



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

" PLANTA RECICLADORA DE CHATARRA
DE ALUMINIO "

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A N :
BEATRIZ LEYVA DOLORES
HILDA BAEZ RIOS

ASESOR: I.Q. ARIEL S. BAUTISTA SALGADO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉX

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

Planta Recicladora de Cuscuta de Aluminio

que presenta la pasante Patriz Ieva Dolores
con número de cuenta: 8958760-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniera Química ; en colaboración con:
Hilda Bóez Ríos

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 25 de Junio de 1996

PRESIDENTE	<u>J. O. Arco</u>	<u>S. Raudista</u>	<u>Salas</u>	<i>[Firma]</i>
VOCAL	<u>J. J. R. R. R.</u>	<u>S. S. S.</u>	<u>M. M. M.</u>	<i>[Firma]</i>
SECRETARIO	<u>M. M. C. F. F.</u>	<u>P. P. R. R.</u>	<u>Rivero</u>	<u>Matinez</u> <i>[Firma]</i>
PRIMER SUPLENTE	<u>M. M. C. R. R.</u>	<u>P. H. H.</u>	<u>García</u>	<i>[Firma]</i>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>J. O. G. G.</u>	<u>A. A.</u>	<u>Amaya</u>	<u>Ventura</u> <i>[Firma]</i>

Agradezco a Dios por darme la capacidad necesaria para la realización de este trabajo y agradezco infinitamente a mis padres por el apoyo brindado en todo momento, ya que para mí es la mejor herencia que pudieron darme.
Sinceramente Betty.

Agradezco a mi familia y amigos por todo el apoyo que me brindaron para la realización de mis logros; así como a Dios por darme la capacidad para llevar a cabo este trabajo y continuar en un mejor desempeño profesional.
Sinceramente Hilda.

Agradecemos a nuestro asesor y profesores que contribuyeron en el desarrollo de este trabajo; así como a la Universidad Nacional Autónoma de México (FES-Cuatitlán).

Hilda y Betty.

OBJETIVOS:

ANALIZANDO LA PROBLEMATICA ACTUAL DE CONTAMINACION DE BASURA SE TRATA DE SOLUCIONAR ESTE PROBLEMA RECICLANDO LA CHATARRA PARA LA OBTENCION DE ALUMINIO SECUNDARIO A UN BAJO COSTO, DE ESTA MANERA SE AHORRA EN MATERIA PRIMA, ASI MISMO SE APROVECHA UN COMBUSTIBLE OBTENIDO EN LA EXPLOTACION PETROLERA EN NUESTRO PAIS PARA SER UTILIZADO EN LA FUNDICION DE ALUMINIO.

INDICE

	Pág.
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- PANORAMA ECONÓMICO DE ALUMINIO	12
III.- INVESTIGACIÓN DESARROLLADA	23
IV.- JUSTIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO PROCESO	24
V.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	25
VI.- CARACTERÍSTICAS DE LA CHATARRA	26
VII.- TIPOS DE HORNOS	31
VIII.- MOLDEO	41
IX.- CAPACIDAD	43
X.- BASES DE DISEÑO	54
XI.- DIAGRAMA DE BLOQUES	56
XII.- DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS	57
XIII.- BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA	58
XIV.- DIAGRAMAS DE TUBERÍAS E INSTRUMENTOS	59
XV.- SERVICIOS AUXILIARES	61
XVI.- LISTA DE EQUIPO MAYOR	61
XVII.- HOJAS DE DATOS DE EQUIPO MAYOR	62
XVIII.- DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPO	65
APÉNDICE A	66
APÉNDICE B	67
XIX.- BIBLIOGRAFÍA	73
XX.- CONCLUSIONES.	74

I.- INTRODUCCION

Hoy en día resulta de vital importancia reciclar la basura que se genera. Sobre todo la inorgánica como son papel, plástico, latas, vidrio, etc. Es por ello que este proyecto pretende utilizar el desperdicio de chatarra de aluminio que actualmente se genera. Algo bien importante, es que la tecnología es de las más actuales para la generación de aluminio de segunda de buena calidad y sobre todo que se trata de no contaminar el medio ambiente

Además, resulta interesante la materialización de este proyecto ya que en México no existen yacimientos importantes para la generación de aluminio de primera, de ahí que resulte importante la producción de aluminio de segunda y de buena calidad. Además que ayudaría a limpiar la ciudad y reutilizar lo que tal vez se considere basura.

A pesar de que la materialización del proyecto requiere de una gran inversión, debido a la situación crítica que actualmente atraviesa el país, sería interesante llevar a cabo dicho proyecto.

También cabe mencionar que el presente proyecto se trato de hacer lo más entendible posible, utilizando la ingeniería básica.

TECNICAS EXISTENTES

El desarrollo de las técnicas metalúrgicas de producción de aluminio, han tenido como objetivo fundamental hacer descender el precio de costo de éste. En la actualidad, el proceso BAYER para la obtención de alumina y el proceso HEROULT para su reducción, son los que han tenido más aplicación.

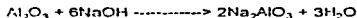
OBTENCION DE ALUMINA.

El aluminio abunda mucho en la naturaleza en forma de feldespastos, micas y arcillas como el caolín, la espinela, ($MgAl_2O_4$ ó Al_2O_3), que es el prototipo de un grupo de minerales ; pero el principal mineral de aluminio es la bauxita, la cual contiene principalmente óxidos hidratados de aluminio. Otros minerales son: La gibbsita ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) y la bohemita ($Al_2O_3 \cdot H_2O$). Las bauxitas contienen el trihidrato, el monohidrato o una mezcla de ambos con algunas impurezas que son principalmente óxidos de Hierro, Silicio y Titanio. Una bauxita (trihidrato) típica puede tener la siguiente composición aproximada: 30% como agua combinada, 58% como alumina, 5% como óxido férrico, 5% como Silice y 2% como óxido de Titanio.

Las bauxitas son producidas por la acción de los agentes atmosféricos sobre silicatos de aluminio. Y se hallan principalmente en las zonas templadas y tórridas, donde el afloramiento a nivel de superficie terrestre el arrastre de la silice por el agua pudiera avanzar considerablemente. Hay grandes yacimientos en la parte norte de América del Sur, Francia, Italia, Hungría, Yugoslavia y Estados Unidos.

PROCESO BAYER

Está técnica es la más usual para refinar la bauxita, consiste en atacar la bauxita, previamente triturada a cédula de maya 100, mediante una solución caliente de sosa caústica (150 - 160 °C) para que la alumina quede en solución en forma de aluminato, efectuándose la siguiente reacción:



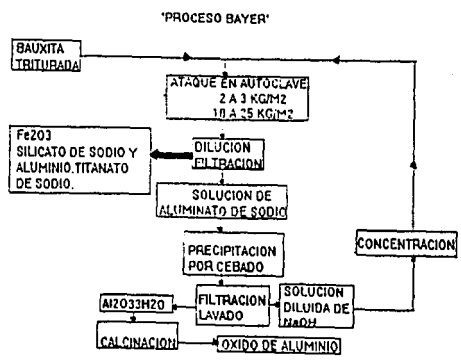
Después se separa el líquido del residuo insoluble, se precipita el trihidrato de alumina, $\text{Al}(\text{OH})_3$, y se calcina para producir la alumina para que se envíe a las plantas de reducción.

En las plantas de proceso BAYER se pulveriza la bauxita, se pone en digestores con lejía y cantidades suficientes de cal y carbonato sódico para obtener la concentración necesaria de hidróxido de sodio. Después se deja sedimentar y se filtra para separar el residuo insoluble. La solución de aluminato sódico se conduce a grandes tanques de precipitación de aluminato sódico donde se ceba con una corriente esparada de trihidrato de aluminio procedente de una operación anterior y se deja enfriar lentamente.

Poco a poco se va formando el trihidrato por hidrólisis del aluminato sódico en presencia del núcleo cristalino. El trihidrato granular pasa por espesadores y filtros, luego se calcina para extraer el agua libre y combinada.

Es importante la proporción de sílice que contiene la bauxita pues si contiene sílice activa, esta se combina con la alumina durante la digestión y queda en el lodo rojo un silicato insoluble de sodio y aluminio. En la práctica, por cada kilogramo de sílice que haya en la bauxita se pierde aproximadamente un kilogramo de alumina y un kilogramo de carbonato sódico anhidro. (Ver fig No 1)

FIGURA 1



PROCESO STE-CLAIRE DEVILLE

Este procedimiento se utilizó durante mucho tiempo. Estriba en tratar la bauxita con carbonato de sodio a una temperatura de 1200 °C, para lo cual se hace uso de un horno de cemento, en dicha operación se lleva a cabo la siguiente reacción.

Este producto que se obtiene después de la calcinación, se trata mediante una solución purificada de aluminato filtrada y se somete a hidrólisis mediante CO_2 a presión, de acuerdo al siguiente diagrama (Ver fig. No. 2).

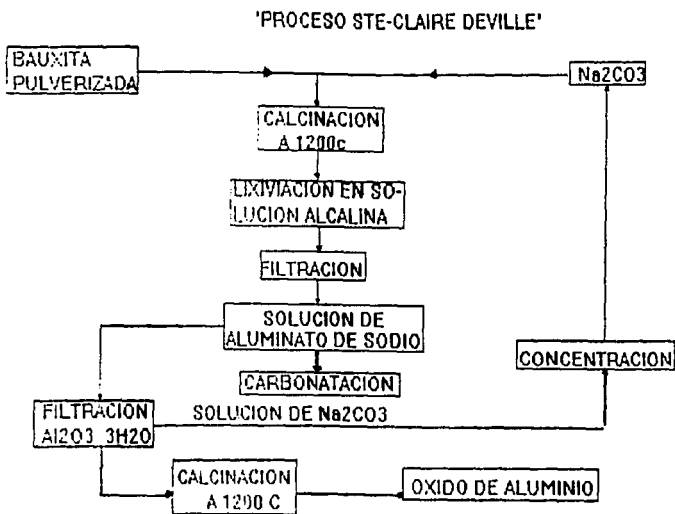
La alumina hidratada es insoluble en la solución carbonatada, por lo que se separa por decantación y filtración. A continuación esta alumina se calcina a 1200 °C en horno rotatorio.

REDUCCION DE LA ALUMINA.

Para el desarrollo de esta etapa, actualmente existen dos procesos, a saber:

- a) Proceso Hall-Héroult
- b) Proceso electrolítico

FIGURA 2



De estos dos procedimientos, el más costeable es el proceso Heroult, ya que en el proceso electroquímico, se hace uso de altas temperaturas para reducir la alumina mediante carbón. Además, hay otras dificultades; la reducción de la alumina con carbón no es rápida, hasta que la temperatura llegue a unos 1800 °C, la cual está próxima al punto de ebullición del aluminio ya que es muy alta la presión de vapor de éste. Además, es muy grande el volumen de gas que se forma por oxidación del carbón. Todos éstos factores dificultan la separación del aluminio metálico, haciendo que los costos de operación se eleven. En la práctica solo se ha efectuado esta separación absorbiendo el aluminio en un metal menos volátil, como el hierro, el silicio de cobre, lo que da por resultado la formación de una aleación que se emplea como tal o se refina de alguna manera. Se han producido algunas aleaciones de esta clase, pero el procedimiento ha tenido muy poca aplicación (ver fig. No.3).

PROCESO HALL-HEROULT

Este procedimiento se funda en que la alumina se disuelve en criolita fundida ($Al_2F_6 \cdot 6NaF$), por electrólisis de esta solución, el aluminio metálico sin descomposición, se deposita en la celda electrolítica.

El metal sale de las cubas electrolíticas y pasa a los hornos de esfera para eliminar por decantación de las impurezas que contiene. Estas impurezas pueden ser: alumina, hidrógeno y algún metal alcalino, los cuales perjudican su utilización industrial.

FIGURA No 3

'REDUCCION DE ALUMINA'

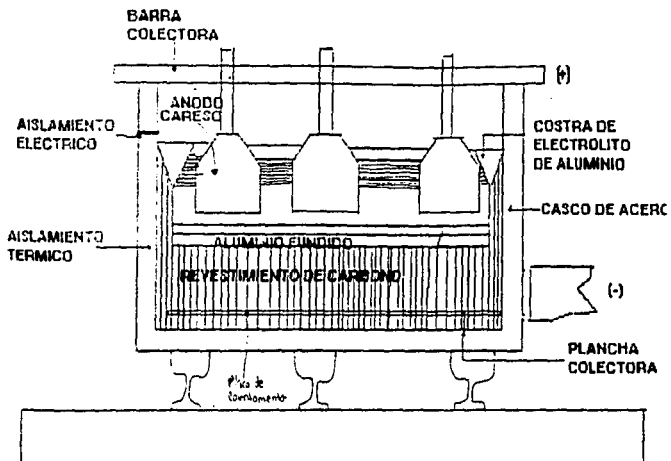
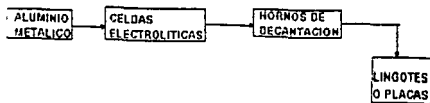


FIGURA 4

'PROCESO HALL-HEROULT'



A continuación se realiza la solidificación del metal en las siguientes formas:

I) En lingotes de peso y forma variadas (1 a 10 Kg.), cómodos para la refusión.

II) En placas o barras para posterior transformación.

(Ver fig. No. 4).

PROCESO ALUREC

El proceso ALUREC está basado en oxígeno-diesel como combustible. La fundición se realiza en un horno rotativo (que no necesita sales), el metal ya fundido es colectado en el convertidor y el producto no metálico flota en la parte superior. El horno está equipado con un mecanismo inclinado para descargar el producto no metálico (sólido) (escoria).

VENTAJAS

- Se recupera mejor el aluminio
- Reduce el consumo de energía
- Menor costo en la disposición de residuos
- No hay costos por la adición de sales
- Reduce el flujo de gas combustible

PROCESO ALUMELT

Este proceso se basa en oxígeno-diesel aplicado en hornos para fusión de lingotes de desperdicios puros. El equipo convencional esta equipado de quemadores utilizando combustible y oxígeno, la emisión de nitrógeno es eliminado mediante este proceso aumenta la flama y gas de radiación con bajo flujo de oxígeno, se aumenta el calor del horno del horno además de que la emisión de gases disminuye. Con esta tecnología reduce el flujo de gas de un 75% a 90%.

Este proceso es más limpio, es muy accesible con respecto al medio ambiente, debido a que es una combustión completa, además de que reduce el flujo de gases y partículas de nitrógeno.

II.- PANORAMA ECONOMICO DEL ALUMINIO

El TLC podría prolongar el reino de EUA como la región de mayor consumo de Aluminio en el mundo, al aumentar la rapidez del crecimiento en la demanda de Aluminio. Esto debe ocurrir si se aprovechan las ventajas comparativas de la explotación del Aluminio, lo que beneficiará al crecimiento económico de la región, como se ha sugerido. También podría ocurrir si los inversionistas relocalizan proyectos en México, ya que de otra manera podrían irse a Asia o a otras regiones con mano de obra barata. México será probablemente el más beneficiado dentro de Norteamérica, en términos de desarrollo económico y demanda de Aluminio.

La producción de Aluminio primario no es competitiva, por lo que permanecerá cerrada y se utilizará solamente la capacidad de laminación.

En lo que se refiere a fundiciones y extrusores de Aluminio, se espera que haya migración hacia México. El menor costo de la mano de obra es un factor que influye en esta expectativa, ya que en ambas actividades es determinante. La localización de fábricas de automóviles y de otras actividades de manufactura en México, además de las políticas de contenido del lugar de origen, podrían también traer fundiciones y extrusores a México desde EUA, Canadá u otros países. El capital no será un impedimento serio para la migración, ya que las inversiones requeridas para dichas industrias son modestas.

Una consecuencia de lo anterior puede ser el incremento del flujo directo o indirecto de lingote hacia México. El flujo directo se refiere al envío de metal de EUA y Canadá hacia México. El flujo indirecto se refiere al envío de metal desde otros países (e.g. Venezuela) a México, en lugar de enviarlo a otra parte del mundo.

Claramente, entre los mayores retos asociados con un comercio más libre será la necesidad de identificar en dónde los diferentes productos de Aluminio pueden ser hechos en una forma más eficiente y cómo las operaciones en cada país pueden apoyar a operaciones en los otros países. Entonces, el reto consistirá en utilizar este conocimiento para el beneficio de su propia empresa.

1994 podría ser llamado por todos los mexicanos el año del amargo despertar. Despertar a una realidad donde los sucesos político-económicos se presentaron con una velocidad meteórica provocando a la larga, una crisis que vino a cambiar de golpe las expectativas de crecimiento y progreso que todo el país tenía.

Los acontecimientos acaecirlos durante dicho año nos han dejado como enseñanza que en esta época no se puede vivir fuera de una globalización, que involucra a todos los países del orbe y por ende, a todos sus habitantes. El análisis continuo de la información diaria, la participación activa de la política del país y la planeación hacia el futuro en todos los ordenes de nuestra vida, son desde ahora, fundamentales. No se puede seguir viviendo del recuerdo de hechos pasados, el pasado ya es historia y sólo podrá servirnos para aprovechar las experiencias surgidas. En estos momentos seguir esperando que un mejor futuro pueda llegarnos con los cambios de gobierno sucesivos, sin poner nada de nuestra parte.

Para que el futuro sea realmente mejor, debemos promover e influir en él. Una manera de hacerlo es participando en acciones de conjunto y es aquí en donde el Imedal (Instituto Mexicano del Aluminio) puede ser un medio adecuado para centralizar información que permita un análisis cuidadoso de la problemática de nuestro sector industrial y de negocios, y que con la unidad, podamos participar activamente en el proyecto y la construcción del nuevo México que todos deseamos.

No se pretende abundar sobre los acontecimientos acaecidos durante 1994, ya que éstos, son de sobra conocidos pero se incluyen en este punto los más relevantes.

POLITICAS	ECONOMICOS		Miles de Millones Dólares.	
ENERO Levantamiento EZLN	Deficit anual en cuenta corriente		\$28,863	23 10% crece
MARZO Donato Colosio (homicidio)	Saldo anual en cuenta de capitales Reservas financieras	Enero Diciembre	\$11,549 \$24,500 \$6,100	62 10% decre 75 10% decre.
AGOSTO Elecciones presidenciales	Tasa prima	Enero Diciembre	6% 9%	50% crece
SEPTIEMBRE Paul Massieu (homicidio)	Tipo de cambio	Enero Diciembre	\$3 11/00\$ \$5 00/00\$	50% crece

CUADRO No. 1- Acontecimientos relevantes durante 1994.

Estos acontecimientos son, sin duda alguna, los que han determinado la grave situación económica que estamos padeciendo actualmente.

Para la industria del Aluminio, 1994 ha sido un año que muestra el panorama que se empezó a definir en 1990. Aquellos eslabones de nuestra cadena productiva donde somos más fuertes y donde, por qué no mencionarlo, de alguna manera se tomaron decisiones más apropiadas para el futuro que se esperaba con motivo de la inminente apertura a un esquema de libre comercio, se ha logrado no sólo mantenerse, sino que en algunos casos se ha ganado un poco de terreno.

Sin embargo, la parte negativa del escenario se ha visto también acentuada por el flujo de productos importados con lo cual, algunos eslabones de nuestra cadena se han visto seriamente dañados.

1994 fue también un año de intensa actividad dentro del Instituto Mexicano del Aluminio, su participación activa en comisiones de diferentes Secretarías de Gobierno o dentro de Asociaciones de la iniciativa privada, permitieron conocer desde adentro, la problemática por la que atraviesa nuestro país, buscando en todos los casos las soluciones más favorables para México y para los asociados. La celebración del Panel Técnico Cancún 94, la firma de un convenio con Banco de Comercio Exterior, que otorga financiamiento preferencial a los asociados del Inedal, sobre todo, nuestra participación en las negociaciones de los tratados comerciales de México con algunos países de América Latina, son algunos ejemplos de la labor desarrollada.

Enseguida y como ya es costumbre en los congresos que celebra el Inedal, se realizó un breve repaso del comportamiento de nuestro sector industrial en el año de 1994, comparándolo con el comportamiento en años pasados. Este repaso sigue la información presentada en las estadísticas de 1994, que publica anualmente el Instituto.

La balanza comercial en lo que se refiere a las materias primas, productos semiterminados y productos terminados, presentó en 1994 un déficit de 195,587 toneladas; cifra que fue un 14% mayor que la equivalente a 1993. El déficit de 195,587 toneladas está integrado de la forma siguiente.

Materias primas	27,423 ton	superávit
Productos Semiterminados	116,093 ton	déficit
Productos Terminados	106,917 ton	déficit

Estas cifras nos obligan a vigilar muy cuidadosamente la protección arancelaria de que disponemos y a mejorar nuestra posición competitiva respecto a otros países

A efecto de poder llevar un control de las importaciones que de algún modo afectan a las empresas productivas en México así como de los problemas de tipo arancelario o las prácticas desleales de importación que pudieran presentarse, es importante que toda esta información se concentre para un mejor análisis y una mayor fuerza al presentar una reclamación ante las autoridades. El Instituto Mexicano del Aluminio es el ente idóneo para llevar a cabo la concentración de información y la representación del sector afectado ante las autoridades.

El consumo nacional aparente por habitante, nos permite analizar, el comportamiento de la industria del aluminio en diferentes países, razón por la cual a continuación se muestra el consumo por habitante, reportado para los años que se indican (ver Cuadro 2)

NOTA: En la práctica internacional el consumo aparente no toma en cuenta las importaciones ni las exportaciones de productos terminados.

CUADRO No. 2. Consumo nacional aparente por habitante (en toneladas métricas)

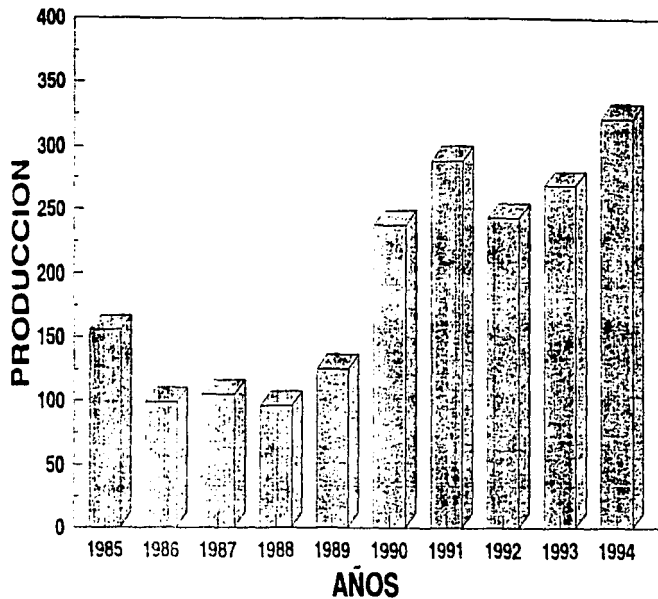
Año	1989(%)	1990(%)	1991(%)	1992(%)	1993(%)
U.S.A.	25.8	26.9	25.7	27.6	30.2
CANADA	27.8	22.7	21.2	22.0	23.9
ALEMANIA	29.2	29.6	25.1	25.4	20.7
JAPÓN	29.6	31.3	31.5	29.4	28.0
AUSTRALIA	19.6	18.6	17.7	16.5	17.5
ESPAÑA	6.9	7.0	7.3	7.6	6.7
ARGENTINA	0.4	1.5	2.4	2.9	3.3
VENEZUELA	8.4	8.3	8.2	4.9	6.3
BRASIL	2.7	2.1	2.3	2.1	2.5
MÉXICO	1.6	2.5	2.8	2.8	3.0

CUADRO No. 3. Consumo Nacional Aparente (en toneladas métricas de Aluminio por habitante)

1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
155.12	98.74	104.91	95.857	125.15	237.38	288.96	243.11	268.98	321.77

El consumo nacional aparente que se presenta en el Cuadro No.3 de las Estadísticas, es el resultado de sumar la producción nacional de Aluminio primario facturada en el año, las importaciones de productos semiterminados y terminados, y la recuperación de Aluminio secundario menos las exportaciones de estos productos.

CONSUMO NACIONAL APARENTE



El consumo nacional aparente en 1994 tuvo un crecimiento de 20% sobre la cifra de 1993.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
T. Ling. la Fusión.	38 215	36 935	64 873	70 380	66 888	68 855	49 695	31 269	46 4	41 10
Imp. Ling. la fusión	35 730	16 073	8 922	9 174	11 836	20 473	15 841	76 556	99 0	80 77
Total con chatarra	70 555	35 608	19 717	16 971	17 905	65 575	68 702	75 749	75 0	130 30
Total con Ling. y Chat	111 50	88 570	93 512	96 626	96 626	154 90	161 23	283 57	221 0	252 10

CUADRO No. 4 Consumo en lingotes de todas las métricas de lingote y chatarra de aluminio

Analizando el comportamiento de las materias primas encontramos que el uso de chatarra ha tenido un crecimiento continuo a partir de 1988, alcanzando una participación del 52% de la mezcla total en 1994.

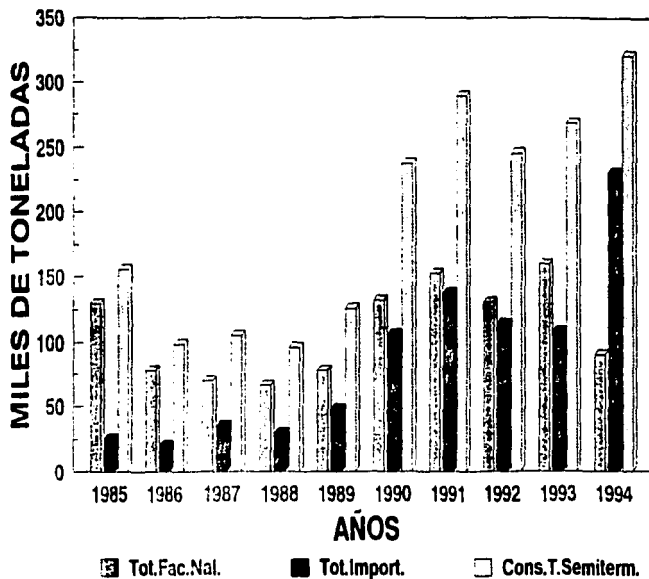
Las importaciones de lingote de primera fusión se incrementaron en forma continua de 1988 a 1993, reduciéndose en un 18% en 1994, disminución que resulta lógica si tomamos en cuenta el incremento en el uso de Aluminio recuperado de chatarra.

Respecto a esta situación es importante considerar que el uso indiscriminado de chatarra sin aplicar la tecnología y los controles adecuados, puede acarrear serios problemas de calidad (ver Cuadro No. 4)

En este punto cabe mencionar que durante 1994 la producción de Aluminio primario en este país estuvo suspendida; los precios internacionales de este metal hicieron que su obtención en México resultará incosteable. A principios del año en curso, la situación en precios ha cambiado y la producción de aluminio primario se ha restablecido en México.

CONSUMO NACIONAL APARENTE

Productos Semiterminados



En lo que se refiere a productos semielaborados, se observa que los fabricados en el país incrementaron su penetración en el mercado de 1988 a 1991 cayendo levemente en 1992 y recuperándose en 1993 para volver a caer en un 43.2% en 1994. (ver Cuadro 5).

En lo que se refiere al Aluminio de segunda fusión, se observa un crecimiento continuo de 1988 a 1991 con una baja durante 1992 y 1993, para luego repuntar en un 113.1% en 1994. Un ejercicio interesante para los industriales de nuestro sector sería el evaluar cuanto de este incremento en importaciones fue provocado por la subvaluación de nuestra moneda y cuanto se debió a otras causas, a efecto de diseñar las estrategias que permitan disminuir el número de productos importados.

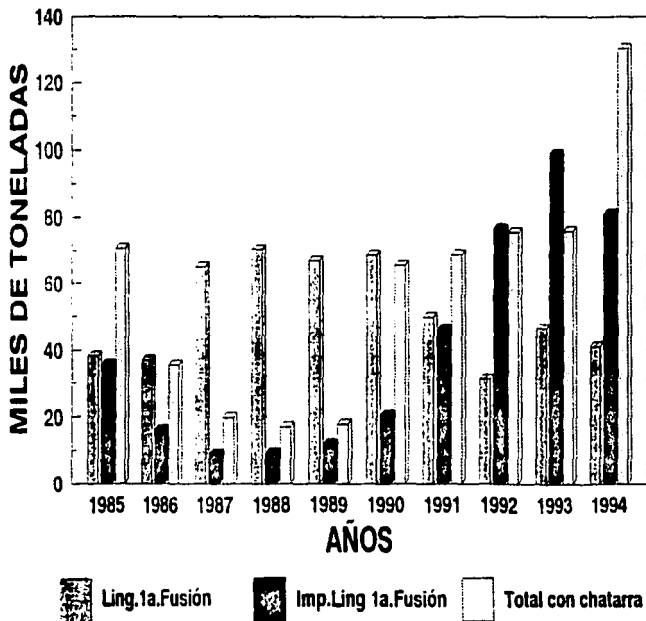
También cabe mencionar que el campo de aplicación del Aluminio es amplio, por ejemplo, la industria alimenticia, refresquera, automotriz, etc. Por lo tanto resulta benéfica la producción de Aluminio de segunda fusión ya que han crecido dichas industrias.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Tot. inc. nat.	129.7	78.12	69.69	66.09	77.98	131.7	151.9	130.4	159.1	90.46
Tot. import.	25.77	20.61	15.29	29.76	47.46	105.6	136.9	111.0	108.1	230.4
Const. semielab.	155.4	98.73	104.9	95.85	125.4	237.3	288.9	244.5	267.3	320.8

CUADRO No. 5

Consumos nacionales (porcentaje) (en toneladas métricas) de la industria del aluminio por sector

MEZCLA DE CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS



TESIS REALIZADA POR: Hilda Beatriz Rivas
Beatriz Luján Colares

FES-C UNAM
PLANTA RECICLADORA DE CHATARRA DE ALUMINIO

III.- INVESTIGACIÓN DESARROLLADA.

La producción de aluminio Secundaria se ha venido realizando en el país por conducto de pequeñas instalaciones dispersas en diferentes lugares, la mayor parte de ellas han adolecido de grandes deficiencias tecnológicas que les impide ejercer un buen control de la composición química de su producto.

Por lo que el desarrollo de este proceso es con el objetivo de cubrir las necesidades; dentro de instalaciones más completas y cuidando el medio ambiente para que no resulte contraproducente dicho proceso. Logrando así un buen producto y tratando de crecer como empresa y como país generando fuentes de trabajo.

IV.- JUSTIFICACION PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO PROCESO

Las técnicas mencionadas anteriormente no nos sirven debido a que obtenemos Aluminio primario a partir de la bauxita, la cual se obtiene de la naturaleza y nuestro objetivo es obtener Aluminio secundario a partir de chatarra de Aluminio, es por ello que utilizaremos el proceso ALUREC.

RELACION ENTRE FORMA DE RECUPERAR ALUMINIO Y PRODUCIR ALUMINIO.

PRODUCCION

La producción de Aluminio primario se inicia a partir del mineral (bauxita) que a través de procesos fisicoquímicos se transforma en alúmina, la cual se reduce por medios electrolíticos para formar el Aluminio metálico que posteriormente se emplea para la fabricación de lingotes de laminación, etc.

RECUPERACION

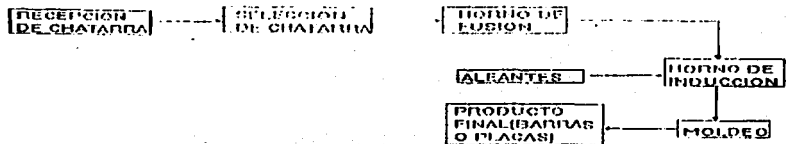
Se obtiene en forma de lingotes a partir de la refundición de chatarra y recuperado de escoria.

V.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso se lleva a cabo mediante la fundición de chatarra de latas, pistón y automotriz, la cual proviene de los diferentes contenedores de chatarra de aluminio ó de alguna fábrica que tenga desperdicios automotrices. La chatarra se funde en el horno de reverbero, para posteriormente transportar el aluminio fundido al horno de inducción; en donde se le agregaran los aleantes. Luego se procede a moldear las placas o barras, que serán destinadas a transformación de semiproductos.

FIGURA No 7.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



VI.- CARACTERISTICAS DE LA CHATARRA

Para el mejor aprovechamiento de las chatarras, es importante conocer las exigencias técnicas de las aleaciones y fabricación, ya que de esto depende una buena selección de chatarra para lograr este objetivo.

En términos generales las chatarras se pueden clasificar en los siguientes tipos:

1.- CHATARRA AUTOMOTRIZ.

Todo aquel tipo de chatarra procedente de partes automotrices. El pistón, debido a sus características especiales, se puede considerar aparte

2.- CHATARRA ALUMINIO MACIZO

Es todo aquel tipo de desperdicio procedente de piezas vaciadas en coquilla, arena, o a presión y su característica principal es que no tiene especificaciones definidas en su composición química.

3.- BLANDOS.

Este tipo de chatarra esta considerada en el mercado de la misma, como toda aquella procedente de productos forjados, laminados, troquelados, etc. Dentro de estos figuran los desperdicios de perfiles, aunque en su comercialización, se consideran aparte. Por lo tanto, para efecto de su aplicación en los procesos de recuperación, se pueden subdividir en chatarra de traste, revuelto y perfil

4.- CHATARRAS ESPECIALES.

Consideradas así todas aquellas procedentes de procesos definidos, como son las rebabas, y escorias. Las características de esta chatarra es que mantienen un comportamiento definido en sus características químicas, por lo que para efectos de su recuperación y reutilización como aleación, representan una gran ventaja por eso.

SELECCION DE LA CHATARRA

La calidad de la materia prima depende generalmente de su clasificación y se realiza de acuerdo a su procedencia, el tipo de Aluminio y su limpieza.

La limpieza es un factor determinante que disminuye la calidad de los materiales de Aluminio por la presencia de materiales extraños como puede ser; fierro, agua, aceite, basura, plásticos, cartón, madera. A mayor cantidad de contaminantes se espera una menor calidad y por lo tanto un menor precio.

La materia prima se clasifica de la siguiente forma:

MACIZO AUTOMOTRIZ:

Partes y piezas de Aluminio, desechos por defectos o por uso.

PISTONES:

Desechos provenientes de motores automotrices y compresores.

BOTES:

Desechos defectuosos o usados procedentes de la industria de envases de productos alimenticios.

Por el tipo de aleación que se va a producir las materias básicas van a estar constituidas por chatarra automotriz, pistones y botes; ya que son las que contienen en mayor porcentaje el Si, Cu y Al, ya que son los aleantes que nos interesa (ver gráficas). Apendice B.

Con los otros tipos de chatarra (recortes, alambres, rebabas etc), presentarían un poco de problema; por que no contienen el porcentaje considerable en Si y Cu además presentarían un poco más de contaminantes (como el alambre puede encontrarse un poco más oxidado; es decir, es más facil que se oxide)

El problema más importante que observamos es el hecho de no contener el porcentaje adecuado de Si y Cu, ya que esto le resta fluidez, fuerza y dureza, las cuales son características muy importantes, para el tipo de aleación que se va a producir.

Con los datos reportados, de la materia prima disponible, se deduce el tipo de aleación que se va a obtener (AAR0) Ver el índice A.

Con las gráficas que se muestran en el apendice B se realiza el cálculo de carga de aleantes de acuerdo con la materia prima disponible, obteniendo los siguientes resultados:

ELEMENTO (%)	PISTON	AUTOMOTRIZ	LATA
Si	10.5	9.8	0.8
Cu	3.0	3.0	0.5
Mg	1.0	1.5	0.8
Fe	0.72	1.0	---
Mn	0.51	0.2	0.7
Zn	0.25	0.1	0.81

Los factores que se consideraron en la elección de la aleación fueron los siguientes:

- Buenas características de fundición para el proceso utilizado
- Respuesta al tratamiento térmico si se requiere.
- Propiedades mecánicas y otras para el servicio que se pretende.
- Resistencia a la corrosión
- Maquinabilidad
- Hermeticidad a la presión

El tipo de aleación A380, contiene básicamente Al-Si-Cu, por lo tanto las propiedades de esta aleación son:

- Buena colabilidad
- Excelente fluidez
- Buena hermeticidad a la presión
- Excelentes características de maquinabilidad
- Buena resistencia a la corrosión
- Tendencia al agotamiento en caliente y recrudo (Al Cu)

-Buenas propiedades mecánicas y físicas.

-Los sistemas de alimentación y coladas no necesitan ser muy grandes.

-Fácil modificación del Silicio, usando Na, Sr y Ca en aleaciones hipoeutécticas y P en hipereutécticas, mejorando las propiedades mecánicas y maquinabilidad de las piezas.

El reciclado utiliza química de dilución para formar el lingote de Aluminio reciclado. Debido a que los ingredientes de la aleación ya están presentes en la materia prima entregada al fundidor, se debe ajustar la composición hasta que la aleación quede en especificación.

Algunos de los aditivos más comunes son los siguientes:

- a) Silicio, incrementa la fluidez.
- b) Zinc, produce fuerza y dureza en las aleaciones.
- c) Cobre, ayuda a dar fuerza y dureza
- d) Manganeseo, puede mejorar la resistencia a la corrosión
- e) Hierro, pequeñas porciones incrementan fuerza y dureza.
- f) Magnesio, puede mejorar resistencia a la corrosión
- g) Titanio, utilizado como refinador de grano.
- h) Niquel, usado en algunos revestimientos especiales para mejorar propiedades a temperaturas altas

VII.- TIPOS DE HORNOS.

Este tema hablará de algunos aspectos importantes dentro de la rama del tratamiento de Aluminio secundario.

OBJETIVOS:

- Mejorar el aprovechamiento del calor en el horno para fundir el metal;
- Cómo mejorar el rendimiento en pedacería pequeña de Aluminio.

HORNOS DE FUSION

El tipo y la disposición de los hornos de fusión, constituyen factores particularmente importantes a los concernientes y la calidad metalúrgica y el costo de la fabricación de los productos o semiproductos destinados a la transformación.

Los diferentes hornos de fusión para Aluminio se deben cubrir según la importancia de las fusiones. Todos ellos deberán responder a ciertas condiciones para asegurar un metal fundido de calidad.

Dentro de las condiciones técnicas que deberán cumplir los hornos de fusión y de colada, podemos asumir las siguientes:

CONDICIONES TECNICAS

CUALIDADES DE ORDEN TERMICO

- Fusión en el menor tiempo posible
- Uniformidad de temperatura
- Regulación precisa de la temperatura (importante sobre todo en los horno de colada).
- Máximo rendimiento térmico.

CUALIDADES DE ORDEN FISICO Y QUIMICO.

- Oxidación mínima del metal
- La menor contaminación posible debida al gas de combustión en la atmósfera del horno, a los refractarios y a los diversos accesorios.

CUALIDADES DE FACIL EXPLOTACION.

- Facilidad de carga.
- Comodidad en la ejecución de las operaciones de fabricación (agitación, descoriado) o de conservación.
- Facilidad de colada.

HORNOS DE REVERBERO

En estos hornos, la energía necesaria para la fusión se produce por uno o varios quemadores, alimentados por combustibles líquidos o gaseosos, cuyas flamas inciden directamente sobre la carga metálica. Los gases de combustión provocan, en la atmósfera del horno, movimientos intensos de convección que mejoran los cambios térmicos con el metal que se funde. Por estas razones, la velocidad de fusión es mayor y el consumo de combustible menor que en el caso de los hornos de crisol.

Estos hornos llevan a veces una solera de fusión inclinada, sobre la que se introduce la carga metálica. El metal fluye por el hogar a medida que transcurre la fusión, permaneciendo los óxidos en la solera, que periódicamente es descoriada.

Estos hornos presentan forma más o menos rectangular. Se utilizan hoy día, en algunas fábricas americanas, hornos de fusión de forma circular, con bóveda móvil, de manera que se pueda efectuar la carga rápida por la abertura superior del horno, por medio de un ceston especial, como se efectúa en los hornos eléctricos.

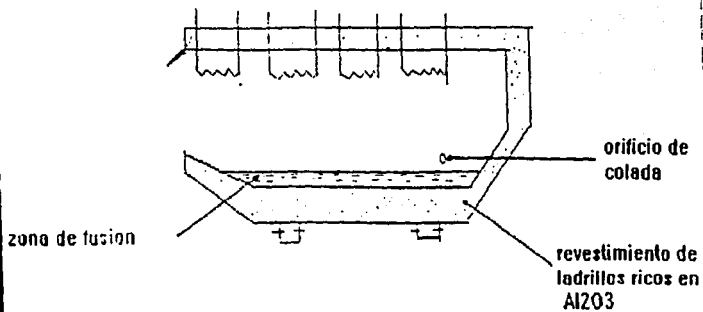
En la disposición más normal, los quemadores están colocados sobre uno de los lados pequeños del horno y los gases de la combustión se evacúan por una chimenea situada en el lado opuesto. Las puertas de carga y desescoriado están colocadas en los lados pequeños y grandes del horno. En algunos casos los quemadores se montan en oposición en las cuatro esquinas del horno. Esta disposición se debe evitar, pues tiende a provocar una zona de presión en el centro del horno, que perturba la marcha de los quemadores. Es preferible adoptar una disposición en la que el recorrido de los gases de combustión en el horno antes de su evacuación por la chimenea, sea el más largo posible, de manera que se incrementen los intercambios térmicos con la carga metálica.

Se pueden mejorar sensiblemente los intercambios térmicos inclinando la bóveda ante los quemadores. Esta técnica permite aumentar la energía irradiada por la bóveda y aproximar los gases de la combustión a la carga, antes de su evacuación por la chimenea; de esta manera, pueden ceder de manera útil una parte más importante de su calor sensible.

Los productos de la combustión, al estar en contacto con la carga que se va a fundir y con el baño, provocan cierta oxidación del metal y absorción del Hidrógeno. Es posible reducir bastante estos inconvenientes, situando los quemadores en el fondo de la cámara de combustión y evitando dirigir la flama contra la carga.

Se pueden disminuir de manera igualmente eficaz, las "pérdidas de fuego" protegiendo la carga durante la fusión con fundentes o flujos especiales y dejando un

FIGURA No. 0



P. 4

"pie de horno" líquido, después de cada fusión, de modo que se pueda sumergir rápidamente el metal sólido desde el comienzo de la carga. Este "pie de horno", tiene, entre otras, la ventaja de desempeñar un papel de acumulador térmico y de acelerar de esta forma la fusión. Tienen "pie de horno" que representan del 25 al 50% de la capacidad total.

La evacuación de los hornos fuera de la fundición necesita una instalación de aspiración bastante costosa, por lo menos en el caso de calentamiento con fuel, ya que pueden contener productos sulfurados.

Se emplean en las fundiciones hornos de reverbero fijos o basculantes en los Estados Unidos, se utilizan preferentemente hornos fijos, menos costosos, mientras que en Europa se prefieren generalmente los hornos basculantes, por cuestión de una mayor facilidad de colada.

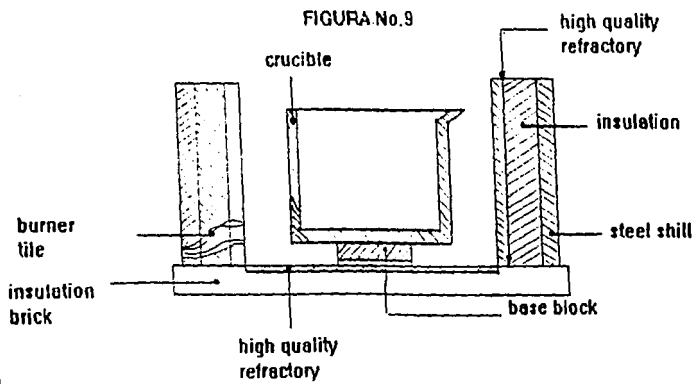
Los primeros hornos basculantes los hacían sobre rodillos alrededor de un gran eje. Esta disposición tenía la ventaja de ser mecánicamente muy sencilla, pero presenta el gran inconveniente de llevar consigo, durante el movimiento, un cambio de la posición del pico de colada con relación al suelo; es decir, de la altura de caída del metal.

Los modernos hornos basculantes lo hacen alrededor de un eje que pasa por el extremo del pico de colada, lo que asegura una altura invariable de caída del metal, durante la colada. La basculación se realiza por medio de cilindros hidráulicos o mecánicos. (ver fig. 2)

2.- HORNOS DE CRISOL.

Consiste en un casco de acero en forma cilíndrica, revestido en su interior de ladrillo refractario, donde en su interior circula la flama en forma envolvente alrededor de un crisol, dentro del cual se lleva a cabo la fusión por transmisión de calor a través de sus paredes. Este tipo de horno es un poco más caro que el anterior por efecto de mantenimiento y por consumo de combustible, por kilo de material fundido. (ver fig. 3)

97



3.- HORNO ROTATORIO.

Es una variedad del horno de reverbero explicado anteriormente, con la diferencia de rotar en eje propio, además de que también puede ser basculante. (Ver fig. 10)

4.-HORNO DE INDUCCION.

El calor es suministrado directamente en el horno. Los hornos de inducción son apropiados para pequeñas operaciones de fundición. (Ver fig. 11)

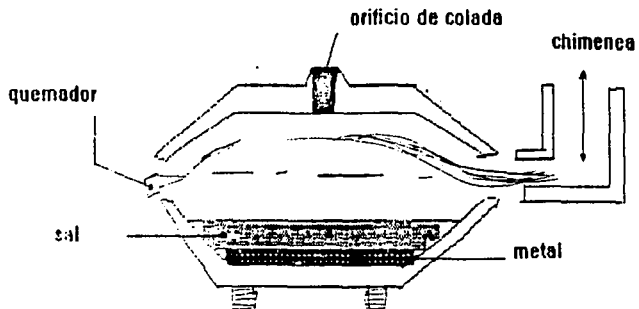
VENTAJAS

- El tiempo de fundición en hornos de inducción es alto
- Los hornos de fundición hacen muy pequeño el metal de oxidación y alto el tiempo de recuperación del metal

DESVENTAJAS

- La capacidad límite es de 5000kg
- Los costos de energía para la fundición son mayores debido al uso de grandes cantidades de electricidad, pero esto se compensa con el factor de la no generación de la combustión de gases y el innecesario manejo del gas en el sistema.
- El equipo de calentamiento es más complejo que las flamas de gas estandares.

FIGURA No. 10



Esquema del horno rotativo de baño de sales.

**TABLA COMPARATIVA PARA LA SELECCION DEL TIPO DE HORNO
PARA LA FUNDICION DE CHATARRA DE ALUMINIO.**

TIPO DE HORNO	COSTEO	TIEMPO DE FUSION	OXIDACION DEL METAL	CONTAMINACION	COSTO DEL COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO
TIPO DE HORNO (1)	ALTO	OK	OK	OK	OK	OK
TIPO DE HORNO (2)	ALTO	OK	OK	OK	OK	OK
TIPO DE HORNO (3)	ALTO	OK	OK	OK	OK	OK
TIPO DE HORNO (4)	ALTO	OK	OK	OK	OK	OK
TIPO DE HORNO (5)	ALTO	OK	OK	OK	OK	OK
TIPO DE HORNO (6)	ALTO	OK	OK	OK	OK	OK
TIPO DE HORNO (7)	ALTO	OK	OK	OK	OK	OK

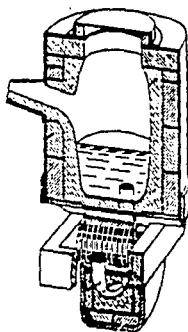
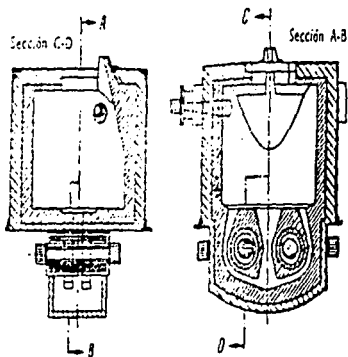
NOTA: LOS VALORES SON BASADOS SEGUN LAS VENTAJAS, DESVENTAJAS Y CARACTERISTICAS DE CADA HORNO.

SELECCION DEL TIPO DE HORNO.

Para el proceso abordado se eligió el horno de tipo ALUREC, para la fundición de chatarra de Aluminio. Este horno es costoso, pero esto se compensa con un menor costo de mantenimiento, el tiempo de fusión es menor, la oxidación del metal es menor, el consumo de combustible también es menor y además el grado de contaminación es menor con respecto a los otros tipos de hornos antes mencionados.

NOTA: Los valores son basados según las ventajas, desventajas y características de cada horno.

FIGURA 11



—Equipos de hornos de inducción de B. F. con canales o anillos. En la parte superior: 1 solo anillo. En la parte inferior: 2 anillos.

VIII.- MOLDEO

Existen diferentes métodos de moldeo:

- En arena
- En coquilla Para moldeo de piezas.
- Fundición inyectada.
- Cerrada
- En lingotera Para placas o barras.
- Abierta

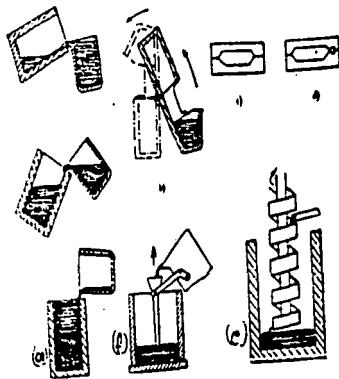
El método que nos interesa es el de lingotera, porque el producto final será placas o barras.

COLADA EN LINGOTERAS:

Representa, en tonelaje, más del 80% probablemente de las toneladas fundidas de Aluminio y sus aleaciones y por ello se han realizado numerosos estudios. Hasta hace unos quince años se utilizaban únicamente la colada en lingotera cerrada, según el procedimiento Durville, (a) "de colada tranquila", siendo desplazada casi por completo por la colada semicontinua o continua en lingotera abierta.

En el procedimiento Durville se aceptan una cuchara de colada, que contiene el metal líquido, y la lingotera, pivotando el conjunto sobre un eje. Por vasos comunicantes, sin discontinuidad alguna, el metal pasa de la cuchara a la lingotera (ver fig. No. Aunque se cumple el principio de la "colada tranquila", no sucede lo mismo con la alimentación racional

FIGURA 12



Diferentes procedimientos para reducir la turbulencia de la colada (colada tranquila); a) inclinación del molde; b) procedimiento Durrville; c) colada a lo largo de la pared del molde; d) colada por ventana lateral; e) colada en espiral; f) colada con embudo.

IX.- CAPACIDAD

Se conoce como tamaño de una planta industrial la capacidad instalada de producción de la misma. Esta capacidad se expresa en cantidad producida por unidad de tiempo, es decir, volumen, peso, valor o número de unidades de productos elaborados por año, ciclo de operación, mes, día, turno, hora, etc. En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la cantidad de producto que se obtiene, sino en función del volumen de materia que entra al proceso.

En general los factores que influyen de manera predominante en la solución del tamaño de una planta industrial son las siguientes:

- 1.- Características del mercado de consumo.
- 2.- Características del mercado de abastecimiento
- 3.- Economías de escala
- 4.- Disponibilidad de recursos financieros
- 5.- Características de la mano de obra
- 6.- Tecnología de producción
- 7.- Política económica.

A continuación se describirán cada uno de los factores antes mencionados.

1.- CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE CONSUMO.

De acuerdo con lo antes expuesto, el primer paso en la selección del tamaño de una planta suele ser una revisión de los resultados del estudio de mercado de consumo, pendiente a determinar si la dimensión del mercado potencial para el proyecto permite montar o no la planta industrial considerada, dependiendo ello de que dicho mercado potencial sea mayor o menor que la capacidad mínima de la planta que sea posible construir o adquirir.

En el caso de que la dimensión del mercado potencial sea lo suficientemente grande para permitir la instalación de la planta es necesario revisar la distribución geográfica de dicho mercado, para determinar si la concentración de los centros de consumo sugieren la instalación de una planta o de varias. La revisión de este punto adquiere gran trascendencia en el caso de productos perecederos de relativamente bajo valor unitario, y en el caso de productos estables cuyo valor unitario no permite incorporar elevados gastos de flete al costo del producto

La distribución del mercado de consumo permitirá decidir de una manera tentativa la conveniencia de instalar una o más plantas para cubrir dicho mercado y hacer una primera estimación de la capacidad de la planta o plantas, que se considere deben montarse. Al aumentar el tamaño de planta se reducirán tanto la inversión unitaria como los costos unitarios de producción, dentro de ciertos límites, lo que origina una tendencia a seleccionar plantas de gran tamaño para abastecer una mayor área, se alargan las distancias que es necesario recorrer para llevar los productos al consumidor y con ello se incrementan los costos unitarios de distribución

De continuar ampliando los radios de distribución llegará un momento en que los incrementos en los gastos unitarios de distribución se igualen a las reducciones en los costos unitarios de producción originados en los aumentos del tamaño de la planta, en ese momento ya no sería meritorio considerar plantas de mayor tamaño.

La magnitud del futuro mercado potencial influirá en la determinación del tamaño de la planta que deba instalarse. La ampliación de ciertos equipos es muy costosa y en esos casos se suele instalar inicialmente equipos de mayor capacidad. La decisión sobre el tamaño de la planta que deba adoptarse dependerá esencialmente del resultado que se obtenga al comparar el costo de los intereses sobre la inversión ociosa, a través del periodo en el cual no se utiliza la capacidad excedente, contra el costo de la ampliación en la capacidad instalada, incluyendo el correspondiente a los pasos necesarios para efectuarla y la inversión que se erogue por dicho concepto.

2.- CARACTERISTICAS DEL MERCADO DE ABASTECIMIENTO.

Los volúmenes y las características de las materias primas, así como la localización de las áreas de producción de las mismas, son los siguientes factores que se toman en cuenta para ajustar el tamaño de la planta. En efecto, si se prevé que el volumen disponible de materia prima no es suficiente para llenar los requerimientos de abastecimiento de la planta al nivel de capacidad pre-seleccionado, será necesario reducir dicho nivel para ajustarlo a la disponibilidad previsible de materia prima.

El tamaño de la planta así ajustado, debe revisarse en función de la dispersión de las áreas de producción, de su infraestructura de comunicación y transporte, y de las características de la materia prima, ya que el costo del transporte de la misma determinará el radio máximo de aprovisionamiento que es posible utilizar. Este radio se reduce a medida que las características de la materia prima hacen más costoso su transporte. Una vez establecido este radio máximo de aprovisionamiento es necesario determinar el volumen de materia prima que es posible captar dentro del mismo, el cual servirá para reajustar, si fuese necesario, el tamaño de la planta.

Los periodos de disponibilidad y las fluctuaciones en el suministro de materias primas perecederas también pueden originar la necesidad de ajustes en el tamaño de la planta.

3.- ECONOMÍAS DE ESCALA

Se conocen como economías de escala las reducciones en los costos de operación de una planta industrial debidas a incrementos en su tamaño, o aumentos en su periodo de operación por diversificación de su producción o bien por extensión de sus actividades empresariales a través del uso de facilidades de organización, producción o comercialización de otras empresas.

Las economías de escala pueden ser el resultado de diversos efectos entre los cuales se encuentran los siguientes:

- a)- El costo de inversión por unidad de capacidad instalada es menor a medida que aumenta el tamaño de la planta (ver figura II).

- b).- Se obtiene un mayor rendimiento por hombre ocupado y una mejor utilización de otros insumos, entre mayor es la capacidad de operación de la planta.
- c).- Los costos unitarios de producción se reducen al dividirse los costos fijos entre un mayor volumen de productos.
- d).- Al crecer el tamaño de la planta es posible utilizar procesos más eficientes que reducen los costos de operación.
- e).- Al incrementar el volumen de materia prima adquirida pueden obtenerse mejores precios de adquisición para la misma.
- f).- Una mayor producción por diversificación de los productos manufacturados reduce los costos fijos unitarios al lograrse un aprovechamiento más eficiente de las instalaciones industriales.
- g).- Una extensión del periodo de operación de la planta mediante el procesamiento de varias materias primas perecederas que se producen en diferentes épocas del año, reduce los costos unitarios de producción.
- h).- La operación de una planta a una mayor capacidad mediante el uso de facilidades de organización, producción o comercialización de otras empresas incrementa las utilidades.

Los efectos de las economías de escala deben tomarse en cuenta para revisar el tamaño de la planta que ha sido previsto en función de los mercados de consumo y abastecimiento, conforme a la metodología señalada en los subcapítulos correspondientes

La reducción en los costos unitarios de operación a través de las economías de escala tiende a ampliar los radios máximos de capacitación de materia prima y de distribución de productos, permitiendo en lo general ampliar el tamaño de la planta.

4.- DISPONIBILIDAD DE RECURSOS FINANCIEROS.

Indudablemente uno de los factores limitantes de la dimensión de un proyecto industrial es la disponibilidad de recursos financieros. Estos recursos se requieren para hacer frente tanto a las necesidades de inversión en activo fijo como para satisfacer los requerimientos de capital de trabajo.

Los recursos para cubrir las necesidades de un proyecto industrial de iniciativa privada pueden provenir de dos fuentes principales:

- a).- Del capital social suscrito y pagado por los accionistas de la empresa que se forme para adquirir, instalar y operar la planta.
- b).- De los créditos que se pueden obtener de instituciones bancarias o financieras y de proveedores.

Un proyecto industrial no requiere que se disponga del monto total de los recursos financieros desde el inicio de su realización, ya que la adquisición, instalación y puesta en marcha de la planta requiere de un cierto período de tiempo, circunstancia que debe tomarse en cuenta antes de decidir si los recursos económicos disponibles obligan a reducir el tamaño considerado de la planta.

Si la disponibilidad previsible de recursos económicos no es suficiente para la realización del proyecto en su dimensión prevista, conforme a las consideraciones de mercados de consumo y abastecimiento, y a las de economías de escala, es necesario considerar una reducción en la inversión fija requerida, ya sea mediante la adquisición de una instalación menos automatizada, o basada en un proceso intermitente, en lugar de un proceso continuo, o mediante una reducción en el tamaño de la planta.

5.- CARACTERISTICAS DE LA MANO DE OBRA.

Un factor limitante del tamaño de una planta industrial puede ser la legislación laboral que este vigente en la zona donde se le piensa localizar, ya que podría resultar más conveniente reducir el tamaño de una planta , que hacer frente a fuertes erogaciones para dotar de ciertos servicios sociales a los operarios de la misma, tales como: Servicios médicos, escuelas, facilidades de habitación, centros de esparcimiento, etc. Este factor unido a la falta de mano de obra calificada puede obligar a reconsiderar el tamaño de la planta.

En algunos proyectos en que la incidencia de la mano de obra en los costos de operación es muy grande, puede resultar más económico operar una planta de una cierta capacidad durante un turno de 8 horas al día. Para tomar la decisión correspondiente habría que comparar la diferencia entre los costos de la mano de obra y la de los costos de depreciación de ambas plantas.

6.- TECNOLOGIA DE PRODUCCION.

La selección del tamaño de una planta debe tomar en cuenta las características de los procesos y equipos. En algunas ocasiones para aumentar la capacidad instalada se requieren de grandes inversiones o períodos muy largos de construcción o instalación, en los cuales es necesario disminuir o aun suspender la producción, por lo que resulta aconsejable es la selección de un tamaño inicial de planta mayor al determinado en función de otros factores.

7.- POLITICA ECONOMICA.

La política económica vigente en una región puede influir sustancialmente en el tamaño de la planta a instalar, a través del establecimiento de diversos incentivos. Estos incentivos pueden estar encaminados a sustituir importaciones, fomentar exportaciones, favorecer el desarrollo de una región, etc. En otras ocasiones la política económica puede reducir el tamaño del proyecto, ya sea limitando la importación de quipos, por convenir a la balanza de pagos, o limitando los créditos a ciertas industrias como consecuencia de los programas de desarrollo en los cuales se encuentre empeñado el país.

En resumen, la determinación del tamaño de una planta industrial requiere de la revisión y análisis detallado del conjunto de factores de influencia descritos anteriormente.

Considerando las características del mercado de consumo se observa que hay una demanda de productos de aluminio sobre todo en el área refresquera. Y tomando en cuenta que hay equipos costosos en este proceso, se instalarán equipos de mayor capacidad. Por lo que el tamaño de la planta será mediana con la tentativa de ampliarla en un futuro.

Tomando en consideración las características de las materias primas; así como la localización de ésta, se observa que es suficiente para el abastecimiento de la misma, las cuales se localizan en el centro, por lo tanto la planta se localizará en un Estado cerca del centro, ya que en este no hay lugar para la planta.

Analizando que los equipos de la planta son costosos, resulta conveniente adquirir equipos de capacidad mayor para ampliar la planta en un futuro, disminuyendo por lo tanto, el costo de inversión de los equipos y el costo unitario de producción, Estudiando que el proceso a desarrollar es eficiente para la obtención de un mejor rendimiento y calidad del producto; se considera conveniente la tentativa de ampliar la planta en un futuro reduciéndose así los costos de operación. Además la obtención de materia prima en grandes volúmenes se consigue a un mejor precio.

Indudablemente uno de los factores determinantes en el tamaño de una planta son la disponibilidad de recursos financieros, los cuales se generan, una parte por los accionistas y la otra por el banco.

La economía que atraviesa actualmente nuestro país no es muy favorable, por lo tanto, se tratará de obtener la mayor parte de la inversión en activo fijo por parte de los accionistas, para después recurrir al banco y así disponer de los suficientes recursos económicos.

Tomando en cuenta el consumo aparente nacional de aluminio, lo cual es el resultado de sumar la producción nacional de aluminio facturado, en el año de 1994, las importaciones de materia prima, las importaciones de productos semiterminados y terminados, y la recuperación de aluminio secundario, menos las exportaciones de estos productos; el resultado fue de 32.761 miles de toneladas por año.

Cuando que cada vez hay más productos enlatados, además de los automóviles, por la contaminación requieren un cambio en sus refacciones, por lo que se considera que habrá suficiente materia prima. Además, considerando los factores que determinan el tamaño de la planta antes citado, ésta cubrirá el 25% del consumo anual, aproximadamente, por lo tanto tendríamos:

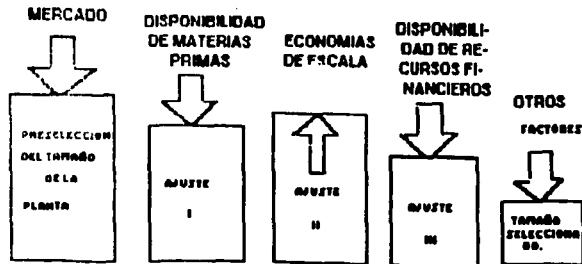
80.441 miles ton/año.

El consumo nacional aparente en 1994 tuvo un crecimiento del 20% sobre el consumo en 1993. Sin embargo, considerando la economía actual y la crisis por la cual pasa el país, se considera que el consumo nacional aparente tuvo una caída drástica más o menos de un 65% de 1994 a 1995, por lo tanto se tiene que:

$$\begin{aligned} 80.41/1.65 &= 48.752 \text{ ton/año.} \\ &= 5.56 \text{ ton/hr.} \end{aligned}$$

Cabe mencionar que dichas contracciones se citan al inicio de la tesis en el punto de panorama económico del aluminio.

PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL



X.- BASES DE DISEÑO

1.- FUNCIÓN DE LA PLANTA.

Planta recicladora de chatarra de aluminio.

2.- TIPO DE HORNO.

Este proceso se lleva a cabo en un horno de fundición del tipo ALUREC y en un horno de inducción. El proceso es continuo.

3.- CAPACIDAD DE LA PLANTA.

5.56 ton/hr.

4.- LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

Tomando en cuenta que es muy fácil obtener la materia prima, principalmente en el Distrito Federal y en el área metropolitana de la ciudad de México, debido a la gran cantidad de habitantes, además se analizaron las diferentes vías de comunicación y los cambios climatológicos, se optó por ubicar la planta en la ciudad de Puebla.

5.- CONDICIONES

Temperatura. Tomando en cuenta la temperatura de fusión del aluminio, la fundición se llevará a cabo en el siguiente rango de temperaturas:

Tmax. = 1000 C

Tmin. = 800 C

Presión: La razón por la que debe existir presión atmosférica en la cámara de calentamiento para conseguir un funcionamiento correcto, es obvia. Consideremos el siguiente criterio, "si fuera mayor la presión, que la rpeisión atmosférica, saldrían llamas o gases calientes por las aberturas y, si fuese más pequeña entraría aire a través de las puertas y el material sería oxidado, fomándose cascarilla"

$P = 1.0333 \text{ kg/cm}^2$ (Presión atm.)

6.- MATERIA PRIMA.

Chatarra de aluminio.

Reactivos:

Silicio

Cobre

Sodio

Estroncio

Calcio

Disponibilidad:

La materia prima necesario para formar la aleación de cobre-silicio se obtiene de chatarra automotriz (cabeza de vv. dn pistón), latas, etc.

7.- PRODUCTO TERMINADO.

Lingotes de aluminio.

Demanda:

Debido al alto costo de aluminio primario, se ha incrementado el consumo de aluminio secundario, sobre todo en los últimos años, es por ellos que la demanda de aluminio secundario en nuestro país es bastante alta.

XI.- DIAGRAMA DE BLOQUES

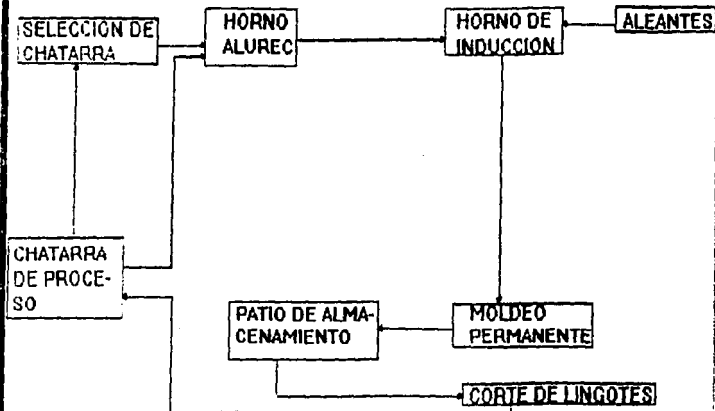


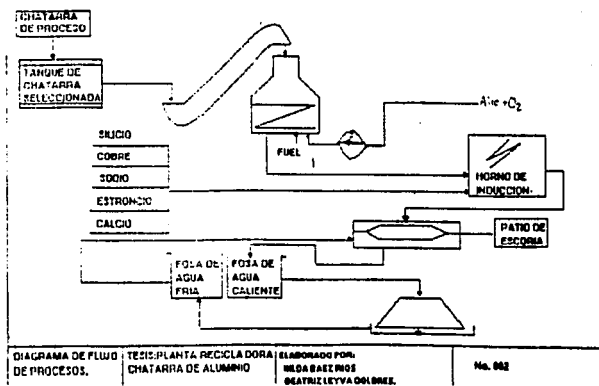
DIAGRAMA DE BLOQUES

TESIS-PLANTA RECICLADORA DE CHATARRA DE ALUMINIO UNAM-FES-CUAUTTLAN

ELABORADO POR:
WILDA BAEZ ROS
BEATRIZ LEYVA DÍAZ

No. 001

XII.- DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

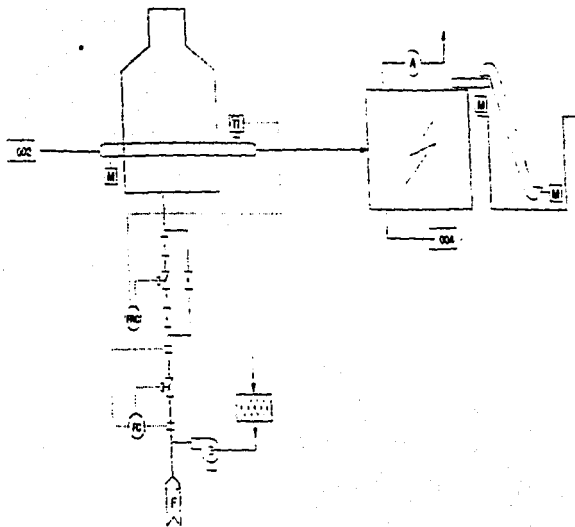


XIII.- BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA

MATERIA PRIMA	Kg
Chatarra Pistón	2557.6
Chatarra Automotriz	2624.3
Chatarra de Botes	1178.72
Silicio	42.81
Cobre	55.8

Calor Total Necesario	281
	kcal/kg
Energia Requerida para Fundir 1 kg de Chatarra	562kcal/kg
Diesel Necesario para Fundir 1 kg de Chatarra.	0.068 m3/kg

XIV.- DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTOS

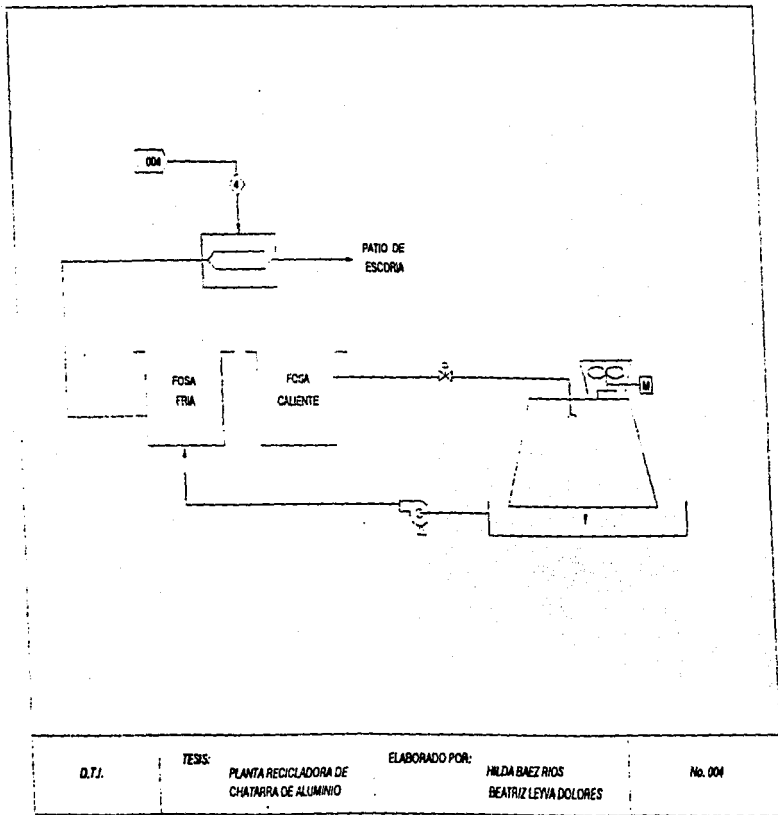


D.T.I.

TESS: PLANTA RECICLADORA DE
CHATARRA DE ALUMINIO

ELABORADO POR: HILDA BAEZ RIOS
BEATRIZ LEYVA DOLORES

No. 003



D.T.I.

TEMA:
PLANTA RECICLADORA DE
CHATARRA DE ALUMINIO

ELABORADO POR:
NILDA BAEZ RIOS
BEATRIZ LEYVA DOLORÉS

No. 004

XV.- SERVICIOS AUXILIARES.

- Agua de enfriamiento.
- Electricidad.
- Combustible.

XVI.- LISTA DE EQUIPO MAYOR.

- Horno de Reverbero de Tipo Alurec.
- Horno de Inducción.
- Torre de Enfriamiento.

XVII.- HOJAS DE DATOS DE EQUIPO MAYOR

HOJAS DE DATOS

**TIPO DE HORNO: HORNO DE REVERBERO FUNCIÓN:
TIPO ALUREC.**

CAPACIDAD: 5.56 ton.

COMBUSTIBLE: DIESEL

PRESIÓN op: 1 ata.

PRESIÓN dis: 1 ata.

TEMPERADA: 25 °C

TEMPERADA: 720 °C

CARGA TÉRMICA: 1.409078 kcal.

PODER CALORÍFICO: 17920 Btu/lb

FORMA DE VACIADO: MEDIANTE UN SISTEMA BASCULANTE.

HOJAS DE DATOS

TIPO DE HORNO: INDUCCION

FUNCIÓN: INCORPORACION DE ALEANTES.

CAPACIDAD: 5.0 ton.

SE UTILIZARA ELECTRICIDAD:

PRESIÓN OP: 1 atm

PRESIÓN DIS: 1 atm.

TEMPERADA: 720 ° C.

TEMPERADA: 800 °C

CARGA TÉRMICA: 111200 kcal

POTENCIA: 500 kw

ENERGIA REQUERIDA: 2502 kw.

HOJAS DE DATOS

EQUIPO: TORRE DE ENFRIAMIENTO.

CAPACIDAD: 143,640.2 lt.

PRESIÓN op.: 1 atm.

PRESIÓN des.: 1 atm/.

T_{de}: 90° F

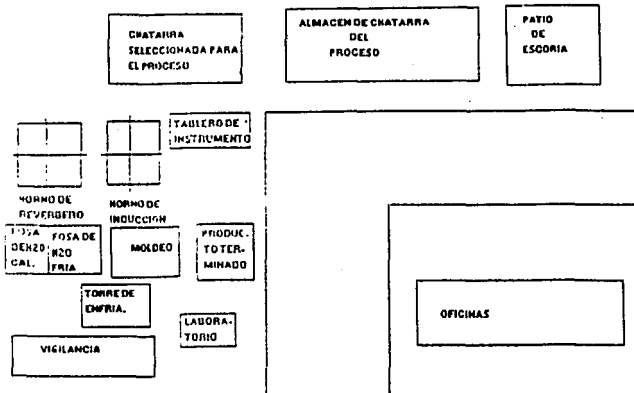
T_{des}: 80° F

TIPO DE EMPAQUE: SERA ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE.

DISPONIBILIDAD DE ENERGIA ELÉCTRICA: SE HAY DISPONIBILIDAD DE ENERGIA ELÉCTRICA.

DIMENSIONES: 7m x 5m x 3.5m.

XVIII.- DIAGRAMA DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO



159

APENDICE A

BLOQUE DE ALEACION DE ALUMINIO KAISER NORMALES COMPOSICION GARANTIZADA

ALEACION	Cu	Si	Fe	Mn	Mg	Zn	Ni	Ca	Ti	otros/da	total
335	1-1.5	4.5-5.5	0.4	0.2	0.4-0.6	0.1	---	---	0.2	0.05	0.15
360	0.1	9-10	0.8	0.1	0.4-0.6	0.1	0.1	0.1	---	---	0.2
A280	0.1	3-10	0.5	0.05	0.4-0.6	0.1	0.05	0.05	0.05	---	---
363	2.5-3.8	4.5-4	0.4	0.4-0.8	0.2-0.4	3-4.5	---	0.2	---	---	0.3
A288	3-4	7.5-9.5	0.7	0.5	0.07	0.5	0.3	---	---	0.15	0.3

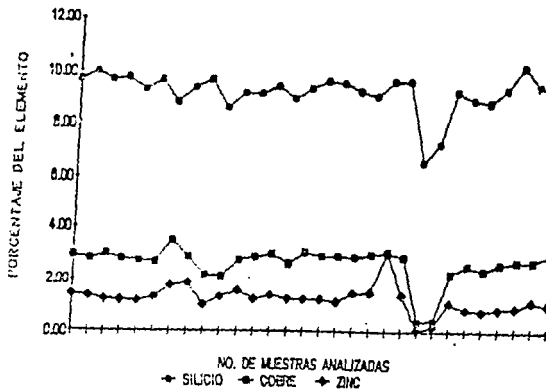
ALEACIONES DE ALUMINIO PARA FUNDICION AGRUPADAS SEGUN EL TIPO DE COMPOSICION COMPOSICION NOMINAL

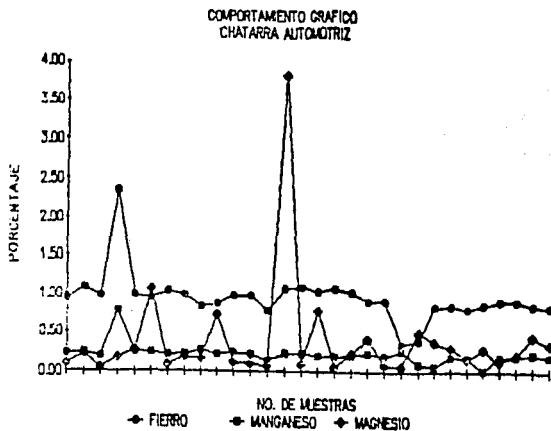
TIPO DE ALUMINIO	COMPOSICION NOMINAL				
	COBRE	SILICIO	MANGANESO	ZINC	NIQUEL
360	0.0	3.5	---	0.3	---
335	0.3	6.0	---	---	---
330	0.0	9.0	---	---	---
A 288 (330)	0.3	9.0	---	---	---

330

APENDICE B

COMPORTAMIENTO GRAFICO DE ALGUNOS ELEM CHATARRA AUTOMOTRIZ

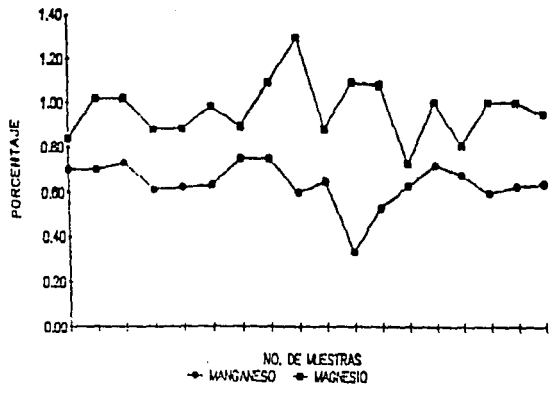




ESTR
SAR
TRES
DE LA
SOLUCION
NO DEBIA

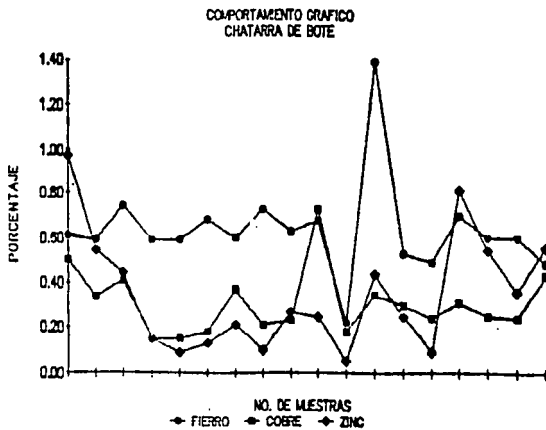
610

COMPORTAMIENTO GRAFICO
CHATARRA DE BOTE



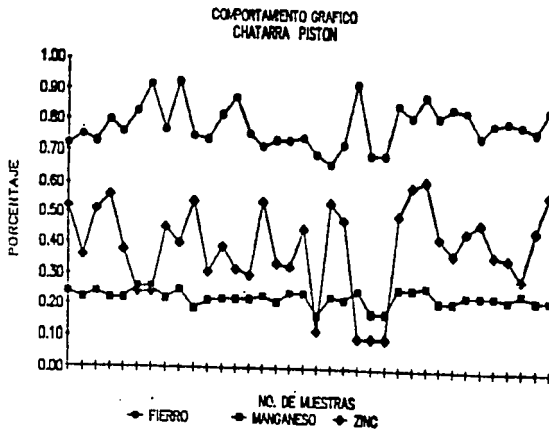
TESIS REALIZADA POR: Hugo Escobedo
Beatriz Leyva Dolores

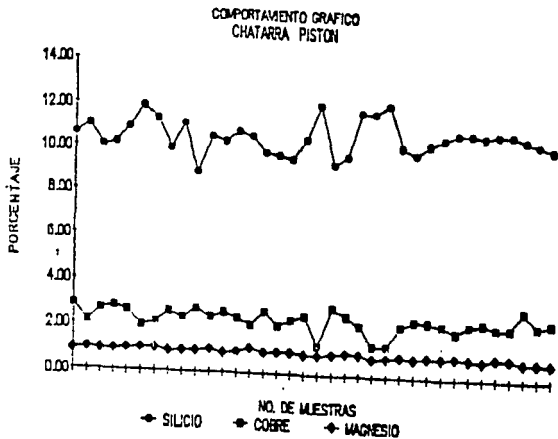
FES-C UNAM
PLANTA RECICLADORA DE CHATARRA DE ALUMINIO



TRABAJO REALIZADO POR: Hilda Rosa Ríos
Brenda Leyva Ochoa

PER-C UNAM
PLANTA RECICLADORA DE CHATARRA DE ALUMINIO





XX.- BIBLIOGRAFIA

- Enciclopedia del Aluminio Vol 2.
URMO. S.A. POR LOS INGENIEROS DEL GRUPO PECHINEY.
- Trinks y mawhinney. HORNOS INDUSTRIALES.
ED. URMO S.A. DE EDICIONES. VOL. 1
- Murray D. Bryce. DESARROLLO INDUSTRIAL
ED. McGRAW-HILL
PRIMERA EDICION
- ING. Humberto Soto Rodriguez. FORMULACION Y EVACUACION
ING. Ernesto Espejel Zavala TECNICO-ECONOMICA DE PRO-
ING. Hector F. Martinez Frias. YECTOS INDUSTRIALES
ED. EDITTOULSUAL CONETI
- David M. Himmelblau. BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA
ED PRENTICE HALL
- SEGUNDO PANEL TECNICO DE LA FUSION DE ALUMINIO
MAYO 1993
PUERTO VALLARTA
JALISCO, MEX.
- Kirk-Othmer. ENCICLOPEDIA DE TEGNOLOGIA QUIMICA.
Primer Edición en español.
Ed Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana.
México 1962.
Tomos: 9, 13 y 11.

XX.- CONCLUSIONES

La instalación de una planta recicladora es posible en estos momentos debido a que se carecen de yacimientos de aluminio, en todo el país, además de que existe solamente una planta de producción de lingotes de aluminio primario.

Resulta importante la existencia de empresas dedicada a elaborar lingotes de aluminio secundario, ya que ayudarían a cubrir la demanda en la industria automotriz, enseres domésticos y en la industria refresquera y alimenticia; además de reflejarse en un aspecto muy importante como es el aspecto social ya que esto genera empleos y contribuye al desarrollo económico del país.

Adicionalmente el desarrollo del proyecto presenta varias ventajas como con mejorar la combustión y algo muy importante, que se puede controlar muy bien la contaminación del medio ambiente.