

51.000
300.00

FECHA DE DEVOLUCION

El último sello marca la fecha tope para ser devuelto este libro.

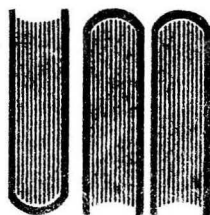
Vencido el plazo, el lector pagará 1.00 peso por cada día que pase.

(11-013)

17 NOV. 1985	BIBLIOTECA ENCUENTRO MAY 13 1994
24 NOV. 1985	
25 SET. 1985	UNIVERSIDAD DE MONTERREY ENCUENTRO MAR 14 1986
17 OCT. 1985	
14 OCT. 1985	UNIVERSIDAD DE MONTERREY ENCUENTRO BIBLIOTECA
6 NOV. 1985	
23 NOV. 1987	UNIVERSIDAD DE MONTERREY ENCUENTRO BIBLIOTECA
18 ABR. 1988	
24 AGO. 1988	UNIVERSIDAD DE MONTERREY ENCUENTRO BIBLIOTECA
23 NOV. 1989	
22 OCT. 1991	

Vo. Bo.
18 Mayo '79
Machy

UNIVERSIDAD DE MONTERREY
DIVISION DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS



UNIVERSIDAD
DE MONTERREY

clasif.
040.668
C352e
1979

tl *Estudio De La Recuperación
De Aluminio Comercial*

PROGRAMA DE EVALUACION FINAL
QUE PRESENTA

folio 801035

autor

ALFONSO CASTILLO VELIZ

EN OPCION AL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO ADMINISTRADOR

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1979

Dedico esta tesis con todo mi
cariño y respeto a mis Padres:

Sr. ALFONSO CASTILLO GONZALEZ
Sra. ANGELINA VELIZ DE CASTILLO

ESTUDIO DE LA RECUPERACION
DE
ALUMINIO COMERCIAL

I N D I C E

CAPITULO I

Introducción.

Localización del material de desecho.

Mercado.

CAPITULO II

Selección del proceso.

Aleaciones comunes del proceso.

Datos experimentales y eficiencia.

Experimentos y conclusiones.

Descripción del proceso.

Diagrama de Flujo.

Balance de materia.

Consumo de energía.

CAPITULO III

Especificación del equipo principal.

CAPITULO IV.

Costo del equipo.

Costo de la inversión total.

Costo de la materia prima.

Costo de Manufactura anual

Punto de equilibrio.

Período de pago.

CAPITULO V

Conclusión

Apéndice

Bibliografía.

CAPITULO PRIMERO

C A P I T U L O I

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

La recuperación de desechos industriales es uno de los temas de primera importancia en nuestra época en la que cada día es mas difícil conseguir ó tener a la mano materia prima adecuada para la manufactura de diferentes productos.

El objetivo del presente trabajo es llevar a cabo un estudio sobre la recuperación de ALUMINIO COMERCIAL, en el que se profundizarán ciertos puntos para definir que tan efectivo es dicho estudio, y de encontrarse práctico y económicamente conveniente se podrá proceder a desarrollar el proyecto sobre éstas bases.)

tema

* El ALUMINIO es un metal abundante en la tierra, el tercero para ser mas preciso, sin embargo no existe en estado libre en la naturaleza; su mena generadora es la BAUXITA ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) principalmente.

* Este dócil metal tiene gran versatilidad en la industria, por sus muy amplios y variados usos y de sus derivados, que van desde las corazas de los vehículos espaciales hasta pequeños mecanismos dentales, sin mencionar las aplicaciones en: Tratamiento de aguas ($Al_2(SO_4)_3$) y algunos usos en

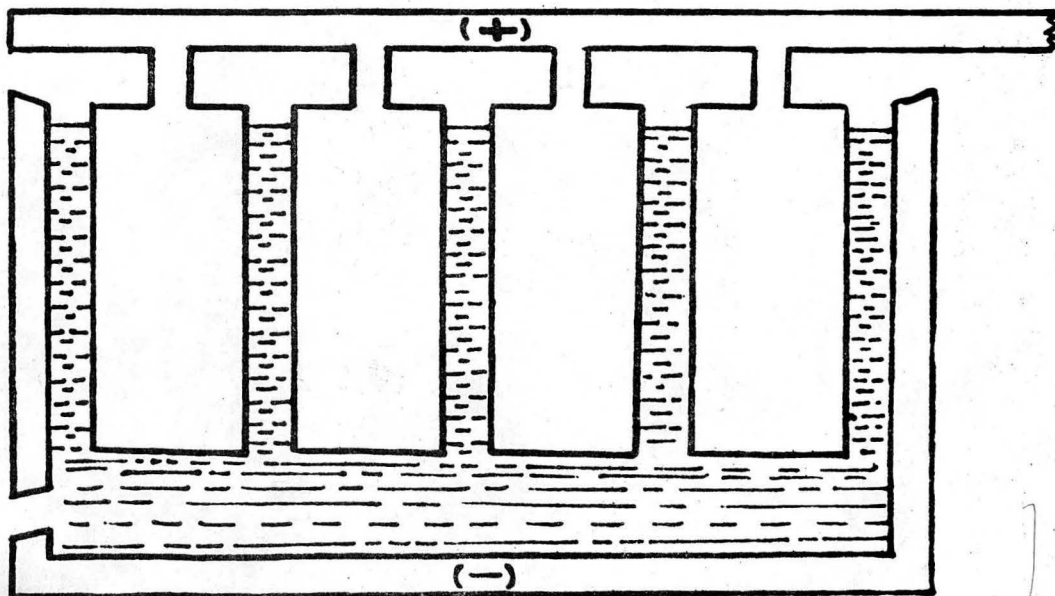
la Medicina: Silicato de aluminio para úlceras del aparato digestivo, etc.)

La historia del metal "mágico" empieza en 1825 con la obtención de aluminio impuro, posteriormente Wohler logra obtener ALUMINIO puro a partir del tricloruro de aluminio con potasio:



El método electrolítico usado actualmente industrialmente fué descubierto por Hall, y consiste en una cuba construída con carbón que actúa como cátodo en la que se vierte CRIOLITA fundida y se sumergen en la solución bloques de carbón que actúan como ánodo.

DIAGRAMA DE UNA CUBA ELECTROLITICA



* La siguiente tabla muestra algunas de las características físicas y químicas de este metal.

Nombre.....	Aluminio
Símbolo.....	Al
Número Atómico.....	13
Peso Atómico.....	26.98
Color.....	Blanco argento
Punto de fusión.....	660°C
Punto de ebullición.....	2447°C
Densidad.....	2.78 grs/cm ³
Estado Físico.....	Sólido
Configuración electrónica.....	3s ² 3p ¹
Peso específico.....	2.699
Volúmen atómico.....	9.99 cm ³ /átomo gr
Dureza (escala de Mohs).....	2
Calor específico.....	.214 Cal/gr-°C
Calor de fusión.....	95.4 Cal/gr-°C
Conductividad térmica.....	.52 Cal/cm ² seg
Electronegatividad.....	1.5
	+1
Estados de oxidación.....	+2
	+3

LOCALIZACION DEL MATERIAL DE DESECHO ADECUADO

Los desperdicios industriales y diversos tipos de materiales considerados como basura seleccionada, son asequibles con -- relativa facilidad debido a la gran variedad de productos -- que se elaboran con el ALUMINIO, como: envases, papel para la protección de alimentos y medicinas.)

Las principales fuentes de recolección se encuentran en los recipientes domésticos e industriales y finalmente en los tiraderos sanitarios municipales.)

El costo original de compra estará en razón del peso y de -- la calidad del producto, y su proceso de recuperación dependería de su selección previa.

El ALUMINIO recuperable no se encuentra en materiales considerados "Basura Seleccionada" solamente, sino que existen desperdicios industriales de aluminio especificado, como: Perfiles para la construcción de marcos y puertas de casas y edificios, así como pistones automotrices, que al recuperarse se aumenta el rendimiento económico de fabricación en la industria que lo utiliza.)

En el área metropolitana existen tiraderos sanitarios donde se podría contar con una cuadrilla de hombres encargados de

escoger y acumular el desperdicio.

(La obtención primaria del ALUMINIO es bastante cara por las operaciones que implica el proceso de manufactura, aún así, el ALUMINIO ofrece una gran esperanza para la conservación de la energía. Una vez obtenido el metal, se puede reciclar una y otra vez con una fracción de energía usada en su manufactura original.)

una de las ediciones de
En la revista: AMERICAN CITY & COUNTRY (Dic. 78) se encuentra este artículo:

-.... en Estados Unidos se importan más de 2000 millones de dólares al año de aluminio casi puro. Esto se hace porque manufacturar una tonelada de aluminio de material virgen toma 51400 Kwh; y solo 2000 Kwh. manufacturarlo de materiales recuperados.

Esto representa un ahorro de 49,400 Kwh. lo que equivale a un 95%.

[Un ejemplo de conservación de la energía al usar el aluminio es: los autos y máquinas con sobrepeso fabricados con fierro ó acero se pueden fabricar con aluminio y disminuir su peso a un tercio del peso original, y así disminuye el consumo de --

combustible.

La importancia que tiene la recuperación del aluminio en Estados Unidos, lo menciona la revista NATIONAL GEOGRAPHIC en su edición Agosto de 1978:

.....En 1978 se recuperaron seis mil millones de latas de aluminio que representa el 25% de la producción total, pagando por esto \$0.17 Dlls. por cada libra y esto equivale a \$ 3400,000,000.00 aproximadamente de pesos - mexicanos anuales.

Las compañías que manufacturan el aluminio entre las más destacadas se pueden mencionar:

- * REYNOLDS ALUMINIUM
- * ALCOA
- * KAISER ALUMINIUM & CHEMICAL SALES INC.
- * ALCAN ALUMINIO.
- * TEMCOR ESTRUCTURAS.

Los usos más innovadores del aluminio lo constituyen las placas estructurales para la construcción de puentes, ya que se disminuye en 2/3 el peso que si fuera construido con fierro y/o acero, además de su bajo peso tiene la ventaja de que es más durable y su manejo e instalación es mucho más rápida.

M E R C A D O

* El Mercado de ALUMINIO recuperado es muy extenso por lo que lo representan: la Industria Automotriz, la Industria Alimenticia, Estructuras, Perfiles, Láminas, envolturas, etc. y debido a las diferentes calidades que esto representa, se utilizarían procesos de rehabilitación adecuados y se ofrecerían en: lingotes, barras, placas, rollos, etc.)

Un ejemplo real y de reciente desarrollo es el acuerdo firmado por el grupo Industrial ALFA, S.A. y la FORD MOTOR CO. el ocho de Febrero de 1979; con la finalidad de crear una compañía dedicada a la manufactura de cabezas de motor de ALUMINIO.

La inversión total en esta nueva empresa será de 1200 millones de pesos, la planta se localizará en el noreste de México por la región de Villa de García. La producción en su totalidad se exportará a Estados Unidos de Norteamérica y Canadá.

Previendo este acontecimiento la firma ALCAN ALUMINIO tiene un programa de inversiones durante los próximos seis años y que asciende a \$ 1000,000,000.00 M.N.

CAPITULO SEGUNDO

CAPITULO II

SELECCION DEL PROCESO.

(El proceso de recuperación de ALUMINIO consiste básicamente en: La recolección, Almacenamiento, Fundición y Moldeo de ALUMINIO, Y para seleccionar el proceso de recuperación más adecuado se utilizó el método de ponderación de alternativas, que se describe a continuación:

- a) Se determinan las alternativas posibles.
- b) Se fijan los criterios determinantes.
- c) Se denomina un valor entre 0 y 1 para cada criterio.
- d) A las alternativas se les pondera de tal manera que la suma dé igual a la Unidad.
- e) Se ordenan en una tabla como la siguiente:

	A_1	A_2	A_3	A_n	Razonamiento
C_1					
C_2					
C_3					
C_n					

- f) Una vez asignados los valores a cada criterio y a cada alternativa, se multiplica el valor del criterio por cada una de las alternativas del renglón y apuntando el resultado en una tabla similar.

- g) Ya teniendo los valores en todas las casillas de la tabla, se suman las cantidades de cada columna de alternativas y la que tenga el valor más elevado es la más conveniente.

RECOLECCION

Las alternativas que se consideran en el paso de la recolección son dos básicamente:

- * Cuadrilla de hombres en los tiraderos
- * Importación de chatarra.

En este caso la balanza se inclinará hacia la cuadrilla de -- hombres, por ser más factible su realización, ya que al importarla, se necesitarían permisos de Importación un poco difíciles de conseguir y además se elevaría el costo de nuestra materia prima.)

ALMACENAMIENTO

En esta parte del proceso de recuperación del ALUMINIO se consideran los criterios: Economía, Mantenimiento, facilidad de Manejo y Seguridad.

Los criterios se ponderaron de acuerdo a una política personal lo cual puede variar para lograr una mejoría.)

La ponderación quedó de esta manera:

C ₁	Economía	=	.9
C ₂	Mantenimiento	=	.6
C ₃	Facilidad de manejo	=	.75
C ₄	Seguridad	=	.9

Las alternativas son las siguientes:

- A₁ ALUMINIO revuelto de toda especificación
- A₂ ALUMINIO seleccionado en grueso y delgado
- A₃ ALUMINIO separado en grueso, delgado y pistón.

PONDERACION DE ALTERNATIVAS

	A ₁	A ₂	A ₃	
C ₁	.7	.15	.15	Ocupa menos hombres y tiempo para almacenarlo.
C ₂	.1	.4	.5	Menos hombres para mantenimiento y selección.
C ₃	.1	.3	.6	Ahorro de tiempo para llevarlo al horno.
C ₄	.2	.4	.4	Falta de homogeneidad en la materia prima.

DESARROLLO DE LAS OPERACIONES

.9	.63	.135	.135
.6	.06	.24	.30
.75	.075	.225	.45
.9	.18	.36	.36
	.945	.965	1.245

Resultado: La alternativa más conveniente es seleccionar el aluminio en grueso, delgado y pistón.

FUNDICION

Para este paso de la manufactura del aluminio se tomaron en cuenta los criterios de : Economía, Mantenimiento, Confiabilidad y Seguridad.

Ponderándolos con la siguiente calificación, que fué tomada de una manera arbitraria muy personal.

C ₁	Economía	=	.9
C ₂	Mantenimiento	=	.8
C ₃	Confiabilidad	=	.7
C ₄	Seguridad	=	.9

Las alternativas son las siguientes:

A ₁	Quemador de Diesel
A ₂	Quemador de Gas
A ₃	Horno eléctrico.

PONDERACION DE ALTERNATIVAS

	A ₁	A ₂	A ₃	
C ₁	.45	.45	.1	El costo del horno eléctrico es mayor que los demás.
C ₂	.4	.5	.1	El Gas deja menos residuo.
C ₃	.4	.5	.1	El Gas evita discontinuidad.
C ₄	.3	.3	.4	La seguridad de las instalaciones evita cualquier riesgo.

DESARROLLO DE LAS OPERACIONES

.9		.27		.54		.09
.8		.32		.40		.08
.7		.28		.35		.07
.9		.27		.27		.36
		1.14		1.21		.6

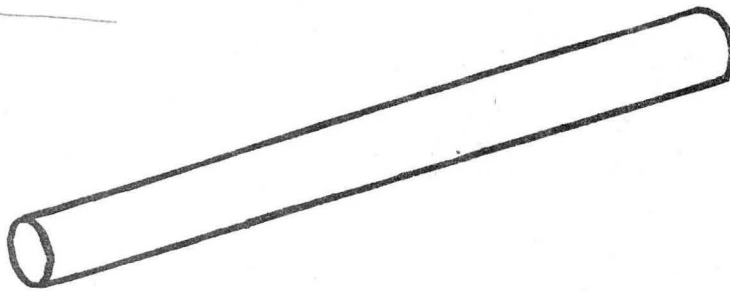
=====

RESULTADO: La alternativa más conveniente es usar un quemador de gas.

MOLDEO

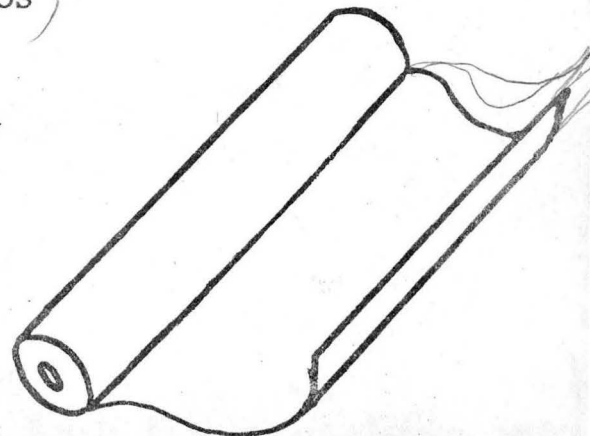
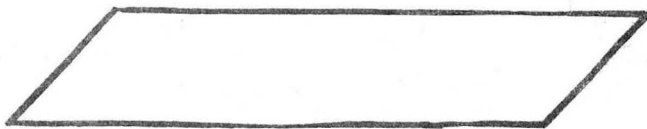
(Sin tener que recurrir a una decisión por alternativas, el moldeo en lingotes es el más aceptado por los fabricantes de piezas automotrices o piezas especiales que no son de diseño común, sin embargo, las formas más comunes de moldeo en la manufactura de aluminio son:)

LAS BARRAS:



Cuyo uso normal es la fabricación de alambres, clavos, remaches, barras para agitadores de material alimenticio, propelas, etc.

LAMINA DE CALIBRE VARIABLE Y ROLLOS



Para la fabricación de lámina de diferente calibre se debe tener equipo especial para: La calibración de la lámina, cortado, etc. que aumentaría el costo de fabricación.

(Los usos de la lámina pueden ser desde papel para envolver alimentos, piezas pequeñas de espesor delgado como cucharas, tenedores, etc., hasta tanques de almacenamiento.)

Los perfiles para puertas y ventanas pueden ser fácilmente maquiladas de una lámina adecuada.

EL LINGOTE



(Esta presentación es la más aceptada por empresas y fábricas que manufacturan piezas con un diseño especial, como la industria automotriz y partes para frenos de aire de camiones y trailers, quienes tienen su propia fundición y moldes.)

ALEACIONES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO

(Algunas de las aleaciones más comunes que se manufacturan en el proceso de rehabilitación de aluminio se llevan a cabo con: Magnesio, Silicio, Manganeso, Calcio, etc. y el método de mezcla es agregarlo al "caldo" limpio en la proporción adecuada según la especificación. Aleaciones de alta dureza y ligeras son entre algunas:

- * MAGNALIO (30% Mg.)
- * DURALUMINIO (4% Cu, 1.5% Mg., 1% Mn, 1% Si)
- * ESCLERON (12% Zn, 3% Cu, .6% Mn, .5% Fe, .5% Si, .08% Li)

EFICIENCIA

(La eficiencia real promedio de la recuperación por cada tonelada de materia prima es del 83%, este dato fué recopilado de la Cía. Metales Especializados.)

(En la práctica, el ALUMINIO fundido lo mantienen a una temperatura de 800°C, lo cual debe regularse cuidadosamente para evitar que el fierro contamine el aluminio. Normalmente el fierro y el material indeseable en la carga del horno deben retirarse con un rastrillo del fondo del "caldo" y la escoria se "desnata" con unas cucharas de mango largo.)

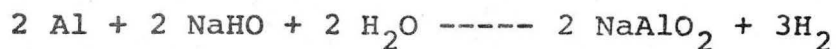
DETERMINACION DE ALUMINIO EN EL LABORATORIO

Las menas y minerales oxigenados de aluminio se atacan en forma óptima con una mezcla de ácidos sulfúrico, nítrico y fluorhídrico. Mediante este tratamiento se volatiza la sílice en forma de tetrafluoruro.

El exceso de ácido fluorhídrico debe expulsarse completamente, pues en caso contrario evita la precipitación total del Aluminio.

El Aluminio metálico se disuelve fácilmente en ácidos clorhídrico ó sulfúrico diluidos; es poco vulnerable al ataque del ácido nítrico concentrado que vuelve pasivo al metal.

El metal y sus aleaciones se disuelven con frecuencia para su análisis en una solución de hidróxido de sodio:



PRECIPITACION

El carácter anfótero del hidróxido de aluminio limita el intervalo de PH en que puede precipitarse de forma completa.

En la práctica, se precipita el $\text{Al}(\text{OH})_3$ por adición de hidróxi-

do amónico a una disolución ácida del ión aluminio en presencia de indicador rojo de metilo (con viraje de color a PH entre 6 y 7).

La presencia de una cantidad considerable de ión amonio en la disolución hace disminuir la ionización de hidróxido amónico, contribuyendo además, a la coagulación del precipitado.

El precipitado se filtra por decantación y se lava con una disolución caliente de nitrato amónico neutralizada al rojo de metilo con una pequeña cantidad de hidróxido amónico.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL ALUMINIO COMERCIAL

Se tomó una muestra de aluminio de una lámina de 2mm. de espesor, y su peso fué de 15.8 grs.

Posteriormente en una probeta graduada de 100 ml. se agregó agua destilada cuya densidad fué de 1gr/ml. hasta la marca de los 50 ml.

Enseguida se introdujo la muestra, lentamente para evitar salpicar las paredes de la probeta y tener una lectura más exacta.

El nivel de agua subió a 55.7 ml.

La diferencia :
$$\begin{array}{r} .55.7 \\ -50.0 \\ \hline 5.7 \text{ ml.} \end{array}$$

CALCULOS: Densidad = $\frac{\text{MASA}}{\text{VOLUMEN}}$

$$\text{Densidad} = \frac{15.8 \text{ grs. de Al}}{5.7 \text{ ml. de agua}} = 2.772 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$$

Densidad del ALUMINIO puro 2.78 gr/ml.

Densidad determinada del ALUMINIO.. 2.772 gr/ml.

% de Diferencia = .29

CONTROL DE CALIDAD

Este paso de la recuperación de aluminio es muy importante debido a los requerimientos de los clientes, por lo que es necesario un Laboratorio con equipo eficiente y preciso.

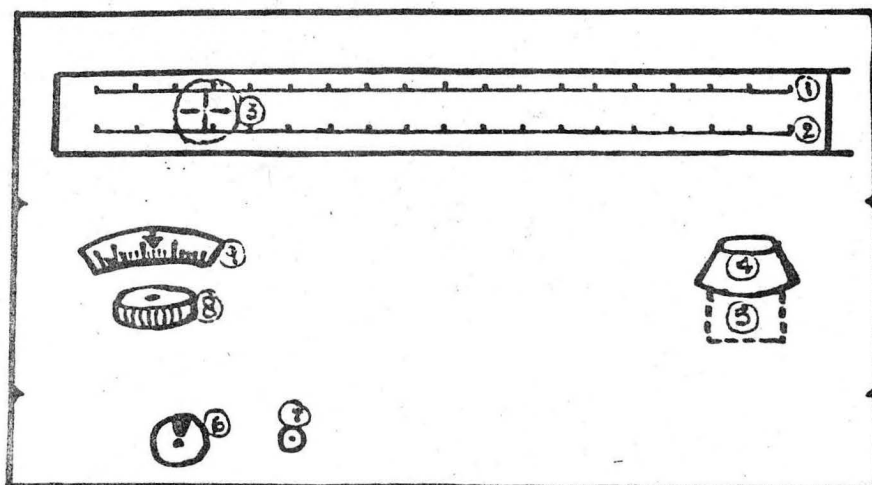
Un espectrofotómetro sería de gran utilidad por su rapidez y precisión para la determinación de componentes.

El funcionamiento básico de un espectrofotómetro es :

- a) Se calibra a cierta longitud de onda para cada uno de los componentes que se desea determinar.
- b) Se coloca la muestra previamente diluída en la solución adecuada dentro de la celda, se enciende la luz y se registra en el indicador la transmitancia ó la absorvancia según sea el caso.
- c) Se hacen cálculos para determinar el porcentaje del componente analizado.

Una vez analizado el producto, se redacta un reporte en el que se establecen las condiciones generales del producto terminado.

DIBUJO DE UN ESPECTROFOTOMETRO



FINDEM/ DESPUES DE PASAR LA
 PRUEBA DE COLIDAD DEL
 ESPECTROFOTOMETRO DEL LABORATORIO
 QUEDA OLMARENAS PARA VENDERSE

- 1.- Escala de transmitancia
- 2.- Escala de absorbancia
- 3.- Marcador luminoso con cruz
- 4.- Tapa de la celda para pruebas
- 5.- Celda de pruebas
- 6.- Regulador micro del marcador luminoso
- 7.- Regulador MACRO del marcador luminoso
- 8.- Calibrador de longitud de onda
- 9.- Escala de longitud de onda

DESCRIPCION DEL PROCESO

Los productos fabricados con ALUMINIO que han dejado de ser útiles por desgaste ó deterioro los convierte el consumidor original en material de desecho, y por lo mismo se hace llegar a los recipientes de basura ó en el caso de algún volúmen se apila con la finalidad de sacarle provecho de su venta como chatarra.

Existe en nuestro medio un tipo de comerciante que se dedica a "pepenar" los depósitos de desperdicio, recogiendo toda pieza de metal que de hecho tiene mercado y en ciertos casos la compra para luego revenderla, a negocios del ramo.

Tomando en cuenta lo anterior y con el propósito de obtener un volúmen productivo de materiales de aluminio recuperable, implicaría promover su compra a nivel del mercado de referencia, estableciendo un precio competitivo y condicionado a una selección inicial de los materiales que pueden presentarse a granel ó en pacas prenzadas.

En los patios de almacenamiento de la planta procesadora de ALUMINIO se formarían lotes de chatarra separada de acuerdo al tipo de especificación:

Aluminio grueso
Aluminio delgado
Pistón.

Y así lo reflejaría el control de inventarios de cada especificación.

El volúmen y sus reservas de materiales por procesar deberá estar proporcionado al requerido para mantener la operación de la planta en actividad continua y constante en relación a los programas de producción que se establezcan según las demandas del mercado.

El manejo de la materia prima se efectuaría por medio de un montacargas de una capacidad adecuada y provisto de implementos apropiados para dicha operación, por ejemplo de un cucharón que facilite el levantamiento de los materiales, para luego transportarlos y depositarlos en el horno de fundición.

Al fundir la chatarra será necesario eliminar los desperdicios infundibles y contaminantes del "caldo" por medio de los cucharones y rastrillos de mango largo.

El ciclo de descarga de material fundido se llevará a cabo por medio de un ducto dirigido a un mecanismo de sistema automático para el vaciado en lingoteras, que están sujetas a un transportador sinfin que hará pasar estos moldes a través de un túnel de enfriamiento el cual consiste en una serie de aspersores que

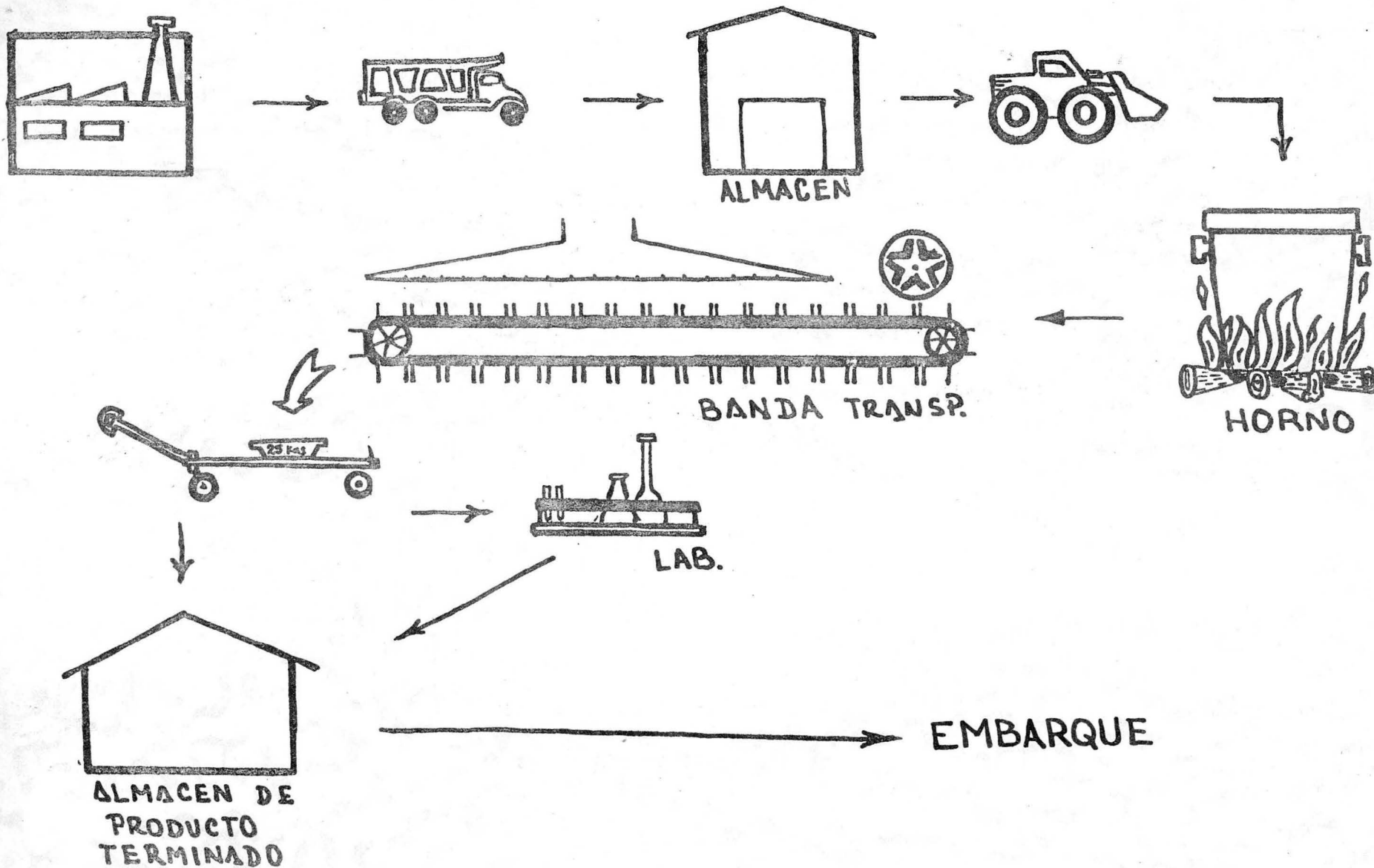
están repartidos a lo largo de la banda transportadora, para lograr que el ALUMINIO llegue a soldificarse, rociándoles - agua.

Al final del túnel de enfriamiento que es también el máximo recorrido de la banda transportadora, el molde se invierte dejando caer el lingote, y regresando por la parte inferior de dicha banda.

El lingote caerá sobre un carromato para facilitar su transporte al almacén de producto terminado, de donde el laboratorio tomará su muestra para el análisis de calidad y, quedar almacenado en el lote asignado para la calidad especificada, y, despacharse de acuerdo a los pedidos que se reciban.

Ver diagrama de flujo.

DIAGRAMA DE FLUJO



BALANCE DE MATERIA

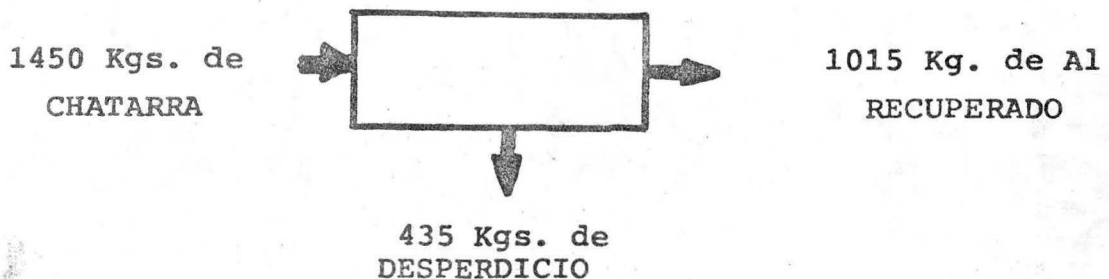
Tomando en cuenta la eficiencia real promedio de una empresa similar a la del estudio, que es del 80%. El balance será desarrollado con un 10% menos de eficiencia para acercarlo más a una realidad económica.

BASE: 1 Ton. de ALUMINIO RECUPERADO.

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{70 \text{ Kgs. de ALUMINIO RECUPERADO}}{100 \text{ Kgs. de CHATARRA}} = 70\%$$

$$\frac{100 \text{ Kgs. de CHATARRA} \quad 1000 \text{ Kgs. de ALUMINIO}}{70 \text{ Kgs. de ALUMINIO}} = 1428.57 \text{ Kgs.}$$

NOTA: Se añaden 1450 Kgs. para asegurar la tonelada de ALUMINIO RECUPERADO.



CALCULO DE LA ENERGIA CONSUMIDA

La Energía consumida será calculada en base a la tabla en la siguiente página. Los quemadores del horno son de combustión de gas ó diesel.

Consumo de gas	48 M ³ / Hr.
Consumo de Diesel	41.2 lts./Hr.

EQUIVALENCIA

<u>GAS</u>	<u>DIESEL</u>	<u>B.T.U./ Hr.</u>
48 M ³	41.2 lts.	1342000

TIEMPO DE CALENTAMIENTO : 5 Hrs.

$$\frac{1\ 342\ 000\ \text{B.T.U.}}{\text{Hr}} \times \frac{5\ \text{Hrs.}}{\text{Día}} = 6\ 710\ 000\ \frac{\text{B.T.U.}}{\text{Día}}$$

$$6\ 710\ 000\ \text{B.T.U. (2 quemadores)} = 13\ 420\ 000\ \frac{\text{B.T.U.}}{\text{Día}}$$

CAPACIDAD EN 1 HORA

GAL. DE DIESEL	MTS. CUBICOS DE GAS	B.T.U.s Producidos
2.8	12	336,000
4.2	18	505,000
5.6	24	671,000
8.4	36	1,010,000
11.2	48	1,342,000
14.0	60	1,680,000
16.8	72	2,020,000
22.4	96	2,692,000
28	120	3,360,000

* * *

C A P I T U L O T E R C E R O

CAPITULO TERCERO
ESPECIFICACION DEL EQUIPO

LISTA DEL EQUIPO PRINCIPAL

HORNO

QUEMADOR

LINGOTERAS

BANDA TRANSPORTADORA

APARATO AUTOMATICO DE LLENADO

TUNEL DE ENFRIAMIENTO

CARROMATO

MONTACARGAS

ESPECTROFOTOMETRO

BOMBA DE AGUA

RASTRILLOS Y CUCHARONES

La especificación del equipo consiste en dar a conocer las características de cada uno de los componentes que se usarán en el proceso.

Para este estudio muchas de las partes no se encuentran en el mercado lo que hace necesario usar el ingenio para inventar el aparato adecuado, y que sea práctico y económico.

ESPECIFICACION DEL HORNO

Una de las características esenciales del horno es su capacidad de decir su volúmen interior. El volúmen sugerido en este estudio se basa en la diferencia que existe entre el volúmen ocupado por material prensado y la chatarra a granel.

Las posibilidades de mantener una presentación constante en la materia prima son muy pocas, como podrían ser las pacas prensadas de latas ó piezas de motor grandes.

Por lo que se hace necesario aumentar la capacidad del horno para evitar la demora de esperar que se funda una parte, para luego completar la carga. Otra razón sería la de una posible expansión en un futuro.

Los cálculos que se desarrollaron son:

$$\text{Densidad} = 2780 \text{ Kg/ M}^3$$

$$\text{Volúmen} = ?$$

$$\text{Masa} = 1000 \text{ Kg.}$$

$$\text{VOLUMEN} = \frac{\text{MASA}}{\text{DENSIDAD}}$$

$$\text{VOLUMEN} = \frac{1000 \text{ Kg. de ALUMINIO}}{2780 \text{ Kg/ M}^3} = .359 \text{ M}^3$$

El volúmen ocupado por una tonelada de ALUMINIO puro

Sin embargo las posibilidades de fundir ALUMINIO puro son limitadas por lo que el volúmen de chatarra usada en el proceso como materia prima deberá ser mayor al de la producción final.

Tomando en cuenta lo anterior y con vistas a una posible expansión el cálculo del volúmen del horno será de un 500% mayor al producto terminado de 1450 Kg. de -- chatarra.

$$(.36 \text{ M}^3) (5) = 1.80 \text{ M}^3$$

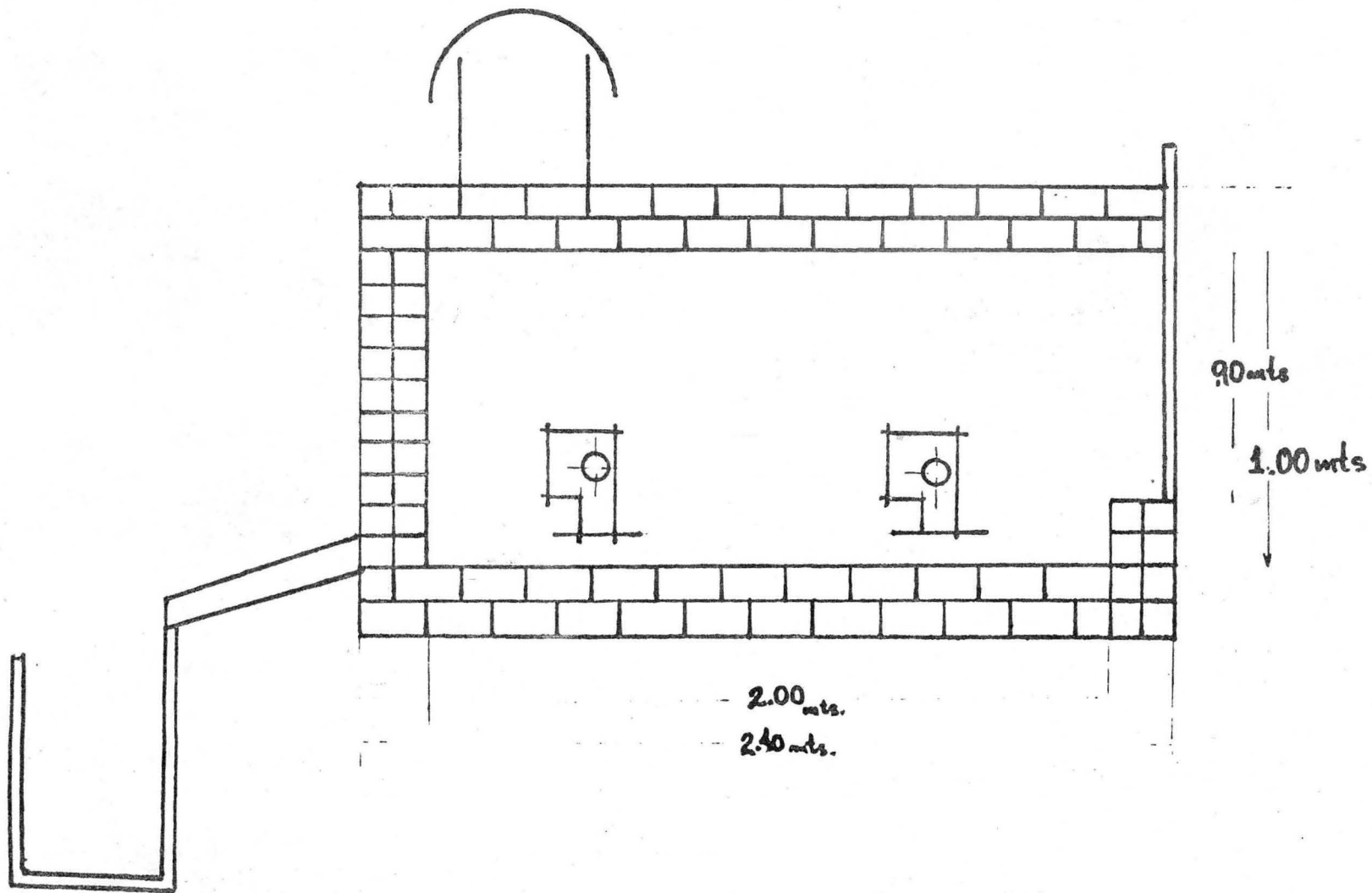
2.00 M³ aprox.

=====

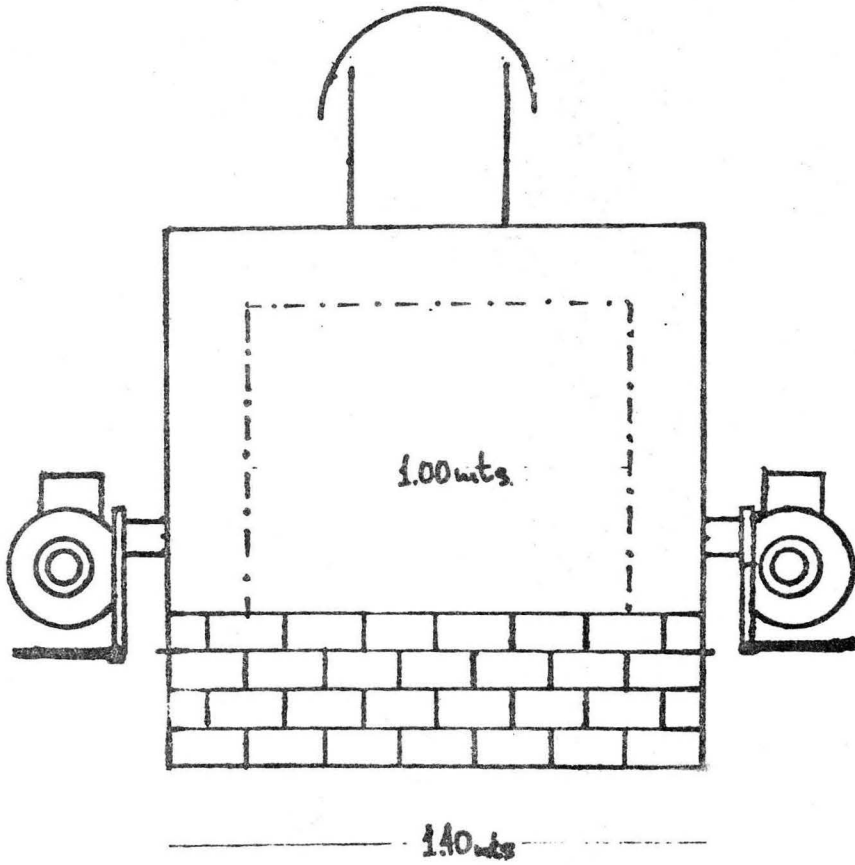
A continuación se muestra un dibujo del horno.

###

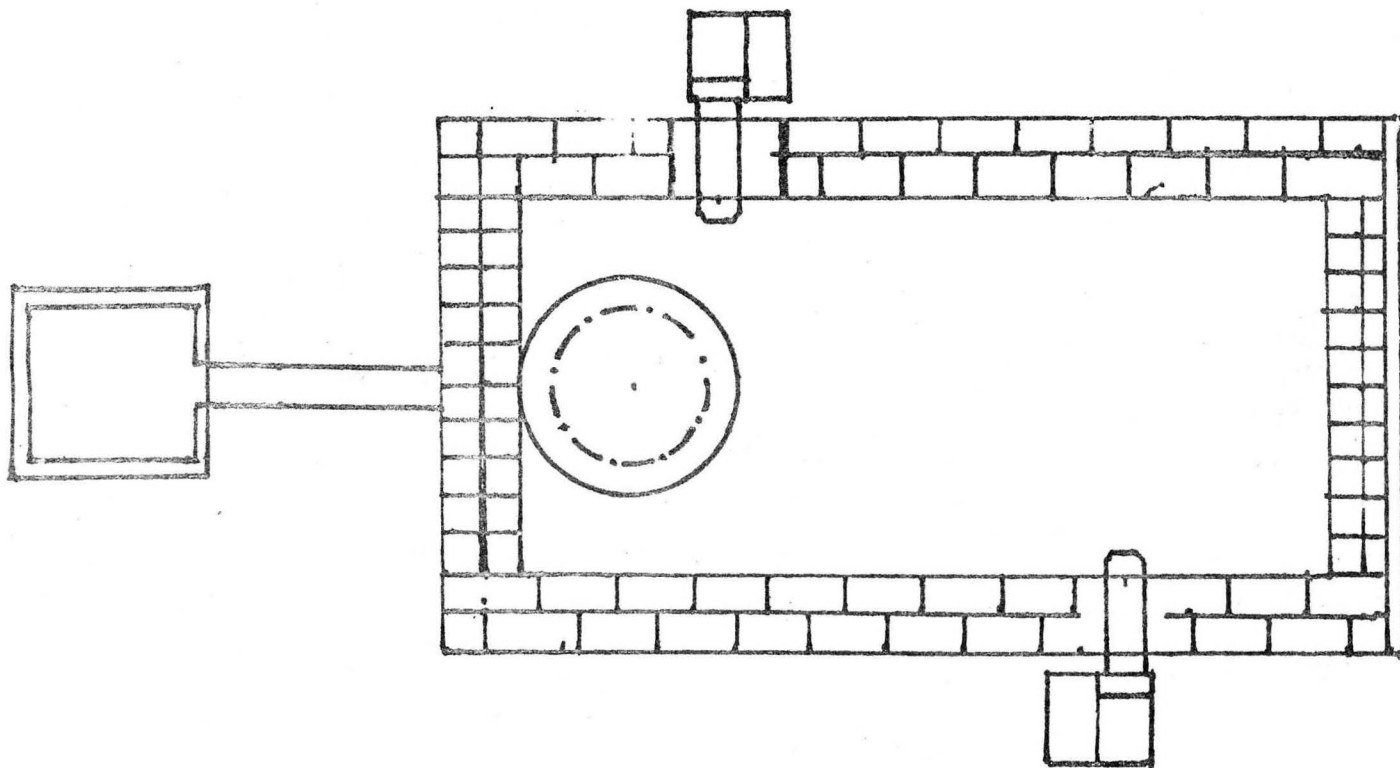
CORTE VERTICAL



SECCION FRONTAL



CORTE HORIZONTAL A 25 cm
DE LA BASE.

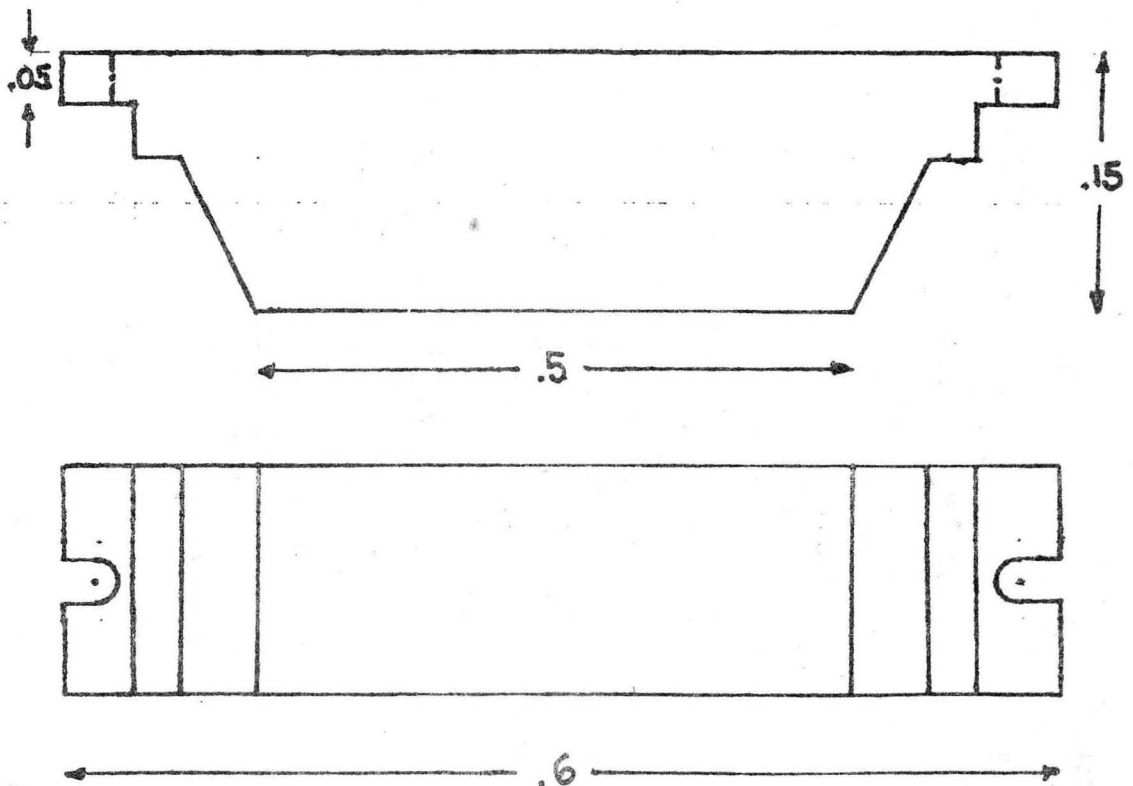


ESPECIFICACION DE LINGOTERAS

La capacidad de las lingoteras será de 25 Kg. aprox. cada uno y se necesitaran 40, más algunas de repuesto.

El material de fabricación de las lingoteras será de fierro vaciado.

DIMENSIONES: EN Mts.



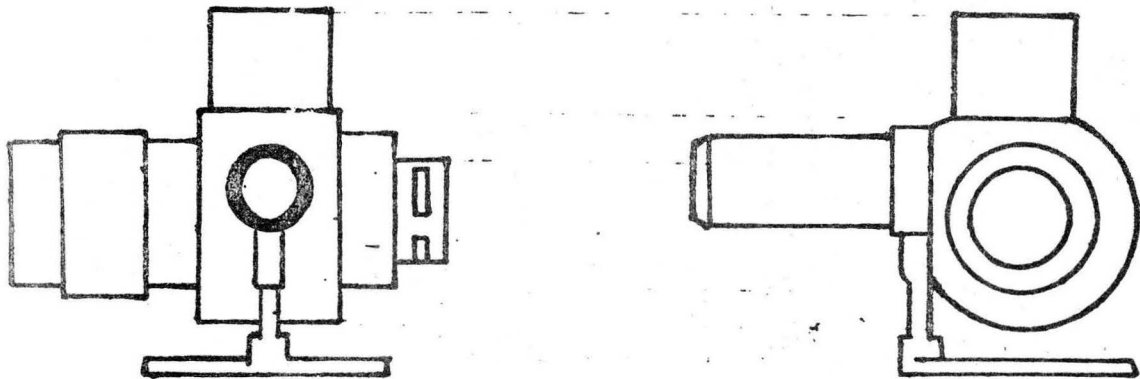
ESPECIFICACION DEL QUEMADOR

Los quemadores usados en el proceso, que son dos, son de tipo cañón con un consumo de combustible por hora de 48 M³ de gas ó 10.9 Gal. de diesel que equivale a 41.25 Lts. y un poder calorífico de 1 342 000 B.T.U.

Ver esquema anexo.

###

ESQUEMA DEL QUEMADOR



ESPECIFICACION DE LA BANDA TRANSFORMADORA

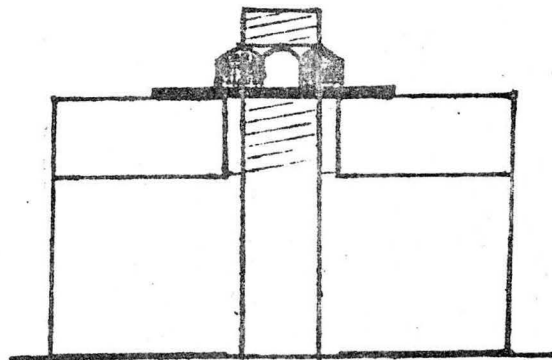
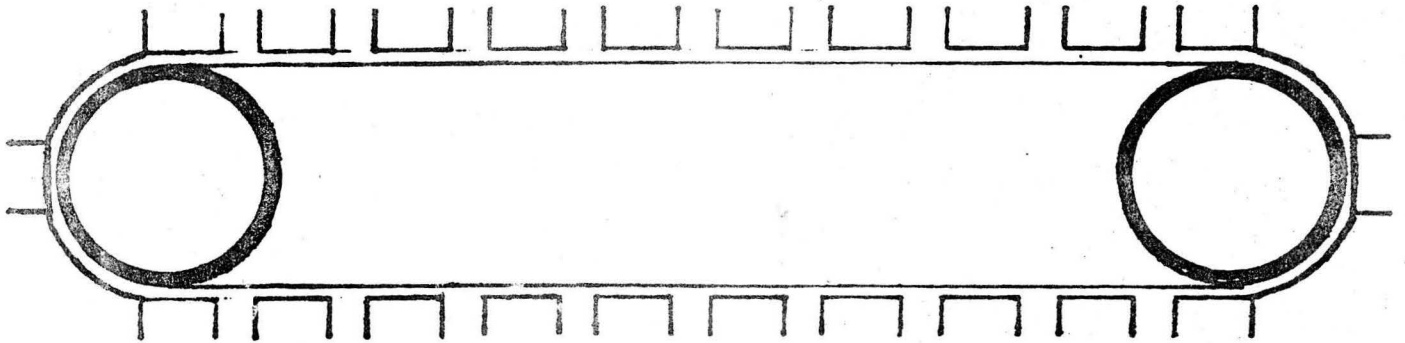
La banda tendrá un recorrido en un sentido de 5 mts. aprox. que está determinado por el ancho de las lingoteras y el espacio que deberá existir entre ellas, que es de 10 cm. aproximadamente.

La forma de fijar las lingoteras a la banda consiste en unos tornillos que se ajustan a la hendidura en forma de media luna que tiene la lingotera en los extremos.

Ver diagrama anexo.

###

DIAGRAMA DE LA BANDA TRANSFORMADORA



ESPECIFICACION DEL APARATO DE LLENADO AUTOMATICO.

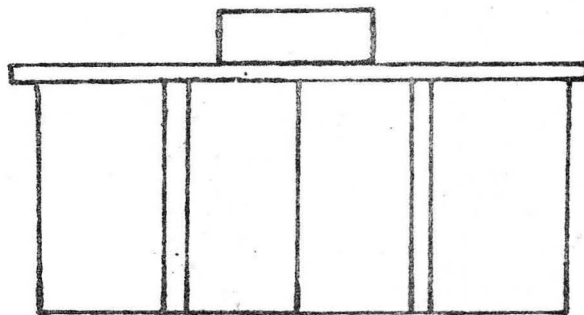
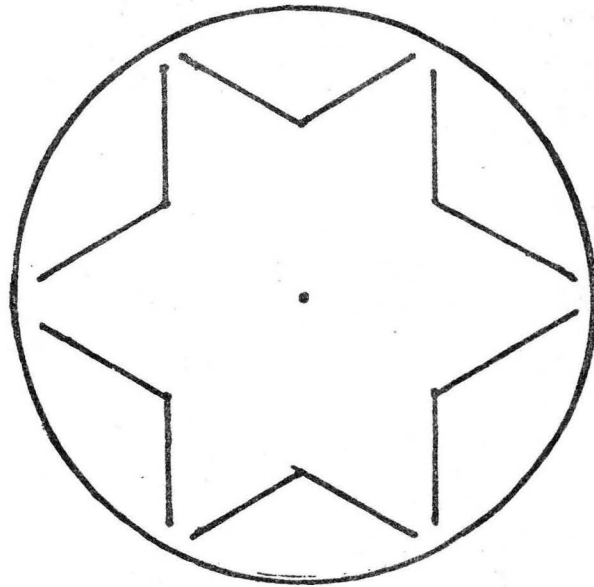
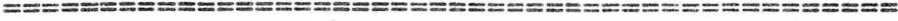
El aparato consiste en una estrella que gira coordinadamente con la banda y distribuye el flujo de ALUMINIO que proviene del ducto alimentador a cada una de las lingoteras. Esto se logra mediante un sistema de engranes apropiados que conectan el motor de la banda con la estrella.

Como sistema de seguridad, el ducto tiene una compuerta que cierra el flujo de ALUMINIO que viene del horno, por si fallara el acoplamiento de la estrella con las lingoteras.

Ver diagrama anexo.

###

DIAGRAMA DEL APARATO DE LLENADO AUTOMATICO

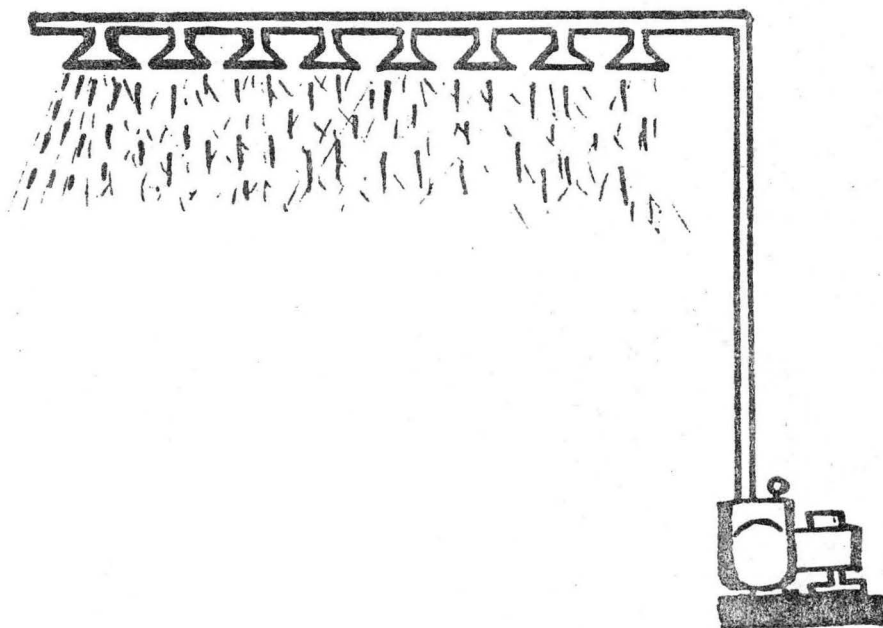


ESPECIFICACION DEL TUNEL DE ENFRIAMIENTO

El objetivo del túnel de enfriamiento no es sólo ahorrar tiempo en el proceso sino que también ahorrar ENERGIA - por que al descargar el horno mas rápido es menos el consumo de combustible.

El túnel consiste en una serie de aspersores ó regaderas a lo largo de la banda y por encima de ella, que dejan -- caer agua sobre las lingoteras cargadas. El agua es bombeada de unos tanques de almacenamiento.

Ver diagrama.



ESPECIFICACION DEL MONTACARGAS

El factor decisivo del montacargas es la capacidad de -
levantamiento de peso y la altura.

El tipo de montacargas sugerido por el estudio es un mode-
lo: Clark ACC-30 de motor de gasolina con capacidad de
3000 Lbs. ó 1363 Kgs. a una altura de 2.8 Mts.

Las dimensiones de las tarimas son de 34" de ancho por 48"
de largo.

* * *

ESPECIFICACION DEL ESPECTRÓFOTOMETRO

Modelo ESPECTRONIC 20

BAUSCH & LOMB

ESPECIFICACION DE LOS CARROMATOS

El uso de estos transportes está destinado a la recolección de lingotes de la banda y llevarlos al almacén de productos terminados.

Serán contruidos de hierro con ruedas especiales que soporten el peso de los lingotes y que giren fácilmente.

* * *

ESPECIFICACION DE RASTRILLOS Y CUCCHARAS

Los mangos de cada rastrillo ó cuchara deberá ser mayor ó igual a 3 mts. para la seguridad del obrero.

El material debe ser el adecuado por el uso que recibe.

* * *

ESPECIFICACION DE LA BOMBA DE AGUA

La bomba de agua deberá ser de cebado automático y de la capacidad suficiente para proveer de un flujo abundante y constante al túnel de enfriamiento.

C A P I T U L O C U A R T O

CAPITULO CUARTO

ESTUDIO ECONOMICO

Para nuestra contabilidad el objetivo esencial de estas - estimaciones, tanto del costo de ventas como del rendimiento de las ventas, Estado de Pérdidas y Ganancias, es el asignar a cada kilo manufacturado una participación razonable - del costo total y de la utilidad que genera.

Los estados financieros que a continuación se describen fueron estimados con los siguientes supuestos:

- 1.- La compañía de recuperación de ALUMINIO COMERCIAL cuenta con un capital social pagado de \$ 1,250,000.00 M.N.
- 2.- Un contrato de venta con la Compañía "XX" de un volumen de 25,000 Kgs. de ALUMINIO RECUPERADO al mes.
- 3.- La compra de materia prima (chatarra de aluminio) se estimó para el primer mes de 50,000 Kgs. y de 35,000 Kgs. al mes para la continuidad del proceso. A un precio promedio de \$ 16.00 M.N. por kilogramo, debido a las fluctuaciones del precio del metal y que dicho material no escaseará para su manufactura.

- 4.- Se consideró la eficiencia del personal de planta al 100% de su capacidad. Este supuesto se basó en la motivación de premios y convivios por lograr las metas fijadas.
- 5.- Las ventas son liquidadas en un 60% de contado y 40% a 30 y 60 días.
- 6.- Se obtuvo un préstamo bancario por la cantidad de \$ 700,000.00 pesos a una tasa anual del 18% a un plazo de 12 meses rebajando los intereses por anticipado.
- 7.- La empresa tiene un contrato de arrendamiento por 1 año por un terreno solar de 5,000 M², de los cuales el 10% es usado por las oficinas y el resto entre la planta y el patio de almacén, por el que se paga una renta mensual de \$ 15,000 pesos.
- 8.- El equipo se deprecia en un período de tiempo de 10 años con un porcentaje del 10% anual.
- 9.- Se adquirió equipo complementario de la planta por \$ 100,000.00 y de equipo de Laboratorio por \$ 70,410.00 pesos.
- 10.- La eficiencia del proceso es del 70%.

11.- Habrá rebajas y descuentos sobre ventas de un 5.6% que equivale a \$ 75,000 pesos al mes.

12.- Del total de gastos de operación el 20% corresponden a gastos de venta y el resto a gastos de administración.

APLICACION DE LA INVERSION TOTAL

<u>EQUIPO DE FUNDICION</u>	<u>VALOR</u>
Horno	\$ 75,000.00
Quemadores	\$ 20,590.00
Banda transportadora	\$ 80,000.00
Túnel de enfriamiento	\$ 6,000.00
Espectrofotómetro	<u>\$ 27,000.00</u>
 TOTAL DE EQUIPO DE FUNDICION	 \$ 208,590.00 M.N.
 <u>EQUIPO DE TRANSPORTE</u>	 <u>VALOR</u>
Carromato	\$ 11,000.00
Montacargas	<u>\$ 377,000.00</u>
TOTAL DE EQUIPO DE TRANSPORTE:	\$ 388,000.00 M.N.
 <u>MAQUINARIA Y EQUIPO</u>	 <u>VALOR</u>
Motobomba de agua	\$ 15,000.00
Estrella de llenado automático	\$ 11,000.00
Instalaciones y partes de la Planta	\$ 100,000.00
Escritorios y equipo de oficina	<u>\$ 70,000.00</u>
TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 196,000.00 M.N.
 <u>HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE CONSUMO</u>	 <u>VALOR</u>
Rastrillos y cucharones	\$ 2,500.00
Lingoteras	\$ 15,000.00
Otros artículos varios	<u>\$ 28,000.00</u>
TOTAL DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE CONSUMO	\$ 45,500.00 M.N.

COMPRA DE MATERIA PRIMA	\$ 800,000.00
INTERESES PAGADOS POR ANTICIPADOS	\$ 126,000.00
SALDO EN CAJA Y BANCOS	\$ 185,910.00
	<hr/>
SUMA TOTAL DE INVERSION	\$ 1.950,000.00 M.N.
	=====

* * *

ORIGEN DE LA INVERSION

CAPITAL SOCIAL APORTADO	\$ 1.250,000.00
PRESTAMO BANCARIO	\$ 700,000.00
	<hr/>
	\$ 1.950,000.00 M.N.
	=====

* * *

DISTRIBUCION DE GASTOS DE OPERACION Y DISTRIBUCION

GASTOS DE OPERACION

FIJOS:

Sueldos de Oficina	\$ 43,000.00
Renta de terreno	\$ 10,000.00
Cuotas al IMSS y Seguros	\$ 2,000.00
Depreciación del equipo de Oficinas	\$ 1,250.00
Utilería y Otros	\$ 2,000.00
Pago al préstamo bancario	\$ 58,333.00
Reparaciones y mantenimiento	\$ 8,000.00
Otros gastos generales	\$ 3,000.00
TOTAL:	\$ 127,583.00 M.N.

VARIABLES:

Fletes sobre ventas	\$ 20,000.00
Luz, gas, agua	\$ 4,000.00
Artículos de consumo de Oficina	\$ 15,000.00
TOTAL:	\$ 39,000.00 M.N.

GASTOS DE FABRICACION

FIJOS:

Renta del terreno	\$ 5,000.00
Seguros de la Planta	\$ 3,250.00
Depreciación del equipo de Plantas	\$ <u>4,750.00</u>
TOTAL:	\$ 13,000.00 M.N.

VARIABLES:

Consumo de materia prima	\$ 571,424.00
Mano de obra directa	\$ 22,000.00
Consumo de combustible	\$ 4,800.00
Luz, agua y gas	\$ 1,800.00
Gastos varios	\$ 10,600.00
Fletes sobre compras	\$ <u>20,000.00</u>
TOTAL:	\$ 630,624.00 M.N.

* * *

BALANCE INICIAL AL 1o.Nov./78

ACTIVO

Circulante

Caja y Bancos \$ 185,910.00
Cuentas por cobrar - 0 -

Inventarios:

Materias Primas \$ 800,000.00
Producción en proceso \$ - 0 -
Producción terminada \$ - 0 -
Herramientas y arts.
de consumo: \$ 45,500.00

TE

TOTAL DE ACTIVO CIRCULAN- \$1.031,410.00 M.N.

Fijo

Equipo de Transporte \$ 388,000.00
Equipo de Fundición \$ 208,590.00
Maquinaria y equipo \$ 196,000.00

TOTAL DE ACTIVO FIJO: \$ 792,590.00 M.N.

Diferido

Intereses pagados por
anticipado: \$ 126,000.00 M.N.

TOTAL DE ACTIVO DIFERIDO: \$ 126,000.00

TOTAL DE ACTIVO: \$1,950,000.00 M.N.

PASIVO

Circulante

Doctos. X pagar a Institu-
ciones de Crédito \$ 350,000.00
Acreedores diversos - 0 -
Proveedores - 0 -

TOTAL DE PASIVO CIRCULANTE \$ 350,000.00 M.

Fijo

Doctos por pagar a Institu-
ciones de Crédito a largo
plazo (6 meses): \$ 350,000.00

TOTAL DE PASIVOS: \$ 700,000.00 M.

Capital

Capital Social: \$1.250,000.00

TOTAL DE CAPITAL \$1.250,000.00

TOTAL DE PASIVO Y CAPITAL \$1.950,000.00 M.

ESTADO DEL COSTO DE PRODUCCION

Inventario Inicial	\$ - 0 -	
+ Compras (50 Mil Kgs.)	\$ 800,000.00	
- Inventario Final	\$ 228,576.00	
Consumo de Materia Prima:		\$ 571,424.00
Mano de Obra Directa :		\$ 22,000.00
Gastos Indirectos de Fab.		
M.O.I.	\$ 5,000.00	
Luz, gas y otros	\$ 10,000.00	
Deprec. de la Planta	\$ 7,000.00	
Cuotas al IMSS y Seg.	\$ 6,000.00	
Consumo de varios	\$ 15,000.00	
Otros gastos indirect.	\$ 7,200.00	\$ <u>50,200.00</u>
TOTAL COSTO DE VENTAS		\$ 643,624.00 M.N. =====

$\frac{\$ 643,624.00}{25,000 \text{ Kgs.}} = \$ 25.74/ \text{ un kilo producido.}$

* * *

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS
del 1o. al 30 de Nov.'78.

Ventas brutas (precio de venta \$ 54.00)	\$	1.325,000
- Descuentos y rebajas	\$	<u>75,000</u>
 Ventas Netas		 \$ 1.250,000
- Cto. de Ventas.	\$	<u>643,624</u>
		\$ 606,376
 UTILIDAD BRUTA		
- Gastos de venta	\$	32,475
- Gastos de Admón.	\$	<u>134,108</u>
		<u>\$ 166,583</u>
 UTILIDAD DE OPERACION		 \$ 439,793
+ Gastos Financieros		<u>\$ 10,500</u>
 UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		 \$ 429,293
Imppto. I.R.U.T. (50%)	\$	<u>214,646</u>
 UTILIDAD NETA (MONEDA NACIONAL)		 \$ 214,646 =====

BALANCE GENERAL
(del 1o. al 30 de Nov. de 1978)

ACTIVO

Circulante

Caja y Bancos	\$ 295,595.00
Cuentas por cobrar	\$ 478,688.00
Inventarios:	
Materia Prima:	\$ 228,576.00
Herr. y artículos:	\$ 60,800.00
Pagos anticipados a Prov.	<u>220,000.00</u>

TOTAL DE ACTIVO CIRCULANTE \$ 1,284,659.00

Fijo:

Equipo de Laboratorio	\$ 70,410.00
Equipo de Transporte	\$ 388,000.00
Equipo de Fundición	\$ 308,590.00
Maquinaria y equipo	\$ 196,000.00
(-) Dep. acumulada	<u>\$ 6,000.00</u> R

TOTAL DE ACTIVO FIJO \$ 957,000.00

Diferido

Intereses pag. X anticip. 115,500.00

TOTAL DE ACTIVO DIFERIDO: \$ 115,500.00

TOTAL DE ACTIVOS : \$ 2,357,159.00
=====

PASIVO

Circulante

Doctos. por pagar	\$ 291,666.00
Acreeedores	\$ 3,800.00
Proveedores	<u>\$ 32,400.00</u>

TOTAL DE PASIVO CIRCULANTE \$ 327,866.00

Fijo

Doctos. por pagar \$ 350,000.00

TOTAL DE PASIVO FIJO \$ 350,000.00

TOTAL DE PASIVO: \$ 677,866.00

CAPITAL:

Capital Social \$1,250,000.00
Utilidad del ejercicio \$ 429,293.00

TOTAL DE CAPITAL CONTABLE \$1,679,293.00

\$ 2,357,159.00
=====

ESTADO DE COSTO DE PRODUCCION
(Método Directo)

COSTOS VARIABLES

Fabricación:

Consumo de Mat. Primas	\$ 571,424.00
Mano de Obra directa	\$ 22,000.00
Gastos Ind. de Fabric.	<u>\$ 37,000.00</u>

TOTAL DE COSTO DE FABRICACION: \$ 630,624.00 M.N.

Operación:

Gastos Varios (seguros)	\$ 4,000.00
Imptos. Pap. Fletes, otros	<u>\$ 35,000.00</u>

TOTAL DE COSTO DE OPERACION: \$ 39,000.00

TOTAL DE COSTOS VARIABLES \$ 669,624.00 M.N.

\$ 669,624.00
25,000 Kgs. Producidos = \$ 26.78/Kg. producido.

COSTOS FIJOS

Fabricación	\$ 13,000.00
Operación	<u>\$ 127,583.00 M.N.</u>

TOTAL DE COSTOS FIJOS \$ 140,583.00 M.N.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS
Método Directo

(del 1o. al 30 de Nov. 1978)

Ventas Netas (25,000 Kgs. a \$ 50.00)	\$ 1,250,000.00
Costos Variables	
Fabricación	\$ 630,624.00
Operación	\$ 39,000.00
Total de Costos Variables:	<u>\$ 669,624.00</u>
UTILIDAD MARGINAL (46.43%)	\$ 580,376.00
Costos Fijos	
Fabricación	\$ 13,000.00
Operación	<u>\$ 127,583.00</u>
UTILIDAD DE OPERACION	\$ 439,793.00
+ Gastos financieros	<u>\$ 10,500.00</u> R
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	\$ 429,293.00
Impto. I.R.U.T. (50%)	<u>\$ 214,646.50</u>
UTILIDAD NETA:	\$ 214,646.50 M.N. =====

PUNTO DE EQUILIBRIO

100 (Costos Fijos)
% Utilidad Marginal

100 (\$ 140,583.00) = \$ 302,784.82
46.43%

\$ 302,784.82 = 6,055. Kgs.
\$50.00/Kg.

(*) COMPROBACION

Ventas (6055.7) (\$50.00)	=	\$ 302,784.82
- Costo de Ventas (6055.7) (\$26.78)	=	<u>\$ 162,182.92</u>

UTILIDAD MARGINAL	\$ 140,601.89
(-) COSTOS FIJOS	<u>\$ 140,583.00</u>
	\$ 0.00

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

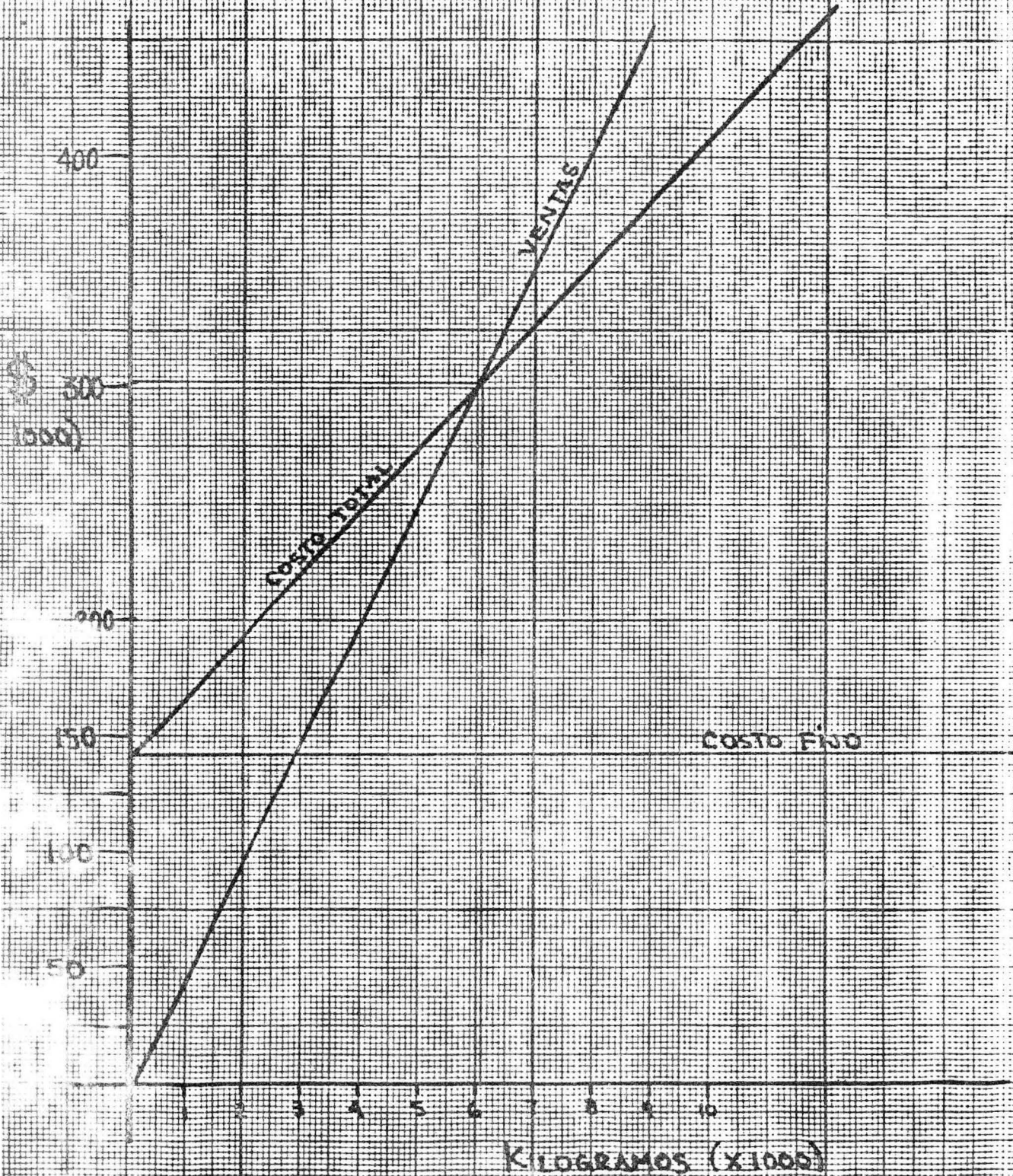


TABLA DE AMORTIZACION DEL PRESTAMO BANCARIO

SALDO:	CAPITAL:	INTERESES
\$ 700,000.00	- 0 -	- 0 -
1. 641,677.00	\$ 58,333.00	\$ 10,500.00
2. 583,344.00	58,333.00	10,500.00
3. 525,011.00	58,333.00	10,500.00
4. 466,678.00	58,333.00	10,500.00
5. 408,345.00	58,333.00	10,500.00
6. 350,012.00	58,333.00	10,500.00
7. 291,679.00	58,333.00	10,500.00
8. 233,346.00	58,333.00	10,500.00
9. 175,013.00	58,333.00	10,500.00
10. 116,680.00	58,333.00	10,500.00
11. 58,347.00	<u>58,333.00</u>	<u>10,500.00</u>
12. - 0 -	\$700,000.00 =====	\$126,000.00 =====

58

ANALISIS DE LAS RELACIONES ANALITICAS DE LOS
ESTADOS FINANCIEROS AL PRIMER MES DE
OPERACIONES.

CAPITAL DE TRABAJO	\$ 956,793
Solvencia	\$ 3.910
Liquidez	\$ 3.220
CAPACIDAD DE ENDEUDAMIENTO	\$ 385.000
ESTRUCTURA FINANCIERA	\$ 2.470
PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL	\$.340
UTILIDAD NETA/ 100 Ventas Netas	\$.170
GASTOS DE OPERACION/ 100 vendido	\$.130
COSTO DE VENTAS/ 100 Vendidos	\$.510

----- 0000 ----- 0000 -----

CAPITAL DE TRABAJO = Total Activo Circulante - Total Pasivo Circ.

SOLVENCIA : = $\frac{\text{TOTAL ACTIVO CIRCULANTE}}{\text{TOTAL PASIVO CIRCULANTE}}$

LIQUIDEZ : = $\frac{\text{TOTAL DE ACT. CIRC. - INVENTARIOS}}{\text{TOTAL PASIVO CIRCULANTE}}$

CAPITAL DE ENDEUDAMIENTO = TOTAL ACTIVO CIRC.- PAGOS ANTICIPADOS Y TOTAL DEPPASIVOS.

ESTRUCTURA FINANCIERA = $\frac{\text{TOTAL CAPITAL CONTABLE}}{\text{TOTAL PASIVOS.}}$

PRODUCTIVIDAD DE CAPITAL = $\frac{\text{UTILIDAD}}{\text{CAPITAL SOCIAL}}$

(*) El total del activo se distribuy6 de esta manera:

54.4% ACT. CIRC., 40.6% ACT. FIJO, 5% ACTIVO DIFERIDO

C A P I T U L O Q U I N T O

CAPITULO QUINTO
CONCLUSION GENERAL

El aumento demográfico del mundo ha hecho que la fabricación de diferentes productos también aumenten en proporción para hacer frente a esa creciente demanda.

Sin embargo la creciente demanda de productos, ha llegado a tal nivel, que la industria ya encuentra dificultades para proveerse de Materias Primas de variadas clases; como el caso particular del ALUMINIO, por lo que el Metal entra en forma definitiva al campo de la recuperación de Materiales por medio del reciclado de productos desechados.

En el desarrollo de este estudio se consideró fundamentalmente la necesidad de una industria de construcción práctica y resultados económicos positivos.

Menciono "Construcción Práctica" porque requiere de maquinaria y equipo muy accesible de compra ó de fácil fabricación a la orden.

En el aspecto económico pese a los supuestos que se mencionaron al iniciar el Capítulo IV considero el estudio como de resultados positivos, y es conveniente desarrollar el proyecto de la recuperación de ALUMINIO COMERCIAL.

A P E N D I C E

	Páginas
Introducción.....	1
Localización del Material de Desecho.....	4
Mercado.....	7
Selección del proceso.....	8
Aleaciones comunes del proceso.....	16
Datos experimentales y eficiencia.....	17
Experimentos y conclusiones.....	19
Descripción del proceso.....	22
Diagrama de Flujo.....	25
Balance de Materia.....	27
Consumo de energía.....	28
Especificación del equipo principal.....	30
Costo del equipo.....	43
Costo de la inversión total.....	46
Costo de la materia prima.....	47
Costo de Manufactura anual.....	50
Punto de equilibrio.....	56
Período de Pago.....	58
Conclusión.....	60
Apéndice.....	61
Bibliografía.....	62

BIBLIOGRAFIA

PRINCIPIOS Y CALCULOS BASICOS DE ING. QUIMICA.
Segunda Impresión* 1978
David H. Himmelbleu
C.E.C.S.A.

TRASMISION DE CALOR.
Primera Impresión* corr. y aum. 1970.
Aubrey I. Broun.
Salvatore M. Marco.
C.E.C.S.A.

CONTABILIDAD DE COSTOS PARA USO DE LA GERENCIA.
Cuarta Impresión* 1974.
David H. Li.
DIANA.

TRATADO DE QUIMICA INORGANICA
Segunda Edición 1972
M. Bargalló.
PORRUA.

801035

METALURGIA TECNICA Y FUNDICION.
** 1956
Eduardo R. Abril.
ALSINA.

INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE PROYECTOS
Primera Edición 1973.
Miguel Angel Corzo.
LIMUSA

INTRODUCCION A LA INGENIERIA QUIMICA.
Tercera Impresión* 1970.
Littlejohn & Meenaghan.
C.E.C.S.A.