado por-

$$E = \frac{H_p}{H_E}$$

donde

$H_p < 0$  grado de reacción es negativo

$H_p = 0$  grado de reacción es cero

$0 < H_p < H_E$  caso normal

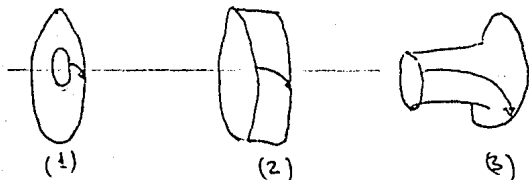
$H_p > H_E$  grado de reacción mayor que 1

Las máquinas de grado de reacción igual a cero se llaman de acción.

Las bombas son de reacción

Las turbinas son de acción (Pelton)

CLASIFICACION DE LAS TURBOMÁQUINAS SEGUN LA DIRECCION - DEL FLUJO.



1.- En la máquina radial la velocidad en ningún punto tiene componente axial (tangencial y radial)

2.- En la máquina axial la velocidad en ningún punto tiene componente radial (axial y circunferencial).

3.- En la máquina flujo mixto tiene los tres componentes (axial, radial, circunferencial).

En ninguna máquina falta la componente circunferencial,  $C_u$ , cuya variación a su paso por la máquina, según la ecuación de Euler, es esencial en la transmisión de la energía.

En las turbinas hidráulicas Pelton, el flujo es meramente tangencial, y constituyen, por tanto, una clase especial.

Las turbinas de vapor de las centrales térmicas modernas, son máquinas axiales.

Las turbinas hidráulicas son rara vez radiales. Las más frecuentes son las radio-axiales: turbinas Francis.

La bomba radial es una máquina muy frecuente; pero también se construyen axiales y semi-axiales.

#### TURBOMÁQUINAS HIDRAULICAS.

**TURBINAS:** La turbina hidráulica es una turbomáquina motora, y por tanto esencialmente es una bomba rotodinámica, que trabaja a la inversa. Así como una bomba absorbe energía mecánica y restituye energía al fluido; una turbina absorbe energía del fluido y restituye energía mecánica.

Elementos constitutivos:

- Canal de llegada (lámina libre) o tubería forzada (flujo a presión), esto equivale a la tubería de impulsión en una bomba.

- Caja espiral. Transforma presión en velocidad. En una bomba, velocidad en presión.

- Distribuidor. Corresponde a la corona directriz en una bomba, pero en una turbina, transforma presión en velocidad y actúa como tobera. En una bomba, por el contrario, actúa como difusor.

- Rodete. A las bombas centrífugas con flujo en -

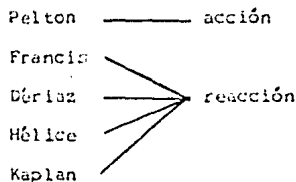
el rodete hacia el exterior, corresponde el tipo de turbinas centrífugas, con flujo en el rodete hacia el interior.

- Tubo de aspiración. Corresponde a la tubería de aspiración de una bomba. En una turbina es el órgano de desagüe, pero se llama tubo de aspiración, porque crea una aspiración o depresión a la salida del rodete.

Ver cuadro descriptivo hoja No.

#### CLASIFICACION SEGUN EL GRADO DE REACCION

En la actualidad se constituyen 5 tipos de turbinas:



Nuestro estudio se afocará a las turbinas Pelton.

**TURBINAS DE ACCION:** Turbinas Pelton.

En una instalación típica de turbinas Pelton -- consta:

- 1.- Codo de entrada
- 2.- Inyector. Es el distribuidor de las turbinas Pelton. Transforma la energía de presión del fluido en energía cinética.
- 3.- Tobera.
- 4.- Válvula de aguja. Se desplaza longitudinal--

TURBINAS

acción

- solo se construyen de flujo tangencial y son las turbinas Pelton.

reacción

- de flujo semiaxial

- de álabes fijos: turbinas -- Francis.

- de álabes orientales: turbinas Dariaz.

- de flujo axial

- De álabes fijos: turbinas hélice de álabes orientales; - turbinas Kaplan (hélice de -- álabes móviles.)

mente. Tanto la boquilla, como la aguja del inyector suelen construirse de acero muy duro. A pesar de esto, si el agua contiene arena al cabo de cuatro mil horas de servicio, estas piezas ya no producen un cierre estanco y deben reemplazarse.

5.- Servomotor. Es un regulador de la aguja del inyector, que se desplaza a este mismo.

6.- Regulador.

7.- Mando del deflector.

8.- Deflector o pantalla deflectora. Evita el golpe de ariete y el embalamiento de la turbina.

9.- Chorro.

10.- Rodete.

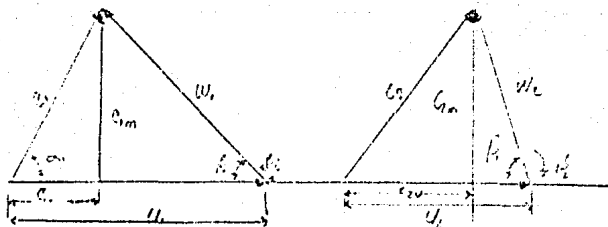
11.- Alabes o cuclaras.

12.- Freno de la turbina por chorro de agua

13.- Blindaje.

14.- Destructor de energía.

#### TRIANGULOS DE VELOCIDAD



La trayectoria de una partícula de agua en la cuchara es tangencial, de manera que se verifica

$$U_1 = U_2$$

Si no hay razonamiento al ser el flujo en la cuchara de lámina libre

$$W_1 = W_2$$

La velocidad real,  $W_2$  es algo menor que  $W_1$ .

Si no hay pérdidas en el inyector, el chorro sale del inyector a la atmósfera, con una velocidad,  $C_1$ , que según la ecuación de Torricelli será:

$$C_1 = \sqrt{2gHn}$$

La velocidad real, algo más pequeña, es aproximadamente  $C_1 = 0,97 \sqrt{2gHn}$

Idealmente se demuestra que la turbina Pelton alcanza su rendimiento óptico  $U_1 = 1/2 C_1$ . Prácticamente, el rendimiento óptimo suele alcanzarse para una velocidad un poco más baja, aproximadamente

$$U_1 = 0,45 C_1$$

Idealmente el ángulo  $\alpha = 0^\circ$  y el ángulo  $\beta = 180^\circ$ . Prácticamente el ángulo  $\alpha$ , debe ser algo mayor, aunque siempre muy pequeño.

La turbina Pelton no tiene tubo de aspiración. Como consecuencia no puede aprovecharse la velocidad de salida. Por tanto, como la energía cinética a la salida del álabe se pierde, es conveniente que sea 0, de esta manera el álabe habrá aprovechado toda la energía, es decir, idealmente  $C_2 = 0$ . Prácticamente  $C_2$  es muy pequeña.



$C_1$  = velocidad

$$F = Qg (W_{1v} - W_{2v})$$

F = fuerza

N = potencia

$$Q = AV = \frac{\pi d^2}{4} C$$

Q = caudal

Hn = altura teórica

$$\text{Por lo tanto } N = \frac{Q H_{\text{neto}}}{75} = \frac{Q}{75} \frac{U C_1 V}{g}$$

$$\text{Considerando la eficiencia } n = \frac{H_e}{H_n} = \frac{H_n}{H_{\text{neto}}}$$

Serán los datos que necesitaremos para nuestro desarrollo.

En la actualidad contamos ya con varios de ellos - en la máquina generadora tomados de datos de placa.

En nuestro siguiente capítulo, se verán todos estos puntos y se detallarán todo lo anterior.

CALCULO DEL SALTO Y PRINCIPIOS GENERALES  
DE LA TURBINA PELTON.

Para llevar a efecto nuestro calculo nos situaremos en nuestras necesidades de carga instalada para su demanda siendo esta de 102 HP- 76KW considerando sus respectivos incrementos porcentuales como sus potencias de arranque y sus horas de servicio. ( VER SECC. CALCULO ELECTRICO. )

A su vez se tomara en cuenta que contamos con dos turbinas rueda PELTON de diferentes capacidades y dos generadores de corriente alterna sincronicos - de 50 KW- 30 KW para satisfacer la demanda de energia electrica.

Para efectos de instalacion desarrollaremos el cálculo del salto - aguas arriba ,aguas abajo para comprobar nuestras potencias con el equipo - a instalar y tomar nuestras descisiones.

Basandonos en la teoria de la hidrodinamica y en la ecuacion generalizada con perdiads de BERNOULLIE tenemos que ;

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} - \sum E_{r-1} + \sum E_b + \sum E_r = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

$\sum E_{r-1}$  = SUMATORIA DE PERDIDAS HIDRAULICAS ( PRIMARIAS SECUNDARIAS) ENTRE LOS PUNTOS 1-2

$\sum E_b$  = SUMATORIA DE LOS INCREMENTOS DE ALTURAS PROPORCIONADOS POR LAS BOMBAS ENTRE LOS PUNTOS 1-2

$\sum E_r$  = INCREMENTO DE ALTURA ABSORBIDA POR LOS MOTORES (TURBINAS ) ENTRE LOS PUNTOS 1-2.

$\frac{P_1}{\gamma}, \frac{P_2}{\gamma}$  = ALTURAS DE PRESION.

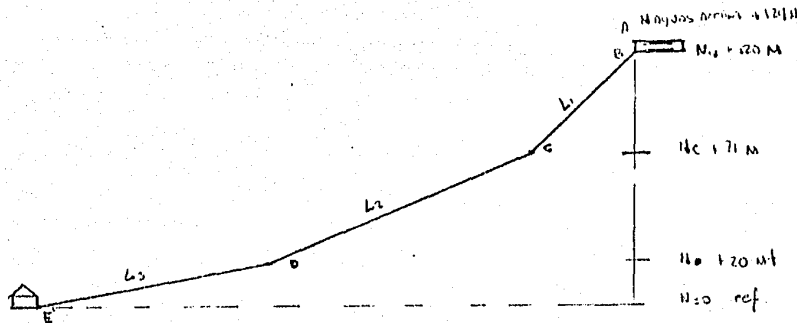
$Z_1, Z_2$  = ALTURAS GEODESICAS.

$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g}$  = ALTURAS DE VELOCIDAD

\* VER FIGURA DEL SALTO DE AGUA EN LA SIGUIENTE PAGINA

SALTO DE AGUAS ARRIBA/AGUAS ABAJO.

$L_1 = 72 \text{ M.}$   
 $h_0 = 49 \text{ M.}$   
 $L_2 = 148 \text{ M.}$   
 $h_{c_2} = 51 \text{ M.}$   
 $L_3 = 120 \text{ M.}$   
 $h_{p_1} = 20 \text{ M.}$



FINCA LA PRUSIA.

ESC: 1:20

Calculo entre los puntos A\_B

$$P_2 = h + Pat$$

$$P_1 = (1000)(4) + (10,200) = 1.42 \text{ Kg/cm} \quad \text{PRESION ABSOLUTA.}$$

$$* P_2 = h = (1000)(4) = 0.4 \text{ Kg/cm} \quad \text{PRESION RELATIVA.}$$

POR LA ECUACION DE BERNOULLIE TENEMOS QUE

$$\frac{P_1}{\rho} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} - H_{f_{1-2}} = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Tomando como referencia el punto B

$P_2 = 0$  ,  $Z_2 = 4 \text{ M.}$  ,  $Z_1 = 0$  ,  $V_2 = 0$  entonces tenemos que substituyendo estos valores en la formula ;

$$V_1 = 2gZ = 2gh$$

$$V_1 = 8.858 \text{ m/seg.}$$

Localizaremos ahora la ecuacion de perdidas primarias;

$H_{fp}$  = perdidas de cargas primarias

FORMULA.

$\lambda$  = coeficientes de perdidas.

L = longitud de la tuberia.

D = diametro de la tuberia.

V = velocidad media del fluido.

$$H_{fp} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V}{2g}$$

ENTONCES PARA TUBERIA DE DIA 18"

f = 0.0208 coeficiente de friccion

e/d = 0.384 espesor de la tuberia/ diametro interior.

Para el cálculo de  $\lambda = f(R, K/D)$  esta en funcion del numero de Reynolds y de la rugosidad relativa, siendo que el numero de reynolds esta en funcion del (DIAMETRO, DENSIDAD, VISCOCIDAD, VELOCIDAD)

$$\text{CALCULAMOS } H_{fp} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V}{2g} = \frac{(M)}{(M)} \left( \frac{M/\text{SEG}}{m/\text{SEG}} \right) \frac{V}{2g} = M.$$

$$H = \frac{(72)(8.858)^2}{(0.4572)(19.62)}$$

$$H = 629.79 \text{ M.}$$

DATOS:        DIAMETRO TUBERIA  $d = 18'' = 0.4572 \text{ M.}$   
 LONGITUD         $L_1 = 72 \text{ M.}$   
 PRESION RELATIVA  $P_2 = 0.4 \text{ Kg/cm}$   
 VELOCIDAD ENTRADA  $V_2 = 8.658 \text{ M/SEG.}$   
 ALTURA 1         $h = 49 \text{ M.}$

TOMANDO COMO REFERENCIA EL PUNTO C

$Z_c = 0, P_c = 0.4 \text{ Kg/cm}, V_c = 3.99 \text{ M/SEG.}$

SUSTITUYENDO LOS VALORES EN LA ECUACION DE BERNOULLIE TENEMOS :

$$h_s = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 = 4 + 49 = 53 \text{ M.}$$

$$\frac{P_2}{\rho} = \left( \frac{P_2}{\rho} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) = (4 + 49 + 3.99) = 56.99 = 57 \text{ Kg/M}^2$$

$$P_2 = 5.7 \text{ Kg/cm}^2$$

SUMATORIA DE PERDIDAS ENTRE LOS PUNTOS C\_B :

$$H_{rC\_B} = 57 - 53 = 4.00 \text{ M.}$$

DETERMINAMOS EL VALOR DE

$$\lambda = H_{rC\_B} \frac{D(1)}{L(V^2/2g)}$$

$$\lambda = \frac{(4)(0.4572)(1)}{(72)(3.99)} = \frac{(M)(M)}{(M)(M)} = (M)(M) (1/M)$$

$$\lambda = 0.006351$$

CHECAMOS EL COEFICIENTE Y VEMOS QUE EL NUMERO DE REYNOLDS EN TUBERIAS LISAS, RUGOSAS DE REGIMEN TURBULENTO LOS VALORES QUE LO DETERMINAN SON

2000  $R < 100,000$  LA RUGOSIDAD DEJA DE SER FUNCION DE Y NO INFLUYE EN LA PERDIDA DE CARGA. ASI PUES QUE EN NUESTRO CASO Y CON SECCION CONSTANTE DE TUBERIA NUESTRO FLUJO ES LAMINAR DESPRECIANDO ASI LA RUGOSIDAD RELATIVA POR QUEDAR EN EL RANGO NUNCA MENCIONADO POR LO TANTO NUESTRA VELOCIDAD EN EL FLUJO ES CONSTANTE.

$$\lambda = \frac{64}{R}$$

donde  $R = \frac{64}{0.006351}$

$$R = 10,077 \quad 2000 < R < 100,000$$

AHORA TOMANDO COMO REFERENCIA C

CALCULAMOS LA VELOCIDAD EN EL PUNTO C. CONSIDRENDO LAS PERDIDAS.

$$P_c = 5.7 \text{ Kg/cm}^2$$
$$\frac{P_B}{\gamma} + z_B + \frac{V_B^2}{2g} - H_{rc-b} = \frac{P_c}{\gamma} + z_c + \frac{V_c^2}{2g}$$

$$\frac{V_c^2}{2g} = 57 - 49 = 2g(8)$$

$$2g$$

$$V_c = 12.528 \text{ M/SEG.} \quad *$$

AHORA TOMANDO COMO REEFRENCIA EL PUNTO D. LAS PERDIDAS ENTRE D-C SERAN;

$$\text{Dia} = 18" = 0.4572 \text{ M.}$$

$$P_c = 5.7 \text{ Kg/cm}^2$$

$$h_{c-d} = 51 \text{ M.}$$

$$L = 148 \text{ M.}$$

$$h_c = \frac{P_c}{\gamma} + z_c, \quad h_c = 57 + 51 = 108 \text{ M.}$$

$$\frac{P_c}{\gamma} + z_c + \frac{V_c^2}{2g} = H_{rD-C} = \frac{P_D}{\gamma} + z_d + \frac{V_D^2}{2g}$$

$$\text{SUSTITUYENDO VALORES } \frac{P_D}{\gamma} * 57 + 51 + 8 = 116 \text{ M.}$$

$$P_D * 11.6 \text{ Kg/cm}^2 \quad *$$

LA SUMATORIA DE PERDIDAS ENTRE D-C

$$H_{D-C} * 116 - 108 \text{ M.}$$

$$H_{D-C} = 8.00 \text{ M.}$$

SUSTITUYENDO LOS VALORES EN LA ECUACION DE LAMBDA TENEMOS QUE SU VALOR SERA DE :

$$\lambda = H_{rD-C} \frac{D (10)}{L (V^2)}$$

$$\lambda = 3.08 \times 10^{-3}$$

$$\text{por lo tanto el No R} = \frac{64}{\lambda} = 20,718.00$$

ESTE VALOR NOS INDICA QUE LA VEL. SIGUE CTTE? LA TUBERIA ES CTTE  
ESTO NOS DICE QUE

$$V. = 12.528 \text{ M/SEG} \quad P = 11.6 \text{ Kg/cm}^2$$

AOHAR TOMANDO COMO REFERENCIA E ENTRE LOS PERDIDAS E-D

$$P_D = 11.6 \text{ K/g} / \text{cm}^2$$

$$z_d = 20.00 \text{ M.}$$

$$h_D = \frac{P_D}{\gamma} + z_D = 116 + 20 = 136 \text{ M.} *$$

$$\frac{P_D}{\gamma} + z_D + \frac{v_D^2}{2g} = \frac{P_E}{\gamma} + z_E + \frac{v_E^2}{2g}$$

DESPEJANDO LA  $P_E$

$$\frac{P_E}{\gamma} = 116 + 20 + 8 = 144 \text{ M.}$$

$$P_E = 14.4 \text{ Kg/cm}^2 *$$

CALCULANDO LAS PERDIDAS DE  $H_{rE-D}$  TENEMOS QUE :

$$H_{rE-D} = 144 - 116 = 8.00 \text{ M.}$$

CALCULAMOS EL VALOR DE LAMBDA Y EL NUMERO DE REYNOLDS MANTENIENDO EL MISMO CRITERIO ANTERIOR

$$\lambda = H_{rE-D} \cdot \frac{D}{L} \cdot \frac{1}{v^2/2g}$$

$$\lambda = 3.81 \times 10^{-3} *$$

ENTONCES EL No REYNOLDS  $R = \frac{64}{3.81 \times 10^{-3}}$

$$R = 16,797 \quad \text{QUE ES EN VALOR INTERMEDIO PARA}$$

REYNOLDS EN TUBERIAS LISAS Y RUGOSAS EN NUESTRO CASO LA RUGOSIDAD LA DESPRECIAMOS YA QUE EL CAUDAL ES CTTE, Y LA VELOCIDAD TAMBIEN. ENTONCES TENEMOS QUE

$$v_E = 12.528 \text{ M/SEG.}$$

DEFINIMOS ENTONCES EL CAUDAL O GASTO.

Q = CAUDAL

$$A = \text{AREA} = \frac{D^2}{4}$$

$$Q = AV = \frac{D^2 v}{4}$$

v = VELOCIDAD MEDIA DEL FLUIDO.

DESARROLLAMOS LA FORMULA

$$Q = \frac{(3.1416) (0.4572)^2}{4} (46.442) = \frac{M^3}{SEG}$$

$$Q = 7.62 \text{ M}^3/SEG \quad \text{o} \quad Q = 7,624 \text{ Lt/SEG.}$$

calculamos la potencia del salto

DONDE N = POTENCIA

Q = CAUDAL

$H_N$  = ALTURA NETA.

$\gamma$  = PESO ESPECIFICO

$\eta_{ef}$  = EFICIENCIA.

$$N = \frac{Q \gamma H_N}{75 \eta_{ef}} = CV.$$

$$N = \frac{(7.624) (1000) (120)}{(75) (0.85)} = 14,351 \text{ CV.}$$

$$N = 14,152 \text{ HP.} \quad 8$$

\*\* LA POTENCIA DEL SALTO Y EL GASTO DE LA CAIDA DE AGUA QUE SE ENCUENTRA INSTALADA EN LA PLANTA INDUSTRIAL ES LO SUFICIENTEMENTE CAPAZ DE DESARROLLAR LAS VELOCIDADES Y POTENCIAS EN LAS TURBINAS A INSTALAR LAS CUALES SON LO POTENTES PARA TRNASFORMAR LA ENERGEA POTENCIAL EN ENRGIA CINETICA

HACIENDO NUESTRO ESTUDIO IDEALMENTE TENEMOS QUE :

$$V_s = 0.816 C_v \sqrt{2gH_t}$$

$$V_s = \sqrt{2gH_t}$$

$$V_s = (0.816) (0.97) \sqrt{(19.62) (124)}$$

$$V_s = 49.32 \text{ M/SEG.}$$

Q=(AREA) VELOCIDAD)

$$Q = (0.1641) (49.32)$$

$$Q = 8.097 \text{ M} / \text{SEG}$$

$$Q = 8,097 \text{ Lt/SEG.}$$

$$N = \frac{Q \gamma H}{75}$$

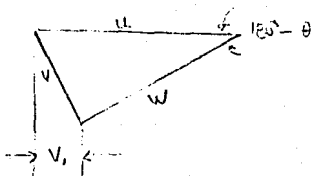
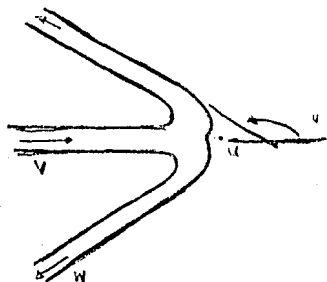
$$N = \frac{(8.097) (1000) (124)}{75}$$

$$N = 13,387 \text{ CV.}$$

$$N = 13.202 \text{ HP.}$$



- $h_p$  = Carga de presión existente en el chiflon.  
 $v$  = Velocidad a la salida del chiflon.  
 $u$  = Velocidad periférica de los congilonos.  
 $Z$  = Angulo de retorno del agua en los congilonos.  
 $W$  = Velocidad relativa del agua en los congilonos.  
 $U$  = Paso del agua por segundo.  
 $N$  = Velocidad de rotación de la turbina en rev/min.



CONSTRUYENDO EL TRIANGULO DE VELOCIDADES:

La velocidad absoluta  $V$  con la cual el agua deja el congilon tiene una componente tangencial que es ;

$$V_1 = U - u \cos(180 - Z) \quad \text{Pero}$$

$$U = V - U \quad \text{entonces} \quad \dots \quad V_1 = U - (V-U) \cos(180-Z) = U + (V-U) \cos Z$$

El trabajo por segundo por el chorro de liquido sobre el agua es ;

$$E_0 = \frac{U}{g} (v-u) U$$

$$E_0 = \frac{U}{g} (vu(1+\cos Z) - u^2(1-\cos Z))$$

Esta expresion tiene un valor de cero cuando  $u=0$  (turbina parada) ó bien  $v=U$  y por lo tanto no lo alcanza tendrá un valor máximo en algun valor intermedio que relacione a  $V$  y  $U$  el cual puede ser encontrado igualando la ecuacion a igualandola a cero

**DATOS CONDICIONALES DE LA TURBINA PELTON:**

- 1.- Los valores obtenidos teóricamente deben modificarse en la práctica para compensar los efectos de fricción tanto en los congilonos como en las cámaras y la acción del aire en el interior de la turbina, por el innecesario que el agua resaca a 100 grados
- 2.- Los valores empíricamente obtenidos son ;  
 H<sub>0</sub> = 0.95 H<sub>1</sub> en la boquilla.

- a) Velocidad del agua en el chiflon  $U = 0.95 \sqrt{2gH_0}$
- b) Vel. circ. de la turbina en su diametro de paso  $U = 0.44 - 0.43 \sqrt{2gH_0}$
- c)  $\gamma = 165^\circ$
- d) Ancho de los congilonos  $b = 2.5$  a 4 veces diametro del chiflon.
- e) La relacion  $D/d$  es normalmente no menor que 12 para poder ser hasta 7
- f) El ancho axial de la carcasa cerca del chiflon no debe ser menor de 15d de otra manera el agua retachada impide el movimiento de los congilonos.
- g) Numero de congilonos =  $0/2d + 15$
- h)  $\gamma$  sigue en la llamada velocidad de choque .
- i) La relacion  $u/\sqrt{2gH_0} = Z$
- j) La relacion conocida entre la velocidad tangencial  $u$ ;

$$u = \frac{U \cdot D \cdot \sin \gamma}{2}$$

- k) La eficiencia total de la turbina es  $\eta = \frac{E_{IMP}}{E_{HP}} = \frac{E_{GRABE HP.}}{E_{OTR HP.}}$
- l) Se toma como diametro de la turbina pelton el diametro de un circulo que pase por el centro del congilon y que es tangente a la linea de centros del chiflon

**DATOS PRINCIPALES DE PLACA DE LA TURBINA.**

TURBINA ... S. N. ... WELTON.  
 TIPO ... PELTON.

H	=	110 M.	GENE. Velocidad	0.97
Q	=	64.5 L/seg.	$\gamma$	$165^\circ$
P	=	80 HP.	I	0.47
N	=	900 RPM.	$\gamma$ CANGIL. DEG.	40
DIA. BOQUETE = 405 MM				
DIA. TURBINA = 300 MM				
DIA. CHIFLON = 45.0 MM				

ENTONCES EN BASE A NUESTROS DATOS DE PLACA CONSIDERAMOS:

TEMIENDOS QUE :

$$v = Cv \sqrt{2ghh} = 0.97 \sqrt{(19.06) (110)}$$

$$v = 45.03 \text{ M/Seg}$$

La velocidad periférica es ;

$$u = (0.47) v = (0.47) (45.03)$$

$$u = 21.16 \text{ M/Seg}$$

Ahora sabemos que;

$$u = 2\pi r n \quad \text{O} \quad r = \frac{u}{2\pi n}$$

$$r = \frac{(21.16)(60)}{(2\pi)(900)}$$

$$r = 0.2245$$

O = 450 MM al centro de los cangilones.

La relacion D/d es menor que 12 siendo D/d = 11

$$\text{area} = \frac{110^2}{4} = 0.00950$$

$$Q = A \times V = (0.00950) (45.03)$$

$$Q = 0.427 \text{ M}^3/\text{SEG.}$$

La energia disponible en la boquilla

$$E_c = Wv^2 / 2g = \frac{(427) (45.03)^2}{(19.6)}$$

$$E_c = 44,175 \text{ Kg-m/seg.}$$

LA POTENCIA SERA :

$$N = E_c / 75 \text{ CV.}$$

$$N = (44,175) / (75) = 588$$

$$N = 64.8 \text{ C.V.}$$

$$\text{AHORA DETERMINO LOS DATOS DE PLACA.} \quad N = \frac{(64.5) (110)}{8775} = 94.6 \text{ CV.} \quad (83 \text{ H.P.})$$

CONSIDERANDO LAS EFICIENCIAS 65%  
MECANICAS.....

$$N = 70 \text{ H.P.}$$

## C A P I T U L O   I I I

### INSTALACIONES ELECTRICAS PARA FUERZA.

#### A) Recomendaciones de instalación de fuerza:

Una instalación eléctrica para fuerza se considera adecuada, cuando se han tomado en cuenta cada uno de los factores siguientes:

- 1.- Seguridad
- 2.- Evitar una caída de tensión excesiva
- 3.- Evitar una pérdida excesiva en el cobre
- 4.- Flexibilidad de operación
- 5.- Previsión de cargas futuras
- 6.- Ubicación del equipo eléctrico.

1.- SEGURIDAD: De acuerdo con el reglamento de obras e instalaciones eléctricas, los conductores, aparatos eléctricos y elementos de protección, deben ajustarse a ciertas especificaciones pues de ellas dependerá el buen funcionamiento de la industria, así como la continuidad en la producción y seguridad contra accidentes del personal.

2.- EVITAR UNA CAIDA EXCESIVA.: Para que la operación -- del motor sea satisfactoria, la caída del voltaje total desde la entrada de servicio, o de la subestación hasta el motor no debe exceder en 4%. En el caso de motores de gran capacidad de corriente alterna, para este calculo - se deben tomar en cuenta la resistencia efectiva, como - la reactancia de los conductores a un factor de potencia de 0.8 excepto cuando este sea conocido o cuando se considere para el calculo la corriente real que toma el mo-

tor a plena carga.

Además del requisito de caída de voltaje, el mismo reglamento fija las siguientes condiciones para alimentadores de motores.

En un circuito derivado para motor, la corriente - permisible en el conductor, no será mayor de 125% de la corriente a plena carga del motor.

3.- EVITAR UNA PERDIDA EXCESIVA EN EL COBRE. La pérdida de energía eléctrica en los conductores es directamente proporcional a la resistencia del conductor y del cuadrado de la corriente, y por tanto para motores y otros aparatos que trabajen constantemente a plena carga, puede resultar más económico aumentar la sección de los conductores. En este caso el factor decisivo es el costo de la energía eléctrica.

4.- FLEXIBILIDAD DE OPERACION. La flexibilidad para permitir cambios de equipo es de suma importancia en el área de la industria, puesto que en ésta el cambio de lugar de equipo, incluyendo sus motores es de uso más o menos frecuente. Por lo tanto es conveniente hacer el diseño de la instalación eléctrica, teniendo en cuenta las posibilidades de futuros cambios.

a) Instalaciones visibles con tubo conduit

b) Sistemas de distribución por medio de ductos en el piso, especialmente en lugares donde se tienen un buen número de motores.

- c) Barras de cobre o conductores aislados en canales suspendidos del techo, con tomas de corriente a intervalos regulares, en toda su longitud, para poder sacar derivaciones y bajarlas a los motores aquellos, donde se necesiten.

5.- PREVISTON DE CARGAS FUTURAS. En plantas industriales, donde se espera aumentar cargas, es conveniente tenerlas en cuenta en el proyecto original, especialmente por lo que se refiere a ductos y tubos conduit. De cualquier manera es buena práctica y a la larga queda ampliamente compensado el instalar los alimentadores principales un poco sobrados, pero si esto no fuera posible, dejar por lo menos suficiente espacio en el tubo conduit para poderlos aumentar en el futuro.

6.- UBICACION DEL EQUIPO ELECTRICO.- De este punto dependerá en gran parte la selección del equipo, así como la de los alimentadores, desconectadores, interruptores, etc. Generalmente los motores que mueven el equipo se encuentran localizados cerca de las máquinas y de modo que las operaciones de mantenimiento, tales como lubricación de chumaceras, conexiones y el reemplazo de piezas, pueda efectuarse facilmente.

Los motores deben estar previstos de placas en las que aparezca el nombre del fabricante, marca, capacidad del motor, amperaje, voltaje, frecuencia, velocidad, etc. Para la selección del equipo deberá estudiarse cuidadosamente las condiciones de trabajo a que se está sometido, tales como temperatura ambiente, condiciones atmós-

fericas, etc., y la clase de trabajo que se va a desarrollar.

B) Procedimiento del proyecto:

Los circuitos para los motores están sujetos a numerosos detalles, disposiciones del reglamento de obras e instalaciones.

El diagrama que usted encontrará en la hoja No. —  
representa un circuito para motor, con sus correspondientes partes rotuladas.

A.- Circuito derivado. Conductores con capacidad de conducir en forma continua el 125% de la c.p.c. (corriente a plena carga) del motor. Si se alimenta a varios motores se sigue el criterio de alimentadores principales.

B.- Medios de desconexión.- Cada motor o combinado deberá tener un interruptor-desconectador de una capacidad no inferior al 115% del valor de la c.p.c. del motor.

C.- Protección del circuito derivado.- Para la protección contra exceso de corriente de los circuitos derivados para motores, debe poder soportar la corriente de arranque del motor, según sea el tipo de este sistema de arranque proteger los conductores, los controles y al motor de sobrecargas, debidas a cortos circuitos. Se utilizan los siguientes dispositivos:

- a) fusibles
- b) interruptores termomagnéticos
- a) 150% a 300% de c.p.c.
- b) 150% a 250% de c.p.c.

D.- Control para el motor.- Generalmente son dispositivos de:

a) Velocidad

b) Sentido del giro

Capacidad no menor a la protección de sobrecarga.

E.- Protección de sobrecarga.- Los motores de varios H.P. deberán tener una protección contra sobrecorriente en marcha, no mayor del 125% de cpc. del motor.

F.- Circuito para control remoto.- Protección para el control remoto, fúsibles de capacidad de corriente, de acuerdo al calibre del circuito derivado, no es mayor del 500% la capacidad de los conductores de control.

G.- Medios de control remoto.- Pueden ser: a) botones, b) interruptores de (presión, tem, nivel, etc.).

H.- Circuito secundario.- Generalmente para motores de inducción o rotor devanado nos sirve para: a) controlar la velocidad. b) variar el par de potencia.

I.- Control secundario.- Generalmente para motores de inducción o de rotor devanado 125% de la cpc. del circuito secundario para servicio continuo, no debe de llevar fúsibles.

J.- Alimentador.- Los conductores para alimentadores deberán tener una capacidad de conducción de corriente no inferior al 125% de la cpc. del motor de mayor po-



tencia, más la suma de todas las corrientes a plena carga, de todos los demás motores que el alimentador abastece, si no funcionan todos a la vez, se utilizan factores de demanda.

K.- Medios principales de desconexión.- Generalmente es recomendable el 115% de la capacidad del alimentador o el 150%, la suma de las cpc. de todos los demás motores.

C) Cargas por Alimentar:

Con el objeto de determinar el calibre de los circuitos derivados, alimentadores y el equipo de control y protección del alumbrado, y motores, es conveniente agrupar sus características para cada uno. Según plano de ubicación (hoja No. ) seleccionaremos los lugares por alimentar.

D) Circuitos derivados y alimentadores:

El reglamento de obra e instalaciones eléctricas, define a los circuitos derivados, como parte de la canalización que se extienda después del último dispositivo de protección contra sobrecorriente.

El circuito derivado para un motor, deberá ser calculado para conducir el 125% de la corriente a plena carga del motor. Los conductores de un alimentador que abastecen a dos o más motores, deberán de ser de calibre suficiente para una corriente del 125% de la cpc. del motor de mayor potencia del grupo, más la su-

ma de las corrientes de los demás motores.

A continuación se calculará el cuadro de cargas - de los diferentes lugares por alimentar, que se encuentran inscritos en los planos anexos a este estudio, como a su vez se tomarán los datos en tablas que están - en la parte final del estudio.

Alimentadores: se define como conductores alimentadores, la parte de los conductores de la canalización comprendida entre los medios principales de desconexión y los medios de protección contra sobrecorriente de - los circuitos derivados.

Para hacer llegar la energía eléctrica a los motores, desde el centro de cargas, se necesitan conductores alimentadores, los cuales se determinan de acuerdo a las características de los motores, tales como la corriente a plena carga, temperatura del medio ambiente, tensión y forma de instalación:

Para seleccionar en forma adecuada una alimentadora, se deben considerar los siguientes puntos:

- 1.- Capacidad de conducción.
- 2.- Tipo de aislamiento
- 3.- Condiciones del medio ambiente
- 4.- Caída de tensión admisible.

1.- Capacidad de conducción: La capacidad de conducción es consecuencia del estudio de cargas, considerando la posibilidad de aumento de descargas futuras.

2.- Tipo de aislamiento: para la selección del segundo punto, es necesario tener en cuenta las condiciones en que va a trabajar la instalación, y de acuerdo a eso, seleccionar el aislamiento adecuado.

3.- Condiciones del medio ambiente: aquí es importante considerar la existencia de atmósferas corrosivas, temperatura ambiente, etc., el punto de dos y éste están sumamente ligados y se deben analizar conjuntamente en el diseño adecuado, de una instalación eléctrica.

4.- Caída de tensión admisible: la caída de voltaje total, desde la entrada de energía, hasta el punto de consumo, no debe exceder del 4%, para circuitos alimentadores de fuerza y el 3% de alumbrado.

Entonces procederemos a calcular los circuitos de rizados, basados en las siguientes fórmulas:

$$I = \frac{1000 \times KW}{1.73 \times E \times P.F.}$$

I Corriente

KW Kilowatts.

E Voltaje

P.F. Factor de potencia

Tomando en cuenta todos estos factores, realizaremos el cálculo, reagrupando al término de las explicaciones los diagramas de carga y unifilares de las cargas por alimentar:

Entonces para el beneficio húmedo:

Motor despulpadora M1	
Potencia . . . . .	1.5 HP.
Voltaje . . . . .	220 V.
N. fases . . . . .	3
Frecuencia . . . . .	60 cps.
Temp. ambiente . . . . .	40°C.
Eficiencia . . . . .	90%
Factor potencia. . . . .	0.8

$$I = \frac{1000 \times 0.746 \times 1.5}{1.73 \times 220 \times 0.8} = 3.675 \text{ Amp.}$$

$$I_{pc} = 150\% I = 5.51 \text{ Amp.}$$

Según tablas en el catálogo de Square D de México, la  $I_{pc} = 5.4 \text{ Amp.}$

Para selección del calibre del conductor del circuito derivado tenemos:

$$125\% I_{pc} = \text{Cal. del conductor.} = 6.75 \text{ AMP}$$

Según tablas de capacidad de corriente en conductores de cobre THW, tenemos que sería el CAL. No. 14 AWG (American Wire Grade). El nombre comercial del conductor es THW, que significa que es termoplástico, resistente a la humedad y al clima seco, retardador de flama (60 - 75°C).

Ahora consideraremos la caída de tensión en el circuito derivado, para que nuestro conductor sea apropiado.

La caída de tensión para un sistema trifásico - esta dado por :

$$e = \sqrt{3} RI$$

$$R = \frac{1}{s} = \text{/M/mm}^2 \text{ para cobre a } 60^{\circ}\text{C}$$

Sustituyendo el valor de R.

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I}{s} \text{ sustituyendo}$$

$$e = \frac{3 \times L \times I}{50 \times s}$$

$$\text{Expresado en forma porcentual: } e = \frac{2\sqrt{3} \times L \times I}{50 \times s}$$

e = caída de tensión debido a la resistencia del conductor.

R = resistencia del conductor en ohms

= resistividad del cobre en /M/mm<sup>2</sup>

I = Corriente en amperes

L = longitud en metros.

s = sección transversal del conductor en mm<sup>2</sup>

V = voltaje de línea.

Para la sección transversal del conductor, consultar la tabla No. entonces realizaremos el cálculo del ejemplo:

Para Motor dispensadora M1

L = 2.00 mts.

s = 2,0810 Cal. No.14

s = 3.3090 Cal. No. 12

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} \times 2 \times 5.4}{50 \times (2,0810)} = \frac{0.3591}{0.2258}$$

En la forma semejante para los demás circuitos derivados y las cargas por alimentar de los demás diagramas.

NOTA: los calibres nones de conductores no son comerciales, usaremos calibres del No.12 AWG como mínimo,

según el reglamento de obras e instalaciones eléctricas.

En algunos casos se prefiere hacer cálculos, partiendo de la caída de tensión, en cuyos casos si se despeja la sección y se selecciona el calibre del conductor.

A continuación aparecerán los diagramas de Cargas y - Unifilares de todas las secciones por alimentar, siguiendo el mismo criterio.

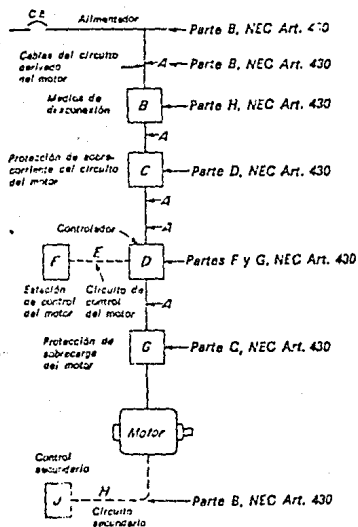


Fig. 31.- Elementos del circuito derivado del motor.

- A.- Circuito derivado.
- B.- Medios de desconexión
- C.- Protección circuito derivado.
- D.- Control para el motor.
- E.- Protección de sobrecarga.
- F.- Control Remoto
- G.- Medio de control remoto
- H.- Circuito secundario.
- I.- Control secundario.
- J.- Alimentador.
- K.- Medios de desconexión.

## CARGAS POR ALIMENTAR

AREAS DE CONSUMO	Hp	Ipc. 150% Ann.	Volk.	No. Fases
BENEFICIO HUMEDO	34.5	144	220	3
ADMOR. OFICINA CASA ADFON.	18.84	84	220/127	3
CASA HULPEDES	13.40	66	220/127	3
BENEFICIO SECO	20.00	84	220	3
TALLER MECANICO RANCHERIAS	9.48	43.5	220/127	3
ALUMBRADO	6.36	34.5	220	2





CUADRO DE CARGA

CTO	2X38W	75w 127v	300w 127v	F A S E S			WATTS	Ipc	Protección Cto. Der.
				A	F	S			
1		3	5	575	575	575	1725	16.96	20
2		4	4	500	500	500	1500	14.76	20
3		6	3	410	410	410	1230	13.28	20
4		4	4	500	500	500	1500	14.76	20
5		6	5	650	650	650	1950	19.19	30
6	4	6	7	900	900	900	2702	26.60	30
7		6	4	583	583	583	1750	17.22	20
8		9	2	500	500	500	1500	14.76	20
				3613	4538	4613	14027		

CUADRO DE CARGA

TAB	4	3	F A S E S			WATTS	AMP	PROTEC CTO. DER.
			A	F	S			
1	4	3	1200			1200	14.17	20
2	4	3			900	1200	14.17	20
TOTAL ES			1200		900	2400		

CUADRO DE CARGAS

CTO	75w	100w	F A S E S			WATTS	Ipc	PROTEC. CIRC. PR.	C/v	L	CAL. C.
	127v	127v	A	B	C						
1	7	5	800			3000	10,00	30	1,80	10,00	12
2	6	7		1000		1350	13,20	30	1,80	15,00	12
3	4	6			2000	2000	21,00	30	2,00	20,00	8
4	6	4		1600		1600	16,00	30	2,75	20,00	8
5	7	3	1400			1400	14,00	30	2,00	20,00	8
6	7	3			1400	1400	14,00	30	2,00	20,00	10
T O T A L E S			1400	3000	3600	10,075					

TABLERO 1

CTO	75w	100X	F A S E S			WATTS	AMP	PROTEC. CTO. DER
			A	B	C			
1	9		600			1,75	15,75	10
2		4		1200		1,200	10,20	15
3		4			1200	1,200	10,20	15
			600	1200	1200	3,075		

TABLERO 2

CTO		220v	F A S E S			WATTS	AMP	PROTEC. CTO. DER.
			A	B	C			
1		4	1000	1000	1000	2000	9,00	15
2		4	1000	1000	1000	2000	9,00	15
			1000	1000	1000	6000		

TABLERO 1 Y 2 7000

CUADRO DE CARGA DE MOTORES

C.T.O.	M 220V 15HP	M 220V 1/2HP	M 220V 10HP	M 220 V 75 HP	M 220V 2HP	F A S E			WATTS	AMP	PROTEC C.T.O. DEF.
	A	B	C								
1						373	373	373	1.119	5.4	10
2						373	373	373	1.119	5.4	10
3						373	373	373	1.119	5.4	10
4						373	373	373	1.119	5.4	10
5						373	373	373	1.119	5.4	10
6						373	373	373	1.119	5.4	10
7						373	373	373	1.119	5.4	10
8						373	373	373	1.119	5.4	10
9						124	124	124	373	2.1	5
10						124	124	124	373	2.1	5
11						2486	2486	2486	7.400	36.75	60
12						1865	1865	1865	5.995	27.5	20
13						497	497	497	1492	10.65	20
14						497	497	497	1492	10.65	20
TOTALES =						8413	8413	8413	18277		

Procederemos a calcular los alimentadores.

Para nuestro proyecto utilizaremos alimentadores trifásicos a un tablero de centro de carga, según sea requerido.

La corriente de los alimentadores debe ser 125% de la  $I_{PC}$  del motor de mayor potencia, más la suma de las  $I_{PC}$  de los demás motores.

Entonces localizando nuestro estudio en el Beneficio-Húmedo;

Alimentador para el 1.-

$$I_{Ca} = 36.25 + (6)(8.75) + (2)(8.87) + (2)(2.62) + (28.75)$$

Alimentador 1.  $I_{Ca} = 157.98$  AMP.

Teniendo en cuenta futuras demandas debemos seleccionar un conductor para 230 amp. siendo esto un 50% de crecimiento, siendo este el número 4/0, pero debido a que nuestra capacidad de producción de energía está totalmente limitada, nos avocaremos a condiciones estrictas y nuestro alimentador será del 1/0 a temp de 75°C. con una capacidad de 250 amp al aire, tipo vin-nel 900. Según tablas No.

d-e) Control y protección del Motor:

En toda instalación es necesario proteger en varias partes uno o varios circuitos, con el objeto de aislar los diferentes equipos conectados a ellos, así como el proteger los contra de las corrientes de los corta-circuitos y en general para facilitar cualquier

manobra a desarrollar en ellos.

El control y protección de los motores se realiza en dos formas los cuales son (ver diágramas de motores Hoja No. 71 )

1.- Arranque a tensión plena

2.- Arranque a tensión reducida.

1.- El arranque de motores a tensión plena, consiste en un juego de contactos de material resistente al arqueado, los cuales se conservan cerrados por la fuerza producida por una bobina de cierre, mientras ésta se mantiene energizada.

La apertura automática de estos contactos por sobrecarga, se efectúa mediante unos relevadores del tipo termico, en los tamaños chicos y medianos, magnéticos en los grandes, estos relevadores interrumpen la alimentación de la bobina de cierre, por lo cual los contactos caen.

Los del tipo termico tienen una característica tiempo-corriente, paralela a la del motor, de tal manera que, permiten utilizar las capacidades de sobrecarga de ésta, lo cual no es posible con fusibles.

Los arrancadores a tensión plena para los motores de corriente alterna, constituyen el medio más sencillo de arrancar motores, cuando el par de arran-

que, en estas condiciones no causa daños a la máquina que acciona, y la corriente tomada de la línea no es excesiva para la alimentación.

Estos arrancadores pueden utilizarse con motores de jaula de ardilla, o de rotor devanado. La protección contra sobrecargas es proporcionada por los relevadores sensibles a la corriente, conectados en serie a los devanados del motor. Si éste toma de la línea uno mayor que la normal, como resultado de una sobrecarga en el motor, una tensión baja en la línea o la falla de tensión en una de las fases, se abre un contacto en el circuito de control del arrancador, desconectando la bobina y abriendo los contactos del arrancador.

Las bobinas que operan estos arrancadores, trabajan satisfactoriamente con un voltaje de 15% abajo o 10% arriba, de lo normal para las frecuencias de 50 o 60 ciclos. Cuando se interrumpen las corrientes en la bobina se abren los contactos de arrancar, lo cual sirve de protección al motor, contra bajo voltaje. Para restablecer el arrancador se hace necesario oprimir nuevamente el interruptor de botón. Esto hace -- que los motores de una industria o una fábrica no -- arranquen por sí solos, al restablecerse el voltaje, lo cual sería peligroso. Los relevadores térmicos de sobrecarga son de tipo aleación fusible, impidiendo -

así intromisiones en la protección y haciéndola más segura, no necesitan partes de repuestos, ni se deterioran o descalibran por operaciones repetidas. Su acción es retardada a tiempo inverso, lo cual impiden que operen con corrientes de arranque normales o con sobrecargas momentáneas no peligrosas.

Los elementos están formados por una resistencia capsula de aleación fusible y una rueda dentada, de tal manera que la relación entre las primeras es fija, eliminadas así cualquier posibilidad de variación en el punto de disparo, debido a la distorsión del calentador o mal alineamiento con la capsula.

Los arrancadores de uso general pueden interrumpir corrientes hasta de 10 veces la corriente normal del motor. Esto le permite abrir las sobrecargas posibles, la mayor de las cuales es la corriente a rotor frenado, que es aproximadamente 6 veces la corriente normal del motor.

El inconveniente que presenta el arrancar los motores directamente de la línea, es la aplicación de un par mayor que el de plena carga y ocasiona perturbación de voltaje en la línea de alimentación del motor, debido a la caída de tensión producida por la corriente de arranque del mismo. Esto último, motiva que las industrias objetan el uso de arrancadores de línea para control de motores de capacidad media.



El tamaño de los arrancadores se determina, tomando en cuenta la potencia de los motores, de acuerdo con el tamaño nema, de manera que cada tamaño normal de arrancador sirve para motores de varias potencias. Lo que distingue a cada arrancador como adecuado para una potencia específica son los elementos termicos de los relevadores de sobrecarga, que son elegidos en función de la corriente a carga plena del motor y de acuerdo con las condiciones termicas de instalación del motor, con respecto al arrancador.

Es importante tomar en cuenta las condiciones ambientales al seleccionar los arrancadores, pues los relevadores pueden llevar compensaciones por medio ambiente. En la mayoría de los casos el calor generado por el relevador de sobrecarga por la corriente de arranque, es considerablemente menor que la necesaria para disparar el relevador, así que al arrancar el motor, no es generalmente un problema si la selección del elemento termico del relevador está de acuerdo. El tiempo permisible para detener un motor de inducción para propósitos generales, es del orden de 20 segs, lo cual significa que raramente es capaz el motor de tolerar un tiempo de arranque de 20 segs. porque de las variaciones en las características de disparo del relevador de sobrecargas, no puede suponerse que cualquier relevador seleccionado permitiera un tiempo de aceleración de 20 segs.

2.- Arrancadores a tensión reducida. El uso principal de estos arrancadores se tiene cuando las perturbaciones de la línea deben evitarse, o la aplicación de un par de arranques sea perjudicial, el motor en este caso debe arrancarse a voltaje reducido, para limitar el par y la corriente de arranque. Hay varias maneras de reducir el par de arranque:

2a.- Arranque con resistencia y reactancia en serie.

2b.- Arranque en estrella-delta

2c.- Arranque con autotransformador.

2a.-Arranque con resistencias y reactancias en serie.

Las resistencias en serie se emplean para conectar el motor a la línea, obteniendo así una caída de tensión reducida y una reducción en las terminales del motor. Sus ventajas son el menor costo, y el hecho de que se puede conseguir una aceleración suave, intercalando los contactos sucesivamente en corto circuito, de modo que el circuito del motor no quede abierto.

También se puede disponer de bobinas de reactancia, en serie con el motor, no tiene una ampliación muy extendida, ya que el reactor suele ser voluminoso y debe ser adecuado a cada clase de motor,. Generalmente se emplea en motores de más de 200 HP.

2b.- Arranque estrella -delta- Este tipo es aplicable a motores conectados en delta y que todas las terminales estén accesibles para que en el momento de arranque por-

medio de un conmutador se afectúe una conexión estrella en el motor. Una vez alcanzada la velocidad de régimen, accionando en conmutador, se cambia a delta la conexión por lo que el motor queda conectado directamente a la línea.

2c.- Arranque con autotransformador, Cuando no se permite el arranque directo sobre la línea, el arranque de los motores jaula de ardillas se realiza generalmente por medio de autotransformador de arranque. Estos transformadores tienen derivaciones de 50,65 y 80% de voltaje total y permiten conexiones que proporcionan desde 25 a 75% del par de arranque que se adapta a la carga. Se intercalan en el alimentador del motor, durante su período de arranque, provocando una reducción en la tensión aplicada al motor, en este período y ocasionar una disminución de la corriente de arranque, así como también del par de arranque.

Para seleccionar debidamente los interruptores y respaldar el control de motores y de circuitos eléctricos deberán tomarse en cuenta los siguientes factores.

- 1.- Voltaje del Circuito
- 2.- Corriente del circuito
- 3.- Corriente max. de corto circuito
- 4.- Frecuencia del circuito
- 5.- Temp. ambiente
- 6.- Altitud.

1.- Voltaje del circuito: el voltaje del circuito al cual deberán aplicarse a los interruptores, no deberá exceder al voltaje de designación del interruptor.

2.- Corriente del circuito. La corriente del interruptor es la corriente en amperes que el interruptor podrá conducir continuamente, sin que la elevación de temperatura entre sus terminales no exceda.

3.- Corriente max. de corto circuito: la capacidad interruptiva deberá ser igual o mayor a la máxima corriente de corto circuito en el punto donde se instalará el interruptor.

4.- Frecuencia del circuito; la corriente de designación de los interruptores están determinadas sobre la base de una frecuencia de 60 cps.

5.- Temperatura ambiente: la corriente de designación de los interruptores se ha determinado a una temperatura ambiente, que va desde los 15°C a 60°C.

6.- La altitud: la corriente de designación de los interruptores es aplicable hasta una altura sobre el nivel del mar de 1830 mts.

En base a lo expuesto procederemos ahora a seleccionar los dispositivos de protección a nuestra instalación.

Para selección del tipo de arranque consultar tabla -  
No.

M1 MOTOR DESPULPADORA.

H.P. 1.5

$I_{pc}$  5.4

Tipo arranque - Voltaje pleno

Letra Código - A

Tipo Motor - Jaula ardilla.

La letra nos sirve para obtener los KVA de arranque por H.P del motor y conocer así la corriente de arranque, o conociendo la  $I_{pc}$  multiplicando por el factor que nos indica la letra de código ver Tabla

No.

KVA =  $\frac{\text{Watts} \times \text{amp. rotor cerrador}}{\text{h.p.}}$  1 monofásicos  
X 2 bifásicos  
1.73 trifásicos

$$I = \frac{1.57 \text{ KVA} \times 1.5 \text{ HP.}}{1.73 \times 220 \times \text{HP.}} = 6.18 \text{ amps.}$$

$$\text{o también } I_n = 3.62 \times 1.57 = 5.6 \text{ amp.}$$

El tipo de arranque a tensión reducida, en la tabla No. del manual de Square D de México, seleccionamos el arrancador correctamente con su elementos termicos.

Tipo:	Arrancador magnético.
Clase:	9536
No. Polos:	3
Caja:	LBC-2
Elemento termico:	86.90
Cantidad:	2

Protección del circuito derivado y medios de desconexión. Para derivar energía de los alimentadores, -- existen interruptores según nuestro diseño, ya sean -- de fusibles o interruptores termomagnéticos que deben proteger al arrancador y al circuito derivado controlando el corto circuito y deben poder soportar la corriente de arranque.

Para la protección contra corto circuito, usaremos el 250%  $I_{pc}$ , entonces siguiendo el ejemplo:

$$I_{cc} = 250\% I_{pc}$$

$$I_{cc} = (5.4) (2.5) \quad I_{cc} = 13.5 \text{ A.}$$

Siendo el tamaño comercial de 15 A.

En la misma unidad está el dispositivo de desconexión, teniendo una mínima de 115% de la  $I_{pc}$ . En -- nuestro caso la capacidad interruptiva es la misma -- que la protección del corto circuito. 15 A tipo palanca.

Control remoto: usaremos estaciones de botón de control tipo standar, son aparatos auxiliares de los -- arrancadores para motor y sirven para operar dichos -- arrancadores a distancias ejecutándolos operaciones -- de arrancar, parar o invertir la marcha.

De la tabla No. seleccionaremos

V max	242 V.
Clase	9001
Tipo	3W-41
Nema	4

A continuación presentaremos los planos de instalación de fuerza y alumbrado con sus diagramas de cargas y los diagramas unifilares.

Anexamos también las tablas que nos sirvieron de referencia para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

#### INSTALACIONES ACTUALES.

Haciendo una introducción a las instalaciones actuales en la planta industrial de la finca, tendremos que analizarla por secciones:

- a) Oficinas y casa Administración
- b) Casa de Administración
- c) Beneficio húmedo
- d) Beneficio seco.
- e) Talleres.
- f) Mancherías
- g) Planta de energía eléctrica.

a) en la actualidad las instalaciones de las oficinas, como de la casa de administración se manejan con luz tenue en focos incandescentes, debido a la capacidad de su planta. Al igual su servicio no es continuo por carecer de equipo eléctrico de oficina; con respecto a la casa, el principal punto a tratar es la cocina y -- los servicios, éstos están funcionando con equipos que hoy en día solo se ven en esas zonas, tales son los refrigeradores de gas, estufas de leña, batidoras manua-

les, en fin carecen de material eléctrico en esta área, en otros servicios no cuentan con planchas eléctricas, sino de carbón y el principal argumento es que no se cuenta con un servicio continuo y eficaz. Las instalaciones eléctricas que se localizan, fueron hechas con material termoplástico con forro de aluminio en conductor de alambre duplex oculto, que hoy en día es muy difícil de conseguir, ya que es de importación, se encuentra deteriorado debido a los roedores en un 30% de la instalación.

La instalación cuenta en la actualidad con 35 -- años de su instalación, en un clima húmedo frío, instalación oculta empotrada sobre madera, antinflamable.

b) similarmente la casa de huéspedes se encuentra en las mismas condiciones que las anteriores, existiendo aquí el problema, en el cual los empleados que en ella habitan, causan problemas al conectar sus equipos. Desde luego que estas instalaciones están protegidas -- con interruptores de botón termomagnéticos y cajas defusibles.

c) El beneficio húmedo carece completamente de iluminación, ya que en época de cosecha resolvían el problema con lámparas de gas de bombilla de cedazo, lo cual les daba una luz clara y así podrían ver mejor el color del grano en la recepción, cosa muy importante para el pro



ceso de maquinado del mismo, y para los procesos de fermentación del grano. Actualmente se modificó dicho beneficio, poniendo un tren de máquinas despulpadoras -- eléctricas con cribas clasificadoras de granos y bombas de succión, para recircular los granos verdes y pulpas del café, a su vez se colocaron lámparas de iluminación y contactos, según fueron requeridos.

d) En el beneficio seco se trabaja en época de cosecha, y posterior a ella, lo cual implicaba que se iluminaran las partes donde los operarios de las máquinas pudieran ver que calidades y selección de café se estaban obteniendo durante el proceso de beneficiado. Es por esto que esta sección contaba con alumbrado monofásico -- producido por una pequeña planta de 5 Kw, movido por -- energía hidráulica y sistemas de poleas alimentando un centro de carga y distribuyendo la energía por medio de tubo conduit y cable del número 14 AWG., a sus cajas de registro y sus derivaciones, ya que el riesgo en esa zona es de alto índice de inflamación, debido a los polvos y al producto ya seco. Es aquí donde se integró la instalación actual, y se modificaron tipos de iluminación, conectando equipos de slim line, para tener una luz clara, a su vez se utilizaron equipos de registro y cajas contra polvos y explosiones, también se aumentó la capacidad de Kw en esta área.

e) Los talleres actualmente carecen por completo de energía eléctrica, debido a que sus aparatos que existen

tales como: taladros, tornos, sierra, esmeriles, son equipos antiguos, movidos por sistemas de poleas colocados a una transmisión que es movida por una pequeña turbina (rueda Pelton). Debido a esto y a la importancia de esta sección, en cuestión de equipo se instaló un taller mecánico nuevo con equipo eléctrico, dejando la carpintería movida por energía hidráulica, se hizo el cambio, ya que la ubicación de la finca está completamente separada de la población -- más cerca, la cual carece de servicios de este tipo, ya que es una colonia. El punto más cerca es la capital del Estado y queda a 8 horas de la propiedad -- misma.

f) Las rancherías que existen en la finca, carecen -- completamente de servicio, la finalidad de esta instalación es proporcionarles el servicio continuo a -- las rancherías para mejorar su habitat y confort durante las épocas de trabajos forzados en dicha zona. Actualmente se les dió el servicio monofásico, limitándolos en su capacidad, para mayor control de la -- energía producida.

g) La planta de energía eléctrica que funciona, consta de un generador de carbones, con las siguientes -- características:

KVA	-	8.5
I	-	44.2 AMP
f.p.	-	0.8
F	-	60 HZ
RPM	-	1200
3	-	1 110 Y

Este generador es accionado por una turbina con acoplamiento directo a flecha, con tacos de hule y chumaceras de soporte a flecha de transmisión y características siguientes:

Rueda Hidráulica Pelton.  
Marca: LREES V.CO. Gmb. H.  
WAGENHINIABRIK-EISENGLESEREI  
WERLVEEISS SOEST.  
Altura teórica: 110 Mt.  
RPM. 1500  
Potencia: 25 HP.  
Caudal 21 L/seg.

El equipo está controlado por un operario que abre y cierra la llave, hasta alcanzar las revoluciones deseadas, careciendo así de servomecanismos de operación para que se controle automáticamente la carga con el gasto de la turbina.

Así también cuentan con un generador de carbones que alimenta el beneficio seco con las características siguientes:

KVA	6.5
I	39.1/17.3 AMP.
V	120/208 VOLTS
f.p.	0.8
KW	5
RPM	1800
F	60 HZ
3	FASES

Accionado por una turbina pequeña y transmisión de bandas en B con relación de poleas para sus revoluciones. En base a todos estos datos, tomados de placa y a las necesidades de la planta industrial, se llevó a cabo el siguiente estudio, considerando las cargas instaladas y por instalar, siguiendo el desarrollo que

a continuación se presenta.

Entonces para poder obtener nuestras revoluciones en la máquina generadora de electricidad, fué necesario adaptarle una transmisión mecánica por medio de selección de engranes, conocido comúnmente como caja de velocidades y con acoplamientos de flechas yugos y cruces tipo Spicer.

Las características que presenta esta adaptación se encontrarán en las hojas No.

Es así como generamos la fuente de energía y comen- zamos sus distribución a las áreas de trabajo.

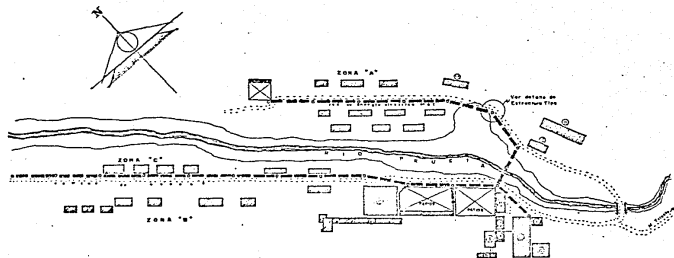
En las áreas localizadas y donde se llevó a cabo las instalaciones, se realizaron bajo normas de reglamento y de instalaciones eléctricas que se establece en la construcción.

El alumbrado que en ella existe, es de tipo mercurial, controlado con celdas fotovoltaicas individuales, su capacidad de cada lámpara es de 250 Wtt., tipo interperie con base E- 27 con porta lámpara.

La instalación en las áreas de trabajo, cuentan en la actualidad con equipos de protección contra sobrecargas y cortos que en la línea surgieran, al igual con los calibres adecuados, basados en las normas y tablas de selección de conductores que se anexan al fi-

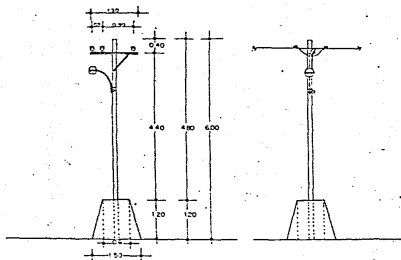
nal del capítulo, a su vez los diferentes centros de carga y de distribución, protección, en fin todo lo relacionado a construcción de la misma representó. Esta información la obtenemos directo de planos de cada -- área, siguiendo los criterios que se mencionan en el -- capítulo III.

Queda así la planta industrial, montada y funcionando en la actualidad, cumpliendo uno de los principales propósitos que se mencionaron en la introducción -- de este estudio.



- DESCRIPCION**
- 1 PLANTA DE LUZ
  - 2 BENEFICIO HUMEDO
  - 3 OFICINAS
  - 4 CASA PRINCIPAL
  - 5 COCINA CASA PRINCIPAL
  - 6 CASA DE HUESPEDES
  - 7 BODEGAS
  - 8 ESTACIONAMIENTO
  - 9 BENEFICIO SECO
  - 10 TALLERES DE CARPINTERIA
  - 11 GALERIAS
  - 12 COCINA TRABAJADORES
  - 13 TALLER MECANICO

**INSTALACION GENERAL EN PLANTA**  
FINCA "LA VEGA"



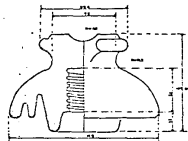
DETALLE DE ESTRUCTURA TIPO  
ESC. 1:30

VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR

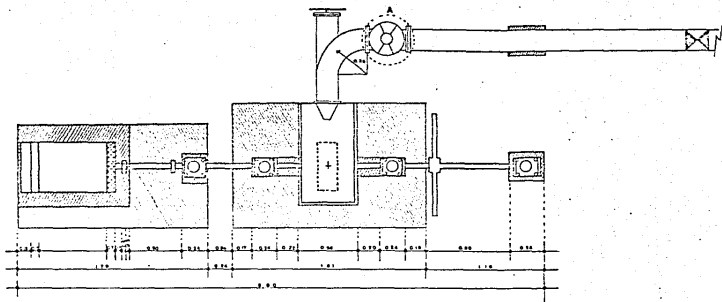
**MATERIAL POR ESTRUCTURA**

- 1 Cruzeta de 1/4 X 3"
- 1 Cruzeta de 3/8 X 3"
- 3 Alisadores de 4 1/4"
- 3 Alfileres de 5"
- 1 Luminaria de Vapor de Mercurio
- 2 Abrazaderas
- 1 Fotocelda Solar
- 1 Tubo de FoFo de 6 m

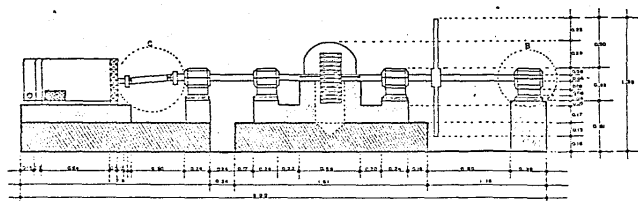


DETALLE DE AISLADOR  
ESC. 1:10  
AUT. 24

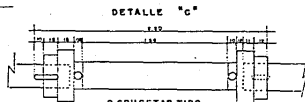
<b>INSTALACION ELECTRICA B.T.</b> FCA "LA VEGA" VPO COMPLETO RED DE DISTRIBUCION CHIAPAS ING. JUAN YBARRIL <b>U.A.G.</b> <small>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUATEMALA</small>
--



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



2 CRUCETAS TIPO  
SPICER POSFATIZADO  
CGF-003-84  
DIA HIJOS = 3/4"  
LARGO = 4"  
ANCHO = 1"  
ESPESOR = 1/2"

ESPECIFICACIONES

TURBINA HIDRAULICA PELTON

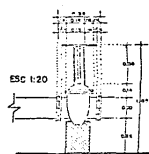
GENERADOR SINCRO

J.F. VOITH  
TURBINA SIMPLE  
H= 110 M.  
Q= 54.5 Lt/seg  
N= 60 Ha.  
RPM= 900  
Dia Rodeta = 485 mm  
Ancho Rodeta = 200 mm  
Dia Tablero = 50 mm  
No. Cuchillas

POTENCIA SELMER  
V=220/440 Volt  
P= 30 Kw  
S= 62.9 KVA  
N= 1800 RPM  
F= 3-60 Hz  
3-110-Y-Δ  
W= 340 Kgs

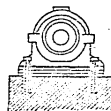
DETALLES

DETALLE "A"



VALVULA VAG  
ND= 5  
G.G.  
DL= 150  
Ø BUBIDAS = 1-1/2"  
No. Tornillo = 12  
e= 2"

DETALLE "B"



CNUMACERA  
C= 3-1/4"  
DIA FLECHA = 3-1/4"  
LARGO CURVA = 5"  
ANCHO = 1"  
ESPESOR = 1/2"

PLANTA GENERADORA

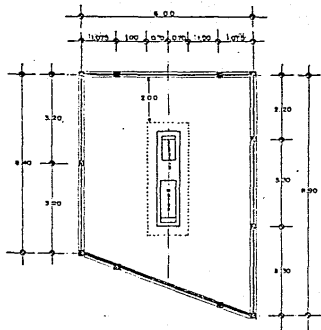
LUGAR: FINCA LA PRUSIA

UBICACION: MUNICIPIO LA CRUCESITA  
EST. G. D. DE SANTA FE

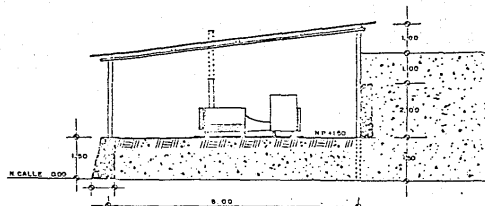
PROYECTO  
ING. J. J. Y. Y. Y.

ESCALA 1:50

UAG



PLANTA DE CIMENTACION



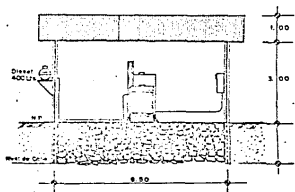
FACHADA LATERAL



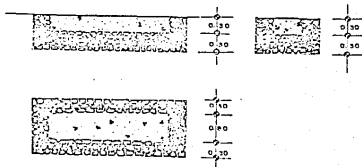
COLUMNA  
DE GRUA VIAJERA  
DE 30 X 30 cm



COLUMNA  
DE CONCRETO  
ARMADO  
DE 20 X 20 cm



FACHADA PRINCIPAL



PLANTILLA DE MAMPOSTERIA

PLANTA DE EMERGENCIA

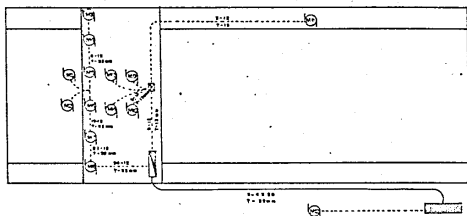
FCA LA VEGA, MFO. DE CONCORDIA

DISEÑADA POR:   
ING. ENRIQUE YUSANTE N.

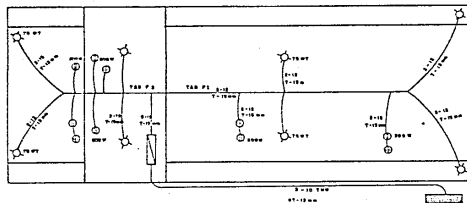
UAG

ESCALA 1:75 ACOPLAMIENTO





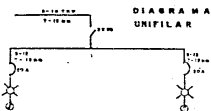
PLANO DE FUERZA



PLANO DE ALUMBRADO

CUADRO DE CARGAS

TAB	Q	W	A	B	C	WATTS	AMP	PROTEG. (A.M.P.)	
1	4	3	1200			1200	14.17	20	
2	4	3				950	12.00	14.17	20
TOTAL			1200			950	12.00		



RELACION DE MOTORES

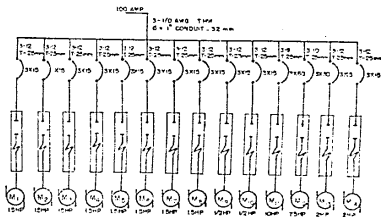
- PULPEROS
- CRIBAS SUP
- BOMBAS CENTRIFUGAS
- CRIBAS INF

CUADRO DE MOTORES

MOTOR	MARCA	AM	HP	REV	TIPO	MARCA	TIPO	PROTEG.
1	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
2	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
3	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
4	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
5	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
6	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
7	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
8	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
9	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
10	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
11	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
12	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
13	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
14	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
15	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
16	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
17	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
18	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
19	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45
20	S.E.	1.5	2.1	1800	10	S.D.	L.P.2	20.45

SIMBOLOGIA

- TABLERO GENERAL
- TABLERO FUERZA
- TABLERO ALUMBRADO
- LAMPARA INCANDESCENTE 75 WATS
- APAGADOR SENCILLO
- CONTACTO SENCILLO 300 WATS
- CARTUCHO FUSIBLE
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO SQUARE DEC 4364
- TUBERIA POR PARED O AEREA
- TUBERIA POR PISO



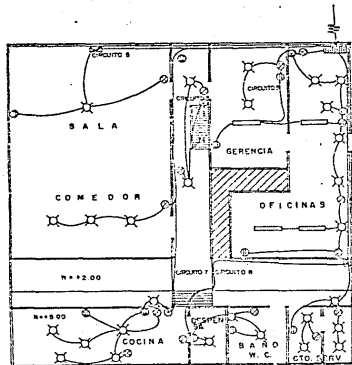
CIRCUITO	W	220V (A.M.P.)	220V (W)	220V (A.M.P.)	220V (W)	220V (A.M.P.)	F. D. S. E.			WATTS	AMP	PROTEG. (A.M.P.)	
							A	D	S				
1							373	373	373	1119	5.4	10	
2							373	373	373	1119	5.4	10	
3							373	373	373	1119	5.4	10	
4							373	373	373	1119	5.4	10	
5							373	373	373	1119	5.4	10	
6							373	373	373	1119	5.4	10	
7							373	373	373	1119	5.4	10	
8							373	373	373	1119	5.4	10	
9							373	373	373	1119	5.4	10	
10							373	373	373	1119	5.4	10	
11							373	373	373	1119	5.4	10	
12							373	373	373	1119	5.4	10	
13							373	373	373	1119	5.4	10	
14							373	373	373	1119	5.4	10	
15							373	373	373	1119	5.4	10	
16							373	373	373	1119	5.4	10	
17							373	373	373	1119	5.4	10	
18							373	373	373	1119	5.4	10	
19							373	373	373	1119	5.4	10	
20							373	373	373	1119	5.4	10	
TOTAL							7460	7460	7460	22380	108.0	436.4	20

ALUMBRADO Y FUERZA

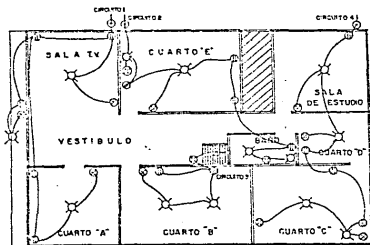
BENEFICIO HUMEDO FCA LA VEGA

PROYECTO Y DISEÑO





PLANTA INFERIOR



PLANTA SUPERIOR

CUADRO DE CARGA

CTO.	CANTIDAD	WATT	KVA		WATTS	I <sub>PC</sub>	FUSIBLE (A)	FUSIBLE (D)	
			A	D					
1	3	5	575	575	1725	16.96	20		
2	4	4	500	500	1500	14.76	20		
3	6	3	410	410	1230	12.28	20		
4	4	4	500	500	1500	14.76	20		
5	6	5	650	650	1950	19.19	20		
6	4	6	900	900	2700	26.60	20		
7		6	4	583	583	1750	17.22	20	
8		8	3	500	500	1500	14.76	20	
			4658	4658	14058	14.037			

TV / CTO. A  
 CTO. E / BAÑO SUP  
 CTO. B / ESCALERA  
 S. ESTUDIO / CTO. D-C  
 SALA-GOVERNOR / GERENCIA  
 OFICINAS  
 COCINA  
 CTO. DE SERV / DESPENSA

SIMBOLOGIA

- TABLERO GENERAL
- TABLERO DE FUERZA
- INTERRUPTOR DE FUSIBLE
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- LAMPARA INCANDESCENTE 75 W
- CONTACTO SENCILLO 300 W
- CONTACTO DOBLE 500 W
- APAGADOR SENCILLO
- TUBERIA POR PARED PVC
- TUBERIA QUE SUBE
- LAMPARA FLUORESCENTE 2X38 W

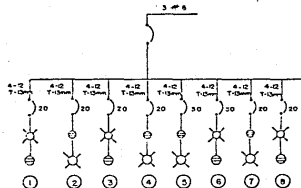


DIAGRAMA UNIFILAR

NOTA: La tubería de PVC es de 13 mm.

TRIFASICO {  $I_{pc} = \frac{1000 \times K \cdot WATTS}{(1.73 \times 220 \times 0.8)}$   
 1.50 I = I<sub>pc</sub>  
 1.50 I<sub>pc</sub> = Protec. Circuito Der.

MONOFASICO {  $I = \frac{1000 \times K \cdot WATTS}{(220) (0.8)}$  e ff 0.85

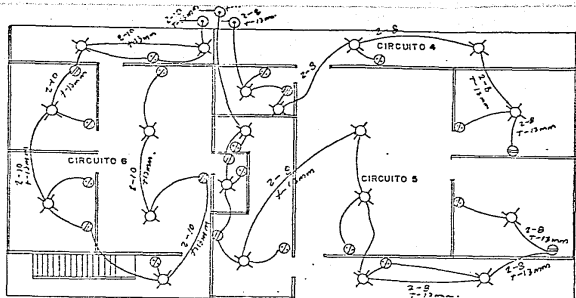
INSTALACION ELECTRICA

FINCA LA VEGA, MUNICIPIO LA CRUZ, P.R.

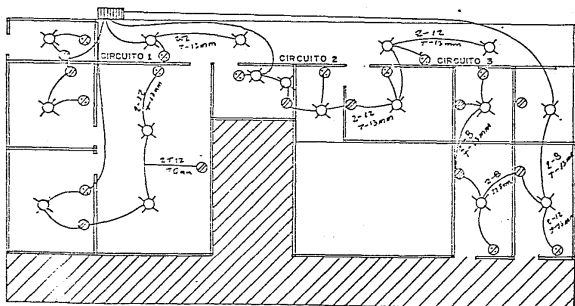
CASA PATRIBAL OFORN

LA FERRERIE YTHANTE N

UAG



PLANTA ALTA



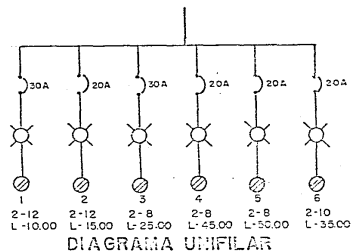
PLANTA BAJA

CTO	75W	300W	F A S E S			WATTS	Ipc	PROTEC CIRCO	C%v	L	CALC.
			A	B	C						
1	7	5	2025			2025	19.92	20	1.89	10.00	12
2	6	3		1350		1350	13.28	20	1.89	15.00	12
3	4	6			2200	2200	21.55	20	2.040	25.00	8
4	6	4		1650		1650	16.24	20	2.75	45.00	8
5	7	3	1425			1425	14.025	20	2.53	50.00	8
6	7	3				1425	14.025	20	2.53	75.00	10
T O T A L E S			3450	3090	3625	10.075					

CUADRO DE CARGAS

SIMBOLOGIA

- LAMPARA INCANDESCENTE
- LAMPARA INCANDESCENTE
- CONTACTO SENCILLO 300W
- CONTACTO DOBLE 500W
- APAGADOR SENCILLO
- TUBERIA QUE SUBE O BAJA
- TUBERIA POR PISO
- TUBERIA POR PARED



INSTALACION ELECTRICA  
CASA DE HUESPEDES

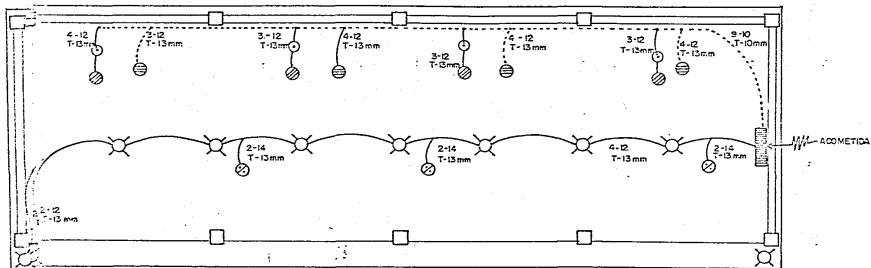
FCA LA VEGA, MPO LA CRUZ DEL

REALIZO:  
ING ENRIQUE YUARTE NUÑEZ

UAG

ESTADO DE CHIAPAS

ESC. 1100



PLANO DE ALUMBRADO

SIMBOLOGIA

- TABLERO GENERAL
- TABLERO DE FUERZA
- TABLERO DE ALUMBRADO
- APAGADOR SENCILLO
- FOCO DE 75 WATTIS
- TUBERIA QUE SUBE
- CONTACTO 2 POLOS DOBLE 127V
- CONTACTO 3 POLOS DOBLE 220V
- TUBERIA POR PISO FOL. 32 mm.
- TUBERIA POR PARED G. AFUELA 13 mm.
- INTERRUPTOR DE FUSIBLE
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- CAJAS DE REGISTRO
- INTERRUPTOR GENERAL

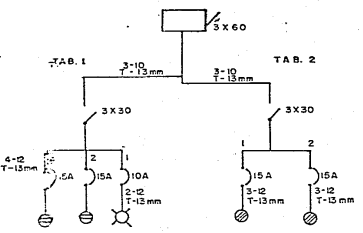


DIAGRAMA UNIFILAR

TABLERO 1

CTO	ID	Φ	F A S E S			WATTS	AMP	PROTEC. CTO DER.
			A	B	C			
1	9	575			675	5.75	10	
2	4	1200			1200	10.22	15	
3	4				1200	10.22	15	
			675	1200	1200	10.75		

TABLERO 2

CTO	Φ	F A S E S			WATTS	AMP	PROTEC. CTO DER.
		A	B	C			
1	4	666	666	666	2000	9.85	15
2	4	666	666	666	2000	9.85	15
			1332	1332	1332	4.000	

TABLERO 1 Y 2 7075

CUADRO DE CARGAS

TALLER DE...

FINCA LA VEGA MPIO LA CONT...

ING. ENRIQUE VUARTE INFER...

**UAG**

## C A P I T U L O   I V

### OBRA TERMINADA PUESTA AL DIA.

Reconocimiento General de la instalación.

Haciendo un resumen del equipo instalado y partiendo de las plantas generadoras, haremos una síntesis en sí de la instalación actual general.

Debido al crecimiento en el campo de la producción, por los nuevos sistemas de cultivos y cosechas futuras, se pensó en desarrollar esta instalación a un crecimiento y consumo de energía eléctrica de un 250%, llegando así al año 86 al tope de su capacidad, debido a su crecimiento.

La planta industrial actual, funciona con dos generadores que trabajan independientemente y que alimentan secciones diferentes, pensando en las múltiples opciones que en estos se pueden hacer. Es así como el operario de la planta cuenta actualmente con 3 opciones para controlar la producción de energía. Las dos primeras son energía hidráulica, que son de un costo muy bajo, en cuanto a consumo y gasto, ya que se alimentan de agua, siendo estas zonas ricas en ese recurso, la tercera opción es una planta estacionaria con motor de combustión interna Diesel de 150 HP. y un generador de 125 KW, que a su vez puede funcionar alimentando al centro de carga del primer generador de 50 KW conectado a una caja de doble tiro ó a su

vez alimentando al segundo generador de 30 KW en sus respectivos controles, o bien alimentando las dos acometidas de energía que a estos llegan, llevando la instalación completa. Esta versatilidad le da margen a que se puedan en determinado momento llevar maniobras de mantenimiento a los generadores y turbinas, como también reparaciones que éstas necesiten. El inconveniente principal de esta planta estacionaria es el consumo de energéticos, tratándose éste del diesel, que su costo de operación en la actualidad es muy elevado, esto en comparación a las plantas generadoras hidráulicas existen una gran diferencia muy marcada, lo cual nos obliga a tenerla como último recurso.

Presento al final de este Capítulo una serie de fotografías de las instalaciones actuales, y en general de la planta industrial para una mayor comprensión. (hojas No.

La energía producida por el generador de 50 KW -- que alimentará el beneficio húmedo y las oficinas, es movida por una rueda Pelton, teniendo las siguientes características:

Generador:	Potencia.	Turbina Hidráulica (rueda Pelton)
KW	- 50	J.M. VOITH: Turbina simple
KVA	- 62.9	H - 110 M.
I	-	Q - 64.5 L/Seg.
F.P.	- 0.8	Potencia - 80 HP.
V	- 230/440	RPM - 900
W	- 1800	CLA SOCIETE- 485 mm.
Ø	- 110 Y	CLA TOBENA- 210 mm.

3 Fases - 60 HZ.  
SERVICIO CONTINUO  
SOBRECARGA 10% PE  
RICO 2 Hr/24 Hr.  
Peso Neto - 340 Kgs.

ANCHO RODETE - 50 mm.  
CANGILONES COBRIZADOS

Esta planta generadora es movida por un sistema - de bandas tipo C en poleas de 5 ranuras en relación - 1-2, con respecto al generador para así obtener las revoluciones deseadas en la máquina generadora de eléctricidad.

El generador potencia, carece de escobillas y de sincrónico, controlado por un cerebro, el cual el consumo de corriente del aparato generador. La planta a su vez carece de un servomecanismo de control automático, lo cual obliga al operario a regularle la turbina- el paso de agua y la presión en el chifle, cuando ha - sido conectada la carga. Una vez realizado este procedimiento, solicita se controlará la máquina generadora de corriente.

La energía producida por la otra máquina, está colocada a una turbina hidráulica, siendo ésta máquina la que nos alimentará el resto de las instalaciones, cabe aclarar que por causa de funcionamiento no se pudieron adquirir equipos de mayor capacidad para controlar las cargas instaladas en esta sección, quedando así la ingstalación por convicción de los propietarios y dicha -- energía se controlará en los centros de distribución a las áreas de trabajo que se alimentará.

Las características de dicha planta generadora -  
son las siguientes:

GENERADOR - POTENCIA	TURBINA HIDRAULICA (RUEDA -- PELTON).
KW - 30	J.M. VOITH (TURBINA SIMPLE).
KVA - 37.5	H - 110 M
I - 98.4/49.2 AMP.	Q - 28.31 Lt/seg.
F.P.- 0.9	P - 40 HP.
V - 220/440	DIA ROLETE - 609 mm.
RPM - 1800	DIA TOBIVA - 30 mm.
3 - 110 Y	ANCHO ROLETE 150 mm.
3 FASES - 60 HZ.	RPM. - 668
SERVICIO CONTINUO	CANGILONES COBRIZALOS
SOBRECARGA 10% PERIODO 2Hr/24 Hr.	
PESO NETO 247 Kg.	

Este a su vez es movido por un sistema de bandas-  
en tipo C con poleas de 5 ranuras, con una relación de  
1 - 2.69 con respecto a la máquina generadora de eléctri  
cidad para así obtener las revoluciones deseadas.

Al igual que el generador anterior (50 Kw), cuenta  
con su control de auto regulación y las mismas condicio  
nes en las turbinas hidráulicas por lo cual el operario  
tiene que estar pendiente en su manejo.

Llegamos pues así a la tercera opción, que es la -  
planta estacionaria de emergencia, la cual puede operar  
independientemente con cualquiera de los generadores -  
anteriores y simultaneamente como se desea.

Las características de la planta estacionaria son  
las siguientes:

MOTOR ESTACIONARIO.	GENERADOR: POTENCIA KATO-18
MARCA: WILLIAME (DIESEL)	KW - 110 KW
POTENCIA - 150 HP	I -
RPM. - 1200	V - 220/440
CILINDRADA: CM <sup>3</sup>	F.P.- 0.8



BOMBA: TIPO CAV / 6 INYECTORES. C.Pm - 1800  
EMBRAGUE: TIPO SPICER - 110 Y  
3 FASES 60. HZ  
SERVICIO CONTINUO  
SOBRECARGA 10%  
PESO NETO: 650 Kgs.

Recomendaciones en sistemas preventivos.

Hablar de este punto es tocar todo lo concierne a lo que deben y no deben hacer para mantener sus instalaciones en buen estado, y aprovecharlas al máximo.

Es importante recalcar cuales son las cosas que no debe suscitarse en las instalaciones y en el mantenimiento, las cuales haremos notar adelante, ya que -- siendo una zona retirada completamente de la civilización y en donde se carece de personal calificado, -- llegan a tomar iniciativa sin conocimiento alguno, -- produciendo así a la larga daños irremediables a la -- instalación.

Recomendaciones para su funcionamiento: en la -- planta estacionaria o de emergencia es importante mantener el equipo libre de polvos, grasa, aceites agua, etc., para evitar accidentes dentro de la misma, como son resbalones, oxido, etc.

Checar constantemente los sistemas de rodamientos del motor, como la transmisión y la máquina generadora, lubricandolo cada 50-100 horas de trabajo con

sus normas de fabricante, checar posibles calentamientos. Utilizar lubricantes adecuados para estos rodamientos. Checar los indicadores de nivel del motor, tanto de agua, aceite, presión del mismo, carga del alternador, antes de su operación y corregirlo en caso de alguna falla antes del comienzo de su funcionamiento.

Mantener el combustible aislado completamente de agentes externos, tales como agua, polvos y separado de la máquina. Mantener purgado el sistema de inyección, evitando así succiones de aire en las líneas -- del sistema de combustible, con lo cual la máquina no llevaría a cabo su explosión para el arranque.

Hacer sus cambios de filtros al sistema de combustible, para evitar obstruir sus filtros en su funcionamiento. En la transmisión mecánica es recomendable checar la viscosidad del aceite, para realizar -- sus cambios oportunos y evitar desgaste en el tren de engranaje. También es importante reajustar los anclajes de cada parte cada 6 días de trabajo y ajustar posibles desalineamientos en las transmisiones, evitando así desgaste en los rodamientos y vibraciones en las máquinas.

En las turbinas hidráulicas sucede lo mismo, ajustarlas en sus anclajes, como checar posible desalineamiento en su flecha.

Mantener lubricadas las chumaceras de apoyo y -  
ajustarlas cada 8 días. Checar los alineamientos en  
las bandas de transmisión de la turbina hacia la má-  
quina generadora y ajustarlo según pidan las medidas.

Es de suma importancia mantener las tuberías --  
limpias, ya que son las que alimentan a las máquinas  
hidráulicas, mantener sus tanques de recepción del -  
líquido limpios de agentes externos, tales como ramas,  
tierra, piedras, plásticos, en fin todo aquello que-  
pudiese taponear la tubería en su trayecto.

Esto es importante, ya que es este líquido el -  
que nos funciona como combustible en nuestras máqui-  
nas y entre más depurado esté evitar, menos daño a -  
la turbina en sus cangilones cobrizados, que es don-  
de choca el agua, evitando así desgaste en ellos.

En las instalaciones eléctricas, para sistemas -  
preventivos, tocaremos varios puntos e indicaré los -  
pasos a seguir para evitar fallas y daños en las ins-  
talaciones.

Es importante mantener los empalmes fijos en las  
conexiones, ajenos a cualquier agente extraño y aislá-  
dos debidamente. Evitar el mínimo contacto con las ca-  
jas de registro y distribución, siempre y cuando se -  
hagan movimientos y se chequen planos de la instala-  
ción.

Mantener voltajes constantes en las tres líneas y el consumo de energía equilibrada, evitando con esto 50 sobrecargar las líneas unas más que otras.

Corregir cualquier falla del sistema lo más rápido posible, substituyendo con los materiales debidos y sus capacidades. Mantener repuestos de protección contra - sobrecargas o corto-circuitos, debidamente calibrados - para cada sección.

No conectar equipos que carezcan de información en placa y equipos de mucho consumo de amperaje sin consultar antes las capacidades de las máquinas generadoras y los tableros de distribución.

Evitar daños en las líneas aéreas de la red de distribución o conexiones que no cumplan las normas del reglamento de obras de construcciones, evitando así posibles fugas en puntos críticos, de la red de distribución.

Al hacer cambios o conexiones en cualquier línea o instalación ocultas, seleccionar el calibre adecuado y el material, para evitar daños, posibles calentamientos o sobrecargas, aislándolos completamente y protegiéndolos de agentes extraños a la instalación.

Es importante recalcar en esta sección y de importancia vital, que siendo la planta industrial donde se genera la energía, se cumplan todas estas recomendaciones, ya que son ellos los perjudicados directamente, -- por una mala atención a las plantas generadoras y a la propia instalación.

Queda así pues la responsabilidad completa de la -  
administración de la planta industrial y de los opera--  
rios para que realicen un servicio continuo y durable.

Anexo los catálogos de los generadores, sus especi-  
ficaciones del constructor en instalación, mantenimien-  
to y reparaciones, al igual una serie de fotografías de  
la planta industrial.

#### EVALUACION GENERAL.

En esta sección hago un levantamiento físico de e-  
quipo instalado, generalizando en los materiales y a --  
grandes rasgos los enumeramos a continuación.

- 4 Tableros de medición de energía.
- 1 Motor estacionario de diessel Willeme de 150 HP.
- 1 Transmisión mecánica 265 V de 5 Vel.
- 1 Generador Potencia 110 KW.
- 1 Generador Potencia 50 KW.
- 1 Generador Potencia 30 KW.
- 1 Turbina Hidráulica J.M.VOITH 80 HP.
- 1 Turbina Hidráulica J.M.VOITH 40 HP.
- 2 5 Postes de tubo galvanizado de 6"
- 112 Aisladores tipo Campana de 113 mm/13A
- 29 Cruzetas para poste
- 28 Lámparas mercuriales T. punta de poste de 250 Ws.E-27
- 30 Equipos Fotovoltaicos de 1500 Wtts c/uno
- 1 Tendido trifásico a 220 de 3 fases 4 hilos cable 1/0 , longitud 600 mts.
- 1 Tendido trifásico a 220 de 3 fases 3 hilos cable No.4 longitud 500 mts.
- 1 Interruptor tipo pesado A 86356 NEMA 12 3 x 600
- 1 Interruptor de doble tiro 92345 NEMA 12 3 x 400
- 1 Interruptor de doble tiro 87344 NEMA 12 3 x 150
- 1 Interruptor tipo pesado A 86355 NEMA 12 3 x 300
- 1 Interruptor tipo pesado H 86354 NEMA 12 3 x 150
- 1 Interruptor tipo Termomagnético A1E 3 x 100
- 1 Interruptor tipo pesado H86354 NEMA 12 3 x 200
- 1 Interruptor tipo navaja de 3 x 100
- 6 Interruptores tipo navaja de 3 x 60
- 4 Interruptores tipo navaja de 3 x 30
- 2 Interruptores tipo navaja de 2 x 30

- 1 Interruptor QO 12 trifásico.
- 1 Interruptor QO 8 2 fases 3 hilos
- 8 Interruptores QO-1 1 Fase 2 hilos.

## CONCLUSIONES.

ES ASI COMO JUGAMOS AL FINAL DE NUESTRO ESTUDIO Y-  
CONCLUIMOS CON LOS BENEFICIOS QUE SE LOGRAN GRACIAS AL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES -  
COMO SON LAS CAIDAS DE AGUA.

ES ASI QUE OBSERVAMOS QUE LA INVERSION HECHA EN LA PLANTA  
PIENATA ES REDUITIVA YA QUE EN SU COSTO ES UN 90% -  
MAS ECONOMICO QUE LA INTRODUCCION DE LA LINEA POR ME-  
DIO DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD-  
EN NUESTRO CASO ( C.F.E. ) Y EN ESTA FINCA EL COSTO -  
DE MANTENIMIENTO ES MUY BAJO SIENDO EL COSTO POR CAPTA-  
CION DE AGUA ES ENTRE UN 80-90 % MAS ECONOMICO QUE EL  
CONSUMO EN KWH QUE ESTARIAMOS LA C.F.E. PARA USO INDUSTRIAL  
Y AGRICOLA. LA PLANTA HIDROELECTRICA FUNCIONA LAS 24 HRS  
POR LO CUAL NO ES CONVENIENTE USAR CARBONCO COMBUSTIBLES  
EN UNA PLANTA YA QUE SUS PRECIOS ACTUALES Y SU GASTO  
ES SUFICIENTE ELEVADO ,EN COMPARACION ACTUALMENTE ES MAS  
ECONOMICO EL CONSUMO PAGADO A C.F.E. POR KWH QUE CONSUMO  
EN SIEMPRE EN UNA PLANTA DE GENERACION TANTO DE DIESEL CO-  
MO GASOLINA.

A SU VEZ SE HAN REDUCIDOS TIEMPOS DE TRABAJO DEBIDO A LA  
INTRODUCCION DE LA FUERZA ELECTRICA EN SUS MAQUINAS DE PROCE-  
SAMIENTO YA QUE LLEGAN A TENER UN TRABAJO MAS ESTANDARIZADO  
EN COMPARACION CON LAS TRANSMISIONES Y VOLTAJES, LAS POTENCIAS  
POR SER MAS Y SE APROVECHA MAS LAS VELOCIDADES DE ROTACION.

ES ASI COMO LOGRAMOS A CONSEGUIR LOS BENEFICIOS DE NUESTRO ESTUDIO Y LLEVAR ASI UNA COTA DE PROGRESO A UNA ZONA MARGINADA POR LOS SERVICIOS PUBLICOS A SU VEZ LA MODERNIZACION TAMPO EN EL CAMPO DE PROCESAMIENTO DEL GRANO CON LA INTRODUCCION DE EL DITO MAQUINARIO COMO EL C OMORES EN LAS OBTINAS Y VIVIENDAS .

QUESEMOS ASI ENCARADOS EN LA OBRA , AGRADECIMOS A TODAS LAS PERSONAS QUE NOS APOYARON EN SU DESARROLLO COMO EN LA CONSTRUCCION DE LA MISMA.



## B I B L I O G R A F I A

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Mecanica de Flúidos y maquinaria hidráulica.                    | CLAUDIO MATAIX                  |
| Manual práctico de instalaciones eléctricas.                    | H.P. RICHTER                    |
| Manual de Instalaciones eléctricas residenciales e industriales | ENRIQUEZ HARPER                 |
| Instalaciones eléctricas prácticas.                             | ING. DIEGO O. BECERRIL I.       |
| Apuntes de instalaciones eléctricas.                            | ING. JUAN M. SANCHEZ SOLER      |
| Instalaciones eléctricas para talleres de uso industrial.       | ING. FRANCISCO TOSCAÑO MARIANO. |

### MANUALES

- Square D. México, S. A.
- Comercial Eléctrica, S. A.
- Cuttler Hammer.
- Selmec Equipos Industriales, S.A.
- Siemens.
- Manual práctico de electricidad.