



24/130

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES EN UNA
PLANTA PRODUCTORA DE FIERRO ESPONJA.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
JOSE LUIS VARELA HAM
MEXICO, D. F. 1981



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

I N D I C E

P A G.

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
Generalidades acerca de las instalaciones - existentes.	3
I.1.- Breve descripción de la planta.	3
I.2.- Reducción directa.	11
I.3.- Significado del nombre de Fierro Esponja.	11
I.4.- Justificación del empleo del Fierro Esponja.	12
CAPITULO II	
Generalidades acerca de la Teoría del Manejo de Materiales.	14
II.1.- Definición del Manejo de Materiales.	14
II.2.- Importancia del Manejo de Materiales.	15
II.3.- Principios básicos del Manejo de Materiales.	16
II.4.- Como abordar los problemas de Manejo de Mate riales.	19

CAPITULO III	P A G.
Materiales que se van a manejar.	20
III.1.- Tipos de materiales a manejar.	20
III.2.- Características de los materiales.	21
III.3.- Cantidades a mover.	25
III.4.- Condiciones para su manejo y distribución.	41
 CAPITULO IV	
Análisis del equipo.	44
IV.1.- Análisis del equipo existente en la planta, para el manejo y distribución de materiales	44
IV.2.- Conclusiones del capítulo.	66
 CAPITULO V	
Equipo a utilizar.	68
V.1.- Transportadores de banda.	68
V.2.- Descargador volteador.	70
V.3.- Volcador de carros de ferrocarril.	71
V.4.- Cargador frontal.	73
V.5.- Criba.	75
V.6.- Tolvas.	79
V.7.- Alimentadores.	81
V.8.- Máquina apiladora.	83

CAPITULO VI	P A G.
Alternativas posibles de manejo y distribución de materiales.	85
VI.1.- Restricciones.	90
VI.2.- Planteamiento de las alternativas.	93
VI.3.- Evaluación de las alternativas.	103
VI.4.- Conclusiones finales.	106
BIBLIOGRAFIA.	108

INTRODUCCION

El problema de la mayoría de los países que pueblan el orbe, es la carencia de energéticos y al ser el petróleo la fuente principal de energía, los países que tienen la fortuna de poseerlo, gozan por ende de ciertos privilegios económicos en el ámbito internacional.

México, es uno de los pocos países que cuentan con considerables volúmenes de reservas petroleras, pero hasta el año de 1976 había seguido una política conservadora en cuanto a la explotación de sus yacimientos petrolíferos. Al sobrevenirse en el mismo año el cambio económico que finalizó en la devaluación de nuestra moneda, el Estado tuvo que hacer uso de los pocos recursos con que contaba, para lograr salir adelante de esta crisis. Y el petróleo fué el principal recurso del que se dispuso, llegando a tal punto que en la actualidad, es uno de los más sólidos pilares en que se apoya nuestra economía.

Debido a lo anterior, las empresas cuyos productos encuentran un gran mercado en la industria petrolera, se han dado cuenta que para estar acorde con el gran desarrollo petrolero que se vislumbra en el futuro inmediato, es necesario aumentar su producción.

La empresa Tubos de Acero de México, S.A., mejor conocida por las siglas de T A M S A, y cuyo giro comercial es la fabricación de tubos de acero sin costura los cuales, son un elemento básico para la industria petrolera, así como para la industria petroquímica, automotriz y azufrera entre -- otras, ha sido una de las primeras en tomar la decisión de -- ampliar sus instalaciones actuales, con el fin; de poder --- abastecer la demanda futura del mercado nacional y lograr te ner un excedente para la exportación.

Entre las ampliaciones planeadas, se contempla la ins talación de una nueva planta productora de fierro-esponja, - similar a la que se tiene en operación actualmente. Esta am pliación trae consigo modificaciones en todos los sistemas - involucrados en el proceso productivo, contándose entre ---- ellos el sistema de manejo de materiales.

Una vez que ya ha quedado determinado el motivo por - el cual se originó ésta tésis, pasaremos a plantear el alcan ce de la misma.

El Sistema de Manejo y Distribución de Materiales con el que cuenta la planta actual, debido al aumento de produc- ción que se logrará en el futuro, no tendrá la capacidad su- ficiente para realizar su función, por lo que, se tiene que- adecuar a dichas necesidades, las modificaciones al sistema- mencionado es el objetivo específico al cual va dirigido el- presente desarrollo.

CAPITULO I

GENERALIDADES ACERCA DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES.

Con el objeto de ir ubicando nuestro tema de estudio, presentamos una breve descripción del proceso productivo que en la actualidad sigue la planta.

I.1.- Descripción de la planta de Fierro-Esponja.

La planta de Fierro-Esponja está localizada a 500 m., de la Acería eléctrica de TAMSA, y a 22 Km., del Puerto de Veracruz. Su producción de diseño fué de 180,000 Tons./año, utiliza el proceso de Reducción Directa HYL, (desarrollado por la empresa mexicana Hojalata y Lámina, S.A.) y básicamente consta de tres secciones, las cuales son:

I.1.1.- Sección de Manejo de Materiales.

I.1.2.- Sección Sintetizadora de Gas.

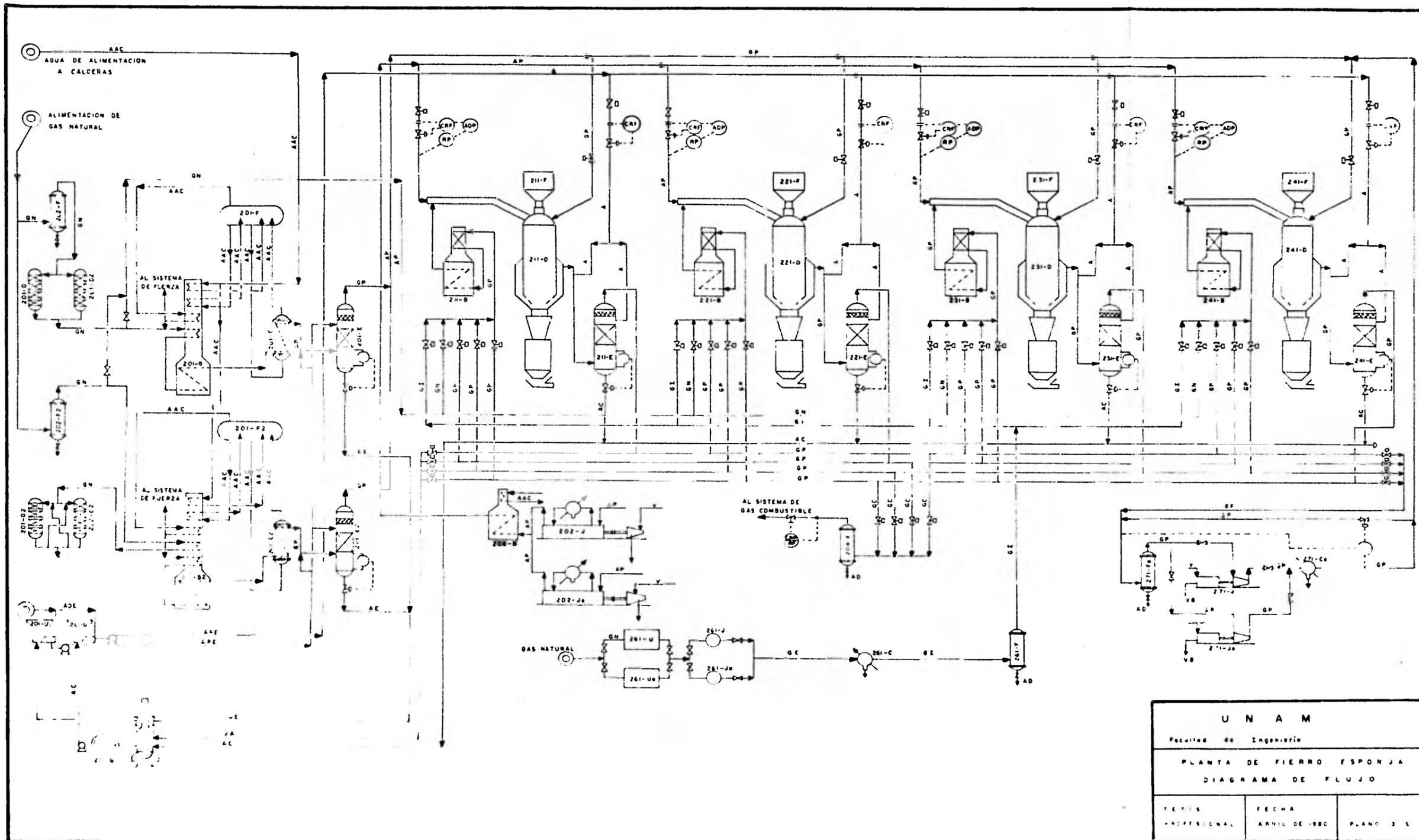
I.1.3.- Sección de Reacción.

I.1.1.- Sección de Manejo de Materiales. El mineral de Fierro, llega a la planta en forma de pélets, los cuales no son más que pequeñas esferas cuyo tamaño varía entre 6.35 mm., y 25.4 mm., estas esferas son transportadas en carros de ferrocarril tipo góndolas. Actualmente está llegando a la planta mineral procedente del Consorcio Minero Benito Juárez---

Significado de la nomenclatura
utilizada en el plano I.1

- A - Agua.
- AAC - Agua de alimentación a la caldera.
- AC - Agua caliente.
- ACC - Agua caliente de la caldera.
- AD - Agua al drenaje.
- AE - Agua a enfriamiento.
- ADE - Agua de enfriamiento.
- AP - Aire de proceso.
- GC - Gas combustible.
- GI - Gas inerte.
- GN - Gas natural.
- GP - Gas proceso.
- V - Vapor.
- VA - Venteo atmosférico.
- VB - Vapor de baja presión.

- 201-B/B2 - Hornos reformadores.
- 201-C/C2 - Economizadores.
- 201-D/D2 - Desulfurizadores.
- 202-D/D2 - Desulfurizadores.
- 201-E/E2 - Torres enfriadoras de G.P.
- 202-F/F2 - Separadores de líquidos del G.N.
- 201-F/F2 - Domos de vapor.
- 201-V/1201-V- Torres de enfriamiento.
- 202-J/Ja - Compresores de aire.



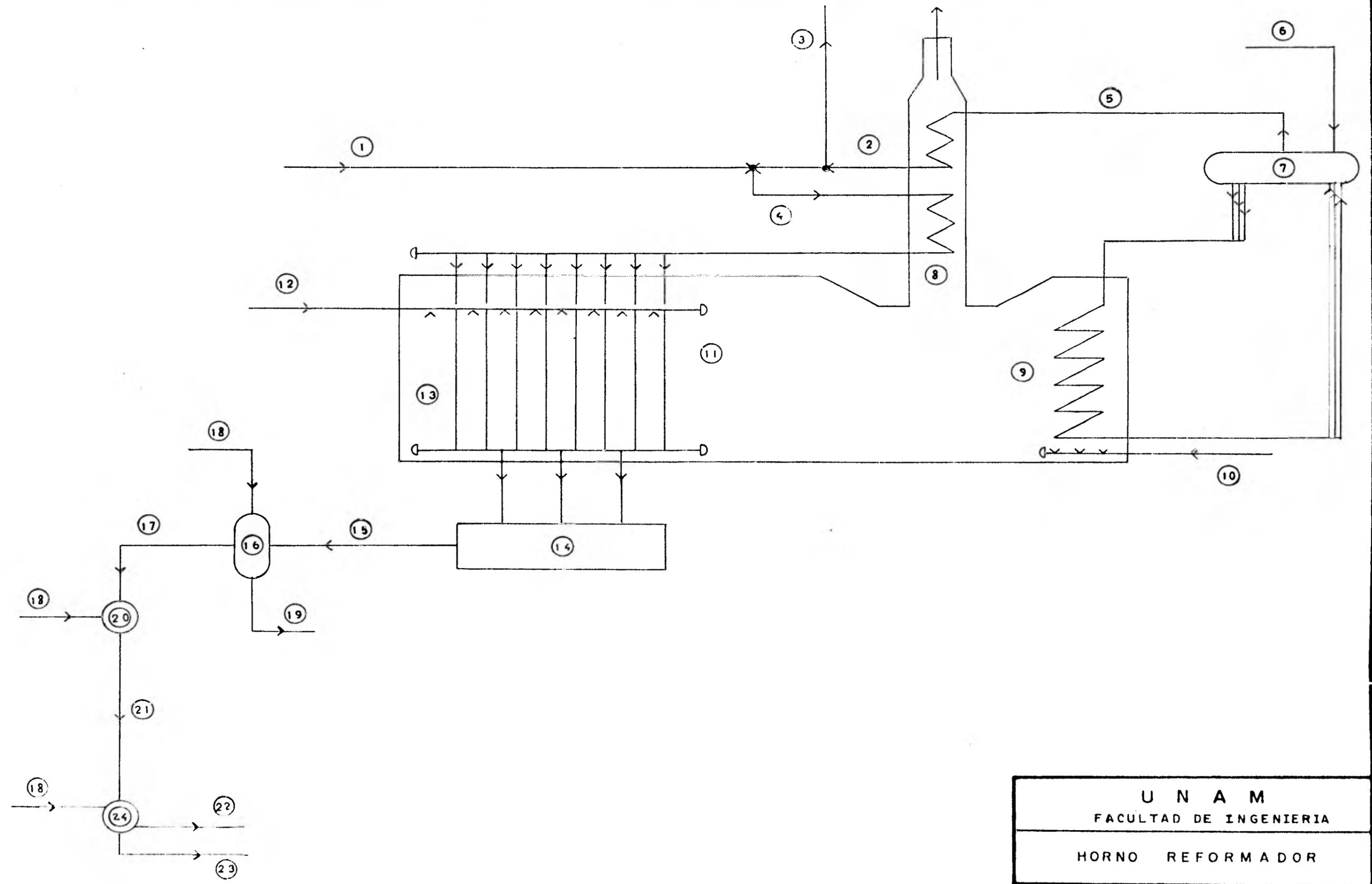
U N A M		
Facultad de Ingeniería		
PLANTA DE FIERRO ESPONJA		
DIAGRAMA DE FLUJO		
TEMA	FECHA	PLANO
PROFESIONAL	ABRIL DE 1980	PLANO 3 1

-rez. Peña Colorada, S.A., el cual se encuentra localizado -- en el Estado de Colima, así mismo se está recibiendo mineral comprado en Brasil y Suecia. Los carros góndolas son descargados a dos tolvas colectoras, por medio de un volcador de -- carros; de las tolvas se transfieren por medio de bandas --- transportadoras al Patio de Almacenamiento, en este patio -- permanece durante un cierto tiempo, el cual está en función-- del programa de producción de la planta. Para recoger el mineral del Patio de Almacenamiento y enviarlo al proceso, se hace uso de cargadores frontales, los cuales descargan en -- una banda con tolva móvil; esta banda transporta el mineral-- hasta un Horno Rotatorio, el cual se encarga de secar los pé-- lets para reducirles la humedad que han adquirido al permane-- cer en el patio. Después de que el mineral ha sido secado, -- se pasa a la Criba, donde se elimina tanto las partículas -- que tienen un tamaño menor de 6.4 mm., con las que tienen un tamaño mayor de 16.4 mm., una vez cribado los pélets, se en-- vían por medio de bandas transportadoras a las tolvas de al-- macenamiento de cada uno de los Reactores, desde las cuales-- se irán alimentando a los mismos según se vayan requiriendo. Los finos y gruesos separados, se depositan en los límites -- fuera de la planta.

I.1.2.- Sección Sintetizadora de Gas. El gas reduc--- tor, es producido en esta sección siguiendo el proceso que -- se describe a continuación (plano I.1). El gas natural del -- gasoducto de PEMEX, se recibe en una estación reductora de -- presión, de la cual es enviado hasta la planta de Reducción,

Significado de los números que
aparecen en el plano I.2.

Número.	Descripción.
1.-	Gas natural a mezcla.
2.-	Vapor recalentado.
3.-	Vapor para el sistema de fuerza.
4.-	Vapor para mezclarse con el gas natural.
5.-	Vapor saturado.
6.-	Agua de alimentación a la caldera.
7.-	Domo de vapor.
8.-	Zona de convección.
9.-	Caldera auxiliar.
10.-	Gas de cola a quemadores.
11.-	Zona radiante.
12.-	Gas natural a quemadores.
13.-	Tubos catalíticos.
14.-	Cámara de afluentes.
15.-	Gas reductor (caliente).
16.-	Economizador.
17.-	Gas reductor.
18.-	Agua de enfriamiento.
19.-	Agua de alimentación a la caldera.
20.-	Orificio enfriador.
21.-	Mezcla de gas reductor y agua de enfriamiento.
22.-	Agua al sistema de drenaje.
23.-	Gas reductor que va al proceso.



U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
HORNO REFORMADOR		
TESIS:	ESC:	PLANO N° I.2
PROFESIONAL	FECHA: ABRIL 80	

-luego se pasa por un tanque separador de líquidos en el ---
cual al expandirse bruscamente el gas, los líquidos ó bien -
hidrocarburos de alto peso molecular, se condensan y pueden-
separarse por gravedad, de ahí; el gas a reformar, se envía-
a un desulfurizador en el cual, se eliminan por adsorción --
los hidrocarburos no saturados y los compuestos de azufre. -
Una vez desulfurizado, el gas natural llega hasta el sistema
de control, donde se regula el flujo que se desea alimentar-
al Reformador. Después de este control, se mezcla con vapor-
proveniente de la red de vapor hasta tener una relación va--
por/gas de 2.3 en base molar.

Esta mezcla, entra al Horno Reformador (plano I.2), -
el cual tiene una alta eficiencia térmica para aprovechar el
calor residual de los gases de combustión, en la generación-
del vapor necesario para el propio proceso. A la salida del-
Reformador tenemos gas reductor, mismo que pasa a un economi-
zador donde se enfriará, cediendo el calor sensible en exce-
so para producir vapor. A la salida de dicho economizador, -
el afluente del Reformador pasará a un mezclador, donde se -
le inyectará agua fría para abatir la temperatura y conden--
sar el vapor presente del exceso introducido en la alimenta-
ción. Este gas "ahogado", se llevará hasta una torre enfria-
dora donde el gas terminará su enfriamiento y se separará --
del agua, por diferencia de densidad.

El gas reductor a temperatura ambiente y sin humedad,
pasa al cabezal de enfriamiento, al cual estan conectadas --
las válvulas que enviarán el gas reductor al Reactor que es-

-tá en etapa de enfriamiento.

I.1.3.- Sección de Reacción. El sistema de reacción - consiste de cuatro Reactores, con sus respectivos precalentadores de gas y enfriadores, cada Reactor está diseñado para una capacidad máxima de 170 tons. métricas de mineral, mismo que como ya se mencionó, se transporta por banda desde el Pátio de Almacenamiento, pasando por la criba, hasta las tolvas, situadas encima de los Reactores.

El proceso de Reducción es llevado a efecto, haciendo fluir el gas proceso entre los Reactores, este flujo es directo y actúa por medio de válvulas motorizadas, las cuales son operadas desde el cuarto de control a través de una señal eléctrica. En operación uno de los cuatro Reactores está en Primario, otro en Secundario, otro en Enfriamiento y el último, está en Carga o Descarga, en cualquier momento dado. Cuando se opera a la capacidad de diseño, cada Reactor permanece en cada fase por tres horas, resultando un ciclo de 12-horas por Reactor. La operación de la planta, puede ser continua aunque uno de los cuatro Reactores haya sido sacado -- del ciclo por razones de mantenimiento.

El gas primario frío proveniente de la torre enfriadora, entra al Reactor de Enfriamiento, en donde es calentado por el fierro esponja.

Durante el enfriamiento del producto, el gas proceso cede carbón al fierro reducido carburizándolo.

Del Reactor en Enfriamiento, los gases pasan a través

-del Reactor en Primario y en Secundario, en ese orden. La masa de oxígeno que se extrae de los óxidos del mineral, se elimina en el Reactor en Primario, lográndose aquí el mayor porcentaje de reducción, mientras que el Reactor en Secundario, sirve para un precalentamiento y como un paso parcial en la reducción y el Reactor en Enfriamiento como un paso final.

La corriente de gas proceso, procedente de cada uno de los Reactores es enfriada para condensar el vapor de agua que lleva; este enfriamiento, se logra por contacto directo con agua fresca, después la corriente de gas proceso es recalentada en un Horno tubular, antes de entrar al siguiente Reactor. El gas de cola resultante, el cual contiene aproximadamente un 55% de CO e H₂, es utilizado como combustible, añadiéndole gas natural para enriquecerlo y aumentar así su poder calorífico.

El fierro esponja enfriado, es extraído por el fondo del Reactor y transportado a la tolva de homogenización.

Una vez descargado el Reactor, se limpia y se cierra su tapa inferior, procediendo a sellarla al presurizar el anillo de cierre, después se carga con mineral previamente pesado en la tolva localizada por encima del Reactor. Acto seguido se limpia y se cierra la tapa superior, procediendo también a sellarla por presión. Al finalizar estas operaciones, se dá aviso al cuarto de control desde donde se operan las válvulas adecuadas para purgar por medio de gas inerte

-al Reactor cargado, pasando luego a presurizarlo empleando gas natural directo de la línea, con lo cual, queda listo para iniciar un nuevo ciclo de Reducción.

1.2.- Reducción Directa.

Se conoce como Reducción Directa, la conversión en estado sólido de material portador de óxido de fierro, en un producto que tiene un alto contenido de fierro metálico. El hecho de decir en estado sólido, significa que nada del material cargado se funde durante el proceso de reducción, es decir, el material cargado, no se aproxima al punto donde él se hace plástico y pegajoso. De este modo, es del uso común utilizar el término "Reducción Directa", para la producción de fierro metálico en otros medios diferentes al alto horno u otros tipos de hornos, donde la carga es fundida.

1.3.- Significado del nombre Fierro-Esponja.

Cuando se efectúa la eliminación del oxígeno que forma parte de los óxidos del fierro sin llegar a la fusión, el producto conserva su forma original del mineral, pero con notable mayor porosidad. Por ésta razón recibe el nombre de "fierro-esponja" ó "esponja de fierro". En la práctica industrial, la reducción en estado sólido nunca es completa, de aquí, que al producto se le suele llamar "prerreducidos", sin embargo, convendría aplicar (con los términos existentes) una mayor precisión de conceptos, y así, aplicar la designación de prerreducidos a los minerales de fierro cuyo grado de reducción, se ha limitado a un nivel inferior al

-que se suele alcanzar como mínimo para su empleo en reemplazo de chatarra.

Este grado de reducción límite, es de 85%. Por debajo del 85%, se trata de prerreducidos, y con 85% o más el producto es fierro esponja; unos y otros, pueden provenir de -- partículas pequeñas de mineral, que después de recibir el -- proceso de Reducción Directa, sean briquetadas para obtener un producto de alta densidad y alta resistencia a la reoxidación.

1.4.- Justificación del empleo del Fierro Esponja.

La práctica ha demostrado la aptitud del fierro esponja, para su utilización en los hornos eléctricos. Por otra parte, es importante considerar que el mercado de la chatarra es muy variable, lo que dificulta su adquisición, y de esto, es de donde el fierro esponja toma su mayor justificación. Para ser utilizado en las acerías eléctricas.

Otra ventaja del uso del fierro esponja en los hornos eléctricos, consiste en la uniformidad y pureza del producto. El fierro esponja constituye una materia prima virgen, con la característica de que no contiene las impurezas desfavorables de la chatarra, como lo son el estaño, azufre, etc.

Como se trata de un mineral reducido, con toda la ganga (sílice, alúmina, óxidos de Ca, Mg, etc.), debe buscarse la mejor mezcla de carga al horno eléctrico. Resultados prácticos, indican que la mejor combinación de carga de fierro esponja y de chatarra oscila entre 60 y 70% para el primero-

-y de 30 a 40% para la segunda.

También se llegó a la conclusión, de que la utilización de fierro esponja produjo una sensible mejora, al disminuir el contenido de azufre en el acero.

Se logra además, mejor penetración de la alimentación continua de Fierro Esponja a través de la escoria, debido a la baja densidad de la misma.

Son mayores las utilizaciones de la alimentación continua de fierro Esponja, ya que la superficie plana del baño cubierta por la escoria, no irradia excesivamente hacia las paredes y techo. Esto permite, el traslape de la fundición inferior y períodos de afinamientos, acortando el tiempo de tap a tap.

CAPITULO II

GENERALIDADES ACERCA DE LA TEORIA DEL MANEJO DE MATERIALES.

Creemos que antes de entrar de lleno en nuestro problema, es necesario plantear la secuencia que seguiremos en el desarrollo de ésta tesis; por lo tanto, éste capítulo lo dedicaremos para presentar un panorama generalizado de lo que es el manejo de materiales, así como de las normas y etapas que los expertos en la materia aconsejan seguir, para llegar a una solución que esté de acuerdo a las necesidades de manejo de materiales que se tengan.

11.1.- ¿Qué es el manejo de materiales?

El manejo de materiales es la preparación y colocación de éstos, en lugares apropiados para facilitar su movimiento o almacenamiento.

Aparte de otras razones, es aconsejable admitir esta definición por que la máxima economía en el manejo de materiales, solamente se consigue estudiando la marcha del producto desde su primer movimiento como materia prima, hasta su punto de entrega definitivo. Cualquier otra definición proporcionaría una visión restringida e impediría a la Empresa alcanzar el máximo de beneficios y de ahorro que puede --

-brindar una elevación del rendimiento en éste terreno.

II.2.- Importancia del manejo de materiales.

El manejo de materiales, representa uno de los elementos esenciales del proceso de producción, al permitir un flujo adecuado de materias primas, materiales y artículos en la planta.

En los últimos años, se han hecho bastantes cálculos para poner de manifiesto la proporción de los costos por manejo de materiales involucrada en el conjunto del proceso de producción. Como es natural, estos porcentajes varían considerablemente de una industria a otra y su principal finalidad en cada caso, es la de poner de manifiesto la importancia de ésta función, la cual evidentemente, es mayor en las industrias en que es alta la relación del costo del manejo - al costo total del proceso.

Desde el punto de vista de la economía nacional, el desembolso, debido al movimiento y manejo de materiales alcanza grandes proporciones. En la industria, el costo de mover materiales de un puesto de trabajo a otro, es con frecuencia mayor que el mismo costo de producción.

Desde el punto de vista particular de cada Empresa, el manejo de materiales, es el medio por el cual, puede aumentar el aprovechamiento de los tres elementos básicos de toda industria los cuales son hombres, materiales y maquinaria.

Desde el punto de vista del personal el perfecciona--

-miento de los métodos de manejo de materiales abre magníficas perspectivas de salarios más altos debido principalmente a que se minimizan las pérdidas de tiempo y materiales, lo cual, reditúa ganancias para la empresa y por ende, para el trabajador, así mismo se generan mejores condiciones de trabajo. Al mismo tiempo la disminución del trabajo manual ha eliminado una gran parte del peligro y de la fatiga de muchas tareas de producción.

II.3.- Principios básicos del manejo de materiales.

A medida que un tema crece en complicación, se hace mayor la necesidad de establecer principios que sirvan de guía, éstos en la forma que se han planteado, a través de los años, se pueden reunir en cuatro grupos principales:

II.3.1.- Principios de planeación.

II.3.2.- Principios de explotación.

II.3.3.- Principios de equipo.

II.3.4.- Principios de costo.

Para nosotros, estos principios son del mayor interés y serán la base de los criterios por los que habremos de guiarnos para ir formando el sistema de manejo y distribución de materiales en la planta de Pierro Esponja.

II.3.1.- Principios de planeación. Para que sea eficiente el manejo ha de hacerse con arreglo a un plan previo y para formularlo, hace falta conocer las reglas fundamentales del movimiento y almacenamiento de materiales.

A) Planear el manejo con arreglo a la economía de conu

-junto.

B) Aplicar los conceptos del manejo de materiales a la organización.

C) Modificar la distribución de las instalaciones, para simplificar el manejo de materiales.

D) Delegar la responsabilidad en una persona.

E) Utilizar la tercera dimensión.

II.3.2.- Principios de explotación. Estos principios son tan simples, que aparentemente no tienen gran trascendencia, pero han demostrado ser exactos así como eficaces en lograr la agilización del manejo de materiales que realmente no logramos entender un sistema que no haga uso de ellos.

A) El manejo de materiales eficiente es seguro.

B) Evitar el doble manejo.

C) Operar con cargas unificadas.

D) Utilizar la gravedad siempre que sea posible.

E) Cuando la gravedad no baste, utilizar medios mecánicos que resulten prácticos y económicos.

F) Establecer programa de normas para mantenimiento del equipo.

II.3.3.- Principios de Equipo. Con la gran diversidad de aparatos que pueden utilizarse, es difícil dar reglas rigurosas sobre el uso del Equipo.

A causa de ésta variedad es cada vez mayor la necesidad de principios que guíen a la correcta selección del Equi

-po adecuado.

A) Seleccionar el Equipo apropiado para la tarea.

B) Su diseño, debe prevenir el mal trato de los materiales manejados, también se debe preveer que la acción de carga sea en un espacio mínimo.

C) Incorporar el Equipo al Sistema de Manejo de la planta.

D) Coordinar el trabajo de todos los elementos del Sistema del Manejo de Materiales.

E) No debe ser peligroso.

F) Normalizar aparatos de manejo.

G) Elegir un Equipo que tenga flexibilidad de manobra.

H) Programar su mantenimiento.

I) Las unidades motrices de los transportes deben ser ajustables con el objeto de permitir cambios en la producción.

II.3.4.- Principios de costo. Aunque la contabilidad de costos ha ocupado un importante lugar durante algún tiempo por si misma aún queda mucho trabajo por hacer antes de que la industria, en conjunto tenga a su disposición métodos adecuados para determinar el costo de las operaciones de manejo de materiales.

A) Conocer los costos de manejo.

B) Elegir el equipo que desde un punto de vista glo--

-bal, determine el más bajo costo de manejo de materiales.

C) Amortizar el equipo en un periodo de tiempo razonable.

II.4.- Como abordar los problemas de manejo de materiales.

La manera más recomendable de atacar este problema, - es realizando un análisis de la situación que lo ha originado.

Este no es más que un análisis de producción, que se realiza poniendo mayor énfasis en el manejo y transporte de los materiales.

Para efectuar el análisis, es aconsejable que la persona a la que se ha encomendado su realización, proceda como sigue.

A) Definir los materiales a manejar.

B) Análisis del equipo.

C) Selección del equipo.

D) Planteamiento de alternativas posibles para el sistema de manejo.

Nosotros, tomaremos como punto de partida lo expuesto en este inciso, de modo que al ir dándole contestación a cada uno de los pasos anteriores vayamos dándole solución al problema de manejo de materiales que enfrentamos.

CAPITULO III

MATERIALES QUE SE VAN A MANEJAR.

Esta etapa la vamos a resolver, haciendo una lista de los materiales a los cuales hay que mover, así mismo debemos especificar las características y la cantidad que debe transportarse de cada uno de los materiales.

III.1.-Tipos de materiales a manejar.

De la descripción de la planta presentada en el capítulo primero, se puede notar, que esencialmente son cinco -- los elementos que utiliza dicha planta para la producción -- del Fierro Esponja; estos elementos son los siguientes:

- A) Agua
- B) Aire
- C) Gas Natural
- D) Energía Eléctrica
- F) Mineral de Fierro en forma de pélets.

De lo anteriormente expuesto, podemos entonces asegurar en base al volúmen que se tiene que mover, que los principales materiales a manejar y distribuir en una planta productora de Fierro Esponja son el mineral de fierro y el producto final ya mencionado. Aparte de los materiales que se --

acaban de anotar, también debemos involucrar en el Sistema de Manejo los finos y los gruesos que se generan como consecuencia del manejo y preparación de la materia prima.

III.2.-Características de los materiales.

Habiendo fijado los materiales que se manejarán, en éste punto daremos a conocer sus características, las cuales nos serán de utilidad, en los pasos a seguir más adelante.

III.2.1.- Materia Prima. El mineral peletizado (esferitas) debido a su mayor reducibilidad, alta porosidad y su granulometría uniforme, es preferido para la obtención del fierro esponja, que el mineral de fierro en trozos; sin embargo hay que tener en cuenta la calidad de los pélets usados en el proceso de reducción y tener la seguridad de que la degradación ó desintegración que sufra durante la manipulación de la carga al Reactor, y dentro del mismo no superará los niveles recomendables por las normas ASTM (American Society Testing Materials) e ISO (International Organization For Standarization) ya que si llega a ocurrir una degradación excesiva, traerá como consecuencia, taponamiento del reactor, debido a los finos del mineral.

La calidad de la materia prima, es objeto de continúa investigación técnica tanto en literatura publicada al respecto, como en análisis químicos y físicos en forma rutinaria sobre cada góndola que se recibe de materia prima en la empresa. El departamento de control de calidad de la misma procede en diferente forma, según sea:

A) Una materia prima de nueva adquisición.

B) Una materia prima conocida y usándose.

Para el primer caso existe un procedimiento que se --
lleva meticulosamente, el cual para el segundo es menos rigu-
roso.

Este procedimiento en forma general podemos dividirlo
en los siguientes pasos:

Análisis del proveedor.

Análisis químicos y físicos en los laboratorios de la
empresa de la muestra que envía el proveedor.

Análisis químicos y físicos de la muestra tomada por-
la empresa, en el lugar del yacimiento.

Pruebas de jaulas.

Pruebas semi-industriales.

Básicamente los requerimientos técnicos son:

(refiriéndose exclusivamente al pélet artificial por-
ser el más utilizado actualmente).

Composición química

Contenido de Hierro total	67.0 %
Contenido de Fe ₂	0.7 %
Contenido de S	0.03 %
Contenido de P	0.08 %
Basicidad	0.8 ±

Si O ₂	3.0	%
Propiedades físicas.		
Resistencia a la compresión	437	Kg./pélet
Peso volumétrico	2.2	Ton./m ³
Densidad	3.6	Ton./m ³
Granulometría.		
Mayor de 16 mm.	2	% máximo
Menor de 6.4 mm.	3	% máximo
De 6.4 mm. a 16 mm.	95	%
Angulo de reposo	38°	
Humedad	6	%
Perosidad	25	%

III.2.2.- Características del Fierro Esponja. El Fierro Esponja, posee los atributos apropiados para ser clasificado como un producto de fundición de alta calidad.

A) Su composición química es conocida y uniforme.

B) Siendo un Fierro virgen son casi inexistentes los elementos químicos indeseables.

C) Su tamaño es predecible y adecuado para manejo eficiente.

D) No se presentan impurezas tales como arena, aceite, vidrio, madera, etc., como en el caso de la chatarra.

El análisis típico para el Fierro Esponja HYL con 85%

de metalización es:

Metalización	85 %
Fierro total	87.3
Carbón	2.2
Ganga	4.2
Oxígeno	3.8
Azufre	0.012
Fósforo	0.045
Cobre	0.0
Estaño	0.0
Níquel	0.020
Cromo	0.0

Las características físicas del Fierro Esponja son:

Resistencia a la compresión	50.0 Kg./pélet
Peso volumétrico	1.6 Ton./m ³
Densidad	2.6 Ton./m ³

Granulometría.

Mayor de 6.35 mm.	89 %
Mayor de 3.17 mm.	5 %
Menor de 3.17 mm.	6 %
Angulo de reposo	43 ^o

III.2.3.- Finos y Gruesos. Tanto unos como los otros proceden de los pélets de fierro, por lo cual, consideraremos que sus propiedades coinciden aproximadamente con las de éstos.

III.3.- Cantidades a mover.

Procederemos a calcular las cantidades de cada uno de los materiales involucrados en el sistema, tanto en las condiciones originales como en las actuales y también en las futuras todo ello, con el fin de utilizar éstos valores en el capítulo siguiente.

III.3.1.- Consideraciones. Antes de efectuar lo anterior creemos que es necesario realizar una exposición de las consideraciones, sobre las cuales se basarán nuestros cálculos, así mismo definiremos los términos que más se utilizan en los datos de producción de una planta de Fierro Esponja.

Todo lo anterior, se hará con el fin de hacer más fácil la comprensión de lo que se expondrá en ésta sección; por parte de las personas que estén poco familiarizadas con el tema.

A) La planta actual, se diseñó para trabajar originalmente con un solo Horno Reformador, pero dado el incremento en la demanda de Fierro Esponja que se ha registrado en los últimos años, se llegó a dar el caso en que este Horno estuvo trabajando en el límite de su capacidad de diseño. Al ocurrir lo anterior la Empresa decidió instalar un segundo Horno con el fin de continuar la producción de Fierro Esponja -

aún en el caso de que el primer horno llegará a fallar.

Al entrar en funcionamiento el segundo Horno, la carga de producción de Gas Reductor se balanceó entre los dos, de manera tal que cada uno trabajará al 60% de su capacidad.

Con la nueva planta, se proyecta que al arrancar utilice la capacidad restante de Gas Reductor que se tiene actualmente, con el fin de disminuir el costo inicial de la inversión.

Todos los datos anteriores, los empleamos para el cálculo de las toneladas de mineral a manejar.

B) En el primer capítulo ya hemos mencionado que la planta actual, fué originalmente diseñada para una producción de 180 mil toneladas de Fierro Esponja por año, y en la actualidad se están produciendo 320 mil toneladas de Fierro Esponja por año, lo que nos representa un incremento del 78% sobre la capacidad para la cual fué diseñada, así mismo si consideramos el total de la producción futura, la cual sería de 600 mil toneladas, y la comparamos con la de diseño, tenemos que el aumento será del 333.33%. Estos porcentajes, los aplicaremos exclusivamente al sistema de manejo para cuantificar las toneladas de mineral que se descargan o habrán de descargarse en el patio de mineral.

C) Los datos que se obtengan para la planta futura, los multiplicaremos por dos para obtener la cantidad total requerida después de la ampliación, lo anterior se fundamenta en el hecho de que las plantas serán de capacidad idénti-

-ca.

D) En el cálculo de las cantidades de materiales ha -
manejar, los datos utilizados para las condiciones origina--
les y que sean comunes a las otras condiciones los utilizarem
os igualmente.

III.3.2.- Definiciones.

A) C.E. = consumo específico de Gas Reductor. Es la -
cantidad de gas que se consume por hora y por cada tonelada-
de fierro que contenga el mineral, varía para cada tipo de -
materia prima y para cada grado de reducción que se pretenda
lograr, en la actualidad sólo es posible fijar su valor en bas
e a experiencia en la planta ó bien en pruebas piloto.

B) P.F.M. = porcentaje de fierro en el mineral. El val
or para el mineral que se recibe actualmente en la planta -
es de 67%.

C) P.F.F.E. = porcentaje de fierro en el fierro esponja
ja. Se le conoce también como grado de reducción alcanzado -
por el proceso, (según los datos de marcha de la planta, el-
valor que se alcanza es de 88%).

D) P.G.R. = producción de gas reductor. Es la canti--
dad de gas producido por los hornos. Como ya lo hemos esta--
blecido previamente, en las instalaciones actuales se cuenta
con dos hornos, mismo que aportarán cuando menos en los pró-
ximos años la cantidad de Gas Reductor requerida para el funci
onamiento de las dos plantas que se tendrán después de la-
ampliación.

Presentamos en la tabla I los valores de producción de Gas Reductor, de cada uno de los Hornos Reformadores, ha su capacidad de diseño. A esta capacidad, le adicionamos un 15% ya que de la información técnica proporcionada por el fabricante se sabe que cada uno de éstos equipos es capaz de trabajar arriba de su capacidad de diseño, hasta en un 20%, pero nosotros para objeto de nuestro cálculo tomaremos el 15% que es bastante conservador y considerando además que por política de la empresa, es muy remoto que se llegue a dar el caso de que éstos hornos trabajen más allá de su capacidad total.

TABLA No. I

PRODUCCION

Reformador No. 1	38,400	M^3N/Hr	x	1.15	=	44,160	M^3N/Hr
Reformador No. 2	40,000	M^3N/Hr	x	1.15	=	<u>46,000</u>	M^3N/Hr
P.G.R. Total						90,160	M^3N/Hr

Luego entonces, el Gas Reductor que llegará a cada una de las plantas en el futuro, considerando que los hornos trabajarán con un 15% arriba de su capacidad de diseño, será de 45,080 M^3N/Hr . Con éste valor se efectuarán los cálculos correspondientes.

E) T.M.C.R. = toneladas de mineral que se cargan al Reactor.

F) T.E. = tiempo que dura cada etapa del ciclo. Este tiempo es de aproximadamente 3 horas.

G) P.S. = pérdidas del sistema, es un factor que se

debe tomar en cuenta para cuantificar las eficiencias del -- sistema de manejo.

H) F.T. = fierro total, es la suma del fierro metálico, fierro combinado como óxido y carbono de fierro.

$$F.T. = Fe + Fe O + Fe_3C$$

I) F.M. = fierro metálico es el fierro que no está en forma de óxidos.

$$F.M. = Fe + Fe_3C$$

J) G.M. = grado de metalización, es la relación expresada en %, del fierro metálico entre el fierro total.

$$G.M. = \frac{F.M.}{F.T.} \times 100$$

K) P.R. = porcentaje de reducción, es el porcentaje -- de O₂ removido del mineral.

$$P.R. = \frac{O_2 \text{ Inic.} - O_2 \text{ Final.}}{O_2 \text{ Inic.}} \times 100$$

III.3.3.- Cálculos para las condiciones iniciales. De terminaremos, primero las toneladas de mineral manejadas originalmente en la planta, para ello partiremos de la producción de Fierro Esponja por día, que es un valor conocido, para realizar ésto nos auxiliaremos de algunas fórmulas empíricas.

Producción diaria de F.E. = 500 Tons.

$$\text{Tons. de F.E./día} = \frac{\text{Tons. de Fe/día}}{P.F.F.E.}$$

Conociendo que:

$$P.F.F.E. = 0.88$$

Tenemos:

$$\text{Tons. de Fe/día} = 500 \times 0.88 = 440 \text{ Tons. -}$$

y como:

$$\text{Tons. de Fe/día} = \frac{P.G.R. \times 24}{C.E.}$$

despejando C.E.

$$C.E. = \frac{P.G.R. \times 24}{\text{Tons. de Fe/día}}$$

Como sabemos que de diseño $P.G.R. = 38,400 \text{ M}^3\text{N/Hr.}$ y-
 $T.E. = 3 \text{ Hrs.}$

Utilizamos la siguiente ecuación:

$$T.M.C.R. = \frac{P.G.R. \times T.E.}{C.E. \times P.F.M.}$$

Llegando a obtener finalmente:

$$T.M.C.R. = \frac{38,400 \times 3}{2095 \times 0.67} = 82 \text{ Ton./ciclo}$$

Conociendo de antemano que cada ciclo consta de 4 etapas, y una de ellas, es la de carga o descarga, la cual tiene un tiempo de duración de 3 horas; aproximadamente, siendo ésta la que nos interesa, ya que de aquí podemos obtener el flujo de mineral por hora, desde el Patio de Almacenamiento hasta cada uno de los Reactores; esto es:

$$\text{Flujo de mineral} = \frac{82}{3} = 27 \text{ Ton./hr.}$$

Con respecto a las toneladas de materia prima que se calcularon, cabe aclarar que éste valor es un dato teórico, - que requería la planta para su operación a las condiciones - que estamos considerando, pero lo que verdaderamente nos interesa conocer son las toneladas reales que se manejaban y - distribuían, y es aquí donde entra el factor P.S., el cual - involucra las pérdidas de mineral que se deben tanto a la ca - lidad del mismo como al Sistema de Manejo.

Como se puede notar, el valor del factor anterior es - muy aleatorio, ya que depende de variables intangibles; para - determinar su valor tomaremos como punto de partida la efi - ciencia que tiene la planta en cuanto al aprovechamiento de - materia prima se refiere, ésta eficiencia para el año de --- 1978 fué de 80% la cual se determinó como sigue:

Materia Prima comprada = 400,000 Ton./año

Fierro Esponja producida = 320,000 Ton./año.

$$\text{Eficiencia} = \frac{320,000}{400,000} \times 100 = 80\%$$

El valor anterior lo tomaremos como una restricción, - la cual nos limita la eficiencia del Sistema; como hemos di - cho en el inciso anterior el Factor P.S., abarca las pérdi - das que se tienen tanto por la mala calidad de los pélets co - mo por su manipulación excesiva.

El primer punto, lo podemos cuantificar en base a la - especificación que deben cumplir los pélets en cuanto a su - granulometría; para ello haremos referencia al inciso III.2. - , en el cual presentamos los diferentes tipos de los diferentes

tamaños que pueden tener los pélets. Conociendo de antemano que el tamaño apropiado del mineral para la Reducción Directa está comprendido entre los 6.4 mm., y los 16 mm., entonces podemos nosotros afirmar que las pérdidas por la mala calidad del mineral serán tolerables hasta en un 5% de la cantidad total a mover.

Ahora, nos resta cuantificar las pérdidas que se tienen en cuanto al manejo de materiales; nosotros para nuestro caso las consideraremos en un 5% este valor lo fijamos basándonos en lo aconsejado por la práctica de ésta técnica.

Sumando los dos valores anteriores obtenemos el valor del factor P.S.

$$P.S. = 10\%$$

Lo cual implica que la eficiencia del sistema será -- del 90%.

Para determinar, tanto las toneladas de finos como de gruesos que se separaban en la criba, volvemos a hacer referencia a la granulometría que debe tener el mineral que se va a cargar a los Reactores.

De ésta granulometría, vemos que el porcentaje de --- gruesos (de tamaño mayor de 16 mm.), es de 2% como máximo -- del material cribado. Y el porcentaje para los finos (de tamaño menor de 6.4 mm.), es de 3% como máximo del material -- que se cribe.

Procederemos pues a calcular las toneladas de pélets-efectivas que se necesitarán para la marcha normal de la ---

planta.

Si multiplicamos las toneladas teóricas requeridas -- por el factor P.S., obtendremos las toneladas que realmente vamos a mover.

$$\text{Flujo de mineral} = (27. \times 0.1) + 27 = 29.7 \text{ Ton./Hr. -}$$

Para la evaluación de las toneladas de gruesos y finos, multiplicamos las toneladas de mineral que se requieren por hora por los porcentajes previamente definidos.

$$\text{Gruesos} = 29.7 \times 0.02 = 0.594 \text{ Ton./Hr.}$$

$$\text{Pinos} = 29.7 \times 0.03 = 0.891 \text{ Ton./Hr.}$$

Las toneladas mensuales de mineral requeridas por las plantas, trabajando a su capacidad original son igual a:

$$\text{Mineral requerido} = 29.7 \times 24 \times 30 = 21,384 \text{ Ton./Mes.}$$

Ahora, si tomamos como pauta la política de la empresa en cuanto a su aprovisionamiento externo, la cual en un principio consideró que en el Patio debía haber en existencia mineral suficiente para un mes y medio de producción, para que en dado caso de que se llegará a suspender el suministro de materia prima, la planta no suspendiera su marcha normal.

Entonces las toneladas de pélets que almacenaba el Patio es de:

$$\text{Capacidad de almacenamiento} = 21384 \times 1.5 = 32056 \text{ Ton}$$

Ahora, nos falta fijar el tiempo crítico de descarga de cada remesa de mineral así como la evaluación de la misma

para ello consideramos lo siguiente:

A) La empresa al suscribir un contrato de compra de mineral con las empresas extranjeras, se compromete a descargar el barco a una razón de 2,500 Toneladas por día de trabajo de tal manera que las embarcaciones cuya capacidad de carga es de 25 mil toneladas, las debe descargar en 10 días, saliendo de éste límite puede ganar o perder (ver tabla II).

B) El mineral que se compra en el país es transportado a la planta por góndolas de ferrocarril, y con respecto a ellas, es muy difícil cuantificar el volúmen que nos pueden transportar. Tomaremos sin embargo, el dato que tenemos más o menos actualizado, según el cual puede llegar al Patio de Almacenamiento un Tren Unitario, transportando 3,500 toneladas, por otro lado tenemos que los Ferrocarriles Nacionales conceden un tiempo de 24 horas, por tren, para descargar las góndolas arrastradas por éste, después de ésta prórroga se empieza a cobrar por cada góndola la tarifa siguiente; la cual entró en vigor el día 10 de agosto de 1979.

El primer día no se paga, segundo día se pagan -----
\$ 250.00/góndola, en el tercer y cuarto día se deben pagar --
\$ 750.00/góndola, y del quinto día en adelante se pagan ----
\$ 1,000.00/góndola.

Analizando por separado cada uno de los transportes utilizados tenemos.

a) Barco.

Un barco transporta aproximadamente 25,000 Tons.

TABLA No. II

TABLA COMPARATIVA DEL COSTO DEL MI-
 NERAL DE Fe, ADQUIRIDO EN TRES LUGA-
 RES DIFERENTES.

	PENA COLORADA	BRASIL	SUECIA.
<u>Precio por Tonelada.</u>	\$ 440.10	\$ 646.20	\$ 970.60
<u>Flete por Tonelada.</u>	193.55	\$ 425.50	\$ 487.60
<u>Costo de - Demora por día.</u>		\$103,500.00	\$230,000.00
<u>Reembolso por día -- ahorrado -- en la des- carga.</u>	Un día	\$ 51,750.00	\$115,000.00
<u>Seguros, - por Tons.</u>	\$ 656.50	\$ 1,044.20	\$ 1,062.60
<u>Gastos A-- duanales - por Ton.</u>		\$ 332.55	\$ 332.55
<u>Flete del Puerto de Veracruz a la Planta.</u>		\$ 23.75	\$ 23.75
<u>Costo de - la Descar- ga, por -- Ton.</u>		\$ 92.82	\$ 86.00

Si se descarga a 2500 Ton./día

El número de góndolas utilizadas es:

$$\text{Góndolas} = \frac{\text{Ritmo descarga}}{\text{Cap. de c/góndola}} = \frac{2500}{70} = 36$$

B) Ferrocarril.

T.U. = 3,500 Tons.

$$\text{Número de góndolas} = \frac{\text{Tons. a descargar}}{\text{Cap. de una góndola}} = \frac{3500}{70} = 50 \text{ -- góndo-- las.}$$

Entonces el número de góndolas que se debían volcar - en el Patio de mineral por día era de 86 góndolas.

III.3.4.- Cálculos para las condiciones actuales. Inic*ia*remos éste cálculo por la evaluación de la producción de Fierro Esponja para ésto, debemos tomar en cuenta las toneladas de fierro y el % del mismo en el fierro esponja.

Teniendo que:

$$\text{Tons. de F.E./día} = \frac{\text{Tons. de Fe./día}}{\text{P.F.F.E.}}$$

Y también que:

$$\text{Tons. de Fe./día} = \frac{\text{P.G.R./día}}{\text{C.E.}}$$

Datos conocidos:

$$\text{P.G.R.} = 47,040 \text{ M}^3\text{N}/\text{Hr.}$$

$$\text{T.E.} = 3 \text{ Hrs.}$$

$$\text{P.F.M.} = 67\%$$

$$\text{C.E.} = 1400 \text{ M}^3\text{N}/\text{Hr. por Tcn. de Fe.}$$

Sustituyendo datos.

$$\text{Tons. de Fe./día} = \frac{47,040 \times 24}{1400} = 806.4 \text{ Tons. de Fe.}$$

$$\text{Tons. de F.E./día} = \frac{806.4}{0.88} = 916.4 \text{ Tons. F.E.}$$

Ahora, calcularemos la carga de mineral al Reactor, - para efectuar este cálculo, haremos uso de la ecuación empírica ya conocida.

$$\text{T.M.C.R.} = \frac{47,040 \times 3}{1400 \times 0.67} = 150.5 \text{ Tons. de mineral/ciclo.}$$

Tomando la misma consideración que para las condiciones iniciales tenemos:

Flujo teórico de mineral

$$\text{del Patio al Reactor} = \frac{150.5}{3} = 50.16 \text{ Tons./Hr.}$$

Flujo real de mineral

$$\text{del Patio al Reactor} = (50.16 \times 0.1) + 50.16 = 55.18 \text{ Tons./Hr.}$$

$$\text{Gruesos} = 55.18 \times 0.02 = 1.104 \text{ Tons./Hr.}$$

$$\text{Pinos} = 55.18 \times 0.03 = 1.656 \text{ Ton./Hr.}$$

Las toneladas mensuales de mineral solicitadas por la planta, trabajando a las condiciones actuales son igual a: -

$$\text{Mineral requerido} = 55.18 \times 24 \times 30 = 39.730 \text{ Ton./mes}$$

La política de la empresa en cuanto al aprovisionamiento externo ha cambiado, pasando de considerar 1.5 veces las necesidades mensuales al iniciarse la operación de la planta hasta considerar 3 veces las necesidades mensuales en la actualidad.

Entonces las toneladas de pélets que almacena el Patio es de:

$$\text{Capacidad de Almacenamiento} = 39,730 \times 3 = \underline{119190} \text{ Ton}$$

Para determinar el número de góndolas que se descargan en el Patio actualmente, haremos uso de los registros de entrada de mineral al Patio los cuales muestran que el número promedio de góndolas descargadas es de 150 góndolas por día. Este valor lo podemos ajustar si multiplicamos el número de góndolas que se descargaban originalmente por el porcentaje del incremento de producción de la planta, tenemos entonces que:

$$\text{Núm. de góndolas} = 86 \times 1.78 = 153 \text{ góndolas.}$$

Del resultado anterior, podemos ver que los dos valores son muy aproximados, pero nosotros tomaremos para nuestro caso el segundo de ellos

III.3.5.- Cálculos para las condiciones futuras. A continuación realizaremos las operaciones necesarias para determinar la producción de Fierro Esponja a las condiciones futuras; cabe recordar que las dos plantas funcionarán en un principio con los Hornos Reformadores que se tienen actualmente, trabajando cada uno con un 15% arriba de su capacidad

de diseño.

$$\text{Tons. de F.E./día} = \frac{\text{Tons. de Fe./día}}{\text{P.F.F.E.}}$$

$$\text{Tons. de Fe./día} = \frac{\text{P.G.R./día}}{\text{C.E.}}$$

Datos conocidos.

$$\text{P.G.R.} = 45,080 \text{ M}^3\text{N/Hr.}$$

$$\text{T.E.} = 3 \text{ Horas}$$

$$\text{P.F.M.} = 67\%$$

$$\text{C.E.} = 1400 \text{ M}^3\text{N/Hr. por Ton. de Fe.}$$

Sustituyendo datos.

$$\text{Tons. de Fe./día} = \frac{45,080 \times 24}{1400} = 772.80 \text{ Tons. de Fe}$$

$$\text{Tons. de F.E./día} = \frac{772.80}{0.88} = 878.20 \text{ Tons. de F.E.}$$

Procederemos a calcular la carga de mineral al Reactor, para realizar ésto, hacemos uso de la siguiente ecuación presentada previamente en otro inciso.

$$\text{T.M.C.R.} = \frac{\text{P.G.R.} \times \text{T.E.}}{\text{C.E.} \times \text{P.F.M.}}$$

Sustituyendo datos.

$$\text{T.M.C.R.} = \frac{45,080 \times 3}{1400 \times 0.67} = 144.18 = 144.18 \text{ Tons. de mineral/ciclo.}$$

Nuevamente haremos valer aquí las consideraciones que se hicieron para las condiciones iniciales.

* T A B L A I I I *

	GONDOLAS A DESCARGAR	FLUJO DE PELETS TON/Hr.	GRUESOS TON./Hr.	FINOS TON/hr.	F. E. TON/Hr.
CONDICIONES INICIALES	86	29.7	0.594	0.891	20.83
CONDICIONES ACTUALES	153	55.18	1.104	1.656	38.18
CONDICIONES FUTURAS. (2 PLANTAS)	287	105.8	2.116	3.174	73.18

Flujo teórico de mineral.

$$\text{del Patio al Reactor} = \frac{144.18}{3} = 48.06 \text{ Ton./Hr.}$$

Flujo Real de mineral del

$$\text{Patio al Reactor} = (48.06 \times 0.1) + 48.06 = 5290 \text{ Ton./Hr.}$$

$$\text{Gruesos} = 52.90 \times 0.02 = 1.058 \text{ Ton./Hr.}$$

$$\text{Finos} = 52.90 \times 0.03 = 1.587 \text{ Ton./Hr.}$$

Las toneladas de mineral, solicitadas por la planta - operando a las condiciones futuras son:

$$\text{Mineral requerido} = 52.90 \times 24 \times 30 = 38,088 \text{ Ton./Mes}$$

En cuanto a la capacidad de almacenamiento del Patio - tomaremos las consideraciones que rigen en la actualidad.

$$\text{Capacidad de Almacenamiento} = 38,088 \times 3 = \underline{114,264} \text{ -- Tons.}$$

Nos resta únicamente determinar el número de góndolas que se descargarán en el Patio, para realizar ésto tomaremos el segundo de la forma en que se fijó para las condiciones - actuales. Este método consiste en multiplicar el número de - góndolas que se descargaban originalmente, por el porcentaje del incremento de producción de la planta a las condiciones - futuras.

$$\text{Múm. de góndolas} = 86 \times 3.333 = 287 \text{ góndolas para las dos plantas.}$$

Finalmente presentamos en la tabla III todo lo expues

-to anteriormente.

III.4.-Condiciones para el manejo y distribución.

Las condiciones que deben cumplirse tanto para el manejo como para la distribución de los materiales, las enlistamos a continuación:

III.4.1.- Mineral de fierro en forma de pélets.

A) Almacenamiento de los pélets. Los pélets, se pueden almacenar apilados al aire libre ó bien bajo techo apilados en tolvas. Si es posible, se recomienda que se almacenen bajo un cobertizo, ya que de ésta manera se logra evitar la absorción de excesiva humedad, la cual es perjudicial para el proceso de reducción, así mismo la humedad lo vuelve pegajoso y abrasivo lo cual dificulta su manejo.

B) Transportación de los pélets a la planta. El mineral en forma de pélets puede ser transportada en camiones, góndolas de ferrocarril ó en barcos. Las condiciones que se deberán observar se pueden resumir como siguen:

Las operaciones de carga o descarga, se pueden realizar a la intemperie. Si el mineral es transportado en góndolas de ferrocarril éstas pueden ser abiertas, aunque de preferencia se deberán utilizar góndolas tipo cerradas para evitar que adquiera humedad del medio ambiente (del mismo). --- Cuando los pélets son transportados por barco, se requiere - que éste cuente con compartimientos totalmente cerrados para evitar que el agua llegue a los pélets.

C) Manejo. Dado que las mayores pérdidas de mineral,-

se deben a la excesiva generación de finos en el manejo, éste se deberá reducir al mínimo, por lo cual también el equipo que vaya a realizar el manejo deberá ser correctamente seleccionado.

III.4.2.- Fierro Esponja.

A) Almacenamiento. Todo el material, deberá ser almacenado a una temperatura menor que la máxima permitida la cual es de 70 grados centígrados. La temperatura anterior se deberá mantener siempre, ya que el Fierro Esponja a temperaturas mayores de 70 grados centígrados, se vuelve pirofórico y tiende a reoxidarse, si llega a ocurrir lo anterior, se desprenderá calor el cual puede provocar incendios además de la pérdida del producto. El almacenamiento de Fierro Esponja será en un lugar cubierto para proteger al material contra la lluvia. El edificio de almacenaje, deberá ser diseñado de manera tal que se evite la entrada de agua por los lados.

B) Almacenamiento en tolvas. El Fierro Esponja para ser almacenado por largos periodos en tolvas, deberá ser cargado seco y a una temperatura inferior a la máxima temperatura de almacenamiento del mineral. Deberá evitarse la entrada de agua a la tolva. El efecto de la entrada de agua puede no ser muy importante en la reoxidación, pero el material en este estado es indeseable en los hornos eléctricos. Las tolvas deberán ser divididas en secciones para permitir la descarga rápida de cualquier compartimiento en el caso de reoxidación debido a la entrada accidental de material caliente.

C) Transportación. Este producto, puede ser transpor-

-tado por camión, tren ó barco, las precauciones que se deb--
ben tomar pueden ser mencionadas como sigue:

El material, deberá ser cargado seco y a una tempera--
tura inferior al valor de almacenaje de 70 grados centígra--
dos. Las operaciones, pueden ser realizadas en un espacio --
abierto pero se deberá cubrir cuando llueva.

D) Manejo. El proceso HYL dada su característica de -
cama estática produce una menor cantidad de finos que cual--
quier otro proceso de reducción directa. Para aprovechar es--
ta ventaja, deberá evitarse el excesivo manejo del material.
Desde la descarga de los Reactores hasta la Acería de modo -
que los finos generados durante la reducción y durante la --
transportación normal, sean mínimos y puedan ser cargados en
el horno eléctrico junto con el resto del producto.

CAPITULO IV

ANALISIS DEL EQUIPO

La forma como abordaremos el tema de éste capítulo, - será analizado el método actual de manejo, ya que un análisis detallado hecho sobre el papel, nos revelará qué fases - del mismo presentan mal rendimiento y en que aspecto resulta incosteable. Aislando elemento por elemento y estudiando después cada uno por separado, en cuanto a su capacidad se puede llegar a eliminar todo lo que sea inútil.

Haremos uso del diagrama de flujo de materia prima -- que se tiene actualmente en la planta (ver plano IV.1), éste nos servirá de guía para ir analizando cada uno de los equipos que realizan el manejo o preparación de los pélets. La -- revisión que efectuaremos básicamente será de capacidad y -- funcionalidad. En éste capítulo, con el fin de visualizar mejor los resultados obtenidos, iremos anotando los porcentajes de la capacidad requerida por cada uno de los equipos -- analizados.

IV.1.- Análisis del equipo existente en la planta para el manejo y distribución de materiales.

Para realizar el análisis nos basaremos en los resultados obtenidos en el capítulo anterior, y la secuencia que-

Diagrama de flujo de materiales -
para el sistema actual plano IV.1

- 1.- Volcador de carros.
- 2.- Alimentador de tablillas.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 5 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.17 m./seg.
- 3.- Transportador de banda.
Capacidad = 300 Ton./hr.
Largo = 55.25 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 1.65 m./seg.
- 4.- Tolva de transferencia.
- 5.- Ducto de carga.
- 6.- Transportador de banda.
Capacidad = 300 Ton./hr.
Largo = 55.25 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 1.65 m./seg.
- 7.- Material almacenado.
- 8.- Cargador frontal.
- 9.- Tolva viajera con capacidad de 6 Ton.
- 10.- Transportador de banda.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 85.8 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.89 m./seg.

- 11.- Transportador de banda.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 30.11 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.89 m./seg.
- 12.- Horno rotatorio.
- 13.- Transportador de banda.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 8.0 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.89 m./seg.
- 14.- Transportador de banda.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 23.5 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.89 m./seg.
- 15.- Criba vibratoria.
- 16.- Transportador de banda.
Capacidad = 30 Ton./hr.
Largo = 55 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.5 m./seg.
- 17.- Transportador de banda.
Capacidad = 30 Ton./hr.
Largo = 40 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.50 m./seg.
- 18.- Almacenamiento de gruesos.

- 19.- Almacenamiento de finos.
- 20.- Ducto de descarga de la criba de pélets homogeni-
zados en tamaño.
- 21.- Transportador de banda.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 135.53 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.89 m./seg.
- 22.- Transportador de banda.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 62.52 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.89 m./seg.
- 23.- Descargador volteador.
- 24.- Tolvas alimentadoras de los reactores, tienen --
una capacidad de 195 Ton.
- 25.- Reactores.
- 26.- Transportador de banda.
Capacidad = 400 Ton./hr.
Largo = 20.2 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.76 m./seg.
- 27.- Transportador de banda.
Capacidad = 400 Ton./hr.
Largo = 10.74 m.
Ancho = 0.76 m.
Velocidad = 1.82 m./seg.
- 28.- Transportador de banda.
Capacidad = 400 Ton./hr.

Largo = 20.2 m.

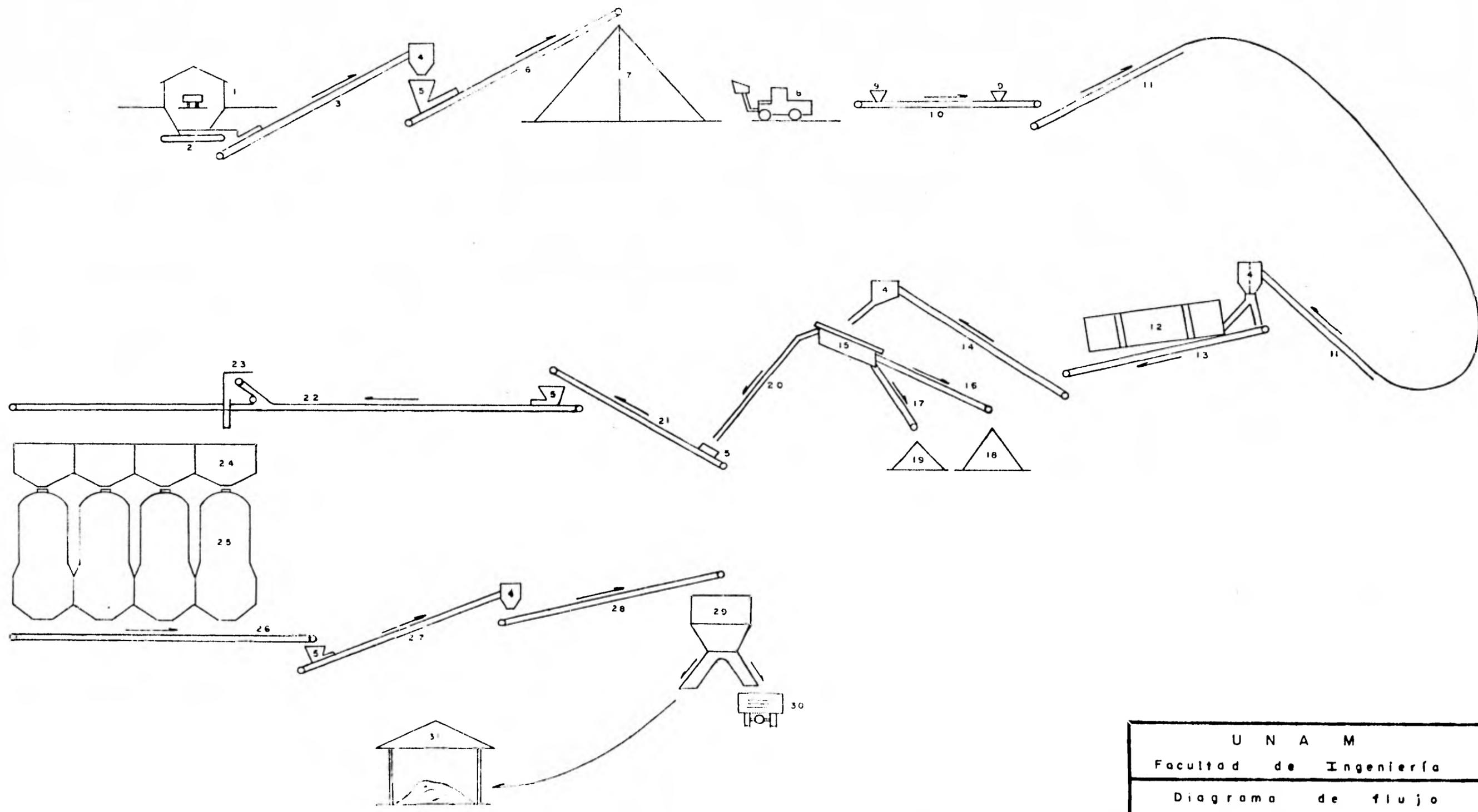
Ancho = 0.76 m.

Velocidad = 1.82 m./seg.

29.- Tolva distribuidora de F.E., tiene una capacidad de 250 Ton./hr.

30.- Camión para transportar el F.E., hasta la acería

31.- Cobertizo de enfriamiento del F.E.



U N A M		
Facultad de Ingeniería		
Diagrama de flujo de materiales		
Tesis Profesional	Fecha: abril de 1980	Plano IV. 1

seguiremos en éste inciso será la que nos marca el diagrama de flujo de mineral en la planta actual.

IV.1.1.- Volcador Rotatorio para Carros de Ferrocarril.

A) Función.

Este equipo de manejo, tiene como finalidad la de descargar los carros de ferrocarril, que llegan al Patio de Almacenamiento; la descarga la efectúa, girando el carro a un ángulo de 180° , de ésta manera el mineral transportado por cada unidad cae a dos tolvas que se hallan instaladas en la parte inferior del equipo en cuestión.

B) Características de diseño.

Capacidad = 8 carros por hora.

Carga máxima = 100 Ton.

C) Revisión de su capacidad.

Capacidad de diseño = 560 Ton./hr. 100.00%

Capacidad utilizada

al iniciarse la ope

ración de la planta = 250 Ton./hr. 44.64%

Capacidad utilizada

en la actualidad. = 446 Ton./hr. 79.64%

Capacidad requerida

en el futuro. = 837 Ton./hr. 149.5 %

D) Análisis de su funcionalidad.

El volcador de carros, está trabajando muy cerca de su capacidad máxima en la actualidad, y en el futuro no será suficiente para cubrir las necesidades de descarga de mine--

-ral en el patio, por lo que debemos pensar en la adquisi---
ción de uno nuevo ó la instalación de otro sistema de descar
ga.

IV.1.2.- Alimentador de tablillas.

A) Función.

Recibe el mineral de las tolvas del volcador y alimen
ta al transportador de banda que va a descargar a la tolva -
del transportador giratorio, localizado en el área del Patio
de Almacenamiento.

B) Características de diseño.

Capacidad	150 Tons.	M/hr.
Velocidad	0.117	M/seg.
Ancho de las tabli llas.	0.60	M.
Distancia recorrida.	4.572	M.
Instala--- ción hori- zontal.		

C) Revisión de su capacidad.

Capacidad de diseño =	150 Tons. M/hr.	C/U.
Como son dos la Cap. total es:	= 300 Ton./hr.	100.00%
Capacidad utilizada al iniciarse la ope ración de la planta =	250 Ton./hr.	83.33%

Capacidad requerida en la actualidad.	= 446 Ton./hr.	148.66%
Capacidad requerida en el futuro.	= 837 Ton./hr.	297.03%

D) Análisis de su funcionalidad.

Este equipo, al estar supeditado al volcador también ha quedado fuera de capacidad tanto para las condiciones actuales futuras. Para su utilización en el futuro inmediato, se recomienda aumentar su velocidad, ya que de ésta manera se le puede incrementar su capacidad lo suficiente como para poder seguir utilizándolos.

IV.1.3.- Transportador de banda.

A) Función.

Esta banda, es alimentada con mineral por los Transportadores de Tablillas llevándolo hasta la Tolva alimentadora de la pluma rotatoria apiladora.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	300	Ton./hr.
Velocidad	=	1.65	M./seg.
Distancia recorrida	=	55.25	M.
Ancho banda.	=	0.60	M.
Angulo de Inclinación.	=	15°	

C) Revisión de la capacidad.

Capacidad de diseño	= 300	Ton./hr.	100.00%
Capacidad utilizada al iniciarse la ope ración de la planta.	= 250	Ton./hr.	83.33%
Capacidad requerida en la actualidad.	= 446	Ton./hr.	148.66%
Capacidad requerida en el futuro.	= 837	Ton./hr.	297.03%

D) Análisis de su funcionalidad.

El transportador en cuestión no puede realizar su objetivo, ya que su capacidad es insuficiente para la demanda actual y por ende lo será para la futura.

IV.1.4.- Pluma rotatoria apiladora.

A) Función.

Por la geometría de diseño del Patio de Almacenamiento fué necesaria la instalación de una Pluma Transportadora-Distribuidora, la cual gira 310° sobre su eje, de tal forma que al efectuar éste movimiento va distribuyendo el mineral en forma circular, formando así un patio con mediana capacidad de almacenamiento y poca área ocupada.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	300	Ton./hr.
Velocidad	=	1.65	M./seg.
Distancia recorrida.	=	30.50	M.
Ancho-banda	=	0.60	M.

Angulo de -
inclinación. = 15°

C) Revisión de su capacidad.

Este equipo tiene la misma capacidad que el anterior, por lo cual, los porcentajes de capacidad solicitada son --- igualmente válidos, y por lo mismo, nos podemos dar cuenta - de que le falta capacidad.

D) Funcionalidad.

Al estar corto en capacidad automáticamente éste eslabón de nuestro sistema nos crea problemas, lo que nos indica que debemos buscar una solución para evitar el atraso que -- nos causa en la descarga de los pélets.

IV.1.5.- Patio de Almacenamiento.

A) Función.

El patio de almacenamiento, tiene como finalidad la - de mantener una cierta reserva de material, se usa además pa - ra la mezcla u homogeneización de las materias primas.

B) Características de diseño.

Tiene la forma de anillo semicerrado.

Diámetro medio del apilamiento	=	61.0	M.
Ancho promedio del apilamiento	=	20.1	M.
Altura del apilamiento	=	9.0	M.
Capacidad de almacenaje	=	32,056.00	Ton.

C) Revisión de su capacidad.

Capacidad de diseño	=	32,056	Ton.	100.00%
---------------------	---	--------	------	---------

Capacidad solicitada en la actualidad.	=	119,190 Ton.	371.8 %
Capacidad requerida en el futuro.	=	228,528 Ton.	712.9 %

D) Análisis de su funcionalidad.

Como es de notarse, el patio cumple con su función pero de una forma deficiente, ya que su capacidad de almacenamiento ha sido rebasada por mucho en las condiciones actuales, y a futuro, es de esperarse que no cumpla su cometido.

IV.1.6.- Cargador frontal.

A) Función.

Esta máquina, recoge el mineral del patio y lo descarga a una banda transportadora, la que lo lleva al Horno Secador ó a la criba según sea el caso.

B) Características de operación.

Capacidad = 75 Ton./hr.

C) Revisión de su capacidad.

Capacidad original	=	75 Ton./hr.	100.00%
Capacidad utilizada al iniciarse la operación de la planta	=	29.7 Ton./hr.	39.60%
Capacidad requerida en la actualidad.	=	55.18 Ton./hr.	73.60%
Capacidad requerida en el futuro.	=	105.80 Ton./hr.	141.20%

D) Análisis de su funcionalidad.

El cargador frontal, cumple satisfactoriamente las necesidades actuales, pero a futuro vemos que va a quedar obsoleto y será necesario la adquisición de otras unidades.

IV.1.7.- Banda transportadora, con tolvas viajeras.

A) Función

Esta banda, recibe en las dos tolvas viajeras la carga de mineral que va a ser procesada.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	150	Ton./hr.
Velocidad	=	0.89	M./seg.
Distancia recorrida	=	85.80	M.
Ancho-banda.	=	0.60	M.

Instalación horizontal.

C) Revisión de su capacidad:

Capacidad de diseño	=	150	Ton./hr.	100.00%
Capacidad utilizada al iniciarse la operación de la planta	=	29.7	Ton./hr.	19.8 %
Capacidad requerida en la actualidad.	=	55.18	Ton./hr.	36.80%
Capacidad requerida en el futuro.	=	105.80	Ton./hr.	70.50%

D) Análisis de su funcionalidad.

Esta banda, tiene capacidad suficiente tanto para las condiciones actuales como para las futuras, por lo que habrá que buscar su posible utilización en las instalaciones de la ampliación.

IV.1.8.- Transportador de banda.

A) Función.

Sirve de enlace entre el transportador anterior y el Horno Secador.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	150	Ton./hr.
Velocidad	=	0.89	M./seg.
Distancia recorrida	=	30.11	M.
Ancho-banda.	=	0.60	M.
Transportador Inclinado.	=	15°	

C) Revisión de su capacidad.

Este transportador, tiene las mismas condiciones de capacidad que el anterior, y esto nos hace omitir el análisis correspondiente ya que sería repetitivo.

IV.1.9.- Horno rotatorio, secador de mineral.

A) Función.

Su función primordial, era la de secar el mineral de hierro, pero desde el momento en que se efectuó el cambio al consumo de mineral en forma de pélets, este equipo dejó de ser útil, ya que es muy poca la diferencia de humedad en el pélet con o sin el uso del secador, actualmente se utiliza pélet directamente del patio, sin empleo del secador, con una humedad promedio del 3%, la cual se considera satisfactoria. Concluyendo, podemos decir que este equipo lo podemos eliminar sin alterar el funcionamiento de nuestro sistema de manejo, por lo mismo los puntos subsecuentes no los analizaremos.

IV.1.10.- Transportador de banda.

A) Función.

Transporta los pélets desde la descarga del Horno Secador o desde el transportador alternativo del mismo, hasta la Criba.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	150	Ton./hr.
Velocidad	=	0.89	M./seg.
Distancia recorrida	=	23.50	M.
Ancho-banda.	=	0.60	M.
Angulo de Inclinación.	=	15°	

C) Revisión de su capacidad.

Por tener la misma capacidad que el transportador horizontal con tolvas viajeras, se cumplen las condiciones que se establecieron para éste.

IV.1.11.- Criba.

A) Función.

Todo el mineral que se alimenta a los Reactores es -- cribado con el objeto de homogenizar su tamaño y lograr de - esta manera una reducción más ventajosa.

B) Características de diseño.

Capacidad = 150 Ton./hr.

C) Revisión de su capacidad.

Nuevamente, nos hayamos con un equipo que en cuanto -- a capacidad de manejo no presenta dificultad, lo cual nos ha ce pensar en su posible utilización a futuro. Con respecto - a los transportadores auxiliares de este equipo se hace no-- tar que fueron diseñados para una capacidad mayor que la de- mandada actualmente y que la futura también, entonces, se ha ce innecesario el análisis que venimos realizando a los equi pos.

D) Análisis de su funcionalidad.

La criba, objeto de estudio en este inciso, realiza - en la actualidad satisfactoriamente su función, basándonos - en su capacidad podemos asegurar que en las instalaciones fu turas podremos seguir utilizándola.

IV.1.12.- Transportador de banda.

A) Función.

Esta unidad, transporta mineral desde la descarga de la criba, hasta la tolva que alimenta al transportador que lleva los pélets a las tolvas de cada reactor.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	150	Ton./hr.
Velocidad	=	0.89	M./seg.
Distancia recorrida	=	135.53	M.
Ancho-banda.	=	0.60	M.
Angulo de Inclinación.	=	13.5°	

C) Revisión de su capacidad.

Creemos que si hacemos su revisión será un trabajo -- inútil, ya que ha quedado demostrado que las necesidades actuales y futuras en cuanto al manejo de material, desde el patio pueden ser cubiertas por el equipo existente, debido a que tienen una capacidad sobrada en comparación con las solicitadas.

IV.1.13.- Transportador de banda.

A) Función.

Lleva el mineral, en forma de pélets a las tolvas al-

macenadoras de cada uno de los Reactores, para realizar la -
descarga del mineral transportado consta de un Descargador -
(Tripper) se sitúa encima de la tolva que se vaya a cargar.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	150	Ton./hr.
Velocidad	=	0.89	M./seg.
Distancia recorrida	=	62.52	M.
Ancho-banda	=	0.60	M.
Instalación horizontal.	=	0°	

C) Revisión de su capacidad.

El transportador en asunto tiene una capacidad idéntica a los equipos inmediatos anteriores, por lo que no se hace necesario su revisión correspondiente.

IV.1.14.- Descargador (Tripper).

A) Función.

Descarga directamente el mineral transportado por la banda anterior a las Tolvas de cada Reactor.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	150	Ton./hr.
Velocidad	=	0.20	M./seg.

Consta de tres ductos de descarga.

Peso Total = 1,700 Kg.

C) Revisión de su capacidad.

Por tener la misma capacidad que equipos ya revisados anteriormente omitimos su revisión y análisis correspondiente.

IV.1.15.- Tolvas almacenadora de mineral para la alimentación de los Reactores.

A) Función.

Como su nombre lo indica, son las encargadas de almacenar los pélets que se van a cargar a cada Reactor.

B) Características de diseño.

Capacidad = 195 Ton.

C) Revisión de su capacidad.

Capacidad de diseño.	=	195	Ton.	100.00%
Capacidad utilizada al iniciarse la operación de la planta.	=	82.0	Ton.	42%
Capacidad requerida en la actualidad.	=	150.5	Ton.	77.18%
Capacidad requerida en el futuro.	=	144.18	Ton.	73.94%

D) Análisis de su funcionalidad.

Para éstas tolvas, se puede afirmar en función de lo expuesto renglones arriba, que tienen suficiente capacidad para satisfacer los requerimientos de almacenaje tanto actua

les como futuras.

IV.1.17.- Transportador de banda.

A) Función.

Esta unidad, recibe la descarga de Pierro Esponja de los cuatro Reactores, y transporta al mismo hasta la tolva - localizada en el extremo del transportador siguiente.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	400	Ton./hr.
Velocidad	=	1.82	M./seg.
Distancia recorrida	=	36.42	M.
Ancho-banda.	=	0.76	M.

Instalaciones de su capacidad.

C) Revisión de su capacidad.

Capacidad de diseño	=	400	Ton./hr.	100.00%
Capacidad utilizada al iniciarse la operación de la planta.	=	20.83	Ton./hr.	5.2 %
Capacidad requerida en la actualidad.	=	38.18	Ton./hr.	9.5 %
Capacidad requerida en el futuro.	=	73.18	Ton./hr.	18.30%

D) Análisis de su funcionalidad.

El equipo en objeto tiene una capacidad sobrada y por

lo mismo creemos, que podrá cumplir con las necesidades futuras.

IV.1.18.- Transportador de banda.

A) Función.

Sirve de enlace entre la banda anterior y la banda -- que va a descargar a la tolva de transferencia.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	400	Ton./hr.
Velocidad	=	1.82	M./seg.
Distancia recorrida	=	10.74	M.
Ancho-banda.	=	0.76	M.
Angulo de Inclinación.	=	16.26°	

C) Revisión de su capacidad.

Como tiene las mismas condiciones que el transportador anterior, tomaremos también aquí lo que se dijo para éste e igualmente lo realizado para el inciso subsecuente.

IV.1.19.- Función.

Esta unidad transporta Fierro Esponja, desde la tolva de transferencia a la tolva distribuidora de Fierro Esponja.

B) Características de diseño.

Capacidad	=	400	Ton./hr.
-----------	---	-----	----------

Velocidad = 0.762 M./seg.
Distancia recorrida. = 20.2 M.
Ancho-banda. = 0.60 M.
Angulo de Inclinación. = 16.26°

C) Revisión de su capacidad.

Este equipo, cumple también con lo que se ha dicho para los transportadores anteriores por lo que no efectuaremos su revisión.

IV.1.20.- Tolva distribuidora.

A) Función.

En esta tolva, se almacena momentáneamente el Fierro-Esponja para luego ser cargado a camiones, los cuales lo transportan hasta la acería, también se puede dar el caso de que el producto final, no este en las condiciones óptimas para su utilización y entonces se pasa al cobertizo de enfriamiento y homogenización.

B) Características de diseño.

Capacidad = 250 Ton.

C) Análisis de su funcionalidad.

Esta tolva se utiliza actualmente como distribuidora de Fierro Esponja, pero en el futuro nosotros necesitamos -- que funcione como almacenadora, por lo cual tendremos que au

mentar la capacidad, así como el número de ellas.

IV.1.21.- Cobertizo de enfriamiento.

A) Función.

Este cobertizo, sirve para enfriar el Fierro Esponja- que va ha ser procesado en los Hornos Eléctricos de la Ace-- ría, ya que por ser un material altamente pirofórico necesi- ta mantenerse a una temperatura de 70°C.

B) Características de diseño.

Area ocupada = 2100 M².

C) Revisión de su capacidad.

Area de diseño = 2100 M². 100.00%

Area utilizada

al iniciarse -

la operación -

de la planta. = 2100 M². 100.00%

Area requerida

en la actuali-

dad. = 3738 M², 178 %

Area requerida

en el futuro. = 909.90 M². 433.3 %

D) Análisis de su funcionalidad.

Los porcentajes de utilización, los evaluamos en base al incremento de producción registrado y notamos que hará -- falta área de enfriamiento, por lo que, debemos adecuar un - nuevo método de enfriamiento. Nosotros nos inclinamos por es- to último.

IV.2.- Conclusiones del capítulo.

Una vez que hemos analizado todo el sistema de manejo podemos observar lo siguiente.

El sistema, puede dividirse en forma general en las secciones que enumeramos a continuación.

- 1.- Volcador de carros.
- 2.- Equipo de manejo entre el volcador y el patio.
- 3.- Patio de almacenamiento.
- 4.- Equipo de manejo entre el patio y los Reactores.
- 5.- Equipo de manejo después de la batería de Reactores.
- 6.- Instalaciones para la preparación del Fierro Esponja.

De los incisos presentados, podemos reunir en un primer grupo los tres primeros ya que presentan las características particular de estar escasos en cuanto a su capacidad, por lo que, tenemos que plantear en el capítulo subsecuente su adecuación al Sistema de Manejo Futuro.

El equipo amparado con el número cuatro, tiene capacidad más que suficiente para cumplir su función actual y futura, por lo tanto, creemos que podemos basarnos en él, para el planteamiento de una alternativa de ubicación del Sistema de Manejo; lo cual efectuaremos en un capítulo posterior.

Los transportadores que llevan el Fierro Esponja hasta las instalaciones de distribución, tampoco presentan dificultad en cuanto a su capacidad, por lo cual, pueden permane

cer inalterables con el fin de evitar contratiempos en la --
producción.

Finalmente tenemos las instalaciones de distribución-
y enfriamiento, a ellos sí habremos de realizarles algunas -
modificaciones pertinentes, y esto será tema del último capí
tulo.

CAPITULO V.

DESCRIPCION DEL EQUIPO QUE SE VA A UTILIZAR.

Para efectuar el manejo y distribución del material,-- se hace necesario que el equipo seleccionado sea el adecuado. En el capítulo segundo, hemos mencionado los principios que se deben tener en cuenta para la selección del equipo y basándonos en ellos hemos seleccionado el equipo que iremos -- describiendo a continuación.

V.1.- Transportadores de banda.

Un sistema completo de transporte por bandas, es la forma más eficiente de mover materiales a granel.

A continuación, se presenta una descripción de los -- transportadores mencionados de la cual podemos inferir el -- porqué de su selección en comparación con otro tipo de transportadores (transportador de gusanos, gangilones, etc.).

V.1.1.- Descripción. El transportador de banda, es un transportador para servicio pesado y son aptos para transportar grandes toneladas sobre rutas considerablemente largas,-- estas condiciones lo hacen tener ventaja sobre cualquier --- otro tipo de transportador mecánico. Su instalación puede --

ser horizontal o inclinada con dirección hacia abajo o hacia arriba o una combinación de estos arreglos. Este tipo de --- transportador puede manejar materiales pulverizados, granulares o aglomerados, con la limitación de que la temperatura -- no sea alta para que no dañe la cubierta de hule del trans-- portador, (alrededor de 120°C.).

V.1.2.- Elementos que constituyen un transportador de banda. Los elementos esenciales de un transportador de banda son la banda continua, los rodillos locos, una unidad motriz las poleas y las unidades tensoras que se usan para regular la tensión de la banda, y la estructura de soporte.

La banda es continua alrededor de un circuito de distancia mínima de un extremo al otro. Tiene suficiente flexibilidad para pasar alrededor de poleas de 0.30 m. a 0.90 m., situadas en los extremos, para hacer girar a la banda sin -- producirle excesivo desgaste debido a la flexión. A la ban-- da, la soportan los rodillos locos. Estos son rodillos montados en cojinetes antifricción, lo suficientemente largos individualmente, o sea instalan en grupos de tres para la banda artesada, que sirven para soportar a la banda en todo su ancho. El ancho de las bandas varía entre 0.40 m., y 1.52., -- las bandas estrechas trabajan a velocidades no superiores a 1.3 m/seg., las más anchas no exceden de 2.0 a 2.3 m/seg., y las bandas de 1.52 m., llegan a velocidades hasta de 3 m/seg.

Los transportadores pueden accionarse mediante moto-- res eléctricos, de gasolina o diesel. Por lo general, la unidad motriz se instala en el extremo de cabeza para mantener--

la alejada del polvo y la suciedad.

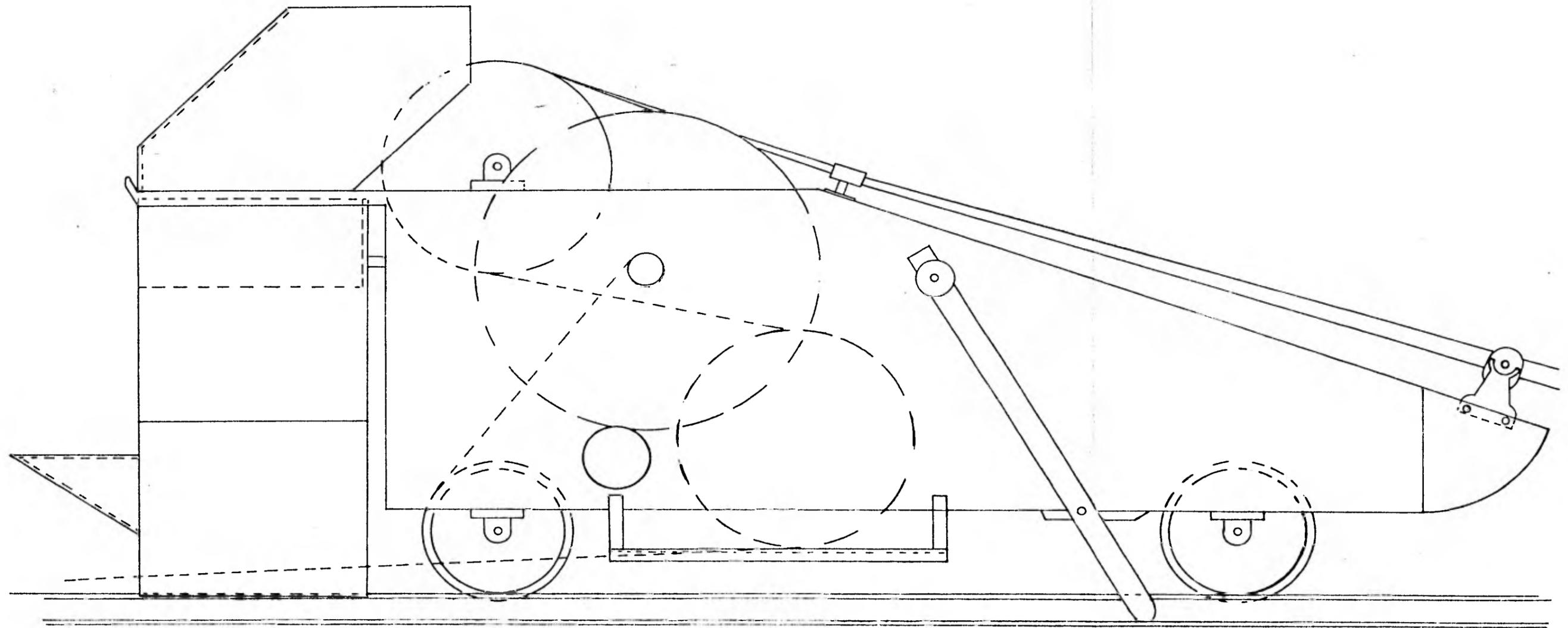
No creemos que sea necesario profundizar sobre la forma en que se diseñan y seleccionan los transportadores de banda, así como su equipo auxiliar, ya que los fabricantes de los mismos, tras largos años de experiencia han logrado simplificar tanto el diseño como la selección de los transportadores y su equipo, presentándolos en gráficas y tablas las cuales se utilizan para tal efecto, la forma de utilizar las es bastante sencilla y consideramos que no tiene objeto-explayarnos sobre esto.

V.2.- Descargador volteador (Tripper).

Cuando la carga, tiene que ser removida entre los extremos de la banda transportadora, se utiliza este tipo de equipo el cual puede ser de tres tipos:

- A) Estacionario.
- B) Propulsado manualmente por medio de palancas.
- C) Autopropulsado por motor independiente.

V.2.1.- Descripción de su operación. El material descargado, puede ser dirigido por medio de una palanca deflectora hacia un lado, o hacia atrás de la banda. El plano V.1 muestra un descargador autopropulsado, este equipo consiste de dos poleas, sobre las cuales pasa la banda, el material que va a ser descargado entra el chute de acuerdo como la banda vaya pasando sobre las poleas, las cuales están montadas sobre una estructura transportada por cuatro ruedas y mando motriz. Una palanca sobre la estructura y unos topes distribuyendo el material de ésta manera. Se instalan morda-



U N A M FACULTAD DE INGENIERIA		
TRIPPER MOTORIZADO		
TESIS PROFESIONAL	ESC: FECHA: ABRIL 1980	PLANO Nº V.1

zas en los rieles para mantener al equipo en posición fija - cuando descarga. Los trippers accionados por motor, son usados cuando se desea mover el tripper independientemente del transportador de banda. Los tripper fijos tienen sus poleas montadas sobre la estructura de trabajo de la banda en lugar de un carro movable.

V.2.2.- Incremento en la potencia del transportador - para accionar un tripper. La banda se levanta cerca de 1.5 m., para pasar sobre la polea dobladora superior del tripper. El incremento para este izamiento, se tomará en cuenta en la determinación de la potencia requerida por el transportador. Si el tripper, es propulsado por la banda los siguientes incrementos deben tomarse en consideración.

1 h.p. para una banda de 0.40 m.

3 h.p. para una banda de 0.91 m.

7 h.p. para una banda de 1.52 m.

Por otro lado, si un limpiador giratorio del tipo de brocha es accionado desde una de las flechas, un aumento --- aproximadamente igual al requerido para la propulsión del -- tripper debe ser realizado.

V.3.- Volcador de carros de ferrocarril.

Cuando se tiene material a granel que ha de ser descargado de góndolas abiertas por arriba, un volcador de carros, puede prestar un servicio excelente tanto por su bajo costo inicial como por su operación económica, aclarando que su utilización se aconseja cuando se tienen instalaciones -- donde se requieren descargar relativamente pocas góndolas --

por hora.

V.3.1.- Descripción de su operación. La operación del volcador es demasiado sencilla que no se requiere un operador muy diestro.

Después que la góndola cargada ha sido posicionada se inicia el ciclo de volteo. El operador, tiene el control en cualquier instante y por ello puede parar y mantener el volcador en cualquier posición.

El volcador puede ser instalado, para operar hacia el lado derecho o izquierdo. La rotación de la artesa causa el movimiento de la platina hacia la trabe de apoyo, la cual soporta a la góndola volcada.

Un mecanismo actuado por resorte, cierra la platina - contra la artesa para evitar que haya movimiento relativo entre ambas. Simultáneamente, dos mordazas automáticas tipo viga descenden por gravedad sobre la góndola para mantenerla-asegurada contra los rieles.

Una vez alcanzado el límite de la posición de volteo, la rotación del volcador es automáticamente parada por medio de un Limit Switch de control.

La rotación, es entonces retornada y según como el carro retorna hacia la posición vertical, las mordazas son levantadas. En los últimos grados de giro la plataforma y góndola se mueven retirándose de la trabe de apoyo, y finalmente el gancho de anclaje de la plataforma, se engancha en el pedestal de fijación, así se alinean los rieles de la plataforma con los del patio.

V.3.2.- Características de las góndolas que puede manipular el volcador.

Altura:

3.90 m. Máxima

2.26 m. Mínima

Ancho:

3.45 m. Máximo

2.75 m. Mínimo

Largo:

16.80 m. Incluyendo los acoplamientos.

Tara:

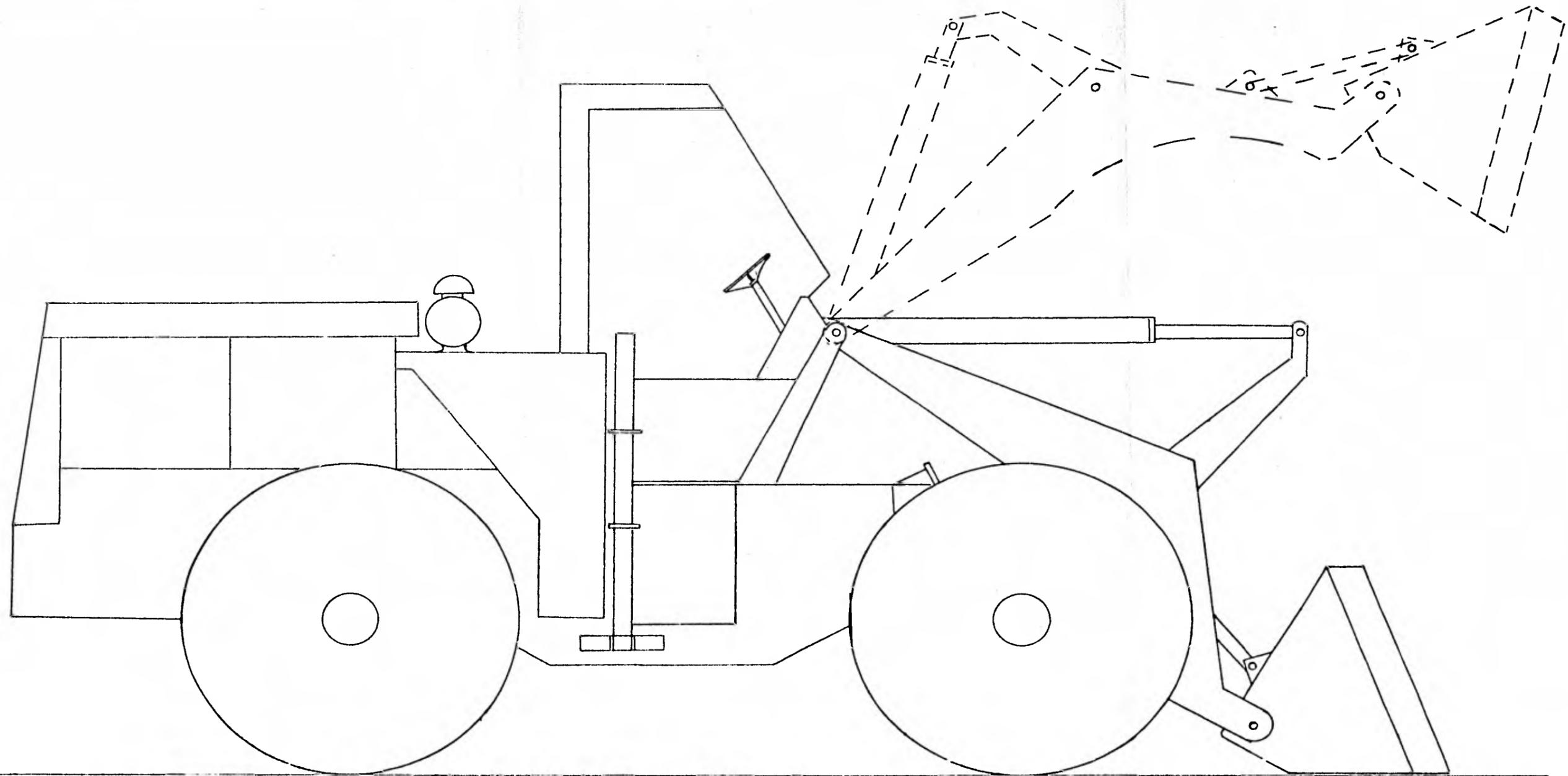
30 Tons.

V.4.- Cargador frontal.

El cargador frontal es un equipo tractor, montado en orugas o en ruedas, que tiene un cucharón de gran tamaño en su extremo frontal. En el plano V.2 se ilustra uno de estos equipos. El cucharón está instalado para excavar o cargar material granular, levantarlo, acarrearlo cuando sea necesario y vaciarlo desde cierta altura.

V.4.1.- Trabajos que pueden realizar los cargadores frontales. Una de las aplicaciones más comunes del cargador, es la carga de materiales en unidades de acarreo.

También se aplica el cargador para excavar agregados o materiales de canteras para cargarlos a la parrilla de la tolva de alimentación de una planta trituradora. Por supuesto, cualquiera operación de limpieza que comprenda el recogi



U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
CARGADOR FRONTAL		
TESIS:	ESC:	PLANO Nº V. 2
PROFESIONAL	FECHA: ABRIL 1980	

miento del material y su vaciado en algún otro lugar, es --- ideal para un cargador frontal.

En nuestro caso, podemos decir que el uso de cargadores frontales se hará en base a la cantidad de material que se manejará en el patio de mineral de nuestra consideración, dicha cantidad, nos dá una capacidad de manipulación por hora demasiado baja como para utilizar una de las modernas unidades de ruedas de congilones para recoger el mineral del patio. Es por esto, que hemos decidido utilizar los cargadores ya que ellos satisfacen nuestras necesidades de manejo, no obstante que nos implican unos costos de operación demasiado elevados.

V.4.2.- Características de diseño de un cargador frontal. Los cargadores se diseñan con controles hidráulicos y extensores de los brazos. Esto significa, que gran parte del trabajo del cucharón lo hace el mecanismo que está integrado en el tractor.

Los cucharones varían en tamaño, desde 0.19 m^3 ., hasta más de 19.1 m^3 ., de capacidad. Los cargadores de uso común y que se consiguen con facilidad, son hasta de 3.8 m^3 ., de capacidad. El mecanismo del cucharón de los cargadores se diseña para tener una altura de vaciado comprendida entre -- 2.40 y 4.50 metros arriba del plano, sobre el que se mueve el cargador.

Como pudiera pensarse que un cargador necesita mucho espacio para maniobrar, aclaramos que en general no necesita más del doble de su longitud para realizar las operaciones -

de cargar, maniobrar, y vaciar su carga.

V.5.- Criba.

Para toda planta que trabaja con materiales a granel, el cribado, es de necesidad vital para separar y controlar - el flujo de material en el proceso.

El propósito para el que se utiliza la criba en nuestro sistema de manejo, es el de realizarle un "cribado previo" al material; antes de enviarlo al proceso de reducción, con esto, se logra quitar el material más grueso o más pequeño del material que cumple con los requisitos para ser procesado, el que después de haber pasado por la criba, es enviado a las tolvas de material homogenizado, desde donde se va alimentando a los reactores.

V.5.1.- Clasificación de las cribas. Los cuatro tipos básicos de cribas que existen en el mercado son:

- A) Parrillas
- B) Cribas horizontal mejorada
- C) Cribas vibratorias
- D) Criba giratoria

V.5.2.- Parrillas. Estas consisten en una serie de barras paralelas, mantenidas con una separación predeterminada por medio de espaciadores. Es frecuente utilizar una parrilla antes de la trituración primaria de las instalaciones -- trituradoras de rocas o minerales, con objeto de eliminar -- los finos antes de que dichos materiales entren en la trituradora.

Las parrillas horizontales, en las que las barras paralelas estan en un plano horizontal, se emplean en las partes superiores de las tolvas para mineral y carbón y en los caballetes de descarga. Las parrillas inclinadas se usan más generalmente.

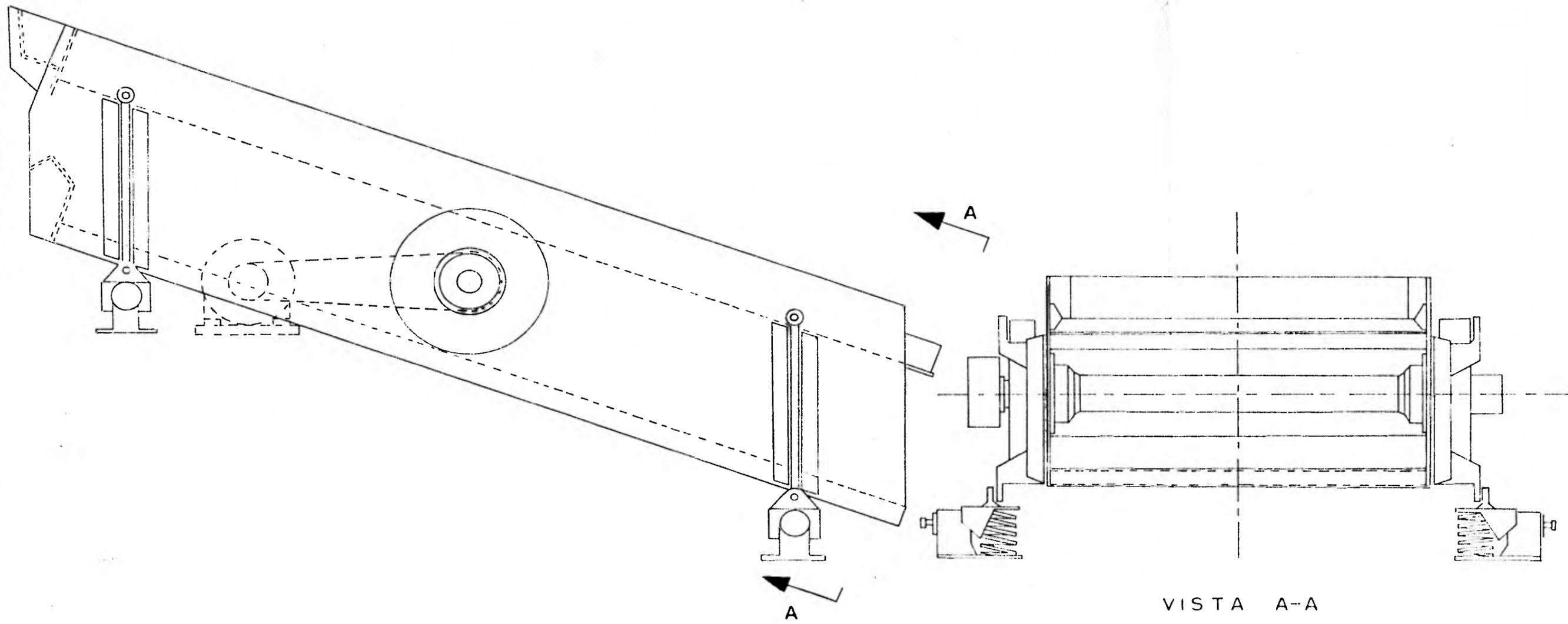
Uno de los mayores inconvenientes de las parrillas, es que las crucetas o travesaños retardan la circulación del material y ocasionan atascamientos de las aberturas.

V.5.3.- Criba horizontal mejorada. La criba horizontal mejorada, es una versión moderna de la antigua criba de sacudimiento con efectividad mejorada, la cual se logra por el movimiento de mayor velocidad con carrera más corta. Este tipo de criba, es similar a la criba vibratoria inclinada. Como se mantiene en posición horizontal, no se acostumbra -- utilizarla para separación preliminar.

Estas cribas dan un rendimiento bastante alto en tamaños más gruesos que 13 mm., pero en más finos, su capacidad es baja si se desea un alto rendimiento.

El inconveniente principal de las cribas de este tipo es el alto costo de conservación de la criba y de la estructura soportadora.

V.5.4.- Criba vibratoria. Cuando se desea gran capacidad y alto rendimiento, es la norma utilizar cribas vibratorias. La capacidad, especialmente en los tamaños más finos, estan superior a la de cualquiera de los otros tipos que --- practicamente, los está sustituyendo cuando constituye un --



VISTA A-A

U N A M FACULTAD DE INGENIERIA		
CRIBA VIBRATORIA		
TESIS PROFESIONAL	ESC 1980	PLANO N° 1

factor importante el rendimiento de la criba. Otra ventaja - de estas cribas, es que la vibración de su tela de tamiz reduce a un mínimo su cegamiento.

Una criba vibratoria, consiste esencialmente en una - superficie tamizadora plana o ligeramente convexa a la que - se aplica una rápida vibración normal, o casi normal a ella, los medios vibratorios pueden ser árboles excéntricos, un volante desequilibrado, una disposición de leva y varilla levantadora o un electroimán.

V.5.5.- Criba giratoria. La criba giratoria es, en -- esencia, un tambor grande de paredes perforadas que tiene la forma de un cilindro. El tambor gira lentamente sobre su eje longitudinal inclinado. El material que se introduce por el extremo superior del cilindro, se mueve por el interior del mismo hasta que pasa por las aberturas de la pared o hacia - afuera, en el extremo inferior. La cantidad de material que manejan estas cribas, depende de su inclinación y de su velocidad de rotación.

V.5.6.- Selección de la criba adecuada. El tamizado, - es una operación en que se emplea equipo relativamente poco costoso para conseguir resultados muy distintos. Las variables que intervienen, son tan complejas y numerosas que no - se a expuesto ningún método satisfactorio de correlación entre ellas.

Nosotros expondremos en este inciso, todas las variables que deben tomarse en cuenta, tanto del equipo, como del material y en base a ellas eligiaremos la criba adecuada a --

nuestro sistema.

V.5.7.- Variables mecánicas.

A) Porcentaje de la tela de tamiz del área abierta. - A medida que disminuye el porcentaje del área abierta de una tela de tamiz, decrece la capacidad y aumenta la duración -- o vida del tamiz.

B) Amplitud y frecuencia de la vibración. La veloci-- dad y la amplitud de la vibración, tienen que acomodarse al-- transporte del material y a impedir el atascamiento de la te-- la.

C) Angulo de inclinación. Se puede decir, que ésta va-- riable no es tan importante como la velocidad o la carrera.-- Con cribas vibratorias, el ángulo óptimo para impedir el --- atascamiento aumenta a medida que disminuye el tamaño del -- grano de la alimentación. De modo general, ha de coordinarse con la velocidad y la carrera para conseguir los mejores re-- sultados.

D) Sentido del movimiento vibratorio. De ordinario se obtiene un rendimiento algo mayor a contracorriente, es de-- cir, haciendo que el material circule sobre la criba en sen-- tido contrario al que avanza la vibración. Esto se consigüe-- a expensas de una pérdida de capacidad.

V.5.8.- Variables del material que se tamiza.

A) Densidad específica a granel. Este factor, determi-- na con frecuencia el tipo de movimiento de la criba que debe-- rá emplearse. Los materiales de poco peso a granel se tamiza

con mucho éxito en cribas oscilatorias.

B) Tamaño de la separación. Para tamaños superiores a 38 mm., se requieren parrillas. Para menos de 38 mm., son más satisfactorias las cribas vibratorias. Por debajo de 35-mallas por pulgadas la capacidad decrece rápidamente con la disminución de la malla del tamiz empleado. Para el tamizado con mallas muy finas, se utilizan los tamices pulsatorios o los vibratorios de alta frecuencia.

C) Adherencia del material. Los materiales adherentes o pegajosos son difíciles de tamizar. Para romper la masa, deberá emplearse una fuerte vibración de alta amplitud, y la tela rectangular es a menudo eficaz para reducir el atascamiento de las aberturas.

D) Forma del material. Las partículas de forma irregular tienden a atascar la tela del tamiz. Para reducir el atascamiento, deberán emplearse vibraciones de alta amplitud y se recomiendan las telas rectangulares.

Para nuestro caso particular y en base a lo expuesto en renglones anteriores, utilizaremos cribas vibratorias por ser la que mejor se adecúan a nuestras necesidades.

V.6.- Tolvas.

Las tolvas son depósitos de almacenamiento, que se utilizan esencialmente para materiales a granel.

Su utilización se hace necesaria, en todo sistema de manejo, donde se requiera el almacenamiento de materiales que se deben alimentar gradualmente al proceso de la planta.

V.6.1.- Operación. El material almacenado, pasa por gravedad directamente a un vertedero o un conducto siempre que se abre la compuerta de salida. En el almacenamiento por este método, es probable que algunos materiales obstruyan la salida, por lo que se acostumbra instalar agitadores mecánicos o por aire con el fin de mantenerlos sueltos y permitir que fluyan libremente.

El vertedero o conducto de salida, puede alimentar directamente al equipo que utiliza el material.

Estos depósitos, pueden alimentar a un transportador de banda u otro sistema.

El material, se carga a los depósitos por la parte superior descubierta o por compuertas, si dicha parte es cerrada. El método que empleamos aquí para alimentarlos, es el de transportadores de banda que pasan por encima del almacenamiento, con dispositivos apropiados para descargar el material.

V.6.2.- Clasificación de las tolvas. De una manera muy somera podemos decir que las tolvas se clasifican para nuestro sistema de manejo, como sigue:

A) Tolva de almacenamiento, se utiliza para un cierto periodo.

B) Tolva viajera, sirve para contener la carga de material sobre la banda.

C) Tolva de transferencia, su utilidad se fundamenta en el hecho de que nos sirve para desviar o transferir el ma

terial hacia una nueva dirección.

V.6.3.- Consideraciones de diseño. Una tolva puede estar constituida por una ó dos secciones de las cuales una puede ser de forma cúbica y la otra puede tener forma de pirámide truncada. No obstante, éstas no son las únicas configuraciones en las que pueden ser construídas ya que también puede estar formada por una sección cilíndrica y un cono truncado.

Para determinar las dimensiones de las tolvas, se hace uso de los requerimientos de material que necesita la planta para su correcta operación.

Por otra parte, el diseño de una tolva es similar al de un tanque de almacenamiento de líquidos, este diseño toma en consideración las cargas estáticas y cargas dinámicas.

V.7.- Alimentadores de material.

Al tener los sólidos un carácter tan variable, se han ideado para manipularlos muchos tipos de alimentadores y aparatos auxiliares. Al elegir un alimentador para un servicio especial, es necesario estudiar detenidamente el estado físico del material que se desea alimentar, ésto es, el tamaño medio de sus partículas y los límites entre los cuales varía este tamaño, la uniformidad, si es pegajoso o corre fácilmente y la tendencia a aglomerarse o formar arcos (compactarse dentro de las tolvas o en las rampas). Otros factores, son el tonelaje por alimentar, la cantidad de alimentación por unidad de tiempo, si el uso es contínuo o intermitente, la

exactitud necesaria, el consumo de energía, el costo inicial y de mantenimiento, seguridad en el funcionamiento.

Los sólidos uniformes y que fluyen o corren bien se manipulan fácilmente y se dispone de una gran variedad de alimentadores para estos materiales, si el material es pesajoso o de tamaño irregular o tiene otras características entorpecedoras, la elección es más limitada.

Prácticamente existe un alimentador para cada necesidad que se tenga, pero nosotros, nos concretaremos a presentar los dos tipos que nos son de utilidad para la manipulación de nuestros materiales.

A) Alimentador de tablillas.

B) Alimentador vibratorio.

V.7.1.- Alimentador de tablillas. Puede ser cualquiera de los diversos tipos de paletas de mandil o banda de transportador soportada por rodillos locos. La capacidad depende del ancho y la velocidad de la banda o el mandil y de la posición de la compuerta reguladora, siendo éste último el procedimiento corriente para regular la alimentación, se han ideado muchos alimentadores de mandil bandejas y banda, que son de uso frecuente, porque permiten ajustar fácilmente la alimentación en grado suficiente para la mayoría de los fines, proporcionan una alimentación uniforme, permiten manipular materiales de tamaño y características muy variadas, se construyen tan anchos o tan largos como se deseen, y pueden llevar el material a distancias considerables desde el punto de alimentación. Para los materiales húmedos y pesajoso-

sos, el alimentador de mandil de placas de acero con su superficie corrugada parece ser más eficaz que el transportador de banda.

V.7.2.- Alimentador vibrante. Consiste en una rampa o vertedero alimentador, que se hace vibrar por medio de la armadura oscilante de un aparato electromagnético sujeto a la armazón principal. El vertedero alimentador, puede ser una canal abierta o un tubo cerrado; puede estar provisto de una camisa para calentar, secar o enfriar el material; o bien puede incorporársele una criba. Se han manipulado con él, materiales cuya naturaleza varía entre polvo y trozos cortos y gruesos y desde los granulares y limpios hasta las mezclas de tierra, arena y piedras. La capacidad, se regula ajustando la intensidad de la corriente suministrada al dispositivo electromagnético, regulando así la tracción del electroimán y, por consiguiente, la longitud de la carrera.

V.8.- Máquina apiladora.

Estas máquinas, son equipos que en la actualidad tienen una demanda muy grande en lo que se refiere a la descarga y distribución de materiales a granel en los patios de almacenamiento.

En una de las alternativas que estamos planteando para nuestro sistema de manejo y distribución de materiales, se muestra la posible utilización de una de estas unidades.

V.8.1.- Descripción de su operación. La operación de estas máquinas, es sumamente sencilla que no se requiere demasiada pericia por parte del operador. La banda transporta-

dora que suministra el material que se va a almacenar, pasa por el tripper con que cuenta la máquina apiladora, al pasar por el equipo anterior, el material que transporta se va descargando a una tolva de transferencia desde la cual se alimenta a las plumas apiladoras, las cuales, van distribuyendo el material sobre el área ocupada por el patio.

V.8.2.- Características de su diseño. Existen en el mercado, dos tipos de máquinas apiladoras unas son las que para cumplir con su función necesitan ser remolcadas por tractores y las otras son las autopropulsadas.

El primer tipo se utiliza para trabajos muy especiales en los que no se requiere gran movilidad de la misma, por lo que, para nuestro caso muy particular dicha unidad no cumple con nuestros requerimientos. Debido a lo anterior nos inclinamos por la elección de la apiladora que se mueve sobre rieles, ya que necesitamos que la máquina en cuestión se mueva a lo largo del patio.

Entre las ventajas que pueden tener el uso de este tipo de máquinas estan las siguientes:

- A) Puede lograrse un efecto de homogenización.
- b) Su capacidad de apilamiento es bastante elevada -- (3000 ton./hr.).
- C) Fácil operación y mantenimiento.
- D) Se requiere poco personal.
- F) Se reducen los costos de operación.

CAPITULO VI

ALTERNATIVAS POSIBLES DE MANEJO Y DISTRIBUCION DE MATERIALES.

Es muy común, que los materiales recorran distancias--
innecesarias, implicando ésto que también reciban manipula--
ciones que no tienen justificación.

Con el objeto de evitar que ocurra en nuestro sistema
de manejo lo expuesto anteriormente, en este capítulo plan--
tearemos las posibles alternativas de ubicación que podrán --
tener los elementos que constituirán nuestro sistema.

Estas alternativas las obtendremos en función, del --
diagrama de flujo de materiales, que se realizará para las --
dos plantas (ver plano VI.1.), y de los planos de circula---
ción; ya que los primeros, nos dan un punto de vista en cuan--
to a la capacidad requerida del equipo, y los segundos, nos--
permiten visualizar la disposición del equipo en los terre--
nos de la planta.

En los capítulos anteriores hemos definido los mate--
riales a mover, sus cantidades y características; también se
determinó cuales de los equipos y transportadores existen---
tes, han quedado obsoletos por falta de capacidad y/o funcio--
nalidad.

Diagrama de flujo de materiales --
para el sistema futuro. Plano VI.1

- 1.- Volcador de carros.
- 2.- Alimentador de tablillas.
Capacidad = 325 Ton./hr.
Largo = 5 m.
Ancho = 0.76 m.
Velocidad = 0.15 m./seg.
- 3.- Transportador de banda.
Capacidad = 650 Ton./hr.
Largo = 65 m.
Ancho = 0.76 m.
Velocidad = 2.0 m./seg.
- 3 bis - Transportador de banda, sus características -
son iguales al anterior excepto el Largo = 80 m.
- 4.- Tolva de transferencia.
- 5.- Ducto de carga.
- 6.- Transportador de banda.
Capacidad = 650 Ton./hr.
Largo = 340 m.
Ancho = 0.76 m.
Velocidad = 2.0 m./seg.
- 6 bis - Transportador de banda.
Capacidad = 1300 Ton./hr.
Largo = 340 m.
Ancho = 0.90 m.
Velocidad = 0.80 m./seg.
- 7.- Descargador volteador.

- 7 bis - Máquina apiladora, en vez de los descargadores volteadores.
- 8.- Material almacenado.
- 9.- Cargador frontal.
- 10.- Tolva viajera con capacidad de 6 Ton.
- 11.- Transportador de banda.
 Capacidad = 120 Ton./hr.
 Largo = 310 m.
 Ancho = 0.60 m.
 Velocidad = 0.50 m./seg.
- 12.- Transportador de banda.
 Capacidad = 120 Ton./hr.
 Largo = varía para cada alternativa
 Ancho = 0.60 m.
 Velocidad = 0.50 m./seg.
- 13.- Criba vibratoria.
- 14.- Transportador de banda.
 Capacidad = 8 Ton./hr.
 Largo = varía para cada alternativa.
 ancho = 0.60 m.
 Velocidad = 0.03 m./seg.
- 15.- Tolva para almacenamiento de finos con capacidad para 200 Ton.
- 16.- Transportador de banda.
 Capacidad = 6 Ton./hr.
 Largo = varía para cada alternativa.
 Ancho = 6.60 m.
 Velocidad = 0.02 m./seg.
- 17.- Almacenamiento de gruesos.

- 18.- Transportador de banda.
Capacidad = 120 Ton./hr.
Largo = varía para cada alternativa.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.50 m./seg.
- 19.- Tolvas almacenadoras de pélets homogenizados, --
tienen una capacidad de 400 Ton.
- 20.- Transportador de banda.
Capacidad = 120 Ton./hr.
Largo = 155 m.
Ancho = 0.60 m.
Velocidad = 0.50 m./seg.
- 21.- Tolvas alimentadoras de los Reactores, tienen --
una capacidad de 195 Ton.
- 22.- Reactores.
- 23.- Transportador de banda.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 140 m.
Ancho = 0.76 m.
Velocidad = 0.50 m./seg.
- 24.- Transportador de banda.
Capacidad = 150 Ton./hr.
Largo = 60 m.
Ancho = 0.76 m.
Velocidad = 0.50 m./seg.
- 25.- Ducto de descarga.
- 26.- Tolvas almacenadoras de P.E., frío, tienen una -
capacidad de 400 Ton.

27.- Camión para transportar el F.E., hasta la acería a futuro se pueden sustituir por un transportador de banda.

28.- Transportador de tablillas.

Capacidad = 150 Ton./hr.

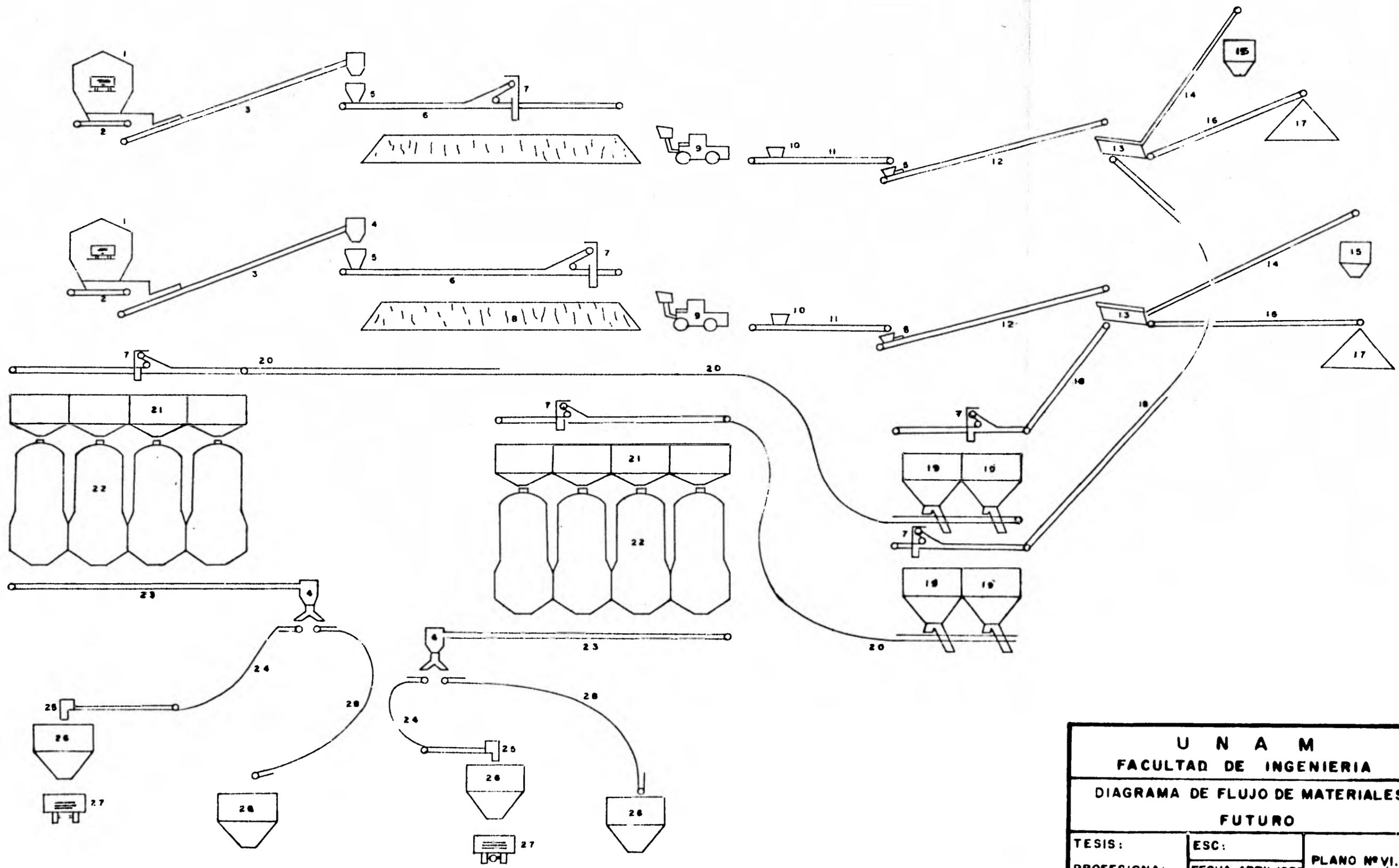
Largo = 60 m.

Ancho = 0.76 m.

Velocidad = 0.10 m./seg.

Notas:

- A) Para identificar el equipo existente, que será utilizado en las alternativas, se debe hacer referencia al plano IV.1.
- B) Los números 3 bis, 6 bis y 7 bis, pertenecen exclusivamente a la alternativa tres.



U N A M
FACULTAD DE INGENIERIA
DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES
FUTURO

TESIS:	ESC:	PLANO N° VI. 1
PROFESIONAL	FECHA: ABRIL 1980	

Plantearemos en primer término, las restricciones con las que deben cumplir las alternativas que se presenten.

VI.1.- Restricciones.

A) No importando la procedencia del mineral que este llegando a la planta, deberá ser posible descargarlo por --- cualesquiera de los medios con que se cuente.

B) Podrá descargarse al mismo tiempo mineral de diferente procedencia (Peña Colorada, Brasil, Suecia).

C) El terreno destinado para el Patio, está muy compactado por efecto del mineral que a través de los años se ha acumulado sobre él. Por lo cual no es recomendable la implantación de un sistema de manejo de materiales que involucre la construcción de galerías subterráneas.

D) Las limitaciones para la superficie que podrá ser ocupada por el Patio son las siguientes:

Ancho = 80 m.

Largo = 350 m.

En cuanto a la altura que tendrá el patio, nosotros la limitaremos a 12 m., esta la fijamos en base al siguiente cálculo.

Datos.

El esfuerzo a la compresión en frío especificado por la norma correspondiente de la ASTM es de 0.20 Ton./Pélet.

Altura = 12 m.

Peso específico de los pélets = 2.2 Ton./M³.

Presión ejercida por M^2 .

$$P = \rho \cdot h$$

$$P = 2.2 \times 12 = 26.4 \text{ Ton./M}^2.$$

Número promedio de pélets por M^2 .

$$\text{No. pélets} = 6200/\text{M}^2.$$

Entonces la presión sobre cada pélet es igual a:

$$P = 26.4 \div 6200 = 0.0042 \text{ Ton./pélet.}$$

Como podemos notar, tenemos un rango muy grande en -- cuanto a la compresión, y la altura de 12 m., puede ser acep tada sin ningún riesgo.

VI.1.2.- Cálculo de las dimensiones del patio.

Datos.

$$(\rho) \text{ Densidad del material} = 2.2 \text{ Ton./M}^3.$$

$$(\theta) \text{ Angulo de reposo real} = 38^\circ$$

$$(H) \text{ Altura} - - - - - = 12 \text{ m.}$$

(V_p) El volúmen del patio lo consideraremos repartido en dos secciones que a su vez estarán formadas por dos semi-conos y un prisma triangular, (ver fig. VI.1.).

$$(V_c) \text{ Volúmen del cono} = \frac{1}{12} \pi H D^2$$

$$(V_{pt}) \text{ Volúmen del prisma} = \frac{H L D}{2}$$

Se determinará primero el volúmen que se puede almace nar en un cono, y luego en un prisma triangular de tal mane ra que al unirlos se obtenga el volúmen total de cada pila - de almacenamiento.

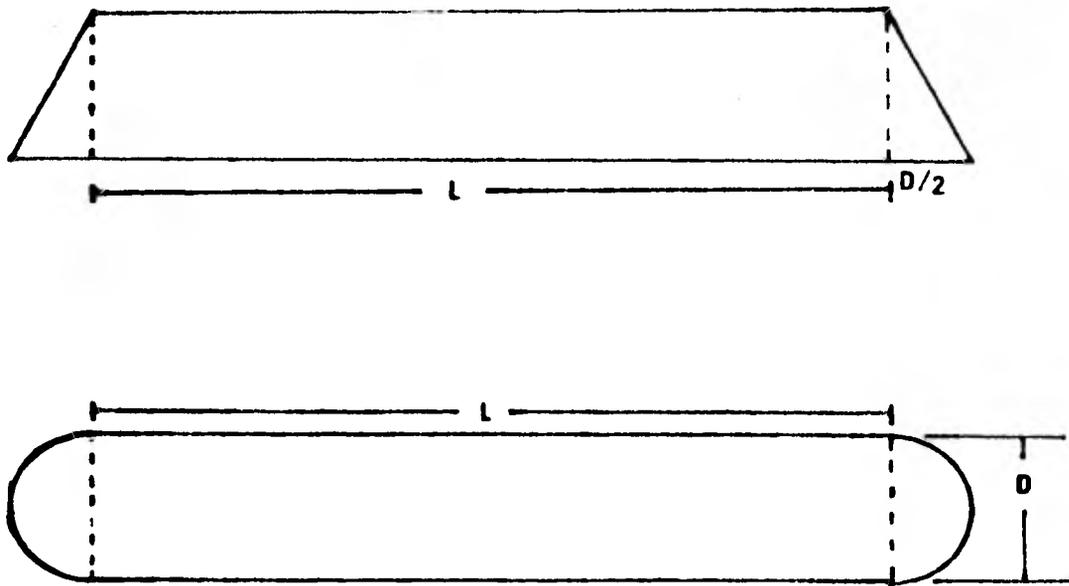
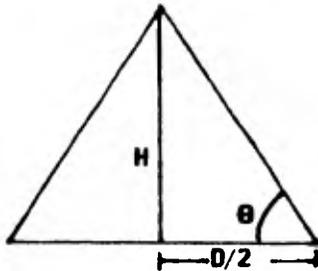


FIG. VI-1

Volúmen del Cono.



$$\text{Tg } \theta = \frac{2 H}{D}$$

$$D = \frac{2 H}{\text{Tg } \theta}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula del diámetro obtenemos el valor del mismo.

$$D = 31 \text{ m.}$$

Calculando el volúmen del cono.

$$V_c = \frac{1}{12} \times \pi \times 12 \times 31^2 = 3,019 \text{ m}^3.$$

Toneladas de mineral que se pueden almacenar en un cono no son:

$$T_c = V_c \times \rho$$

Sustituyendo datos

$$T_c = 3,019 \times 2.2 = 6,626 \text{ Ton.}$$

Volúmen prisma.

Como no sabemos cuanto mide su longitud no podemos evaluar su volúmen, por lo cual procederemos de otra manera.

Las toneladas de mineral que se requieren almacenar en cada pila son igual a 114,264 Ton., si les restamos las que almacenaremos en el cono tendremos las que se deberán almacenar en el prisma.

$$T_p = 114,264 - 6,626 = 107,638 \text{ Ton.}$$

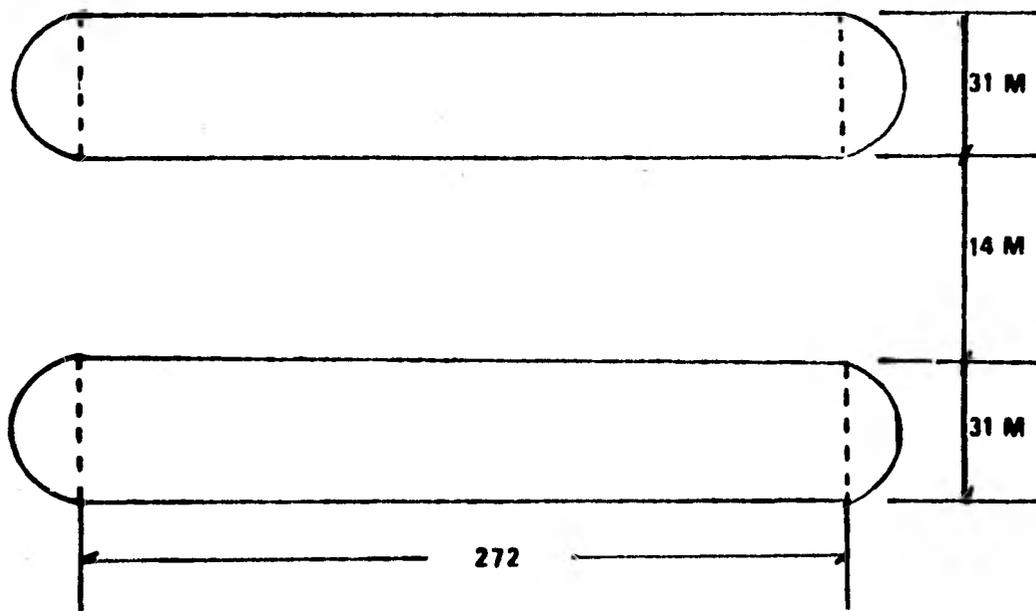


FIG. VI-2

Ahora tenemos que:

Volúmen que ocupará el mineral almacenado en el prisma es:

$$V_{pt} = T_p \div f$$

Sustituyendo datos y realizando la operación

$$V_{pt} = 48,926.4 \text{ M}^3.$$

Como

$$V_{pt} = \frac{H L D}{2}$$

despejando L tenemos

$$L = \frac{2 V_{pt}}{H D}$$

Sustituyendo datos

$$L = 272 \text{ M.}$$

VI.1.3.- Resumen.

$$H = 12 \text{ M.}$$

$$D = 31 \text{ M.}$$

$$L = 272 \text{ M.}$$

En la figura VI.2 presentamos el arreglo del patio -- considerando dos pilas de almacenamiento. A continuación --- plantearemos los tres arreglos posibles para el Sistema de Manejo y Distribución de Materiales en el patio.

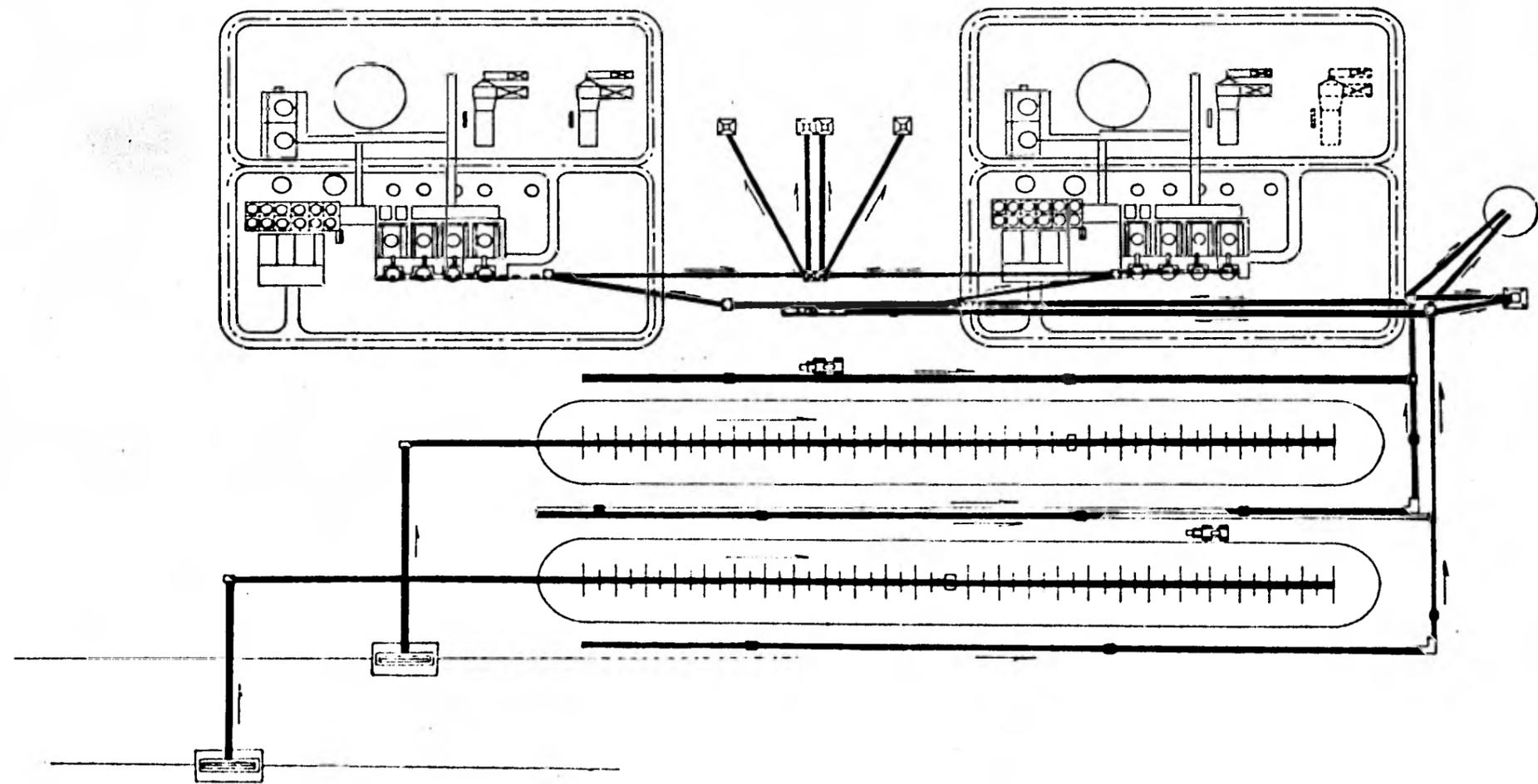
VI.2.- Planteamiento de las alternativas.

En términos generales las alternativas que plantea---

mos, para el manejo y distribución de material en el patio de mineral de las plantas de F.E., funcionan como sigue:

El mineral pelletizado se descargará de las góndolas en las cuales es transportado, por medio de dos volcadores de carros, este sistema se ha seleccionado básicamente en función del aspecto económico. Una vez que el mineral ha sido descargado a las tolvas del volcador, se transportará por medio de bandas hasta las pilas de almacenamiento correspondiente a cada volcador. El apilamiento se va a realizar dependiendo de la alternativa elegida, por medio de "Trippers" ó por una "Máquina Apiladora". De las pilas se recogerá el mineral por medio de Cargadores Frontales, los cuales de acuerdo con la experiencia obtenida en la planta, y con la literatura consultada, resulta ser el equipo idóneo para realizar ésta función en plantas de pequeña capacidad. Los cargadores descargan el mineral a unas tolvas viajeras, las que como su nombre lo dice viajan a lo largo de una banda colocándose en el sitio adecuado a donde está el Cargador recogiendo el mineral. Las bandas que reciben el mineral de las tolvas anteriores, se encargan de transportar al mismo hasta la criba correspondiente a cada planta.

Una vez que el mineral ha sido cribado se envía a las tolvas de consumo diario en la cual de acuerdo a la procedencia del mineral es la tolva donde se almacena. De estas tolvas, se envía a las tolvas de alimentación de cada uno de los Reactores. Una vez que los pélets se han reducido y convertido en fierro esponja se descarga a una banda transportadora, la que lo lleva a una tolva de transferencia desde don



U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES		
ARREGLO GENERAL		
TESIS	ESCALA: 1:1000	ALY. NO. 1
PROFESIONAL	FECHA: ABRIL 1988	

de se envía de acuerdo a su temperatura de salida, ya bien - sea al transportador de tablillas para su enfriamiento ó a - las tolvas de almacenamiento de fierro esponja.

VI.2.1.- Relación de los costos iniciales del equipo - a instalar para la primera alternativa.

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Volcador - de carros.</u>	1	\$ 25,000,000.00	\$ 25,000,000.00
<u>Transporta dor de ban da de 60 - cm. ancho.</u>	2503 M.	32,000.00/M.	80,096,000.00
<u>Transporta dor de ban da 76 cm.- ancho.</u>	495 M.	40,000.00/M.	19,800,000.00
<u>Tolva de - transferen cia.</u>	8	40,000.00	320,000.00
<u>Ducto de - transferen cia.</u>	2	50,000.00	100,000.00
<u>Tolva via- jera.</u>	10	100,000.00	1,000,000.00
<u>Tolva de - almacena- miento de- Pélets Cap. 400 Ton.</u>	4	2,400,000.00	9,600,000.00
<u>Tolva de al macenamien- to de F.E.- Cap. 400 -- Ton.</u>	4	2,400,000.00	9,600,000.00

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Tolva de almacenamiento de finos Cap. 200 -- Ton.</u>	2	\$ 1,200,000.00	\$ 2,400,000.00
<u>Descargadores de banda ---- (Trippers).</u>	5	500,000.00	2,500,000.00
<u>Cargadores -- Frontales.</u>	1	4,000,000.00	4,000,000.00
<u>Criba.</u>	1	900,000.00	900,000.00
<u>Alimentador de tablillas.</u>	10 M.	70,000.00/M.	700,000.00
<u>Transportador de tablillas.</u>	120 M.	70,000.00/M.	8,400,000.00
<u>Alimentador vibratorio.</u>	17	80,000.00	<u>1,360,000.00</u>
		Costo Total	\$165,776,000.00

VI.2.2.- Debido a que las alternativas presentan diferentes grados de utilización de las instalaciones existentes en la planta, cada una de ellas tendrá un ahorro en la inversión inicial requerida para cada una.

VI.2.3.- Relación del ahorro que se tiene en la inversión inicial al utilizar parte de las instalaciones existentes en la primer alternativa.

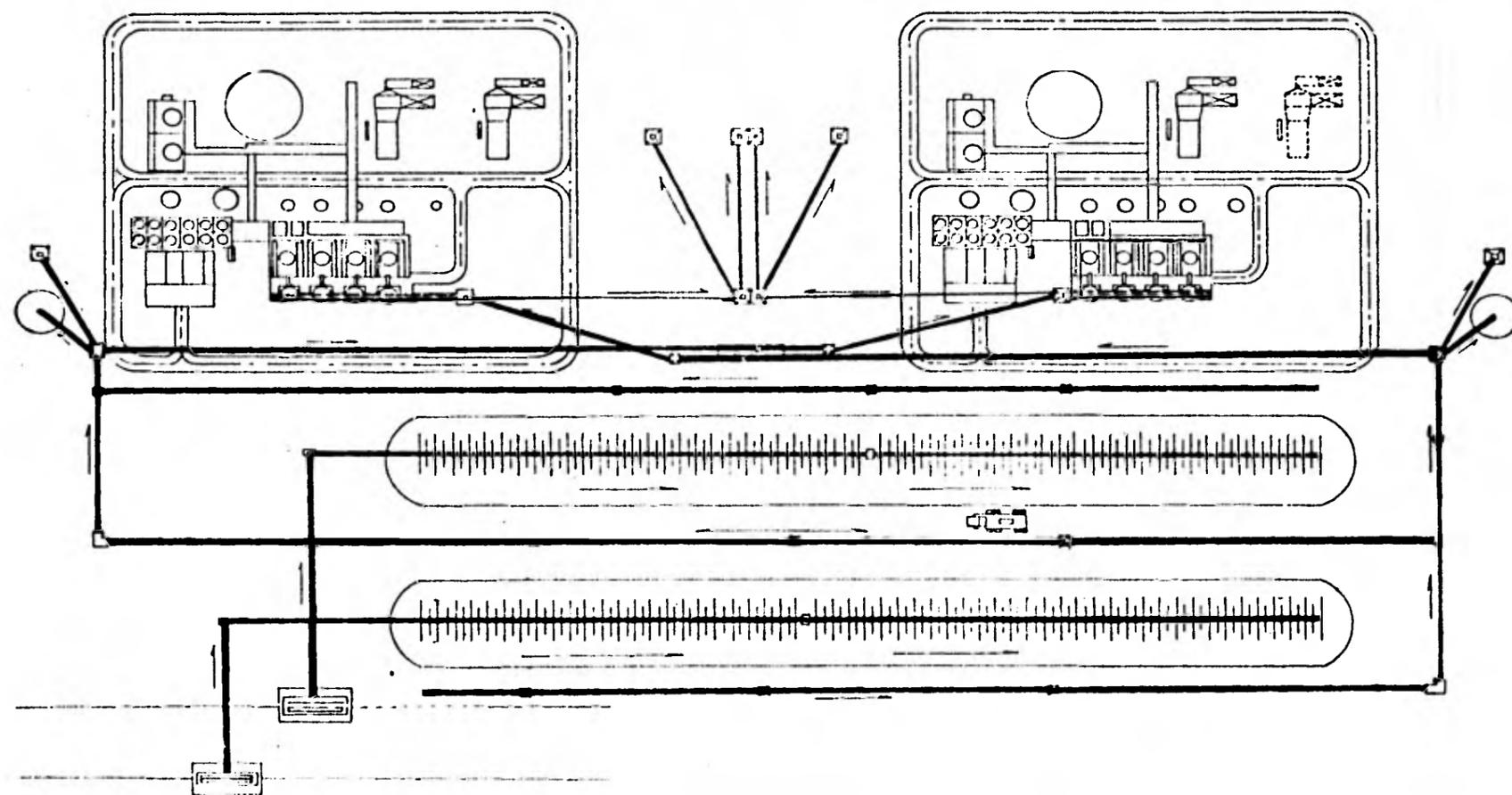
Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Volcador - de carros.</u>	1	\$ 25,000,000.00	\$25,000,000.00

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Transportador de banda 60 cm.-de ancho.</u>	98 M.	\$ 32,000.00	\$ 3,130,000.00
<u>Transportador de banda 76 cm.-de ancho.</u>	140 M.	40,000.00	5,600,000.00
<u>Tolva de transferencia.</u>	2	40,000.00	80,000.00
<u>Tolva viajera.</u>	2	100,000.00	200,000.00
<u>Cargador frontal.</u>	2	4,000,000.00	8,000,000.00
<u>Alimentador de tablillas.</u>	10 M.	70,000.00	700,000.00
<u>Criba.</u>	1	900,000.00	<u>900,000.00</u>
Ahorro de Inversión Inicial			\$43,616,000.00

VI.2.4.- Los costos anuales de operación y mantenimiento se estimaron para este sistema en \$ 15,479,974.00/año sin incluir depreciación y comprenden los conceptos que se enlistan a continuación:

Energía eléctrica	\$ 2,136,664.00/año
Mantenimiento	\$ 6,839,310.00
Personal de operación	<u>\$ 6,504,000.00</u>
Total	\$15,479,974.00

VI.2.5.- Relación de los costos del equipo a instalarse para la alternativa número dos.



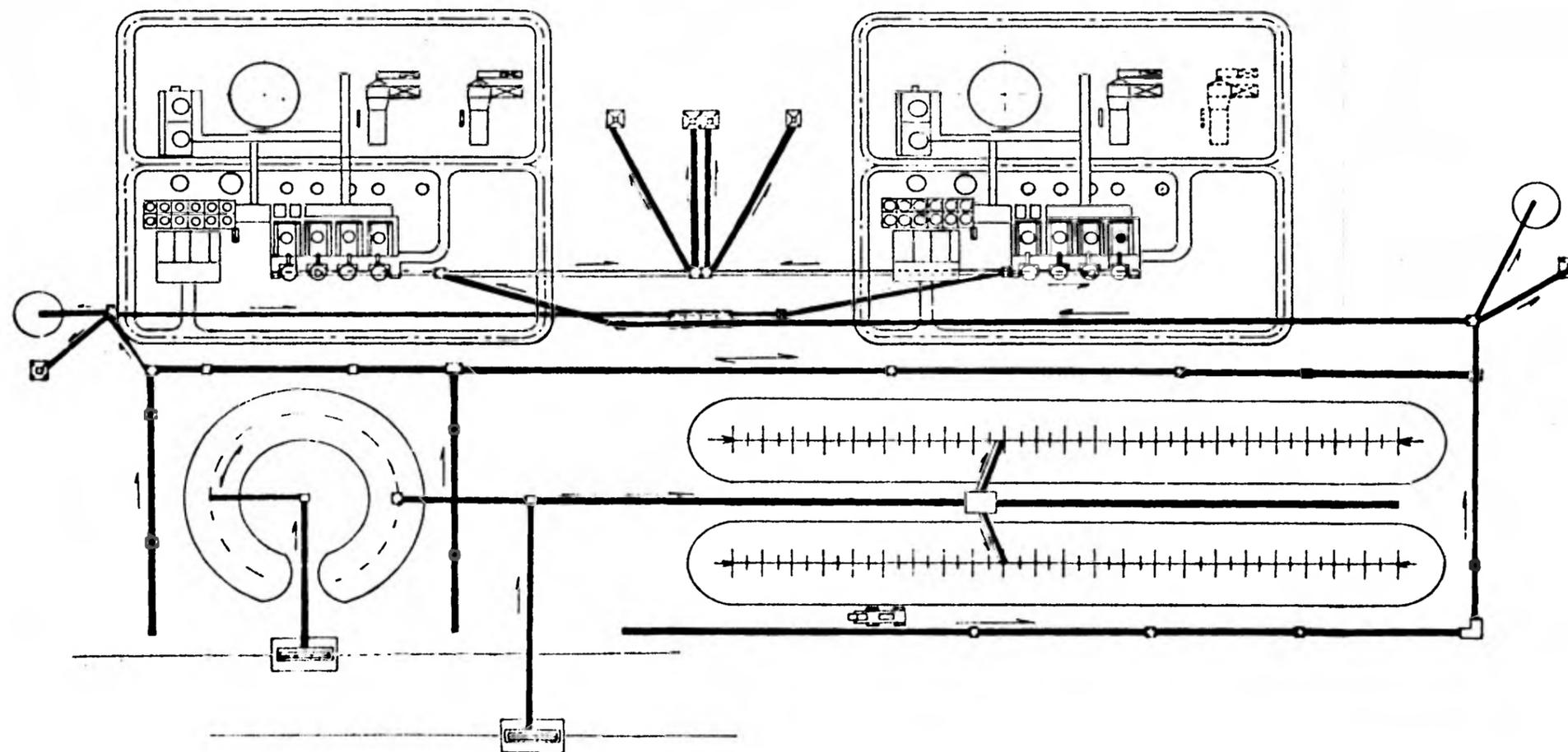
U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES		
ARREGLO GENERAL		
TESIS PROFESIONAL	ESC: 1:1000 FECHA: ABRIL DE 1980	ALT, N° 2

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Volcador - de carros.</u>	1	\$ 25,000,000.00	\$25,000,000.00
<u>Transportador de banda 60 cm.- de ancho.</u>	2100 M.	32,000.00/M.	67,200,000.00
<u>Transportador de banda 76 cm.- de ancho.</u>	460 M.	40,000.00/M.	24,160,000.00
<u>Tolva de - transferencia.</u>	10	40,000.00	400,000.00
<u>Ducto de - transferencia.</u>	2	50,000.00	100,000.00
<u>Tolva viajera.</u>	11	100,000.00	1,100,000.00
<u>Tolva de - almacenamiento de Pélets --- Cap. 400 - Ton.</u>	4	2,400,000.00	9,600,000.00
<u>Tolva de - almacenamiento de P.E. Cap.- 400 Ton.</u>	4	2,400,000.00	9,600,000.00
<u>Tolva de - almacenamiento de finos Cap. 400 Ton.</u>	1	2,400,000.00	2,400,000.00

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Descargadores de banda (Trippers).</u>	5	\$ 500,000.00	\$ 2,500,000.00
<u>Cargadores frontales.</u>	1	4,000,000.00	12,000,000.00
<u>Criba.</u>	1	900,000.00	900,000.00
<u>Alimentador de tablas.</u>	10 M.	70,000.00/M.	700,000.00
<u>Transportador de tablillas.</u>	120 M.	70,000.00/M.	8,400,000.00
<u>Alimentador vibratorio.</u>	17	80,000.00	<u>1,360,000.00</u>
		Costo Total	165,420,000.00

VI.2.6.- Relación del ahorro que se tiene en la inversión inicial al utilizar parte de las instalaciones existentes en la segunda alternativa.

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Volcador - de carros.</u>	1	\$ 25,000,000.00	\$ 25,000,000.00
<u>Transportador de banda 60 cm.- de ancho.</u>	55 M.	32,000.00/M.	1,780,000.00
<u>Transportador de banda 76 cm.- de ancho.</u>	140 M.	40,000.00/M.	5,600,000.00



U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES		
ARREGLO GENERAL		
TESIS	ESC: 1:1000	ALT. N° 3
PROFESIONAL	FECHA: ABRIL 1980	

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Tolva de - transferen cia.</u>	2	\$ 40,000.00	\$ 80,000.00
<u>Tolva via- jera.</u>	2	100,000.00	200,000.00
<u>Cargador - frontal.</u>	2	4,000,000.00	8,000,000.00
<u>Alimentador de tabli--- llas.</u>	10 M.	70,000.00	700,000.00
<u>Criba.</u>	1	450,000.00	<u>450,000.00</u>
Ahorro de Inversión Inicial			\$41,810,000.00

VI.2.7.- Los costos de operación estimados para este sistema son de \$ 15,256,427.00/año, sin incluir depreciación y comprenden los siguientes conceptos:

Energía eléctrica	\$ 1,981,457.00/año
Mantenimiento	\$ 6,770,970.00
Personal de operación	<u>\$ 6,504,000.00</u>
Total	\$15,256,427.00

VI.2.8.- Relación de los costos estimados del equipo a instalar para esta tercer alternativa.

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Volcador - de carros.</u>	1	\$ 25,000,000.00	\$ 25,000,000.00
<u>Transporta dor de ban da 90 cm.- de ancho.</u>	340 M.	48,000.00/M.	16,320,000.00

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Transportador de banda 60 cm.- de ancho.</u>	1740 M.	\$ 32,000.00/M.	\$55,680,000.00
<u>Transportador de banda 76 cm.- de ancho.</u>	460 M.	40,000.00/M.	24,160,000.00
<u>Tolva de - transferencia.</u>	12	40,000.00	480,000.00
<u>Ducto de - transferencia.</u>	1	50,000.00	50,000.00
<u>Tolva viajera Cap.- 6 Ton.</u>	8	100,000.00	800,000.00
<u>Tolva de - almacena-- miento de Pélets Cap. 400 Ton.</u>	4	2,400,000.00	9,600,000.00
<u>Tolva de al macenamien- to de F.E.- Cap. 400 -- Ton.</u>	4	2,400,000.00	9,600,000.00
<u>Tolva de al macenamien- to de finos Cap. 200 -- Ton.</u>	2	1,200,000.00	2,400,000.00
<u>Descargado- res de ban- da (Trip--- pers).</u>	3	500,000.00	1,500,000.00

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Cargadores frontales.</u>	1	\$ 4,000,000.00	\$ 12,000,000.00
<u>Criba.</u>	1	900,000.00	900,000.00
<u>Máquina Apiladora.</u>	1	40,000,000.00	40,000,000.00
<u>Alimentador de tablillas.</u>	10 M.	70,000.00/M.	700,000.00
<u>Transportador de tablillas.</u>	120 M.	70,000.00/M.	8,400,000.00
<u>Alimentador vibratorio.</u>	17	80,000.00	<u>1,360,000.00</u>
Costo Total			\$208,950,000.00

VI.2.9.- Relación del ahorro que se tiene en la inversión inicial al utilizar parte de las instalaciones existentes en la tercer alternativa.

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Volcador de carros.</u>	1	\$ 25,000,000.00	\$25,000,000.00
<u>Transportador de banda 60 cm.- de ancho.</u>	184 M.	32,000.00/M.	5,888,000.00
<u>Transportador de banda 76 cm.- de ancho.</u>	140 M.	40,000.00/M.	5,600,000.00
<u>Tolva de transferencia.</u>	2	40,000.00	80,000.00

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Parcial.
<u>Tolva via-</u> <u>jera.</u>	2	\$ 100,000.00	\$ 200,000.00
<u>Cargador -</u> <u>frontal.</u>	2	4,000,000.00	\$ 8,000,000.00
<u>Alimentador</u> <u>de tabli---</u> <u>llas.</u>	10 M.	70,000.00	700,000.00
<u>Criba.</u>	1	900,000.00	900,000.00
<u>Movimiento</u> <u>de mineral</u> <u>para despe</u> <u>jar el área</u> <u>que ocupa -</u> <u>el patio.</u>	79,460 Ton.	3,357.25	<u>1,906,618.00</u>
Ahorro de Inversión Inicial			\$ 48,274,618.00

VI.2.10.- Los costos de operación estimados para este sistema, son de \$ 15,333,454.00/año, y comprenden los si---
guientes conceptos:

Energía eléctrica	\$ 1,923,964.00/año
Mantenimiento	\$ 6,617,490.00
Personal de operación	<u>\$ 6,792,000.00</u>
Total	\$15,333,454.00

VI.3.- Evaluación de las alternativas.

Aparte de las diferencias en los costos iniciales y los de operación que se observan entre las alternativas consideradas, hay otros aspectos en cada una de ellas que representan ventajas y desventajas de una con respecto a la otra,

que merecen tomarse en cuenta y son los siguientes:

A) Confiabilidad del sistema.

Entendiendo por confiabilidad la mayor ó menor seguridad en cuanto a que las operaciones de manejo y distribución tendrán un mínimo de interrupciones, podemos afirmar que --- cualquiera de las alternativas presentadas cumple satisfactoriamente con este requisito, por lo que, no podemos tomarlo como punto de comparación de una con respecto a la otra, y de éste modo ir obteniendo sus ventajas y desventajas.

B) Eficiencia.

Ya que la eficiencia de nuestro sistema la hemos fundamentado en el número de manipulaciones o pasos de manejo y distribución por los que tienen que pasar los materiales, tenemos que las alternativas uno y dos, son las que presentan menos etapas de posible degradación para los materiales, por lo cual son las que ofrecen mayor eficiencia.

C) Facilidad de adquisición en el mercado nacional el equipo que va a utilizar cada alternativa.

Si examinamos las relaciones de equipo que hemos dado en secciones anteriores para cada una de las alternativas, - podremos darnos cuenta que prácticamente los tres arreglos - que proponemos utilizarán el mismo tipo de equipo, únicamente la alternativa número tres, es la que presentaría dificultades para la adquisición de su máquina aviladora, ya que ésta tiene que ser de importación y por lo consiguiente una falla de ésta máquina nos saldrá demasiado costosa, no ocu---

rriendo ésto con los "Trippers", que será el equipo que realice la tarea de apilamiento en las otras dos alternativas.

D) Contaminación de las plantas por los finos desprendidos durante el manejo y distribución de los materiales.

Las alternativas uno y tres, son las que tendrán un mayor grado de contaminación sobre las áreas ocupadas por las plantas, en cambio la número dos, es la que menos contaminará; la medida en que una contamine más que las otras está en función de la distribución que estamos proponiendo para el equipo con que contará cada una de ellas, y de la forma en que soplan los vientos predominantes en el lugar de la localización de las plantas.

E) Mayor utilización de equipo e instalaciones existentes.

Definitivamente, la alternativa que hace uso en mayor proporción del equipo e instalaciones existentes, es la número tres ya que las dos restantes prácticamente modifican todo el sistema que existe actualmente.

VI.3.1.- Resumen de los costos y ahorros obtenidos para cada alternativa.

Alternativa I

Costo inicial - - - - -	\$ 165,776,000.00
Ahorro de inversión inicial	\$ 43,616,000.00
Costo de operación y mantenimiento - - - - -	\$ 15,479,974.00/año

Alternativa II

Costo inicial - - - - -	\$ 165,420,000.00
Ahorro de inversión inicial	\$ 41,810,000.00
Costo de operación y mantenimiento. - - - - -	15,256,427.00/año

Alternativa III

Costo inicial - - - - -	\$ 208,950,000.00
Ahorro de inversión inicial	\$ 48,274,618.00
Costo de operación y mantenimiento. - - - - -	\$ 15,333,454.00/año

De las cifras arriba presentadas, nos podemos dar --- cuenta que la alternativa número tres es la más costosa; con dicción, que es más que suficiente para descartarla como una posible solución de nuestro sistema.

VI.4.- Conclusiones.

Por lo que concierne a las dos alternativas restan--- tes, la elección de una de ellas en cuanto al aspecto econó--- mico no se presenta bien definida, por lo que, para tomar -- una decisión haremos uso de los aspectos técnicos, enumera--- dos en incisos anteriores.

Revisando cada una de las consideraciones de índole - técnica para las alternativas uno y dos, tenemos lo siemien--- te:

A) La confiabilidad, eficiencia y facilidad de locali--- zación del equipo, son ventajas que tienen por igual las dos alternativas.

B) La contaminación de las plantas originada por el -
desprendimiento de los finos, es una desventaja que presenta
la alternativa uno, en cambio la alternativa dos la tiene co
mo una ventaja.

De los dos puntos anteriores, inferimos que la alter-
nativa dos es la que presenta la mejor solución para nuestro
sistema, y por lo mismo, es la que hemos seleccionado, ya --
que tiene a su favor el evitar la contaminación de las plan-
tas, el cual es un problema muy grande en la actualidad.

Con respecto a la conclusión anterior estamos seguros
que su elección quedará confirmada, cuando ella se lleve a -
la práctica, o sea, la adaptación de ella en las plantas de-
F.E., porque podemos decir que "La práctica es el juez supre
mo de la teoría".

BIBLIOGRAFIA

John R. Immer.

Manejo de Materiales.
2^a Edición Editorial Hispano
Europa (1971).

David A. Day

Maquinaria para Construcción.
1ra. Edición Editorial Limusa S.A.
(1978).

Annual Book of ASTM Standards

Part 32
Standard Method of
Tumbler Test for Iron Ore
Pellets and sinter. E 279-69

Annual Book of ASTM Standards

Part 30
Terms Relating Density and
Specific Gravity of Solids, Liquids,
and Gases. E 12-61 T

José de Jesús Orozco G.

Abastecimiento Industrial.
Técnic profesional
Fac. de Ingeniería UNAM (1971).

Fernando Domínguez Pomier.

Elaboración de Hierro Primario
por Reducción Directa con Gas
Reformado. Proceso HYL.
Tesis profesional
Fac. de Ingeniería U.V. (1973).

John H. Perry.

Manual del Ingeniero Químico.
3ra. Edición UTEHA.
(1966).

Lionel S. Marks.

Mechanical Engineers' Handbook.
Sixth Edition.

Gabriel S. Ablonczy

Walter H. Nahas

Guillermo A. Blacker

Factores que influncian la
selección de procesos de R.D.
en América Latina.
Congreso ILAPA - Miniplantas
Buenos Aires, Argentina.

Raimonds Sukurs.

Tecnología de las canchas de
almacenaje.
Congreso ILAPA - Carbón
Bogotá, Colombia.

Roberto Pelaéz Sas

**Materias primas utilizadas
en TAMSA en su planta de P.E.
Segunda Conferencia Interna--
cional de Licenciarios HYL.
Manzanillo, Colima. México.**

Catálogos

Goodrich Euzkadi

Barber Green

Stephens Adamson.

