



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

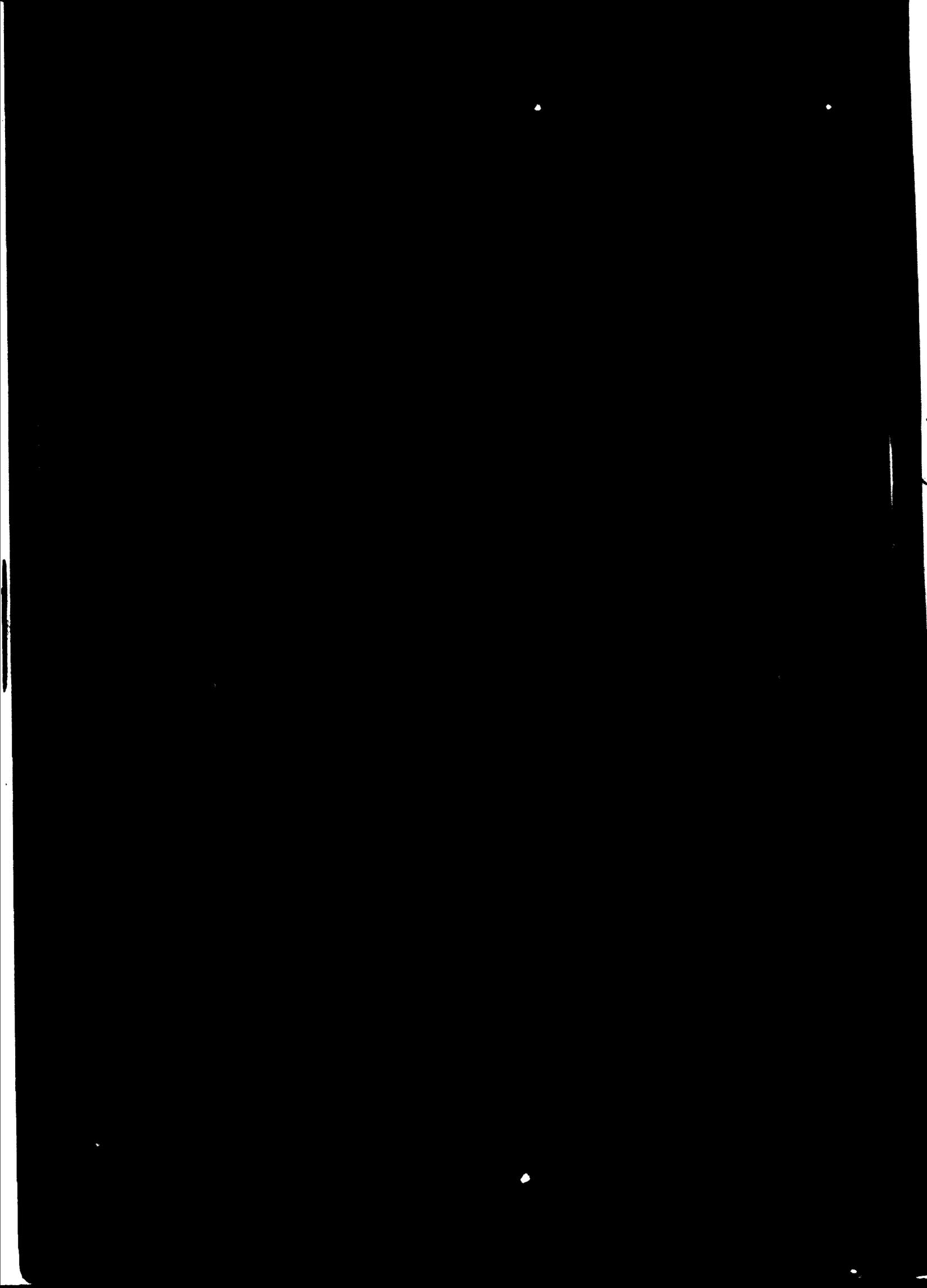
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



07047

Distr. RESERVADA

UNIDO/TCD.407

24 enero 1975

ESPAÑOL

Original: INGLES

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA  
EL DESARROLLO INDUSTRIAL

(R) INFORME FINAL SOBRE UNA FABRICA DE PULPA  
Y PAPEL A PARTIR DE BAGAZO.

GUABIRA - SANTA CRUZ,  
BOLIVIA. (1975).

(IS/BOL/74/002)

por

Franz J. Reitter

Experto de la Organización de las Naciones Unidas  
para el Desarrollo Industrial

Primera misión: FEBRERO-MARZO 1974

Segunda misión: SEPTIEMBRE 1974

*Technical*

PRIMERA MISION

Indice

	<u>Página</u>
1. Introducción y plan de trabajo	1
2. Observaciones técnicas sobre el equipo de la fábrica de pulpa propuesta	2
3. Observaciones técnicas sobre el <u>equipo</u> de la fábrica de papel propuesta	11
4. Proyecto de propuesta para las garantías de calidad, <u>cantidad</u> y consumo	12
5. Comparación de los equipos de desmedulado y dibujos de desmeduladores	16
6. Diagramas de la fábrica de pulpa de bagazo	22 - 32

*/diagram/s*

*(/specificat. of sy. mentioned in end / raw material/s)*

*/choice of technology<sup>2</sup>/*

## 1. Introducción

Durante el año 1973, la Corporación Boliviana de Fomento (que en adelante se denominará CBF) pidió licitaciones para una fábrica que debía producir 25.000 toneladas métricas de papel a partir de bagazo y pulpa de madera de fibras largas impregnada. De las tres ofertas recibidas, la Junta de Alcaldes eligió, en enero de 1974, a un Consorcio argentino-mexicano para proporcionar la planta propuesta sobre una base "llave en mano".

El contrato abarca toda la maquinaria y equipo para una fábrica integrada de pulpa y papel. La tecnología se basa en el proceso GUSI que utiliza la soda para la digestión, pero sin recuperación de los productos químicos de coacción.

La mitad aproximadamente de la producción ha de ser papel para periódicos con un 85% de pulpa de bagazo semiblanqueada y semiquímica; la otra mitad de la producción será principalmente papel de escribir y de imprenta con la misma mezcla de pulpa de bagazo. Como puede verse por el programa de producción, la fábrica de pulpa servirá para diversos fines, a saber, la producción de pulpa semiquímica y de pulpa química a partir de bagazo.

El bagazo se tomará de la planta azucarera estatal de Guabirá, situada cerca de Santa Cruz. La fábrica de pulpa y papel se ubicará junto a dicha planta. La viabilidad del proyecto se basa en el hecho de que a unos 30 kilómetros del lugar de la fábrica se dispondrá de gas natural a muy bajo precio.

Para más detalles, recomiendo ver el informe del Sr. Glisbey, experto de la ONUDI (IS/BOL/73/604), que prestó asistencia a la CBF en La Paz, durante dos meses a finales de 1973, para evaluar el proyecto y las ofertas recibidas.

Durante mi visita a Lima, el 11 de febrero, en compañía del Sr. Aselman, funcionario extrasede de la ONUDI en dicha ciudad, se me pidió que fuera a La Paz para ayudar a la CBF durante las negociaciones del contrato con el Consorcio elegido.

Me dirigí a Lima y de allí a La Paz el 12 de febrero y al día siguiente mantuve una conversación con el Sr. Pascoe, funcionario de la ONUDI en La Paz.

El Sr. Pascoe me propuso que hablara inmediatamente con el Sr. Brosovic de la CBF; durante mi visita, propuse que la CBF entablara discusiones técnicas con el Consorcio de la Argentina, y el Sr. Brosovic me pidió que asistiera como consultor.

En primer lugar, habfa que discutir y fijar las posibilidades de suministros. Recibí una copia de la especificación técnica de las máquinas de la fábrica de pulpa, que habfa ofrecido Bufete Industrial, de México, junto con siete gráficos en los que se describe el llamado proceso CUSI.

Más adelante, se discutieron también las especificaciones técnicas de la fábrica de papel, propuestas por Talleres Coghlan, Buenos Aires.

Para mis conversaciones en la Argentina, la CBF me entregó, además, el estudio de viabilidad que habfa sido realizado por Peadoo y que habfa servido de base para el pliego de condiciones de este proyecto.

El resultado de mis conversaciones técnicas, del 13 al 16 de febrero, fue que la concepción técnica de Bufete Industrial no satisfacfa en algunos puntos las condiciones de Santa Cruz; oseo que será necesario celebrar nuevas conversaciones con Bufete CUSI. Convenimos en proseguir nuestras conversaciones con el Sr. Suárez, de CUSI, y con el Consorcio, en la semana del 18 al 21 de febrero, en Buenos Aires, adonde yo tenfa que ir de todos modos para otro asunto. Las conversaciones con el Sr. Suárez, con Ferrostaal Argentina y con Talleres Coghlan dieron lugar a un acuerdo, y yo preparé el último día cuatro diagramas de circulación que adjunto. En ellos se muestra la nueva concepción para la fábrica de pulpa de bagazo en Guabirá. A continuación, deseo dar algunas explicaciones técnicas a este respecto:

## 2. Observaciones técnicas sobre el equipo de la fábrica de pulpa propuesta

### 2.1 Desmedulado en húmedo

El Consorcio no proponfa el desmedulado en húmedo. Como hay una planta azucarera contigua a la fábrica de pulpa, será más económico y ventajoso desmedular el bagazo bruto en húmedo en la planta azucarera, devolviendo a las calderas el 30% aproximadamente. El Consorcio escogerá a estos efectos un desmedulador en húmedo adecuado.

A petición del Sr. Brosvio, adjuntaré una comparación entre los desmeduladores que existen actualmente en el mercado.

Recomiendo para el desmedulado en húmedo las máquinas de Peadoo, aunque estimo conveniente utilizar máquinas CUSI para el desmedulado en mojado.

## 2.2 Almacenamiento del bagazo

La fábrica de pulpa sólo recibirá el bagazo directamente de la planta azucarera durante unos 150 días, por lo que tendrá que almacenar la producción de bagazo de unos 200 días.

Creo que el bagazo se almacenará con un contenido de humedad del 50% aproximadamente. La alimentación se hará por medios mecánicos; se calcularán más detalles tan pronto como se sepa de qué máquinas se dispone.

Se proyectó una visita a Santa Cruz, pero no se realizó porque no nos fue posible conseguir los billetes de avión.

El Sr. Broscio me pidió, además, que diera mi opinión sobre métodos de almacenamiento del bagazo; en especial, tenía que examinar la cuestión de si sería conveniente utilizar el método Ritter, que se ha aplicado con éxito en Ledesma (Argentina).

La disponibilidad de bagazo está estrechamente relacionada con las operaciones de control de la planta de azúcar de caña. Es muy importante considerar la disponibilidad desde el punto de vista del suministro, es decir, considerando los meses del año que dura la recolección de la caña de azúcar y el proceso de extracción del jugo. Esta disponibilidad es muy distinta en los diversos países y depende principalmente de la situación geográfica y del clima.

De ordinario, la recolección de la caña de azúcar dura tres meses en Cuba y Venezuela, cinco en México, Argentina y Brasil, seis en Ecuador, de ocho a diez en Hawái y Colombia, mientras que en el Perú puede recolectarse caña de azúcar durante todo el año; si bien, a efectos de mantenimiento de la maquinaria, ahí sólo trabajan durante once meses.

Por esta razón, el bagazo que ha de utilizarse para la producción de pulpa y papel, cartones de fibra y paneles acústicos en fábricas que trabajan durante todo el año, tiene que almacenarse durante el resto del año, salvo en Perú, donde prácticamente sólo se mantienen reservas para un mes. El almacenamiento puede realizarse cerca de la planta azucarera o de la fábrica de pulpa, antes o después del primer desmedulado.

Estas consideraciones influyen en el costo final del bagazo, ya que hay que mencionar que todo tipo de almacenamiento constituye una pérdida del mismo. Por ello es necesario conocer más en detalle los elementos que entraña cada método, a fin de hallar el más fácil de adaptar a las condiciones locales, para lo cual hay que tener en cuenta el almacenamiento del bagazo, así como su

manipulación, preservación y desmedulado. La experiencia ha mostrado que cualquiera que sea el método de almacenamiento que se utilice, es recomendable, desde el punto de vista económico, retirar la mayor parte posible de la médula (parenquima) antes del almacenamiento o del transporte. Esto reducirá los gastos de transporte y de almacenamiento del bagazo entre el 25 y el 35%, que equivale al peso que puede retirarse en la operación de desmedulado y que se utiliza como combustible en las calderas de la planta azucarera. Huelga decir que un comprador de bagazo no paga la médula retirable, con lo que puede darse el valor real del bagazo desmedulado que se utilizará para transformarlo en pulpa y papel.

El bagazo tiene que almacenarse por las razones antes mencionadas. Hay que tener en cuenta que este material contiene un alto grado de humedad y es de baja densidad. Hay parámetros que deben considerarse al escoger el sistema de almacenamiento.

Hay que tener en cuenta también otras consideraciones y hechos:

- El peligro de incendio por combustión espontánea del bagazo cuando se almacena en grandes cantidades y en un solo lugar.
- El costo de operación del empaque incluido el alambre necesario.
- La necesidad de retirar el bagazo lo antes posible de la planta azucarera para evitar interferencias con la operación normal.
- La necesidad de almacenar y preservar el bagazo en condiciones homogéneas, para evitar pérdidas (que podrían ser mínimas) y mantener la calidad uniforme del bagazo.
- El transporte, desde la planta azucarera a la fábrica de pulpa, en el menor tiempo posible, del gran volumen que representa el bagazo que hay que almacenar.
- La necesidad de una gran cantidad de mano de obra para manipular y almacenar las pacas de bagazo.

Durante el tiempo de almacenamiento, el bagazo es atacado por hongos y bacterias por razones aeróbicas o anaeróbicas.

El ataque aeróbico se debe a la fermentación del azúcar residual, convertido en alcohol por la acción del fermento, y su ulterior transformación en ácido acético. Se forman también otros ácidos, como el ácido láctico, y varios enzimas que atacan las paredes celulares de la fibra y la médula.

La fibra es atacada mayormente por hongos y moho, pero como la médula tiene una mayor superficie expuesta y sus paredes son más delgadas, sufre más rápidamente por este ataque. Sin embargo, el ataque, si es demasiado

prolongado, puede degradar la fibra. La extensión de la reacción o el ataque es una cuestión de tiempo, temperatura y humedad, y este último factor es el que requiere más atención.

Las pérdidas que puede producir el ataque de hongos y la acción aeróbica pueden situarse entre el 8 y el 30%, según la rapidez con que desaparezca la humedad en el bagazo almacenado, la humedad final y el tiempo de almacenamiento.

Puesto que, como se ha indicado anteriormente, el ataque es mayor sobre la médula y la fibra, las pérdidas serán mayores si se almacena el bagazo entero en lugar de desmedulado.

Si el almacenamiento se hace a granel, impregnando el bagazo con agua para impedir que el aire entre en contacto con él fuera de la parte superficial de la pila, la fermentación del azúcar y otras reacciones químicas se producen bajo el efecto anaeróbico, cuyos ataques son mucho más leves. Sólo en la superficie, ocurren ciertos ataques aeróbicos que pueden penetrar algunas pulgadas y ocasionar altas pérdidas, que pueden alcanzar hasta el 50%, pero quedan limitadas a estas zonas y sólo afectan a una parte de la pila almacenada.

#### SISTEMA RITTER

Entre los métodos más populares de almacenamiento a granel cabe mencionar el proceso Ritter, que consiste en el almacenamiento en mojado y fue ensayado por primera vez en Ngoye (Sudáfrica).

El proceso Ritter funciona del modo siguiente: el bagazo se transporta por una cinta y se descarga en un canal donde se mezcla con una solución de licor biológico, que produce una dilución al 3% de consistencia, la cual después se bombea a un sistema de elevación que permite la descarga libre en la zona de almacenamiento. Se forma una capa de fibra en el piso de cemento que sirve para el drenaje del licor biológico para su utilización ulterior. A medida que se llena el lugar de almacenamiento, se forman nuevas capas de fibra que actúan como filtros y permiten alcanzar pilas de 18 metros de altura.

El piso de la zona de almacenamiento es de cemento cubierto por una capa de resina epóxica, o en algunos casos de asfalto, aunque este material acarrea problemas en la producción de pulpa y papel.

El proceso está protegido en los Estados Unidos por la Patente Núm. 2.969.444, que, además del equipo necesario, incluye el modo de preparar el licor biológico. En la producción del licor se utilizan melazas de azúcar como elemento de nutrición y también leche fresca para la generación del lactobacilo necesario.

Este método se recomienda porque ofrece diversas ventajas que se indicarán a continuación:

- Eliminación de las pacas, lo que supone costos de almacenamiento más bajos.
- Eliminación del peligro de incendio, lo que reduce las primas de seguros.
- Eliminación del peligro de "bagazosis", ya que no hay polvo.
- Reducción de los costos de transporte y de la mano de obra.
- Menos consumo de productos químicos en la digestión y blanqueo.
- Excelente método para preservar el bagazo, con pérdidas de fibra de menos del 10%, de las cuales el 5 ó 6% representan pérdidas en azúcar residual.
- Menos espacio de almacenamiento, ya que puede perfectamente comprimirse el bagazo y pueden formarse pilas de 18 metros.
- El clima no influye en el almacenamiento cuando se utiliza el método Ritter.
- El bagazo resultante es muy blanco y la médula se suelta y puede retirarse muy fácilmente con el método de drenaje o desmedulado y sale como fibra sumamente limpia, relativamente libre de médula y fino.
- La fibra recibe con más uniformidad el licor de coacción y tiende a producir pulpa de calidad más uniforme que en los casos de almacenamiento en seco, sin tener que pasar por una impregnación previa.

Al mismo tiempo, pueden registrarse algunos inconvenientes, que han de tenerse en cuenta antes de escoger este método de almacenamiento:

- Tendencia a que el ácido láctico ataque al piso de cemento, lo que constituye un problema grave en la manipulación del bagazo que ha de utilizarse en la planta.
- Se requiere un piso pavimentado de elevado costo de inversión.
- Por el sistema de distribución se produce una superficie que no se puede utilizar con equipo móvil (acarreo frontal).
- Requiere una elevada inversión en equipo de bombas, preparación del licor biológico y distribución de la suspensión.

#### Otros métodos de almacenamiento

Otro método de almacenamiento en mojado es el que se utiliza en Puerto Rico, donde emplean sólo agua como licor. El bagazo se suspende en agua hasta una consistencia de 2,5%, y el agua para el almacenamiento se bombea mediante tubos de aluminio de 8 pulgadas y 28 pies de largo. La zona de almacenamiento no está pavimentada sino sólo compactada y mide 120 x 225 metros y 9 de altura, lo que permite un almacenamiento de unas 40.000 toneladas de bagazo.

El apilamiento se hace mediante un transportador frontal y un bulldozer, con lo que se obtiene la principal ventaja de este método de almacenamiento: la compresión.<sup>1</sup> Cuanto más compacta es la pila, menos agua se necesita para mantener la temperatura controlada.<sup>1</sup>

Se descubrió que era mejor no volver a utilizar el agua, ya que produce malos olores cuando no se cambia, y una serie de obstrucciones perturban el sistema de bombeo. Se considera también conveniente mantener la pila lo más húmeda posible, por lo cual se la moja con aspersoras durante las 24 horas del día y los siete días de la semana, ya llueva o no en la zona.<sup>1</sup> No se recomienda el uso de agua clorizada. El pH del agua de drenaje se controla cada día y tiene que estar en estado neutro.<sup>1</sup>

Este método no se considera como el mejor, pero es suficiente para lo que se pretende y reduce los costos, ya que necesita muy poco personal y ofrece las siguientes ventajas:

- No hay problema de "bagazosis"
- No hay peligro de incendio.<sup>1</sup>
- Es mayor la eficiencia de la digestión.
- Es menor el consumo de productos químicos.
- Es menor el consumo de vapor en la digestión.<sup>1</sup>
- Hay menos sólidos en el drenaje de la fábrica.<sup>1</sup>
- Es mejor la calidad del producto.

Otro método en mojado utiliza como elemento de suspensión el licor negro procedente de la digestión, sobre todo cuando no hay planta de recuperación.<sup>1</sup> La ventaja de este método es bastante dudosa, ya que sólo incide en el pH del bagazo almacenado y evita cierto grado de contaminación de los efluentes.<sup>1</sup> Como inconveniente principal puede citarse una reprecipitación de la lignina en la fibra, lo que requiere un mayor consumo de productos químicos en la digestión y tiende a oscurecer el bagazo, por lo que no es recomendable para la producción de pulpa blanqueada.

El almacenamiento a granel en mojado, es decir, de bagazo con un 50% de humedad, se realiza principalmente en la fábrica de Valentine Pulp and Paper Co. de Lookport, La. (Estados Unidos) y consiste en almacenar en grandes montones sin necesidad de añadir ningún producto ni realizar ningún tratamiento previo fuera del desmedulado.<sup>1</sup> Los montones tienen una altura de 20 metros y se extienden a todo lo largo del sistema de correa transportadora, lo que permite mover el vertedor para formar un montón en forma anular.<sup>1</sup>

La firma Valentine Pulp and Paper informó que la zona exterior de unos 4 pies de profundidad sufre graves daños, pero forma una capa protectora sobre el resto de la pila creando condiciones anaeróbicas en el interior. Informó también que las pérdidas son aproximadamente del 5 al 10% del bagazo almacenado, si bien, considerando las pérdidas de peso debido a la solubilidad en agua del azúcar y otras sustancias llega hasta el 15 ó el 20% del peso total seco.

Este método ha proporcionado grandes ventajas a Valentine en lo que respecta a los costos de almacenamiento, menores pérdidas de fibra, mayor uniformidad del bagazo que se envía a la fábrica de pulpa, mejor calidad y mayor uniformidad de la pulpa.

Según lo convenido con el Sr. Brosowic, pediré a la compañía ISEGA de Francfort que presente una oferta detallada de procesos de almacenamiento a la CBF de La Paz.

Una condición muy importante es que el lugar del almacenamiento esté terminado a tiempo para poder almacenar el bagazo de la última recolección antes que empiece a funcionar la fábrica.

### 2.3 Desmedulado en mojado y lavado del bagazo

Discutimos el sistema CUSI con el Sr. Suárez. Como el bagazo se almacenará antes de ser desmedulado, será más ventajoso instalar la última fase de lavado frente a la fábrica de pulpa. La proporción relativamente baja de médula y finos no debe quemarse en las calderas, ya que están mojados y contienen una gran cantidad de suciedad.

Con esta ubicación se conseguirá también que el bagazo llegue limpio a la digestión, ya que cualquier producto de fermentación que se forme durante el almacenamiento se eliminará al lavar el bagazo. De aquí se seguirá un bajo consumo de NaOH, lo cual es importante en este caso, ya que la fábrica de Quabirá no tendrá ninguna planta de recuperación de los productos químicos.

El desmedulado en mojado que ha propuesto CUSI y que yo vi en México parece ofrecer ventajas también para Bolivia.

El bagazo lavado debe escurrirse mediante norias inclinadas de desagüe. El NaOH se suministrará en forma sólida, lo que permitirá graduar a voluntad la concentración del licor de cocción.

#### 2.4 Impregnación

El diagrama indica que una bomba de alta densidad bombeará el bagazo a través de una torre. Este es el método más ventajoso y fácil, y todo su equipo e instalaciones han de montarse al exterior. El bagazo, después de la impregnación, se deshidratará hasta una sequedad del 15% de consistencia.

#### 2.5 Digestión

En el presente caso, debe utilizarse un digestor horizontal con las siguientes dimensiones y datos:

Diámetro del transportador de tornillo: 21"

Tiempo máximo de cocción: 20'

Temperatura máxima de cocción: 180°C

Presión máxima de cocción: 12 atmósferas

Diámetro del tubo: 45"

Longitud del tubo: 2 x 30'

Relación sólido licor: 1:2,8

A este respecto, el Consorcio propuso construir el digestor bajo licencia de Escher Wyss en Argentina, lo cual seguramente no presentará ninguna dificultad, ya que se ha hecho antes, por ejemplo, en México y Brasil.

#### 2.6 Fraccionamiento

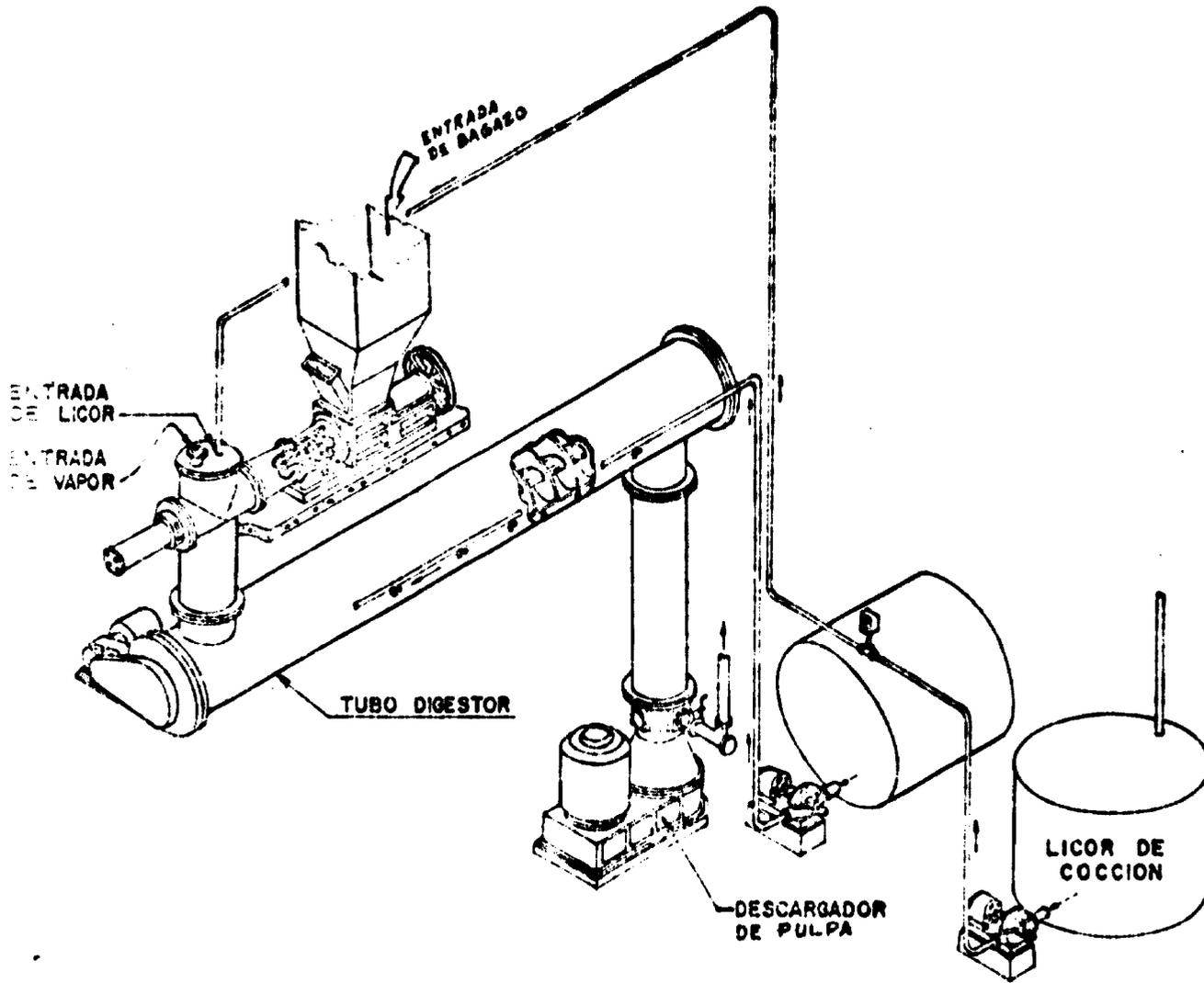
Habida cuenta de la pequeña ventaja de calentar las fibras bastas, acordamos utilizar un refinador normal de discos doble en lugar de un tubo de vaporización con transportador de tornillo y válvula de seguridad.

#### 2.7 Lavado, tamizado y blanqueo

Las máquinas para esta sección se han tomado, sin cambios importantes, de la primera oferta de Ferrostaal Argentina. A fin de obtener una pulpa lo más limpia posible, se proyecta construir la planta de lavado después de la de blanqueo.

Además, no creo ventajoso instalar cuatro torres de blanqueo, como propone Bufete, si se utilizan tres fases de blanqueo como máximo. Es perfectamente posible utilizar la segunda torre de blanqueo tanto para la extracción de NaOH para pulpa química como para hipoblanqueo de la pulpa semiquímica.

Se acordó instalar una bomba de alta densidad, como propone el Consorcio, porque esto permitirá una construcción sencilla del edificio.



3. Observaciones técnicas sobre el equipo de la propuesta fábrica de papel

3.1 Preparación de existencias

La capacidad para pulpa de fibras largas se elevó de 15 a 34 toneladas por 24 horas, para poder producir también papel de empaque con el 40% de pulpa de fibra larga.

3.2 Máquinas para papel

La cantidad de producción que ha de garantizarse se fijó en:

- 77 toneladas métricas de papel para periódico, enrollado, 52 grs/qm con el 10% de pulpa de fibra larga, 5% de relleno, 6% de H<sub>2</sub>O, por 24 horas;
- 77 toneladas métricas de papel de escribir y de imprenta acabado, 58 grs/qm con el 10% de pulpa de fibra larga, 5% de relleno y 6% de H<sub>2</sub>O, por 24 horas.

De estas cifras se deduce una velocidad de trabajo de las máquinas para papel de más de 300 m/minuto. Más aún, el cliente mencionó en el pliego de licitación su intención de elevar la producción de 24.000 a 30.000 toneladas por año.

Por esto, estimo necesario cambiar la construcción de las máquinas a fin de alcanzar una velocidad de trabajo de al menos 500 m/minuto o más, y no limitar la capacidad máxima a 370 m/minuto como proponía el Consorcio. Talleres Coghlan confirmó que aceptaba mi propuesta.

La sección prensa de la máquina para papel consta de prensas de embutidores abiertos, lo cual no corresponde al estado actual de la técnica.

A este respecto, hay que indicar una vez más que el papel para periódico a partir de bagazo tiene poca resistencia inicial en estado húmedo. Por tanto, sólo hay dos posibilidades, a saber, elevar el porcentaje de pulpa de fibra larga o utilizar una prensa moderna sin embutidores abiertos. Con esto se conseguirá que, más adelante, se pueda producir más papel para periódico a velocidad más elevada y que el personal pueda manejar satisfactoriamente la máquina desde el principio, aunque no tenga aún una experiencia adecuada.

Sé que Escher Wyss ha suministrado ya máquinas para papel que vendrían bien en este proyecto; adjunto un dibujo de ellas en mi informe. No he dado ningún detalle acerca de los costos adicionales que entrañarán estas máquinas modernas.

### 3.3 Preparaciones de aditivos

A petición mía, Talleres Coghlan preparó un diagrama de circulación en el que se muestra todo el equipo e instalaciones necesarios que servirán para este propósito.

Durante estos pocos días, no me fue posible estudiar la cuestión de las plantas auxiliares y los problemas del equipo eléctrico.

Si se acepta el sistema GUSI, se necesitarán más máquinas que en la primera oferta; pero será difícil calcular de antemano y con exactitud su costo adicional. Supongo que éste será del 15% aproximadamente en la fábrica de pulpa. Hay que considerar, además, costos adicionales de un 10% aproximadamente en la máquina para papel con transmisión cambiada.

### 4. Proyecto de propuesta para las garantías de calidad, cantidad y consumo

#### 4.1 Garantía de cantidad

Se garantiza la producción de 77 toneladas métricas, por 24 horas de funcionamiento continuo, de:

4.1.1 Papel de imprenta y de escribir blanqueado, 58 grs por m<sup>2</sup> con un contenido de humedad del 6% utilizando una proporción de fibra de 90% de pulpa de bagazo blanqueada de producción propia y 10% de pulpa blanqueada de fibra larga. Punto de medición: en la planta de acabado de papel después de cortar y separar.

4.1.2 Papel para periódico semiblanqueado, 52 grs por m<sup>2</sup> con un contenido de humedad del 6% utilizando una proporción de fibra de 90% de pulpa de bagazo blanqueada de producción propia y 10% de pulpa semiblanqueada de fibra larga. Punto de medición: después del plegado con una anohura útil desbarbada de 3.150 mm.

#### 4.1.3 Indice de cantidad

El índice de cantidad se calculará del modo siguiente:

$$\text{Indice de cantidad} = \frac{\text{tonelaje de máquina de papel verificado por día} \times 1.298.701}{2,5}$$

Ejemplo, cuando el tonelaje verificado corresponde al tonelaje garantizado:

$$\frac{77 \times 1.298.701}{2,5} = 40 = \text{Indice de cantidad}$$

#### 4.2 Garantía de calidad

El papel se ajustará a las especificaciones siguientes:

##### 4.2.1 Papel para periódico

Propiedad	Mínimo	Factor
4.2.1 Porcentaje de brillantes	54 x 1,0	54,0
4.2.2 Porcentaje de opacidad	89 x 0,6	53,4
4.2.3 Factor de desgarre	48 x 0,5	24,0
4.2.4 Longitud de rotura m	2.500 x 0,01	25,0

---

Factor de calidad = 156,4

---

##### 4.2.5 Papel de escribir y de imprenta

Propiedad	Mínimo	Factor
4.2.6 Porcentaje de brillantes	80 x 1.000	80,0
4.2.7 Factor de estallido	150 x 4,0	60,0
4.2.8 Factor de desgarre	60 x 1,0	60,0
4.2.9 Longitud de rotura	5.000 x 0,01	50,0

---

Factor de calidad = 250,0

---

#### 4.3 Índice de calidad

Los índices de calidad se calcularán del modo siguiente:

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Factor de calidad verificado 1} \times 30}{156,4}$$

(papel para periódico)

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Factor de calidad verificado 2} \times 30}{250}$$

(papel de escribir/  
impresión)

**Ejemplo:** cuando los factores verificados corresponden al mínimo garantizados

$$\frac{156,4 \times 30}{156,4} = 30 = \text{Índice de calidad de papel para periódico}$$

El número y frecuencia se establecerán después de la selección de la norma.

#### 4.3 Garantía de consumo

4.3.1 Para la producción de papel para periódico, el consumo de los materiales siguientes no excederá de las cifras máximas que se dan a continuación:

por tonelada métrica de papel

4.3.1.1 Bagazo desmedulado, blanqueado	1.300 kg
4.3.1.2 Sosa cáustica	110 kg
4.3.1.3 Cloro	70 kg
4.3.1.4 Vapor	8.000 kg
4.3.1.5 Agua	280 m <sup>3</sup>
4.3.1.6 Pulpa blanqueada de fibra larga	90 kg
4.3.1.7 Arcilla de relleno	100 kg

Puntos de medición:

Bagazo: transportador a centro digestor

Sosa cáustica y cloro: depósitos de almacenamiento

Vapor y agua: contador de corriente a la salida de la planta de calderas y planta de tratamiento de agua.

4.3.2 Para la producción de papel de escribir y de imprenta, el consumo de los materiales siguientes no excederá de las cifras máximas que se dan a continuación:

por tonelada métrica de papel

4.3.2.1 Bagazo desmedulado, blanqueado	2.200 kg
4.3.2.2 Sosa cáustica	165 kg
4.3.2.3 Cloro	70 kg
4.3.2.4 Vapor	9.000 kg
4.3.2.5 Agua	250 m <sup>3</sup>
4.3.2.6 Pulpa blanqueada de fibra larga	90 kg
4.3.2.7 Arcilla de relleno	100 kg

Puntos de medición: véase 4.3.1.

(Para calcular el factor consumo, se prepararán multiplicadores, una vez que la CNF de La Paz me haya presentado los precios bolivianos de los materiales.)

4.4 Factor consumo 1) para papel de periódico

<u>Material</u>	<u>Consumo</u>	<u>Multiplicador</u>	<u>Factor consumo</u>
4.4.1 Bagazo	1.300 kg		
4.4.2 Sosa cáustica	110 kg		
4.4.3 Cloro	70 kg		
4.4.4 Vapor	8.000 kg		
4.4.5 Agua	220 m <sup>3</sup>		
4.4.6 Pulpa de fibra larga	90 kg		
4.4.7 Arcilla de relleno	100 kg		

Consumo                      Factor total

4.5 Factor consumo 2) para papel de escribir/imprenta

<u>Material</u>	<u>Consumo</u>	<u>Multiplicador</u>	<u>Factor consumo</u>
4.5.1 Bagazo	2.200 kg		
4.5.2 Sosa cáustica	165 kg		
4.5.3 Cloro	70 kg		
4.5.4 Vapor	9.000 kg		
4.5.5 Agua	250 m <sup>3</sup>		
4.5.6 Pulpa de fibra larga	90 kg		
4.5.7 Arcilla de relleno	100 kg		

Total =

Factor consumo 2

Para calcular los factores de consumo, los multiplicadores utilizados más arriba permanecerán constantes y las cifras reales de consumo serán las únicas variantes.

4.6 Indice de consumo

Los índices de consumo se calcularán del modo siguiente:

$$\text{Indice de consumo} = \frac{\text{Factor} \times 30}{\text{Factor verificado}}$$

4.7 Indice de garantía global

Las garantías de cantidad, calidad y consumo se basarán en un índice global que comprenda la suma de los índices de cada una de estas partidas del modo siguiente:

4.7.1	Indice de cantidad	40
4.7.2	Indice de calidad	30
4.7.3	Indice de consumo	30
	Indice global	<u>100</u>

Admitiendo una tolerancia en la exactitud de las medidas del 5%, más o menos, se considerará satisfecha la garantía global de las cifras de cantidad, calidad y consumo si el índice global se establece en 95 o más.

La CBF discute en la actualidad con el Consorcio el contrato para el suministro de la fábrica de pulpa y papel completa. Es absolutamente necesario añadir a este contrato un párrafo en el que se estipulen las garantías que el proveedor se comprometerá a ofrecer en lo que se refiere a cantidad, calidad y consumo. El Sr. Brosowic me pide, por tanto, que enviara lo antes posible a La Paz un proyecto de requisitos de garantía sobre una base técnica.

Habida cuenta de esta solicitud urgente, supongo que la ONUDI estará de acuerdo en que envíe a la CBF copia del presente informe por separado.

#### 5. Comparación de los equipos de desmedulado y dibujos de desmeduladores

5.1 Los primeros aparatos para desmedular bagazo fueron adaptaciones de refinadores de discos o de hidrotrituradores. Aquellos se utilizaron muy poco, y éstos se están dejando de utilizar debido a su elevado consumo de energía y agua, que no se justifica por la baja eficiencia de desmedulado. El primer sistema de desmedulado (basado en hidrotrituradores) fue aplicado a escala industrial por Celotex Corp. en Luisiana en 1940, para fabricar cartones. Las primeras máquinas especiales para desmedular bagazo se concibieron en la Universidad del Estado de Luisiana, por los años de 1940-50, y se pusieron en funcionamiento por primera vez en 1958, en Cuba. Esta máquina era fundamentalmente un molino de martillo horizontal modificado.

En aquellos años, el Northern Utilization Research Centre Laboratory de la Universidad de Peoria (Estados Unidos) preparó también un sistema de desmedulado, que se puso en funcionamiento en México en 1950.

Los cultivadores de azúcar de Hawaii concibieron un sistema de desmedulado en mojado basado en el molino vertical Rietz. La primera unidad entró en servicio en Venezuela, en 1960, para fabricar tableros de partículas, y en la India, en 1962, para fabricar pulpa y papel.

W.R. Grace, que hizo funcionar la primera fábrica de papel de bagazo con éxito comercial en el mundo, en 1969 en Paramonga, utilizó primero molinos de martillo horizontal seguidos de tambores vibratorios (en 1956) y después (en 1964) creó molinos verticales de su propio diseño (molinos Gamber y Villavicencio), muy similares al Rietz.

Un sistema muy difundido en las fábricas de bagazo de Asia y Egipto fue el sistema Krauss-Maffei, que utiliza un hidrotriturador y un deshidratador giratorio que funciona con mucha eficacia.

Ultimamente han aparecido molinos muy eficaces, tales como el SPM, con rotor doble horizontal, el Vertamill, que es un molino vertical, y el Hidrolimpia, que es un molino horizontal de gran eficiencia granuladora y que funciona en mojado. Los principales desmeduladores que se utilizan hoy día son los siguientes:

- Desmedulador Horkel

Creado por el Sr. Horton y el Sr. Keller en la Universidad de Luisiana, entre 1940 y 1950. Fundamentalmente, es un molino de martillo con eje horizontal, rodeado de una canasta perforada.

El bagazo pasa paralelo al eje del molino y es sometido a una acción casi simultánea de molienda y clasificación.

El bagazo aceptado y el polvo caen por canales distintos a las respectivas correas transportadoras.<sup>4</sup>

- Desmedulador Rietz

Es un molino de martillo con eje vertical adaptado por la Hawaii Sugar Plant Association para desmedular bagazo en mojado hasta una consistencia de 5-10%. Hay dos modelos que difieren por el tipo de cuchillas, que en uno son fijas y en otro oscilantes. El primero funciona a 3.600 rotaciones por minuto y el segundo a 1.800 rotaciones por minuto.

- Desmedulador PEADCO

Los desmeduladores Peadco son molinos de martillo con eje vertical, y los primeros diseñados por el Sr. K. Gunkel (hoy día en Sandwell) tenían ventiladores centrífugos para transportar la fibra aceptada y el polvo a través de sus respectivos canales.<sup>4</sup> Debido a los múltiples problemas causados por obstrucciones y desgaste de los canales y ventiladores, lo que originaba continuas paradas y grandes gastos de mantenimiento, se eliminaron los

ventiladores, con lo cual no sólo se suprimieron los problemas mencionados, sino que además se aumentó la capacidad de los molinos e incluso se obtuvo una fábrica más limpia.

Más adelante, El Dr. E. Villavicencio sustituyó el rotor cilíndrico del original Gunkel por un rotor poligonal y ensanchó el diámetro de la canasta y la longitud de las cuchillas para obtener una mayor capacidad. Hasta hace dos años, los molinos de Peasco sólo se utilizaron en la fase semiseca, pero últimamente se han adaptado también para la fase húmeda, tras un lavado provisional del bagazo.

Los molinos Peasco son muy eficientes y sencillos, consumen poca energía y son relativamente baratos.

Sin embargo, los rotores poligonales desequilibran fácilmente el molino, por lo cual éste se detiene; se recomienda volver a los rotores cilíndricos.

En la actualidad se utilizan en Perú, Ecuador, Irán, México, etc.

#### - Desmedulador SPM

Es un molino con dos rotores horizontales, uno junto a otro, que realizan un lavado muy selectivo del bagazo. La máquina está equipada de postigos para controlar la corriente de aire y los ventiladores que transportan el bagazo aceptado y el polvo por salidas distintas.

Esta máquina se utiliza únicamente para la etapa semiseca y su principal inconveniente es el elevado consumo de energía.

#### - Molino Vertamill

Es un molino con ejes verticales muy semejante al Rietz o al Peasco y lo fabrica Dumanan Mfg. Corp. en Buffalo N.Y. (Estados Unidos). El modelo mayor está equipado con un rotor de 36" de diámetro.

#### - Desmedulador Hidrolimpia

Este aparato fue concebido en la fábrica de San Cristóbal de México por el Dr. Dante Cusi. Como todos los demás tipos de desmeduladores, es fundamentalmente un molino de martillo con eje horizontal muy semejante al Horkel, con la excepción de que sólo funciona como molino de bagazo, haciéndose la clasificación inmediatamente después, contrariamente a los demás aparatos, que hacen ambas operaciones al mismo tiempo. El sistema Hidrolimpia es sumamente selectivo y consume poca energía, pero funciona sólo con agua, es decir, en la fase mojada.

### LIMPIADO EN MOJADO- REITTER/FUAD

Para limpiar y desmedular la caña de azúcar, la paja de arroz y materiales distintos de la madera, los ingenieros F. Reitter e Y. Fuad crearon para Krauss-Maffei un sistema combinado, que consiste en un triturador en el que se bate fuertemente el bagazo durante 8-12 minutos, hasta una consistencia del 3%, a fin de separar la médula y, al mismo tiempo, los materiales contaminantes (arcilla, arena, etc.). El bagazo pasa del hidrotriturador a un tambor giratorio para su drenaje, que después se termina en una prensa de husillo.

Este sistema de lavado en mojado se ha instalado en fábricas de Egipto, la India, Paquistán, Indonesia, Bangladesh, Irán e Iraq y funciona muy satisfactoriamente, aunque tiene el inconveniente de consumir mucha energía. Si se utiliza el excedente de bagazo, lo que sucede cuando la planta de azúcar no tiene refinería, es posible hacer sólo un simple tamizado, evitando el excesivo consumo de energía del hidrotriturador. Esta solución es también aplicable en la planta de azúcar cuando se emplea el sistema de extracción de sacarosa por difusión, en que el bagazo está ya plenamente fragmentado y es fácil separar la médula y el fino con sólo tamizarlo.

Este sistema está muy difundido; pero ahora incluso uno de sus inventores, el Sr. Reitter, recomienda eliminar el hidrotriturador y sustituirlo por un sistema de lavado del bagazo y una o dos etapas de desmedulado.

### OTROS DESMEDULADORES

El hidrotriturador empleado para este fin podría considerarse como un desmedulador, pero se ha dejado de emplear en las fábricas modernas. Existen, además, algunos tipos de trituradores basados en diseños de refinadores de disco o descascarilladores, pero se han dejado de emplear o, en algunos casos, no han pasado de la base experimental. El principal inconveniente de este sistema es su elevado consumo de energía. Se dice que Beloit-Jones tiene un triturador que puede evitar este inconveniente, pero esta información no se ha confirmado todavía.

### 6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los desmeduladores que se muestran en los cuadros, que son los de mayor uso comercial, están todos basados en el mismo principio de un molino de martillo con algunas variantes en lo que se refiere al sistema de clasificación. Fundamentalmente, hacen el mismo trabajo y su grado de capacidad y tratamiento del bagazo es similar. Sin embargo, hay molinos que tienen un

rendimiento lo bastante mejor como para darles preferencia sobre los demás, como los molinos Peadco e Hidrolimpia. Ambos ofrecen las mayores capacidades, la mejor utilización de la potencia conectada y la menor inversión en equipo instalado.

Una recomendación razonable sería utilizar el molino Peadco para la etapa semiseca y el Hidrolimpia para la etapa mojada.

La ventaja de este último es que requiere una menor inversión y ofrece mejor selectividad, ya que la clasificación se hace en tres fases y es fácil graduar la deseada calidad del bagazo aceptado.

Cuadro 6.3

Desmeduladores de bagazo

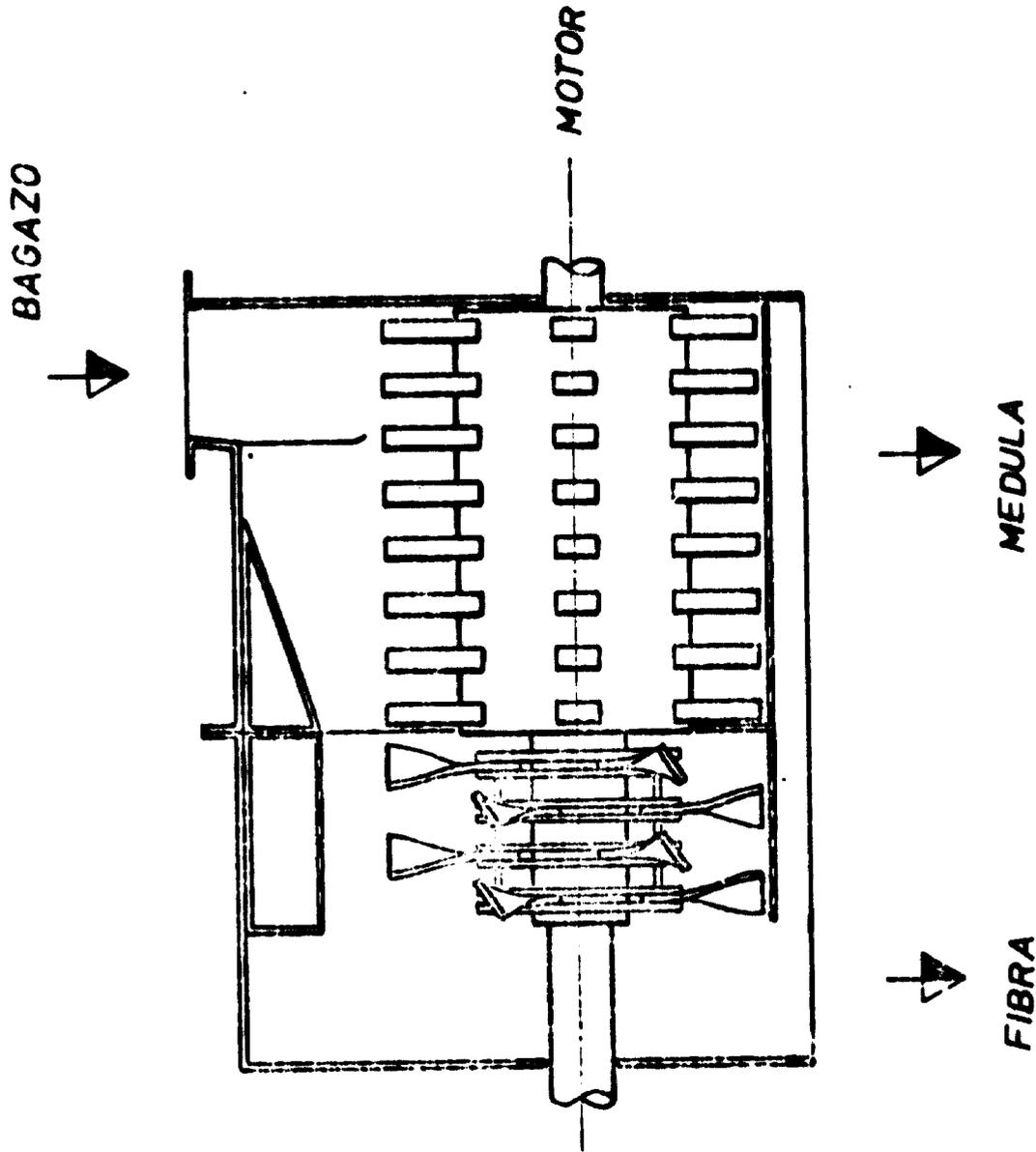
<u>Tipos</u>	<u>Velocidad de rotor RPM</u>	<u>Posibilidad de uso en etapas semiseca y/o en mojado</u>	<u>Precio incluido motores Doll. EE.UU. (1973)</u>	<u>Capacidad entrada de bagazo ton. por día</u>
HORKEL	850	semiseco y en mojado	45.000	150
RIETZ	1.800	semiseco y en mojado	45.000	150
PEADCO	1.800	semiseco y en mojado	45.000	200
SFM Modelo 2000	1.800	semiseco	172.000	320
VERTAMILL	1.700	semiseco y mojado	45.000	170
HIDROLIMPIA	1.400	en mojado	72.000	400
FIAD/REITTER	300	en mojado	150.000	300

Quadro 6.3

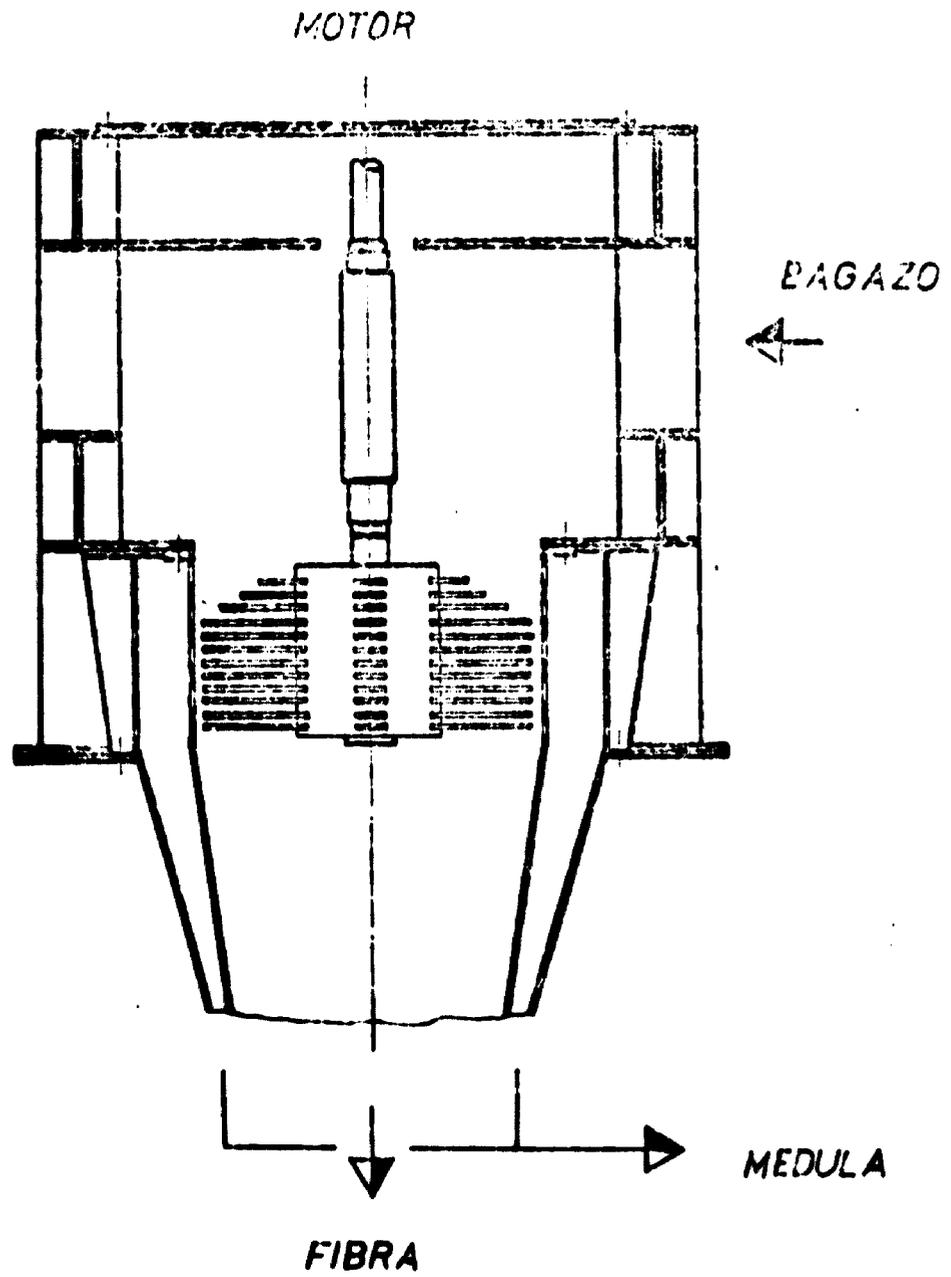
Desmeduladores de bagazo

<u>Tipos</u>	<u>Potencia conectada en en Motor HP</u>	<u>Rendimiento en bagazo aceptado</u>	<u>Potencia por ton de bagazo entrado HP/ton</u>	<u>Precio de máquina dol. EE.UU. ton bagazo día extracción</u>
HORKEL	125	70-80%	0,83	300
RIETZ	150	60-70%	1,00	300
PEADCO	125	60-70%	0,62	225
SPM Modelo 2000	400	60-70% Ajustable	1,25	536
VERTAMILL	150	60-70%	0,83	300
HIDROLIMPIA	250	60-80%	0,62	180
FUAD/REITTER	400	65-85%	1,30	380

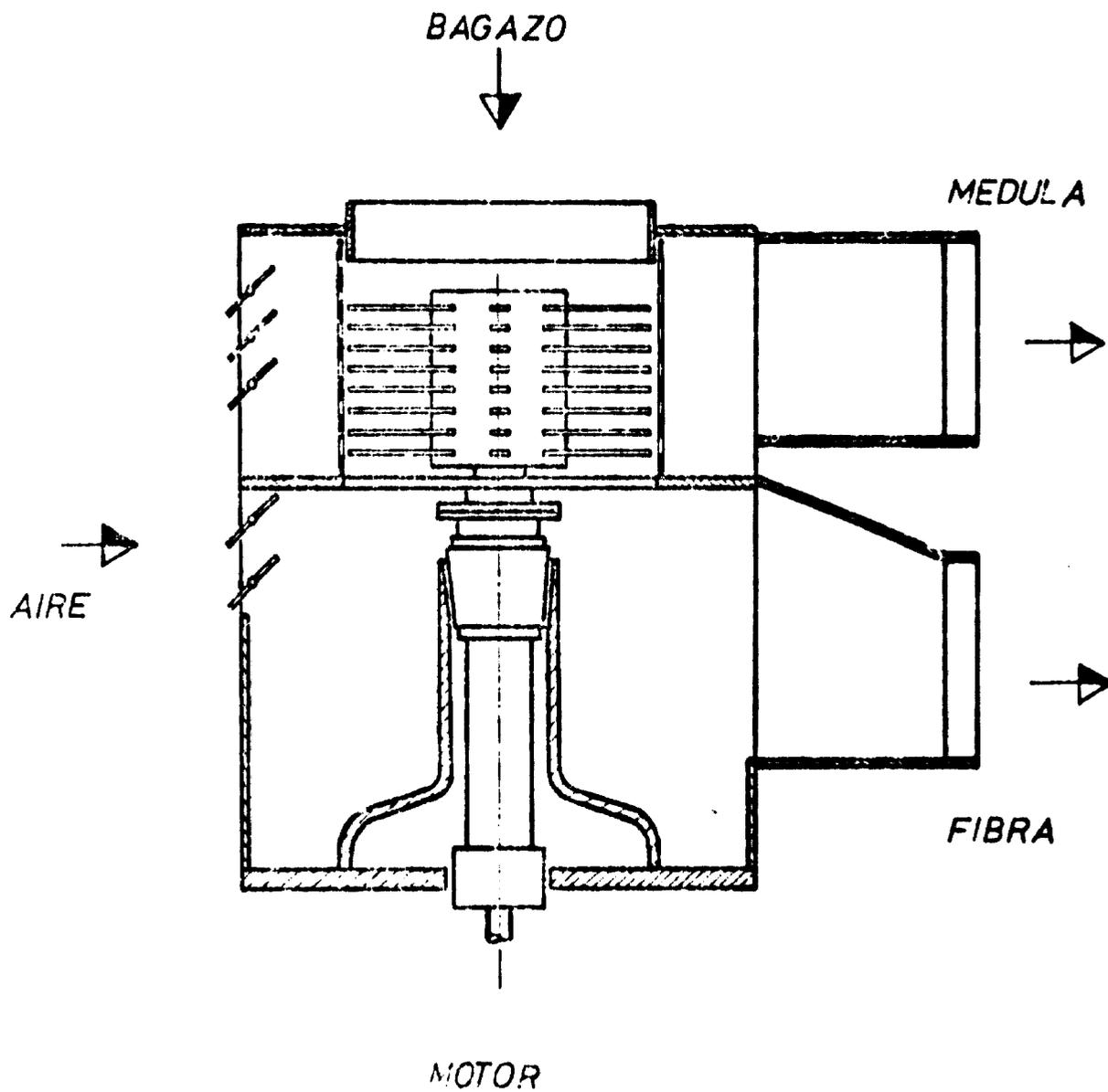
# DESMEDULADOR HORKEL



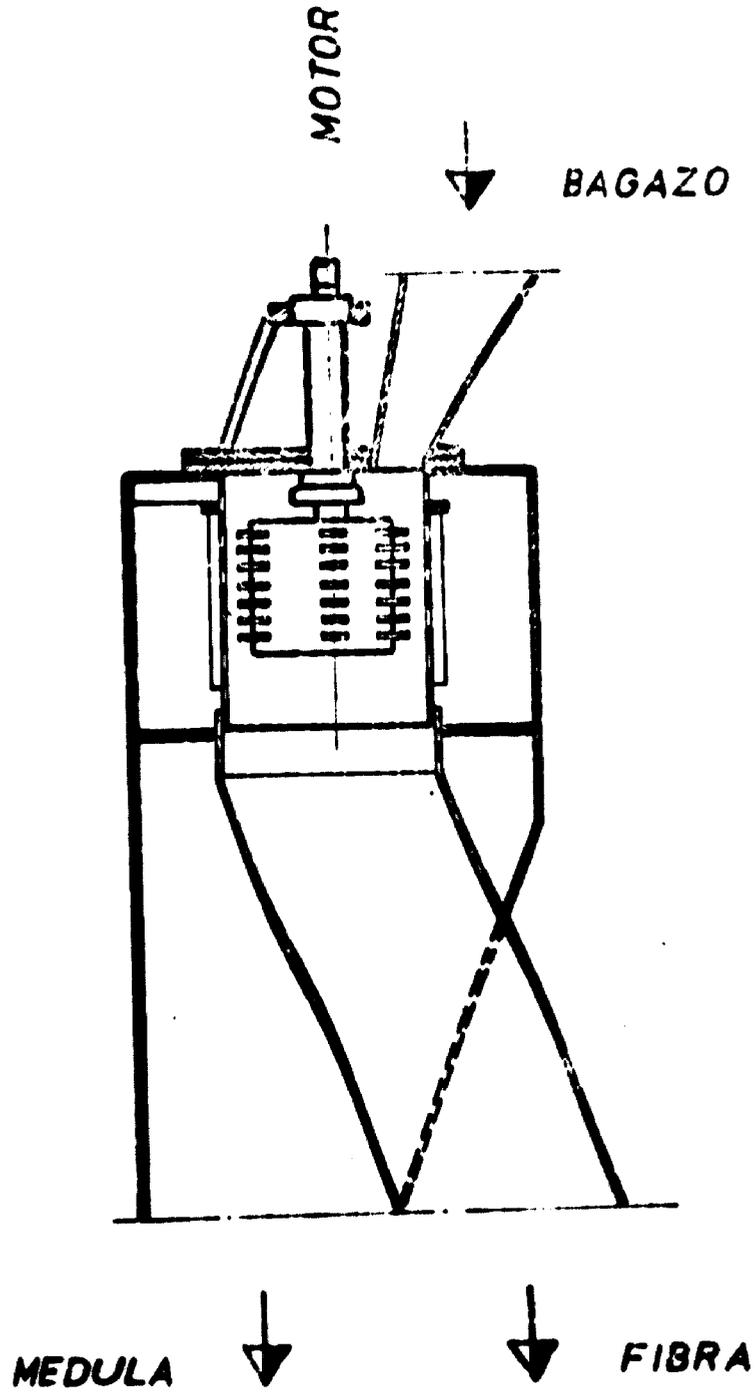
# DESMEDULADOR VERTAMILL



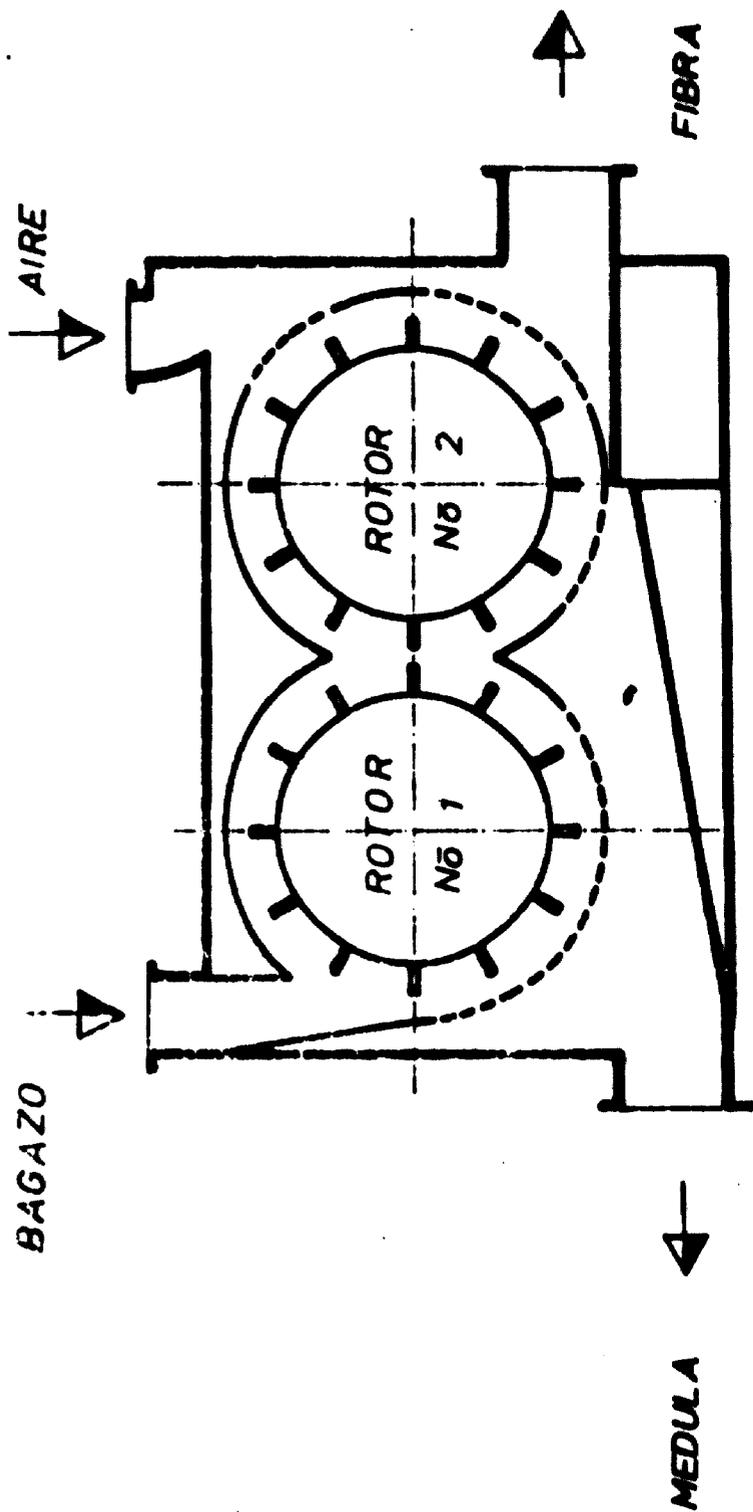
# DESMEDULADOR GUNKEL

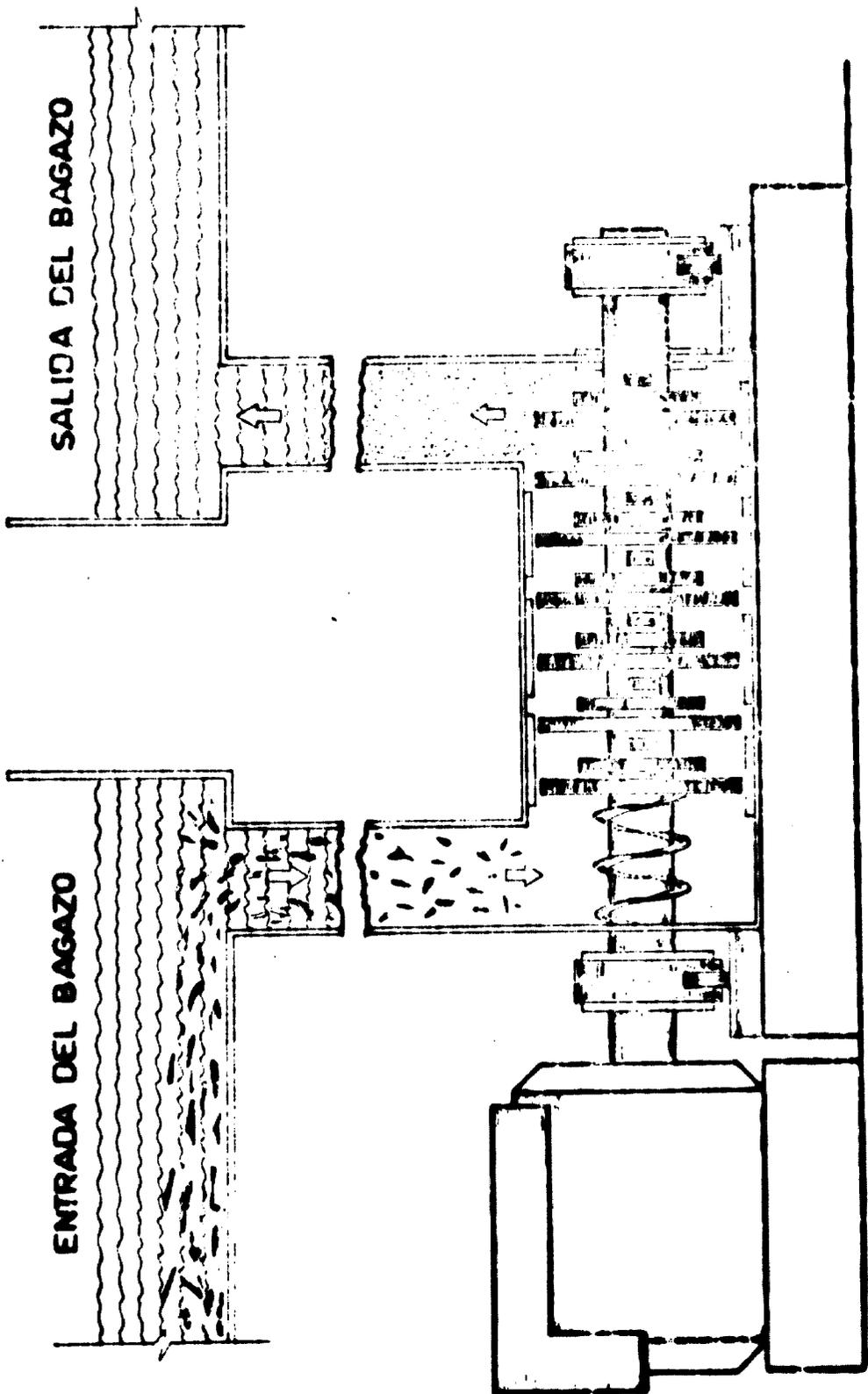


# DE SMEDULADOR PEADCO



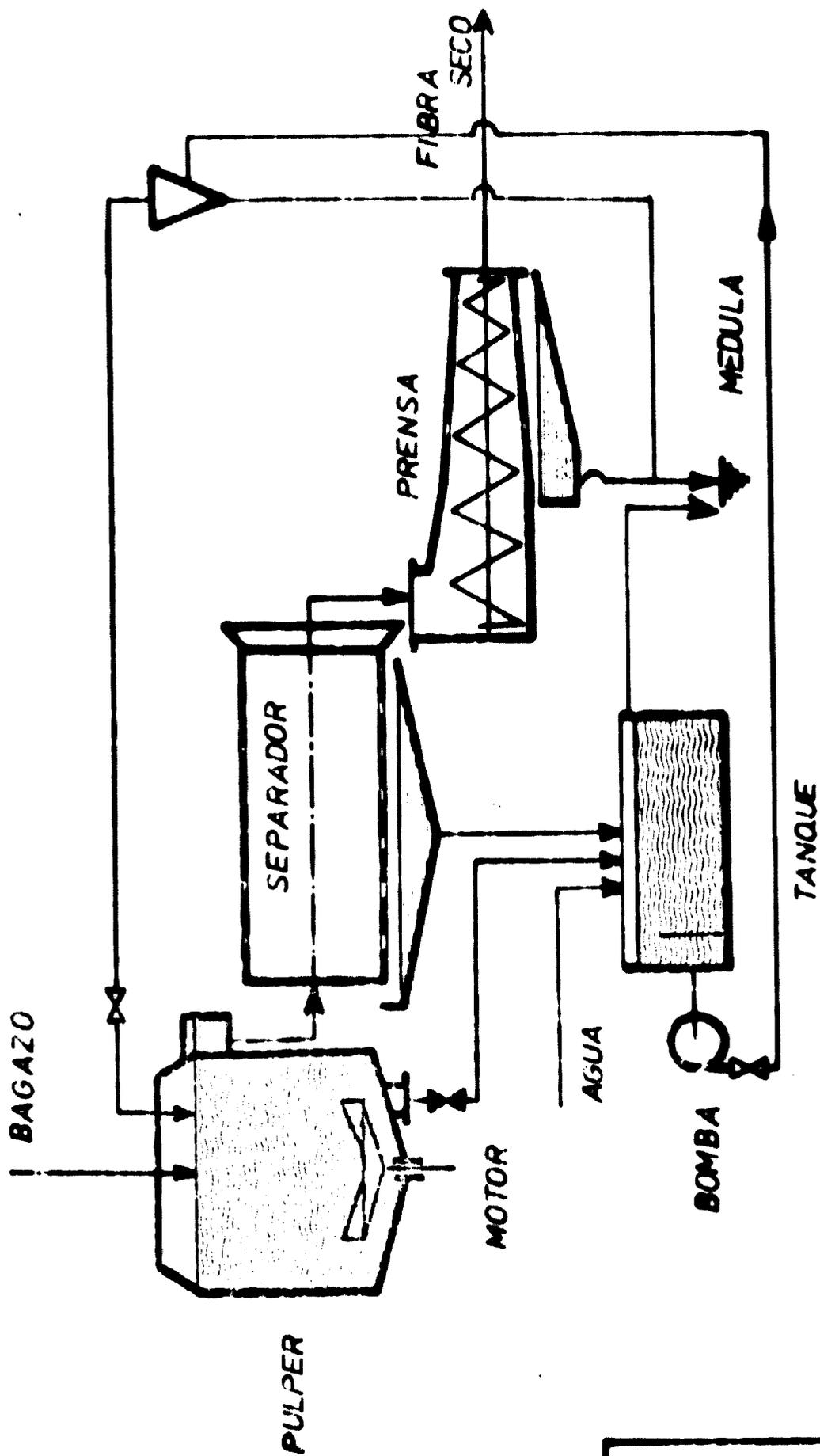
# DESMEDULADOR SPM



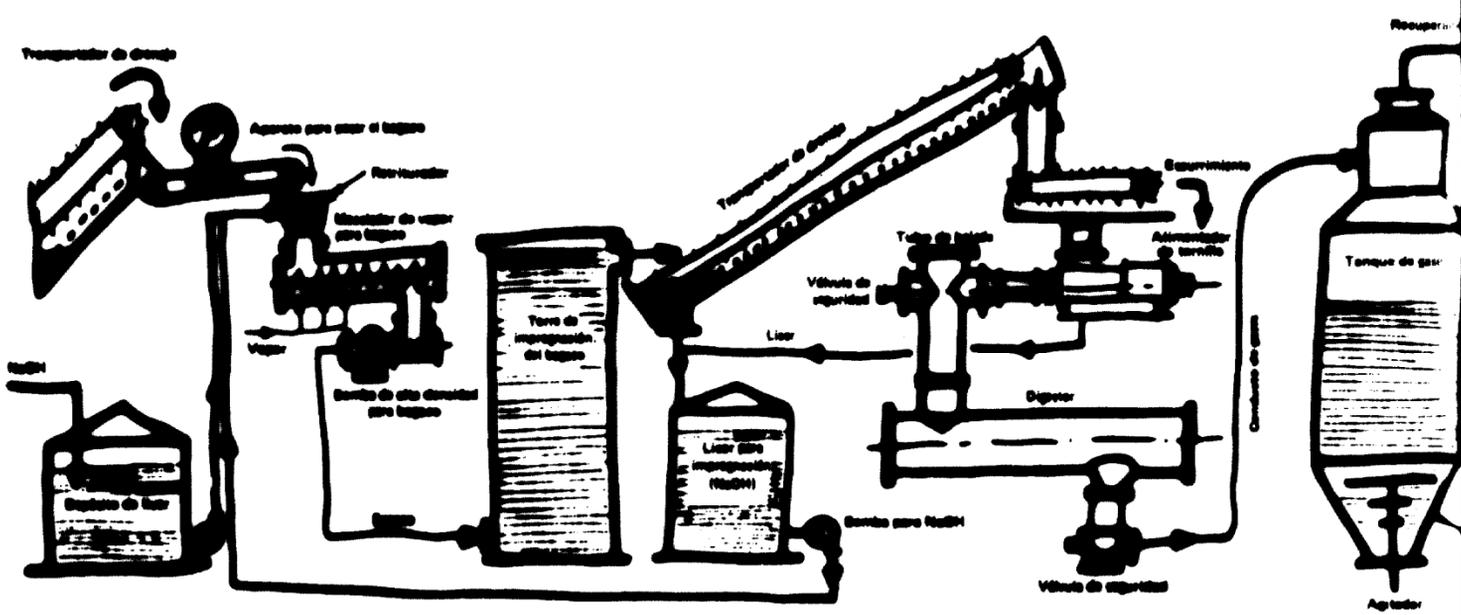


MOLINO DESMEDULADOR HIDRO LIMPIA

# LAVADOR Y DESMEDULADOR REITTER

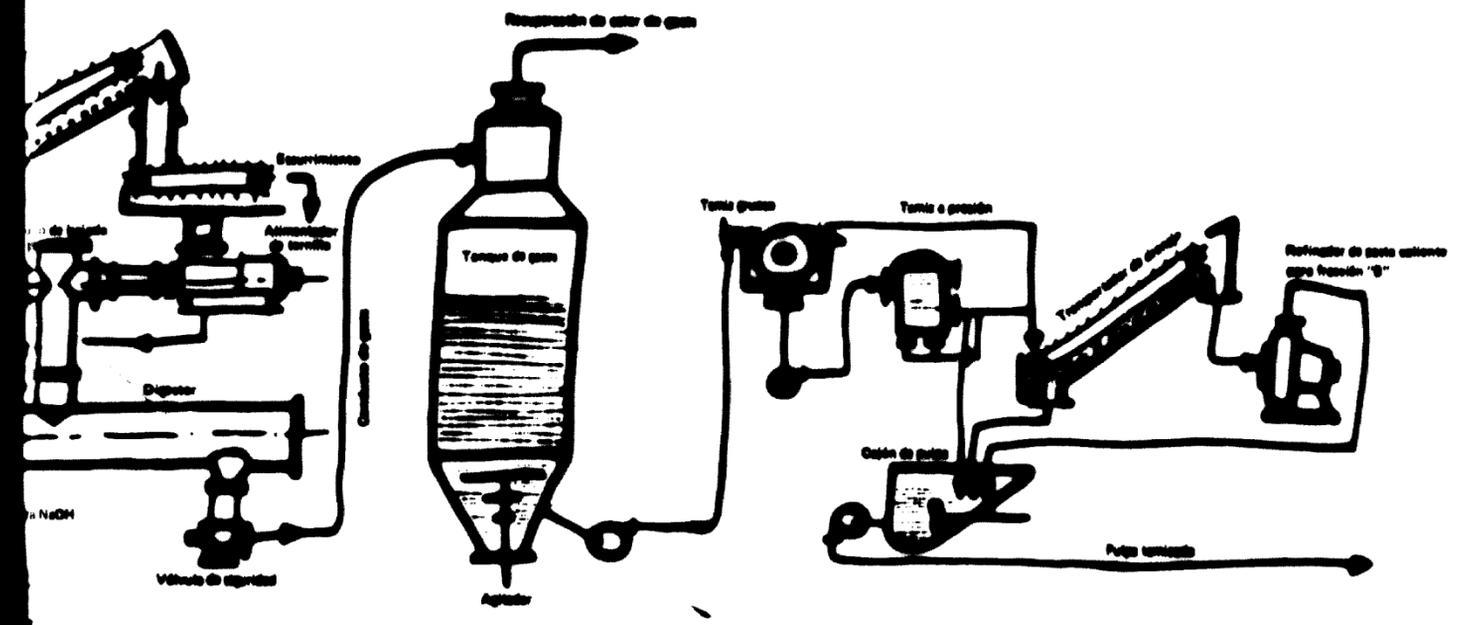


ESQUEMA DE CIRCULACION DEL 2

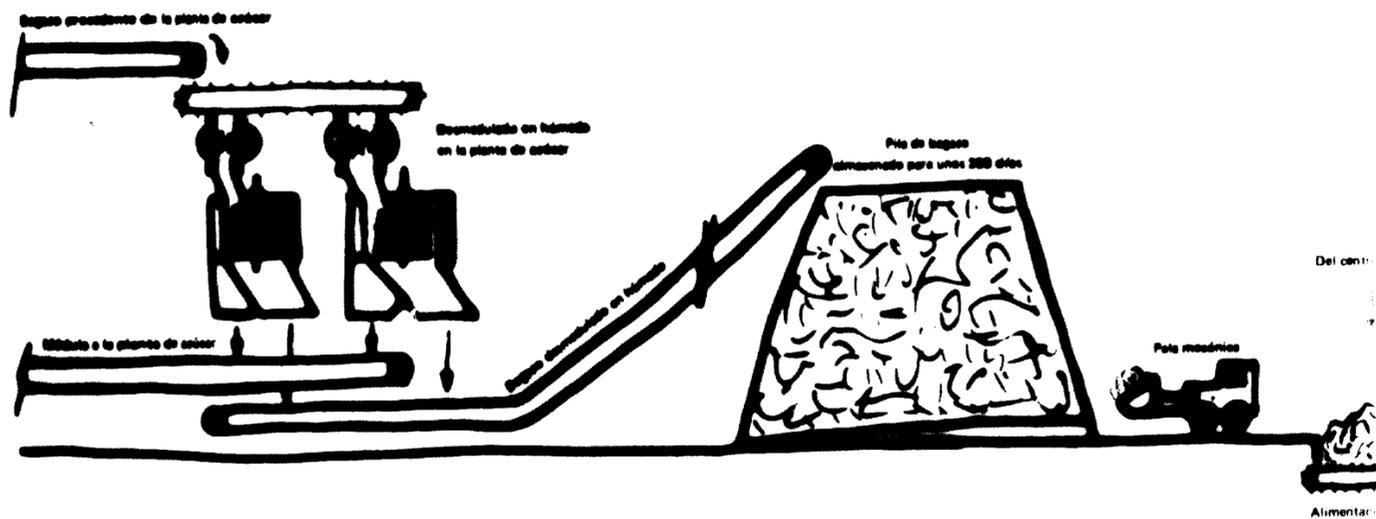


ESTADO ESTACION

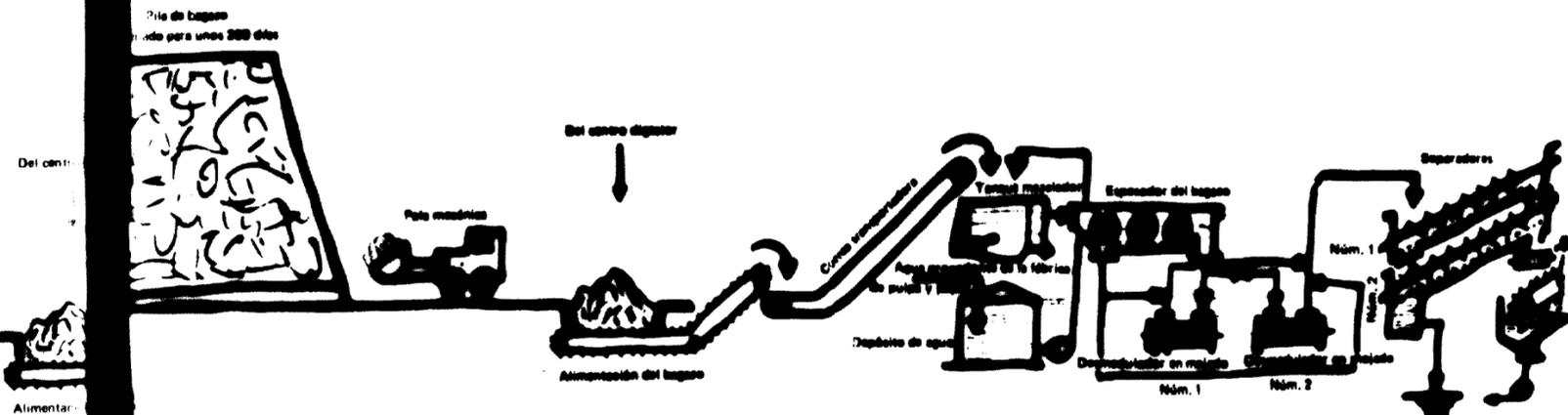
ESTADO ESTACION



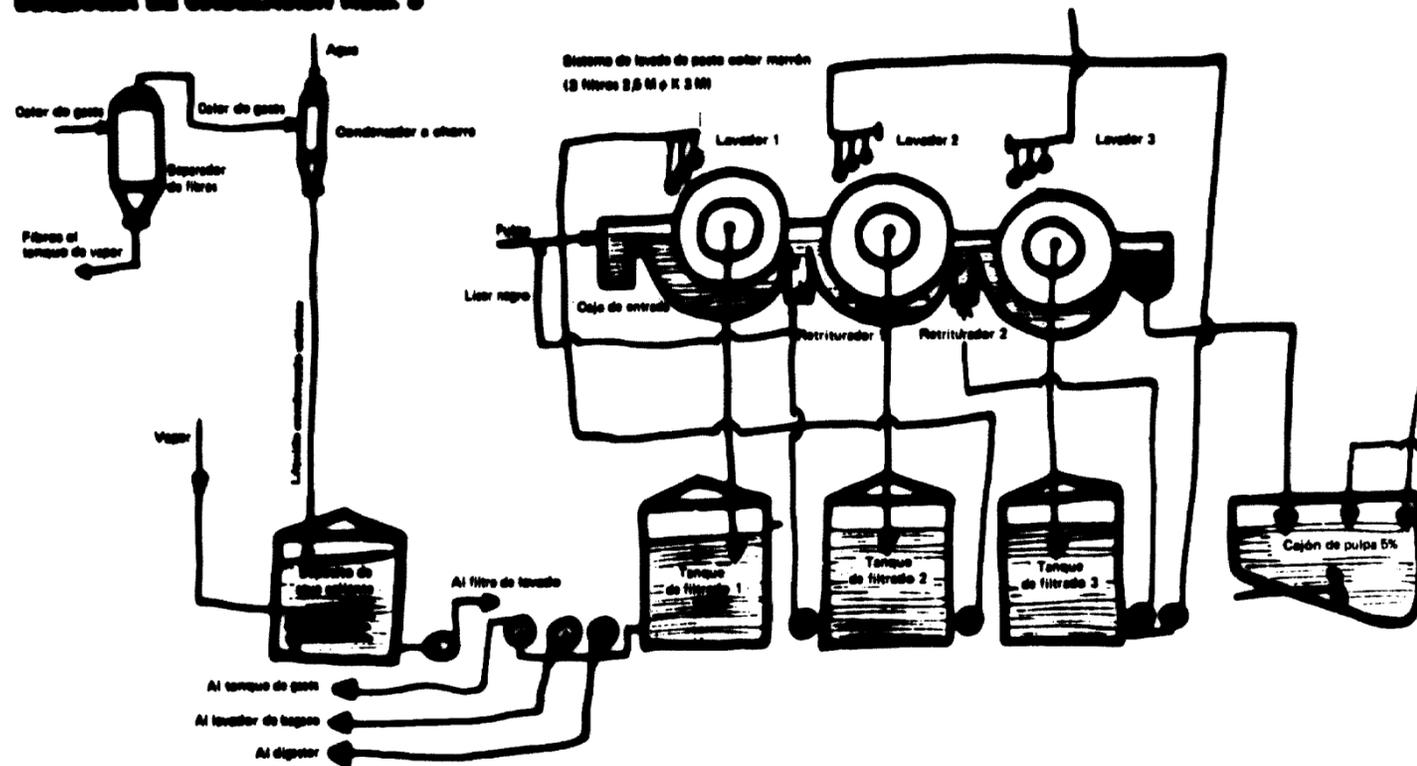
**ESQUEMA DE CIRCULACION NÚM. 1**



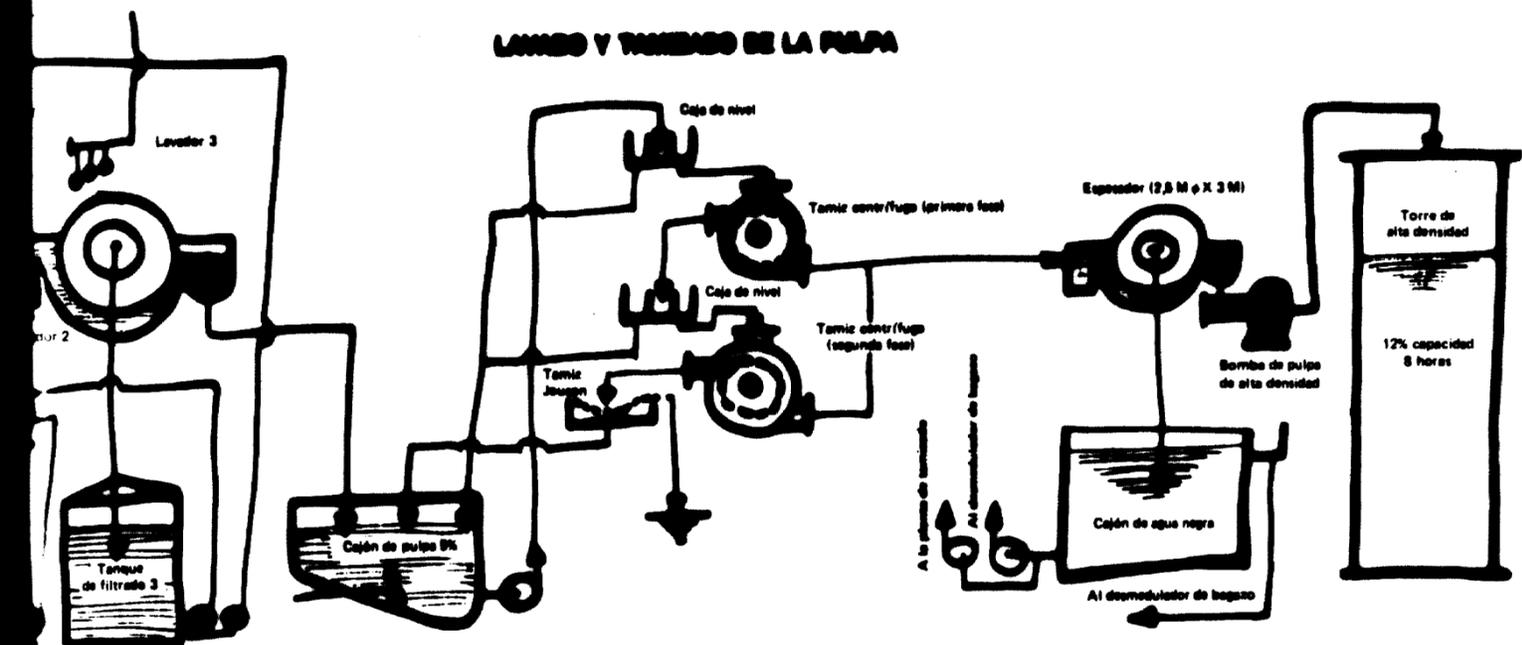
**SEMIPLANO Y ALMACENAMIENTO DEL BOGUE**



**SISTEMA DE CIRCULACION DEL 3**



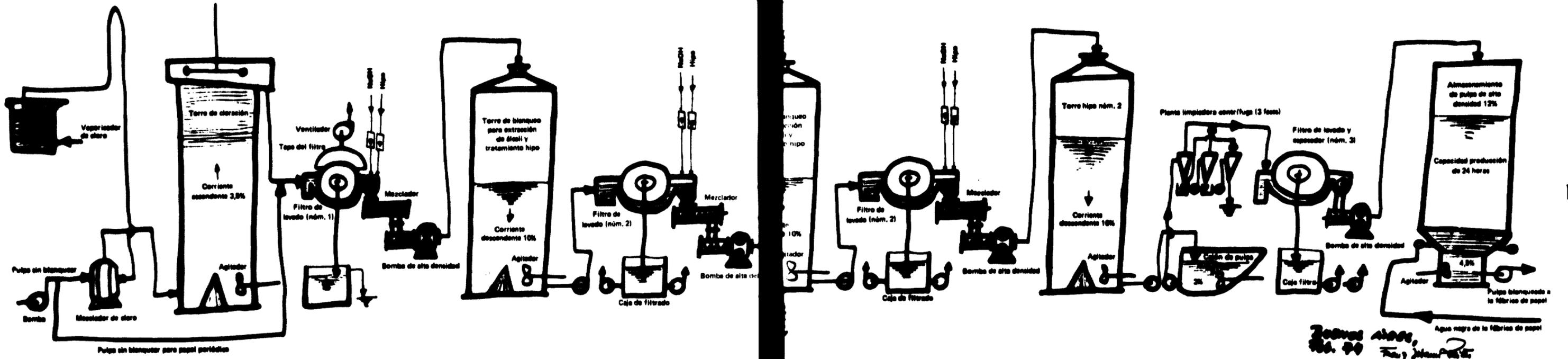
**LAVADO Y TENDIDO DE LA PULPA**



**ENERGIA DE CIRCULACION NÚM. 4**

**BLANQUEO Y LEVADO DE LA PULPA**

**BLANQUEO Y LEVADO DE LA PULPA**



*Handwritten signature and date:*  
 20/06/99  
 10. 99

SEGUNDA MISION

Indice

	<u>Página</u>
Introducción y plan de trabajo	34
Informe elaborado en La Paz y declaraciones destinadas al Comité de Trabajo	38
Observaciones sobre las nuevas especificaciones técnicas recibidas de	
--- Talleres Coghlan	
--- Bufete Industrial	52
Observaciones sobre las cifras de consumo	65
Observaciones sobre algunas cláusulas del proyecto de contrato	69

## 1. INTRODUCCION Y PLAN DE TRABAJO

La ONUDI me pidió que asistiera a la CBF de La Paz en el curso de las negociaciones técnicas y contractuales con el consorcio de proveedores de la Argentina.

En La Paz no se ha llevado a cabo negociación alguna. El ámbito del trabajo que me ha sido confiado puede colegirse del informe que se adjunta, del 28 de septiembre, así como de la declaración del 27 de septiembre de 1974.

A raíz de la visita que efectué a la azucarera de Quabirá, veo con más claridad que el proyecto debe ser puesto en práctica de acuerdo con una planta de recuperación de productos químicos de coacción; pero, por desgracia, las informaciones que recibí durante mi estancia en Sao Paulo, en mi viaje de regreso a Munich no son muy favorables, debido a que la firma Voith aún tiene que hacer frente a problemas relacionados con el revestimiento de ladrillo del horno Broby de la planta de recuperación que actualmente funciona en Brasil. Por otra parte, un sistema convencional de recuperación tal vez suponga unos costos de inversión excesivamente elevados.

Por esto recomiendo que se estudie la cuestión más a fondo, para lo que habrá que obtener más informaciones del consorcio con el fin de evaluar los precios y la tecnología.

En Munich recibí especificaciones técnicas revisadas de los Talleres Coghlan y del Bufete Industrial referentes al equipo para la fábrica de pulpa y papel, así como cifras completas sobre consumo. A base de la nueva información he calculado las cifras definitivas sobre el consumo garantizado.

Al final de mi informe figuran las observaciones al proyecto de contrato. En el plan de trabajo se hace referencia al tiempo que he dedicado a la misión en Bolivia así como el proyecto de Tucumán.

FRANZ JOHANN REITER  
CONSULTOR DE LA ONUDI

La Paz, 27 septiembre 1974

## 2. PROYECTO DE FABRICA DE PULPA Y PAPEL EN SANTA CRUZ

El Jefe de la División de Proyectos de la ORF, Señor Ingeniero Rada, me pidió esta mañana que preparase una declaración general para la reunión, que ha de tener lugar hoy, de un comité de trabajo que se constituirá con el fin de evaluar el proyecto.

En vista del poco tiempo de que dispongo para preparar la definición del proyecto, desearía resumir mis observaciones como sigue.

### 1. Tamaño y valor del proyecto

La capacidad de la fábrica de pulpa y papel prevista es más bien baja conforme a normas internacionales, debido a la escasa demanda de papel en Bolivia, así actualmente como en los próximos años.

Una capacidad estimada de unas 80 toneladas puede considerarse actualmente como normal para una fábrica de pulpa y papel de bagazo en los países en desarrollo, pues no crea problemas técnicos de ningún tipo, si bien se requiere especial cuidado para asegurar la rentabilidad de la fábrica. Como quedó entendido desde el principio de mi misión, en febrero de 1974, las autoridades competentes de Bolivia han examinado el problema y han decidido proporcionar gas natural gratuitamente para la producción de papel. En tales circunstancias, y teniendo presente la evolución registrada últimamente por el mercado mundial del papel, no albergo la menor duda de que el proyecto de pulpa y papel parece ser viable y factible. Precisamente en estos días se está produciendo una nueva alza de precios del 10% para el papel periódico, alza que aumentará la rentabilidad de la fábrica. En los días pasados he vuelto a estimar los gastos de producción de los tres tipos de papel, y de los resultados se desprende que todos los productos se hallan comprendidos dentro de márgenes mínimos de beneficio. De mi informe intermedio pueden extraerse más detalles.

Podrían mejorarse estos resultados si se integra al proyecto una planta de recuperación de sosa, ya que, como consecuencia del alza de precios de la sosa cáustica, actualmente se puede proceder a esa operación, incluso en el caso de fábricas de pulpa de tamaño mediano, con lo que se resuelve, al mismo tiempo, el problema de los efluentes.

Desde luego, es sumamente importante que la disposición de las instalaciones y el diseño del proyecto permitan aumentar la producción (alrededor del 50%) con sólo efectuar posteriormente reducidas inversiones complementarias. Estoy seguro que la maquinaria para la fabricación de papel de que nos estamos ocupando puede alcanzar una producción de alrededor de 40.000 toneladas, si se adoptan las medidas adecuadas desde un principio. Serán necesarias también provisiones similares para la fábrica de pulpa.

He redactado un segundo informe intermedio sobre los aspectos técnicos, en el cual se da información más detallada acerca de lo que es preciso hacer para contar con un diseño moderno de la planta.

## 2. Procedimiento ulterior

Por mi experiencia de más de diez años con proyectos similares de fábricas de pulpa y papel de bagazo en diferentes países, desearía recomendar que los proyectos se ejecuten a base de los resultados de la licitación internacional, evitando mayores demoras. En mi calidad de consultor de las Naciones Unidas y por haber prestado asesoramiento directo en diferentes proyectos relativos a bagazo, sé que, en los últimos años, las perspectivas para los nuevos proyectos de pulpa y papel se han hecho muy prometedoras y que se han acometido muchos nuevos proyectos a fin de remediar la escasez mundial de papel.

La industria de pulpa y papel de bagazo se encuentra en una situación especial debido a que la materia prima tiene que ser sustituida por un combustible como el gas, pero, como expresé antes, el proyecto de Santa Cruz se halla en una situación única, pues la energía se puede obtener casi gratuitamente, lo que representa una razón más para llevar adelante el proyecto.

La primera fase ha de consistir en preparar especificaciones técnicas y garantías en debida forma, respecto a los aspectos técnicos del proyecto, con el objeto de asegurar el nivel técnico de la nueva fábrica.

Se me ha comunicado que aún se está discutiendo el precio definitivo del proyecto debido a la fuerte alza registrada por los precios en todo el mundo, problema al que no puedo ofrecer una solución concreta. En el contrato debe estipularse todo incremento de precios sobre la base de los precios que rijan al entrar en vigor el contrato, debiendo quedar bien determinada la ulterior elevación de precios.

3. Los proveedores seleccionados

Para la elaboración de la pulpa de bagazo se escogió al Consorcio de proveedores del proceso CUSI, que ciertamente reúne buenas condiciones para actuar como socio pues cuenta con una larga experiencia en el campo de la fabricación de pulpa y papel de bagazo, en especial en la fabricación de papel de periódico a partir de la pulpa semiquímica de bagazo.

Talleres Coghlan han suministrado gran cantidad de máquinas para la fabricación de papel a partir de la pulpa de bagazo las cuales conozco en su mayor parte. Con tal de que la ESCHER WYSS de Alemania ponga a disposición de la empresa argentina los diseños más modernos, el suministro será plenamente aceptable.

La FERROSTAAL es uno de los principales contratistas de Alemania, en tanto que la AEG es la segunda empresa alemana de equipo eléctrico en orden de importancia. Ambas empresas disfrutan de una reputación mundial y muy consolidada.

Desconozco todavía los principales subcontratistas del Consorcio si bien la CBF debe reservarse el derecho de concertar acuerdos para más adelante con las empresas elegidas.

El proyecto requiere que se presten servicios de consulta a la CBF en el campo muy especializado de la fabricación de pulpa y papel de bagazo, y ha de solicitarse de la ONUDI la prestación de asistencia inmediata a largo plazo durante todo el período de tiempo que dure la construcción de la fábrica y desde el comienzo del proyecto.

FRANZ JOHANN REITER  
CONSULTOR DE LA ONUDI

La Paz, 28 septiembre 1974

OBSERVACIONES SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCION DE PAPEL DE  
PERIODICO, PAPEL HILO Y PAPEL KRAFT

PROYECTO DE FABRICA DE PULPA Y PAPEL DE BAGAZO  
DE SANTA CRUZ (BOLIVIA)

- Bases:
- 1, Evaluación Económica Financiera, Proyecto Fábrica de Pulpa y Papel - Corporación Boliviana de Fomento, División de Proyectos La Paz (Bolivia), agosto de 1974 Cuadro 5.2.8. Cuadro de Costos
  - 2, Estudio de Viabilidad de la Fábrica de Pulpa y Papel de Bagazo de Guabirá por PEADCO-GRACE Noviembre de 1972
  - 3, Información sobre el proceso CUSI del Bufete Industrial, Carta de Linale & Weiss, S.A. 7 de enero 1974

1. Resultado de las nuevas estimaciones efectuadas por la CBF

A continuación figura un resumen de los resultados de la estimación de costos efectuada por la CBF (para 25.400 toneladas anuales, véase el Apéndice 1)

		<u>Dólares EE.UU.</u>
Papel de periódicos:	8.500 toneladas anuales	
	Valor de venta:	448,00
	Costo total por tonelada:	563,40
	Pérdidas anuales:	980.000,00
Papel hilo:	14.100 toneladas anuales	
	Valor de venta:	1.102,00
	Costo total por tonelada:	650,32
	Beneficios anuales:	5.204.288,00
Papel kraft:	2.800 toneladas/año	
	Valor de venta:	678,00
	Costo total por tonelada:	642,21
	Beneficios anuales:	100.212,00
Beneficio total por año:		4.323.600,00

2. Observaciones relativas a la estimación de costos

Como se desprende de las cifras anteriores, no hay relación entre los precios de mercado de las tres diferentes clases de papel y su costo total. El papel periódico muestra costos excesivamente elevados, en tanto que el papel hilo se supone puede fabricarse a un costo relativamente bajo.

Para el papel kraft, se indican costos prácticamente iguales que los del papel hilo. Como las cifras son inusitadas, se han evaluado por separado los elementos de costo, y habrá que introducir correcciones.

2.1 Bagazo y gas, o sólo este último

La cantidad de bagazo necesaria para fabricar papel de periódico ha de ser inferior a la que se necesita para fabricar papel hilo, ya que el rendimiento de aquél es más elevado. La cifra de 1949 kg de bagazo sobre la que se basan las estimaciones podría ser la de bagazo bruto. Dando por supuesto un rendimiento de pulpa de alrededor del 70%, y del 10% de pulpa kraft, la cifra correcta sería 1200 kg de bagazo desmedulado húmedo por tonelada de papel periódico. Estas cifras son aplicables también a la cantidad de bagazo que requiere la fabricación de papel hilo, y he rebajado esa cifra de manera correspondiente. El valor de sustitución del bagazo ha de ser decidido por la CBF, si bien he aceptado el valor de 0,20 dólares por 1000 pies cuadrados a que

se refiere el estudio de viabilidad, por cuanto el proyecto se apoya totalmente en el supuesto de que se suministra el gas a sólo precios nominales. El estudio de viabilidad de la PEADCO, la oferta del Consorcio, las observaciones formuladas por el experto de la ONUDI, Sr. Glisbey, y mi informe de febrero de 1974, se apoyan en la decisión tomada por las autoridades de Bolivia de proporcionar gas gratuitamente para la fabricación de papel. He expresado directamente el valor del bagazo en términos de gas. En el estudio de la CBF se estima el precio del bagazo y del gas de dos maneras diferentes.

Se han aceptado las siguientes cantidades de bagazo para calcular la cantidad de gas.

Papel periódico:	1200 kg/TMBD de papel
Papel hilos:	1600 kg/TMBD de papel
Papel kraft:	1000 kg/TMBD de papel

El bagazo de desmedulará y almacenará considerándose las siguientes pérdidas:

Total correspondiente al desmedulado:	30%
Media correspondiente al almacenamiento:	5%

Se da por supuesto que parte del bagazo desmedulado húmedo se enviará directamente a la fábrica de pulpa sin proceder a su almacenamiento en tanto esté en funcionamiento la planta azucarera, y sólo se almacenará el bagazo excedente cuando la planta azucarera deje de funcionar por razones de temporada. Para la fabricación de pulpa la cantidad de calor que se requiere para el blanqueo de la pulpa es más elevada que la que exige la pulpa semiquímica destinada a la fabricación de papel periódico y papel kraft.

La cantidad de gas que se requiere para la producción del vapor que se emplea en las máquinas de papel será aproximadamente igual para toda clase de papel.

## 2.2 Pulpa de fibra larga

El proceso de elaboración CUSI exige un equipo más complicado que el sistema normal de fabricación por sosa, y el CBF tiene que pagar la debida compensación. En cambio, mediante el primer sistema se obtiene pulpa de mejor calidad y de mayor rendimiento, mejores propiedades de resistencia y, por tanto, habrá que importar menos pulpa de fibra larga. Sin embargo, como margen de seguridad, se aceptan las siguientes cantidades de pulpa de fibra larga importada (sólo se suministra fibra seca).

Papel de periódico: 10% de pulpa kraft semiblanqueada  
Papel hilo: 10% de pulpa kraft blanqueada  
kraft: 30% de pulpa kraft sin blanquear

La velocidad de la máquina para papel oscilará entre 250 y 260 m/min durante los tres primeros años de producción, lo que es bajo.

La recuperación de las fibras y material de relleno debe realizarse en la fábrica de papel. También habrá que recoger, recalificar y revisar los recortes y desechos del papel que se recibe en la fábrica y en especial en el taller de acabado. En el estudio de viabilidad de la FEMBO se estima que las pérdidas serán del 5,5% para las tres clases de papel, lo que es demasiado elevado, debido a que el papel de periódico y el papel kraft se manufacturarán sólo en rollos.

### 2.3 Caolín

Para el papel de periódico y el papel hilo se supone un consumo de 10% de la carga (caolín) teniendo presente que el recogedor proporcionado por el consorcio permitirá recuperar una buena parte de los finos y de la carga del sobrante de las aguas de fabricación. Para la fabricación del papel kraft no se necesita, desde luego, carga de ningún tipo, y la estimación que se ha hecho de 29,42 dólares es errónea y se puede eliminar.

### 2.4 Productos químicos para la fabricación de pulpa

La cantidad de NaOH se reajustó conforme a la cantidad de bagazo que se introduce en el digestor, empleándose las siguientes cantidades de álcali según la cantidad utilizada de bagazo desmedulado y completamente seco o de pulpa sin blanquear

Papel de periódico: coacción 7,5%  
blanqueo 2,5% = 108 kg  
Papel hilo: coacción 7,5%  
blanqueo 4% = 143 kg  
Papel kraft: coacción 6,5% = 65 kg

El consumo de cloro será:

Papel periódico, 54°Ge, 6,5% en la pulpa sin blanquear (50 kg)  
Papel hilo, 80°Ge, 7,5% en la pulpa sin blanquear (65 kg)

## 2.5 Productos químicos para la fabricación de papel

Se aceptan las cifras dadas y se unifican.

## 2.6 Energía eléctrica

Las cifras relativas a consumo de acuerdo con la información recibida del consorcio pueden considerarse razonables:

Papel de periódico:	1.190 kwh/t de papel
Papel hilo:	1.300 kwh/t de papel
Papel kraft:	1.300 kwh/t de papel

(incluida la fabricación de pulpa)

Los resultados de mis estimaciones pueden verse en el Apéndice 2.

Ahora es más realista la relación con los precios del mercado de los diferentes tipos de papel.

## 2.7 Amortización

También es preciso examinar de nuevo la cuestión de distribuir la amortización en función de las inversiones necesarias. Conforme a las estimaciones de la CNP, las tres calidades de papel son objeto de la misma cuota de depreciación, es decir, 130,35 dólares por tonelada de papel. Si, de esta manera, el volumen de inversión se carga por igual a la tonelada de papel producida, sin tener en cuenta que son desiguales las inversiones que se requieren para la fabricación de las diferentes clases de papel, se obtiene un cuadro completamente erróneo. Los costos variables de producción del papel de periódico, papel hilo y papel kraft se calculan también en función de las diferentes cifras relativas al consumo de materias primas y energía; desde luego, la amortización del costo de inversión ha de realizarse según sea la sección de la fábrica en que se obtiene el producto respectivo. Por ejemplo, para la fabricación de papel kraft no se necesita emplear la capacidad total de la fábrica de pulpa, debido al mayor rendimiento del bagazo y las cantidades más elevadas que se utilizan de pulpa de fibra larga. La planta de blanqueo no interviene para nada en la fabricación de pulpa kraft de bagazo sin blanquear. Como no puedo calcular en detalle el desglose correcto del costo de amortización, durante la misión, he realizado el siguiente desglose simplificado de ese costo por lo que se refiere a los tres tipos de papel:

- Cifra total correspondiente a la amortización de 3 toneladas de papel mezclado (kraft, periódico e hilo) según los cálculos de la CBF  
= 391,05 dólares

- Valor medio de las ventas de 3 toneladas de papel mezclado según los cálculos de la CBF

Papel kraft	.....	678
Papel de periódico	.....	448
Papel hilo (precio local).....		1.102
Total:		2.228 dólares por 3 toneladas

- Desglose del costo de amortización en relación con el valor de las ventas de los diferentes productos:

Papel kraft	30%	678	117,32
Papel de periódico	20%	448	78,21
Papel hilo	50%	1.102	195,52
	100%	2.228	391,05

Estas estimaciones muestran que la amortización por lo que se refiere a los tres tipos de papel varía mucho. Se puede efectuar un cálculo más detallado de esos costos si se conoce y se emplea en el cálculo el costo de las inversiones correspondientes a las diferentes secciones de la fábrica. El monto de los intereses se ha de reajustar por el mismo procedimiento que en el caso de los costos de amortización.

Después de realizar los ajustes correspondientes, el cuadro será el que sigue:

	<u>por tonelada de papel</u>		
	<u>Papel de periódico</u>	<u>Papel hilo</u>	<u>Papel kraft</u>
1. Costo variable	226,38	310,60	240,45
2. Costo fijo	44,40	44,40	44,40
3. Amortización	78,21	195,52	117,32
4. Intereses	83,86	209,64	125,78
5. Costo total	432,85	760,16	527,95
6. Valor de venta	448,00	1.102,00	678,00
7. Diferencia en dólares	+ 15,15	+ 341,84	+ 150,05
8. Diferencia en %	+ 3,50	+ 44,90	+ 28,40

Cifras tomadas de la CBF - agosto de 1974

Mercado local solamente

	<u>por año - 25.000 toneladas de papel</u>		
	<u>8.500 toneladas métricas anuales</u>	<u>14.100 toneladas métricas anuales</u>	<u>2.800 toneladas métricas anuales</u>
9. Valor de venta	3.808.000	14.373.800	1.803.400
10. Costo total	3.679.225	10.718.256	1.482.600
11. Diferencia	128.775	3.655.544	325.800

5.900 toneladas métricas anuales para el mercado local a 1.102 dólares

8.200 toneladas métricas anuales para la exportación a 960 dólares

Gran total	Valor de venta:	20.050.200
	Costo total:	15.880.081
	Diferencia:	+ 4.200.119

### 2.8 Conclusión

El resultado de las estimaciones corrobora el resultado global de los cálculos efectuados por la CBF, debido a que el excedente anual es prácticamente igual:

Estimaciones de CBF:	4.323.600
Estimaciones mías:	4.200.119

Si la CBF aumenta el precio del gas, ello podrá hacerse en forma sencilla, pues la CBF sólo ha de tomar un precio unitario diferente al que se señala en el N° 1 del apéndice 2. Si aumenta el precio de 0,20 a 0,60 dólares por 1.000 pies cúbicos, este aumento no repercutirá demasiado sobre el cuadro general, si bien los beneficios experimentarán, desde luego, una reducción.

### 2.9 Revisión de los precios estipulados en el contrato

Las cifras que se dan anteriormente quedarán afectadas por la actual alza de precios, y la CBF me ha pedido que haga algunas observaciones acerca de la fórmula de revisión de precios propuesta por el Consorcio, de lo que me ocuparé cuando prepare mi informe definitivo en Munich. Según las nuevas estimaciones de la CBF, el alza de los precios en 30 meses será de 5.783.864 dólares, y la inversión total aumentará de la siguiente manera:

Costos de inversión	39.566.635
Aumento de los precios	<u>5.783.864</u>
Mayor costo de la inversión	45.349.699

En la proyección de la CBF se muestran los efectos sobre los beneficios del proyecto, esto es, que los beneficios brutos acumulativos dependerán de 9,4 a 6,9 millones de dólares. Por otra parte, en ese período de 30 meses se mantendrá al mismo nivel el valor de venta, independientemente del alza de precios del papel.

También es preciso hacer una observación referente a la producción estimada de la fábrica durante los 10 años siguientes a su puesta en funcionamiento.

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (%)	67	85	1100	100	100	100	100	100	100	100

Hay que suponer que la producción aumentará después del quinto año de la puesta en funcionamiento de la fábrica, en función de la demanda del mercado y del empleo que se haga de la capacidad inherente de la maquinaria. Como se desprende de mis observaciones sobre la velocidad de trabajo de la máquina para papel, será ciertamente posible elevar la producción a 30.000 toneladas anuales con sólo realizar una pequeña inversión complementaria en este momento y en una fase más avanzada. La máquina debe estar en condiciones de funcionar a una velocidad de trabajo de 400 a 500 metros por minuto, lo que requiere mayores aclaraciones con el proveedor.

3. Costos correspondientes a la recuperación de productos químicos y al tratamiento de efluentes

Por último, desearía referirme al costo de los productos químicos para la fabricación de pulpa, que oscila entre el 40 y el 45% de los costos variables de producción. La recuperación de los productos químicos de cocción no representa actualmente un problema técnico, y, a base de un precio de 640 dólares la tonelada de NaOH, dicha recuperación es sin duda económicamente viable. Procederé a una primera evaluación cuando haya recibido información acerca del costo de inversión, a partir de una capacidad de producción de 80 a 100 toneladas diarias de pulpa.

Como primera indicación aproximada sólo, daré la cifra de unos 6 millones de dólares para la planta de recuperación, y recomiendo vivamente a la CBF que discuta la cuestión con el Consorcio a fin de obtener más datos y dejar abierta la posibilidad de introducir alguna adición al contrato. La planta de recuperación debe estudiarse también en conexión con el problema de los efluentes

del proceso de fabricación de pulpa y las inversiones que se requieren para el tratamiento de dichos efluentes. En el estudio de viabilidad, la FEACCO propuso una superficie de 57 hectáreas para las instalaciones de tratamiento de desechos, lo que representa el doble de superficie de la ocupada por la fábrica de pulpa y papel así como unas instalaciones de un valor aproximado de sólo 500.000 dólares. Estos costos parecen ser muy bajos, si se tiene en cuenta el costo de las instalaciones de sedimentación, aeración y la serie de lagunas en que los efluentes van cayendo naturalmente en cascadas antes de verse en el río Piraf. A mi juicio, la implantación de un sistema de recuperación está aún más justificado, si se tiene en cuenta el costo que entrañaría el limpiado de los estanques y lagunas.

APENDICE 1

5.2.8 CUADRO DE COSTOS (CBF)

APENDICE 2

PRODUCCION DE 25.400 TONELADAS ANUALES DE PAPEL DE BAGAJO

(En dólares de los EE.UU.)

Producto	Precio unitario	Papel de periódico		Papel hilo		Papel kraft	
		Cantidad	Precio	Cantidad	Precio	Cantidad	Precio
1. Gas	0,20/1.000ft <sup>3</sup>	27.600	5,52	38.800	7,76	25.000	5,00
2. Pulpa de fibra larga	blanq. 572 semiblanq. 539 sin blanq. 473	81	43,56	81	46,33	282	133,26
3. Caolín	220	100	22,00	110	24,00	-	-
4. Sosa	640	108	69,12	143	91,52	65	41,60
5. Cloro	640	50	32,00	65	41,60	-	-
6. Productos químicos para papel	-	-	5,00	-	25,00	-	5,00
7. Colofonia	860	-	-	18	15,48	8	6,88
8. Alumbre	235	15	3,53	23	5,41	23	5,41
9. Cal	100	54	5,40	54	5,40	-	-
10. Energía eléctrica	0,025/kwh	1.190	29,75	1.300	32,50	1.300	32,50
11. Agua	2/1.000m <sup>3</sup>	200	0,40	300	0,60	100	0,20
12. Varios	-	-	10,00	-	15,00	-	10,00
Costos Variables	-	-	226,38	-	310,60	-	240,45

APENDICE 3

ESTUDIO DE LA GRACE-PEADCO

Noviembre de 1972, datos detallados a título de información

1. TIPO DE PAPEL. - II-6

Papel de periódico	90%	de pulpa de bagazo	10%	tipo kraft
Papel hilo	90%	" " " "	10%	" "
Papel de envolver	60%	" " " "	40%	" "

Importación de la pulpa vía Buenos Aires

2. CANTIDAD NECESARIA DE BAGAZO - IV -10 por tonelada de papel

Papel de periódico:	1.920 kg de bagazo entero
	1.140 kg de bagazo desmedulado (para el digestor)
Papel hilos:	2.540 kg de bagazo entero
	1.520 kg de bagazo desmedulado
Papel de envolver:	1.450 kg de bagazo entero
	870 kg de bagazo desmedulado

3. CRITERIOS A LOS QUE SE HA DE AJUSTAR EL DISEÑO DE LA FABRICA DE PULPA IV - 12

MTBD por día para 77 toneladas de papel

	<u>Bagazo desmedulado</u>	<u>Pulpa oscura</u>	<u>Tipo kraft</u>
Papel de periódico	87,8	70,2	8,5
Papel hilo	117,2	76,2	8,5
Papel de envolver	67,0	46,9	33,80

(3,57 toneladas métricas de papel por hora)

APENDICE 4

1. Estimaciones relativas al diseño del proceso de elaboración - IV - 13  
% de pérdidas

	<u>Papel de periódico</u>	<u>Papel hilo</u>	<u>Papel de envolver</u>
Desmedulado en húmedo	30	30	30
Almacenamiento	5	5	5
Desmedulado en mojado	10	10	10
Digestor	20	35	30
Operaciones de blanqueo	7	7,6	-
Fabricación de papel	5,5	5,5	5,5
Total	74,26	55,63	64,78
Pulpa en TMED de papel	65,2	65,2	43,4

2. Tratamiento del bagazo IV - 16

TMED - Días al año

Bagazo procedente de la planta de azúcar (de 120 a 140 días)	51.200
Capacidad de desmedulado húmedo	427
Bagazo desmedulado en húmedo	299
Médula que entra en las calderas	128
Bagazo desmedulado mojado	269
Bagazo que entra en el digestor (en minutos)	117

APENDICE 5

Carta de LINALE & WEISS S.A.

7.1 1974 referente al proceso CUBI

POR TONELADA DE PAPEL	TMBD/kg/Unidad	
	PERIODICO	ESCRITURA
COSTOS VARIABLES		
Bagazo entero	1,86	1,82
Kraft semiblanqueado	50,70	-
Kraft blanqueado	-	81,00
Caolín	100	100
Almidón	-	42
Resina	-	18
Alumbre	15	23
Colorantes	0,05	0,05
Floculante	0,02	0,02
Slimecide	0,08	0,08
Sosa cáustica	108	143
Cal	54	54
Cloro	62	64
Tratamiento del agua (\$EE.UU.)	0,4	0,4
Gas - pies cúbicos	18.000	18.000
Consumibles \$EE.UU.	5,00	5,00

La Paz, 30 de septiembre de 1974

FRANZ JOHANN REITER  
CONSULTOR DE LA ONUDI

RESERVADA

OBSERVACIONES SOBRE LAS ESPECIFICACIONES  
TECNICAS RELATIVAS A LA FABRICA DE PULPA Y  
PAPEL DE BAGAZO DE SANTA CRUZ (BOLIVIA)  
(22-30 de septiembre de 1974)

DOCUMENTOS RECIBIDOS:

BUFFETE INDUSTRIAL, MEXICO  
ESPECIFICACIONES .....  
en español con el diagrama de  
circulación  
marzo de 1974

TALLERES COCHLAN, ARGENTINA  
Fábrica de papel para la producción de  
papel periódico .....  
En español, con diagramas de circulación

### I. DESMEDULADO EN LA PLANTA AZUCARERA

El Consorcio proporcionó cuatro máquinas de desmedulado, cada una de las cuales poseía una capacidad de 150 TMED/D de bagazo húmedo con un contenido de agua del 50%. Recomiendo que se pida al Consorcio sólo tres desmeduladoras grandes, cada una con una capacidad de 200 TMED/D de bagazo húmedo, de modo que una de las máquinas pueda quedar de reserva.

En las especificaciones se señala la capacidad de los transportadores de correa, es decir, 20 TMED por hora, lo que representa una cifra de 480 TMED diarias. En el supuesto de que el grado de desmedulado será de alrededor del 30%, la capacidad de todo el equipo de transporte parece algo baja, y debería ser alrededor de 600 TMED por día. Debe suponerse que el rendimiento del bagazo de pulpa en función de la calidad del papel oscilará entre 65 y 45. La cantidad de bagazo desmedulado con el que se alimenta el digestor será de unas 200 TMED por día y, por consiguiente, la planta de desmedulado habrá de tener esa capacidad.

### II. ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO YA DESMEDULADO

En las especificaciones técnicas del Consorcio no se da explicación alguna acerca del sistema de almacenamiento que se ha de utilizar. Lo único que puede decirse es que la firma Protechna propone un sistema en el que se emplea aire comprimido que se hace pasar a través de la pila de bagazo. En mi último informe de marzo de 1974, puse a disposición de la Corporación Boliviana de Fomento una descripción detallada de los diferentes sistemas que actualmente pueden utilizarse para almacenar el bagazo. Que yo sepa, en ninguna parte se emplea actualmente el sistema de ventilación por aire, por lo cual, no puedo recomendar que para el proyecto de Santa Cruz se adopte el sistema propuesto.

Después de evaluar muy cuidadosamente el proceso Ritter para el almacenamiento de bagazo, recomiendo que se pidan más detalles a la firma Isega de Aschaffenburg, así como las condiciones de un contrato de licencia. Se me ha informado que se cobrarán derechos de licencia en función de la capacidad de almacenamiento de bagazo, que podrá oscilar alrededor de unas 40.000 toneladas métricas en el caso del proyecto de Santa Cruz, siendo los derechos por

tonelada de almacenamiento de unos 1,5 a 2 marcos alemanes. Si la CBF está interesada por saber más acerca de la experiencia que se ha obtenido con el proceso Ritter, recomiendo ponerse en contacto con la fábrica de papel de bagazo de Ledesma (Argentina) en la que se aplica satisfactoriamente dicho sistema desde hace más de diez años y del que, según me informan, se han obtenido muy buenos resultados.

### III. DESMEDULADO EN MOJADO

El equipo que se ha ofrecido para el proceso Cusi es aceptable en todos sus aspectos, excepto que no se indica la capacidad por lo que se refiere a las llamadas Hidrolimpias. Supongo que cada una de las dos máquinas tiene capacidad para elaborar toda la cantidad de bagazo, por lo cual puede quedar una como máquina de reserva. Los transportadores de correa tienen unas dimensiones que permiten el transporte de 4,5 TMBD de bagazo por hora, cantidad muy reducida, por lo que debe de tratarse de un error. La capacidad debe de ser como mínimo de 6 TMBD por hora.

### IV. IMPREGNACION, DIGESTION Y FRACCIONAMIENTO

Durante las conversaciones de febrero de 1974, se examinó con los ingenieros de la firma Protechna una disposición simplificada de la sección completa, y las nuevas especificaciones técnicas revisadas responden al acuerdo que se concertó en dichas conversaciones. Se ha prescindido de las costosas prensas, las que han sido sustituidas por equipo sencillo de deshidratación.

Se estudió el digestor, y yo recomendé que se aumentara el tamaño del transportador de tornillo de 17 a 21 pulgadas, que es el tamaño normal que se utiliza actualmente y que brinda a la CBF la posibilidad de aumentar la producción de pulpa para más adelante. Por el mismo motivo, he recomendado que se empleen dos tubos de digestor, en tanto que el Consorcio ofreció un tubo único de grandes dimensiones. La CBF debiera ocuparse de la cuestión una vez más y pedir al Consorcio que proporcione un digestor con el que se pueda obtener una producción de pulpa más elevada. El digestor ofrecido por el Consorcio posee un transportador de tornillo de solo 17 pulgadas de diámetro.

#### V. OPERACIONES DE LAVADO Y TAMIZADO

La cifra que se da referente a la capacidad de esta sección de la fábrica es de 69 TMBD de pulpa por día, pero tal cantidad es demasiado reducida en relación con la capacidad de la máquina para papel. Por tanto, es preciso aumentar el tamaño de los filtros de lavado por lo menos a 30 metros cuadrados para obtener alrededor de 100 TMBD de pulpa por día, con lo que se conseguirá que, en el caso de la fabricación de pulpa de gran brillantez, siempre haya un sistema de lavado que no pierda eficacia.

Esto es muy importante en el caso de recuperación de productos químicos, operación que tal vez se introduzca en fase posterior. Únicamente por medio de tambores de filtro de lavado de suficiente tamaño se obtiene el llamado licor negro, que contiene una elevada concentración de materias sólidas. Según es bien sabido, la pulpa de bagazo posee un bajo grado de refinación, por lo cual las instalaciones de lavado han de ser de gran tamaño. Toda la maquinaria y el equipo de las instalaciones de tamizado se describen en detalle y su disposición se ajusta a los diagramas de circulación que preparé después de las conversaciones que tuvieron lugar en febrero de 1974.

#### VI. INSTALACIONES DE BLANQUEO

Por lo que se refiere a la capacidad de estas instalaciones he de formular las mismas observaciones que con respecto a las instalaciones de lavado. Según se ha propuesto, la capacidad del mezclador de pulpa y cloro es sólo de 67 TMBD de pulpa sin blanquear por día, lo que supone que la capacidad total de las instalaciones será de alrededor de 60 TMBD de pulpa blanqueada por día. Como se desprende de las especificaciones técnicas relativas a la máquina para papel elaboradas por Talleres Coghlan S.A., la capacidad estimada de la máquina para papel es de 77 toneladas diarias de papel hilo. Por tanto, la garantía de producción de la máquina para papel debería basarse en un peso básico de  $58 \text{ gr/m}^2$ . Se sabe que tal papel puede ser fabricado actualmente sin necesidad de pulpa de fibra larga, por lo cual la capacidad de las instalaciones de blanqueo no concuerda con la capacidad estimada de la máquina para papel. Recomiendo que se estudie la capacidad de los filtros de lavado sobre la base del empleo de alambres de plástico, pues las últimas

innovaciones indican que con la pulpa de bagazo puede lograrse una capacidad de por lo menos 3,5 a 3,7 m<sup>2</sup> por metro cuadrado en 24 horas. En todo caso, la capacidad de las instalaciones de blanqueo ha de ser de 76 o más toneladas diarias de pulpa blanqueada.

#### VII. PREPARACION DE LA PULPA

Verificada la descripción técnica, se comprobó que se ajustaba al acuerdo concertado después de las conversaciones de febrero de 1974. La capacidad de las instalaciones de disolución de pulpa importada kraft fue aumentada por Talleres Coughlin a 36 toneladas por 24 horas, lo que representa una cifra suficiente para la producción de papel corrugado kraft. Se revisó y ajustó de acuerdo con las nuevas capacidades el diagrama de circulación para la elaboración de pulpa. La capacidad de la línea de pulpa de bagazo se basa en la cifra de 76 toneladas cada 24 horas, y he de señalar una vez más a la atención de la CBF las discrepancias existentes entre la producción de las instalaciones de blanqueo y el insumo de la preparación de pulpa, en el caso de la pulpa de bagazo.

A tal respecto, cabe mencionar que sólo los diagramas de circulación de la fábrica de papel se han ajustado según lo acordado, pero que todavía no se han ajustado en absoluto los muy detallados de la fábrica completa de pulpa que preparó Bufete Industrial. Dado que en las especificaciones técnicas de la fábrica de pulpa figuran la mayor parte de las cifras relativas a cantidades, capacidades, y dimensiones de todo el equipo y maquinaria, no veo razón alguna por la que no hayan de ajustarse también los diagramas de circulación de la fábrica de pulpa.

#### VIII. MAQUINA PARA PAPEL

El diseño de la máquina para papel fue el punto que se discutió en forma más detallada con el Consorcio en febrero de 1974, debido a que la máquina ofrecida no respondía a las normas exigidas, por lo que propuse que se aumentara la velocidad de la máquina, se cambiara la configuración de las prensas y se mejorara la transmisión. Otro aspecto que se discutió fue el referente al nuevo tipo de caja alimentadora Escher Wyss en la que se emplea el sistema de microturbulencia.

Respecto a las nuevas especificaciones revisadas de la fábrica de papel y al diagrama de circulación Núm. W 00180-A, debo declarar que el diseño de la máquina de papel propuesta por Talleres Coghlan todavía no es lo que debe ser. En primer lugar, se indica como velocidad de la máquina la cifra de 100-370 m/min, siendo así que la velocidad que recomiendo es la de 600 m/min, con el fin de lograr para más adelante una producción de unas 40.000 toneladas anuales de papel. La cuestión es muy compleja en todos sus aspectos y debe ser examinada una vez más con el representante de Talleres Coghlan. Desde luego, queda entendido que esta máquina de papel es muy superior en normas y capacidad a lo que se exige en los documentos de licitación, y no cabe duda que el Consorcio pedirá un precio más elevado por la máquina de alta velocidad. La CBF ha de examinar los ajustes de ofertas y precios.

Ha llegado a mi conocimiento que, por ejemplo, en Colombia una máquina de papel suministrada recientemente por talleres europeos funciona ya a una velocidad de casi 500 m/min y produce papel de escribir y de imprenta a base de pulpa de bagazo. También trabajo como consultor de las Naciones Unidas para Induperú de Lima, empresa que últimamente ha solicitado de Bufete Industrial conocimientos técnicos y detalles mecánicos básicos para la instalación de una fábrica de papel de periódico a partir de bagazo.

La máquina para papel de esta nueva fábrica de papel de periódico estará concebida para una velocidad de 600 a 800 m/min. La CBF está al tanto de que el proyecto de la Induperú se basa en la misma tecnología (proceso CUSI) que el proyecto de Santa Cruz. No veo razón alguna para que las máquinas de la fábrica de Santa Cruz no puedan operar después de dos o tres años de funcionamiento, contando con personal bien capacitado, a una velocidad de 400 a 500 metros, especialmente en el caso de la fabricación de papel de periódico.

La máquina para papel ha de ser diseñada básicamente para la mencionada velocidad de funcionamiento, pero no ha de contar desde un principio con todos los componentes que se necesitan para lograr dicha velocidad. Los componentes de transmisión habrán de ser ajustados más adelante para la mayor velocidad. La sección de secadores puede ser proporcionada conforme a la propuesta del Consorcio, pero habrá que prever la incorporación posterior de cilindros adicionales de secado. Debe hallarse una solución similar para la sección de prensas, dejando margen para un rodillo compresor adicional a fin de aumentar la producción, pero adoptando desde el principio una moderna prensa combinada.

### IX. INSTALACIONES DE ACABADO DEL PAPEL

El equipo ofrecido por el Consorcio para las instalaciones de acabado es aceptable, dado que sólo una parte del papel hilo se cortará en hojas y que el papel de periódico y el papel kraft se suministrarán en rollos.

#### Observaciones generales

La ONUDI me pidió que fuera a La Paz para asesorar a la CBF en el curso de las negociaciones contractuales con el Consorcio. Después de mi llegada, la División de Proyectos de la CBF me hizo saber que por el momento no se realizaban negociaciones y me pidió que hiciera algunas observaciones acerca de las especificaciones técnicas del Consorcio. Las observaciones técnicas que he formulado más arriba debe considerarse como una corroboración de las que hice en febrero. No hay nuevas especificaciones técnicas, pues Bufete Industrial y Talleres Coghlan sólo han revisado en unos cuantos aspectos sus especificaciones técnicas originales. Mis observaciones se refieren sólo a los puntos revisados, y sólo se podrá efectuar una evaluación definitiva cuando el Consorcio haya elaborado las especificaciones técnicas y reajustado los diagramas de circulación de la fábrica de pulpa y papel, lo que exigirá dos semanas más; se acordó que el Consorcio enviaría las nuevas especificaciones técnicas a la CBF, con una copia directamente a Munich para su aprobación. La CBF me informó que las conversaciones definitivas con el Consorcio pueden tener lugar en unas cinco semanas y me preguntó si podía ir de nuevo a La Paz para prestar asistencia a la CBF en las discusiones. En mi viaje a La Paz me detuve en Lima el sábado 21 de septiembre y mantuve conversaciones acerca de los próximos servicios de consultoría para el proyecto peruano de papel de periódico. Quedó convenido que iría a Lima a mediados de noviembre; según lo cual, indiqué a la CBF que podría ir a La Paz por unos cuantos días durante la segunda quincena de noviembre o la primera de diciembre. Este programa está sujeto a la aprobación de la ONUDI.

Se examinó con el Sr. Rada, Jefe de la División de Proyecto de la CBF, un importante aspecto del diseño de la fábrica de papel de Santa Cruz, es decir, la posibilidad de la recuperación de productos químicos. En el Estudio de viabilidad efectuado por la PEADCO no está previsto ningún sistema de recuperación de los productos químicos de cocción, y la CBF tenía la

impresión de que ello obedecía a razones técnicas. Tuve que informar a la CBF que no era así, puesto que conozco varias fábricas de pulpa de bagazo en las que se aplica un sistema de recuperación de los productos químicos de cocción. Desearía citar las siguientes fábricas de pulpa que he visitado o para las que he trabajado:

Fábricas de pulpa de bagazo con sistema de recuperación

1. Fábrica de papel de Bengala del Norte, Bangladesh
2. Corporación Papelera del Pakistán, Pakistán
3. Fábrica de papel de Shree Gopal, India
4. Fábrica de papel de Edfu, Egipto
5. Fábrica de papel de Ledesma, Argentina
6. Fábrica de papel Pars, Irán
7. Fábrica de papel de Orizaba, México
8. Fábrica de papel Propal, Colombia
9. Fábrica de papel de Taiwán, Taiwán
10. Venepal, Venezuela
11. Ponsa, Brasil

En las mencionadas fábricas se emplea el proceso por sosa y se utiliza el bagazo como materia prima; la fábrica más pequeña posee una capacidad de 54 toneladas de pulpa de bagazo blanqueada, en tanto que las mayores tienen una capacidad que oscila alrededor de las 200 toneladas diarias de pulpa. Para la pulpa semiquímica como la que se emplea en la fabricación de papel de periódico, se introdujo hace unos cuantos años un nuevo sistema de recuperación, que funciona actualmente en algunas fábricas. Debe examinarse la posibilidad de aplicar tal sistema en el proyecto de Santa Cruz pues ofrece dos ventajas:

- Los costos de inversión son mucho más bajos que los que se requieren en el sistema normal de recuperación;
- Mediante este sistema puede tratarse también el licor negro procedente de las fábricas de pulpa semiquímica que fabrican, por ejemplo, pulpa para papel de periódico y papel de revestir, como es el caso del proyecto de Santa Cruz.

Mediante tal sistema no se recupera el calor, pero esto carece de importancia en el proyecto boliviano, pues se dispone de gas barato.

No dispongo de todos los documentos y detalles, pero redactaré un informe detallado que contendrá observaciones generales acerca de la

recuperación del licor negro de bagazo y sobre el sistema especial de recuperación basado en el proceso "Broby". En el Brasil se está construyendo una planta de recuperación para una fábrica de estirado de bagazo en la que se emplea ese nuevo sistema, y en mi viaje de regreso a Munich, trataré de visitarla a fin de obtener la información más reciente sobre ella. El informe se preparará en Munich y se enviará a la CBF por conducto de la ONUDI.

La CBF me ha proporcionado las cifras referentes al costo de las materias primas y productos químicos para la fabricación de pulpa y papel y me pidió que terminara mis trabajos sobre las cifras e índices de garantía, respecto a lo cual formulé una primera propuesta en marzo de 1974. La propuesta definitiva se preparará después de mi llegada a Munich a la que se incorporarán las observaciones acerca de los gastos de producción elaborados por la CBF.

Finalmente, quiero referirme al proyecto de contrato presentado por el Consorcio a la CBF para el proyecto de pulpa y papel de Santa Cruz. Como el contrato está en español y no puedo comprender el texto a fondo, los párrafos más importantes han sido traducidos al inglés por la CBF, la cual me ha facilitado la traducción. Las observaciones se incorporarán a mi informe definitivo.

### 3. Nuevas especificaciones técnicas

Recibí de Talleres Coghlan de Buenos Aires y de Bufete Industrial, de México, la siguiente especificación revisada:

- Fábrica de papel para la producción de papel de periódico, papel de escribir e imprimir, de envolver y corrugar, de fecha 11 de octubre de 1974.
- Diagramas de flujo y lista de equipos preliminares, de octubre de 1974.

Ambas especificaciones están redactadas en español y consisten en una descripción técnica detallada de la maquinaria y equipo y de los diagramas de circulación, en que se consignan los principales reajustes introducidos.

Sólo examiné brevemente estas especificaciones para comprobar si se habían incorporado o no las observaciones que figuran en el informe que preparé en La Paz y que expuse en una conversación con los delegados del Consorcio.

He de decir que, en términos generales, encontré que se habían introducido todos los cambios principales solicitados, y que las especificaciones técnicas podrán adjuntarse al contrato definitivo.

Desde luego, la CBF debe considerar las especificaciones técnicas sólo como especificaciones preliminares, pues sólo podrá darse la aprobación definitiva después que el Consorcio haya realizado el estudio técnico detallado que habrá de recibir la confirmación de la CBF o de sus ingenieros consultores.

Los dos cambios principales introducidos por el Consorcio son los siguientes:

- La capacidad de la fábrica de pulpa es ahora de 76 TMBD de pulpa blanqueada por día
- La máquina para papel consiste en,  
una caja de alimentación por turbulencia hidráulica de tipo moderno,  
una sección de prensa de tipo moderno y  
una velocidad final de trabajo de 550 m/min.

Hay que señalar que el Consorcio no ha formulado observaciones acerca de la planta de recuperación.

La planta azucarera actual y su destilería plantean problemas de eliminación de efluentes. Se han construido tres estanques, si bien será preciso tomar otras medidas si aumenta la producción de azúcar y alcohol.

En estas circunstancias, no puedo suponer que sean tolerables los efluentes resultantes de la fábrica de pulpa y papel de bagazo sin sistema de recuperación de los productos químicos de cocción.

Por tanto, recomiendo con ahínco a la CBF y a la ONUDI que contraten un experto para el tratamiento de efluentes (no sólo con experiencia en la industria papelera sino también en la azucarera) y para evaluar la situación actual y futura, teniendo en cuenta el programa de ampliación de la fábrica azucarera y la nueva fábrica de pulpa de papel.

El sistema de recuperación que se ha indicado a la CBF puede ser descrito, conforme a la información recibida de la firma Voith del Brasil, de la siguiente manera:

El sistema de horno de fusión Broby se ha concebido para quemar los licores de desecho resultantes de los procesos de cocción a la sosa de la industria de la pulpa, y consta principalmente de tres partes: un horno revestido de ladrillo y sin enfriamiento, un evaporador de contacto directo y un dispositivo para el tratamiento de la escoria.

Antes de entrar en detalles y explicaciones hay que señalar que el sistema de horno de fusión Broby sólo es una de las unidades que se necesitan para llevar a cabo el ciclo de recuperación y de conversión en productos químicos de cocción. También será necesario disponer de equipo de lavado, aclarado, caustificación, posible preevaporación y otras unidades de conversión.

El sistema de horno de fusión Broby está concebido para quemar y recuperar los productos químicos de cocción de las fábricas pequeñas de kraft y sosa, en las que el principal interés reside en recuperar los productos químicos y en que no son económicamente rentables las costosas calderas de sosa.

Después de estudiado el equipo disponible en el mercado para este fin, se decidió proceder a construir un horno propio. La primera unidad se puso en acción en 1965 y funcionó durante un año con cada vez mayor rendimiento. Como la capacidad de la primera unidad no se concibió para tratar sino una parte del total de los efluentes de la fábrica, se ha construido una segunda unidad, de mayores dimensiones y más perfecta, a base de la experiencia obtenida. Esa unidad comenzó a trabajar en octubre de 1966, y desde entonces ha seguido operando de manera continua y con mucho éxito, ocasionando sorprendentemente pocos problemas de funcionamiento. En el horno se obtiene una

escoria de una composición muy apta para su ulterior transformación en una planta integrada de conversión, o bien para su aprovechamiento como relleno químico en las fábricas adyacentes de kraft.

El paso siguiente fue un horno de una fábrica de kraft situada en el sur de Francia, en la que se recuperan de 5 a 6 toneladas de sólidos sector por hora. En 1972 comenzó a funcionar otra unidad, situada en Brasil, la cual trabaja en la actualidad con una carga de 3 toneladas de sólidos secos por hora. A fines de 1973 empezarán a funcionar en el Brasil otras dos unidades.

En 1973, también entrará a funcionar en los Estados Unidos una segunda unidad para el licor NSSC.

#### El horno de fusión "Broby"

El horno de fusión Broby, que es la pieza principal del sistema, se concibió en una pequeña fábrica de pulpa del sur de Suecia (la fábrica "Broby" de Broby Industries Co.); funciona a base de NSSC y produce 150 toneladas métricas diarias de pulpa.

El horno de fusión Broby es un horno cilíndrico revestido de ladrillo, sin enfriamiento. El licor de alta concentración se hace pasar al inyector de boquilla del quemador situado en la parte superior del horno. El licor pulverizado en el horno se seca finalmente mediante un flujo de gas caliente de combustión en contracorriente en la parte superior del horno. Las gotitas secas del líquido se queman, mediante lo que se obtiene escoria y gas de combustión.

Los tubos de entrada del aire de combustión están situados a dos niveles principales del cilindro, uno para el aire primario y otro para el secundario. Mediante una distribución adecuada del aire de combustión se obtiene una reducción entre el 85% y 95%, según sea la materia seca que haya de quemarse.

El desprendimiento de calor del horno se ajusta controlando la concentración del licor, la cantidad de aire excedente y la temperatura del aire, de modo que la temperatura del gas del horno se mantenga alrededor de 1050°C como máximo.

El gas caliente de combustión sale del horno a través de un espacio anular situado en su parte superior y se dirige a una cámara de descarga, en la que se mezcla con gas de combustión enfriado y recirculado antes de entrar en el evaporador de contacto directo.

Además, el horno va provisto de un quemador de petróleo para el período inicial de funcionamiento y también para controlar el contenido calórico del licor.

#### El evaporador de ciclón

La entalpia de los gases calientes de combustión se emplea para evaporar el licor de baja concentración en el evaporador de ciclón. La parte inferior del evaporador de contacto directo sirve también como tanque colector. El evaporador de ciclón consiste en un cuerpo cilíndrico centrífugo con una entrada tangencial de gas y una salida concéntrica para el gas reentrante. El licor, que ha de ser concentrado, se pulveriza sobre el gas de combustión en la entrada tangencial, en la que se produce la evaporación. Las pequeñas gotas del licor concentrado quedan separadas del gas mediante la acción centrífuga del ciclón. La superficie de las paredes del evaporador, se hallan continuamente humedeidas y mojadas por el licor que entra a través de boquillas por la parte superior del evaporador. El licor concentrado se dirige al quemador a través del tanque colector.

#### Tratamiento de la escoria

La escoria se disuelve en agua hasta que el líquido adquiere un color verde en un tanque de disolución de tipo convencional. Los productos químicos que contiene el licor verde representan un considerable valor económico. En algunos casos, por ejemplo, el licor verde de las fábricas de pulpa NSSC pueden venderse a grandes fábricas de papel kraft situadas en las cercanías de la fábrica como elemento de relleno. Cuando la distancia es grande hasta la fábrica de papel kraft, puede emplearse un sistema de solidificación de las escorias con lo que su transporte resultará más económico. Sin embargo, en muchos casos sería rentable crear un ciclo cerrado de recuperación química mediante la instalación de una planta de conversión química.

En el caso de fábricas pequeñas de kraft tal vez sea suficiente contar con una planta de caustificación por lotes para aprovechar los productos químicos que contiene el licor verde.

Las fábricas construidas por la firma Voith en el Brasil con licencia de las industrias Nordströms de Suecia tienen actualmente problemas con el horno, porque los ladrillos que se utilizan para cubrir la parte superior del horno

de fusión carecen de la resistencia suficiente contra los gases de combustión resultantes del quemado del licor. La empresa Voith empleó ladrillos fabricados en Brasil. Se supone que los ladrillos fabricados en Suecia o Alemania son capaces de resistir gases de combustión a una temperatura de 1050°C. La firma Voith asegura que este proceso de recuperación funciona a plena satisfacción de los clientes y conforme a las garantías estipuladas.

No entraba en mi cometido la evaluación del sistema de recuperación. Si la ONUDI y la CBF estiman que debo evaluar en detalle el problema, necesitaría alrededor de cuatro semanas, incluidos viajes a Suecia y Brasil con el fin de observar el funcionamiento de la fábrica. Tal misión sólo podría llevarse a cabo

- si la CBF se decide a instalar el sistema de recuperación
- antes o después de otra misión de la ONUDI en América Latina.

El primer paso consistiría en que el Consorcio obtuviera informaciones más detalladas.

#### 4. Observaciones sobre las cifras de consumo

Como las cifras presentadas por el Consorcio a la CBF no eran claras, sino en parte contradictorias, se envió un telegrama a Bufete Industrial para pedirle una lista de cifras de consumo para el papel de escribir y de imprenta, papel de envolver y papel de periódico. He recibido un ejemplar de la lista solicitada, ejemplar que figura en el Apéndice 1.

La CBF me ha facilitado los siguientes precios unitarios para el cálculo de los multiplicadores de consumo de la garantía.

	En dólares de los EE.UU.
- bagazo, desmedulado	3,6 TMED
- sosa cáustica y cloro	6,40 TM
- gas	0,2/1000 pie <sup>3</sup>
- agua	2/1000 m <sup>3</sup>
- pulpa kraft, semiblanqueada	540 TMED
- pulpa kraft, blanqueada	580 TMED
- carga	220 TM

Como es costumbre, he introducido una corrección en el costo del agua aumentando su precio, porque su valor nominal no refleja toda su importancia.

Las nuevas cifras son las que se indican a continuación:

4.3 Garantía de consumo

4.3.1 Para la fabricación de papel de periódico, el consumo de los siguientes materiales no excederá las cifras máximas que se dan a continuación:

	<u>Por tonelada métrica de papel</u>
4.3.1.1 Bagazo desmedulado, completamente seco	1.300 kg
4.3.1.2 Sosa cáustica	125 kg
4.3.1.3 Cloro	60 kg
4.3.1.4 Gas	17.400 pie <sup>3</sup>
4.3.1.5 Agua	200 m <sup>3</sup>
4.3.1.6 Pulpa blanqueada de fibra larga	90 kg
4.3.1.7 Aroilla de carga	100 kg

Puntos de medición

bagazo:	el transportador al local del digestor
sosa cáustica y cloro:	tanques de almacenamiento
vapor y agua:	contador de flujo en la salida de la caldera, y planta de tratamiento del agua

4.3.2 Para la fabricación de papel de escribir y de imprenta, el consumo de los siguientes materiales no excederá las cifras máximas que se dan a continuación:

	<u>Por tonelada métrica</u> <u>de papel</u>
4.3.2.1 Bagazo desmedulado, completamente seco	1.400 kg
4.3.2.2 Sosa cáustica	170 kg
4.3.2.3 Cloro	60 kg
4.3.2.4 Gas (natural)	19.000 m <sup>3</sup>
4.3.2.5 Agua	220 m <sup>3</sup>
4.3.2.6 Pulpa blanqueada de fibra larga	100 kg
4.3.2.7 Carga de arcilla	120 kg

Puntos de medición: véase el epígrafe 4.3.1

(Para calcular el factor de consumo, se fijarán los correspondientes multiplicadores una vez que la CNP me haya facilitado los precios bolivianos de los materiales).

4.4 Factor 1 de consumo para el papel de periódico  
(octubre 1974)

	<u>Material</u>	<u>Consumo</u>	<u>Multiplicador</u>	<u>Factor de consumo</u>
4.4.1	Bagazo	1.300 kg	3,6	4,65
4.4.2	Sosa cáustica	125 kg	640,0	79,00
4.4.3	Cloro	60 kg	640,0	38,40
4.4.4	Gas	17.400 pie <sup>3</sup>	0,2	3,45
4.4.5	Agua	200 m <sup>3</sup>	20,0	4,00
4.4.6	Pulpa de fibra larga	90 kg	540,0	48,50
4.4.7	Arcilla de carga	100 kg	220,0	22,00
			Total	200,00

4.5 Factor 2 de consumo para papel de escribir  
y de imprenta

	<u>Material</u>	<u>Consumo</u>	<u>Multiplicador</u>	<u>Factor de consumo</u>
4.5.1	Bagazo	1.400 kg	3,6	5,00
4.5.2	Sosa cáustica	170 kg	640,0	108,00
4.5.3	Cloro	60 kg	640,0	38,40
4.5.4	Gas	19.000 pie <sup>3</sup>	0,2	3,80
4.5.5	Agua	220 m <sup>3</sup>	20,0	4,40
4.5.6	Pulpa de fibra larga	100 kg	580,0	58,00
4.5.7	Arcilla de carga	120 kg	220,0	26,40
			Total	244,00

Para calcular los factores de consumo, los multiplicadores estipulados definitivamente en el contrato permanecerán constantes y las cifras efectivas de consumo serán las únicas variables.

4.6 Indice de consumos

Los índices de consumo se calcularán con arreglo a la fórmula siguiente:

$$\text{Indice de consumo: } \frac{\text{Factor x 30}}{\text{Factor comprobado}}$$

#### 4.7 Indice global de garantía

Las garantías de cantidad, calidad y consumo se basarán en el índice global que abarcará la suma de los tres índices respectivos, en la forma siguiente:

4.7.1	Indice de cantidad	40
4.7.2	Indice de calidad	30
4.7.3	Indice de consumo	<u>30</u>
	Indice global	100

#### 5. Observaciones sobre algunas cláusulas del proyecto de contrato

##### 5.1 Puesta en funcionamiento

La fábrica de pulpa y papel no puede iniciar sus operaciones en un período corto, por lo cual el Consorcio debe proporcionar un personal de supervisión bien especificado durante un período por lo menos de 6-8 meses. En el contrato no aparecen detalles al respecto. El Consorcio debe determinar el personal supervisor.

##### 5.2 Asistencia técnica

Por experiencia se sabe que una industria nueva en un país como Bolivia necesitará asistencia técnica por lo menos durante dos o tres años. En el contrato no aparecen detalles al respecto. La CBF debe solicitar del Consorcio que elabore un programa detallado para un contrato de asistencia técnica de dos años, en que se especifique el personal extranjero necesario.

##### 5.3 Garantías

En el contrato no se hace mención de las garantías propuestas.

La breve traducción al inglés de unas cuantas cláusulas del contrato no ofrece idea clara de la naturaleza de éste.

Si tuviera que asesorar a la CBF en las negociaciones contractuales tendría que facilitárseme una traducción perfecta del contrato.

Por el momento, estimo que las observaciones que he formulado acerca de las cifras de garantía son sólo detalladas y competentes.

5.4 Entrega definitiva de la fábrica

El cliente sólo se hará cargo de la fábrica una vez se hayan cumplido las garantías referentes a capacidad, calidad y consumo.

Parece que en el contrato se establecen diferencias entre garantías importantes y no importantes, lo que es inadmisibile.

5.5 Programa de capacitación para personal boliviano

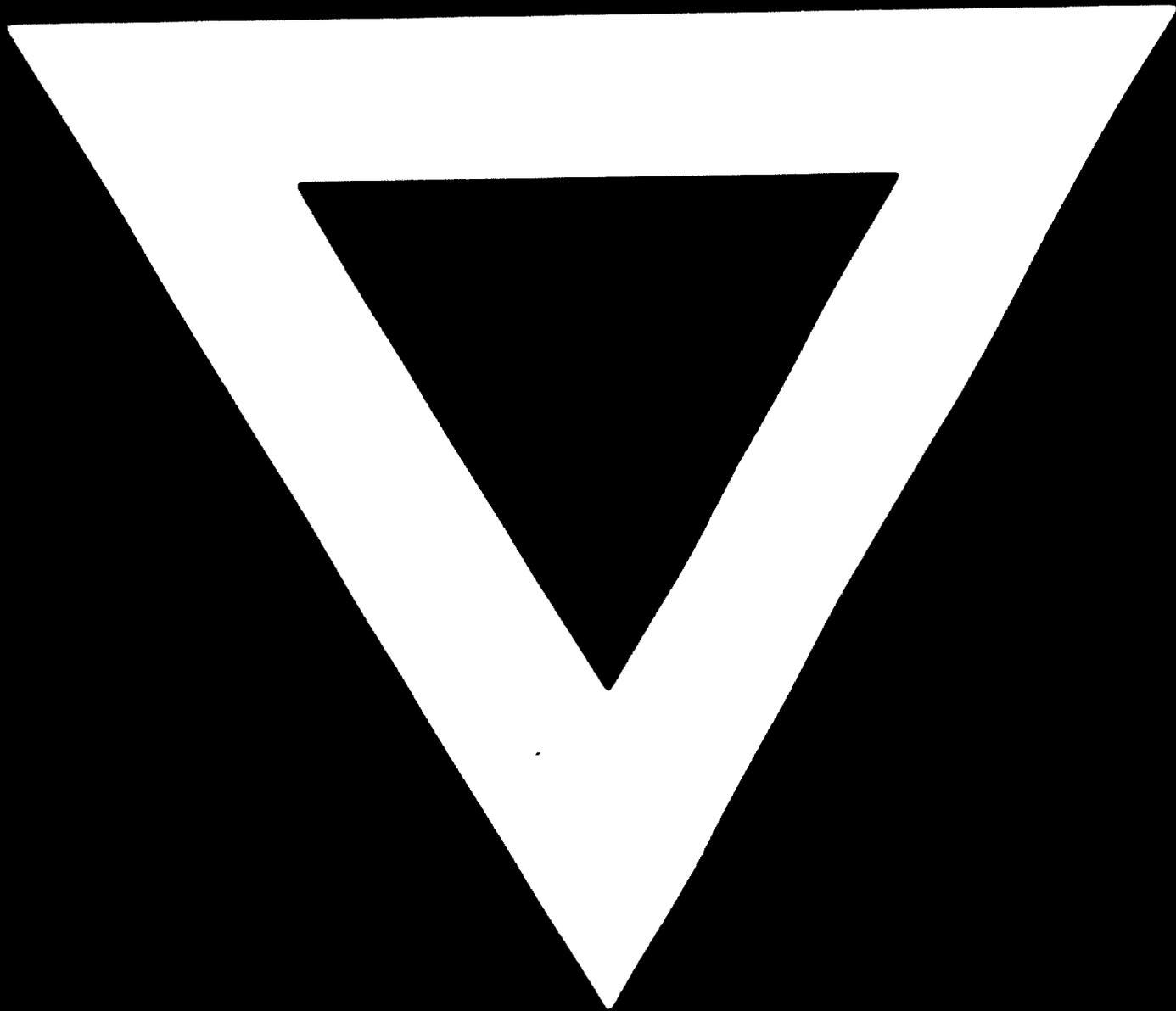
Dado que en Bolivia no existen actualmente industrias de papel, habrá que capacitar por lo menos a 25 futuros técnicos en fábricas de pulpa y papel de bagazo de América Latina por un período de 4 a 6 meses. En el proyecto de contrato no aparecen detalles al respecto.

5.6 Garantías referentes a la maquinaria

El período de garantía debe ser de 12 meses a partir del día que se ponga en funcionamiento la fábrica o sección.



**B-347**



**77. 10. 10**