

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

**REHABILITACION Y NUEVOS PROYECTOS
ELECTRICOS DEL EX-COMPLEJO AGRO-INDUSTRIAL
NEPEÑA DESPUES DEL SISMO DE MAYO DE 1970**

TESIS DE GRADO

Para optar el Título de Ingeniero Mecánico y Electricista

Bachiller: Luis Milla Lostaunau

PROMOCION 1966

LIMA — PERU — 1971

A mi adorada Blanca . . .

por el cariño y admiración
que siento por ella, y por
la ayuda, aliento y dedica
ción que me ha brindado pa
ra la culminación de esta
TESIS.

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

En estos momentos en que el Perú atraviesa por una etapa de transformación en los Complejos Agro-industriales y del Agro - propiamente dicho, he creído conveniente aportar con un grano de arena en el proceso de Desarrollo Industrial, analizando, - observando y sugiriendo las creaciones de nuevas y mejores condiciones de trabajo dadas por el aporte técnico de la electricidad.

Para lograr mi objetivo trataré de difundir mis conocimientos recogidos por enseñanzas y experiencias en el campo real y técnico, esperando que en el futuro sirva de información para los nuevos profesionales que se dediquen a trabajar en la Industria Azucarera.

Esta industria es una de las que aporta un gran porcentaje de entrada de divisas al país, y a la vez da oportunidad a miles de trabajadores peruanos.

Hasta ahora se ha hablado mucho de las entradas que produce y de las grandes extensiones de terreno que utiliza, pero muy poco se ha tocado el punto de la inmensa cantidad de maquinarias y dispositivos automáticos que requiere para su procedimiento.

En esta pequeña obra no va a ser posible abarcar todos los campos que integran las diferentes piezas que mueven el mecanismo de esta industria, pero me sentiré satisfecho si logro hacer entender la explicación general del proceso productivo.

El aporte que yo deseo hacer es: sugerir y recomendar proyectos eléctricos futuros que, con buenos años de cosecha y utilidad puedan ser realizados y amortizados, dando como resultado un mejor rendimiento, facilidad de trabajo y superación cultural del Complejo, a la vez de un retorno a la inversión - a corto plazo

DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE AZUCAR.

A) División campo.-

El campo tiene como misión habilitar la materia prima necesaria para la molienda; en nuestro caso tiene aproximadamente 2,000 hectáreas cosechadas, las cuales dá un promedio de 200 mil Tns. de caña molida al año.

La cantidad de azúcar obtenida es de 20,000 Tns. al año.

Los ingenieros del campo cultivan una determinada cantidad de hectáreas en función de la cantidad de agua que disponen y después de dieciocho meses de maduración (punto ideal de maduración) comienza el corte.

Para el control ellos disponen de diagramas estadísticos según el cual disponen los campos aptos para ser cortado. El corte se efectúa a mano para no maltratar la planta.

Com maquinarias se van amontonando en un determinado lugar recogidos por una grúa tipo cangrejo y llenadas en camiones o trailers de 25 Tns. de capacidad neta.

Luego de ser llenado el trailer, estos son transportados a lo que nosotros llamamos Fábrica o Ingenio.

B) División Ingenio.-

En este lugar es donde se encuentra todo el Complejo de maquinarias, instalaciones eléctricas, controles de mando automáticos y remotos. Es aquí donde se efectúa la molienda de la caña hasta convertirla en azúcar.

El proceso de inicio se lleva a cabo de la siguiente forma: viene la caña del campo en trailers de 25 Tns. de capacidad neta, los cuales son vaciados o descargados en una mesa alimentadora; si hay demasiada carga esta es aliviada por intermedio de una grúa torre que tiene unos brazos a manera de cangrejo.

El exceso lo va amontonando hasta que sea necesario abastecer con caña.

De la mesa alimentadora pasa por un dispositivo llamado Cardin Drun, que tiene la propiedad de alimentar una caja receptora en forma uniforme.

Luego de ser acomodada, la caña es llevada a través de un elevador de caña hasta otra máquina llamada Sun Flower, la que tiene la propiedad de eliminar un poco de tierra a la vez que separa las piedras que hubiera en su contenido.

El dispositivo es un cilindro macizo y tiene también la propiedad de alimentar en forma uniforme otro transportador.

De allí pasa a través de un sistema de lavado de caña que le elimina parte de impureza y suciedad.

Una vez lavada la caña, continúa su recorrido y está lista para pasar a través de unos machetes, que es un eje con una serie de cuchillos en su periferie y se encarga de destrozarla caña.

Continuando su recorrido, la caña es llevada por un conductor de caña que tiene una inclinación de 15° a 22° , la que es recibida en la parte final de su caída por unos martillos que tienen la propiedad de desfibrar la caña destrozada.

Todo lo descrito hasta este momento, corresponde al trabajo de la sección descarga de caña. Después de ser desmenuzado, pasa a otra sección llamada trapiche.

En el trapiche se encuentran los molinos: primero se acomoda el colchón de caña triturada por medio de un crusher que son dos rodillos cilíndricos de hierro macizo.

Continúa su recorrido y pasa por un primer, segundo, tercer y cuarto molino, los que están constituidos por tres rodi

llos que se encargan de presionar (a unos 100 o 110 Kg/cm²) y conducir el colchón de fibra.

El primer molino saca una cantidad de jugo; el segundo saca otra, y así sucesivamente hasta el tercer molino; antes de pasar al cuarto se le agrega agua para poder diluir parte del azúcar que todavía queda en su materia íntima, quedando de esta manera el máximo jugo extraído; los desechos que quedan se llaman bagazo, los que son utilizados como combustible para la producción de energía eléctrica y vapor.

Todo el jugo extraído es recogido en un recipiente y es llevado a otra sección llamada Fábrica.

El jugo así obtenido es bombeado y calentado por intermedio del vapor obtenido de los pre-evaporados hasta 44°C.; de allí pasa a una balanza donde el jugo es pesado. Después de ser pesado pasa a un recipiente donde el jugo es mezclado con cal, para evitar la inversión y de la sacarosa en glucosa y a la vez que le sirve para ayudarlo en la clarificación.

De allí el jugo es llevado hasta un pre-calentador, donde el jugo es calentado hasta los 100°C.; y ayuda de esta manera a precipitar las impurezas que lleva en su materia íntima.

Después es enviado a un tanque llamado clarificador. El jugo en este lugar es separado de las impurezas por acción del orden de densidades; el jugo clarificado queda en la parte superior y las impurezas quedan en la parte inferior del recipiente por tener mayor densidad.

Las impurezas recogidas tienen un porcentaje de sacarosa; a este jugo con impurezas se le agrega un poco de bagacillo y se envía a la que llama Filtros Oliver. Este aparato tiene la propiedad de extraer todo el jugo que queda; el resto que es una especie de barro, es enviado a la acequia; se le denomina torta o cachaza.

El jugo obtenido es enviado nuevamente al tanque de jugo en calado.

El jugo clarificado obtenido, tiene todavía gran cantidad de agua; por tal motivo el jugo es calentado en unos recipientes haciéndolos perder agua en forma escalonada, es decir en forma progresiva pasando por cuatro tanques diferentes o temperaturas variables.

Al efectuarse esta operación, el jugo que queda se llama jarabe, el que nuevamente es enviado a otros tanques llamados VACUM PANS o tachos en la que se realiza la máxima etapa de saturación del jugo; de esta manera comienza a formarse los cristales de azúcar.

Los cristales así formados, cuando están calientes, son pequeños y van unidos a lo que se llama miel. Para tratar de agrandar los granos es necesario enfriarlos; esto se efectúa en los cristalizadores que son unos tanques con grandes espirales a manera de gusano sin fin, que va moviendo la masa en forma lenta, hasta que el grano adquiriera su verdadero tamaño.

La última fase corresponde al centrifugado de la masa, que consiste en vaciar la masa a una olla con capacidad de 9 ft^3 , la cual gira desde 24, 520, 800 y 1,200 RPM. Al centrifugarse, la miel sale por la malla en forma tangencial y el azúcar queda en el centro.

De esta manera los granos de azúcar caen a un transportador hasta una tolva; de la tolva es llenado en los sacos para ser vendido en el interior del país ó en su defecto, es guardado en las bodegas para su exportación.

Hasta estos momentos hemos hablado del proceso de producción; ahora vamos a hablar de la forma cómo se produce la energía para mover todas las maquinarias.

Para producir vapor, se utiliza el bagazo combustible por -

intermedio de dos calderos, uno de 150 lbs. de presión y otro de 600 lbs; la producción de vapor es de 65,000 lbs. por hora en el primero, y 90,000 en el segundo.

En la actualidad existe uno que está en construcción y va a tener una presión de 650 lbs., con una producción de 110 mil libras por hora.

El vapor producido sirve para mover un turbo generador que proporciona 3,750 KVA. de potencia en energía eléctrica, a la vez que sirven para mover turbinas y eliminar agua al jugo - por intermedio de los evaporadores Vacum Panes etc.

Existen también tres grupos auxiliares de 150, 150 y 350 KW que se utilizan en épocas de parada y fines de semana; éstos sí utilizan petróleo como combustible.

Además como elemento de mantenimiento e instalación, existe un taller de Maestranza que se encarga del reparado y construcción de piezas mecánicas.

El taller eléctrico se encarga del mantenimiento e instalación de todo lo referente a la electricidad en la Hacienda; por último hay un servicentro y garage que se encarga del mantenimiento de las maquinarias pesadas de campo.

Todo esto apoyado por un almacén de repuestos que habilita los repuestos necesarios para las reparaciones.

DIAGRAMA DE CARGAS

	<u>ANUAL</u>			<u>SEMANAL</u>	
Enero	141.42	KW	Lunes	1,610.80	
Febrero	1,196.00	"	Martes	1,390.00	
Marzo	1,462.80	"	Miercoles	1,618.00	
Abril	1,384.00	"	Jueves	1,654.00	
Mayo	194.00	"	Viernes	1,499.60	
Junio	250.50	"	Sábado	1,115.20	
Julio	1,659.00	"	Domingo	1,008.80	
Agosto	1,600.80	"			
Setiembre	- - - - -	-			
Octubre	1,560.00	"			
Noviembre	1,635.20	"			
Diciembre	1,682.00	"			

	<u>MENSUAL</u>			<u>DIARIO</u>	
1.-	1,623	KW	7 a.m.	1,432.14	
2.-	1,635	"	8 "	1,438.62	
3.-	1,530	"	9 "	1,469.31	
4.-	1,617	"	10 "	1,518.28	
5.-	1,219	"	11 "	1,455.17	
6.-	867	"	12 "	1,414.83	
7.-	904	"	13 p.m.	1,369.33	
8.-	1,552	"	14 "	1,356.00	
9.-	1,600	"	15 "	1,377.67	
10.-	1,501	"	16 "	1,379.33	
11.-	1,589	"	17 "	1,413.67	
12.-	1,194	"	18 "	1,382.00	
13.-	913	"	19 "	1,471.00	
14.-	885	"	20 "	1,431.00	
15.-	1,602	"	21 "	1,436.67	
16.-	1,608	"	22 "	1,403.67	
17.-	1,538	"	23 "	1,355.67	
18.-	1,629	"	24 "	1,357.00	
19.-	1,660	"	1 a.m.	1,353.67	
20.-	1,126.	"	2 "	1,346.00	
21.-	875	"	3 "	1,339.33	
22.-	1,524	"	4 "	1,314.33	
23.-	1,502	"	5 "	1,362.41	
24.-	1,608	"	6 "	1,387.93	
25.-	1,592	"			
26.-	1,631	"			
27.-	1,112	"			
28.-	915	"			
29.-	1,540	"			
30.-	1,629	"			

(Diagrama la Fig. No 1,2,3,4)

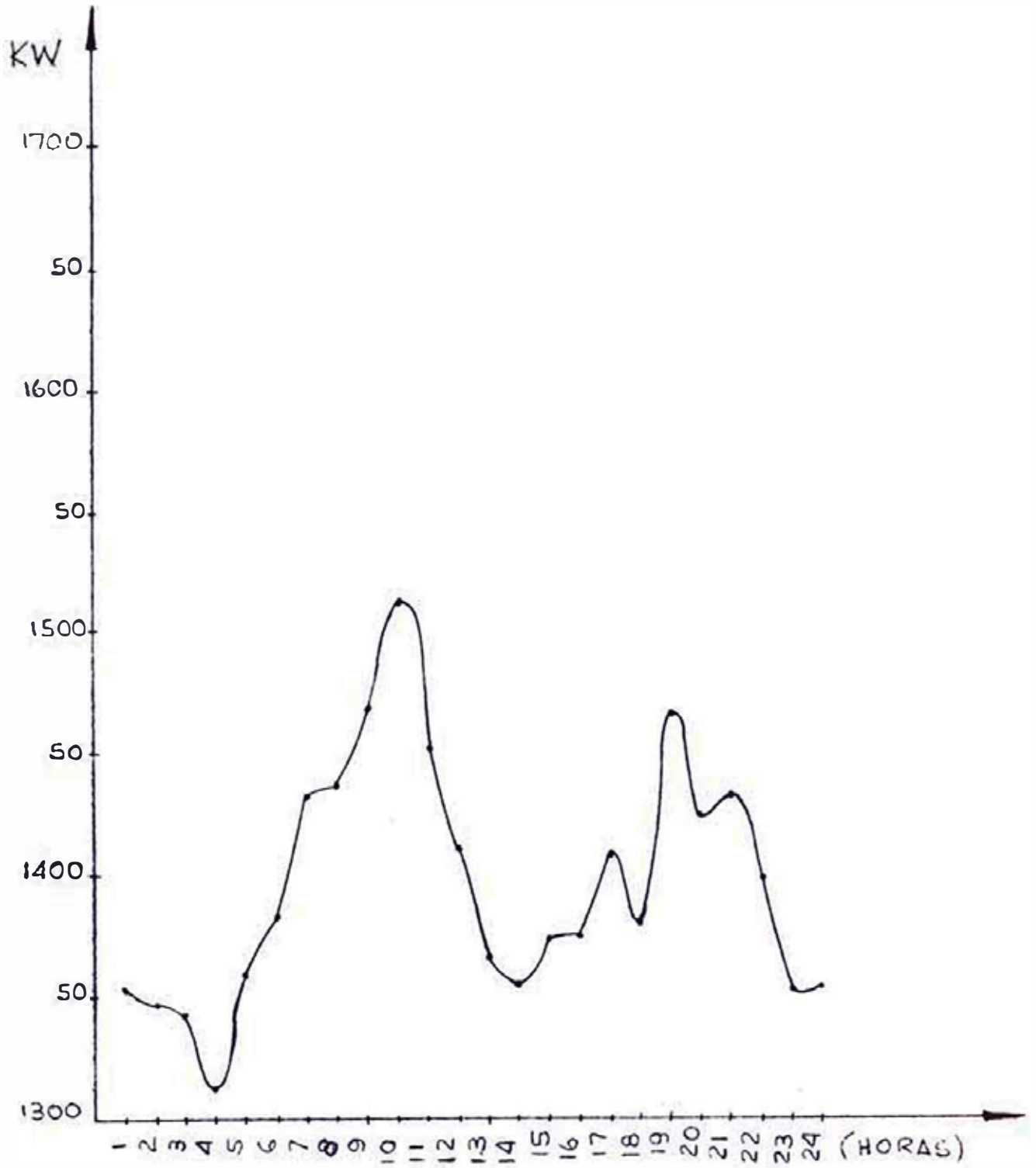


DIAGRAMA DE CARGA DIARIO
1969

Fig. N° 1

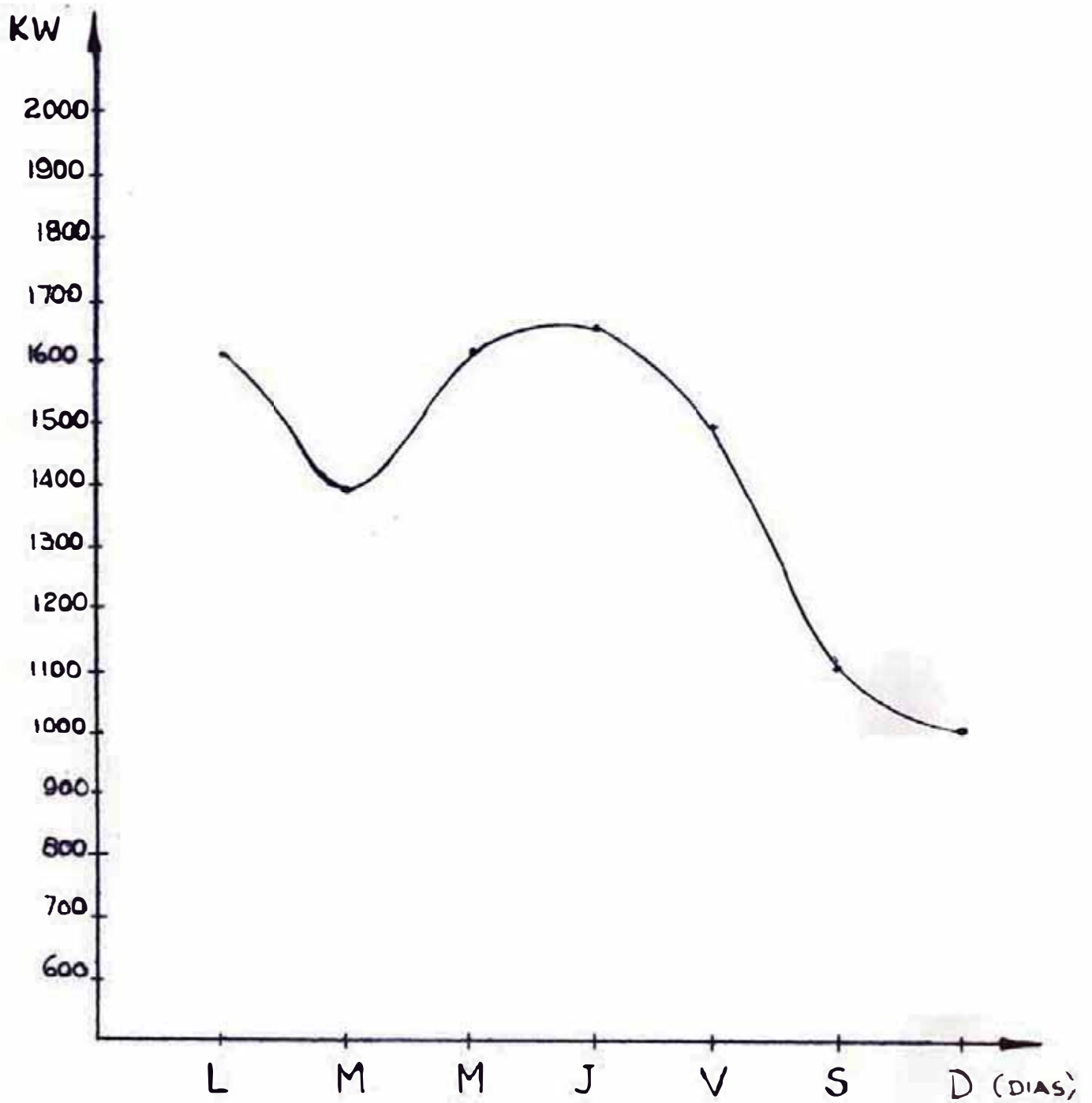


DIAGRAMA DE CARGA
SEMANAL, MES DE DICIEMBRE
1969

Fig N: 4

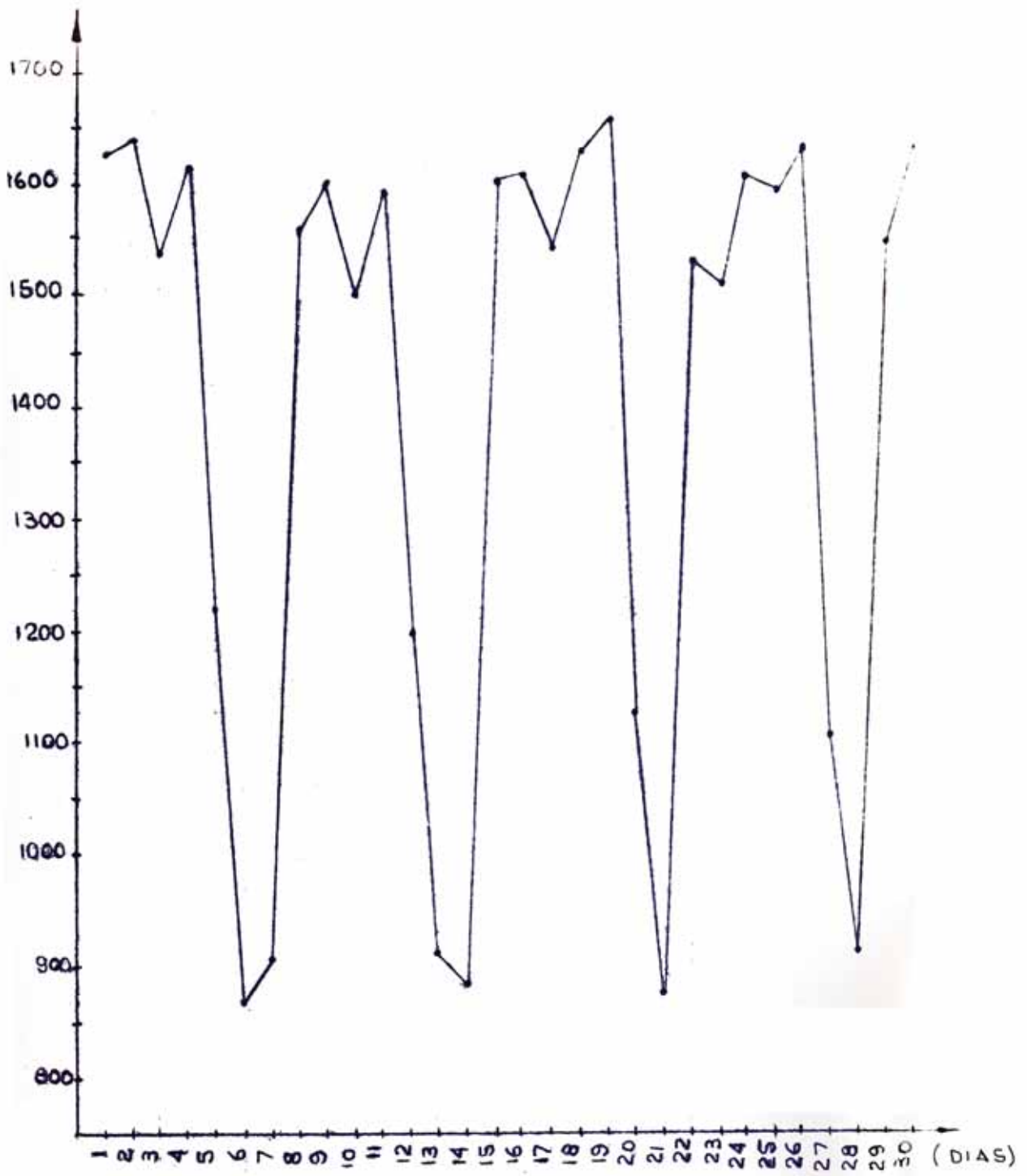
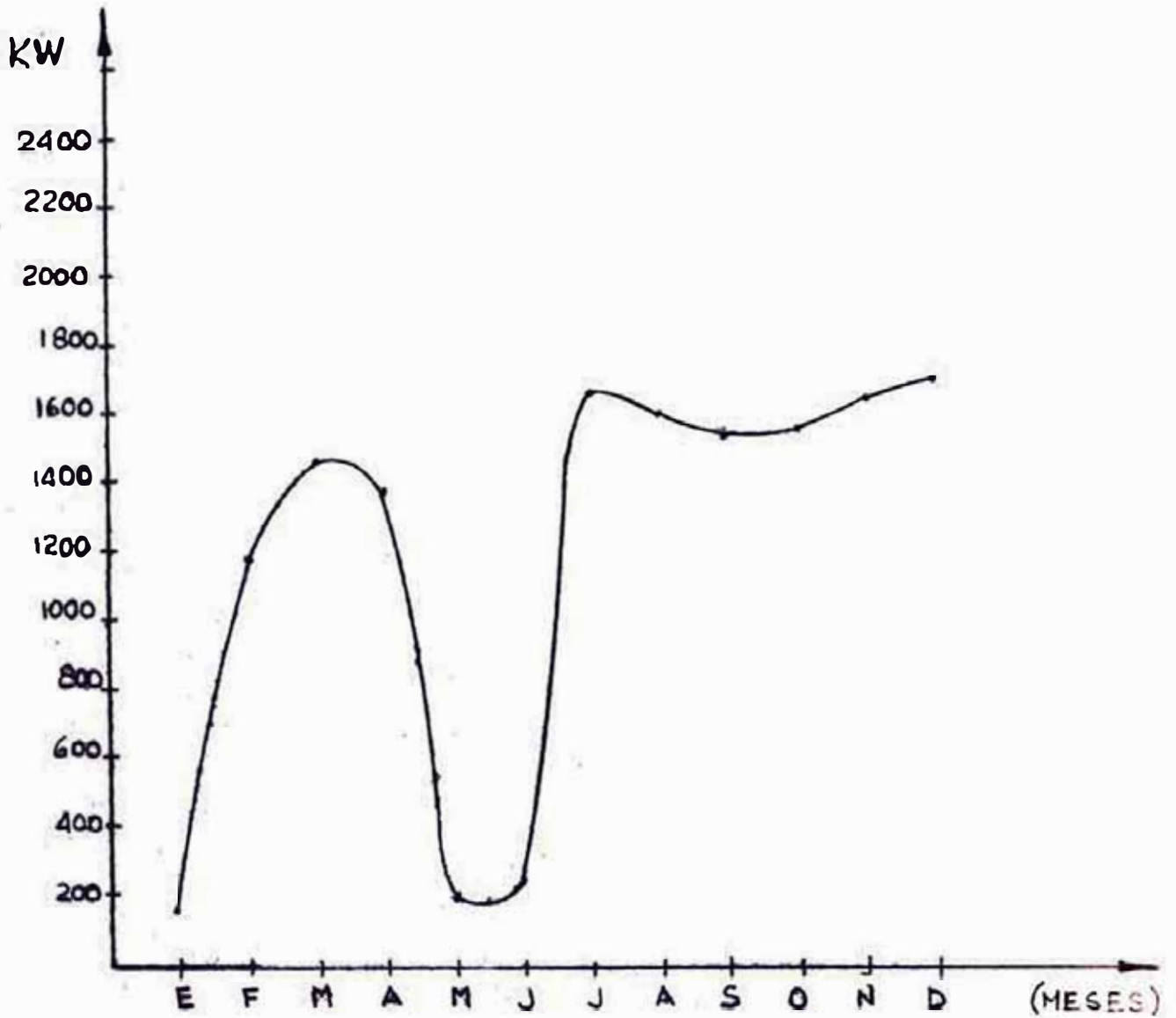


DIAGRAMA DE CARGA MENSUAL
1969

Fig N° 3

DIAGRAMA DE CARGA ANUAL 1969



FigN 4

I.- ANALISIS DE LA SITUACION AL PRIMERO DE JUNIO

1. Después del cataclismo del 31 de Mayo, he creído conveniente publicar la tarea titánica y el esfuerzo sobrehumano realizado por el personal técnico y obrero para poner nuevamente en marcha el Complejo Agro-industrial.

Sin desmayar un solo instante, se emprendió la tarea en forma estoica y resignada de reconstruir todas las partes destruidas por la furia sísmica.

En la misión se utilizó todos los medios y recursos al alcance de la mano, con el fin de satisfacer las necesidades instantáneas de vital importancia para la supervivencia y levantamiento de la moral del pueblo frente a tan terrible tragedia.

Para ello se procedió a verificar la situación en que había quedado la Fábrica y los elementos disponibles que se encontraban más o menos en estado satisfactorio.

Para la toma de decisiones fue necesario hacer un balance de alternativas con el fin de solucionar los problemas de necesidad inmediata.

Al lograr la primera fase, se comenzó a hacer el estudio en forma técnica de la reubicación y corrección de los circuitos y sistemas eléctricos, aprovechando la gran ayuda brindada por otros Complejos Agro-Industriales, ya que en otras fechas no se pudo hacer por falta de tiempo y de personal técnico adecuado.

Por último trataré de dar conclusiones y recomendaciones necesarias para el buen funcionamiento de lo que a mi parecer considero conveniente. Si logro mi objetivo me sentiré satisfecho de dar a conocer las diferentes fases por las que pasa la tan hoy día comentada REFORMA AGRARIA y sus diversos dispositivos que utiliza en la consecución de sus fines.

Para la tarea se fijó una fecha determinada que, a mi parecer fue algo alentadora pero con el transcurso del trabajo se encontró con una serie de inconvenientes no previstos que fueron alargando cada vez más el tiempo previsto. Se calculó poner en funcionamiento la Fábrica el 45 días.

2. Cuando secedió el terremoto, yo me encontraba en camino hacia el Complejo; cuando llegué encontré que todo era desolación, tristeza y muerte . . . La población había quedado totalmente destruida.

Los principales problemas que acaecía la población era la falta de agua, alumbrado público, viviendas y abrigo.

Se hace notar que el Complejo genera su propia energía usando el bagazo como combustible; mediante ello se genera corriente, cuyo fin es mover los pozos de agua accionados por motores eléctricos, lo mismo que el alumbrado público.

Gran parte de los postes se encontraban en buen estado, no obstante las líneas se rompieron por el esfuerzo a que estuvieron sometidos los cables.

En el campo algunas líneas de alimentación a los pozos se habían roto, esto se hace en alta tensión; además algunos centros de transformación sufrieron roturas y caída de transformadores.

No se podía verificar la situación de los pozos porque no teníamos energía; solo se podía diagnosticar lo que a simple vista se veía. Algunos se probaron manualmente encontrándose trabados.

3. I N G E N I O

Sección planta de lavado y descarga de caña.

Comenzando el recorrido en la sección descarga de caña, noté aparentemente que la grúa torre no tenía desperfectos eléc-

tricos; ella está constituida por un motor de 40 HP para levantamiento de carga y uno de 5 HP para el desplazamiento horizontal del carro.

Luego pasé por la Planta de Lavado y comprobé que el tablero de alimentación de los motores de esta sección se habían caído por la fuerza del movimiento sísmico, habiendo sufrido igualmente todo el sistema de alumbrado.

Los motores de la descarga de caña no sufrieron mayormente.

4. T R A P I C H E

En el trapiche pude notar de primera intención, todo el alumbrado destruido; las bases de los molinos se notaban rajados y la línea de los motores tenía ciertas roturas y cruces entre fases.

5. C A L D E R A 150 LBS

Las columnas de soporte de la caldera que es a base de tubos se encontraban en el aire ya que todas las bases se habían destruido.

6. C A L D E R A 600 LBS

En esta caldera no hubo mucho daño en la parte eléctrica, sólo el alumbrado sufrió los efectos del movimiento.

7. C A L D E R A F O S T E R W. H E L E R

Este es un caldero de 110,000 Lbs/hora y se encuentra actualmente en construcción; el 70% está casi construido. Por su estructura maciza no ha sufrido mayores consecuencias.

8. P L A N T A D E T R A T A M I E N T O

Todas las instalaciones en este lugar quedaron totalmente -

destruidas; los tubos se cayeron, las tuberías reventaron y los tanques por tener las bases muy débiles se voltearon. La instalación eléctrica de los motores, botoneras y controles, quedaron totalmente desechos.

La caldera que es parte anexa a la sección, quedó totalmente destruido, comenzando desde sus tanques agitadores hasta la base, instalaciones y reductores.

9. F A B R I C A

Desde el punto de vista de las bases de los motores existentes, no pasó absolutamente nada; pero es de notar que los tableros con sus llaves de protección, arrancadores e instalaciones de alimentación quedaron prácticamente anulados; en ella estaba incluida la alimentación del alumbrado.

Otro de los lugares muy averiados, fueron los tableros de la centrífuga; dos grandes paredes de ladrillo de cemento fueron los causantes de este daño.

Todo el alumbrado sufrió desperfectos.

Los soportes de la línea de alimentación al tablero centrífuga se cayeron, lo mismo que sus paredes. En la bodega de azúcar las columnas y las paredes de sostén cayeron al centro del edificio.

Frente a la fábrica se encontraba el edificio que quedó destruido por la falta de sostén de los alambres. Las paredes aplastaron los toneles de fermentación de alcohol.

Las oficinas que estaban dentro del área de fábrica, también se destruyeron, especialmente el laboratorio de fábrica.

Muchas tuberías de agua y de vapor, reventaron por la tensión a que estuvieron sometidas, lo mismo que el clasificador que sufrió roturas de tuberías y parte de su base fue desprendi

da quedando por tal motivo desniveladas, Las bases de los evaporadores también tuvieron ciertos desperfectos.

10. P L A N T A D E F U E R Z A

Dicha planta está constituida por un turbo generador de 3,750 KVA, en un factor de potencia 0.8 y 4,160 voltios, para las épocas de molienda y cuatro grupos diesel de 175, 1³0, 150 y 350 KW, los cuales se usaban los días sábados y domingos.

En esta planta los efectos del sismo fueron devastadores; - todo el tablero de los grupos auxiliares diesel se corrieron, y muchos cables se rompieron por efecto de la tensión y presión sufrida, especialmente los cables alimentadores de los instrumentos.

Hago notar antes de seguir adelante que, el grupo diesel - de 175 KW. estaba desarmado; el generador y motor se encontraban en reparación; hacía un año que no trabajaban.

El turbo generador fue uno de los que más sufrió las consecuencias, ya que toda su cimentación se hundió por efecto del movimiento de las ondas sísmicas. Anteriormente esto se encontraba desnivelada por la débil resistencia del terreno; con el sismo el desplazamiento fue mayor, a tal extremo que el rotor de polos salientes se sentó sobre el estator.

Las barras y el tablero en sí, se desplazaron de su sitio; algunos cables de las líneas de control de temperatura y tacómetro quedaron rotos por la acción de la tracción a que estuvieron sometidas.

T A L L E R E S

11. MAESTRANZA

Este taller quedó totalmente destruido al caerse las paredes y el techo, afectando por ende algunas máquinas.

Todas las máquinas herramientas, antes del terremoto eran movidas por un eje principal, haciendo girar las diferentes máquinas por medio de poleas reductoras. El motor principal era de 60 HP de potencia.

12. TALLER ELECTRICO

El taller eléctrico quedó totalmente destruido, dejando algunos cajones de herramientas más o menos en buen estado. Este taller era pequeño pero servía para realizar trabajos de reparación y mantenimiento.

13. GARAGE

Esta sección también fue destruida las tres cuartas partes, especialmente sus oficinas y almacenes de herramientas.

La parte eléctrica estaba alimentada por un tablero desde la planta; todo esto se destruyó y desapareció.

II. DISEÑO DE UN SISTEMA DE EMERGENCIA

La primera tentativa de reconstrucción comenzó con la instalación del alumbrado provisional, porque al día siguiente después del sismo era imposible pensar en arrancar algún grupo Diesel porque todas las tuberías de alimentación de combustible estaban rotas; no contábamos con ninguna ayuda del personal de turno por cuanto todos se encontraban en la tarea de recuperación de elementos necesarios para poder sobrevivir.

No se podía pedir mucho y uno de mis colegas pensó arrancar una grúa mecánica para poder encender por lo menos tres fluorescentes y mediante este estímulo levantar el ánimo de la gente, y con ayuda de posibles colaboradores improvisar una pequeña oficina de ayuda inmediata.

Se inició la búsqueda y se consiguió una grúa intacta pero le faltaba la faja al generador de corriente. Buscamos al moto

rista en medio de la confusión y desmoralización, lo mismo que al almacenero el cual nos proporcionó el material que necesitábamos. El almacén sufrió leves consecuencias, pero cabe aclarar que estos dos colaboradores tuvieron que sacrificar su precioso tiempo en aras del bien colectivo.

Regresando de las diligencias y conformándonos con esta ínfima ayuda, un señor accionista de un cine hizo mención que tenía un generador pero que estaba enterrado; me interesó la noticia e inmediatamente fuimos en su busca. Para ello tuvimos que remover todos los adobes; la recompensa fue encontrar el generador intacto. El grupo era de 3 KW; con mucha alegría les dije que era suficiente para iluminar una avenida principal.

Busqué a tres electricistas por todo San Jacinto los cuales se encargaron de eliminar las líneas que corrían peligro de producir cortocircuito por haberse roto o caído.

Con los 3 KW, pude alimentar 25 lámparas de 100 vatios; los coloqué en forma alternada para dar la sensación de que el alumbrado se había restablecido. La grúa nos sirvió de escalera.

Los 3 KW de potencia podía ser utilizado en 30 lámparas, pero para evitar que se sobrecalentara el grupo optamos por lo mencionado.

Comprometí a tres electricistas para alimentar con combustible cada tres horas (esto lo hicieron por turno), pero para ello tuve que exhortarlos a que aceptaran dicha tarea.

El siguiente paso fue la de poner en funcionamiento un pozo cercano a la población; no se podía con el tablero existente en la Casa de Fuerza, porque las líneas de salida de alta tensión del transformador correspondientes a las líneas de transmisión estaban rotas.

El siguiente paso fue ir a la Planta de Fuerza y observar -

en que estado se encontraban los grupos electrógenos.

Toda la tubería de alimentación de combustible se encontraba rota, por tanto tuvimos que taponear dos ramales con pequeños tacos de madera. Luego se presentaron otras fugas que los fuimos solucionando poco a poco.

Con la ayuda que recibimos de otros complejos, pudimos encender los tableros de los grupos de reserva y el del tubo - generador.

De primera intención no era posible enviar corriente por ninguno de los tableros, porque aún no se habían revisado. La solución inmediata fue enviar corriente directa de 440 voltios, utilizando solamente la llave de control y desconectándolo de las barras.

El fin era alimentar todas las sub-estaciones de alumbrado que abastece en el primario con 440 y la salida 220 voltios; antes de llevar a cabo dicha finalidad, mandé revisar todas las líneas de alumbrado público y líneas de carga, a fin de evitar cualquier percance. Todo lo previsto dió resultado

Enviamos corriente directa a las líneas de alta tensión pasando por fusibles de 13,000 voltios; contaba en ese entonces con la colaboración de un representante de la Secretaría Ejecutiva del departamento de supervigilancia. Al hacer la prueba comprobamos que la instalación había sido mal hecha, ya que no debía pasar la línea a través del fusible, obstáculo por el cual no llegaba corriente; la solución inmediata fue la de puentear a la salida y a la llegada al transformador cerca del motor. Todo esto se llevó a efecto, sólo faltaba tensión para dar energía a la bobina; esto lo hicimos con la mano y dió el resultado esperado.

CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION EN LA LINEA

Tensión de salida: 470 voltios
 Sección del alambre: 4 AWG (21.2 m m²), R= 0.832 r/Km
 Separación entre conductores: 1.00 m.
 Potencia de carga: 40 HP= 29.8 KW; Cos ϕ = 0.8 (inductivo)
 Longitud: 1,350 mts.
 D 7 100 Gm
 R.= 2.6 m m= 0.26 cm.

Resistencia por fase:

$$\text{Reactancia } X \quad R = 0.832 \text{ r/Km} \times 1,350 \text{ Km} = 1.125$$

$$L = 10^{-7} \left(2 \frac{I_m}{L_m} \frac{D}{r_o} + 0.5 \right) \text{ H/m}$$

$$L = 10^{-7} \left(21 \text{ n} \frac{100}{0.26} + 0.5 \right) =$$

$$L = 10^{-7} (2 \times 5.95 + 0.5) = 10^{-7} (11.9 + 0.5) =$$

$$10^{-7} (12.4)$$

$$L = 1.24 \times 10^{-6}$$

$$X = WL = 377 \times 10^{-6} \times 1.24 = 467.5 \times 10^{-6} =$$

$$0.63 \text{ r/fase}$$

$$I = \frac{29,300}{1.73 \times 470 \times 0.8} = 46.0$$

CAIDA DE TENSION:

$$\Delta V = \sqrt{3} (RI \cos. \phi + RI \text{ Sen. } \phi)$$

$$RI \cos. \phi = 1.125 \times 46 \times 0.8 = 41.4 \text{ voltios}$$

$$RI \text{ Sen. } \phi = 0.63 \times 46 \times 0.6 = \underline{17.3 \text{ Volt.}}$$

$$58.7 \text{ " "}$$

$$AV = \sqrt{3} \times 58.7 = 101.5 \text{ Voltios}$$

$$\text{Tensión de llegada} \quad 470 - 101.5 = 368.5 \text{ Voltios}$$

Terminando los primeros pasos de auxilio. inmediato, se procedió a la revisión general del Ingenio; al hacerlo se pudo notar que la parte eléctrica era una de las mas afectadas. Para ello se muestra el plano general de la Fábrica y la ubicación de los paneles.

Se procedió a la selección de los lugares más afectados; estos fueron el tablero PD 12, PD 5 (A,B,C) PD 13, PD 4, o tablero de centrífuga y uno de los que se cayó el de la planta de lavado. (Fig.5)

El turbo generador cuya base se hundió y todos los tableros de los grupos de reserva y casa de fuerza principal.

Debo hacer notar que, antes del sismo la mayor parte de los interruptores de control y protección de los motores no estaban en capacidad adecuada, ni los fusibles con la protección necesaria, amén de la serie de modificaciones que tuvo que hacerse por no tener el calibre en su sección correspondiente; - antes no pudo hacerse por tener poco tiempo de trabajo y poco personal capacitado. No obstante todos estos obstáculos, antes del terremoto realicé el cambio y alineamiento de todos los tableros de control del caldero 600 Lbs. (controles eléctricos, electrónicos y mecánicos).

Mientras se hacían los trabajos de limpieza y recuperación de los materiales en los lugares antes mencionados, comencé la tarea de levantar todo lo que era posible; dentro de ello se encontraba el tablero de Planta de lavado, Como todo el sistema de control y de mando de los motores eran de tipo Europeo, designé a un grupo de electricistas de los Complejos que habían enviado ayuda; en este caso fueron los de Casa Grande y para los del tipo americano los de Cartavio.

Dos días después del terremoto llegaron al rededor de cinco hombres de Cayaltí y dentro de ellos diez electricistas a los que designé la tarea de levantar los transformadores de 1,000 KVA de la Planta de Fuerza y el alineamiento de los tableros de la casa de Fuerza y Planta Diesel.

Los grupos de Casagrande fueron rotando cada semana y a los primeros le tocó la misión de enderezar y soldar los tableros de la Planta de Lavado, del tablero PD 13 y además enderezar y alinear el transformador No 3.

Los de Cartavio se encargaron de revisar, enderezar, reinstalar y reconstruir el plano de tablero PD 4, PD 11, PD 12 y n° 5 (a,b,c).

Para la planificación mostraré el plano adjunto a los paneles de distribución, cuyos cambios se hicieron basándose en las normas adecuadas para dicho efecto. Para los cálculos necesarios se tomó el sistema americano. (Fig 6)

La tensión generalizada en las líneas de fuerza es de 440 - voltios.

El siguiente cuadro se tomó como patrón:

HP	AMPS	MAX NEX FUSE	FUS.CLF O RENOVABLE	TIPO R ALAMBRE	CONDUIT PARA 3 C
1	1.3	15	6	14	1/2
2	3.3	15	10	14	1/2
3	4.5	15	15	14	1/2
5	7.5	25	20	14	1/2
7 1/2	11	35	30	14	1/2
10	14	45	40	12	1/2
15	20	60	60	10	1/2
20	26	80	60	8	3/4
25	32	100	30	8	3/4
30	39	125	100	6	3/4
40	52	175	150	4	1
50	63	200	150	2	1 1/4
60	75	225	200	2	1 1/4
75	93	300	350	1/0	1 1/4
100	123	400	400	3/0	2
125	155	500	500	4/0	2
150	180	600	600	300 MCM	2 1/2
200	240	---	---	500 MCM	2 1/2
					3

CHEQUEO DE AISLAMIENTO DE LAS MAQUINAS ELECTRICAS

Paralelamente a los trabajos de reconstrucción e instalación de tableros, se efectuó las pruebas de aislamiento; para tal efecto se distribuyó la fábrica en diversos sectores y a base de esa división se comenzó a hacer las pruebas.

Se eligió en primer término las máquinas principales y si se encontraban en mal estado como por ejemplo bajos de aislamiento o con las bobinas cruzadas, se le hacía el secado correspondiente lo mismo que la limpieza y el barnizado.

Al resto de motores de menor envergadura, se le hacía una marca con la resistencia de aislamiento para que después otro grupo le hiciese la reparación necesaria.

Además de todas las pruebas se chequeaba el aislamiento de las líneas, los arrancadores, las bobinas y los botones de mando; controles por controles.

Luego nos concentramos en la prueba de aislamiento del aceite de los transformadores; para ello fue necesario solicitar a otro complejo un probador.

Las pruebas arrojaron lo siguiente: (para dos análisis)

T 1: La primera prueba 22 KV de tensión de ruptura
La segunda prueba 20 KV " " " " " "

T 2: La primera prueba 22 KV de tensión de ruptura
La segunda prueba 20 KV " " " " " "

T 3: La primera prueba 22 KV de tensión de ruptura
La segunda prueba 20 KV " " " " " "

T 4: Transformador de alta tensión 13,800/480 Volts.
La primera prueba 20 KV de tensión de ruptura
La segunda prueba 18 KV de tensión de ruptura

Según las normas son aceptables hasta con 18 KV de tensión de ruptura.

Características de los transformadores.-

T 1 = T 2 = T 3

General Electric

3 Fases - 60 ciclos

Razón de voltajes 4160 - 480/277 corrección en bajo voltaje 480/277 1203 Amp

Potencia KVA: 1,000

Tensión de corto-circuito: 7.18
en porcentaje

Transformador Canepa Tabini.-

Potencia KVA: 1,500

No de serie: 1169.4

Método de enfriamiento: ON/AN

Número de fases en el primario y secundario: 3

Tensión nominal: 13,800/4160 volts.

Corriente normal: 62.7/208 amp.

Conexiones /

Grupo de conexión: Y D S

Tensión de corto circuito a 75°C: 4.2%

Frecuencia: 60 ciclos

III.- PROGRAMA DEL SISTEMA ELECTRICO DE SAN JACINTO

Antes de continuar trataré de hacer una descripción y expondré los métodos aplicados en la solución de los problemas.

- a) Generalidades
- b) Líneas aéreas
- c) Líneas subterráneas
- d) Cálculo de conductores
- e) Protección de redes
- f) Sub-estaciones
- g) Regulación de tensión

- h) Iluminación de la Zona Industrial y calles
- l) Generación y suministro al área industrial, población y campo.

a) Generalidades.-

En el Complejo, la tensión de distribución secundario es de 440 voltios trifásica para el área industrial; 220 voltios trifásica para la población, y 13,800 para las líneas de transmisión pozos. La tensión de generación es de 1,160 voltios.

Para la distribución en la población, se hizo en forma aérea por motivos económicos ya que no interesaba mucho el aspecto estético y además tenía la ventaja de llevar mayor densidad de corriente que las subterráneas.

No nos interesaba los factores legales, ni los factores subjetivos o estéticos por generar su propia energía; vuelvo a repetir nuevamente que no nos interesaba mucho el aspecto estético.

En un determinado momento la demanda máxima llegó hasta 1,900 KW.

La carga conectada es de 3459 HP en el Ingenio y población.

El campo tiene una potencia instalada de 23 pozos de 1135 HP.

5 x 30	= 150
9 x 40	= 360
3 x 50	= 150
4 x 60	= 240
1 x 85	= 85
1 x 150	= 150

T. 23 pozos 1,135 HP

Dando un total: 34.59 + 1135 = 4594 HP = 3422.53 KW

$$\text{Factor de demanda} = \frac{\text{demanda máxima}}{\text{carga conectada}} = \frac{\quad}{3422.53}$$

Debe ser 0.6 (torre industrial)

$$\text{Factor de simultaneidad} = \frac{\text{demanda máxima}}{\text{E}_{\text{max. demanda individual}}}$$

Para el caso de distribución en la población: 0.5

El factor de carga debe ser 100% para zonas industriales

$$\text{F.C.} = \frac{\text{carga promedio}}{\text{max. demanda}}$$

Debo aclarar que nosotros generamos nuestra energía propia por tanto en nuestro caso no se aplica la ley de industria eléctrica, no obstante aportamos datos estadísticos al Ministerio de Energía y Minas.

b) Líneas aéreas

Dentro del marco de la ley, nosotros estamos bien por cuanto dentro de la ciudad no hay líneas de mas de 6 KV.

Clasificación:

1. Conductores
2. Soportes
3. Aisladores
4. Artefactos y alumbrado

1. Conductores: Usamos conductores de cobre aislados y desnudos en la distribución y en líneas de transmisión. Estos pueden ser sólidos o cableados.

La altura sobre el piso de los conductores en líneas de transmisión es de 11.40; según normas deberían ser 7 m., pero adoptaron esta altura sin un carácter técnico, según dicen hicieron así para evitar que se caliente cuando se quema caña en el campo.

Las líneas de distribución a población, tienen una altura - alrededor de 7 m.

La separación entre conductores en baja tensión es de: 0.5 mts. y en alta tensión es de 1 m.

Para las líneas telefónicas internas se usa alambre galvanizado de 1/8; nosotros usamos por norma la clase B y C en el cálculo de conductores.

2. Soportes: Usamos espigas y herrajes; pueden soportar - hasta 20 Kg de desequilibrio en la sección del conductor.

Crucetas: Utilizamos ángulos, pedazos de rieles y en - algunos casos madera. El coeficiente de seguridad es de 2.

3. Aisladores: El tipo de aislador es el de porcelana moldeada en seco ya que ofrece mejores características y mejor - esfuerzo a la tracción o cualquier tensión y al impacto.

Los tipos de aisladores mas usados por nosotros son los rígidos tipo Pin y carrete compuesto de un solo elemento, y en algunos casos los de tracción por cambios de dirección

Las líneas de fuga para caso de aisladores de alta tensión - es de 41 cm. que está dentro de lo permitido, o sea tres veces la tensión KV.

$$3 \times 13.8 \text{ KV} = 41.4 \text{ cm.}$$

Especificación del aislador: se especifica por:

a) tensión de perforación

- b) tensión disruptiva
- c) longitud de línea de fuga
- d) longitud de su línea de formación de arco en seco.
- e) línea de formación de arco bajo lluvia
- f) tensión mecánica que debe soportar el aislador.

Apoyos: entre los apoyos usados tenemos:

- a) postes de fierro y de madera
- b) estructuras metálicas (torres)
- c) palomillas

Postes: Considerando las bases para elegir un poste:

- a) necesidad del espacio requerido por aislador, conductores y transformadores
- b) distancia del transformador sobre el suelo
- c) flecha de los conductores en condición mas desfavorable
- d) profundidad del empotramiento

El material usado para los postes es la madera pero en poca escala ya que por economía usamos el fierro, pero a fin de evitar su corrosión se le pinta con anticorrosivos.

Las fuerzas que actúan en un poste cualquiera son:

- a) Fuerzas verticales $\left\{ \begin{array}{l} \text{peso del poste} \\ \text{peso de conductores con hielo} \\ \text{peso de cruceta, aisladores} \\ \text{transformadores.} \end{array} \right.$

- b) Fuerza horizontal (del viento sobre el poste y conductores) $\left\{ \begin{array}{l} \text{poste} \\ \text{conductores} \end{array} \right.$

- c) fuerza longitudinal horizontal: tensiones desequilibradas de conductores.
- e) fuerzas transversales
- f) fuerzas debido al viento.

C) Líneas subterráneas: Las líneas subterráneas se han usado en poca escala ya que se ha tenido en cuenta el aspecto económico y el tiempo de instalación.

La forma de instalación en algunos casos es en ductos o tuberías de eternit y otras directamente enterradas; tiene tres conductores y soporta hasta 1,000 voltios de tensión; es de sección circular. el tipo de cable usado es NKBA y el NY. El primero tiene por envolturas yute, cinta de acero (fleje), papel alquitranado, - papel impregnado en aceite y plomo; el segundo solamente aislamiento de plástico.

Para el cálculo mecánico podemos considerarla como carga ligera.

D) Cálculo de conductores de los pannels mas importantes:
De primera intención como trabajo de acción inmediata se hizo el cálculo de tipo y sección del cable a usarse en el panel PD 12, ya que este fue modificado en su totalidad incrementándose mas carga. (todo el cálculo se hará considerando a una tensión 440 V).

El panel PD 12 constituido por:

Bomba de agua calentadores	10 HP	14 AMP
Bomba de agua auxiliar	20 "	26 "
Agitador de jugo	3 "	4.5 "

Trafo para tachos	1 HP	1.0 AMP
Bomba jugo encalado 1 y 2	100 "	123.0 "
Bomba agua condensada para tachos	60 "	75.0 "
Bomba vertical agua potable	60 "	75.0 "
Trafo alumbrado	25 "	32.0 "
PD 1		
PD 2		
Máquina de soldar	30 "	<u>32.0 "</u>
		390.3 "

PD 1

Bomba jugo clasificado No 1;	25 HP	32.0 AMP
Bomba vacío: 30 HP	30 "	39.0 "
Cristalizador 7 + 11	10 "	11.0 "
Cristalizador 1 - 6	7 1/2"	11.0 "
Eje rapidol	1 "	1.8 "
Bomba jarabe	7 1/2"	11.0 "
Bomba jugo filtrado 1 y 2	10 "	14.0 "
Bomba agua barométrica	7 1/2"	11.0 "
Bomba agua caliente	2 "	3.3 "
Bomba cachaza superior e inferior	6 "	9 "
Mezclador bagecillo	2 "	3.3 "
Filtro rotativo	1 1/2"	2.5 "
Agitador batea filtro	1 "	<u>1.8 "</u>
		145.6 "

PD 2

Bomba de miel A	3 HP	4.5 AMP
Lancha centrífuga continua	3 "	4.5 "
Transportador magma.	5 "	7.5 "
Bomba miel B	3 "	4.5 "
Bomba agua lavado	15 "	20.0 "
Bomba magma	7 1/2 "	11.0 "
Mezclador magma	3 "	4.5 "
Agitador miel B	1 1/3 "	0.6 "
Agitador de miel A	1/3 "	<u>0.6 "</u>
		57.7 "

$$\begin{aligned}IT &= I + I_2 + I_3 - - - - - In + 25\% \cdot In \text{ (máxima)} \\IT &= 390.3 + 145.6 + 57.7 + 25\% \cdot 123 \\ &= 390.3 + 145.6 + 57.7 + 30.75 = 624.35 \text{ Amp.}\end{aligned}$$

En su tablero original llevaba por fase dos líneas de 300 - M.C.M. cada cable de 300 M.C.M. con una capacidad de 240 Amp. según la tabla de la General Electric. Por tal motivo opté - por cambiar el cable por uno de mayor capacidad.

El cable tiene la siguiente característica:

CANADA WIRE FLAMESEAL
500,000 C.M. TYPE: TW 600 VOLTIOS 1/c
CANADIAN WIRE CABLE

Elegí para tal efecto el cable de 500 M.C.M. por fase que - tiene una capacidad suficiente para el amperaje calculado.

Analizando el tablero PD 11: (a 440 voltios)

Bomba de agua condensadores	60 HP	75.0 AMP
Futura bomba de agua Ritz	150 "	180.0 "
Bomba de agua Ritz	150 "	180.0 "
Alimentador para 4 eyectores c/u	3 "	13.5 "
Centrífuga continua Silver	25 "	52.0 "
Futuro alimentador maestranza	75 "	93.0 "
Bomba de vacío Nash	60 "	75.0 "
Bomba lavado de caña	60 "	75.0 "
Centrífuga continua Robert	40 "	52.0 "
25% de In de la mayor	-----	<u>45.0 "</u>
		820.5 "

Actualmente tiene dos cables de 500 M.C.M. por fase lo cual le da una capacidad de 640 Amp.

Por tal motivo he decidido agregar una línea mas de 500 - M.C.M. para aumentar la capacidad, la que podría soportar 320 Amp. mas o sea 3 cables de 500 por fase que puede soportar -

hasta 960 Amp. suficiente para dejar reserva para futura ampliación o aumento de carga.

Para completar la capacidad necesaria de la línea, sería suficiente colocar un cable No 4/0, pero no es recomendable porque los cables de mayor diámetro se absorberían toda la carga ya que la corriente tiende a circular por el lado que ofrezca menos resistencia.

E) Protección de redes: Las máquinas y las líneas están protegidas con relés de corriente inversa, relés termomagnéticos relés térmicos y fusibles de protección, cada uno de ellos con un costo mayor en función del tipo de máquina o línea que protege.

F) Sub estaciones: En las líneas de transmisión, las sub estaciones están colocadas a la llegada del motor y está apoyado sobre el riel; en los de alumbrado público está apoyado sobre castillos de metal, y en otros a nivel del piso.

Las sub estaciones de las líneas de transmisión son de 13,200/440 voltios, los de distribución con 4160/440, 440/220 y 220/110 voltios.

Tomas de tierra: Las tomas de tierra mas importantes son las que pertenecen al turbo generador o Planta de Fuerza, que está constituida por el empalme de todas las partes metálicas que van a parar a tierra por intermedio de tres tubos unidos con plomo los que se le introduce a un metro cincuenta de profundidad.

G) Regulación de tensión: Varía de 4-8%

De acuerdo a las normas establecidas en el Perú, la regulación máxima debe ser 5% sobre V_n y en líneas de transmisión 10%

Factores que intervienen en la regulación de tensión (diferencia entre tensión en vacío y a plena carga).

- resistencia de la línea $R = L$
- efecto Kelvin; efecto que reduce la sección útil del conductor para I variables (alternas)
- la reactancia, sean líneas subterráneas aéreas.
 - reactancia capacitiva en aéreas
 - reactancia inductiva en subterráneas
- número de conductores por fase
- distancia entre conductores

H) Iluminación de la zona industrial y calles: La iluminación de la zona industrial es alimentada con líneas de tensión de 220 voltios, y se utiliza generalmente tubos fluorescentes de 40 vatios por ser mas económicos y su rendimiento lumínico superior a las lámparas incandescentes; tenemos también en algunos lugares lámparas de mercurio y lámparas incandescentes de 100, 200 y 300 ~~voltios~~ **vatios**

La iluminación de las calles se hace generalmente con lámparas incandescentes de 100 **vatios** soportadas con postes de cemento.

I) Generación y suministro al área industrial población y campo: La generación se hace por medio de un turbo alternador de 3750 KVA y por grupos de reserva que se utilizan los días de parada.

Esta máquina suministra corriente al área industrial por medio de transformadores de 4160/440 y 440 voltios directamente. A la población por intermedio de transformadores de 440/220 voltios y al campo por medio de transformadores de 13,200/440 con alambre desnudo No 4 y 6.

Para el área industrial con cables Nums. 14, 12, 8, 6, hasta 800 M.C.M.

La población con cables de No 14, 12, 10, 8, y 4.

ANALISIS DE LOS INTERRUPTORES, FUSIBLES Y DISPOSITIVOS DE PROTECCION EXISTENTES.

En el panel PD 7A, fue necesario hacer el pedido de nuevas llaves por estar por debajo de su dimensión real y otras para incrementar:

Por ejemplo se usaba:

Bomba motor No 1 - Molino 1 y 2 - 20 HP - Fusible Switch de 30 A.

Bomba inatorable Molino No 4 - 10 HP - F.S. 30 A

Alimentador grúa trapiche - gancho 7 1/2 HP

- puente 3 HP

- carro 2 HP

Conducotr de baja No 1 - 15 HP - F.S. - 60 A.

Transmisión torno: 7 1/2 - F.S. 100 A

Bomba contra incendio 60 A - no tenía

Debe usarse:

Fusible Switch 60 Amp. { de doble rama 60,60
Fusible Switch 60 Amp. }

Fusible Switch 60 Amp. { de doble rama 60,60
Fusible Switch 60 Amp. }

Fusible Switch 30 Amp.. { de doble rama 30,60
Fusible Switch 60 Amp. }

En el tablero de la Planta de Fuerza del segundo piso, había una llave fusible de 2,000 Amp. el cual yo consideraba que no era una protección segura en caso de cualquier percance, por su poca sensibilidad y tiempo de disparo. Esta llave controlaba la salida del transformador No 2, a la vez que servía de protección. Pbr. tal motivo opté por hacerlo cambiar por una del tipo AK - 2 - 50 como protección termomagnética con alta capacidad de ruptura.

Para el pedido de estos Circuit Breaker, era necesario aportar los siguientes datos:

1. Cantidad de breaker
2. Número de polos
3. Voltaje a trabajar y si es C.A. la frecuencia
4. Amperaje de trabajo
5. Método de operación manual o eléctrico
6. Tipo de caja o montaje (a prueba de explosión, servicio general).
7. Dispositivo de disparo

- cantidad de breaker
- type
 - a) dual magnético
 - b) magnético instantáneo
 - c) selectivo

8. Especificar aquellos requisitos por breaker.

NOTA: Los cuadros siguientes muestran los interruptores y fusibles existentes y por corregir.

Cálculo de la caída de tensión del alimentador PD 11 y PD 12

$$\begin{aligned} \text{PD 11} &= 468 \text{ HP} \\ \text{PD 12} &= \underline{470.5} \\ &938.5 \text{ HP} \end{aligned}$$

Multiplicándolo por el factor de simultaneidad 0.6

$$\begin{aligned} 938.5 \times 0.6 &= 560 \text{ HP} \\ 560 \times 0.745 &= 418 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$I = \frac{P}{3 V \cos. \phi} = \frac{418,000}{1.73 \times 440 \times 0.8} = 685$$

$$I = 685 \text{ Amp.}$$

$$500 \text{ M.C.M.} = 253 \text{ m}^2$$

$$AV = \frac{3 \times 685 \times 71 \text{ m}}{100 \times 506 \text{ m}^2} = 2.90 \text{ voltios}$$

Cálculo de la caída de tensión en el alimentador PD 1.

$$\begin{aligned} \text{PD 1} &= 154 \text{ HP} \times 0.6 = 92.3 \\ 92.3 \text{ HP} \times 0.745 &= 68.9 \end{aligned}$$

$$I = \frac{68,900}{1.73 \times 440 \times 0.8} = \frac{68,900}{610} = 113 \text{ A}$$

$$250 \text{ M.C.M.} = 126.7 \text{ m}^2$$

$$AV = \frac{3 \times 113 \times 30 \text{ m}}{100 \times 107.2 \text{ m}^2} = \frac{1,020}{1,267} = 0.81$$

Cálculo del alimentador PD 2

$$\begin{aligned} \text{PD 2} &= 40.5 \text{ HP} \times 0.9 = 36.2 \text{ HP} \\ 36.2 \text{ HP} \times 0.745 &= 27 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$I = \frac{27,000}{1.73 \times 440 \times 0.8} = 44 \text{ A}$$

$$\text{Cable No 2} = 33.63 \text{ m m}^2$$

$$AV = \frac{3 \times 44 \times 35}{100 \times 33.63} = \frac{1.38}{33.63} \text{ Vol.}$$

Máxima caída de tensión aceptable: 2% de la tensión de trabajo

$$2\% \text{ de } 440 = 8.8 \text{ voltios}$$

Caída de tensión hasta el alimentador PD 11 y PD 12 = 2.9 Vol.

$$\text{Al alimentador PD 1: } 2.9 + 0.81 = 3.71 \text{ voltios}$$

$$\text{Al alimentador PD 2: } 2.9 + 1.38 = 4.28 \text{ voltios}$$

Caída de tensión al alimentador PD 13

$$\begin{aligned} \text{PD 13} &= 1,168 \text{ HP instalados} \\ 1,168 \text{ HP} \times 0.6 &= 700.2 \text{ HP} \\ 700.2 \times 0.745 &= 522 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$I = \frac{522,000}{1.73 \times 4,160 \times 0.8} = 90.8 \text{ A}$$

$$AV = \frac{3 \times 90.8 \times 100 \text{ m}}{100 \times 253 \text{ m m}^2} = 1.08 \text{ Voltios}$$

$$\text{Cable No 500 M.C.M.} = 253 \text{ m m}^2$$

Cálculo de la caída de tensión para el alimentador PD 8 y PD 8 A

$$\begin{aligned} \text{PD 8} &= 326.5 \text{ HP} \\ 326.5 \times 0.800 &= 260 \text{ HP} \\ 0.8 &= \text{factor de simultaneidad} \end{aligned}$$

$$260 \times 0.745 = 194 \text{ KW}$$

$$I = \frac{194,000}{1.73 \times 440 \times 0.8} = 319 \text{ Amp.}$$

$$AV = \frac{3 \times 319 \times 72.5}{100 \times 506} m = \frac{660}{506} = 1.3$$

$$\text{Cable No 500 M.C.M.} = 506 \text{ m m}^2$$

$$PD 8 A = 122 \text{ HP}$$

$$122 \text{ HP} \times 0.9 = 109.8 \text{ HP}$$

$$109.8 \times 0.745 = 81.8 \text{ KW}$$

$$I = \frac{81,800}{610} = 134 \text{ Amp.}$$

$$AV = \frac{3 \times 134 \times 35}{100 \times 253} = 0.56 \text{ Voltios}$$

$$\text{Cable No 250 M.C.M.} = 253 \text{ m m}^2$$

Caída total a PD 8:

$$1.08 + 1.3 = 2.38 \text{ Voltios}$$

y a PD 8 A:

$$1.08 + 1.3 + 0.56 = 2.94 \text{ Voltios}$$

Calculo de la caída de tensión del alimentador PD 4:

$$PD 4 = 282.5 \text{ HP}$$

$$282.5 \times 0.6 = 170 \text{ HP}$$

$$0.6 = \text{factor de simultaneidad}$$

$$170 \times 0.745 = 126 \text{ KW}$$

$$I = \frac{126,000}{610} = 205 \text{ A.}$$

$$\text{Cable No 250 M.C.M.} = 506 \text{ m m}^2$$

$$AV = \frac{3 \times 205 \times 18}{100 \times 506} = 0.218 \text{ Voltios}$$

Caída de tensión del alimentador PD 6

$$PD \ 6 = 212.5 \text{ HP}$$

$$212.5 \times 0.6 = 127.5 \text{ HP}$$

0.6 = factor de simultaneidad

$$127.5 \text{ HP} \times 0.745 = 95 \text{ KW}$$

$$I = \frac{95,000}{610} = 156 \text{ A.}$$

$$AV = \frac{3 \times 156 \times 60 \text{ m}}{100 \times 126.7 \text{ m m}^2} = 2.3 \text{ Voltios}$$

TABLERO P D - 1

S I T I O	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP. TEORICO	INTERRUP. RECOMEND	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEND
- Bomba jugo clarificado No 1	25	32	100 A	100	100	80	100	100
- Bomba jugo clarificado No 2	25	32	100	100	100	80	100	100
- Bomba de vacfo	30	39	60	125	100	100	125	100
- Bomba de agua para tachos	1	1.8	60	15	30	6	15	30
- Cristalizadores 7 a 11	10	14	60	45	60	40	45	60
- Cristalizadores 1 a 6.	7 1/2	11	30	35	30	30	35	30
- Eje rapidol	1	1.8	30	15	30	6	15	30
- Bomba de jarabe No 1	7 1/2	11	30	35	30	30	35	30
- Bomba de jarabe No 2	7 1/2	11	30	35	30	30	35	30
- Bomba jugo filtrado No 1 (claro)	5	7.5	30	25	30	20	25	30
- Bomba jugo filtrado No 2 (turbio)	5	7.5	30	25	30	20	25	30
- Bomba jugo filtrado No 3 (turbio)	5	7.5	30	25	30	20	25	30
- Bomba agua barométrica	7 1/2	11	30	35	30	30	35	30
- Bomba cachaza liquidación	5	7.5	30	25	30	20	25	30
- Bomba agua caliente	2	3.3	30	15	30	10	15	30
- Bomba de cachaza superior	3		30	15	30	15	15	30
- Mezclador de bagacillo	11/2	2.5	30	15	30	10	15	30
- Bomba de cachaza inferior	3	4.5	30	15	30	15	15	30
- Filtro rotativo	11/2	2.5	30	15	30	10	15	30
- Bomba de ácido	11/2	2.5	30	15	30	10	15	30
- Agitador batea filtro	1	1.8	30	15	30	10	15	30
- Int. para c x t. PD - 1			200			200	200	200

TABLERO EXTENSION PD - 1 (PD 2)

SITIO	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP. TEORICO	INTERRUP. RECOMEND	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEND
- Bomba de miel "A"	3	4.5	30	15	30	15	15	30
- Libre	---	---	30	---	---	30	---	---
- Lancha centrífuga continua	3	4.5	30	15	30	40	15	30
- Transportador magna	5	7.5	30	25	30	20	25	30
- Libre	---	---	30	---	---	---	---	---
- Libre	---	---	30	---	---	---	---	---
- Bomba de miel "B"	3	4.5	30	15	30	15	15	30
- Bomba agua lavado	15	20	60	60	60	60	60	60
- Bomba magna	7 1/2	11	30	35	30	30	35	30
- Agitador de miel "B"	3	4.5	30	15	30	15	15	30
- Agitador de miel "A"	1/3	1	30	15	30	6	15	30

S I T I O	HP	IN	INTERRUP EXISTENT.	INTERRUP. TEORICO	INTERRUP. RECOMEND.	FUSIBLE EXISTENT.	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEND.
- Centrífuga No 1 Western-States y deg cargador	7 5/3	93	400	300	300	300	300	300
- Centrífuga No 2 Western-States y deg cargador	7 5/3	93	400	300	300	300	300	300
- Centrífuga No 3 Western-States y deg cargador	7 5/3	93	400	300	300	300	300	300
- Espiral No 1 y elevador de azúcar	7 1/2	11	30	35	30	30	35	30
- Agitador centrífuga (lancha)	5	7.5	30	25	30	20	25	20
- Libre	---	---	30	30	30	30	30	30
- Compresora centrífuga	1/2	1	30	25	30	20	30	20
- Bomba agua caliente centrífuga cont.	7 1/2	11	30	35	30	30	30	30
- Libre	---	---	60	60	60	6	60	60
- Bomba agua lavador de caña	15	20	60	60	60	30	60	60
- Libre	---	---	60	60	60	30	60	60
- Bomba de miel final	5	7.5	60	25	30	60	25	20
- Cristalizador	3	4.5	60	15	30	30	15	15

TABLERO PD - 5

S I T I O	HP	IN	INTERRUP EXISTENTE	INTERRUP TEORICO	INTERRUP. RECOMMEND.	FUSIBLE EXISTENT.	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEN
- Ventilador por tiro inducido cald.No2	100	123	400	400	400	400	400	400
- Ventilador por tiro forzado cald.No 2	95	93	400	300	300	300	300	300
- Bomba agua alimentación caldero 2 y 3 (voltaje reducido)	150	180	600	600	600	600	600	600
- Bomba agua alimentación cald.1 (voltaje reducido)	60	75	400	225	200	200	225	200
- Bomba agua cruda No 1	15	20	60	60	60	60	60	60
- Conductor de bagazo No 3	15	20	60	60	60	60	60	60
- Bomba de agua cruda No 2	15	20	60	60	60	60	60	60
- Bomba de agua cruda No 4	10	14	60	45	60	40	45	40
- Bomba de agua condensada	15	20	60	60	60	60	60	60
- Conductor de bagazo No 5	15	20	60	60	60	60	60	60
- Bomba scooster contra corriente	7 1/2	11	30	35	30	30	35	30
- Bomba de sal tratamiento de agua	1 1/2	1	30	15	30	10	15	15
- Bomba ablandadores	5	7.5	30	25	30	20	25	20
- Ventilador de bagacillo F.0	5	7.5	30	25	30	20	25	20
- Bomba de cal y agitador de cal	2	3.3	30	15	30	10/10	15	15
- Transformador para control cald. y P.1	7 1/2	34	30	35	30	30	35	30

TABLERO EXTENSION PD - 6

S I T I O	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP TECRICO	INTERRUP RECCMEND	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TECRICO	FUSIBLE RECCMEND
- Espacio	---	---	100 A	100	100	100	100	100
- Bomba de petróleo	30	39	100 A	125	100	100	125	100
- Ventilador tiro forzado (volt/red)	40	52	200	175	150	150	175	175
- Ventilador tiro inducido (volt/red)	75	93	400	300	300	300	300	300
- Bomba petróleo No 1 para caldero 1 y 2	15	20	60	60	60	60	60	60
- Bomba petróleo No 2 para caldero 1 y 2	15	20	60	60	60	60	60	60
- Calentador de petróleo 10,000 voltios	---	---	60	60	60	60	60	60
- Cortadora de ladrillos	3	4.5	60	15	30	15	15	15
- Ventilador de inyección de aire	20	26	60	80	100	60	80	80
- Selenoide para alimentar de bagazo	---	---	30	30	30	30	30	30
- Alimentador de bagazo No 1	1	1.8	30	15	30	6	15	15
- Alimentador de bagazo No 2	1	1.8	30	15	30	6	15	15
- Alimentador de bagazo No 3	1	1.8	30	15	30	6	15	15
- Alimentador de bagazo No 4	1	1.8	30	15	30	6	15	15
- Elevador de ceniza	7 1/2	11	30	35	30	30	35	30
- Conductor de ceniza	3	4.5	30	15	30	15	15	15

TABLA PD - 7 y PD - 7 A

S I T I O	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP. TEORICO	INTERRUP. RECOMEND.	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEND.
- Bomba de aceite para desfibrador Gruendler	1	1.8	30	15	30	6	15	15
- Nivelador de caña	5	7.5	60	25	30	20	25	20
- Conductor Gruendler	7 1/2 / 15	20	60	60	60	30	60	60
- Bomba de lubric. para red. baja	1	1.8	30	15	30	10	15	15
- Bomba de lubric. turbina 400 HP	2	3.3	30	15	30	10	15	15
- Bomba de lubric. para red. de alta	1	1.8	30	15	30	6	15	15
- Bomba contra incendio grúa puent. tra-	(2	3.3	100					
- piche (aliment. en PD 12)	3	4.5				10/15/30		
	7 1/2	11						
	7 1/2	11						
- Bomba inatorable No 3	10	14	30	35	30	30	35	30
- Bomba inatorable No 4	1	1.8	30	15	30	6	15	15
- Ventilador resist. de arranq. Mol. Cond. C	---	---	30	30	30	30	30	30
- Transformador 44C/220 para solenoide de turb.								
- Zeranda vibradora	5	7.5	60	25	30	20	25	20
- Conductor de bagazo No 1	15	20	60	60	60	60	60	60
- Bomba inatorable No 1 (molino 1 y 2)	20	26	100	80	100	60	80	80
- Transmisi6n Torno (7 1/2 HP)	7 1/2	11	100	35	30	30	35	30
- Conductor de bagazo No 2	30	39	200	125	200	100	125	100
- Bomba de jugo crudo No 1	10	14	60	45	60	40	45	40
- Bomba de jugo crudo No 2	10	14	60	45	60	40	45	40
- Bomba de aceite No 1 para reduct. turb.	1	1.8	60	15	30	6	15	15
- Bomba de aceite No 2 para reduct. turb.	1	1.8	60	15	30	6	15	15
- Bomba inatorable No 2 molinos 1 y 2	3	4.5	60	15	30	10	15	15
- Bomba de agua para los bronceos No 1	20	26	60	80	100	60	80	80
- Bomba de agua para los bronceos No 2	1 1/2	2.5	30	15	30	10	15	15
	1 1/2	2.5	30	15	30	10	15	15

TABLERO PD - 8

S I T I O	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUF TECRICO	INTERRUP. RECOMEND	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEND
- Grúa Henderson	50	63	200	200	200	400	200	200
	12	15	35	45	60	60	45	40
	5	7.5	35	25	30	30	25	20
- Grúa Hilo	50	63	200	200	200	200	200	200
	5	7.5	30	25	30	30	25	20

TABLERO PD - 9

S I T I O	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP TEORICO	INTERRUP RECOMEND.	FUSIBLE EXISTENT.	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEND
- Interruptores para transformador para garage y maestranza	75 KVA	93	200	200	200	300	200	200
- Interruptores para PD 10	----	----	60	60	60	60	60	60
- 3 compresores de aire	5 c/u	7.5	60	25	30	20	25	20
- Ventilador No 1 Torre de enfriamiento	25	32	100	100	100	80	100	100
- Ventilador No 2 torre de enfriamiento	25	32	100	100	100	80	100	100
- Ventilador No 3 torre de enfriamiento	25	32	100	100	100	80	100	100
- Bomba de agua refrigeración Diesel N.1	15	20	60	60	60	60	60	60
- Bomba de agua refrigeración Diesel N.2	15	20	60	60	60	60	60	60
- Compresora de aire de 350 psi. para arranque Diesel.	7 1/2	11	60	35	30	30	35	30

TABLERO PD - 10

S I T I O	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP. TEORICO	INTERRUP. RECOMEND	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEND.
- Dos bombas de petr6leo	7 1/2 c/v	11	30	35	30	30	30	30
- Una bomba de petr6leo	25	32	100	100	100	80	100	100

TABLERO PD - 11

S I T I O	RP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP TEORICO	INTERRUP. RECOMEND.	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEND.
- Bomba de agua condensada No 1 para tachos	60	75	400	200	200	200	200	200
- Bomba de agua condensada No 2 para tachos	60	75	400	200	200	200	200	200
- Bomba lavado de caña No 2	60	75	400	200	200	200	200	200
- Bomba de agua Ritz (A/Y)	150	180	600	600	600	600	600	600
- Libre	---	---	30	30	30	30	30	30
- Bomba auxiliar de agua	20	26	100	60	60	60	60	60
- Centrífuga continua Silver (No 4)	25	32	200	100	100	100	100	100
- Bomba de vacfo Nash	50	63	400	200	200	150	200	200
- Centrífuga continua Roberts	40	52	200	175	200	175	175	175
- Bomba de agua condensada evap.	60	75	400	225	200	400	225	200
- Libre	---	---	---	---	---	---	---	---
- Libre	---	---	---	---	---	---	---	---
- Bomba de agua Ritz	150	180	600	600	600	600	600	600
- Alimentador para 4 eyectores tachos	3	4.5	30	15	30	15	15	15
- Centrífuga continua Silver	25	32	100	100	100	100	100	100
- Alimentador maestranza	---	---	200	200	200	150	200	200
- Bomba de vacfo Nash	60	75	200	225	200	200	225	200
- Bomba de lavado de caña	60	75	400	225	200	200	225	200
- Centrífuga continua Roberts	40	52	200	175	200	200	175	175

TABLERO PD - 12

S I T I O	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP TEORICO	INTERRUP. RECOMEND.	FUSIBLE EXISTENT.	FUSIBLE TEORICO	FUSIBLE RECOMEN
- Salida de tablero PD 1	---	---	200	200	200	200	200	200
- Salida a tablero PD 2	---	---	200	200	200	200	200	200
- Espacio	---	---	---	---	---	---	---	---
- Dos bombas de encalado (80 HP c/u)	5	63	100	200	200	100	200	200
- Grúa puente trapiche	---	---	---	---	---	---	---	---
- Libre	---	---	400	400	400	400	400	400
- Libre	---	---	400	400	400	400	400	400
- Bomba agua potable (vertical)	60	75	600	225	---	300	400	---
- Bomba agua calentadores	10	14	60	35	---	---	35	---
- Bomba de agua auxiliares	20	26	60	80	100	60	80	100
- Agitador de jugo	3	4.5	30	15	30	15	15	30
- Transformador para tachos 2 KVA	3	4.5	30	15	30	15	15	30
- LIBRE	---	---	60	60	60	60	60	60
- Libre	---	---	60	60	60	60	60	60
- Bomba jugo encalado No 1	50	63	200	200	200	200	200	200
- Bomba jugo encalado No 2	50	63	200	200	200	200	200	200
- Bomba agua condensada tachos	60	75	200	225	200	200	225	200
- Bomba vertical agua potable	60	75	200	225	200	200	225	200
- Trapo para alumbrado 75 KVA	---	---	20	200	200	200	200	200
- Interruptor para PD 1	---	---	200	200	200	200	200	200
- Interruptor para PD 2	---	---	100	100	100	100	100	100
- Máquina de soldar	---	---	100	100	100	100	100	100

TABLERO PD 13

S I T I O	HP	IN	INTERRUP. EXISTENTE	INTERRUP. TECNICO	INTERRUP. RECOMEND	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TECNICO	FUSIBLE RECOMEN
- Máquina de soldar 4 ptas	20 c/u	26 c/u	200	80	100	200	80	80
- Conductor de caña (rotor bobinado)	75	93	200	300	300	300	300	300
- Alimentación tablero D-C y PD 8	---	---	400	400	400	400	400	400
- Alimentación tablero PD -7 (DAP)	---	---	200	200	200	200	200	200
- Alimentación tablero PD -7 A (DAP)	---	---	200	200	200	200	200	200
- Alimentación tablero PD-4 (centrifuga)	---	---	600	600	600	600	600	600
- Alimentación tablero PD 11 (Fábrica)	---	---	800	800	800	800	800	800
- Libre	---	---	400	400	400	400	400	400

TABLERO DE DISTRIBUCION -440 (TRA.FCA) 2do.Piso

S I T I O	HP	IN	INTERRUPTOR EXISTENTE	INTERRUPTOR TECNICO	INTERRUPTOR RECOMENDADO	FUSIBLE EXISTENTE	FUSIBLE TECNICO	FUSIBLE RECOMENDADO
- Power protector transformador No 2	---	---	2000 A	2000	2000	2000	2000	2000
- Modif.(int. para tablero PD -6)	75 KVA	---	400	400	400	300	400	400
- Trafo alumbrado - fábrica trapiche	75 KVA	---	200	400	400	200	400	400
- Espacio	50	63	100	200	200	150	200	200
- Compresora 100 PSL	---	---	200	200	200	200	200	200
- Trafo alumbrado para maestranza y garage	---	---	200	200	200	200	200	200
- Alimentador tablero PD - 9	---	---	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
- Alimentador PD -5 (2 fus.de 500 por fase.)	---	---	600	600	600	600	600	600
- Alimentador PD - 12	---	---	30	30	30	30	30	30
- Controles turbina G.E	---	---	30	25	30	20/20	25	30
- Bomba condens.turbina (2 x 5 HP c/u	5	---	Si es posible parar.					
- Trafo alumbrado planta de fuerza	25 KVA	---	100	100	100	100	100	100
- Libre (grúa puente)	20	26	400	80	100	100	80	80
- Alimentador PD 14	---	---	600	600	600	600	600	600
- Bomba circulación turbina (2 x 40)	40	---	200	175	200	150/155	175	175
-	40	---	Si es posible parar					
- Libre	50	63	200	175	200	15	175	175
- Interruptor A K - 50 para grupos Diesel	---	---	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
- Interruptor A K - 50 para transformador No 1	---	---	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
- Transformador hospital 25 (KVA)	---	---	100	100	100	100	100	100
- Transformador población (comercio)	75 KVA	---	200	300	300	200	300	300
- Transformador casas (solidex)	75 KVA	---	200	300	300	200	300	300
- Transformador población	75 KVA	---	200	300	300	200	300	300
- Transformador casas nuevas	275 KVA	---	400	300	300	400	300	300

IV y V.- NUEVOS PROYECTOS Y PRESUPUESTOS.

PROYECTO ILUMINACION BODEGA

De acuerdo a las normas de Código Eléctrico del Perú, la iluminación media recomendada para este ambiente es de 250 lúmenes/m². (Fig 7)

Aplicando el factor de conservación de 0.7 por envejecimiento y polvo (o sea que este valor representa un 30% menos; o sea que nos da:

$$\frac{250}{0.7} = 357 \text{ lúmen/m}^2$$

Area de la superficie del trabajo:

$$30.5\text{m} \times 24.4\text{m} = 744.2 \text{ m}^2$$

Lúmenes requeridos sobre esta superficie:

$$744.2 \times 357 = 265,679.4 = 265,679$$

Cálculo del índice de espacio:

Iluminación directa para:

- altura de montaje = 7m (tabla 63-7.2m)
- ancho: 24.4m
- largo: 30.5m

Para todos estos valores la tabla proporciona un índice de espacio: 2.

Para el cálculo del factor de utilización en las tablas consideramos:

- a) Techo .- Regularmente oscuro (se tomó regular claro por no existir el mencionado en la tabla). He considerado este tono porque el techo va a ser de calamina intercalado con algunas hileras de calamina plástica verde, que con el tiempo pierden rápidamente el brillo.
- b) Parodes .-Regularmente oscuras. He considerado este tipo por tener la pared algunas ventanas pequeñas de entrada de luz

muy mala.

Con ambos datos en la tabla para este tipo de puntos de reflexión de un factor de utilización de 0.55.

Lúmenes omitidos por las lámparas:

$$\frac{265.679}{0.55} = 485.000$$

Vamos a utilizar lámparas fluorescentes blancas de 40W con cátodo pre calentado.

Lúmenes suministrados por lámpara :

3150 (lámpara Josfel)

Total de lámparas necesarias:

$$\frac{485,000}{3150} = 154$$

Para la distribución de las lámparas en el área, se ha dividido en sectores de 6m. de lado aproximadamente igual a la altura de montaje.

En cada sector colocaremos 26 lámparas dobles, dando un total por columna de 52 para poder completar el número total de 156.

Potencia total de las lámparas:

$$154 \times 40 = 6160 \text{ W} = 6.16 \text{ KW}$$

Corriente absorbida por cada ramal:

$$I = \frac{1280}{220 \times 0.9} = \frac{1280}{198} = 6.46$$

Para el cálculo de conductores se ha tratado de dividirlo -

por ramales para que en caso de suceder un corto circuito o cualquier otra falla, no se vaya a apagar todo el área iluminada, sino la parte afectada. Podríamos llamarlo selectividad de las fallas de alumbrado; cada uno de ellos llevará su control correspondiente; usaremos el cable TW No 14 AWG que soporta hasta 20 amperios.

Total de horas de vida de las lámparas: 12,000

PRESUPUESTO DE PROYECTO

Costo de materiales:

- 76 pantallas dobles a \$506.00 c/u -----	\$38,456.00
- 152 soquetes con base a \$10.00 c/u -----	1,520.00
- 152 soquetes sin base a \$865 c/u -----	1,314.80
- 152 arrancadores de 40W a 13.62 c/u -----	2,070.24
- 152 reactancias o retores a 78 c/u -----	11,856.00
- 152 tubos fluorescentes a \$142.14 c/u -----	21,605.28
- 30 contratueras de 1/2 a \$ 0.70 c/u -----	56.00
- 30 bushing de 1/2 a \$2.43 c/u -----	194.40
- 25 cajas octogonales de 1/2 a \$23.90 c/u -----	597.50
- 25 conectores rectos de 1/2 a \$28.20 c/u -----	705.00
- 12 conectores curvos de 1/2 a \$29.10 c/u -----	349.20
- 60 abrazaderas de 1/2 a \$2.15 c/u -----	129.00
- 12 cajas rectangulares a \$21.00 c/u -----	252.00
- 6 tapas para cajas rectangulares a \$ 5.20 -----	31.20
- 8 enchufes dobles (Ticino) a \$35.67 c/u -----	285.36
- 6 rollos de alambre No 14 AWG indero de 100m. c/rollo a \$2.40 c/m -----	1,440.00
- 6 tubos de 1" x 10 a \$82.00 c/tubo -----	492.00
- 18 tubos de 1/2" x 10' a \$ 72.00 c/tubo -----	1,296.00
- panel de circuito breaker de 16 circuitos -----	<u>6,512.00</u>
-	89,456.98

General Electric Type NLQT

Page 118 GEC - 11005

Costo de la mano de obra:

Tiempo de duración de duración de la obra: 10 días (con dos hombres).

Jornal diario de un oficial mas un ayudante: $42.80 + 40.10 =$
\$82.90

Total jornales \$829.00

Leyes sociales 538.80

(65% haber básico)

Raciones 580.30

(70% del haber básico) 1,948.10

20% del sueldo mas

50% de leyes sociales

50% raciones

1,064.00

3,012.10

Total mano de obra: \$3,012.00

Costo de instalación: 92,469.08

Imprevisto: 10%

TOTAL: \$101,715.98

PROYECTO DE ILUMINACION MAESTRANZA

Para lugares cuya clase de trabajo es mediano, la iluminación media recomendada por el código eléctrico es de 250 lúmenes/m² (Fig 8)

Este valor es inferior al valor inicial de la iluminación - debido al polvo y al envejecimiento de lámparas.

$$\frac{250}{0.7} = 357 \text{ lúmen/m}^2$$

Nota: 0.7 es el llamado factor de conservación y varía con el tipo de lámpara (F.C).

Area de la superficie de trabajo:

$$55 \times 20\text{m} = 1,100 \text{ m}^2$$

Lúmenes requeridos sobre esta superficie

$$1100 \times 357 = 392,700$$

Cálculo del índice de espacio:

Iluminación directa.

Para la altura de montaje: 7.00 (para 6.3 a 7.2m)

ancho: 20 m.

largo: 55 m.

Cálculo del índice de espacio: 2

Factor de utilización para:

- techo regularmente claro: 50%

- paredes regularmente oscuras: 30%

Da un factor de utilización de: 55%

Lúmenes emitidos por lámparas:

$$\frac{392,700}{0.55} = 713,000$$

Supongamos que utilizamos lámparas fluorescentes blancas de 40W con cátodo pre calentado.

Lúmenes suministrados por lámparas: 3150

Total de lámparas necesarias

$$\frac{713,000}{3150} = 226 \text{ lámparas}$$

He tratado de dividir el ancho del área iluminada en sectores de 4 m. aproximadamente igual a la altura de montaje.

En cada sector colocaremos dos pantallas dobles con lámparas de 40 vatios.

Colocándolo en ese sentido abarca 20 lámparas por fila que dan un total de 220.

Como aún faltan seis, ellos se pueden colocar uno de 20 W.

entre cada sector, un equivalente de diez lámparas por fila, las cuales la haremos en tres de ellas para completar el número determinado. Elegiremos las partes de mayor concentración de trabajo para la instalación de dichas lámparas.

Cálculo de la potencia total absorbida por las lámparas:

$$226 \times 40 = 9040 = 9.04 \text{ KW}$$

Corriente absorbida por circuito

$$I = \frac{800}{220 \times 0.9} = 4.04 \text{ Amp.}$$

Costo de materiales.-

110 pantallas dobles a \$506.00 c/u -----	\$55,660.00
232 soquetes con base a \$10.00 c/u -----	2,320.00
232 soquetes sin base a \$8.65 c/u -----	2,006.80
220 arrancadores de 40W a \$13.62 c/u -----	2,996.40
220 reactancias o reactores a \$78.00 c/u -----	17,160.00
220 tubos fluorescentes a \$142.14 c/u -----	31,270.80
12 pantallas simples para tubo de 20W a \$140 c/u -	1,680.00
12 arrancadores de 20W a \$13.62 c/u -----	163.44
12 reactancias o reactores a \$78.00 c/u -----	936.00
12 tubos fluorescentes a \$7.00 c/u -----	852.00
90 cajas hexagonales u octogonales a 1/2 a "23.90 c/u	2,151.00
236 bushing a 1/2" a \$2.43 c/u -----	573.48
236 contratueras 1/2 a \$0.70 c/u -----	165.20
80 conectores rectos de 1/2 a \$28.20 c/u -----	2,256.00
80 abrazaderas de 1/2" a \$2.15 c/u-----	172.00
24 conectores curvas a \$29.10 c/u -----	698.40
20 tomacorrientes dobles \$35.67 c/u -----	713.40
20 cajas rectangulares a \$21.00 c/u -----	420.00
80 tapas para cajas octogonales de 1/2" a \$5.20 --	416.00
10 rollos de alambre No 14 AWG de 100 m c/rollo	
\$2.40 c/m -----	2,400.00
1 rollo de alambre No 12 AWG de 100m.c/rollo \$3 -	300.00
8 tubo conduit de 3/4" x 10' a \$80.00 c/tubo ----	640.00

95 tubos conduit de 1/2 x 10" a \$72.00 c/t. -----\$6,840.00
Panel de circuito breaker de 20 circuitos \$170.00 --- 7,430.00
140,270.52

General Electric Type
Catalogo Gec - 1100 - Page 118

Costo de la mano de obra.-

Tiempo de duración de la obra: 25 días, con dos hombres
Jornal diario de un oficial mas un ayudante

$$\$42.80 + \$40.10 = \$82.90$$

Total jornales:	\$2,072.50	
Leyes sociales:	1,347.12	
(65% de haber básico)		
Raciones	1,450.75	
(70% de haber básico)		
Supervisión sueldos:	1,330.00	\$266.00 diarios
(20% haber básico)		
Leyes sociales 50%		
Raciones 50%		
	<u>1,330.00</u>	
	7,530.37	

Costo total de la mano de obra: \$7,530.37

Costo total de la instalación: \$147,801.29

Imprevisto 10%:

TOTAL: \$162,581.41

PROYECTO DE ELECTRIFICACION INDEPENDIENTE DEL TALLER DE
MAESTRANZA (FIG.9)

Maestranza era un taller donde todas sus máquinas funciona
ban a la vez y en forma continua; por tal motivo existía el -
problema de parar las máquinas que en determinado momento no

se necesitaban.

La transmisión principal estaba constituida por un motor de 70 HP, transmitía el torque por medio de polcas, fajas y ejes que recorrían todo el área del taller, dándole un aspecto muy primitivo.

Estas circunstancias y el terremoto aceleraron los planes - ya que durante ella el edificio de la maestranza se destruyó - totalmente, siendo necesario ir habilitando máquina por máquina o prestandose motores de otros lugares o repuestos de otras máquinas.

Para el cálculo de velocidades y potencias de motores, se tuvo que hacer por tanteos, basándose en datos de algunos jefes que recordaban algo, lo mismo del personal que laboraba allí.

MATERIAL A USARSE EN MAESTRANZA

Motores reductores "DELCROSA"

TORNOS:

Torno No 1	Instalado	
Torno No 2	U 25/112 - 6.6 HP - 246 RPM	\$14,700
Torno No 3	U 43/132 S4 - 9HP-190 RPM	20,000
Torno No 4	U 25/100 La 4 -3.6HP -246 RPM	12,700
Torno No 5	Inservible	
Torno No 6	NV 160.Ma 8 - 6.6HP -860 RPM	<u>17,100</u>
		64,500

TALADROS:

Radial No 1	U 43/132 S4 -190 RPM -9HP	\$20,000
Radial No 2	U 25/100 L4 -4.8 HP - 246RPM	13,400
Radial No 3	NV 80 b4 -1.2HP - 1710 RPM	3,100
Taladro de bandera	U 43/132 S4 - 9 HP - 190 RPM	<u>20,000</u>
		\$56,500

CEPILLOS:

Cepillo de codo	U 25/100 L4 - 4.8 HP - 246 RPM	\$13,400
Cepillo de mesa chica U	25/112 M4 - 6.6 HP - 246 RPM	14,700
Cepillo grande	NV 132 S4 - 9 HP - 1750 RPM	9,200
Sierra circular	NV 132 M4 - 12 HP - 1700 RPM	12,200
Martillo	U 43/132 S4 - 9 HP - 190 RPM	20,000
Tijera	SI 120/132 M4 - 12 HP - 182 RPM	32,000
Cepillo de carpintería - NV	112 M2 - 6.6 HP - 3560 RPM	<u>2,600</u>
		\$109,100
Esmeril		
	TOTAL:	<u>\$230,100</u>

ARRANCADORES " SQUARE "D"

Torno No 1	Instalado	
Torno No 2	Arranc.magn. Square D, Size 1	\$5,250
	440 V - 60 CY	
Torno No 3	Arranc.magn. Square D, Size 1	5,250
	440 V - 60 CY	
Torno No 4	Arranc.magn. Square D, Size 0	2,250
	440 V - 60 CY	
Torno No 5	Inservible	
Torno No 6	Arranc.magn. Square D, Size 1 -	<u>5,250</u>
	440 V - 60 CY	\$18,000

TALADROS:

Radial No 1	Arranc.magn. Square D, Size 1	\$5,250
	440 V - 60 CY	
Radial No 2	Arranc.magn. Square D, Size 0	2,250
	440 V - 60 CY	
Radial No 3	Arranc.magn. Square D, Size 00	2,250
	440 V - 60 CY	
Tal. de bandera	Arranc.Magn. Square D, Size 1	<u>5,250</u>
	440 V - 60 CY	\$15,000

CEPILLOS:

Cep.de codo	Arranc.magn. Square D,Size 0 440 V - 60 CY	\$2,250
Cep.mesa chica. . . .	Arranc.mang. Square D,Size 1 440 V - 60 CY	5,250
Cep.grande	Arranc.magn. Square D,Size 1 440 V - 60 CY	5,250
Cep.de carp. . . .	Arranc.magn. Square D,Size 1 440 V - 60 CY	5,250
Sierra circular	Arranc.magn. Square D,Size 2 440 x 60 CY clase 8536	9,250
Martillo	Arranc.magn. Square D,Size 1 440 V - 60 CY	5,250
Tijera	Arranc.magn. Square D,Size 2 440 V - 60 CY - clase 8536	<u>9,250</u> \$41,750

BOTONERAS . . . 17 Botones arranque parada 242 c/u \$4,114

TOTAL: \$78,864

INTERRUPTORES DE CUCHILLA

Torno No 1	Instalado	
Torno No 2	Interrup.blindados de cuchilla G.E. de 30 x 600	\$2,775
Torno No 3	Interrup.blindados de cuchilla G.E. de 60 x 600	3,506
Torno No 4	Interrup.blindados de cuchilla G.E. de 30 x 600	2,775
Torno No 5	Inservible	
Torno No 6	Interrup.blindados de cuchilla G.E. de 30 x 600	<u>2,775</u> \$11,831

TALADROS

Radial No 1 Interrup.blindados de cuchilla \$3,506
G.E. de 60 x 600

Radial No 2	Interrup.blindados de cuchilla G.E. de 60 x 600	\$2,775
Radial No 3	Interrup.blindados de cuchilla G.E de 30 x 600	2,775
Talad.de bandera. .	Interrup.blindados de cuchilla G.E de 60 x 600	<u>3,506</u> \$12,562

CEPILLOS

Cepillo de codo . .	Interrup.blindados de cuchilla G.E de 30 x 600	\$2,775
Cep. de mesa chica	Interrup.blindados de cuchilla G.E 30 x 600	2,775
Cepillo grande . . .	Interrup.blindados de cuchilla G.E de 60 x 600	3,506
Ccp. de carpintería	Interrup.blindados de cuchilla G.E de 30 x 600	<u>2,775</u> \$11,831
Sierra circular . .	Interrup.blindados de cuchilla G.E de 60 x 600	\$3,506
Martillo	Interrup.blindados de cuchilla G.E de 60 x 600	3,506
Tijera	Interrup.blindados de cuchilla G.E. de 60 x 600	<u>3,506</u> \$10,518

Esmeril

TOTAL: \$46,742

Se optó por comprar motores DELCROSA

CALCULOS:

Tornos: No 2 Dic chico: 4 7/8 - veloc.máxima 320 RPM - 5 HP
U 25/112 M4 6.6 HP 246 RPM (polea 6 1/2)

No 3 Dic chico Polea: 4 1/8 Veloc.máxima -
320 RPM - 7 1/2 HP.

U 43/132 S4 - 9 HP - 190 RPM (polea 7")

No 4 Dia.polea mínima 5 1/8 - 320 RPM 3 HP

3.6 HP U 25/100 L4 - 246 RPM (polea 6 1/2")

No 6 Dia. de polea 10" - 428 RPM (plana) 5 HP

Motor: NV Ma 3 - 6.6 HP - 360 RPM (polea 5")

TCRNO PARA MADERA:

Motor: NV 160 Ma 8 - 6.6 HP - 360 RPM Polea 5"

TALADROS:

1. Taladro radial No 1

9 HP - 355 RPM de acuerdo al eje del taladro

U 43/132 S4 190 RPM 9 HP (polea)

2. Taladro radial No 2

4.8 HP - 355 RPM (Polea 6 1/2)

U 25/100 L4 - 4.8 HP - 246 RPM (polea 9 1/2")

3. Taladro radial No 3

Tiene I - M - 1 HP - 1700 RPM

I - Motor - 1.2 NV 80 E4 - 1710 RPM

4. Taladro de bandera

Díametro de la polea chica 4 7/8 - 200 RPM - 7.5 HP

U 43/132 S4 - 9 HP - 190 RPM

Martillo: 9 HP - 65 RPM - Díametro polea motor: 24"

Díametro polea eje: 15"

RPM del eje: 104 RPM

U 43/132 S4 - 9 HP - 190 RPM - Polea MR: 8 1/4"

Díametro polea eje: 15"

Tijera: 12 HP - Máquina (eje): 100 RPM. polea 23"

St 120/132 M4 - 12 HP - 182 RPM . Polea 12 1/2

CEPILLO DE CARPINTERIA :

6 HP - 3600 RPM

NV 112 M 2 6.6 HP 3560 RPM 440 V.

CEPILLO DE CODO:

4.8 HP - 106 RPM - 113/4"

4.8 HP U 25/100 L4 - 246 RPM Polea 5 1/4

CEPILLO DE MESA CHICA:

6.6 HP - 190 RPM - Eje 10"

U 25/112 M4 6.6 HP 246 RPM Polea 7 1/2

CEPILLO GRANDE:

1 - M - 9 HP 1750 RPM - MV 132 SL

COSTO DE MATERIALES:

Motores ductores Dalcrosa

4 - MR - 9 HP - 190 RPM - c/u Neto: \$20,000	\$80,000
2 - MR - 6.6 HP - 246 RPM - c/u Neto: 14,700	29,400
1 - MR - 3.6 HP - 246 RPM - c/u Neto: 12,700	12,700
1 - M - 6.6 HP - 860 RPM -----	17,100
2 - MR - 4.8 HP - 246 RPM - c/u Neto: \$13,400	26,800
1 - M - 1.2 HP - 1700 RPM -----	3,100
1 - MR - 12 HP - 182 RPM -----	32,000
1 - M - 12 HP - 1700 RPM -----	12,200
1 - M - 6.6 HP - 3500 RPM -----	7,600
1 - M - 9 HP - 1700 RPM -----	<u>9,200</u>
	\$250,100

LISTA DE ACCESORIOS A USARSE:

Tornos

No 1,2,3,4,5,6.

Todos los tornos

18 conectores curvos de 1/2"

42 conectores rectos de 1/2"

72 bushing de 1/2"

36 contratueras de 1/2"

6 cajas octogonales de 1/2"

24 Mts. de tubo conduit. flexible de 1/2"

Cepillos

No 1,2,3.

6 conectores curvos de 1/2"

18 conectores rectos de 1/2"
51 bushing de 1/2"
33 contratueras de 1/2"
12 mts. de tubo conduit flexible de 1/2"

Taladros

Radial No 1,2,2, taladro de bandera y esperil
10 conectores curvos de 1/2"
30 conectores rectos de 1/2"
100 bushing de 1/2"
75 contratueras de 1/2"
20 cajas octogonales de 1/2"
20 mts. de tubo flexible conduit de 1/2"

Tarrajá y sierra eléctrica

6 conectores curvos de 1/2"
14 conectores rectos de 1/2"
24 bushing de 1/2"
12 contratueras de 1/2"
1 caja octogonal de 1/2"
8 mts. de tubo flexible conduit de 1/2"

Tijera

3 conectores curvos de 3/2"
7 conectores rectos de 3/4"
12 bushing de 3/4"
6 contratueras de 3/4"
2 cajas octogonales de 3/4"
4 mts. de tubo flexible conduit de 3/4"

Martillo

3 conectores curvos de 1/2"
7 conectores rectos de 1/2"
12 bushing de 1/2"
6 contratueras de 1/2"
1 caja octogonal de 1/2"

4 mts. de tubo flexible conduit de 1/2"

Cepillo, sierra circular y torno de madera

6 conectores rectos de 3/4"

2 conectores curvos de 3/4"

19 bushing de 3/4"

19 contratueras de 3/4"

2 cajas de pase

4 mts. de tubo flexible conduit de 3/4"

Torno y cepillo

12 conectores de 1/2"

4 conectores curvos de 1/2"

38 bushing de 1/2"

38 contratueras de 1/2"

2 cajas de pase

8 mts. de tubo flexible conduit de 1/2"

CONCLUSION DEL COSTO DE MATERIALES

52 conectores curvos de 1/2" a \$14.73 c/u	\$765.96
123 conectores rectos de 1/2" a \$11.37 c/u	1,398.51
297 bushing de 1/2" a \$2.60	772.20
200 contratueras de 1/2" a \$1.75 c/u	350.00
28 cajas octogonales de 1/2" a \$23.90 c/u	669.20
76 mts. de tubo conduit flexible a \$48.00 c/u	3,648.00
5 conectores curvos de 3/4" a \$2.17 c/u	105.85
13 conectores rectos de 3/4" a \$10.50 c/u	136.50
31 bushing de 3/4" a \$4.60 c/u	142.60
25 contratueras de 3/4" a \$2.25 c/u	56.25
2 cajas octogonales de 3/4" a \$26.00 c/u	52.00
8 mts. de tubo conduit flexible de 3/4" a \$56.00 c/u	448.00
4 cajas de pase de 6 x 6	2,000.00
88 tubos conduit de 1/2" de 3 mts. a \$152.50 c/u	13,420.00
10 tubos conduit de 3/4" de 3 mts. a \$200.50 c/u	2,005.00
13 tubos conduit de 1" de 3 mts. a \$31.40 c/u	4,139.20
6 tubos conduit de 1 1/2" de 3 mts. a \$460.50 c/u	2,763.00

8 rollos de alambre No 12 AWG 6 (100 mts.) a \$2.40	\$1,920.00
2 rollos de alambre No 12 (100 mts.) a \$3.75 c/u	750.00
1 rollo de alambre No 10 (100 mts.) a \$5.6 c/mts.	562.00
2 rollos de alambre No 6 (100 mts.) a \$18.50 c/mts.	<u>3,700.00</u>
	\$39,804.24

Interruptores de cuchilla

12 interruptores blindados de cuchilla G.E. de 30 x 600	\$36,224.00
7 interruptores blindados de cuchilla G.E. de 60 x 600	<u>24,542.00</u>
	\$60,766.00

Arrancadores y Pushbotton

4 arrancadores Square "D" - Size 0	\$9,000.00
9 arrancadores Square "D" - Size 1	47,250.00
2 arrancadores Square "D" - Size 2	18,500.00
17 Push Botton	<u>1,114.00</u>
	\$78,864.00

Costo total de materiales: \$409,534.24

Cálculo de los cables de alimentación principal

Taladro radial No 1	- 9	HP	- 12	A	- 12	AWG
Taladro radial No 2	- 4.8	HP	- 74	A	- 14	AWG
Taladro radial No 3	- 1.2	HP	- 1.8	A	- 14	AWG
Tal,de bandera	- 7.5	HP	- 11	A	- 14	AWG
Esmeril	- 1.5	HP	- 2.5	A	- 14	AWG
Cepillo No 1	- 9	HP	- 12	A	- 12	AWG
Cepillo No 2	- 66	HP	- 8.07	A	- 14	AWG
Cepillo No 3	- 4.8	HP	- 7.4	A	- 14	AWG
Torno No 1	- 7.5	HP	- 11	A	- 14	AWG
Torno No 2	- 6.6	HP	- 3.07	A	- 14	AWG
Torno No 3	- 9	HP	- 12	A	- 14	AWG
Torno No 4	- 6.6	HP	- 8.07	A	- 14	AWG
Torno No 5	- 3.6	HP	- 47	A	- 14	AWG
Torno No 6	- 5	HP	- 7.5	A	- 14	AWG

Sierra eléctrica	-	1/2	HP	-	1.8	A	-	14	AWG
Tarrajá eléctrica	-	1/2	HP	-	1.8	A	-	14	AWG
Esmeril	-	1	HP	-	18	A	-	14	AWG
Torno	-	6.6	HP	-	8.07	A	-	14	AWG
Sierra circular	-	12	HP	-	14.65	A	-	10	AWG
Cepillo de madera	-	6.6	HP	-	8.07	A	-	14	AWG

$$EI = I + I_2 + I_3 + 25\% I \text{ max.}$$

$$\begin{aligned} EI &= 12 + 7.4 + 1.8 + 11 + 2.5 + 8.07 + 7.4 + 11 + 8.07 + 12 \\ &\quad + 8.07 + 4.7 + 7.5 + 1.8 + 1.8 + 1.8 + 8.07 + 14.65 + 8.07 \\ &\quad + 25\% \times 14.65 \\ &= 137.70 + 3.66 = 141.36 \text{ Amperios} \end{aligned}$$

Para el tendido correspondiente un cable No 2/0 que tiene una capacidad para 145 amp. y 175 amp. en lugares secos.

Para evitar caída de tensión podemos usar el No 4/0 con capacidad para 195 amp. en lugares húmedos y 230 amp. en seco.

Este cable no lo compraremos por cuanto disponemos de anteriores instalaciones lo que nos significan un ahorro económico en material.

CALCULO DE J. PARA ALIMENTAR TABLERO DE MAQUINAS PARA TRABAJAR EN MADERA

Cuando HP = 6.6

$$I' = \frac{0.746 \times 6.6 \times 1,000}{1.73 \times 440 \times 0.8} = 8.07 \text{ amp.}$$

$$I'' = \frac{0.746 \times 12 \times 1,000}{1.73 \times 440 \times 0.8} = 14.65 \text{ amp}$$

$$I = 8.07 + 14.65 + 8.07 + 25.0 \times 14.65 = 34.35 \text{ amp.}$$

De acuerdo a las tablas de G.E

Alambre No 8, tiene capacidad para 40 amp. y alambre No 6 para

55 amp.

Me inclino por el No 6 para evitar caída de tensión. Además una llave cuchilla para el control de los tres restantes.

Cálculo de la carga instalada

Carga total instalada es de 136.9 HP

Costo de la mano de obra

Parte eléctrica:

Instalación tornos: 15 días con un operario y dos ayudantes
Tarraja, sierra eléctrica y esmeril cinco días con igual número de personas
Cepillos seis días con igual personal
Taladros diez días con igual personal
Maquinarias para madera seis días
Tijera y martillo cuatro días
Ventilador y cuatro interruptores para máquinas de soldar, tres días.

Parte civil:

Abrir canales: total 10 días con un ayudante
Total de días: 49
Canales: 10 días

COSTO

Parte eléctrica:

Tiempo de duración de la obra: 19 días con un operario y dos ayudantes.

Jornal diario de un operario y dos ayudantes:

$$72.65 + 40.10 + 40.10 = 152.85$$

Total jornales:	\$ 7,499.65
Leyes sociales: (65% haber básico)	4,874.77
Raciones: (70% haber. básico)	<u>5,249.75</u>
	\$17,624.17

Parte civil:

Jornal diario de un ayudante de albañil: \$40.10

40.10 x 10 días = \$401.00

Leyes sociales = 260.65

(65% haber básico)

Raciones 280.70

(70% haber básico) \$942.35

Supervisión:

Sueldos = \$2,606.8

(20% haber básico)

Leyes sociales 50%

Raciones 2,606.8

(50% haber básico) \$4,213.6

\$17,624.17

942.35

4,213.60

\$22,780.12

Costo total de la instalación: \$22,780.12

Costo de materiales mas la obra de mano \$432,314.36

COSTO DE MATERIALES

Paneles muy averiados 11 y 12.

TABLERO PD 11 FABRICA

60	pies	Angulo de fo. 1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	\$1,928.40
28	pies ²	Plancha de fo. de 1/16"	1,494.36
1 1/2	mts. ²	Malla de alambre No 25	315.00
1	bots.	Oxigenc	138.06
14	#	Tornillos 1/4 x 3/4 stove bolts.	14.00
8	#	Bicagras de 2"	2.97
140		Anillos planos de 3/8" (20)	5.76
140		Anillos planos de 3/8" (7)	1.65

10	----	Pernos de fo. 3/8" x 1" -----	\$ 70.10
3	----	Pernos de fo. 3/8" x 1" -----	21.03
14	pies	Angulo de fo. 1/4" x 2" x 2' -----	449.96
6	pies	Angulo de fo. 1/4" x 2" x 2' -----	192.34
6	pies	Angulo de fo. 1/4" x 1 1/2 -----	192.34
32	pies	Plancha de fo. 1/8" x 4 x 8 -----	1,707.34
32	pies	Plancha de fo. 1/8" x 4 x 8 -----	1,707.34
0 ⁰⁴⁰	----	Anillos planos de 1/4" -----	1.65
3	----	Pernos de fo. 3/8 x 1" -----	21.03
1	----	Esmeril en trapo 1 1/2 -----	6.30
8	----	Bushing de 1/2' -----	20.30
8	----	Contratuercas 1/2 -----	4.00
2	cajs	Condulet L B 3/4 -----	136.00
1	----	Conector de combinación 1 1/2 No 444 -----	51.64
30	----	Stove bolts. de 1/4 x 3/4 -----	30.00

\$8,514.05

851.41

6	cajs	Bushing (tuerca) 1 1/2 -----	\$ 26.16
6	cajs.	Contratuercas de 1 1/2 -----	22.14
1	Rlls	Cinta plástica aislant -----	38.00
1	Rlls	Cinta Cambric -----	86.83
1	Rlls	Cinta tela de 1 1/2 (algodón blanco -----	22.85
3	----	Terminales de cobre 4/0 de 225 A p'soldar -----	105.00
6	----	Cartuchos fusibles de 30 amp. x 600 V -----	394.26
3	----	Cartuchos fusibles de 60 amp. x 600 V -----	255.00
3	----	Cartuchos fusibles de 100 amp. x 600 V -----	268.26
6	----	Cartuchos fusibles de 200 amp. x 600 V -----	2,076.00
3	----	Cartuchos fusibles de 200 amp. x 600 V -----	997.50
6	----	Cartuchos fusibles de 250 amp. x 600 V -----	3,637.50
6	----	Cartuchos fusibles de 300 amp. x 600 V -----	3,637.50
1	----	Lámina fusibles de 200 amp. x 600 V -----	12.17
12	----	Cartuchos fusibles de 30 amp. x 600 V -----	788.52
1	----	Cartuchos fusibles de 150 amp. x 600 V -----	332.50
2	----	Cartuchos fusibles de 200 amp. x 600 V -----	665.00
3	----	Cartuchos fusibles de 400 amp. x 600 V -----	1,293.72

5	----	Tubos conduit galvanizado 1/2' pesado	\$ 793.35
2	----	Conectores rectos 1 1/2 para tuberías conduit	151.20
6	----	Fusibles G.E. 200 amp. x 600 V.G. y B. 200	2,205.50
2	----	Láminas fusibles de 100 A. 250 V	7.92

\$17,861.68

1/2 mt. Franola \$14.50

\$14.50

1.45

\$27,243.09

TABLERO PD - 12 FABRICA

57'3"	pies	Angulo de fo. 3/16 x 1 x 1 x 20	++++-----	\$22,376.00
100'	pies	Angulo de fo. 3/16 x 2 x 2 x 20	-----	3,214.00
64'	pies	Plancha de fo. 1/8 x 4 x 8	-----	3,415.68
64'	pies	Plancha de fo. 1/16' x 4 x 8	-----	3,415.68
1	----	Conduit de 1" L B	-----	108.00
1	----	Conector recto de 3/4 No 408	-----	9.67
6	----	Pernos de fo. 1/4 x 1"	-----	42.06
12	----	Pernos de fo. 3/8 x 1	-----	81.24

\$10,510.09

105.10

14	mts.	Alambre forro plástico No 12 AWG	-----	\$ 40.60
10	mts.	Alambre forro plástico No 14 AWG	-----	24.00
1	Rlle	Cinta plástica aislante	-----	33.00
1	----	Bushing de 1" (tuerca)	-----	3.42
2	----	Bushing de 1 1/2" (tuerca)	-----	9.72
1	----	Conector curvo de 1' para tubería conduit	-----	43.32
2	----	Contratuerca de 1 1/2"	-----	7.38
3	----	Cartucho fusible 30 amp. x 600 V	-----	197.13
3	----	Cartucho fusible 60 amp. x 600 V	-----	255.00

3	-----	Terminales a presión de 1/0 a 500 MCM de cobre	\$198.75
			\$817.32
1	-----	Brocha 2" -----	\$ 44.00
3	gals	Pintura gris -----	569.10
1/2	gals	Aguarrás -----	22.92
			\$636.02
			63.60
			\$12,132.13

- TABLERO PD 11 y PD 12 - FABRICA

JORNALES

Costo mano de obra.-

Operario	(24 días)	=	\$2,014.80	c/día	=	\$83.95
Ayudante	(24 días)	=	\$1,332.00	c/día	=	\$55.50
Operario	(20 días)	=	\$1,191.00	c/día	=	\$59.55
Ayudante	(20 días)	=	\$1,106.00	c/día	=	\$55.30
Oficial	(20 días)	=	<u>\$ 812.00</u>			
			\$6,455.80.			
Leyes sociales			4,196.27			
Raciones			<u>3,873.48</u>			
			\$14,525.55			

Supervisión 20% (24 días)	=	\$1,600
Leyes sociales (50% haber b.)	=	800
Raciones (50% haber básico)	=	<u>800</u>
		\$3,200

VII.-DISPONIBILIDAD DE ENERGIA PARA COMIENZO DE LA MOLIENDA

Luego de haberse reconstruido, instalado y chequeado, fue necesario verificar la disponibilidad de energía puesto que no contábamos con el elemento principal de abastecimiento de energía, como es el turbo generador que tiene como función alimentar de energía todo el Complejo.

En tiempo de reparación disponíamos de algunas máquinas que las teníamos en reserva las cuales debíamos prepararlas para un trabajo continuo.

Los grupos disponibles tenían las siguientes características:

Generador del grupo 150 KW No 1

Mod. D 342 Volts: 240/480 3 fases
RPM: 1,200 Ciclos: 60 No de carga: 10
Potencia aparente: 150 KVA - Potencia activa: 120 KW; Factor de potencia: 0.8

RPM: 3,000

Excitación: 110 volts. Nominal: 29 Amp.

Características del motor

Modelo: D 342 C No de cilindros: 6 Día: 5.75 Correa: 8
No de serie del motor: 49' B 263
RPM en vacío: 1,200
RPM con carga máxima: 1,200
Ajuste de cremallera: 505
Ajuste de potencia al nivel del mar: 243

Generador de 150 KW No 2

Modelo D 342 D Volts: 240/480 3 fases
RPM 1,200 Cycles: 60 No de carga: 10
Potencia aparente: 187 KVA - Potencia activa: 150 KW
Factor de potencia 0.8

450/225 Amp.

Excitador No No 212740 - RPM del excitador: 3,000

Excitador nominal: 29 Amp. - 110 Volts.

Características del motor

Modelo: D 342 C - No de cilindros: 6 - Diámetro 5.67; Correa:8

No de serie del motor: 49 B 318

RPM en vacío: 1236 - RPM con carga máxima: 1,200

Ajuste de cremallera: 220

Ajuste de potencia al nivel del mar: 234"

Generador de 175 KW

Modelo: D 364 - Volts. 240/480 - 3 fases

RPM 1,200 - Ciclos: 60 - No de carga: 10

Potencia aparente: 219 KVA - Potencia activa: 175 KW

Factor de potencia: 0.8

1524/246 .Amp.

Excitador No - - - - RPM excitador: 1,200

Excitación: 125 Volts. - Nominal 24 Amp.

Características del motor

Modelo D 364 - No de cilindros: 8 Diám. 53/4 - Correa: 8

RPM en vacío: 1,310

RPM con carga: 1,200

Potencia al nivel del mar: 194 HP

Características del motor 350 KW

Modelo D 397 - Volts. 240/480 - 3 fases

RPM 1,200 - Ciclos: 60 - No de carga: 10

Potencia aparente: 438 KVA - 350 KW - Factor de potencia: 0.8

1052/526 Amp.

Excitador No 2 L 4136 - RPM del excitador: 2,400

Excitación: 125 Volts - Nominal: 40 Amps.

Características del motor

No tenía placa.

En conclusión la disponibilidad de energía era de:

$$150 + 150 + 144 + 350 = 794 \text{ KW}$$

Las características del turbo generador es la siguiente:

Serie No 83000364 - 3750 KVA - 1,200 RPM - F.P. 0.3

T.I.P.E. ATI 2,400/4160 Volts. 3,000 KW

Amp. de armad. 902/520 Amps. - Amper. campo: 205

Excitación 125 Volts. - 3 fases - frecuencia: 60 ciclos

Frame: HL

El consumo de carga varía en un promedio de 1,600 KW, pero cuando no alimenta la línea de pozos (23) cuyas potencias varían de 30,40,60,150 HP, aproximadamente la carga total absorbida es de 1,200 KW.

Por lo expuesto fue necesario conseguir otro generador a fin completar la carga necesaria. En la época posterior al desastre, los grupos generadores eran escasos por la gran demanda; no obstante conseguimos un grupo que nos facilitó el Complejo de Pucála de 400 KW.

Características del grupo generador de Pucála

Modelo D 379 - RPM 1,200 - Ciclos 60

Serie: 350 THL 569

Pot. apar. 500 KVA - Pot. act. 400 KW - Fact. pot. 0.8

Conexión en baja 230 Volts. - 1,255 Amps.

Conexión en alta 460 volts. - 628 Amps.

Excitación: 70 Volts. - 66 Amps.

Esto no era suficiente para soportar; en pasos siguientes - mostraré el recuento de la carga solicitada.

Cuando llegó el grupo generador, pensamos hacerlo trabajar sobre la base de tacos de madera con las que había venido, pero el representante de la firma Caterpillar nos sugirió usar -

una base de cemento ya que por la vibración el cigüeñal podría sufrir un desperfecto.

El lugar elegido fue cerca de los paneles PD 11 y PD 12 para alimentar con línea de 440 Volts. Para realizar aquello, - fue necesario hacer un pequeño cálculo de cimentación ya que - debíamos tener en cuenta que la maquinaria pesaba 3,500 KG, y por investigaciones anteriores sobre estudios de suelo, el rpo medio de resistencia debía ser menor que 0.5 Kg/cm^2 .

$$R \leq 0.5 \text{ Kg/cm}^2$$

Peso de la máquina: 3,500 KG.

Factor de seguridad: 2

Peso total aplicando factor de seguridad: 7,000 KG.

Peso específico del concreto: $2,400 \text{ Kg/m}^3$

Volúmen del concreto: $3.50 \times 1.50 \times 1.10 = 5.775 \text{ m}^3$

Peso total: Peso concreto + peso máquina por el factor de seguridad.

Peso total: $13,860 + 7,000 = 20,860 \text{ KG}$

Resistencia del terreno = $\frac{20,860 \text{ Kg}}{52,500 \text{ Cm}^2} = 0.397 \cdot \frac{\text{Kg}}{\text{Cm}^2}$

$$0.397 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{vs.} \quad 0.5 \text{ Kg/Cm}^2$$

Las medidas de base, ancho y profundidad se realizaron por - cálculo y tanteo. El grupo medía alrededor de 3.00 por 1.20 m.

En conclusión se tenía energía disponible de:

$$794 + 400 = 1194 \text{ KW.}$$

Teniendo en cuenta que esta cantidad de energía no era suficiente, fue necesario hacer funcionar sólo los equipos indispensables; por tal motivo se efectuó la programación de acuerdo a la necesidad indispensable de cada máquina.

La distribución fue la siguiente:

P D 1

Bomba jugo clarificador No 1 - 25 HP
Bomba vacio - 30 HP
Cristalizadores: 1 - 6 - 7 1/2
Bomba jarabe No 1 : 7 1/2 HP
Cristalizadores de 7 - 11 ; 10 HP
Eje rapidol: 1 HP
Bomba jugo filtrado No 1 y 2: 10 HP
Bomba de cachaza superior e inferior: 6 HP
Bomba agua barométrica: 7 1/2 HP
Bomba agua caliente: 2 HP
Mezclador bagacillo: 2 HP
Filtro rotativo: 1 1/2
Agitador batea filtro: 1 HP

TOTAL: 115 HP

P D 2

Bomba de nivel A: 3 HP
Lancha de centrífuga continua: 3 HP
Transportador magna: 5 HP
Bomba magna: 7 1/2 HP
Mezclador de magna: 3 HP
Agitador de miel B: 1/3 HP

TOTAL: 21,83 HP

P D 3

Centrífuga No 1,2 y 3 - Wester State c/u: 78 HP
Espiral No 1 y elevador de azúcar: 7 1/2 HP
Bomba de agua caliente centrífuga No 2: 7 1/2 HP
Bomba de miel final: 5 HP
Agitador centrífuga lancha: 5 HP
Compresora centrífuga: 5 HP
Bomba de aceite centrífuga: 1/2 HP
Cristalizador No 12: 3 HP

TOTAL: 270 HP

P D 4

Ventilador tipo inducido para caldero No 2: 100 HP
Ventilador tipo forzado Caldero No 2: 75 HP
Bomba de agua cruda No 1: 15 HP
Bomba Boetler contra corte: 7 1/2 HP
Bomba ablandadores: 5 HP
Bomba de cal: 2 HP
Agitador: 2 HP
Conductor de bagazo: 3,4 y 5 de 15 HP c/u
Ventilador de bagacillo para filtro Oliver: 5 HP
Transformador para control Planta tratamiento y caldero: 5 HP

TOTAL: 187 HP

P D 5

Bomba petróleo: 3 HP
Ventilador tiro forzado: 40 HP
Ventilador tiro inducido: 75 HP
Bomba petróleo para caldero: No 1 y 2: 15 HP
Solenoides para 4 alimentadores de bagazo: 1 HP
Alimentador de bagazo No 3: 1 HP
Conductor de ceniza: 3 HP

TOTAL: 185 HP

P D 6

Bomba inatorable molino 3: 7 1/2 HP
Bomba inatorable molino No 4: 10 HP
Taranda vibratoria: 5 HP
Transformador para solenoide de control de turbina: 1 HP
Conductor de bagazo No 1: 15 HP
Bomba inatorable No 1 - Molino 1 y 2: 20 HP
Transmisión torno: 7 1/2 HP
Conductor de bagazo No 2: 30 HP

Bomba jugo crudo No 1: 10 HP
Bomba aceite No 2 para reductor turbina 900 HP - 3 HP
Bomba de agua para broncos No 1: 1 1/2 HP
Bomba de aceite para desfibrador Gruendler: 1 HP
Nivelador de caña: 5 HP
Conductor Gruendler: 15 HP
Bomba de lubricación para reductor de baja: 1 HP
Bomba de lubricación turbina de 400 HP - 2 HP
Bomba de lubricación para reductor de alta

TOTAL: 124 HP

P D 7

Grúa Henderson: 67 HP

P.L.C.

Curding drun: 60 HP
Conductor de lavado: 40 HP
Elevador alto de caña: 40 HP
Bomba de agua sucia: 40 HP
Mesa alimentadora: 15 HP
Extractor de paja: 15 HP
Rodillos Sun Flower No 8: 20 HP
Rodillos Sun Flower No 7: 20 HP
Rodillos Sun Flower No 6: 25 HP
Extractor de desperdicios No 10: 5 HP
Extractor de desperdicios No 11: 5 HP
Elevador de desperdicios No 13: 7 1/2 HP

TOTAL: 307 1/2 HP

P D 8

Bomba de agua refrigeración Diesel 1 y 2: 30 HP
Compresora de aire Tresde 5 HP c/u - 15 HP
Líneas para diversas máquinas de soldar: 30 HP

TOTAL: 76 HP

P D 9

Está incluido uno de ellos en la bomba petróleo.

P D 10

Bomba agua condensador evaporadores: 60 HP
Alimentador para cuatro eyectores techos: 3 HP
Centrífuga continua Silver: 25 HP
Bomba vacío Nash: 60 HP
Bomba lavado de caña: 60 HP
Centrífuga continua Roberts: 40 HP

TOTAL 248 HP

P D 11

Bomba agua calentadores: 10 HP
Agitador de jugo: 3 HP
Transformador para techos: 1 HP
Bomba jugo encalado No 1 : 50 HP
Bomba vertical agua potable: 60 HP
Trafa para alumbrado fábrica: 20 HP
Máquina de soldar: 15 HP

TOTAL: 235 HP

P D 12

Puntos para máquina de soldar: 20 HP
Conductor de caña: 60 HP

TOTAL 80 HP

P D 13

Sub-estaciones de servicio y alumbrado público: 100 HP

TOTAL 100 HP

P D. 14

Grúa Puente: 15 HP

Maestranza: 60 HP

TOTAL 75 HP

Sumando todos los paneles totalizan 2,010.33 HP instalados, multiplicándolo por 0.745 para convertir a KW y por 0.8 factor de potencia da una constante aproximada de 0.6 que es el factor de simultaneidad por el uso del equipo.

$$2,010.33 \text{ HP} \times 0.6 = 1,206.198 \text{ KW}$$

Multiplicando luego el resultado por un factor de demanda de energía 0.7

$$1,206.198 \times 0.7 = 844.34 \text{ KW efectivos}$$

Realizando estos ajustes se pudo arrancar la molienda pero con ciertos problemas de sobrecarga de los motores por los puntos producidos al arrancar máquinas grandes que hacían disparar los sistemas magnéticos de los interruptores del grupo Diesel.

-----0-----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo lo he efectuado siguiendo los siguientes pasos:

1. Hice una descripción del proceso productivo.
2. Expuse en forma breve la forma en que quedó cada sección.
3. Realicé un análisis de la forma rápida, eficiente y segura con que se resolvieron los problemas inmediatos.

Todo el trabajo se trató de realizar de la mejor forma posible, aunque dentro del campo rústico y primitivo, utilizando sólo la buena voluntad y deseo de hacerlo, ya que nuestra única herramienta eran las manos.

Mis esfuerzos dieron frutos ya que sirvió como efecto multiplicador para la rehabilitación del Ingenio.

Terminada la rehabilitación, se efectuó la programación de las máquinas más indispensables, a fin de dar comienzo a la molienda; la energía disponible era muy reducida.

Se procedió además a hacer análisis de los interruptores y fusibles que debían ser cambiados por los más convenientes y prácticos, si eran necesarios.

A fin de que se puedan formar una idea más amplia del sistema eléctrico existente, muestro el programa eléctrico general del Complejo.

Habiéndose comenzado un proceso de recuperación, se incluyó dentro del programa de inversiones, los nuevos proyectos a realizarse; estos son: Electrificación individual de las máquinas, herramientas de maestranza y costeo de los gastos de construcción de los tableros destruidos por el sismo.

Por último quiero recomendar una de las tantas formas de ac

tuar que existe en caso de encontrarse en una situación similar a la nuestra.

Para ello el ingeniero residente, debe instruir al operador de los tableros principales de la Planta de Fuerza, cuya función es como la de un capitán de barco, el cual debe mostrar en todo momento serenidad y sangre fría puesto que de él depende la vida de muchas personas.

El operador de la Planta debe ir eliminando circuito por circuito en forma rápida, especialmente los de alimentación a los alumbrados públicos y cargas interiores.

La operación de eliminación de los circuitos más importantes, se hace de acuerdo a la importancia de estos y según un orden de prioridades previamente designado por el jefe de sección.

Luego de haber pasado el movimiento, se debe pensar que la población depende única y exclusivamente de nosotros.

Tratar por todos los medios de eliminar toda la cablería que signifique peligro para la vida de los pobladores.

Al no tener Planta de Fuerza, buscar todo lo que sea motores de explosión aunque sea de baja cabalaje y tratar de alimentar sectores de alumbrado, a fin de levantar la moral de los pobladores.

Para la alimentación de Pozos si no hubiera líneas de baja tensión, usar si es posible las de alta tensión, eliminando los fusibles de alta. La caída de tensión será muy alta, pero enviando de la Planta a tensión mayor de la nominal se puede compensar, ya que el aislamiento de los motores puede resistir hasta 1,000 voltios.

La actuación del profesional debe estar centrada en proveer de energía a las fuentes de supervivencia.

La suma total de los tres presupuestos calculados es de:

\$ 896,611.75

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

- Estaciones transformadoras y de distribución .- ZOPETTI
- Código eléctrico del Perú - A.E.P. - 1968
- Circuitos de corriente alterna.- MERCHNER CORCORAN.
- Circuitos magnéticos y transformadores de E.R. STAFF M.I.T
- Máquinas eléctricas - ALBERTO RICARDO GRAY.
- Manual de la A.E.C.
- Electrotecnia - Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas .- RAY WALLACE.
- Manual del Ingeniero Electricista .- KNOLDWTON.
- Copias y folletos de la firma JOSEFEL Y GENERAL ELECTRIC.