

101
2 Gera



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

**PROGRAMACION DE LAS ACTIVIDADES
NECESARIAS PARA EL MONTAJE DE
EQUIPO PESADO UTILIZANDO
RUTA CRITICA**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a :

José Mercedes Pacheco M.



1 9 8 5

DIRECTOR: Ing. Enrique Galvón Arévolo



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O .

| | Pag. |
|--|------|
| Prólogo. | 4 |
| Capítulo I | |
| Introducción. | 7 |
| 1.- Antecedentes de la Industria Cementera | 8 |
| 2.- Tipos de Cemento y su uso. | .12 |
| 3.- Importancia en el desarrollo de país | .17 |
| 4.- Diagrama de proceso de una fábrica de cemento y su descripción. | .20 |
| 5.- Equipos que integran una fábrica de cemento. | .27 |
| 6.- Separador Sturtevant | .29 |
| Capítulo II | |
| Descripción de las actividades necesarias para el montaje utilizando Diagrama de Operaciones de Proceso. | |
| 1.- Antecedentes | .38 |
| 2.- Documentos. | .38 |
| 3.- Instrucción de Montaje | .40 |
| 4.- Resumen y secuencia de actividades necesarias para el montaje. | .50 |
| 5.- Diagrama de Operaciones de Proceso. | .53 |
| Capítulo III | |
| Descripción equipo de maniobras de acuerdo con los cálculos realizados para el manejo de materiales pesados. | |
| 1.- Necesidades de maniobra. | .55 |
| - Carga a maniobrar. | .56 |
| - Elementos disponibles. | .56 |
| - Lugar de emplazamiento | .57 |
| - Elementos de una maniobra. | .57 |
| 2.- Cálculos | .58 |
| - Manuales de equipo | .58 |
| - Cables de acero. | .58 |
| - Factor de seguridad. | .61 |
| 3.- Consideraciones. | .62 |

Capítulo IV

Programación de la Red de Actividades - y cálculo de la Ruta Crítica.

| | |
|---|-----|
| 1.- Introducción a la Ruta Crítica. | .64 |
| - Inicios Históricos. | .64 |
| - Datos Básicos | .65 |
| - Restricciones | .65 |
| 2.- Cálculo de la Ruta Crítica. | .66 |
| - Resumen de cálculos | .68 |
| 3.- Ruta Crítica. | .69 |

Capítulo V

Programación de actividades de acuerdo con fechas determinadas.

| | |
|---|-----|
| 1.- Comentarios sobre programación. | .71 |
| 2.- Programa. | .72 |

Capítulo VI

| | |
|--|-----|
| Conclusiones | .74 |
| 1.- Elementos de un proyecto. | .74 |
| 2.- Planificación de recursos | .76 |
| 3.- Mejoras | .77 |
| 4.- Elaboración Diagrama de Operaciones de Pro- ceso, Ruta Crítica, Programa de Actividades | .79 |
| Bibliografía. | .80 |

P R O L O G O .

El presente trabajo es un estudio sobre aplicación de la Ruta Crítica en Montaje de Equipos Pesados y se utiliza un caso real de Montaje de un Separador para mostrar sus ventajas.

Este caso real, es una recopilación de datos de la Ampliación llevada a cabo en la fábrica cementera de "Cruz - Azul" en Lagunas, Oax., la cual venimos participando con gran satisfacción desde hace varios años.

Consideramos apropiado desarrollar este tema ya que independientemente de que cada equipo tiene un peso de varias toneladas, cada día va en aumento las capacidades de producción y consecuentemente el tamaño y peso de estos equipos, razón por la que se está generalizando la fabricación y traslado en tramos o secciones para posteriormente montarlos y armarlos simultaneamente en "campo" (Término usual en Construcción para indicar el destino final en que se armará y trabajará el equipo).

En el primer capítulo se proporcionan antecedentes de la industria del cemento, los tipos de cemento que se producen, describen el proceso de fabricación, se anotan pesos de grandes equipos y se describe la operación de un Separador.

En el segundo capítulo se reunieron los documentos necesarios, para conocer el despiece y tonelaje del Separador, así como las recomendaciones del fabricante para el montaje y poder hacer un resumen de actividades con la secuencia correspondiente, lo que nos permitió elaborar el Diagrama de Operaciones de Proceso.

En el tercer capítulo se describen las necesidades a conocer y establecer para poder realizar una maniobra de montaje. Conociendo el área, los elementos disponibles, interferencias, la capacidad, etc; la cual nos permite realizar los cálculos elementales para garantizar una maniobra con seguridad.

En el cuarto capítulo anotamos los antecedentes a la Ruta Crítica, comentamos sus inicios históricos, los datos básicos y restricciones. Proporcionamos la Ruta Crítica y un resumen de sus calculos correspondientes a nuestro ejemplo.

En el quinto capítulo hacemos algunos comentarios sobre programación y realizamos el Programa de Actividades de acuerdo con fechas determinadas. Estamos considerando un regular conocimiento sobre programación de barras por parte del lector

En el sexto capítulo hacemos algunas conclusiones al considerar nuestra maniobra como un proyecto, que como tal debemos conocer, manejar, organizar y planear, en donde podemos tener: buenos resultados, decepcionantes resultados mejoras, cambios, etc. Y, en la elaboración de Diagrama de Operaciones, Ruta Crítica y Programación de Actividades son elementos indispensables para un buen control, que es nuestro objetivo.

CAPITULO I

INTRODUCCION .

- 1.- Antecedentes de la Industria Cementera.
- 2.- Tipos de Cemento y su uso.
- 3.- Importancia en el Desarrollo del Pais.
- 4.- Diagrama de Proceso de una Fábrica de Cemento y su descripción.
- 5.- Equipos que integran una Fábrica de Cemento.
- 6.- Separador Sturtevant.

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

Habiendo participado en el montaje de la ampliación de la fábrica de "Cruz Azul" en Lagunas, Oax., y teniendo reunida bastante información sobre el Separador Sturtevant, sobre su montaje y operación; creimos conveniente organizarla, con la idea fundamental de mostrar las ventajas que nos ofrece la Ruta Crítica en la programación del montaje de equipo pesado, poniendo el ejemplo real como es el montaje de un Separador para Molino de Cemento.

Podemos definir como Maniobra la actividad o actividades a desarrollar para trasladar, mover o montar, ya sea un equipo o parte de él. Por lo que esperamos este trabajo sea de utilidad para la persona o personas que tengan que realizar una o varias maniobras sencillas o complicadas, siempre u cuando se sigan los conceptos anotados en este trabajo.

1.- Antecedentes de la Industria Cementera

Desde hace tiempo, los Otomíes, los Toltecas y los Mayas en nuestro País, así como los Griegos y Romanos en Europa, emplearon morteros hidráulicos con gran éxito en sus construcciones como puede apreciarse hoy en día, en restos de sus obras que han perdurado.

Ya sea que los conocimientos de los antiguos sobre esta materia fuesen meramente de carácter empírico o que se perdiesen al paso del tiempo, lo cierto es que hasta principios del siglo XIX no se conoció nada del mecanismo del fraguado de dichos morteros.

Los primeros ensayos de producción de cementos mediante la cocción de mezclas preparadas artificialmente con caliza y arcilla, se efectuaron en Francia donde Vicat las realizó con éxito a principios del siglo XIX. Sin embargo, no se sacó partido práctico de tales ensayos y fueron los Ingleses quienes volvieron a trabajar en esa materia. En 1810 obtuvieron con resultado poco satisfactorio varias patentes.

Quien primero consiguió tras largos ensayos un excelente aglomerante hidráulico, fué John Aspdin en 1824, cociendo a temperatura muy elevada una mezcla bien dosificada de cal apagada y arcilla. Le dió el nombre de Cemento Portland por su aspecto parecido a la piedra Portland, condado de York en la Gran Bretaña.

En 1826, Frost montó en Inglaterra la primera Fábrica de cemento y hasta 1850 la producción de las cuatro fábricas existentes, fué la que dominó por completo el mercado mundial. En esa época empezó también Francia a fabricar cemento y en 1855 Alemania se montó la primera fábrica.

En los Estados Unidos de América se importó por primera vez cemento Portland en 1865; siendo en el año de 1872 cuando se montó la primera fábrica.

A principios del siglo XX, en México no fabricaba cemento, ya que solo había algunas fábricas que utilizaban dicho material como materia prima. Estas fábricas eran de mosaico y talleres de piedra artificial.

De aquella fecha a la nuestra, el progreso de la Industria del Cemento ha sido asombroso. Se inició esta industria entre nosotros con dos intentos fallidos, uno en Santiago Tlatelolco y otro en Dublán, Hidalgo. Equipadas estas precursoras fábricas de Cemento con hornos verticales, pronto hubieron de clausurarse por ineficientes y nuestras pequeñas necesidades se abastecerían con importaciones de Inglaterra y Bélgica principalmente.

El progreso de la Industria del Cemento en México, se debe atribuir fundamentalmente al gran espíritu de empresa de todos los hombres que se han consagrado a ella; a la competencia que siempre ha reinado entre los diferentes competentes de esta industria; y finalmente al dinamismo de los ingenieros y arquitectos mexicanos, por una parte y por otra, al de los hombres dedicados a las industrias que utilizan el cemento como materia prima

Este progreso se inicia en México con la fundación de las tres primeras fábricas montadas con hornos rotatorios. De estas, la primera fué de Cementos Hidalgo, S.A. en Hidalgo Nuevo León, fundada el 3 de Febrero de 1906. La Tolteca en el Estado de Hidalgo, fué la segunda, montada originalmente por un grupo de cementeros americanos quienes en 1911 y con motivo de la Revolución, vendier

ron sus acciones a un grupo de cementeros ingleses representados por el Sr. Douglas H. Gibbs, quien hasta entonces había estado a cargo de fomentar las importaciones en México de cemento procedentes de la Gran Bretaña y por último La Cruz Azul, S.C.L., también en Hidalgo, establecida en Jasso (Hoy Cruz Azul), y que empezó a operar en el año de 1910.

Coincide la fundación de éstas fábricas de cemento con la introducción del concreto en obras de importancia como las de aprovisionamiento del agua en el Distrito Federal, parte de ellas el Acueducto de Xochimilco, los Tanques de Dolores y el Edificio de bombas de la Condesa así como el Monumento a la Independencia en el Paseo de la Reforma en la Ciudad de México.

Cuando renuncia el Presidente Porfirio Díaz en 1911, la demanda de cemento se había elevado a 75000 toneladas por año, impulsada por el abaratamiento de este material, así como por la actividad de nuestros ingenieros.

Con la cruenta guerra civil que provocó el asesinato de Presidente Francisco I. Madero, esa demanda se vino abajo. Cementos Hidalgo hubo de suspender sus trabajos por ocho años consecutivos. Las pérdidas de la Cruz Azul se acumulan. La Tolteca hubiere quebrado si sus nuevos dueños no la refaccionan constantemente durante aquella época aciaga.

En 1918 siendo Presidente Don Venustiano Carranza, nace la Confederación de Cámaras Industriales, existiendo en nuestro país las tres fábricas ya mencionadas, con nueve hornos rotatorios y una capacidad conjunta de 177,000 toneladas anuales.

México cuenta actualmente con veintiseis fábricas en producción; dichas fábricas se encuentran distribuidas en toda la República de la siguiente manera: En la Zona Central nueve, a saber; La Cruz Azul S.C.L., La Tolteca, Atotonilco, Atoyac, Mixcoac, Apasco, Anáhuac, Moctezuma y Cemento Portland Blanco. Dos en la Zona del Bajío: León y Guadalajara. En la Zona Noroeste y Norte son cinco: Hidalgo Nuevo León, Cementos Mexicanos, Chihuahua, Torreón y Cementos del Norte. Cuatro fábricas en la Zona del Pacífico: Hermosillo, El Fuerte, Mazatlán y Ensenada, Una fábrica en Orizaba, Veracruz; una en Acapulco; otra en Mérida Yucatán; una en Tamuín en el Edo. de San Luis Potosí y por último La Cruz Azul S.C.L. en Lagunas Oax.

2.- Tipos de Cemento y su uso.

La Industria Cementera depende de la demanda de las diferentes obras que requiere el país; grandes volúmenes, resistencias mecánicas, resistencias a ataques químicos, ornato, etc., en donde el costo juega un papel muy importante en la necesidad de la diversificación de tipos de cemento.

Por lo tanto la Industria Cementera está en constante expansión para proporcionar el tipo de cemento requerido a un costo mínimo posible, pero al mismo tiempo con las mejoras y calidades que garanticen al consumidor una buena obra a un costo razonable. Cada obra requiere un tipo especial de cemento para lograr calidad y costo. De ahí la necesidad de la diversificación de la producción del cemento

En México se fabrican los siguientes tipos de cemento:

- I.- Común o Normal
- II.- Modificado
- III.- Resistencia rápida
- IV.- De bajo calor
- V.- De alta resistencia a los sulfatos
- VI.- E. A. T. el de mayor resistencia a los sulfatos
- VII.- Blanco
- VIII.- Portland-puzolana
- IX.- Portland-Escoria alto horno
- X.- De albañilería o Mortero

El Cemento tipo I, Común o Normal es el adecuado para usos generales en donde no se requieren las propiedades especiales de los otros tipo. Se caracteriza por sus altas re-

sistencias mecánicas y elevado calor de hidratación. Se emplea en la construcción de casas y edificios en toda clase de obras de construcción de concreto reforzado, pavimentos, aceras, productos prefabricados, puentes, cimentaciones y trabajos de mampostería.

El Cemento tipo II Modificado, reúne cualidades parciales de los tipos I, IV, y V, pero sus resistencias mecánicas son algo inferiores a las del cemento común, sin embargo, su calor de hidratación es moderado y presenta cierta resistencia al ataque de sulfato. Este cemento es de uso más general que el tipo I, ya que además de emplearse en los lugares en que estaría indicando el tipo I por las ventajas de su composición, se recomienda usarlo en Obras Hidráulicas, en estructuras de tamaño considerable, así por ejemplo en muros de contención, contrafuertes de gran espesor y obras de las cuales es necesario reducir la elevación de temperatura, especialmente cuando el concreto se coloca en un ambiente caluroso. Por lo tanto, no debe emplearse donde el ataque por sulfatos, cloruros o ambos se presenta en forma severa, tales como obras de alcantarillado, obras marítimas, etc.

El cemento tipo III, de Alta Resistencia Rápida, debido a su finura o superficie específica elevada, a los 7 días, alcanza aproximadamente una resistencia semejante a la de 28 días en los demás cementos, pudiéndose así descimbrar a menor plazo y poner más rápidamente en uso el concreto. Como la hidratación más rápida, el calor, producto de la reacción se libera más rápidamente ocasionando mayor elevación de temperatura que la produce normalmente en los demás cementos.

Su uso es recomendable cuando se requiere celeridad en la obra, pero es conveniente

su empleo en lugares con superficies grandes para la disipación del calor de hidratación.

No es recomendable en obras de grandes volúmenes, debido a la generación rápida del calor de hidratación, ni tampoco en medios expuestos a la acción de agentes agresivos, como pudiera ocurrir, por ejemplo en cimentaciones y alcantarillados.

El cemento tipo IV de Bajo Calor, su composición química se ha ajustado de tal modo que en su hidratación genera menos calor y a menor velocidad que los otros tipos. El desarrollo de resistencias mecánicas es lento a edades tempranas, pero alcanza las de los demás cementos a edades superiores a un año. Su uso está prácticamente limitado a los grandes colados, como el de las presas de gravedad en donde el calor generado en el fraguado del concreto se torna crítico.

El cemento tipo V, de alta Resistencia a los Sulfatos de aguas negras, marinas o selenitosas; sus resistencias mecánicas son algo diferentes o inferiores a las de tipo I en edades tempranas, pero resultan iguales o mayores a edades más largas, de 6 meses en adelante. Su generación de calor es baja, su uso más generalizado se concentra en el revestimiento de canales, túneles y toda estructura en concreto con aguas de elevado contenido de sulfatos.

El cemento tipo E.A.T. el de mayor resistencia a los sulfatos, es un cemento especial único en México, con la característica fundamental de estar exento del alúmina tricálcico que le da la cualidad de ser cemento con mayor resistencia a los sulfatos y agentes agresivos en general.

Desde el punto de vista químico-físico, este cemento se puede considerar como de uso general ya que su empleo no tiene limitaciones ni de tipo químico ni mecánico, por lo cual puede emplearse en cualquier tipo de obra, principalmente obras expuestas al ataque severo de sulfatos y agentes agresivos.

El Cemento Blanco, posee características similares al tipo I, su color se logra al utilizar en su elaboración materias primas prácticamente libres de óxido férrico

Su fabricación requiere de cuidados especiales durante el proceso, pero sus propiedades químicas y físicas son las mismas que en el cemento común. Se emplea generalmente en usos decorativos y arquitectónicos, en la elaboración de formas precoladas, en terrazos y mosaicos, monumentos y esculturas, etc.

El Cemento Portland-Puzolana, se obtiene de la molienda conjunta de Clinker Portland, Yeso y Puzolana, variando la proporción de ésta última entre el 15 y el 40% (en pesos) del producto. Las puzolanas son materiales silicosos o silíceo-aluminosos que en sí poseen poco o ningún valor cementante, pero al molerse finamente reaccionan con el hidrato de cal a temperaturas ordinarias para formar compuestos cementantes. El proceso de hidratación del cemento libera cantidades suficientes de cal para reaccionar con la puzolana, aprovechándose de esta manera su efecto benéfico.

Las puzolanas que pueden emplearse en el Cemento Portland Puzolana incluyen materiales naturales como cenizas volcánicas, pumicitas, diatómitas, pizarras, etc., algunos de estos materiales pueden ser activados por calentamiento. También se emplean con éxito algunos subproductos industriales como las cenizas volantes y ciertas escorias. Su uso es similar al del tipo I, presentando cier-

tas ventajas en concretos para obras hidráulicas y marinas.

El Cemento Portland-Escoria de Alto Horno se obtiene al moler simultaneamente clinker portland, escoria granulada de alto horno y yeso. Normalmente se añade la escoria en proporción que varía entre el 30 y el 70 por ciento. La escoria básica granulada es el producto no metálico no compuesto esencialmente de silicatos y aluminatos de calcio, provenientes del alto-horno de la metalurgia del hierro. Esta escoria se obtiene al enfriar bruscamente la masa fundida en agua y posee en sí propiedades cementantes potenciales, las cuales se desarrollan en presencia de la cal hidratada y yeso. Se utiliza principalmente en obras hidráulicas o marítimas, pudiendo emplearse también en usos generales.

El cemento de Albañilería o Mortero, es el material ideal para emplearse en mezcla de arena fina y agua para producir un mortero plástico manejable y cohesivo. Se utiliza comunmente para pegar unidades de mampostería, como tabique de arcilla cocida o de concreto, bloques y piedras; se emplea igualmente en aplanados y obras no sujetas a cargas elevadas.

Sus ventajas comparadas con los otros cementantes recomendados para el mismo fin, radican en su mayor plasticidad, resistencia, estabilidad dimensional, mayor retención de agua, evitando que ésta sea absorbida por el tabique o bloque seco poroso, evitando así contracciones y agrietamientos. Este tipo de cemento normalmente contiene Clinker-Portland un material inerte y finamente molido, además de aditivos especiales para impartirle sus propiedades de manejabilidad y plasticidad.

3.- Importancia en el desarrollo del País

La industria del Cemento es una de las ramas productivas de mayor expansión en el País, no solo por el amplio margen de capacidad instalada con que cuenta, como por la renovación y ampliación constante de sus instalaciones para poder hacer frente a cualquier incremento brusco en la demanda que pudiera presentarse a raíz de los planes constructivos del Gobierno.

De lo anterior podemos deducir que México es un país completamente autosuficiente en materia de cemento, e inclusive empieza a exportar a otros países aún cuando dicha participación es mínima dadas las dificultades de transporte y el costo de los fletes.

Tres son las áreas del país en las que se concreta la Demanda:

- 1.- Area Metropolitana, cuya producción y consumo es el 40%.
- 2.- Area Centreo Occidente con plantas cuya producción alcanza el 15%.
- 3.- Area Noroeste, que representa al 10% de la producción.
- 4.- El resto de la Producción, es decir, el 35% se encuentra diseminado a lo largo del territorio para satisfacer la demanda local de diversos centros menores de población.

En la actualidad se ha puesto con justificada razón, un gran énfasis en la descentralización industrial, como una de las metas más urgentes de nuestro desarrollo. Ante la excesiva concentración fabril en el centro del país, es imperioso planificar el avance

industrial de tal modo que sus beneficios se extienden a otras áreas, que se prodiguen los frutos de nuestro crecimiento a múltiples regiones, que se corrijan los desniveles geográficos de la riqueza, que se creen nuevos polos de desarrollo.

Pues bien, no obstante que el 40% de la producción y la demanda del Cemento se concentra en la Zona Central del país, es satisfactorio considerar la saludable dispersión de las 28 fábricas de Cemento en todo el territorio Nacional. La distribución de estas plantas es a tal punto estratégica aún en regiones donde existen menos fábricas como es el Sur y Sureste del país, no existe un rincón en México - que se encuentre a más de 400 kilómetros de una fábrica de Cemento.

Por ello, se puede afirmar que la industria del Cemento contribuye de manera ejemplar al proceso descentralizador de la estructura económica del país, al proceso descongestivo de la Industria Mexicana, a la armonía geográfica de nuestro desarrollo.

Analicemos ahora la Industria del Cemento como fuente de trabajo y a la derrama de sueldos y salarios que propicia. De acuerdo al censo de 1980, la producción de Cemento en México generó catorcemil empleos, es decir, que permitió el sostenimiento decoroso de setenta y siete mil personas, si consideramos al índice de 5.5 personas promedio de la familia Mexicana

Es sabido que la materia prima que producimos, materia prima que es, en realidad, el fruto de un complicado y costoso proceso técnico, ya se fabrica en México en todos los tipos y variedades (tal como

se explicó en el punto No.2) que las diversas especificaciones constructivas reclaman. Nuestro catálogo cementero incluye toda la moderna gama de productos de ésta índole, lo cual es un índice básico para juzgar el adelanto técnico que hemos alcanzado.

En los próximos 25 ó 30 años, pongamos por caso el año 2000 el país necesitará construir tal número de viviendas obras de irrigación, carreteras, urbanización, hospitales, escuelas, puertos, etc., que desafían la imaginación y para todo ello se requerirán volúmenes impresionantes de cemento.

Pensamos en el problema de la vivienda. Calculando que el Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), consumiera un promedio de 10 toneladas de cemento por casa-habitación, y que se construyeran en el presente año las 100 mil viviendas que se tienen programadas, la demanda será un millón de toneladas.

Sin embargo para poder alcanzar grandes cifras de producción de cemento en México, será necesario realizar una inversión en esta Industria de aproximadamente 43 mil millones de pesos, por lo menos, en los próximos 30 años. Reunir tan estratoférica suma, se dice pronto, requiere sin embargo de un colosal esfuerzo de los inversionistas mexicanos. Esto nos revela la importancia que tiene la industria del cemento como campo de inversión y la necesidad que existe de canalizar parte de ahorro interno hacia ella.

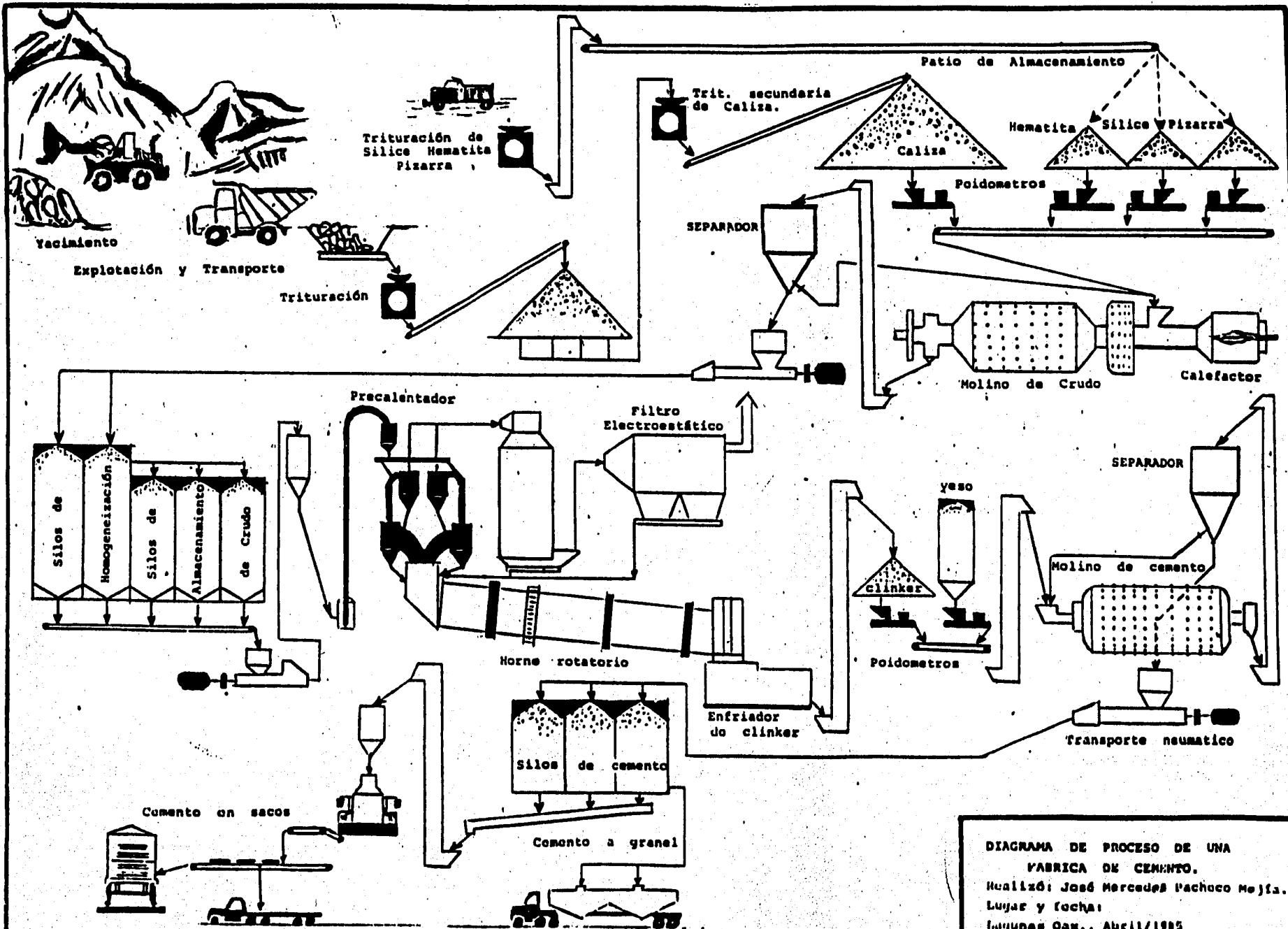


DIAGRAMA DE PROCESO DE UNA FABRICA DE CEMENTO.
 Realizó: José Mercedes Pacheco Mejía.
 Lugar y fecha:
 Iquique, Chile, Abril/1985

4.- DIAGRAMA DE PROCESO DE UNA FABRICA DE CEMENTO Y SU DESCRIPCION.

Todos los tipos de cemento anotados anteriormente tienen en principio una fabricación similar, pero sus agregados tendran una proporción diferente y un control de calidad especial para cada tipo. El Cemento Portland que comunmente se obtiene en el mercado nos servirá de ejemplo su fabricación para generalizar para los diferentes tipos de cemento.

Cemento Portland es el material que proviene de la pulverización del producto obtenido por la fusión incipiente de materiales arcillosos y calizas que contengan óxido de calcio, sílice, aluminio y fierro en cantidades convenientemente calculadas y sin más adición final que un poco de yeso sin calcinar.

EL DIAGRAMA DE PROCESO DE UNA FABRICA DE CEMENTO-adjunto nos permite ilustrar el proceso que se sigue la obtención del Cemento Portland, en donde paso a paso se llevan diferentes tipos de controles químicos que originan --- otros tantos mecánicos como velocidad de equipos, bandas pesadoras (poidómetros), control de flujos, volúmenes, etc.,- para poder garantizar una calidad dentro de los estandares de cada tipo de cemento a fabricar .

Este DIAGRAMA DE PROCESO corresponde a la ampliación que se llevó a cabo en Cruz Azul Lagunas, Oax., y nos referimos a esta Planta para objeto del presente trabajo.

MATERIAS PRIMAS.- Son cuatro las materias primas a utilizar inicialmente para la elaboración de cemento, las cuales son:

Caliza
Sílice
Pizarra
Hematita

El proporcionamiento de las materias primas dependerá del tipo de cemento a elaborar y la calidad propia de cada una de ellas. Actualmente en Cruz Azul de Lagunas, Oax, se tiene un proporcionamiento promedio de Caliza de 82%, Sílice de 12%, Pizarra de 5% y Hematita de 1% para obtener Cemento Portland.

YACIMIENTOS.- Las materias primas se obtienen de yacimientos aledaños a la fábrica y son explotados y trasladados por medio de una bien organizada flotilla de Traxcavos y Euclides, equipos de gran capacidad que mueven en un viaje un promedio de 30 toneladas.

TRITURACION PRIMARIA.- La caliza es recibida en fábrica por la Trituradora de cono Krupp, que proporciona un material en trozos no mayores de 16 a 20 cm (6" a 8") para ser depositado en los almacenes.

La producción promedio de esta trituradora es un promedio de 600 a 800 ton/h., dependiendo del tamaño recibido de la explotación. Este equipo se encuentra cercano a los yacimientos y la suma de los pesos de sus diferentes partes que la integran es de aproximadamente 136 toneladas, tiene una grúa portal con capacidad de maniobra de 50 ton y descarga a una banda apiladora que tiene una capacidad de 1000 ton/h, la cual deposita en una gran área para su almacenamiento.

TRITURACION DE AGREGADOS.- La recepción de Sílice-Hematita y Pizarra es a través de la Trituración de Agregados que consta de un Triturador de Abrasivos Házemag con una capacidad promedio 320 ton/h. Estos materiales provienen de yacimientos que se encuentran a varios kilómetros de la planta y son entregados en trozos no mayores de 30 cm., los cuales a salir de la Trituración de Agregados no van más allá de trozos mayores de 2.5 cm (1") para ser enviados a los patios de almacenamiento.

TRITURACION SECUNDARIA.- La caliza que ha pasado por la Trituradora Krupp, es enviada por un transportador de banda a la Trituración Secundaria donde se reduce su tamaño hasta un máximo de 2.5 cm (1"). Este sistema consta de dos quebradores de Impacto Pettibone con una capacidad de 300 ton/h cada uno, los cuales a través de un sistema de bandas lo envían al sistema de Prehomogeneización de Caliza que sirve al mismo tiempo como patio de almacenamiento el cual tiene una capacidad de 16,000 toneladas de caliza.

MOLINOS DE CRUDOS.- Las materias primas son extraídas de los patios de almacenamiento y por medio de Poidómetros o bandas se dosifican a la alimentación de los Molinos de Crudos, en donde se secan y pulverizan para dar un polvo o "Crudo" con determinadas propiedades físicas y químicas.

El secado de las materias primas se logra ya sea utilizando la temperatura de los gases del horno o con la ayuda de un calentador. Lo anterior depende de la cantidad de humedad que lleven las materias primas, en época de secas bastarán los gases del horno, en época de lluvias será necesario auxiliarse con el calentador.

La molienda se lleva a cabo por el choque de la carga de bolas de acero dentro del molino que gira a una velocidad predeterminada de 16.86 rpm. Esta velocidad permite elevar la carga de bola y producir una cascada dentro del molino. Una velocidad menor no lograría levantar la carga, una velocidad mayor produciría una fuerza centrífuga que impediría formarse la cascada.

Cada molino de crudos es de 4.6 metros de diámetro por 8 metros de longitud, con un peso propio que incluye el emplacado de 240 ton. y una carga de bola de 172 ton.

Para proporcionar la velocidad apropiada al molino se cuenta con un reductor Symetro de 514/16.86 rpm y un motor sincrónico de 3000 HP. El acoplamiento de estos equipos es por medio de un cople Air-flex, que permite arrancar libremente al motor y por medio de aire en las recamaras del tambor hace el acoplamiento por fricción.

El "crudo" obtenido en el molino, por medio de un elevador de cangilones es elevado y descargado a un SEPARADOR ESTÁTICO en donde el material grueso regresa al molino y al material con una finura predeterminada es enviado a los Silos de Homogeneización por medio de un sistema de transporte neumático constituido por una Bomba y Compresor Fuller y una tubería de transporte.

Silos de Homogeneización.- El material "crudo" llega a unos silos en donde por medio de aire comprimido a una presión de 1.5 Kg/cm², se mantiene en un movimiento constante, parecido a la ebullición de un líquido, logrando con esto una Homogeneización del material.

La capacidad de estos silos es de 5,000 toneladas de material crudo y en el fondo se encuentra tapizado de aerodeslizadores que permiten el paso del aire en una forma controlada por octantes.

Silos de Almacenamiento.- El material "crudo" ya homogeneizado es depositado en los Silos de Almacenamiento. Estos silos son cilíndricos y los silos de homogeneización se encuentran sobre ellos, son construidos de concreto armado y tienen un diámetro de 16 metros por 82 metros de altura.

El comportamiento del "crudo" es muy parecido a un fluido y esto es debido principalmente a la finura y la oclusión de moléculas de aire, razón por la que se debe tener mucho cuidado en su manejo.

Horno Rotatorio.- El material "crudo" sale de los silos de almacenamiento y por medio de un sistema de pesaje - constituido por una Tolva de Peso Constante y un Aeropol, es enviado al Horno para su calcinación incipiente.

El Horno está constituido por un Precalentador, Torre de Enfriamiento, Filtro Electrostático y propiamente el Horno.

El Precalentador es un sistema de ductos y ciclones de gran tamaño que permiten aprovechar la temperatura de los gases del Horno, para precalentar antes de pasar al Horno.

Ductos y ciclones del Precalentador estan alojados en un edificio de varios pisos en una área del 8 x 20 metros y una altura de 64 metros. El peso de éstos equipos fabricados en acero estructural, lámina, ángulos y soleras de diferentes medidas alcanza el peso total de 384 toneladas más el peso del refractario con el que son forrados interiormente -- que llega a los 675 toneladas.

La torre de enfriamiento y el Filtro Electrostático integran un sistema de captación de polvo para evitar la contaminación ambiental que provocarían los gases producto de la combustión del Horno y la calcinación del material.

El material precalentado junto con el recuperado de la torre de enfriamiento y el Filtro Electrostático entra propiamente al Horno para su calcinación.

El Horno es un cilindro metálico de 5.2 metros de diámetro por 74 metros de largo que gira sobre un eje inclinado de 3° con la horizontal, apoyado sobre tres llantas e impulsado por una transmisión de velocidad variable que le permite dar hasta un máximo de 2.8 rpm, este cilindro va forrado internamente con refractario el cual alcanza un peso de 179 toneladas más el peso de los integrantes metálicos que es de 923 toneladas.

Dos llantas de apoyo tienen un peso de 40 toneladas cada una y la tercera es de 60 toneladas, estas llantas apoyan sobre 6 juegos de rodillos de 20 toneladas cada uno.

La combustión en el horno se logra con un quemador de combustoleo que proporciona el calor suficiente para lograr la fusión incipiente del material, lo cual se logra a una temperatura de 1500°C.

En este quemador se llegan a quemar cerca de 6000 litros de combustoleo por hora para dar la producción del Horno de 4200 ton/día.

Una calcinación controlada y apropiada de las materias primas para obtener el CLINKER, nos da como resultado:

- Una calidad uniforme del producto
- bajo consumo de combustible
- menos problemas de operación
- menos costos en general
- mayor producción.

Hasta el momento encontramos lógicos los pasos anteriores del proceso; ya que el control del tamaño en las Trituraciones, dará una mejor eficiencia en los Molinos de Crudos; una prehomogeneización de materias primas, y una homogeneización en los silos nos permite obtener una mezcla bastante uniforme y su comportamiento eutéctico ahorrará algunos litros de combustible por tonelada y consecuentemente menores rangos de temperatura que alargarán entre otros la vida del refractario. En resumen tenemos:

- menores costos
- y mejor control de calidad

Enfriador de Clinker.- El producto que sale del horno se le llama Clinker y viene en forma de nódulos a temperaturas promedio de 1200°C el cual pasa por el enfriador de Clinker para bajar su temperatura a unos 300 ó 200°C y poder ser manejado para su almacenamiento.

El enfriador de Clinker consta de un sistema de parrillas perforadas que permiten el paso de un gran flujo de aire y al mismo tiempo tienen un movimiento de vaiven horizontal con el que se logra el transporte del clinker fuera del Enfriador. Estas parrillas metálicas sus soportes, transmisión y sus paredes de lámina estructural, registraron un peso de 242 toneladas más 164 toneladas de refractario para forrar las paredes.

Parte del aire que se utiliza para enfriar el clinker se aprovecha para la combustión dentro del Horno y otra parte de este aire se utiliza en el Precalcinador del Precalentador. Sistema de reciente innovación que permite aprovechar al máximo cada caloría generada por la combustión.

Parte integral del Enfriador es un Impactor que des troza lajas o trozos de clinker de gran tamaño, permitiendo el paso de nódulos o trozos no mayores de 5cm (2").

Almacén de Clinker.- El clinker que sale del horno es almacenado en gran patio circular con capacidad de 80,000 toneladas, en este Almacén de Clinker reposa por algunos días para su intemperización y su gran capacidad permite amortiguar las demandas del mercado y tener las reservas necesarias para paros del Horno por reparación ocasionales, así como por mantenimiento general en donde el cambio de refractario se lleva fácilmente de 8 a 15 días.

Molinos de Cemento.- El clinker dosificado con un poco de yeso sin calcinar, retardador de fraguado, por medio de un sistema de bandas y elevadores, se alimenta a los Molinos de Cemento.

El Proceso de molienda de cemento es similar al de molienda de "crudo", con la excepción de que en este caso no es necesario secar el producto y las medidas de los equipos son diferentes por sus capacidades y por diferencia del material a moler. El clinker es más duro y abrasivo que las materias primas, pero el principio de molienda es el mismo: Dosificadores, Molino de Bolas, Elevadores, Aereo deslizador, Separador Sturtevant, Bomba y Compresor Fuller con un sistema de Tuberías de Transporte.

Las características de estos Molinos de Cemento son las siguientes:

Producción (nominal) 72 ton/h con un Blaine de 3300 cm²/gramo (finura)

Medidas 3.8m diámetro por 12m de largo
Peso total incluyendo accesorios 193 toneladas
Carga de Bola 146 toneladas en diferentes diámetros.

Silos de Almacenamiento.- El cemento producto de los Molinos es enviado a una batería de Silos de Almacenamiento de diferentes capacidades que van desde tres Silos de 8,000, otros tres de 10,000 toneladas y uno actual de 35,000-toneladas. La variación de capacidades obedece a los diferentes necesidades de demanda de cada tipo de cemento.

El manejo de cemento es por medio de aereodeslizadores abiertos instalados en el fondo de cada silo y por aereodeslizadores cerrados hasta las envasadoras o su despacho a granel.

Envasadoras.- El cemento de los silos sale al mercado ya sea a granel o ensacado y esto último se logra en Envasadora Rotatorias Flux marca F.L. Smidth., las cuales llenan los sacos de papel con un peso predeterminado de 50 Kg de cemento a un ritmo de 1200 unidades por hora y por medio de cintas transportadoras se hace llegar al transporte correspondiente que se encargará de distribuirlo.

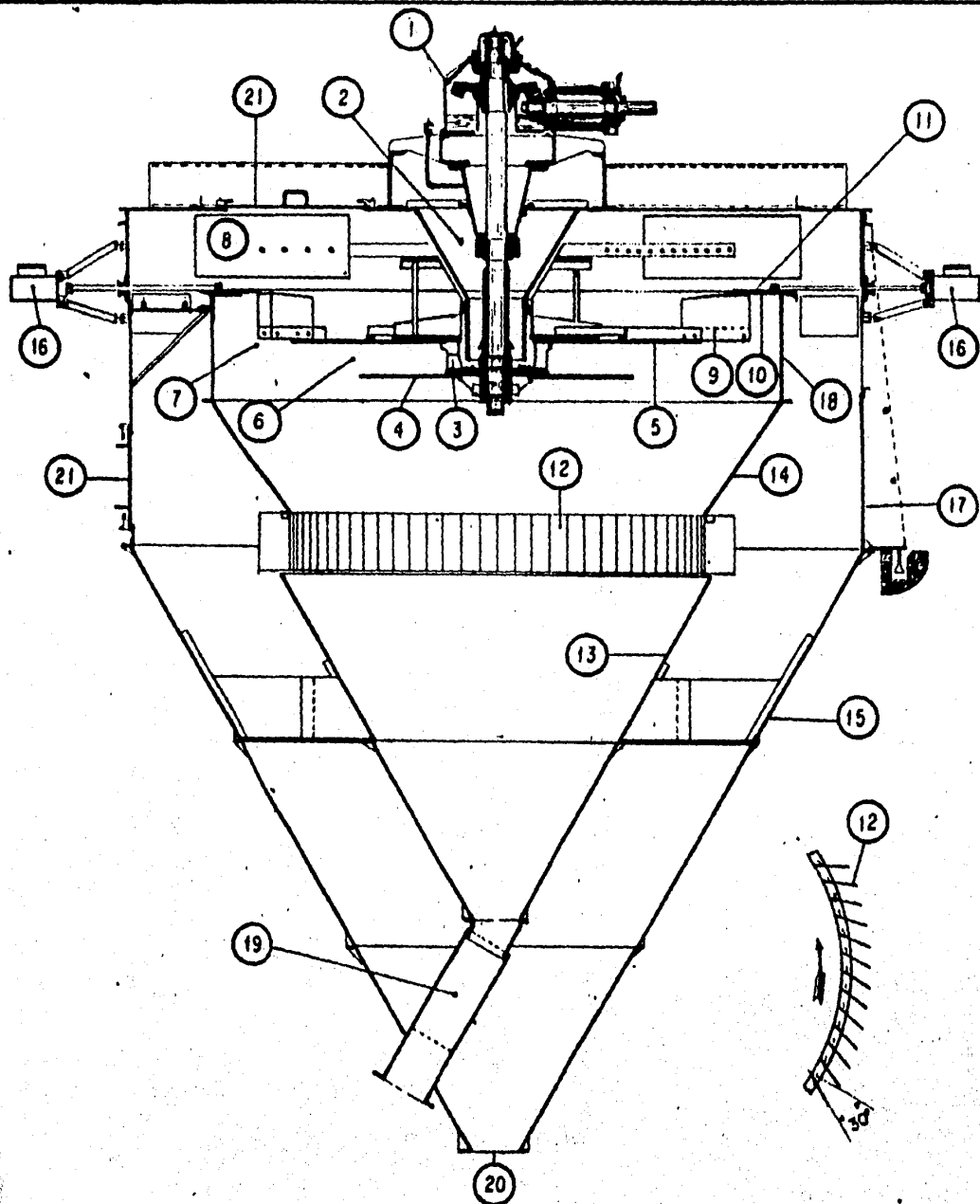
5. EQUIPOS QUE INTEGRAN UNA FABRICA DE CEMENTO.

A continuación hacemos un resumen de los Equipos que Integran una fábrica de Cemento con algunas de sus características principales para tener una idea más concreta de sus magnitudes y localización dentro del proceso de elaboración del cemento.

Se anotan estos equipos que son los de mayor volumen y peso, no incluyendo aquellos equipos que vienen en paquete ya armados listos para montar y sus pesos fluctúan en unas cuantas toneladas. Estos equipos son generalmente auxiliares de los incluidos en la lista adjunta, requiriendo una programación de maniobra bastante sencilla.

PESOS APROXIMADOS DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS PARA ELABORACION DE CEMENTO.

| | Kgs. |
|--|----------|
| 1.- TRITURACION PRIMARIA | |
| Trituradora Krupp de Cono | 136 Ton. |
| Puente Grúa con capacidad de 50 Ton. | 56 Ton. |
| 2.- TRITURACION SECUNDARIA | |
| Triturador abrasivo Hazemag Mod. APH-60 | 28 Ton. |
| Quebrador de Impacto Pettibone Mod. 4442 | 15 Ton. |
| 3.- PREHOMOGENEIZACION DE CALIZA | |
| Rascador Circular UP2-200/33 PH | 71 Ton. |
| 4.- MOLINOS DE CRUDOS | |
| Molino Tirax Unidan Tun 4.6m Ø x 8m | 240 Ton. |
| Carga de bola para el Molino | 172 Ton. |
| Reductor Symetro 514/16.86 rpm Mod. TSFP | 73 Ton. |
| 1600 B. 3250 HP para el molino | |
| Giro lento F.L. Smidth Mod. TTVF-1250T | 8 Ton. |
| 5.- HORNO | 923 Ton. |
| Refractario | 179 Ton. |
| Enfriador de Clinker | 242 Ton. |
| Refractario | 164 Ton. |
| Precalentador | 384 Ton. |
| Refractario | 675 Ton. |
| 6.- MOLINOS DE CEMENTO | |
| Molino F.L. Smidth 3.8 mØ x 12 m | 193 Ton. |
| Separador Estático Sturtevant 22'Ø Serie 28 94 | 84 Ton. |
| Carga de bola para el molino | 146 Ton. |
| 7.- VARIOS | |
| Filtro Electroestático | 98 Ton. |
| Elevador de Cangilones | 26 Ton. |
| Banda Transportadora | 17 Ton. |
| Colector de Polvo y Ductos de Venteo | 12 Ton. |



- 1.- MECANISMO DE TRANSMISION
- 2.- CONO DE ALIMENTACION
- 3.- NUCLEO DE DISTRIBUCION
- 4.- DISCO DE DISTRIBUCION
- 5.- DISCO SUPERIOR DE DISTRIBUCION
- 6.- ZONA DE SEPARACION
- 7.- ZONA DE SELECCION
- 8.- VENTILADOR PRINCIPAL
- 9.- PALETAS DE SELECCION
- 10.- TAPA DEL TAMBOR INTERIOR
- 11.- VALVULAS DEL CONTROL DE FINOS
- 12.- PALETAS DE RETORNO DE AIRE
- 13.- CONO DE RECHAZOS
- 14.- TAMBOR INTERIOR
- 15.- CONO DE FINOS
- 16.- SISTEMA DE MANDO DE VALVULAS DE CONTROL
- 17.- TAMBOR EXTERIOR
- 18.- TAMBOR INTERIOR
- 19.- CANAL DE RECHAZOS
- 20.- CANAL DE FINOS
- 21.- PUERTA DE VISITA

CORTE TRANSVERSAL

SEPARADOR ESTATICO

Marca Sturtevan de 22'
Serie 2894

Molinos de Cemento Cruz Azul
Elaboró: José Mercedes Pacheco
Lagunas, Oax. Marzo 1985.

6.- SEPARADOR ESTÁTICO

Descripción.- Este equipo consta de dos tolvas concéntricas un ventilador principal de circulación, un ventilador de selección una transmisión para los dos ventiladores anteriores y los discos de distribución, válvulas de regulación, canal de alimentación, ductos de descarga y registros de inspección, en el dibujo que antecede se muestra un corte transversal que nos permite conocer un separador estático con más detalle.

Operación.- El separador Estático es en esencia un selector o clasificador de materiales a los que separa en finos y gruesos, pero sin triturar la materia, siendo muy eficiente en circuito abierto o cerrado con cualquier clase de molinos.

Los materiales a seleccionar son introducidos por el CANAL DE ALIMENTACION en donde por gravedad llegan al CONO DE ALIMENTACION para depositarlos en el NUCLEO DE DISTRIBUCION, que es un disco giratorio.

Este núcleo proporciona una fuerza centrífuga, -- que obliga a las partículas a separarse del centro de rotación y a circular por abajo del DISCO SUPERIOR DE DISTRIBUCION en donde se forma la ZONA DE SEPARACION.

La intensidad de la fuerza centrífuga es una función calculable la cual es proporcional al peso de las partículas, a la velocidad de rotación y al cuadrado de la velocidad de desplazamiento. Cuanto más pesada es la partícula, es mayor la fuerza, cuando aumenta la distancia a recorrer radialmente la fuerza disminuye y a mayor velocidad -- de giro mayor fuerza centrífuga.

La separación o selección inicial se efectúa en esta zona de separación ya que las partículas más gruesas son proyectadas con mayor fuerza a la periferia y por gravedad caen en la TOLVA CENTRAL o cámara de gruesos.

Las partículas más finas son más ligeras por lo que son arrastradas por la corriente de aire ascendente generada por el VENTILADOR PRINCIPAL hacia la ZONA DE SELECCION.

O sea que el material al abandonar el disco distribuidor está sometido a tres fuerza:

- 1.- La fuerza centrífuga que determina su separación inicial.
- 1.- La fuerza de gravedad, que tiende a hacer bajar las partículas.
- 3.- La corriente de aire, que tiende a elevar las partículas, dependiendo esto del volumen y velocidad de la corriente..

EL VENTILADOR DE SELECCION consiste de una serie de aletas montadas sobre el DISCO SUPERIOR DE DISTRIBUCION. Este ventilador juega un doble papel en la clasificación y selección final. El polvo seleccionado inicialmente que lleva una trayectoria ascendente es nuevamente impulsado por las aletas hacia el exterior y ayuda a aumentar la corriente y el volumen de aire ascendente, haciendo que únicamente pasen las partículas finas y regresen los gruesos a la tolva central o cámara de gruesos.

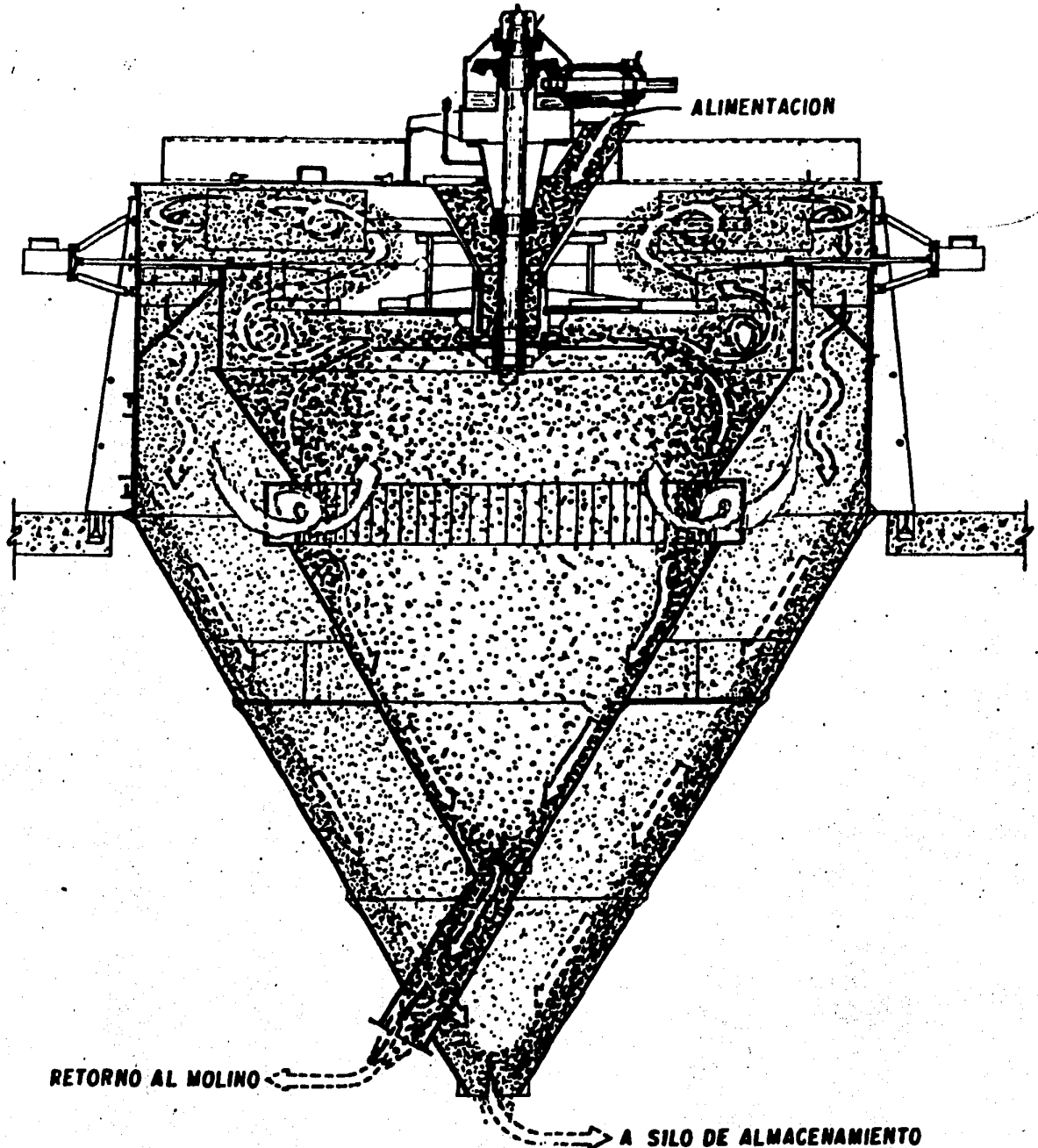
El material fino arrastrado por esta corriente de aire, circula a la parte superior del separador y de ahí a la parte lateral en forma descendente; para que el aire cierre su ciclo pasando por las ALETAS DE RETORNO DE AIRE localizadas en la parte inferior del cilindro de la cámara de gruesos. El polvo fino sigue la trayectoria descendente y se deposita en el cono exterior o TOLVA DE FINOS en donde se permite su salida por escurrimiento al sistema de transporte. Ver dibujo Trayectorias de Material y Corrientes de Aire de un Separador Sturtevant.

Se puede tener una gran variedad o grado de selección, gracias a las VALVULAS REGULADORAS que se encuentran formando parte del techo del cono de finos, las que forman una abertura variable por donde pasa el flujo de aire y finos, así mismo depende la finura del número de aspas del ventilador principal de circulación.

Es evidente que:

- 1.- A válvulas de regulación cerradas mayor finura del producto. (Area de paso menor).
- 2.- A mayor número de aspas en el ventilador principal mayor finura. (Se incrementa la velocidad centrífuga).

SEPARADOR DE AIRE "STURTEVANT"



TRAYECTORIAS DE MATERIAL Y CORRIENTES DE AIRE
EN UN SEPARADOR STURTEVANT.

**MONTAJE DE UN SEPARADOR "STURTEVANT"
= MOLINOS DE CEMENTO =**

REALIZO
JOSE MERCEDES PACHECO

LUGAR Y FECHA
Logueros, Oax. Abril / 1985

3.- Abriendo o cerrando válvulas, incrementando o disminuyendo aspas del ventilador, podemos obtener la finura que se requiera. --- Podemos decir que la gama de posibilidades de selección es bastante amplia, lo que hace que este tipo de Separadores tenga una gran aceptación en la industria del cemento. Considerando que esta versatilidad es muy conveniente al poderse utilizar para los diferentes tipos de cemento y las diferentes condiciones de producción.

REGULACION DE FUNCIONAMIENTO.

La regulación del separador varía según el género de material a seleccionar, su peso específico, la finura del producto deseado, su humedad, el porcentaje de material fino en la alimentación, la forma de esta, la magnitud de la producción, etc. Los medios de regulación para variar la finura del producto acabado son los siguientes:

1.- Válvulas de Control.

Estas válvulas como se dijo están montadas sobre el borde superior del cilindro interior y son accionadas sea a mano o por un sistema automático de regulación desde la parte exterior. El desplazamiento de cada registro deberá ser idéntico en cada válvula, de tal manera que la abertura bajo el ventilador principal sea lo más simétrica posible.

El desplazamiento de las Válvulas de Control hacia el interior nos permite obtener un producto más fino, siendo más grueso el producto terminado si se desplazan hacia el exterior. En esta última posición la producción será la máxima alcanzada.

PALETA DE SELECCION

El número de paletas de selección montadas sobre el disco de distribución superior proporcionará una determinada corriente de aire que arrastrará los finos. Para un producto fino se empleará un gran número de paletas, retirando una determinada cantidad de estas paletas dará un producto más grueso. En ciertos casos especiales no será necesaria ninguna paleta.

Cuando se cambie el número de paletas es necesario mantener el balanceo del disco. Por ejemplo en el caso de un disco de 60 paletas el número de ellas se reduce

retirando una paleta cada dos, con lo que quedarían 30 paletas; o bien retirando una cada tres quedando 40; o bien una cada 4 lo que daría 45 paletas. De esta manera son posibles una variedad de combinaciones que mantengan en equilibrio el balanceo dinámico del disco. El mismo procedimiento se deberá observar para agregar paletas, las cuales se montan o desmontan fácilmente por medio de hojales y tornillos correspondientes.

PALETAS DEL VENTILADOR PRINCIPAL.

Las paletas del ventilador principal pueden ajustarse al exterior o interior dando un ventilador de mayor o menor tamaño. Cuando las paletas están en su posición exterior, el ventilador es mayor y más potente, teniendo una gran capacidad de tiro que arrastra mayor cantidad de gruesos.

Trasladando las paletas hacia el interior reduciendo su número se obtiene un producto fino, pero con una reducida capacidad de producción.

PUESTA EN MARCHA.

Se aconseja llevar a cabo una prueba inicial de la máquina tal y como sea enviada por el fabricante con todas sus paletas auxiliares, con las aletas del ventilador en su posición exterior y las válvulas de control totalmente abiertas.

Por medio de muestreos se determinará si el producto es muy fino, se empezará por disminuir el número de paletas auxiliares del selector. Si el producto es muy grueso, se aumenta la finura cerrando las válvulas de control. Estas operaciones serán repetidas hasta lograr la finura requerida.

Hay una relación bien definida entre el número de paletas de selección y la posición de las válvulas de control. Esta relación deberá ser determinada prácticamente mediante pruebas en las condiciones normales de trabajo hasta obtener el máximo rendimiento.

APLICACIONES.

El Separador Estático, de acuerdo con la descripción anterior, es utilizado en la molienda de materiales y aplicación en la industria cementera ya sea para la Molienda de Materias Primas o bien para la Molienda de Cemento, en

donde es necesario tener un buen control de los productos-finales de acuerdo a determinado rangos de finura.

La calidad de la molienda de materias primas o "crudo" proporciona una buena eficiencia en la marcha del Horno, lo que se traduce en una mayor producción.

Respecto al control de la finura en la molienda de cemento, que es el producto final que va a llegar al consumidor, es muy fácil de obtenerlo con la versatilidad de una máquina como lo es el Separador Estático.

Las condiciones de operación nunca permanecerán constantes en ninguno de los casos anotados, ya que las materias primas tendrán diferentes propiedades en diferentes tiempos tales como la dureza y la humedad entre otros, que pueden hacer variar la producción del sistema de molienda y consecuentemente la finura del producto.

En el caso de la molienda de cemento, la producción se verá afectada por la calidad del clinker, su tiempo de intemperización, etc. y en especial por la finura requerida para un determinado tipo de cemento.

El Separador Estático es la máquina que nos permite retirar los gruesos del producto de los molinos para regresarlos a la alimentación del sistema y obtener una calidad de molienda de acuerdo a la finura requerida. En la industria del cemento siempre trabajará en circuito cerrado como el descrito.

FORMULAS FUNDAMENTALES.

Para determinar el balance de un Separador, procedimiento indispensable para buscar el mejor rendimiento en molienda de circuito cerrado es recomendable tomar las muestras que nos permitan determinar:

A= Porcentaje de finos en la alimentación

B= Porcentaje de finos en el retorno.

C= Porcentaje de finos por el producto final.

Estos valores expresados como porcentaje de material que pasa por tamiz 200.

En un circuito cerrado es obvio que la alimentación es igual a la suma de los productos del separador o sea:

$$F = D + R$$

D= Producción de finos del separador Ton/hora

R= Rechazos de gruesos Ton/hora

F= Carga total del separador en Ton/hora.

FORMULAS DE CAPACIDAD

$$A = B + \frac{D (C - B)}{F}$$

EFICIENCIA:

$$E = 100 \frac{C}{A} \frac{(A - B)}{(C - B)}$$

La eficiencia del Separador es la relación entre los finos que salen del Separador y los finos alimentados, expresado en porcentaje.

PORCENTAJE DE FINOS Y GRUESOS CON RELACION A LA ALIMENTACION

$$\% \text{ Total de finos en la alimentación} = \frac{100 (A - B)}{C - B}$$

$$\% \text{ Total de gruesos en la alimentación} = \frac{100 (C - A)}{C - B}$$

CARGA CIRCULANTE

$$\% \text{ de carga circulante} = \frac{100 (C - A)}{A - B}$$

La carga circulante es la relación entre la cantidad de rechazos del separador y la cantidad del producto acabado.

C A P I T U L O I I

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES NECESARIAS
PARA EL MONTAJE UTILIZANDO DIAGRAMA DE -
OPERACIONES DE PROCESO.

- 1.- ANTECEDENTES
- 2.- DOCUMENTOS
PEDIDOS
PLANOS
LISTAS DE EMBARQUE
INSTRUCCIONES
- 3.- RESUMEN Y SECUENCIA DE ACTIVIDA-
DES NECESARIAS PARA EL MONTAJE.
- 4.- DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCE-
SO.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES NECESARIAS PARA EL MONTAJE UTILIZANDO DIAGRAMAS DE OPERACIONES DE PROCESO.

1.- ANTECEDENTES

En el capítulo anterior se ha proporcionado un bosquejo general de lo que es la industria cementera, los diferentes equipos que requiere, la magnitud de sus pesos y una descripción de lo que es un Separador Estático, así como su utilización.

Nuestro trabajo es el de supervisar el montaje de cada uno de estos equipos de tal manera que se lleve este montaje en las condiciones más seguras para el personal y el equipo, así como del tiempo y costo mínimo posible.

Se ha seleccionado el montaje de un Separador Estático como ejemplo para obtener algunas conclusiones y de ser posible generalizarlo para algunos equipos más.

2.- DOCUMENTOS

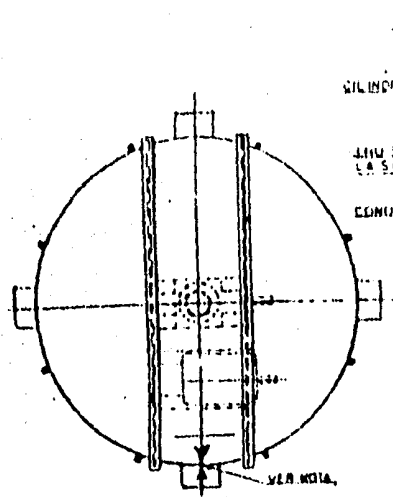
Es necesario reunir la mayor cantidad de documentación posible respecto al equipo a montar tan pronto como se nos asigne dicho trabajo, que nos permita iniciar nuestro programa de actividades.

Entre la documentación a reunir podemos contar:

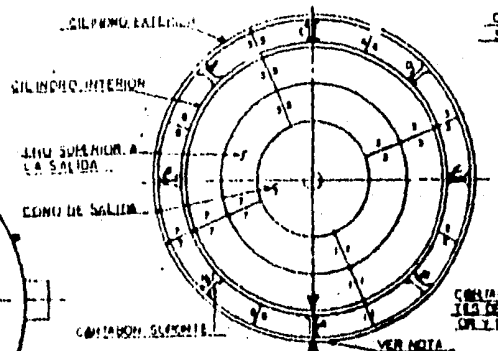
- 1.- Pedidos
- 2.- Planos de fabricación y montaje
- 3.- Listas de Embarque
- 4.- Instrucciones.

Con esta documentación tenemos conocimiento de lo siguiente:

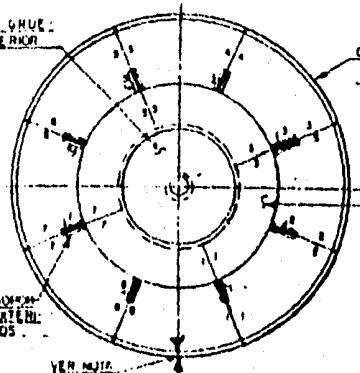
Pedido LA-70-006
Proyecto 8518 Molinos de Cemento
Proveedor: Sturtevant Mill Co.
Cantidad: Dos Unidades
Tamaño: 22'
Accesorios: Enlainado o emplacado de acero al carbón con 2.5% de cromo.
Motor: GE 5-0 HP 600 rpm 3 fases 60 hertz 480/-Volts.



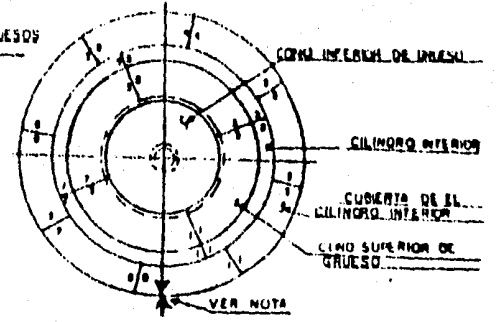
VISTA EN PLANTA



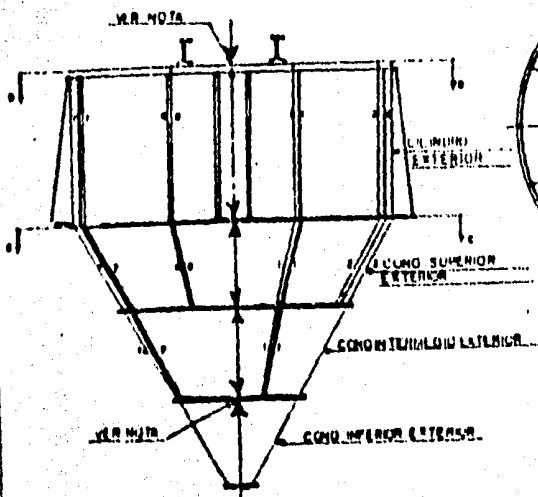
VISTA EN PLANTA MOSTRANDO LOS CAMBIOS SUPERIORES DEL CONO INTERIOR CON EL SISTEMA DE MARCAS



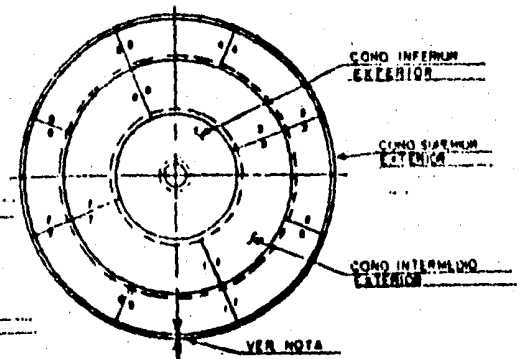
VISTA EN PLANTA MOSTRANDO LOS CAMBIOS SUPERIORES DEL CONO EXTERIOR CON EL SISTEMA DE MARCAS DE ENSAMBLE



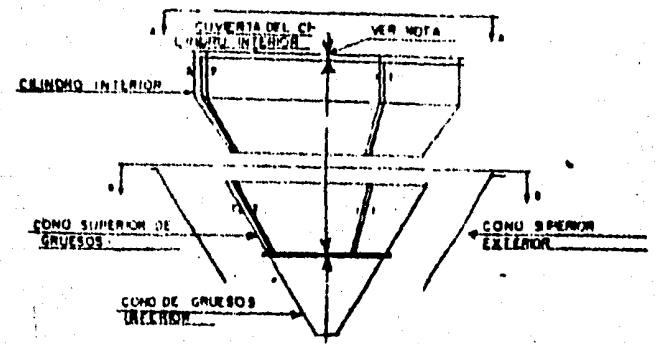
VISTA EN PLANTA MOSTRANDO EL CILINDRO INTERIOR CON EL SISTEMA DE MARCAS DE ENSAMBLE



ENSAMBLE DEL CILINDRO Y CONO



VISTA EN PLANTA DEL CONO EXTERIOR CON EL SISTEMA DE MARCAS DE ENSAMBLE



ENSAMBLE DEL CILINDRO INTERIOR Y LOS CONOS DE GRUESOS

NOTA: LAS PLECHAS MARCADAS DEBEN ESTAR ALINEADAS EN EL MOMENTO DEL ENSAMBLE CON LETRAS Y NUMEROS EN SENTIDO CONTRARIO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ.

Instrucciones para el Montaje Superador Estático de 22° Serie 2094 Información proporcionada por el fabricante Molino de Cemento Cruz Azul
Elaboró: JOSE MENCIBES PACHECO N. Laguna, Vera, Febrero de 1993.

CONTENIDO DE LISTAS DE EMBARQUE SEPARADOR PARA SISTEMA DE MOLIENDA DE CEMENTO 22' SERIE # 2894.

| | Kgs. |
|---|--------|
| 8 Pzas. Sectores del cilindro exterior con soportes | 13,450 |
| 8 Pzas. Sectores superiores del cono exterior | 3,240 |
| 8 Pzas. Sectores intermedios del cono exterior | 2,680 |
| 4 Pzas. Sectores intermedios del cono de gruesos | 2,600 |
| 16 Pzas. Enlainado del cilindro interior | 7,360 |
| 2 Pzas. Techo superior | 5,800 |
| 1 Pza. Soporte de transmisión techo central | 8,950 |
| 1 Pza. Entrada de material | 210 |
| 1 Pza. Flecha y masa del ventilador | 7,200 |
| 8 Pzas. Cartabones soportes de cilindro interior | 880 |
| 8 Pzas. Cartabones parte de cono interior | 1,160 |
| 1 Pza. Ducto de gruesos | 500 |
| 4 Pzas. Sectores inferiores del cono de gruesos | 1,240 |
| 1 Pza. Cono inferior exterior | 1,000 |
| 1 Pza. Cono de entrada | 850 |
| 1 Pza. Guarda de cople | 240 |
| 1 Pza. Codo de salida de gruesos | 140 |
| 12 Pzas. Aletas para ventilador 6 largas y 6 cortas | 1,800 |
| 8 Pzas. Deflectores del cilindro exterior | 480 |
| 1 Pza. Reductor transmisión | 12,380 |
| 8 Pzas. Placas distribuidoras superiores | 3,080 |
| 4 Pzas. Placas distribuidoras inferiores | |
| 8 Pzas. Cubierta del cilindro interior con ángulos y clips. | 1,980 |
| 72 Pzas. Aletas para ventilador | 3,190 |
| 8 Pzas. Flechas para válvulas | |
| 8 Pzas. Diafragmas para válvulas | |
| 1 Pza. Cubierta para el balero inferior | |
| 2 Pzas. Cople Paraflex Px240 | |
| 1 pza. Elemento flexible | 3,990 |
| 1 Pza. Cople Paraflex | |
| 72 Pzas. Aletas auxiliares | |
| 1 Pza. Aceitera con tuberías y conexiones | |
| 1 Lote De tornillos | |
| 8 Galones de Cemento Rufset. | |

T O T A L 84,400 Kgs.

SEPARADOR DE AIRE STURTEVANT

Instrucciones para el montaje

Antes de ser enviado a su destino, este equipo ha sido totalmente montado en los talleres de fabrica- y sus piezas cuidadosamente ajustadas.

Cada una de sus piezas ha sido marcada y posicionada con relación a otra sobre la cual deberá ir ator- nillada.

Para un correcto montaje es indispensable llevarlo a cabo según estos signos de posición para coinci- dir exactamente con el montaje previo efectuado en- taller.

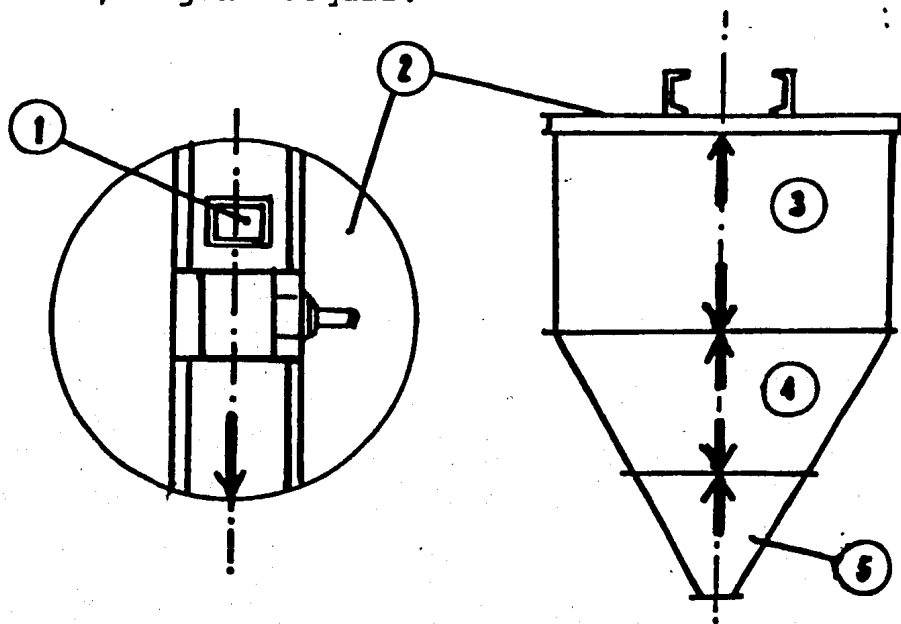
Los envoltentes en placas de acero y las partes có- nicas son enviadas en varias piezas sueltas.

Los tornillos deberán ser seleccionados según la -- lista, que indicará su especificación, cantidad ne- cesaria y destino en el montaje.

Todos los elementos de la envoltente, como etc., vie- nen desde taller marcados mediante cifras o signos- indicativos de la forma en que serán ensamblados.-- Por ejemplo, la cifra 1 coincidirá con la 1, el 2 -- con el 2 como se indica en el croquis.

1/1 2/2 3/3 o A/A B/B C/C

Uno de los elementos de la envolvente exterior vendrá marcado con una flecha, debiendo ser montado en primer lugar sobre la estructura soporte del equipo. La posición de la flecha determinará la del separador, que está en relación con su orificio de alimentación, según croquis.



1. Alimentación
2. Tapa
3. Tambor exterior

4. Cono exterior superior
5. Cono exterior inferior

Antes de la puesta en marcha del separador de aire - será necesario calafatear todas las juntas o lugares por los que pudiera tener lugar una eventual entrada de aire. Esta operación se lleva a cabo mediante --- CEMENTO ELASTICO. Sellador Rufset o Pennset

Los diversos elementos de la envolvente exterior pueden ser armados sobre la estructura soporte y atornillados sin apretar, de acuerdo con los indicativos de posición, siendo correcto el montaje cuando estos coinciden. (1/1, 2/2, 3/3, etc.).

El tambor interior puede ser montado a nivel de piso observándose los signos de posición indicados. Hecho

ésto, se prepararán los cartabones soportes del tambor interior para su posterior montaje. Y se aprietan. Condición muy importante es montar bien nivelada la tapa del tambor interior. Una vez montado éste, se levanta y mantiene esta posición colocando entonces cartabones que la mantendrán en su lugar. Estos cartabones llevan los indicativos A - B - C. etc., que corresponden a las mismas marcas del interior de la envolvente y tambor interior.

Es muy importante montar cada cartabón en su lugar justo, dado que cada uno de ellos ha sido ajustado su sitio y un espárrago soldado al interior de la envolvente localiza la parte inferior del cartabón donde esta es atornillada a la envolvente exterior.

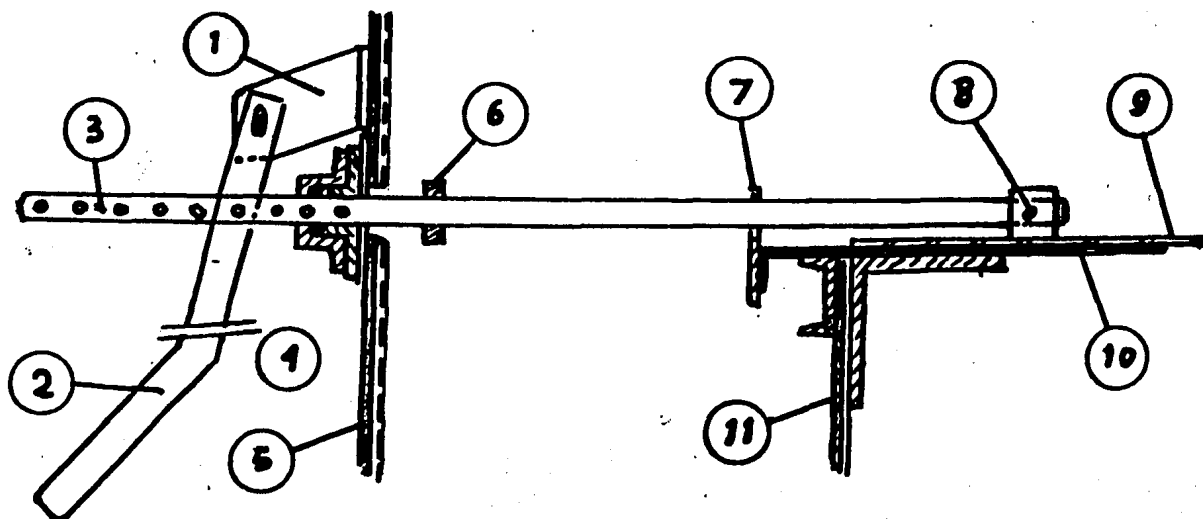
Se atornillan entonces los cartabones a la envolvente exterior. La flecha indicadora trazada sobre el tambor interior debe corresponder con la misma señal de la envolvente exterior.

Para los diafragmas de las válvulas.

Antes de colocar los diafragmas de las válvulas, debe asegurarse que las cabezas avellanadas de los tornillos de la tapa del tambor están rasantes a su superficie.

Los diafragmas de las válvulas (9) son colocadas sobre la tapa del tambor interior como se indica en el plano de montaje. Los conjuntos de regulación de los diafragmas son introducidos por la virola exterior, con los espárragos de las válvulas (3) introducidos en las placas de guía (7) fijadas a la tapa del tambor interior. La fijación de las válvulas sobre los espárragos se lleva a cabo mediante pasadores (8).

No se apretarán los tornillos sopotes sobre la envolvente exterior sin trazar previamente una línea horizontal y un círculo sobre la misma. Esta línea y círculo de referencias se marcaran una vez apretados los tornillos de la envolvente exterior. La nivelación se hará partiendo de las placas base de los soportes.



- | | |
|------------------------|--|
| 1. Soporte de mando | 7. Placa guía |
| 2. Palanca del mando | 8. Pasador |
| 3. Espárrago del mando | 9. Válvulas de regulación de las cribas. |
| 4. Soporte guía tope | 10. Tapa del tambor interior |
| 5. Tambor exterior | 11. Tambor interior. |
| 6. Anillo tope | |

Para las válvulas de Regulación.

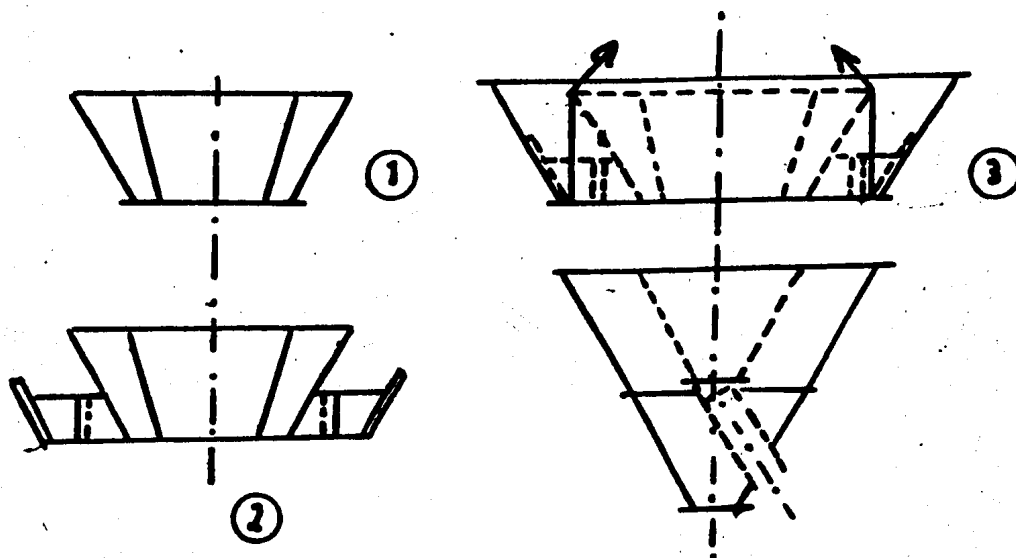
Las placas del diafragma (9) reposan sobre la tapa del tambor interior (10), y los espárragos (3) son introducidos en las placas de guía (7), que a su vez van fijadas al tambor interior y los soportes guías (4) que serán atornillados a la envolvente exterior.

Los registros serán manipulados desde el exterior del aparato. Las placas de guía fijadas a la tapa del tambor impiden subir a los registros, sirviendo también de tope indicador de que los mismos están abiertos.

Los anillos (6) están previstos para ser colocados en los espárragos del exterior de la virola, sirviendo de tope para los registros en posición cerrada, estando colocados de manera que cuando los registros son empujados hacia el interior, reposen sobre la tapa del tambor interior en una longitud aproximada de 5 cm..

Una vez colocados los anillos, se fijarán a los espárragos mediante los pasadores correspondientes.

Las instrucciones relativas a los conos exteriores e interiores permitirán llevar a cabo estos montajes más cómoda y rápidamente. Sin embargo, para ello será preciso disponer de aparatos de elevación bastante pesados.



En primer lugar atornillar los sectores del cono superior de rechazos (1).

A continuación montar los cartabones soportes de esta sección. Los cartabones que unen los dos conos serán marcados con símbolos que permitan apreciar cómo debe ser montado cada uno.

La parte superior del cono exterior puede en este momento de ser atornilladas a los cartabones, pudiendo emplazar en estas las esligas para preparar el montaje de este conjunto (3).

Para esta operación todas las tuercas serán apretadas, y si se han previsto eventuales dispositivos de secado o refrigeración deberán ser también colocados en su lugar.

Todo el conjunto será entonces izado a la altura conveniente para permitir añadir la parte inferior del cono de rechazos. Los tornillos de la brida que soporta el codo no se apretarán, de manera que pueda permitir la cómoda entrada del canal de descarga de rechazos y su correcta localización.

El resto de las diversas secciones de los conos pueden entonces ser montados. La parte inferior del cono exterior se suele enviar en una pieza, en la cual existe el agujero de acceso del canal de rechazos, determinando la posición del mismo. Las referencias de este cono indican la posición de montaje en taller. En el caso de que el canal de descarga exija otra posición diferente, se hará girar el cono hasta su posición conveniente.

A continuación se introduce el canal de descarga de rechazos por la abertura del cono inferior y se ajusta al codo. Se hace resbalar la camisa del canal sobre éste y se fija el cono. En la parte inferior de la camisa existe un disco para mantener el canal en su lugar. Se aprietan los tornillos que sujetan la brida al codo y toda esta pieza podrá ser entonces elevada al añadirse a la envolvente exterior.

Una plataforma de resistencia suficiente será emplazada en la parte superior del cono de rechazos, con el fin de recibir sobre ella el disco de distribución inferior, que será depositado en posición horizontal.

El cono del ventilador y el núcleo podrán ser ahora completamente montados sobre la envolvente superior ó a lo largo de esta, en cualquier parte cuyo espacio lo permita.

El cono y brazos del ventilador han sido cuidadosamente marcados para indicar la posición de cada brazo y cada aleta del ventilador. Es indispensable, pues, observar estas marcas para conservar un equilibrio perfecto del mismo, balance dinámico.

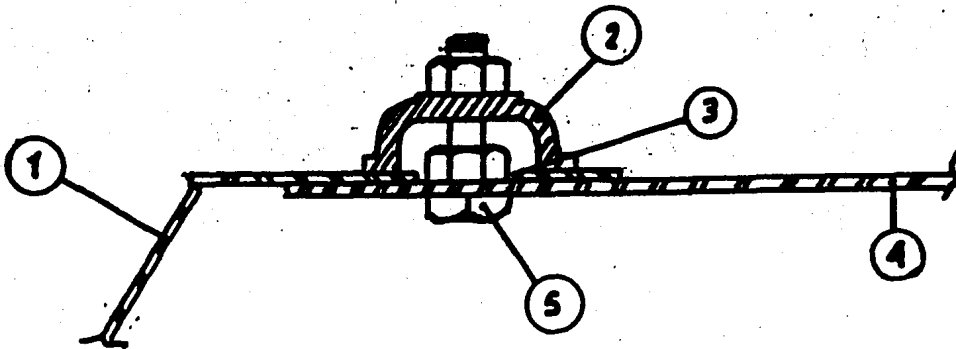
En primer lugar se atornillan las secciones del disco de distribución superior al cono del ventilador. La siguiente operación consiste en ajustar los brazos del ventilador al cono del mismo.

Una vez la pieza ensamblada, se levanta y emplaza en el interior del separador. En este de 22' se puede colocar bajo cada aleta unos suplementos de 10 cm. para sostener el ventilador a una altura conveniente durante la instalación del mecanismo. Será prudente centrar esta parte $\pm 1/2$ cm.

Deberá marcarse una flecha indicativa sobre la pieza central de la tapa superior, expedida en una pieza y conteniendo 2 perfiles para soportar el mecanismo. Esta pieza puede ser elevada sobre la envolvente y atornillada a esta. La flecha marcada deberá coincidir con la que se trazó sobre la envolvente exterior.

En este momento el cono de alimentación puede ser también izado y montado a través de la tapa, colocando inmediatamente después en sus respectivos lugares las placas de desgaste de este cono.

El croquis muestra la forma en que el cono de alimentación debe ser unido a la tapa. En el cono existen amplios agujeros que permiten el paso de los tornillos y tuercas de fijación de la tapa. Las arandelas "de copa" para esta sujeción están incluidas en el suministro.



- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Cono de alimentación | 4. Tapa |
| 2. Arandela de copa | 5. Tornillo y tuerca |
| 5. Abertura (con juego) | |

Los tornillos que sujetan estas arandelas no deberán ser apretados de inmediato, lo que permitirá al cono "flotar" y ceñirse por sí mismo al rotor. Las tuercas deberán permanecer flojas hasta que el mecanismo no esté completamente ensamblado.

Cuando el reductor esté montado, tal como ha sido enviado, se izará sobre la tapa exterior, colocándolo de manera que el extremo del árbol vertical penetre a través de la tapa del cono de alimentación.

Provisionalmente se fijará el revestimiento del árbol vertical, de forma que más tarde, al dejarse libre, se le pueda hacer resbalar a su sitio en el núcleo.

Para ello se hace descender el mecanismo hasta que la parte cónica del árbol vertical penetre en el núcleo y el extremo roscado del mismo sobresalga por el otro lado lo suficiente para fijar la tuerca del núcleo de distribución. Este árbol va provisto de una chaveta que deberá ajustarse al chavetero practicado en el mecanizado cónico del núcleo.

Después de haber fijado la tuerca en el árbol vertical, se libera el revestimiento de forma que baje sobre dicho núcleo de distribución. Se fija éste al árbol apretando la tuerca que está provista de un prisionero de seguridad. Las placas base del bastidor del mecanismo vendrán a reposar sobre los perfiles de canal estructural de la tapa. Se atornilla bien el mecanismo a estos perfiles y se asegura la tuerca con el prisionero, cuya función es impedir a la tuerca y al núcleo aflojarse durante el funcionamiento del aparato. Este prisionero se introducirá por la abertura de la tuerca para que penetre en la ranura del núcleo.

El disco de distribución inferior podrá ahora ser atornillado al cono del ventilador, pudiéndose retirar ya todo el andamiaje provisional. Las paletas de

retorno de aire serán también atornilladas en su posición respectiva. A continuación las restantes secciones de la tapa superior podrán ser montadas y atornilladas a la envolvente exterior, y el canal de alimentación será asimismo montado en el cono de introducción mediante los tornillos y arandelas de copa que suministramos a este efecto.

RECOMENDACIONES para el montaje del reductor y del ventilador en:

La parte central de la tapa superior y el cono de alimentación posado libremente, se colocarán sobre caballetes de altura suficiente para permitir atornillar el mecanismo montado sobre los perfiles de canal estructural.

El cono del ventilador y el núcleo son puestos sobre el suelo bajo la pieza central de la tapa con el revestimiento del árbol apoyado en el núcleo. Se soldarán unos anillos a la base del revestimiento para poder hacer pasar un alambre que permita guiar desde arriba la entrada de la muesca del revestimiento en el tacón del núcleo. El mecanismo así preparado será izado sobre la tapa, colocado sobre los perfiles de canal estructural y atornillado a ellos.

El núcleo del ventilador (sin paletas) es elevado -- con precaución e introducido en el árbol. El núcleo de distribución se fijará sobre el árbol por medio de la tuerca que se fijará en posición apretada mediante el prisionero.

Los discos de distribución superior e inferior, sin las paletas auxiliares serán montados después del emplazamiento del núcleo y del cono del ventilador.

Todo este conjunto montado se levanta sobre el tambor exterior y se hace descender hasta que la parte central de la tapa superior descansa sobre el tambor exterior para ser atornillada a él.

Este método facilita en gran manera el trabajo de montaje del núcleo del ventilador y los discos del mecanismo. Necesita, sin embargo, aparatos de elevación bastante pesados.

3.- Resumen y secuencia de actividades necesarias para el montaje.

Generalmente equipos de gran volúmen o de gran peso como un separador y varios más que integran una fábrica de cemento, es más económico enviarlos en partes desde su lugar de fabricación hasta su destino, en donde su armado es simultaneo con el montaje.

Este montaje se realiza de acuerdo con planos e Instrucciones de Montaje que proporciona el fabricante, los cuales deben estudiarse y complementarse -- con visitas al área en donde quedará finalmente montado el equipo, con el objeto de analizar posibles interferencias, facilidades de acceso, niveles, etc., y así definir una secuencia de montaje que nos mostrará las necesidades de maniobra.

Es conveniente determinar una secuencia de montaje así como de las actividades que pueden llevarse a cabo simultaneamente. En nuestro caso particular -- de ejemplo tenemos el siguiente resumen:

- 1.- Recepción o terminación de obra civil.
- 2.- Limpieza de área
- 3.- Trazo y localización de anclaje.
- 4.- Localización en almacén de piezas y su identificación.
- 5.- Traslado de piezas al área de montaje.
- 6.- Montaje de soportes, cuatro piezas -- que son parte integral de la envolvente exterior.
- 7.- Montaje de sectores que junto con los soportes forman la parte cilíndrica exterior.
- 8.- Es necesario nivelar y anclar debidamente esta envolvente y dar un repriete de tornillería.
- 9.- Montaje del tramo superior del cono.
- 10.- En este tramo de cono se montan los cartabones soportes de la envolvente interior.

- 11.- Con anterioridad o simultaneamente ya se ha armado la envolvente interior, a nivel de piso. (El emplazamiento final del Separador es en un hueco de una losa a nivel superior a los 10 metros.)- Este armado se facilita en posición invertida.
- 12.- Maniobra para voltear y posicionar tambor y cono interior.
- 13.- Montaje de grupo de cono interior conducto de descarga de gruesos.
- 14.- Simultaneamente se puede armar el tramo inferior del cono exterior a nivel de piso.
- 15.- Maniobra para levantar y emplazar cono exterior.
- 16.- Montaje de tapa envolvente interior.
- 17.- Simultaneamente se pueden ir armando y montando las válvulas que integran la tapa del cono interior.
- 18.- Montaje de soporte de transmisión que es parte integral de la tapa del tambor exterior.
- 19.- Es oportuno checar reapriete de tornillería.
- 20.- Maniobra para montaje de reductor.
- 21.- Montaje de disco de distribución.
- 22.- Montaje de disco superior de distribución.
- 23.- Montaje de paletas de selección.
- 24.- Montaje de ventilador principal, todos estos elementos van montados en la flecha de salida de reductor.
- 25.- Es posible montar los accesorios como son aletas de retorno, puertas y registros entradas de hombre.
- 26.- Maniobra para montar motor eléctrico.
- 27.- Alineamiento y nivelación de transmisión
- 28.- Limpieza del área retirando maniobras interiores y exteriores.
- 29.- Inspección final
- 30.- Prueba y puesta en marcha del equipo ó en su caso la entrega correspondiente.

Esta lista y secuencia de actividades es el resultado del conocimiento y estudio de la información que proporcionan:

- 1.- Las Instrucciones de Montaje.

- 2.- La información de despiece del equipo o Listas de Embarque.
- 3.- Planos.
- 4.- El lugar de emplazamiento final del equipo.
- 5.- Disponibilidad o facilidad de prearmados.

Una lista de actividades siempre tendrá el carácter de tentativa ya que antes y durante el proceso ha de irse modificando de acuerdo con las necesidades, impedimentos, etc., que llegan a presentarse. Con una lista de actividades lo más completa posible procedemos a elaborar un Diagrama de Proceso de Operaciones.

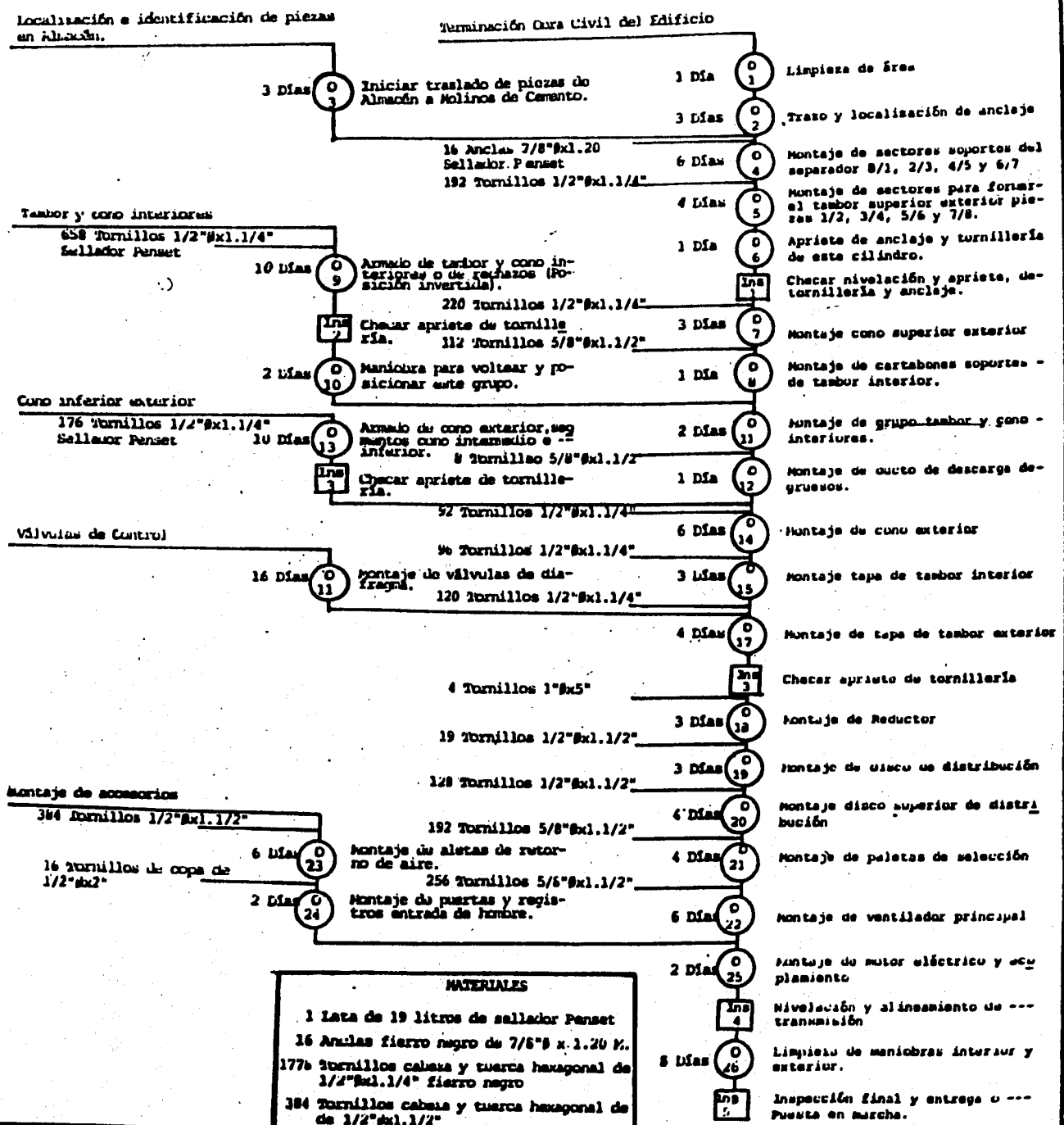
En esta elaboración del Diagrama del Proceso de Operaciones deberán incluirse los conocimientos sobre la calidad y cantidad disponible de:

- 1.- equipo
- 2.- y mano de obra.

**MONTAJE MECÁNICO DE UN SEPARADOR ESTÁTICO
MARCA STURTEVANT DE 22' SERIE 2894
MOLINOS DE CEMENTO CRUZ AZUL.**

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

ELABORÓ JOSÉ MERCEDES PACHECO M.
LAGUNAS, OAX. ENERO DE 1985.



26 Operaciones
3 Inspecciones
104 Días

- MATERIALES**
- 1 Lata de 19 litros de sellador Penset
 - 16 Anclas fierro negro de 7/8" x 1.20 M.
 - 1776 Tornillos cabeza y tuerca hexagonal de 1/2"x1.1/4" fierro negro
 - 384 Tornillos cabeza y tuerca hexagonal de 1/2"x1.1/2"
 - 568 Tornillos cabeza y tuerca hexagonal de 5/8"x1.1/2"
 - 4 Tornillos cabeza y tuerca hexagonal de 1"x5"
 - 16 Tornillos cabeza hexagonal de 1/2"x2" tuerca tipo copa.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

C A P I T U L O I I I

DESCRIPCION EQUIPO DE MANIOBRA DE ACUERDO
CON LOS CALCULOS REALIZADOS PARA EL MANEJO
DE MATERIALES PESADOS.

1.- NECESIDADES

- CARGA A MANIOBRAR
- ELEMENTOS DISPONIBLES
- LUGAR DE EMPLAZAMIENTO
- ELEMENTOS DE UNA MANIOBRA

2.- CALCULOS

- MANUALES DE EQUIPO
- CABLES DE ACERO
- FACTOR DE SEGURIDAD

3.- CONSIDERACIONES

C A P I T U L O I I I

DESCRIPCION DEL EQUIPO DE MANIOBRA DE ACUERDO CON LOS CALCULOS REALIZADOS PARA EL MANEJO DEL MATERIALES PESADOS.

1.- NECESIDADES DE MANIOBRA.

Después de haber reunido y conocer toda la información posible de nuestro equipo a montar y de haber elaborado una Lista de Actividades con su Diagrama de Operaciones, es necesario realizar los cálculos que nos permitan elegir y seleccionar el equipo capaz de realizar la maniobra de montaje con rapidez, economía y seguridad.

Para llevar a cabo lo anterior debemos determinar nuestras Necesidades de Maniobra como son:

- carga a maniobrar
- elementos disponibles
- y lugar de emplazamiento

Revisando nuestro Diagrama de Operaciones de Proceso (hoja) y con la ayuda de las Listas de Embarque, (hoja 33) podemos hacer un resumen selectivo de Operaciones, - su Descripción y su Peso como sigue:

| Operación | Descripción | Peso |
|-----------|--|------------|
| 0-4 | Montaje de sectores de soportes de cilindro exterior, cuatro piezas c/u. | 2,200 Kg. |
| 0-10 y 11 | Voltear y montar el grupo envolvente y cono interiores. | 9.960 Kg. |
| 0-14 | Montaje cono exterior (secciones intermedia e inferior) | 3,680 Kg. |
| 0-17 | Montaje de techo envolvente exterior y soporte de transmisión. | 8,950 Kg. |
| 0-18 | Montaje de reductor. | 12,380 Kg. |
| 0-22 | Montaje de ventilador Principal. | 7,200 Kg. |
| 0-25 | Montaje de motor eléctrico. | 5,000 Kg. |

Este resumen nos permite visualizar lo siguiente:

- capacidad máxima de maniobra.
- cantidad de maniobras a realizar en el rango similar.
- y necesidades de maniobras menores.

Carga a maniobrar.- Podemos agrupar las Operaciones 10, 11, 17, 18 y 22 que son similares en rango, por lo que se preparará una maniobra para 12,380 Kg. (12 ton.) que será usada cinco veces para realizar las maniobras de las operaciones anotadas.

El apoyarnos en esta maniobra para levantar -- las otras piezas de menor peso, nos dará una mayor confianza ya que estaremos trabajando con un factor de seguridad muy aceptable, independiente de armar y preparar -- maniobras sencillas de 2 ton. con Tirfors o Malacates de tirón directo. Estas maniobras son muy comunes en el montaje de estos equipos y relativamente sencillas ya que -- el fabricante pone leyendas o marcas visibles de la capacidad de sus equipos.

Elementos Disponibles.- Ya conocida la magnitud de nuestra Carga o Maniobra, en este caso 12,000 Kg. redondeando los valores para facilidad de cálculo, debemos recurrir a revisar nuestros equipos de maniobra en el área de trabajo para determinar los Elementos Disponibles con que contamos y hacer una selección apropiada.

Ya vimos que en la industria del cemento son -- varios los equipos de grandes pesos y volúmenes, por lo que para llevar a cabo su montaje a de ser a través de -- un Departamento el cual debe de contar con diferentes tipos de equipos de montaje en cantidad y capacidad. Ya -- sea desde simples poleas, hasta grúas de grandes capacidades.

La disponibilidad de equipo nos facilitará -- cualquier tipo de maniobra, en el caso de maniobras relativamente pequeñas podemos disponer de equipos como "tirfors", malacates y diferenciales para maniobras de hasta un promedio de dos toneladas, cuando la maniobra se complica por:

- un gran peso
- grandes dimensiones
- o interferencias.

es conveniente, en este momento analizar y conocer más a fondo el equipo a montar, ya que existirá la posibilidad de armar a nivel de piso y hacer una maniobra de gran peso en lugar de hacer varias maniobras en alturas que presentan cierto riesgo y dificultad de montaje.

Estas situaciones se presentan a menudo en el montaje de equipos de la industria cementera y por lo tanto se deberá analizar la Lista de Operaciones y calcular los pesos de las Actividades para determinar la capacidad de maniobra máxima y el número de veces a utilizar considerando todas las alternativas posibles de acuerdo a lo escrito.

Disponer de equipos para llevar a cabo cada una de estas maniobras, resultaría antieconómico ya que se necesitaría una gran inversión para adquirir equipos móviles y grúas de gran capacidad, aunado a esto el tiempo de utilización, por lo que generalmente es conveniente preparar una maniobra para manejar con cierto grado de seguridad estos montajes que se llevan a diferentes alturas tanto en exterior como en el interior de los edificios.

Cuando es en el exterior, tenemos la ventaja de menor interferencia y es posible utilizar una grúa. Cuando es en el interior de los edificios tenemos problemas de interferencia y aquí es cuando es más conveniente estudiar y preparar nuestra maniobra

Los elementos principales para preparar nuestra maniobra:

- una viga de maniobra
- malacates o diferenciales
- juego de poleas o patascas y
- cables de acero.

2.- CALCULOS

Ya fué determinada nuestra carga máxima de 12 toneladas y es factible utilizarla en un total de cinco ocasiones por lo que del equipo disponible en el actual Cuarto de Herramientas del Departamento, se cuenta con Malacates, juegos de poleas y cables de acero en diferentes medidas.

Manuales de equipo.- Es muy conveniente recurrir a los manuales de equipo para revisar capacidades de los diferentes equipos que seleccionamos para asegurar los cálculos de nuestra maniobra, en este caso particular se dispone de:

- Malacates marca Beebe Bros Inc, modelo H-12, con una capacidad de 5 ton. de tirón directo, 100.6 metros de cable de $9/16\phi$. Estos malacates podemos describirlos como tambores metálicos, en donde se enrolla el cable de acero por medio de un juego de engranes impulsados por una manivela, que puede dar dos diferentes velocidades de enrollado de 4:1 y de 24:1. Lo cual nos permite reducir el tiempo de desenrollado y en el momento de cargar un menor esfuerzo.
- Un juego de poleas y patescas triple -- marca Swivel Shakel modelo 433 con una capacidad de 40 ton. Con estas poleas podemos aumentar la capacidad de tirón del malacte aplicando la siguiente fórmula sencilla de poleas multiplicada por el jalón del malacate.

poleas x 2 x 5 ton. = 30 ton.
30 ton. = Capacidad de Maniobra.

- Cables de acero.- Generalmente el cable de acero es el punto de falla más probable en cualquier maniobra y es este el equipo o herramienta que debemos seleccionar su diámetro, con mucho cuidado. El manual "CAMESA CORDON AZUL" nos proporciona la siguiente información sobre cables de acero:

QUE ES UN CABLE DE ACERO.

El cable de acero es un producto fabricado con alambres de acero, colocados ordenadamente para desempeñar un trabajo determinado .

Al diseño o arreglo de las partes que forman un cable de acero, que consiste en alambres, torones y almas, se le denomina construcción. Como los cables se someten a distintos trabajos, dependiendo de la maquinaria en que se utilicen así como de las condiciones en que trabajen, existen construcciones específicas para llenar los requisitos de cada trabajo en particular.

Las principales construcciones podemos clasificarlas entre grupos 6x7, 6x19 y 6x39.

GRUPO 6x7.

En este grupo cada uno de los seis torones que forman el cable está construido de una sola hilera de alambres, colocada alrededor de un alambre central, nos encontramos con una construcción de cable formada por alambres gruesos que es muy resistente a la abrasión, pero no es recomendable para la aplicación donde se requiera flexibilidad (Diámetro mínimo recomendado de poleas o tambores 40 veces el diámetro del cable).

GRUPO 6x19

Sin duda este tipo de cable es el de mayor uso, por tener la cualidad de ser resistente a la abrasión y al mismo tiempo ser bastante flexible. En este grupo los torones se construyen usando de 16 hasta 26 alambres, lo que facilita la selección del cable para un trabajo determinado. En la práctica, las dos construcciones que más se usan en este grupo son la 6x19 Filler (6x25) y la 6x19 Seale. De éstas dos, la más usual es la primera por tener la enorme ventaja de ser resistente a la abrasión, al aplastamiento, así como lo suficientemente flexible trabaja en poleas o tambores que no tengan un diámetro reducido (Diámetro mínimo recomendado de poleas y tambores: 25 veces el diámetro de cable).

GRUPO 6x37.

Las construcciones de este grupo son más flexibles que los otros grupos anteriores, debido a que tienen un mayor número de alambres por torón. Esta construcción de cable se utiliza cuando se requiere mucha flexibilidad. No se recomienda cuando sea sometido a una abrasión severa, porque el diámetro de sus alambres exteriores es pequeño. Este cable generalmente se usa en ascensores.

ALMA DEL CABLE

El alma de cable, sirve como soporte a los torones que están enrollados a su alrededor.

Generalmente el alma la constituye un torón de alambres igual a los demás que componen el cable, alma de acero; y almas de fibra, que pueden ser de fibras vegetales o sintéticas.

El alma de acero se utiliza para aplicaciones donde el cable está sujeto a severos aplastamientos o cuando el cable trabaja en lugares donde existan temperaturas muy elevadas que ocasionen que el alma de fibra se dañe con el calor. También este tipo de alma de acero proporciona una resistencia adicional a la ruptura de aproximadamente de 10% dependiendo de la construcción del cable. Los cables con alma de fibra se usan en aquellas aplicaciones en que los cables no están expuestos a las condiciones antes mencionadas. Estos cables son más fáciles de manejar y más elásticos.

PREFORMADO

Los cables Camesa Cordón Azul generalmente se suministran preformados; esto quiere decir que a los torones y los alambres se les da la forma que tendrán en el cable determinado, de manera que al cortar el cable, los alambres permanezcan en su lugar. Esta operación da a los cables mayor estabilidad ya que elimina algunos esfuerzos internos entre los alambres obligándolos a mantener su posición en el cable.

Durante el uso cuando el cable está sujeto a desgaste intenso, los alambres de un cable no preformado al romperse tenderán a desprenderse, mientras que en un cable preformado, los alambres al romperse se permanecerán en su posición.

COEFICIENTE DE SEGURIDAD.

Es la relación entre la resistencia real del cable y la carga de trabajo.

Es muy importante considerarlo ya que esto depende el rendimiento de cable. Normalmente se recomienda un factor de seguridad de 6 a 1.

Dependiendo de la aplicación se podrá variar, cuando se manejan cargas que requieren un máximo cuidado porque involucran gran riesgo, como los ascensores de pasajeros deberá aumentarse de 8 a 1, y aún hasta 12 a 1.

De acuerdo con el catálogo CAMESA podemos encontrar que el cable tipo Superflex Serie 6X37 Alma de Fibra acero de Arado Mejorado en el diámetro de 9/16"Ø nos dá:

Resistencia de cable de 9/16"Ø = 12.2 Ton.

Por lo que para calcular el factor de seguridad de nuestra maniobra aplicamos la fórmula de las poleas:

poleas x 2 x resistencia del cable = Capacidad de Maniobra

$$3 \times 2 \times 12.2 = 73.2 \text{ Ton.}$$

Factor de Seguridad:

$$\frac{\text{Capacidad de Maniobra}}{\text{peso a levantar}} = \frac{73.2}{12} = 6.1$$

Por lo que estamos dentro del límite del factor de seguridad de resistencia de nuestro cable.

La longitud de nuestro cable está determinado por el doble del número de las poleas más uno la diferencia de niveles en que se llevará a cabo la maniobra. Estimando una libertad de maniobra del punto más bajo donde se va a levantar la pieza hasta el punto más alto que va a pasar para ser montada en su lugar definitivo.

Diferencia entre niveles 11.2 m.

Longitud = altura (# poleas x 2 + 1)

Longitud = 11.2 (3 x 2 + 1) = 78.4 m.

Comparando esta longitud con la máxima permisible a enrollar en el tambor del malacate Beebe Bros modelo HM-12 es de 100.6 m. lo cual nos indica que si es posible preparar nuestra maniobra.

Debemos recordar que el montaje se está llevando a cabo dentro de un edificio y que necesitamos una viga de Apoyo para nuestra maniobra. Generalmente el diseño de vigas y columnas del edificio consideran este tipo de maniobras con un factor de seguridad confiable. Lo único que nos queda es revisar el cálculo de dicha estructura civil para tener una confiabilidad de servicio.

Podemos resumir nuestro equipo de maniobra como sigue:

| | Cantidad. |
|---------------------------|---------------|
| Malacate Beebe Bros | 1 min. 3 max. |
| Juego poleas triples | 1 juego |
| Cable de 9/16"Ø | 100 metros |
| Tirfor Falk de 1.5 Ton. | 3 piezas. |
| Tirfor Falk de 3 Ton. | 4 piezas |
| Cable diferentes medidas | lote. |
| Grapas diferentes medidas | lote. |

Este resumen de equipo de maniobra es una selección de herramientas y equipo disponible en el área de trabajo, que con un mínimo de cálculos y un criterio apropiado nos permite llevar a cabo nuestras maniobras con seguridad.

CONSIDERACIONES.

Una maniobra se puede llevar a cabo de diferentes maneras dependiendo de la disponibilidad de equipos, interferencias, magnitudes etc., por lo que es necesario conocer en detalle las piezas a montar, las interferencias posibles para normar nuestro criterio y programar con un costo y tiempo aceptables.

Es recomendable realizar un mantenimiento y revisión apropiadas al equipo seleccionado antes de iniciar nuestras actividades, recordando que este equipo se usa constantemente. En caso de haber duda o no haber una completa satisfacción del estado de un equipo es recomendable no usar ese equipo y hacer nueva selección.

C A P I T U L O I V

PROGRAMACION DE LA RED DE ACTIVIDADES Y CALCULO DE LA RUTA CRITICA.

- 1.- INTRODUCCION AL METODO DE LA RUTA CRITICA.
 - INICIOS HISTORICOS
 - DATOS BASICOS
 - RESTRICCIONES
- 2.- CALCULO DE LA RUTA CRITICA
 - RESUMEN DE CALCULOS
- 3.- RUTA CRITICA

C A P I T U L O I V

PROGRAMACION DE LA RED DE ACTIVIDADES Y CALCULO DE LA RUTA CRITICA.

1.- Introduccion al método de la Ruta Crítica.-

En E.E.U.U. por los años 1956 y 1958 tuvo su origen la Ruta Crítica, en dos problemas simultaneos aunque diferentes, sobre la planeación y el control de proyectos.

Por un lado la Marina de Estados Unidos, necesitaba un control de contratistas en su programa de Proyectiles Polarís. Los contratos comprendían la investigación y desarrollo del trabajo, así mismo las manufacturas de componentes que integran el proyecto. Inicialmente se les pidió a los contratistas que estimaran el tiempo requerido de sus operaciones con el siguiente criterio: tiempo optimista, tiempo pesimista y el tiempo más probable. A este procedimiento convino en llamarsele PERT, siglas en inglés: Program Evaluation and Review Technique.

Por otro lado, la compañía E.I du Pont de Nemours, estaba construyendo muy importantes plantas químicas en América. Estos proyectos requerían que el tiempo y el costo fueran estimados con bastante precisión. Este método de planeación y control fué desarrollándose, era originalmente llamada programación y planeación de proyectos PPS, del inglés Project Planning and Scheduling.

En la esencia de la Ruta Crítica es la representación de un proyecto en un diagrama o red, que describe la secuencia e interrelación de un proyecto, así como el análisis lógico y la manipulación de esta red para poder determinar el mejor programa de realización. Finalmente durante la construcción, esta red provee al director del proyecto de una información precisa de los efectos de cada variación o retaso en el plan adoptado, permitiéndole así identificar las operaciones que requieran cambios.

A esta nueva técnica se le conoce con varios nombres: Camino o Trayectoria Crítica, Análisis del Camino Crítico, Análisis de Redes; pero la designación Método de la Ruta Crítica CPM Critical Path Method., es la mas satisfactoria, ya que no implica limitaciones de uso.

La elaboración del CPM requiere de ciertos conocimientos de los métodos convencionales de planeación, programación, presupuestos, financiamiento y control de proyectos de construcción, además de los métodos y procedimientos de la propia construcción.

Por lo tanto la Ruta Crítica (CPM) puede ser empleada no solo en la planeación y control de trabajos de la construcción, sino también de investigación, problemas de mantenimiento, promoción de ventas y operaciones en general relacionadas con otras industrias.

Datos básicos para el CPM.

Las actividades componentes del proyecto pueden ser unidades reales de trabajo, o bien, divididas o combinadas en actividades y procesos más convenientes con relación a cada trabajo en particular. Así la subdivisión del proyecto, en operaciones individuales que lo compongan, puede ser tan sencillo o tan detallado como se requiera; la condición esencial es que se estime separadamente el costo directo de cada operación

Después de complementar y enlistar los datos de costo y tiempo normales, hacer listas similares basadas en otras condiciones diferentes a las normales. En esta forma los datos de costo y tiempo para variaciones de horas de trabajo, turnos, diferencias en el número de personal, el uso alternado de equipos, cambios en los métodos de construcción, o cualquier otra variación puede fácilmente analizarse con apreciable beneficio para el proyecto.

El número de variaciones factibles a investigar diferirá en cada proyecto, y algunos podrán rechazarse inmediatamente después de la inspección de tiempos y costos correspondientes. Finalmente se presenta cada una de las variaciones no eliminadas, por separado, en diagrama de flechas con sus respectivas rutas críticas, a fin de encontrar cual de ellas es la solución más óptima. En esta forma se presenta la solución más económica para llevar a cabo el proyecto.

Restricciones.

Pueden ocurrir restricciones en el montaje, como se ha comentado y es fundamental considerarlas en nuestra Ruta Crítica, puede ser:

- de interferencias

- de recursos
- de mano de obra
- administrativas

Cuando se cuenta con elementos suficientes pero existen Interferencias como en nuestro caso que debe llevarse a cabo dentro de un edificio, tenemos restricciones que nos impiden realizar con grúas de gran capacidad al existir la interferencia con muros, trabes, equipos, etc.

Pueden ocurrir restricciones de Recursos, cuando es necesario aplazar una actividad porque los recursos para realizarlo no están disponibles por ejemplo la utilización de un determinado equipo ha sido destinado a otro trabajo hasta determinada fecha. Es necesario tomar la decisión de aplazar a llevar a cabo con otro equipo dicha actividad, lo cual nos afectará el renglón sobre costos.

Pueden ocurrir también restricciones de Mano de Obra, por ejemplo: es difícil obtener personal calificado en maniobras, Existirá la posibilidad de realizar el trabajo en maniobras pequeñas que llevarán más tiempo.

Finalmente existen restricciones Administrativas, cuando la secuencia de actividades que serían independientes son controladas por una decisión arbitraria, al ordenarse que se desea se realicen de distinta manera.

Es evidente que lo anterior se ha considerado en el desarrollo del presente trabajo ya que se realizó una selección de equipo, dadas las condiciones de trabajo para llevar a cabo el montaje de los diferentes equipos de la cementera de Lagunas, Oax.

2.- CALCULO DE LA RUTA CRITICA.

De acuerdo con los antecedentes descritos respecto al personal disponemos de:

- Dos cuadrillas de maniobras
- Una cuadrilla de apoyo
- Una cuadrilla de transporte

para llevar a cabo el montaje del Separador Sturtevant.

A continuación se proporciona la tabla que resume los cálculos de las duraciones y tiempos flotantes para la elaboración de nuestra red de actividades y determinación de la Ruta Crítica.

es otra de las grandes ventajas que podemos observar - en la elaboración de Ruta Crítica y su Programación de Actividades de Acuerdo con Fechas Determinadas, con un poco de criterio y juiciosas manipulaciones de los --- tiempos flotantes, puede ser obtenido un plan de construcción más uniforme, sin aumentar la duración y el - costo del proyecto,

La siguiente etapa es determinar el balance- más favorable entre el tiempo y el costo totales, toman- do en cuenta todos los gastos de administración y cos- tos indirectos, cláusulas de bonificaciones y multas, - y otros aspectos administrativos, para obtener la solu- ción más económica del proyecto.

RESUMEN CALCULOS DE RUTA CRITICA

68

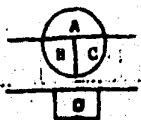
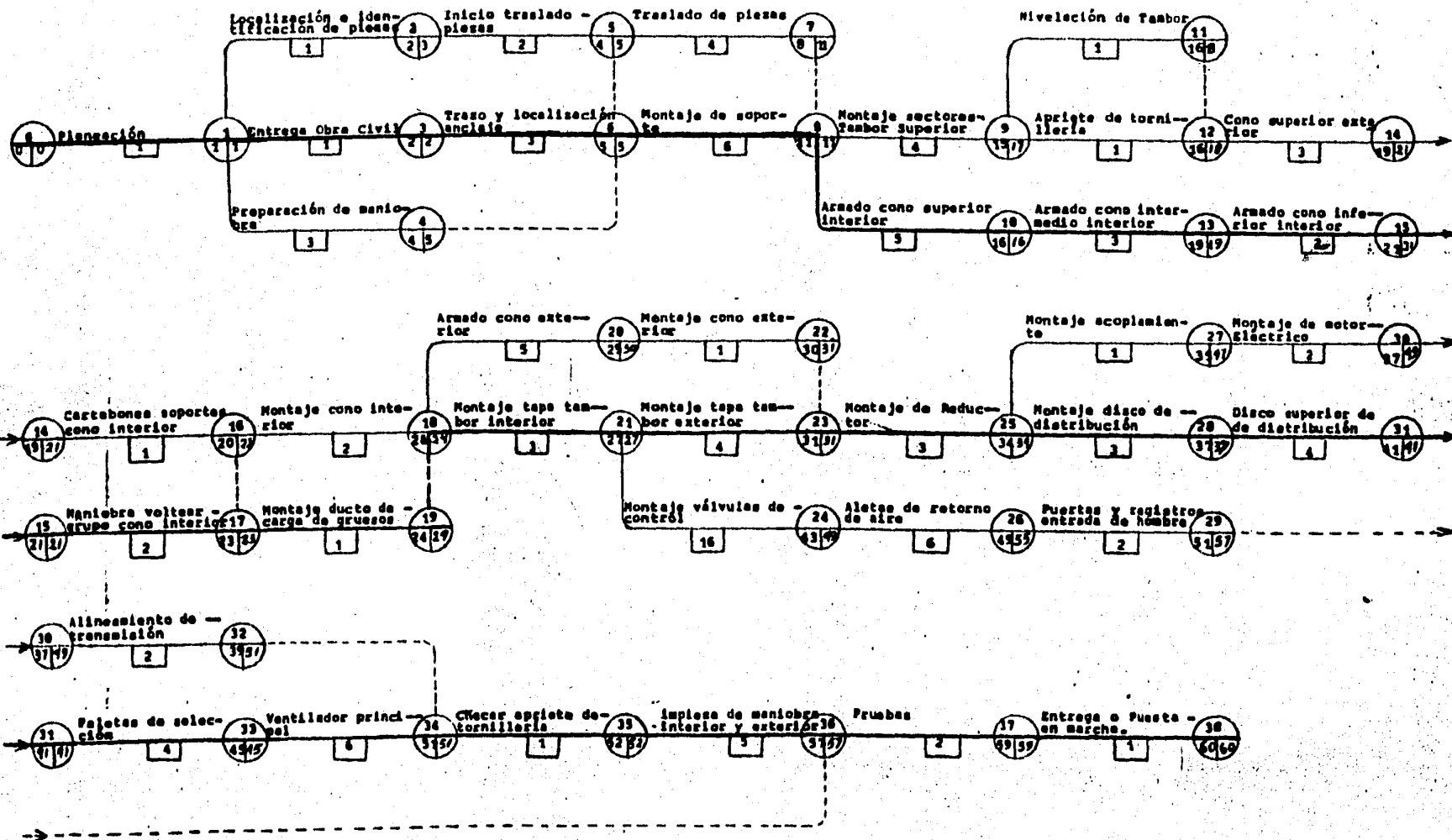
| FLECHA | TIEMPO | I M P | I M T | T M P | T M T | F T | F L |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 0-1 | 1 | | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1-2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 1-3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 1-4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 1 | 0 |
| 2-5 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 0 |
| 3-6 | 3 | 2 | 2 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| 5-7 | 4 | 4 | 7 | 8 | 11 | 3 | 0 |
| 6-8 | 6 | 5 | 5 | 11 | 11 | 0 | 0 |
| 8-9 | 4 | 11 | 13 | 15 | 17 | 2 | 0 |
| 8-10 | 5 | 11 | 11 | 16 | 16 | 0 | 0 |
| 9-11 | 1 | 15 | 17 | 16 | 18 | 2 | 1 |
| 9-12 | 1 | 15 | 17 | 16 | 18 | 2 | 1 |
| 10-13 | 3 | 16 | 16 | 19 | 19 | 0 | 0 |
| 12-14 | 3 | 16 | 18 | 19 | 21 | 2 | 0 |
| 13-15 | 2 | 19 | 19 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| 14-16 | 1 | 19 | 21 | 20 | 22 | 2 | 0 |
| 15-17 | 2 | 21 | 21 | 23 | 23 | 0 | 0 |
| 16-18 | 2 | 20 | 22 | 22 | 24 | 2 | 0 |
| 17-19 | 1 | 23 | 23 | 24 | 24 | 0 | 0 |
| 18-20 | 5 | 24 | 25 | 29 | 30 | 1 | 0 |
| 18-21 | 3 | 24 | 24 | 27 | 27 | 0 | 0 |
| 20-22 | 1 | 29 | 30 | 30 | 31 | 1 | 0 |
| 21-23 | 4 | 27 | 27 | 31 | 31 | 0 | 0 |
| 21-24 | 16 | 27 | 33 | 43 | 49 | 6 | 0 |
| 23-25 | 3 | 31 | 31 | 34 | 34 | 0 | 0 |
| 24-26 | 6 | 43 | 49 | 49 | 55 | 6 | 0 |
| 25-27 | 1 | 34 | 46 | 35 | 47 | 12 | 0 |
| 25-28 | 3 | 34 | 34 | 37 | 37 | 0 | 0 |
| 26-29 | 2 | 49 | 55 | 51 | 57 | 6 | 0 |
| 27-30 | 2 | 35 | 47 | 37 | 49 | 12 | 0 |
| 28-31 | 4 | 37 | 37 | 41 | 41 | 0 | 0 |
| 30-32 | 2 | 37 | 49 | 39 | 51 | 12 | 10 |
| 31-33 | 3 | 41 | 41 | 45 | 45 | 0 | 0 |
| 33-34 | 6 | 45 | 45 | 51 | 51 | 0 | 0 |
| 34-35 | 1 | 51 | 51 | 52 | 52 | 0 | 0 |
| 35-36 | 5 | 52 | 52 | 57 | 57 | 0 | 0 |
| 36-37 | 2 | 57 | 57 | 59 | 59 | 0 | 0 |
| 37-38 | 1 | 59 | 59 | 60 | 60 | 0 | 0 |

RUTA CRITICA

Montaje Mecánico de un Separador Estático
 Marca Sturtevant de 22' Serie 2898

MOLINOS DE CEMENTO.

Crus Azul, Lagunas, Oax.



- A Número de evento
- B Tiempo más temprano para empezar
- C Tiempo más tarde para terminar
- D Tiempo en días de duración del evento

Elaboró: JOSE MERCEDES PACHECO M.
 Lagunas, Oax. Enero de 1985.

C A P I T U L O V

PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE ACUERDO CON FECHAS DETERMINADAS.

- 1.- COMENTARIOS SOBRE PROGRAMACION
- 2.- PROGRAMA

C A P I T U L O V

PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE ACUERDO CON FECHAS DETERMINADAS.

Las relaciones esenciales de tiempo entre las actividades pueden ser analizadas y hacer posible las decisiones concernientes a fijar los tiempos de terminación de los trabajos de construcción. Para esto es conveniente llevar al papel un programa o gráfica de barras que incluya los tiempos y las actividades de nuestra Ruta Crítica.

Es evidente que esta programación de barras es similar al programa convencional de construcción, pero -- nos indica las actividades críticas y la información esencial de tiempos flotantes. Se puede distinguir a primera vista, cuales son las actividades críticas (sin tiempo -- flotante) que no pueden ser retrasadas si se quiere terminar el proyecto; y también cuanto retraso es permitido en otras actividades. Si cualquiera de estas se demora una cantidad mayor que su tiempo flotante libre, su tardanza interferirá con el inicio de actividades subsecuentes en cadena; pero esas actividades subsecuentes en la cadena -- pueden ser retrasadas un lapso que no exceda al tiempo -- flotante total disponible, sin prolongar o retardar la -- terminación del proyecto. El tiempo flotante es, por lo -- tanto, un margen de seguridad que puede utilizarse para -- compensar retrasos deliberados o imprevistos en actividades a lo largo del desarrollo del proyecto.

La información obtenida en la etapa de programación es de gran importancia para el personal supervisor -- que controla el proyecto y muy útil durante la etapa de -- planeación. El conocimiento de los tiempos flotantes disponibles permite cambios en las actividades con relación -- al programa y dentro de sus límites de tiempo, para uni-- formar los requerimientos de mano de obra y equipo. Esta-

PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE ACUERDO CON FECHAS DETERMINADAS

MONTAJE DE SEPARADOR STURTEVAN

CRUZ AZUL LAGUNAS, OAX.

ELABORO.- JOSE MERCEDES PACHECO M.

MARZO 1983.

| ACTIVIDAD | Fecha | E | AVANCE | | | | | DIAS HABILIS | | | | | | |
|--|-------|---|--------|----|----|----|-----|--------------|----|----|----|--|--|--|
| | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 15 | 30 | 45 | 60 | | | |
| Planeación | 0-1 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Localización e identificación de piezas | 1-2 | | | | | | | | | | | | | |
| Entrega Obra Civil | 1-3 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Preparación Maniobras | 1-4 | | | | | | | | | | | | | |
| Inicio Traslado pieza | 2-5 | | | | | | | | | | | | | |
| Trapo y localización anclaje | 3-6 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Traslado de piezas | 5-7 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje Soportes | 6-8 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Montaje Sectores Tambor Superior | 8-9 | | | | | | | | | | | | | |
| Acabado cono superior interior | 8-10 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Nivelación Tambor | 9-11 | | | | | | | | | | | | | |
| Aprista de Tornillería | 9-12 | | | | | | | | | | | | | |
| Acabado cono intermedio interior | 10-13 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Cono Superior exterior | 12-14 | | | | | | | | | | | | | |
| Acabado cono inferior interior | 13-15 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Cartabones soportes cono inferior | 14-16 | | | | | | | | | | | | | |
| Maniobra Voltar grupo cono interior | 15-17 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Montaje cono interior | 16-18 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje ducto de descarga de gruesos | 17-19 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Acabado cono exterior | 18-20 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje tapa tambor interior | 18-21 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Montaje cono exterior | 20-22 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje tapa tambor exterior | 21-23 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Montaje válvulas de control | 21-24 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje de Reductor | 23-25 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Aletas de retorno de aire | 24-26 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje acoplamiento | 25-27 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje disco de distribución | 25-28 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Puertas y registros entrada de hombre | 26-29 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje de motor eléctrico | 27-30 | | | | | | | | | | | | | |
| Disco superior de distribución | 28-31 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Alineamiento de Transmisión | 30-32 | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje Paletas de selección | 31-33 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Montaje ventilador principal | 33-34 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Chumac aprista de tornillería | 34-35 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza de maniobra interior y exterior | 35-36 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Pruebas | 36-37 | ✗ | | | | | | | | | | | | |
| Entrega o puesta en marcha | 37-38 | ✗ | | | | | | | | | | | | |

RUTA CRITICA TIEMPO PROGRAMADO TIEMPO FLOTANTE TOTAL

C A P I T U L O VI.

CONCLUSIONES

- 1.- ELEMENTOS DE UN PROYECTO
 - EJECUCION
 - DECISIONES
- 2.- PLANIFICACION DE RECURSOS
- 3.- MEJORAS
 - ADICIONES
 - CAMBIOS Y
 - SUPRESIONES
- 4.- ELABORACION DE:
 - DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO
 - RUTA CRITICA
 - PROGRAMA DE ACTIVIDADES

CONCLUSIONES

El haber dado a conocer someramente una Planta - Cementera, sus equipos que la integran, para posteriormente integrar la documentación de Separador Sturtevant y finalmente realizar un Programa para su montaje; son estos los elementos de un Proyecto, que como tal debe manejarse.

La ejecución de un Proyecto equivale a:

- establecer
- conocer
- detallar sucesivamente.
- manipular un sistema del proceso.
- y poder cambiar o crear un sistema de acuerdo con las descripciones.

De ésta manera se tomarán decisiones sobre:

- qué actividades se han de ejecutar.
- en que secuencia se ejecutarán, es decir, las interconexiones lógicas de las actividades.
- que elementos materiales y humanos se han de requerir.
- y que tiempo ha de durar su ejecución.

Lo que nos lleva a la conclusión de que todo - proyecto es temporal y su ejecución debe lograrse de una manera económica en donde no debe olvidarse el renglón - de seguridad.

De ésta manera, un proyecto se terminará cuando todas las actividades de proyecto hayan sido terminadas satisfactoriamente, es decir, Terminación Normal del Proyecto.

Cuando por alguna razón se llega a tomar la decisión de terminar el proyecto, es decir, Terminación Prematura del Proyecto y tal decisión puede ser tomada debido a:

- resultados decepcionantes
- falta de recursos monetarios
- no disponibilidad del potencial humano requerido.
- sobrecargas con respecto a la duración total del proyecto y los costos totales del proyecto

Cuando el proyecto dá los efectos deseados a cambio de las entradas de recursos, tiempo y costos previstos se puede decir que es un Proyecto con éxito.

Lo anterior nos dice que:

- debemos determinar lo que deseamos.
- debemos conocer nuestras posibilidades.
- y debemos controlar.

El primer renglón queda establecido al determinarse la necesidad o requerimiento y su posible solución. En nuestro caso particular la necesidad de Montar un Separador Sturtevan en un tiempo determinado de 60 días.

El segundo renglón lo logramos al analizar nuestro equipo de trabajo que incluye tanto materiales como elemento humano en cantidad y calidad. Es así como "conocemos nuestras posibilidades" para llevar a cabo el proyecto encomendado. Para esto nos es de utilidad la Descripción de Actividades con su Diagrama de Operaciones, la elaboración de la Ruta Crítica y la Programación de Actividades en el tiempo estipulado.

Para el último renglón podemos establecer los siguientes pasos:

- establecer el Plan de Proyecto inicial
- poner en marcha el Proyecto
- durante la realización del Proyecto, recopilar información de lo que está sucediendo, es decir, obtener información real.

- cotejar esta información real con los datos señalados en el plan.
- analizar las diferencias entre los datos señalados en el plan y la información real y tomar las decisiones que se lleguen a acordar.
- actuar para mantener el proyecto en línea con el Plan de Proyecto, alterar el Plan del Proyecto cuando se crea necesario y terminar el Proyecto.

Planificación de Recursos.- La planificación de recursos para un proyecto empieza con el estudio y conocimiento de recursos y los elementos de los mismos que estén disponibles:

- dentro de la organización que está ejecutando el proyecto (Recursos Internos)
- de fuentes externas (Recursos Externos)

Incluyendo sus propias características tales como:

- grado de disponibilidad.
- costo de cada uno de esos recursos.
- eficiencia con respecto al trabajo a realizar.

Duración de la actividad.- La duración de la actividad en el tiempo que se requiere para ejecutar una determinada actividad utilizando los recursos disponibles.

El costo del proyecto se deriva de:

- la utilización de recursos que se
- tengan que hacer, y

- los precios por unidad para cada recurso utilizado y sumando los resultados de cada actividad.

Mejoras.- Casi siempre existe una necesidad o conveniencia de hacer mejoras en un proyecto tanto en:

- la economía del proyecto, reduciendo la utilización de entradas de recursos, de tiempo y consecuentemente los costos requeridos para alcanzar los objetivos deseados.

Tales mejoras pueden conseguirse desarrollando:

- mejores tecnologías para describir los proyectos.
- descripciones de procesos más eficaces haciendo:

adiciones

cambios y

supresiones

El mejor método para mejorar un proyecto es utilizando la "retroalimentación", esto es, aprovechando la información de otros proyectos ejecutados previamente.

Así mismo logramos buenos objetivos cuando:

- usamos el sentido común
- tenemos la habilidad para comunicarnos
- tenemos un verdadero deseo de comentar y negociar soluciones para los problemas que se presentan.
- tenemos un mejor conocimiento del proceso que forma parte del proyecto.
- tenemos experiencias personales en el campo usual del montaje o similar.

La terminación de un proyecto es cuando:

- se obtiene los objetivos indicados en el plan de trabajo, es decir, los resultados deseados.
- se tiene un consumo mínimo de recursos y costos.
- se realice dentro de los límites de tiempo estipulados.

Algunos aspectos que tienen una influencia determinante en la realización de nuestro proyecto es la actitud del supervisor que debe obtener datos, proyectar, dirigir, coordinar, inspeccionar y motivar. Aspectos fundamentales que corresponden al factor humano y son muy difíciles de medir y quedan fuera de nuestra tema para su análisis y aplicación.

En el presente trabajo nuestro objetivo es: Mostrar las ventajas que ofrece la Ruta Crítica en la Programación del montaje de equipo pesado, a través de un caso real como es el Montaje de un Separador - Sturtevant.

Revisando los pesos de los equipos (hoja 4) que integran la industria del cemento, vemos que son varios los equipos que tienen varias toneladas de peso y sus características de montaje son similares por lo que podemos considerar como válido el ejemplo del Montaje del Separador para el resto de los equipos con sus excepciones correspondientes, independientemente que algunos equipos son repetitivos, como los elevadores, colectores de polvo, bandas transportadoras, etc.

Respecto a la elaboración del Programa de Operaciones de Proceso nos permite conocer:

- y determinar la lista de actividades.
- cantidad y magnitud de maniobras.
- y prever los materiales a instalar o montar.

La elaboración de la Ruta Crítica nos permite:

- determinar una secuencia de nuestras actividades.
- conocer y determinar los grupos de maniobra (calidad y cantidad del elemento humano)
- conocer los tiempos de duración de cada actividad.

La elaboración del Programa de Actividades de acuerdo con fechas determinadas nos ayuda a:

- tener un seguimiento de programa de cada una de las actividades.
- detectar errores de programación.
- aprovechar los tiempos flotantes
- reforzar la realización de las actividades en Ruta Crítica.
- llevar un control de obra.

Hemos llegado a la conclusión final de que la Planeación y control descritas para el montaje de un Separador, son aplicables a cualquier otro equipo por montar ya que al manejarlas, nos permita una planificación de recursos y un control que nos permita finalmente llevar a cabo nuestro proyecto inicial.

El presente trabajo no incluye costos ni aspectos del elemento humano, ya que se consideran fuera de tema, pero queremos hacer énfasis que para la realización de cualquier proyecto debemos considerar la inclusión organizada de cada uno de los aspectos aquí tratados más los aspectos económicos, legales y humanos, que son partes inherentes que deben tomarse en cuenta para obtener buenos resultados en la realización de un Proyecto, Montaje o Maniobra que se nos haya encomendado.

B I B L I O G R A F I A .**DIVERSOS DATOS OBTENIDOS en:**

La Cruz Azul, S.C.L. Fabrica de Cemento
Lagunas, Oax.

**INGENIERIA INDUSTRIAL. Estudio de Tiempos
y Movimientos.**

Benjamín W. Niebel 2da. Edición 1984.

INICIACION AL METODO DEL CAMINO CRITICO.

Agustín Montaña.

INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO.

Oficina Internacional del Trabajo.

3a. Edición Revisada 1983.

**MANUAL DE PLANIFICACION Y CONTROL DE PRO-
YECTOS.**

Sven R. Hed (1981)

**METODO DE LA RUTA CRITICA y sus Aplicacio
ciones a la Construcción.**

James M. Antll y Ronald W. Woodhead.