

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Proyecto de Optimización y Ampliación de la Planta de Aleaciones de Zinc en la Refinería de Cajamarquilla ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO

TEODORO R. PIZARRO LOBATON

PROMOCION: 1985 - 1

LIMA . PERU . 1991

- TITULO: PROYECTO DE OPTIMIZACION Y AMPLIACION DE LA PLANTA DE ALEACIONES DE ZINC EN LA REFINERIA DE CAJAMARQUILLA.

I N D I C E

PROLOGO

<u>CAPITULO I:</u> INTRODUCCION	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Breve descripción de la refinería de zinc	2
1.2.1 Capacidad de producción	2
1.2.2 Procesos para la obtención de zinc en la refinería.	2
<u>CAPITULO II:</u> DESCRIPCION DE LA PLANTA ACTUAL Y BREVE EXPLICACION TEORICA DE LAS ALEACIONES DE ZINC.	5
2.1 Planta de aleaciones de zinc en la refinería de zinc.	5
2.2 Referencias teóricas de las aleaciones de zinc.	8
2.2.1 Descripción técnica y comercial.	8
2.2.2 Composición química.	10
2.2.3 Forma y dimensiones comerciales.	13
2.3 Usos de las aleaciones de zinc.	15
2.4 Descripción del proceso para la obtención	16

de las aleaciones de zinc.	
2.5 Necesidad de desarrollar nuevas aleaciones de zinc en la refinera.	18
<u>CAPITULO III: DIMENSIONAMIENTO DE LA NUEVA PLANTA</u>	27
3.1 Optimización de la Planta	27
3.2 Ampliación de la Planta.	28
<u>CAPITULO IV: DISEÑO Y CALCULO DEL HORNO, EQUIPOS AUXILIARES E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS</u>	32
4.1 Diseño del horno refractario.	32
4.1.1 Diseño del horno refractario basculante de 580 kgr. de capacidad para fundir Al o prealeación Al/Cu.	32
4.1.2 Diseño de horno refractorio de 78 Tn. de capacidad para elaborar las aleaciones correspondientes.	51
4.2 Diseño del equipo de moldeo y sistema de refrigeración.	52
4.2.1 Diseño del equipo de moldeo.	52
4.2.2 Diseño del sistema de refrigeración de los moldes.	54

4.3	Sistema de alimentación y descarga del horno.	58
4.4	Obras civiles y obras complementarias.	59
<u>CAPITULO V: PLANEAMIENTO DEL PROYECTO</u>		60
5.1	Equipos y adquisiciones necesarias.	60
5.1.1	Horno basculante refractario de 580 kgr. de capacidad.	60
5.1.2	Horno refractario de 7-8 Tm. de capacidad.	64
5.1.3	Segundo sistema de lingoteo.	67
5.1.4	Ampliación y acondicionamiento del área.	68
5.1.5	Acondicionamientos auxiliares de la nueva Planta.	70
5.2	Personal necesario	71
5.3	Actividades y programación.	72
<u>CAPITULO VI: ANALISIS ECONOMICO</u>		74
6.1	Cálculo de inversiones	74
6.1.1	Costo de equipos y materiales de mayor significación.	74
6.1.2	Costo de mano de obra.	76
6.1.3	Costo total	77
6.2	Costo de operación	78
6.3	Presupuesto de Ingresos y Egresos.	83

CONCLUSIONES

85

BIBLIOGRAFIA

90

PLANOS

CAPITULO I

INTRODUCCION

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

Cumpliendo con las directivas del Directorio de la empresa de potenciar y reactivar económicamente la situación actual de la refinería de zinc de Cajamarquilla, que implementa una serie de medidas económicas, administrativas y técnicas, orientadas a incrementar los ingresos, a través de la diversificación de la producción de zinc refinado produciendo aleaciones de zinc.

La demanda de las aleaciones de zinc, por parte del mercado de exportación es creciente (tal como se comprueba a partir del consumo nacional de zinc refinado, destinado a la elaboración de aleaciones de zinc para exportación) y que es satisfecha, principalmente por las empresas privadas nacionales, elaboradoras de estas aleaciones. En

la actualidad, el mercado de exportación demanda Zamak-3, microaleaciones de zinc y aleaciones de zinc para acumuladores o aleaciones para laminado en frío, por lo que es de necesidad estratégica elaborar estas nuevas aleaciones de zinc para incrementar nuestros ingresos.

1.2 BREVE DESCRIPCION DE LA REFINERIA DE ZINC

1.2.1 Capacidad de Producción

La refinería de zinc sobre el cual se realiza el presente trabajo es una unidad de producción de la empresa Minero Perú S.A., ubicada en Cajamarca a unos 22 kms. de Lima y 450 m.s.n.m.

Está diseñada para producir anualmente 101,500 - TM de zinc refinado de 99.99% de pureza como producto principal.

Como sub-producto entregó 176,000 TM. de H_2SO_4 - de 98.8% de concentración, 335 TM de cadmio refinado, 15,000 TM. de residuos de plomo-plata, 1,600 TM. de cemento de cobre y 200 TM de cemento de cobalto.

1.2.2 Procesos para la obtención de zinc en la Refinería.

1) Tostación

Como materia prima se utiliza el concentrado

de zinc, el mineral es la esfalerita o blenda (ZnS), el cual al pasar por un proceso de tostación mediante un horno de como turbulento, se transforma el óxido de zinc, que es lo que se conoce como calcina de zinc. En este proceso son eliminados la mayor cantidad de fluor, cloro, mercurio y selenio, considerados elementos negativos. Como sub-producto de la tostación tenemos el ácido sulfúrico en una relación de 0.93 m³ por tonelada de concentrado de zinc.

2) Lixiviación

La calcina es después tratada mediante el proceso de lixiviación en una solución diluída de H₂SO₄ (electrolito o gotado) con el objeto de solubilizar el zinc junto con otros metales valiosos como el cadmio, cobre, cobalto, eliminando al mismo tiempo gran parte de elementos perjudiciales, como el arsénico (As), antimonio (Sb), germanio, producir un residuo, lo más rico posible de plomo y plata y eliminar el hierro como residuo de jorosita.

3) Purificación

El sulfato de zinc obtenido en el proceso anterior es tratado luego en este proceso de purificación, mediante el cual se recuperará metales

valiosos como el cobre, cadmio y cobalto, eliminándose en este proceso casi totalmente otros elementos que son perjudiciales en el electrolisis

4) Electrolisis

En este proceso, el sulfato de zinc como solución pura pasa por unas celdas en el cual por una corriente continua se descompone para depositar el zinc en el cátodo de aluminio y el oxígeno liberado en los ánodos de plomo-plata. Por otro lado, el electrolito agotado es recirculado a la etapa de lixiviación con una solución diluída de H_2SO_4 .

Después de 18 horas son extraídos los cátodos de las celdas, los cuales pasan por una máquina descortezadoras para separar el zinc en forma de planchas de los cátodos.

5) Fusión y moldeo

Las planchas de zinc son introducidas a un horno de inducción para su fundición, desde el cual el zinc líquido es bombeado a sus respectivos moldes.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA PLANTA ACTUAL Y BREVE EXPLI-
CACION TEORICAS DE LAS ALEACIONES DE ZINC

CAPITULO II

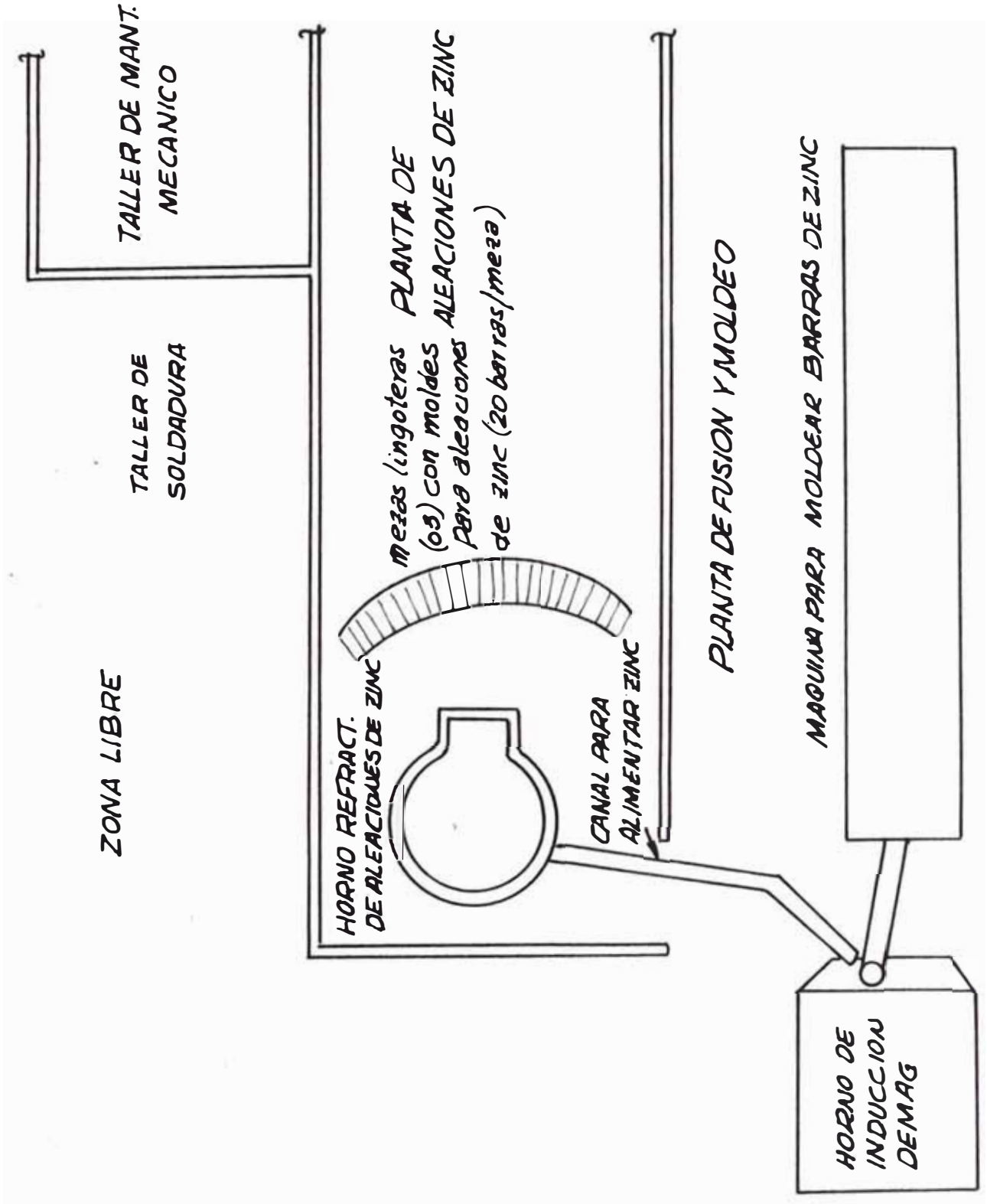
DESCRIPCION DE LA PLANTA ACTUAL Y BREVE EXPLICACION TEORICA DE LAS ALEACIONES DE ZINC

2.1 PLANTA DE ALEACIONES DE ZINC EN LA REFINERIA DE CAJAMARQUILLA

La refinería de Cajamarquilla, actualmente cuenta con una planta de producción industrial de aleaciones de zinc, diseñado exclusivamente para elaborar Zamak-3. La planta cuenta con un horno refractorio 7-8 Tm. de capacidad, con calentamiento en forma directa a la carga mediante un quemador instalado en la parte lateral del horno (ver Plano del horno N°1). También cuenta con moldes de Fe.Fdo. para obtener lingotes 7-8 kg. En el gráfico N°1 se muestra la disposición de la planta.

La planta fue puesta en operación en el mes de Mayo de 1988, habiéndose producido a la fecha Za-

GRAFICO N°1



mak-3 en lingotes de 7-8 kgrs. de peso unitario, cuya calidad cumple con los requerimientos de la norma standard de la ASTM-B240-79 o sus equivalencias.

El Zamak-3 es elaborado a partir del zinc líquido (96% del peso de la carga) provenientes del horno de fusión de láminas de zinc del circuito principal, aluminio puro (4% del peso de la carga) de primera fusión en lingotes adquiridos de terceros y/o láminas provenientes de los cátodos de aluminio, descartados del circuito principal y, magnesio puro (0.05% del peso de la carga).

El ritmo de producción alcanzado es de 6,5-7 Tm/colada en un tiempo promedio de 7 horas (siendo el diseño de 7-8 Tm/colada en un tiempo de 6-7 hora). Los principales parámetros operativos - del proceso son: temperatura de 600-680°C en la etapa de fusión de aluminio durante 2-3 horas (cuando se arranca con horno caliente), 500-600°C en la etapa de mezcla y fusión final de prealeación Zn/Al durante 0.5 horas de 400-500°C en la etapa de escarificado, adición de magnesio, homogenizado total de la aleación y control químico de la colada durante 01 hr. y finalmente de 390-430°C en la etapa de lingoteo en forma manual de la aleación durante 2-3 horas.

Los moldes son refrigerados por agua, el cual fluyen mediante un circuito haciendo contacto directo con los moldes por la parte inferior. (Ver plano N°2).

Las barras de Zamak-3, refrigerados son extraídos de los moldes por el operador utilizando una palanca y luego son apilonados en paquetes.

2.2 REFERENCIAS TECNICAS DE LAS ALEACIONES DE ZINC

2.2.1 Descripción Técnica y Comercial.

Las aleaciones consideradas en este estudio, comercial y técnicamente se clasifican en tres grupos.

a) Primer Grupo

Aleaciones de zinc tipo Zamak o aleaciones ligeras para fundición a presión. En este grupo existen tres tipos de aleaciones principales. El Zamak-3, Zamak-5, Zamak-7, los cuales tienen un metal base de zinc aleado con aluminio, magnesio, cobre, níquel respectivamente, la suma del contenido porcentual de los alentos no sobrepasan en 5% un peso de la aleación.

Todas estas aleaciones son elaboradas en base a las especificaciones técnicas de las normas standard de calidad, tales como: ASTM-B240-79(USA), -

115-H5301-1979 (Japón), AFNOR-NF-A-55102 (Francia), BSY-BS-1004-72 (Inglaterra), ITINTEC 312-202(Perú),etc.

b) Segundo Grupo

Aleaciones de zinc microaleados o microaleaciones para galvanizado contínuo en caliente.

En este grupo existen varios tipos de aleaciones cuyas características no son standarizadas, estas aleaciones tienen como metal base el zinc aleado con aluminio, magnesio, plomo, silicio, estaño, antimonio, sodio, tantanio y cerio, respectivamente. La suma del contenido porcentual de los elementos aleantes en cada caso no sobrepasan en 1.5% en peso de la aleación (posteriormente se han desarrollado aleaciones de zinc con contenido de aleantes mayores a 1.5% en peso y que tienen estas mismas aplicaciones).

Todas estas aleaciones son elaboradas a pedido expreso del usuario, quienes en general son los que dan el nombre (comercial y técnico) de la aleación y fijan las características técnicas (composición química, forma y dimensiones) del producto. En la actualidad estas aleaciones no están standarizados por ninguna norma técnica internacional.

c) Tercer grupo

Aleaciones de zinc para acumuladores o aleacio-

nes cuyas denominaciones no están estandarizadas. Estas aleaciones tienen como metal base - el zinc aleado con plomo y cadmio principalmente. La suma del contenido porcentual de estos aleantes no sobrepasan en 1.5% en peso de la aleación.

También son elaborados a pedido del usuario los cuales fijan las características técnicas del producto y su denominación comercial, respectivamente. Tampoco existen normas técnicas internacionales que standaricen estas aleaciones.

2.2.2 Composición Química

a) Aleaciones tipo Zamak

Estas aleaciones se elaboran necesariamente a partir del zinc refinado de calidad SHG, aluminio puro (99.5% al mínimo), cobre refinado, magnesio puro (99.9 al mínimo) y níquel de alta pureza.

La composición química standard de estas aleaciones, según especificaciones técnicas de la ASTM-B210-79 y sus equivalentes, es la siguiente.

ELEMENTO %	ZAMAK-3	ZAMAK-5	ZAMAK-7
Cobre %	0.10 máx.	0.75/1.25	0.10 máx.
Aluminio	3.9/4.3	3.9/4.3	3.9/4.3
Magnesio	0.025/0.050	0.03/0.06	0.010/0.020
Fierro	0.075	0.075	0.075
Plomo	0.004	0.004	0.002
Cadmio	0.003	0.003	0.002
Estaño	0.002	0.002	0.001
Níquel			0.005/0.020
Zinc	Bol	Bol.	Bol.

b) Microaleaciones para galvanizado

Estas aleaciones se elaboran a partir de zinc refinado SHG y/o HG y alenates de alta pureza que no permiten incrementar significativamente el nivel de impurezas que aporta el metal base de la aleación.

Referencialmente mencionamos a continuación las aleaciones típicas del grupo y su composición química respectiva.

ALEACION TIPICA	COMPOSICION QUIMICA TIPICA
Nippon Steel Co.	Al:0.2%,Mg:1.0%,Zn:balance
CGG Akita	Al:0.3/0.6%, Zn: bol.
Zinc D2 (EZDA)	Al:0.45/0.55%, Pb:0.07/0.13%,Zn:bol.
Mitsubishi Steel-A	Al:0.01% Máx,Pb:0.1/0.3%,Zn: bol.
Mitsubishi Steel-B	Al:0.44/0.48%,Pb:0.1/0.3%, Zn;bol
(*) Mitsubishi Steel-C	Al:9.8/10.5%,Pb:0.1/0.3%,Zn:bol.
(*) Bethlehem Steel-Co	Al:55%, Si:1.6%, Zn: bol
(*) Inland Steel Co	Al: 5%, Sb:0.07%, Zn: bol
(*) Inland Steel Co	Al: 5%, Sb:0.07%, Zn: bol
(*) Kebe Steel Co	Al:15%, Sb:1.0%, Zn: bol.
(*) Mitsui M.Smilting Co.	Al: 5%, Na:0.1%, Zn: bol
(*) Galfan	Al: 5%, Ce:0.065%,La:0.035%,Zn:bol.

(*) Aleaciones desarrolladas posteriormente.

c) Aleaciones para acumuladores

Estas aleaciones se leaboran a partir del zinc refinado de calidad 5HG y/o zinc contaminado con plomo y cadmio y aleantes de alta pureza que no incrementan significativamente el nivel de las impurezas de la aleación. Referencialmente mencionamos a contaminación las aleaciones típicas del grupo y su composición química respectiva.

ALEACION TIPICA	COMPOSICION QUIMICA TIPICA
Hoesch Co.	Pb: 0.5%, Cd:0.6%, Zn: bol.
Varta Co.	Pb:0.35%, Cd:0.08%, Zn: bol.
R.O.V. Co.	Pb:0.6%, Cd: 0.08%, Zn: bol
Unión Carbide Co.	Pb: 1.0%, Cd: 0.07%, Zn: bol.
National Peruana	Pb: 0.2%, Cd: 0.10%, Zn: bol.

2.2.3 Forma y Dimensiones Comerciales.

Generalmente, las aleaciones de zinc son comercializadas en forma de semielaborados: lingotes, bolas, jumbos, láminas, discos, (calotres) alambres, etc. Las formas y dimensiones comerciales que más se presentan en el mercado de metales para las aleaciones consideradas en este estudio son:

a) Aleaciones tipo Zamak

En este grupo, las aleaciones se comercializan en forma de lingotes y balas cuyas dimensiones están estandarizadas, tales como:

	LINGOTES	BOLAS
-Forma geométrica	Cuadrática	Esféricas
-Peso unitario	4-20 kgr.	0.5-0.7 kgr.
-Dimensiones:		
. Largo	0.4-0.7 m.	0.05 m. Ø
. Ancho	0.04-0.15 m.	
. Espesor	0.04-0.05 m.	
- Forma de despacho	Paquete	Cilindro o cajón
- Peso de despacho	800-1000 kgrs.	500-700 kgrs.

b) Microaleaciones para galvanizado

Estas aleaciones se comercializan generalmente en forma de jumbos y eventualmente en forma de lingotes. Las formas y dimensiones comerciales no están standarizadas sino que son determinados por los usuarios de la aleación. Los valores más comunes del mercado son:

	JUMBO	LINGOTES
-Forma geométrica	Cuadrática cúbica	Cuadrática Paralelepípedo
-Peso unitario	1000-1200 kgr.	10-25 kgrs.
-Dimensiones		
.Largo	1.0-1.2 m.	0.4-0.5 m.
.Ancho	0.5-0.6 m.	0.05-0.20 m.
.Espesor	0.25-0.30 m.	0.04-0.09 m.
-Forma de despacho	Jumbo	Paquete
-Peso de despacho	1000-1200 kgr.	800-1000 kgr.

c) Aleaciones para acumuladores

Estas aleaciones se comercializan en forma de lingotes, láminas y disco (calots). Las formas y dimensiones comerciales al no estar standardizadas son fijadas por los usuarios (en el caso de los lingotes por las características técnicas del tren laminado), los valores más comunes del mercado son:

	LINGOTES	LAMINA	DISCO
-Forma geométrica	Cuadrática	Plana	Hexagonal o circ.
-Peso unitario	5.10 kgr.	4-5 kgr.	0.006-0.017 kgr.
-Dimensiones			
.Largo	0.5 m.	1.5 m.	0.012-0.03Ø(m)
.Ancho	0.1 m.	0.2 m.	
.Espesor	0.025 m.	0.004 m.	
-Forma de despacho	Paquete	Rollo	Cajones
-Peso de despacho	800-1000kg.		50-100 kgrs.

2.3 USOS DE LAS ALEACIONES DE ZINC

El zinc es el cuarto metal no ferroso (después del aluminio, cobre, plomo) más utilizado industrialmente en el mundo, se consumen alrededor de 5 millones de toneladas por año.

Las aleaciones tipo Zamak se utilizan para fabricar partes y piezas por fundición a presión para las industrias, automotriz, electrodomésticos, me-

tal-mecánica, juguetería, ferretería, construcción, etc.

Las microaleaciones se utilizan para recubrimiento galvánico de productos siderúrgicos.

Las aleaciones para acumuladores y/o láminas se utilizan en las industrias de pilas y baterías, -fotograbados, construcción, impresión, mecánicos, etc.

El zinc y sus aleaciones son sustituidos competitivamente cuando existen limitaciones de peso y acabado, por el aluminio, magnesio y plásticos.

2.4 DESCRIPCION DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE LAS ALEACIONES DE ZINC

Las aleaciones de zinc son elaboradas únicamente a partir de metales de alta pureza, debido a que las impurezas (aportados principalmente por el zinc) afectan las características físicas y mecánicas de los productos finales de la aleación.

Los procesos productivos de la elaboración de estas aleaciones son casi semejantes en todo los casos y consiste básicamente en las siguientes operaciones metalúrgicas; adición y mezcla homogénea de los aleantes (sólido y/o líquidos) en la masa líquida de zinc a una temperatura de 600-680°C, de 400-500°C en la etapa de escarificado y limpieza de la aleación líquida, seguido de un control

químico del porcentaje de los aleantes, para finalmente proceder al lingoteo de la aleación a una temperatura de 390-420°C.

El tiempo que demora una operación completa (fusión y moldeo) para capacidades de 7-8 Tm/colada, es de 6-7 horas continuas en plantas cuyas operaciones son manuales.

En todos los casos, la fusión y mezcla de los metales se realizan en hornos o cucharas refractarias de alta alúmina con llama directa sobre la carga metálica y con ambiente neutro o reductor. Para evitar la contaminación de la aleación líquida (con óxidos e impurezas incorporadas por las herramientas de fusión y moldeo) se debe utilizar escarificante adecuado al proceso; las pérdidas del proceso en este tipo de planta manual, no sobrepasan al 2% del peso de la aleación producida.

El control químico rápido y oportuno de la aleación líquida antes del lingoteo es fundamental para asegurar la calidad deseada de la aleación. Finalmente, para obtener lingotes debidamente presentables (sin escorias, óxidos, deformaciones, rechupes, etc.), el lingoteo se debe realizar en moldes de coquilla o hierro fundido y convenientemente refrigerados.

2.5 NECESIDAD DE DESARROLLAR NUEVAS ALEACIONES DE ZINC EN LA REFINERIA

De acuerdo a datos estadísticos de mercado mostrados en los cuadros 1,2, 3 y 4, observamos notoriamente que el consumo nacional de zinc refinado destinado a la elaboración de aleaciones de zinc, registra un crecimiento durante estos últimos años (ver Cuadro N°5), y que si ésta tendencia se mantiene, muy pronto el mercado interno absorberá toda la producción nacional de refinados de zinc. (Ver cuadro N°6). Frente a este panorama, la refinería de Cajamarquilla, se convertiría en el futuro en un abastecedor de zinc refinado exclusivo para el mercado local, perdiendo así su actual relación comercial con el mercado de exportación y desaprovechando de esta manera las grandes ventajas competitivas que tiene el mercado de exportación y desaprovechando de esta manera, las grandes ventajas competitivas que tiene el mercado externo respecto al local (mayor precio, disponibilidad de divisas, incentivos tributarios a la exportación, transferencia tecnológica, presencia en el mercado mundial de metales, posibilidades de diversificar la producción al detectar demandas insatisfechas, etc.).

Por tales circunstancias, la unidad debería muy pronto pensar en diversificar su actual producción de zinc refinado para contrarrestar dicho efecto, siendo las aleaciones de zinc las vías naturales y lógicas de esta diversificación, tal como lo demuestran todas las refinerías de zinc refinado (todas las calidades), aleaciones de zinc y otros sub-productos, lo cual está siendo canalizadas por las industrias privadas nacionales, a pesar de no ser productores del zinc refinado que es el principal componente físico y económico de estas aleaciones.

En base a nuestra capacidad tecnológica y mayores ventajas, respecto a los productores nacionales de aleaciones de zinc, técnico y económicamente la unidad podría elaborar todas las aleaciones comerciales de zinc que actualmente demanda el mercado de exportación, tales como:

- Aleaciones del 1er.Grupo: Zamak-3, Zamak-5,
Zamak-7.
- Aleaciones del 2do.Grupo: Microaleaciones (de bajo aluminio) en jumbos y/o (alto aluminio) en lingoteo.
- Aleaciones del 3er.Grupo: Aleaciones para acumuladores y/o laminados en frío.

Para elaborar estas nuevas aleaciones en la unidad, es necesario implementar una infraestructura técnica adecuada, para lo cual se debe aprovechar al máximo la capacidad instalada en la Planta con una inversión mínima de equipos nuevos.

Finalmente, en base a los análisis de los rubros de producción de las empresas nacionales elaboradoras de aleaciones de zinc, se deduce que el 71% del total de producción equivale a las aleaciones correspondientes del tipo Zamak, el 23% a las aleaciones para acumuladores y/o laminados y el resto corresponde a las aleaciones tipo latón (esta última aleación se clasifica en la familia de las aleaciones de cobre), del Cuadro N°5, observamos un crecimiento gradual del consumo nacional de zinc refinado y de los cuales cerca del 80% se destinan a la elaboración de aleaciones de zinc.

CUADRO N° 1

CONSUMO NACIONAL DE ZINC REFINADO Y PRODUCCION EQUIVALENTE DE ALEACIONES DE ZINC (Tm)

1 9 8 7

MERCADO LOCAL	CONSUMO DE ZINC REFINADO MINERO PERU CENTROMIN PERU	TOTAL	DISTRIBUCION DE CONS. ALEACIONES OTROS	PRODUC. EQUIVALENTE DE ALEAC. TM TIPO			
1. Electroquímica S.A.	3895.0	17,213.0	14,113.0	3,100.0	1,025	14,465.0	Acumuladores
2. Fund. Boro del Perú	2136.0	9,720.0	9,720.0	-	1,030	10,011.0	Zamak y latón
3. Fund. Sol del Perú	1878.5	7,562.0	7,562.0	-	1,030	7,789.0	Zamak y latón
4. Tecnofil S.A.	2814.0	5,473.0	5,473.0	-	1,030	5,637.0	Zamak y Microal.
5. Zinsa	1707.0	3,201.0	3,201.0	-	1,030	3,297.0	Zamak, latón.
6. Cargill S.A.	697.0	3,895.0	3,895.0	-	1,030	4,012.0	Zamak
7. Latimel S.A.	-	-	-	-	-	-	-
8. Armco S.A.	264.5	689.0	469.0	220.0	1,030	483.0	Zamak
9. Siderperú S.A.	111.0	2,201.0	891.0	1,310.0	1,030	918.0	Zamak
10. Cuprum S.A.	-	-	-	-	-	-	-
11. Re.Servic. Mineral	-	-	-	-	-	-	-
12. Refinería Cajamarquilla	320.0	320.0	320.0	-	1,0316	330.0	Zamak y microal.
*13. Otros	395.0	10,520.0	-	10,520.0	-	-	Otros productos
	14218.0	60,794.0	45,644.0	15,150.0		46,942	

*Acersa, Metales del Perú, Nacional, Mellpo, Perú-bar, A
Llover del Perú Materiales eléctricos, FAM, Metalex. Fund. Protección Metal,

CUADRO N°2

CONSUMO NACIONAL DE ZINC REFINADO Y PRODUCCION EQUIVALENTE DE ALEACIONES DE ZINC (Tm)

1 9 8 8

MERCADO. LOCAL	CONSUMO DE ZINC REFINADO MINERO PERU	CENTROMIN PERU	TOTAL	DISTRIB. DEL CONSUMO ALEACIONES	OTROS	PRODUCCION EQUIVALENTE DE ALEACIONES FACTOR	TM.	TIPO DE ALEACION
1. Electroquímica S.A.	6,420.0	9,060.0	15,180.0	12,000.0	3,480.0	1,025	12,300.0	Acumuladores
2. Fund. Boro del Perú	2,402.0	6,013.0	8,415.0	8,415.0	-	1,030	8,667.0	Zamak-latón
3. Fund. Sol del Perú	2,049.0	5,390.0	7,439.0	7,439.0	-	1,030	7,662.0	Zamak-latón
4. Tecnofil S.A.	1,694.0	2,836.0	4,530.0	4,530.0	-	1,030	1,666.0	Zamak-microalec.
5. Zinsa	2,515.0	1,711.0	4,226.0	4,226.0	-	1,030	4,353.0	Zamak-latón
6. Cargill S.A.	2,517.0	4,222.0	6,739.0	6,739.0	-	1,030	6,941.0	Zamak
7. Latimer S.A.	1,707.0	1,630.0	3,337.0	3,337.0	-	1,030	3,437.0	Zamak
8. Armco S.A.	2,501.0	234.0	2,735.0	2,500.0	235.0	1,030	2,575.0	Zamak
9. Siderperú S.A.	-	1,371.0	1,371.0	-	1,371.0	-	-	Galvanizado
10. Cuprum S.A.	388.0	-	388.0	388.0	-	1,030	400.0	Zamak
11. Rep. Serv. Mineros	1,071.0	-	1,071.0	1,071.0	-	1,030	1,103.0	Zamak
12. Refinería Cajarm.	1,580.0	-	1,580.0	1,580.0	-	1,030	1,630.0	Zamak, Microalec.
13. Otros	627.0	8,262.0	8,889.0	-	8,889.0	-	-	Otros
	25,471.0	40,729.0	66,200.0	32,225.0	13,975.0		53,734.0	

CUADRO N° 3

CONSUMO NACIONAL DE ZINC REFINADO Y PRODUCCION EQUIVALENTE DE ALEACIONES DE ZINC (Tm)

1 9 8 9

MERCADO LOCAL	CONSUMO DE ZINC REFINADO MINERO PERU	CENTROMIN PERU	TOTAL	DISTRIBUC. DEL CONSUMO ALEACION	DEL CONSUMO OTROS	PRODUCCION EQUIVALENTE DE ALEAC. FACTOR	TIPO DE ALEAC.
1. Electroquímica	8,341.0	7,710.0	16,050	12,251.0	3,800.0	1,025	12,557.0 Acumuladores
2. Fund. Boro del Perú	1,210.0	3,890.0	5,100.0	5,100.0	-	1,030	5,253.0 Zamak-latón
3. Fund. Sol del Perú	2,980.0	5,998.0	8,978.0	8,978.0	-	1,030	9,247.0 Zamak-latón
4. Tecnofil S.A.	1,729.0	4,991.0	6,720.0	6,720.0	-	1,030	6,922.0 Zamak-microaleac.
5. Zinsa	3,520.0	-	3,520.0	3,520.0	-	1,030	3,626.0 Zamak-latón
6. Cargill S.A.	1,355.0	3,965.0	5,320.0	5,320.0	-	1,030	5,480.0 Zamak
7. Latinmel SA.	830.0	3,925.0	4,755.0	4,755.0	-	1,030	4,870.0 Zamak
8. Armco S.A.	721.0	1,059.0	1,780.0	1,255.0	525.0	1,030	1,292.0 Zamak
9. Siderperú S.A.	-	1,500.00	1,500.0	-	1,500.0	-	- Galvanizado
10. Cuprum S.A.	-	410.0	410.0	410.0	-	1,030	422.0 Zamak
11. Rep. Servic.Mineros	1,230.0	1,085.0	2,315.0	2,315.0	-	1,030	2,384.0 Zamak
12. Refinería Cajarm.	2,320.0	-	2,320.0	2,320.0	-	1,030	2,389.0 Zamak,microaleac.
13. Otros	8,005.0	1,226.0	9,231.0	-	1,231.0	-	- Otros
	32,241.0	35,759.0	68,000.0	52,944.0	15,056.0		54,469.0

CUADRO N°4

CONSUMO NACIONAL DE ZINC REFINADO Y PRODUCCION EQUIVALENTE DE ALEACION DE ZINC (Tm)

1990

MERCADO LOCAL	CONSUMO DE ZINC REFINADO MINERO PERU	CENTROMIN PERU	TOTAL	DISTRIB. DE CONSUMO ALEACION	OTROS	PRODUCCION EQUIVALENTE DE ALEAC. FACTOR	TM	TIPO DE ALEAC.
1. Electroquímica S.A.	12,687.0	3,633.0	16,320.0	12,010.0	4,310.0	1,025	12,310.0	Acumuladores
2. Fund. Boro del Perú	-	4,177.0	4,177.0	4,177.0	-	1,030	4,302.0	Zamak-latón
3. Fund. Sol del Perú	3,333.0	2,987.0	6,320.0	6,320.0	-	1,030	6,509.0	Zamak-latón
4. Tecnofil S.A.	-	3,420.0	3,420.0	3,420.0	-	1,030	1,523.0	Zamak-microa leac.
5. Zinsa	5,108.0	3,222.0	8,330.0	8,330.0	-	1,030	8,580.0	Zamak-latón
6. Cargill S.A.	-	2,710.0	2,710.0	2,710.0	-	1,030	2,791.0	Zamak
7. Latimel S.A.	-	3,127.0	3,127.0	3,127.0	-	1,030	3,221.0	Zamak
8. Armco S.A.	-	1,310.0	1,310.0	600.0	710.0	1,030	618.0	Zamak
9. Siderperú S.A.	-	1,480.0	1,480.0	-	1,480.0	-	-	Galvanizado
10. Cuprum S.A.	-	357.0	357.0	357.0	-	1,030	368.0	Zamak
11. Rep.Servic.Mineros	1,759.0	429.0	2,188.0	2,188.0	-	1,030	2,254.0	Zamak
12. Refinería Cajamar.	3,441.0	-	3,441.0	3,441.0	-	1,030	3,544.0	Zamak-microa leac.
13. Otros	11,882.0	1,938.0	16,320.0	-	16,320.0	-	-	Otros
	37,710.0	31,790.0	69,500.0	46,680	22,820		48,020.0	

FUENTE: Estadísticas internas de Minero Perú y Centromin Perú.

CUADRO N° 5

CONSUMO NACIONAL DE ZINC REFINADO (Tm)

DESTINO	1987	1988	1989	1990	PRODUCTO ELABORADO
1. Electroquímica	17,213.0	15,480.0	16,051.0	16,320.0	Acumuladores, Oxidos de zinc
2. Boro del Perú	9,720.0	8,415.0	5,100.0	4,177.0	Aleaciones, ánodos de sacrificio
3. Sol del Perú	7,562.0	7,139.0	8,978.0	6,320.0	Aleaciones, ánodos de sacrificio
4. Tecnofil	5,473.0	4,530.0	6,720.0	3,420.0	Aleaciones, latones
5. Zinsa	3,201.0	4,226.0	3,520.0	8,330.0	Aleaciones, latones
6. Cargill	3,895.0	6,739.0	5,320.0	2,710.0	Aleaciones
7. Latimel	-	3,337.0	4,755.0	3,127.0	Aleaciones
8. Armco	689.0	2,735.0	1,780.0	1,310.0	Galvanizado, aleaciones
9. Siderperú	2,201.0	1,371.0	1,500.0	1,480.0	Galvanizado
10. Cuprum	-	388.0	410.0	357.0	Aleaciones
11. R.S. Mineros	-	1,071.0	2,315.0	2,188.0	Aleaciones
12. Refinería de Cajamar.	320.0	1,580.0	2,320.0	3,441.0	Aleaciones
13. Otros	10,520.0	8,889.0	9,231.0	16,320.0	Diversos
	60,794.0	66,200.0	68,000.0	69,500.0	

FUENTE: Estadísticas internas de Minero Perú y Centromin Perú y revistas de la Sociedad Nacional de Industrias.

CUADRO N°6

PRODUCCION DE ZINC REFINADO DE MINERO PERU

DESTINO	1987	1988	1989	1990
Venezuela	15,939.0	15,259.0	13,050.0	349.0
U.S.A.	12,662.0	3,652.0	5,200.0	9,972.0
Colombia	11,074.0	17,195.0	10,210.0	3,955.5
Brazil	9,996.0	298.0	1,720.0	-
Japón	7,675.0	-	-	3,438.0
Chile	7,140.0	7,285.0	4,310.0	1,191.0
Ecuador	1,679.0	1,352.0	1,251.0	972.0
Argentina	988.0	98.5	301.0	528.0
Otros *	1,137.0	1,009.0	1,209.0	124.0
	68,290.0	46,148.5	37,254.0	20,529.5
Local	14,218.0	25,471.0	32,241.0	37,710.0
TOTAL Vendido	82,538.0	71,619.5	69,495.00	58,240.0
STOCK	3,925.0	6,734.5	10,154.5	12,210.0
Producción	78,929.0	74,428.0	72,915.0	60,295.5

(*) Panamá, Bolivia, Canadá, Costa Rica

FUENTE: Estadísticas internas de Minero Perú.

CAPITULO III

DIMENSIONAMIENTO DE LA NUEVA PLANTA

CAPITULO III

DIMENSIONAMIENTO DE LA NUEVA PLANTA

3.1 OPTIMIZACION DE LA PLANTA

Las actuales condiciones operativas de la planta de aleaciones permiten efectuar en un tiempo promedio de 7 horas una colada de aleación de 6.5-7 Tm. de Zamak-3, es decir, se efectúan 3 coladas/día de 19-21 Tm/día de Zamak-3 (6,300 Tm/año). En este período de elaboración, la fusión del aluminio sólido demora de 2-3 horas, tiempo que se podría reducir al mínimo, adicionando al horno el aluminio en estado líquido, para lo cual es necesario construir un horno auxiliar exclusivo para la fusión del aluminio. Con esta consideración se podría reducir el tiempo total de elaboración de la aleación en 5 horas/colada y por consiguiente, efectuar 4 coladas/día de 26-28 Tm/día de Zamak-3 (8400 Tm/año), con lo que se lograría opti-

mizar el proceso incrementando la actual capacidad de producción de la planta en un 33% más.

3.2 AMPLIACION DE LA PLANTA

La ampliación de la planta se consigue duplicando la capacidad de la planta, para esto, es necesario construir un segundo horno refractorio de 7-8 Tm. de capacidad y con todo su sistema complementario de fusión y moldeo (sin ser excluyente la optimización planteada anteriormente), lo que finalmente equivaldría a tener en conjunto - (optimización más ampliación) una capacidad de producción total de 52-56 Tm/día de aleaciones - diversas ó 16,800 Tm/año, con lo que se lograría finalmente incrementar la actual capacidad de la planta en un 167% más.

Con esta nueva infraestructura la planta de aleaciones podría elaborar sin restricciones todas las aleaciones de tipo Zamak en lingotes y eventualmente, se podría elaborar las aleaciones del segundo y tercer grupo en forma de lingotes.

Para la implementación se deben efectuar los siguientes trabajos.

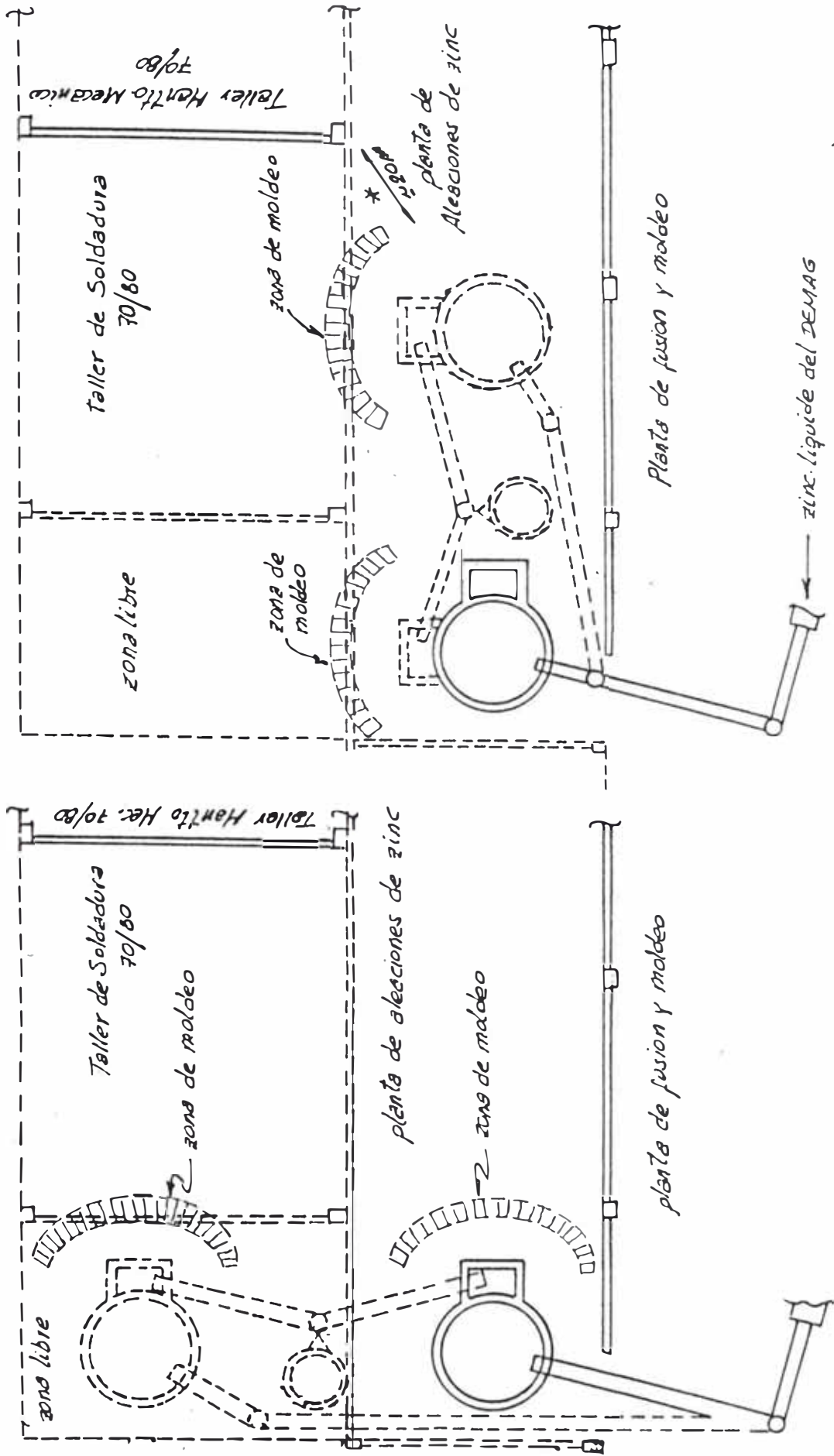
- a) Construir un horno auxiliar basculante de material refractorio de 580 kgrs. de capacidad para fundir aluminio (o prealeaciones de Al/Cu).

- b) Construir un segundo sistema de lingotes para moldear aleaciones tipo Zomok.
- c) Adquisición de dos sistemas de combustión de petróleo diesel N°2, para los nuevos hornos. El primer quemador deberá consumir 4-8 gal/hr de combustible y será para el horno auxiliar y el segundo quemador deberá consumir de 8-20 gal/hr.
- d) Acondicionamiento de los sistemas auxiliares del proceso: combustible, agua de refrigeración, aire comprimido, energía eléctrica, canales de circulación, de metal fundido, equipos de manipulación de materiales, etc.
- e) Ampliación y acondicionamiento del área física de la actual planta de aleaciones.

En el gráfico N°2, se presenta el diagrama de distribución de la planta de aleaciones de acuerdo al espacio que se dispone y aprovechando la planta ya instalada, se presenta dos alternativas, concluyendo que el esquema N°1 es la más recomendable por disponer mayor área para el manejo de barras de Zomok, como se aprecia en el gráfico N°3.

GRAFICO N.º 2

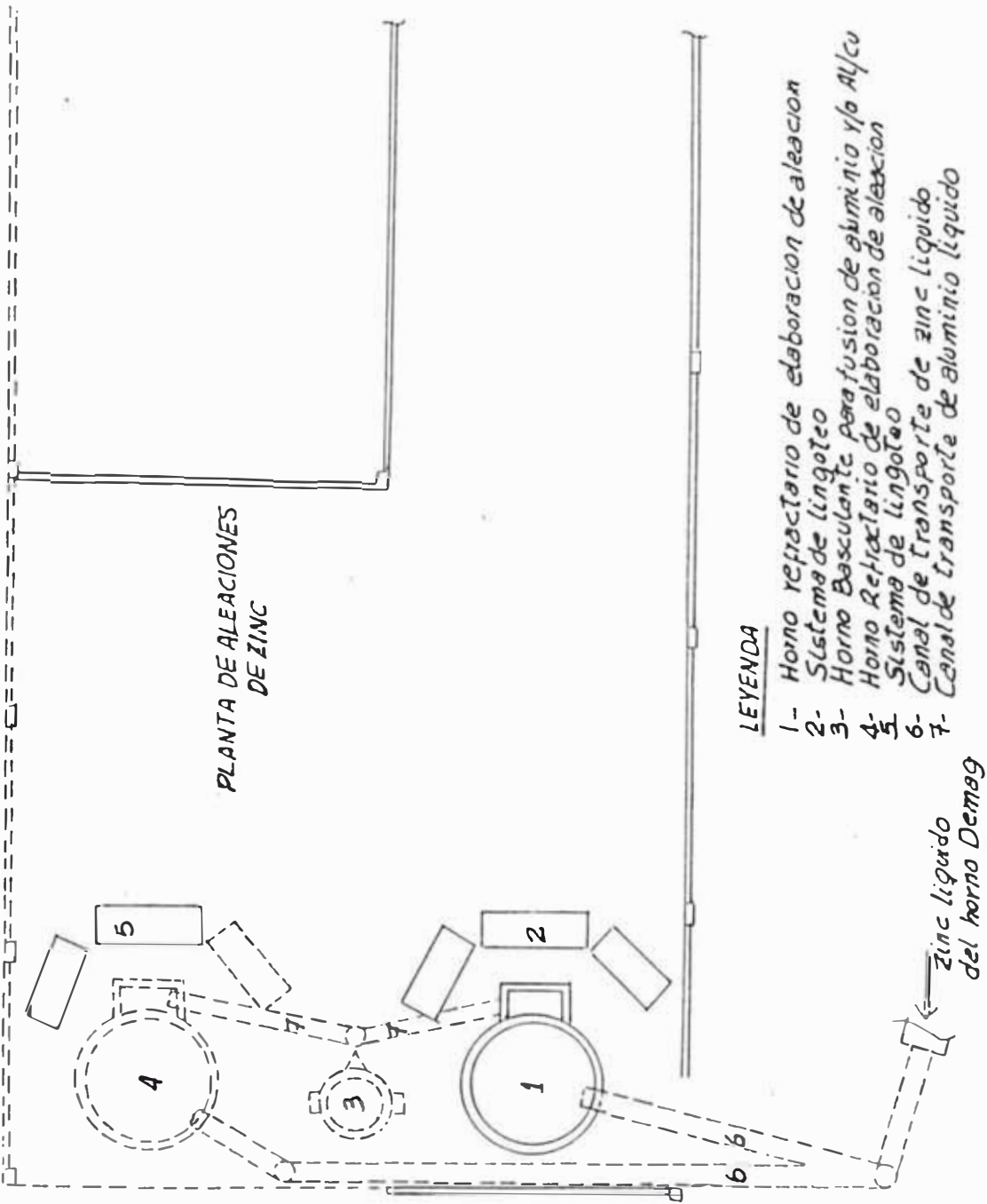
PROYECTO DE DISPOSICION DE LA PLANTA DE ALEACIONES DE ZINC
ESQUEMA 2



* espacio critico durante operacion (transito para cargador)

GRAFICO N°3

DISPOSICION DE PLANTA DE ALEACIONES DE ZINC



PLANTA DE ALEACIONES DE ZINC

LEYENDA

- 1- Horno refractario de elaboracion de aleacion
- 2- Sistema de lingoteo
- 3- Horno Refractario para fusion de aluminio y/o Al/Cu
- 4- Sistema de lingoteo
- 5- Sistema de lingoteo
- 6- Canal de transporte de zinc liquido
- 7- Canal de transporte de aluminio liquido

Zinc liquido del horno Demag

CAPITULO IV

DISEÑO Y CALCULO DEL HORNO, EQUIPOS AUXILIARES
E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

CAPITULO IV

DISEÑO Y CALCULO DEL HORNO, EQUIPOS AUXILIARES E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

4.1 DISEÑO DEL HORNO REFRACTORIO

4.1.1 Diseño del horno refractorio basculante de 580 kgrs. de capacidad para fundir a aluminio o prealeación Al/Cu.

a) Dimensiones principales del horno.

Según recomendaciones prácticas tenemos:

$$h \cong 1.2 D$$

$$h_{\text{piquero}} \cong h/3$$

para hornos de crisol que sirve para fundir metales ferrosos y no ferrosos.

Según el texto de Hornos Industriales de Waganoff recomienda:

$$\frac{\text{Area de carga}}{\text{Area refractorio}} = \frac{A_1}{A_R} \leq 0.4$$

Asumiendo según experiencia:

$$h_i = 1.150 \text{ mts.}$$

$$\varnothing_i = 0.96 \text{ mts.}$$

$$h_{\text{piquero}} = 0.38 \text{ mts.}$$

Altura del aluminio líquido en el horno.

$$d = M/v = M/Ah \Rightarrow h_{A1} = \frac{MA1}{Ad_{A1}}$$

$$h_{At} = \frac{580 \text{ kgr.}}{\frac{\pi}{4}(0.960)^2 \times 2643 \text{ kg/m}^3} = 0.3031 \text{ mts.}$$

∴ tomaremos : 300 cm.

Relación de áreas refractoria-carga (A_R/A_L)

$$A_L = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.96)^2}{4} = 0.7238 \text{ m}^2$$

$$A_R = \frac{\pi d^2}{4} + 2\pi \left(\frac{d}{2}\right) h_{\text{libre}}$$

$$A_R = \frac{\pi (0.96)^2}{4} + \pi (0.96)(0.85) = 3.2873 \text{ m}^2$$

$$\therefore \frac{A_L}{A_R} = \frac{0.7238}{3.2873} = 0.22 \leq 0.4 \quad \text{OK}$$

Las dimensiones asumidas del horno son adecuadas para la transferencia de calor.

b) Temperatura de llama.

Usaremos combustible ligero (fuel-oil N°2) con un exceso del 15% para garantizar una combustión perfecta.

Tadiabática = 2000°C (Fig. 106, pág. 160 Hornos llama industriales. W. Trinks)

$$T_{\text{máx. llama}} = 0.8 \times 2000 = 1,600^{\circ}\text{C}$$

Por condición de distancia del quemador a la línea de producto.

$$\text{Temperatura de cámara} = TG = 0.84 T_{\text{máx llama}}$$

$$TG = 0.84 \times 1600 = 1344^{\circ}\text{C}$$

c) Emisivilidad de llama

La composición química del combustible petróleo diesel N°2 es:

$$C = 86.8\%$$

$$S = 0.7\%$$

$$H = 12.3\%$$

$$N+O+\text{cenizas} = \underline{0.2\%}$$

$$100.0\%$$

$$\text{La relación: } \frac{C}{H} = \frac{86.8}{12.3} = 7$$

La emisivilidad máx. de la llama, según gráfico será:

$$E_{\text{máx.}} = 0.7 \text{ (Fig. 45, pág. 57, Hornos Industriales de Trink. W.)}$$

La emisivilidad real de la llama, desde el punto de vista práctico es el 50% de la emisivilidad máxima de llama.

$$E.G. = 0.5 \times 0.7 = 0.35$$

d) Emisivilidad y temperatura de carga

De gráfico y tablas se obtiene:

$$T_L = T_{\text{fusión Al}} = 660^\circ\text{C}$$

$$E_L = E_{\text{Al}} = 0.09 \text{ (Fig. 36, pág. 46 Hornos Industriales de Trink W.)}$$

e) Selección de Materiales

Refractorios: según catálogos de Refractorios Peruanos S.A. escogemos el ladrillo Coral P (80% Al_2O_3), este ladrillo es usado y recomendado principalmente para hornos reverberos de aluminio incluyendo la solera, hornos de fundición.

$$T_{\text{máx.}} = 1790^\circ\text{C}$$

servicio

$$K_m = 1.185 \text{ w/m}^\circ\text{K (1000}^\circ\text{C - 1175}^\circ\text{C)}$$

$$d = 2,200 \text{ kgr/m}^3$$

Concretos Refractorios: el concreto a usar es el Castable 1-76 (89.6% Al_2O_3), este concreto es usado en hornos de inducción y reverberos de aluminio.

$$T_{\text{máx.}} = 1760^{\circ}\text{C}$$

servicio

$$d = 1760 \text{ kg/m}^3$$

Morteros refractorios: el mortero refractorio a usar es el Repsa Coral Bond, su uso es indicado para ladrillos aluminosos clases 70% y más, para hermetizar uniones expuestas al ataque y penetración metálica.

Ladrillo aislante: el ladrillo a usar es el K-23 color rojo.

$$T_{\text{operación}} = 1260^{\circ}\text{C}$$

$$K_m = 0.15 \text{ W/m}^{\circ}\text{K} (540^{\circ}\text{C}-260^{\circ}\text{C})$$

$$d = 496 \text{ kg/m}^3$$

El aislante final utilizaremos el asbesto

$$K_{\text{asbesto}} = 0.032 \text{ w/m}^{\circ}\text{K} (0^{\circ}\text{C}-100^{\circ}\text{C})$$

$$d = 400 \text{ kg/m}^3$$

- f) Coeficiente total de transmisión de calor que incluye tanto la convección como la radiación y expresa valores medios representativos de paredes del horno.

$$K = 4.63 \frac{\left(\frac{T_s + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_o + 273}{100}\right)^4}{T_s - T_o} + 1.6 \sqrt[4]{T_s - T_o}$$

Donde: T_s = temp. de superficie exterior del horno.

T_o = temp. del medio ambiente.

Asumiendo: $T_s = 60^\circ\text{C}$

$T_o = 20^\circ\text{C}$

Luego:

$$h_{\text{ext}} = 463 \times \frac{\left(\frac{60 + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{20 + 273}{100}\right)^4}{60 - 20} + 1.6 \sqrt[4]{60 - 20}$$

$$h_{\text{ext}} = 9.716 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}} = 11.3 \text{ w/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

- g) Cálculo de temperatura interior del horno y el coeficiente de transmisión de calor desde los productos de combustión a la carga.

Utilizaremos el método de Heilgentardt que se detalla a continuación.

(Se utilizó el libro de W. Trinks, Hornos Industriales).

R = relación de área expuesta de la carga al área refractoria.

T_g = temperatura de gases

T_s = temperatura de carga (Al)

e = emisividad de pared

S = espesor del gas.

h = coeficiente de transmisión de calor por convección en el horno (pared), dato extraído de catálogo de ladrillo refractario y petróleo Diesel N°2.

e_{Al} = emisividad del aluminio.

Para el petróleo Diesel N°2, el aire necesario para la combustión perfecta es 14.24 kg/kgr. de petróleo ó 10.29 m³/lt (15.5°C). Producto de la combustión perfecta.

$CO_2 + SO_2$	=	3.202	kg/kgr. de petróleo
H_2O	=	1.100	"
N_2	=	<u>10.938</u>	"
		15.240	"

Peso específico de los productos con relación al aire = 1.004.

Por la composición química del petróleo Diesel N°2 el % S es baja (0.7%) comparado con el porcentaje de %C (86.8%) por lo que despreciaremos el % SO_2 en el producto de combustión en consecuencia:

CO_2 :	$3.202/44 =$	0.0727
H_2O :	$1.100/18 =$	0.0611
N_2 :	$10.938/28 =$	<u>0.3906</u>
		0.5244

$$100 \times 0.0727/0.5244 = 13.86\% \text{ CO}_2$$

$$100 \times 0.0611/0.5244 = 11.64\% \text{ H}_2\text{O}$$

$$100 \times 0.3906/0.5244 = 74.46\% \text{ N}_2$$

∴ Las presiones parciales son:

$$P_{\text{CO}_2} = 0.1386$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 0.1164$$

$$R = 0.22$$

$$T_g = 1344^\circ\text{C}$$

$$T_s = 660^\circ\text{C}$$

$$S = 0.85 \text{ mt.}$$

$$h = 8.76 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$$

$e_p = 0.68$ (Tabla N°2, capítulo 4.73, Manual
Ing. Mec. Marks).

$T_w =$ Temperatura estimada de pared

$$e_{A1} = 0.09$$

T_w °C	1130	1125
Gas a las paredes por radiación		
K_1 (fig.37,pág.47)Kcal/m ² hr°C	640	630
$P_{\text{CO}_2} \times S(0.1386 \times 0.85)$, mts.	0.117	0.117
e_{CO_2} a T_g (fig. 29, pág. 40)	0.088	0.088
$P_{\text{H}_2\text{O}} \times S(0.1164 \times 0.85)$, mts.	0.044	0.044
$e_{\text{H}_2\text{O}}$ a T_g (fig.40, pág. 51)	0.067	0.067
$95\% \times \sum(e_{\text{CO}_2} + e_{\text{H}_2\text{O}})$, e_1	0.147	0.147
$K_1 \times e(\text{pared}) \times e_1(T_g - T_w)$, Kcal/m ² hr.	13.690.5	13.791.5

Gas a la pared por convección		
$8.76x(T_g-T_w)Kcal/m^2he$	<u>1874.6</u>	<u>1918.4</u>
Gas a la pared total $Kcal/m^2 hr.$	15.565.1	15,709.9

Gas a la carga por radiación		
$K_2(\text{fig.37,pág.47})Kcal/m^2hr.^{\circ}C$	310	300
e_{CO_2} a T_w (fig. 39, pág.50)	0.099	0.10
e_{H_2O} a T_w (Fig. 40, pág. 51)	0.085	0.085
$96\% (e_{CO_2} + e_{H_2O}) = e_2$	0.177	0.177
$K_2(e_p - e_2)R (T_w - T_s)Kcal /m^2hr.$	16,123.1	15,437.6
Temperatura verdadera a pared	1125°C	

Gas a la carga por radiación	
$K_3(\text{fig.37,pág.47})Kcal/m^2hr.^{\circ}C$	450.0
e_1	0.147
$K_3 \times e_1 \times e_1 (T_g - T_s)Kcal/m^2h$	4,072.2

Gas a la carga por convección	
$8.76 (T_g - T_s),Kcal/m^2hrs.$	5,991.8
Pared a la carga por radiación	
$15,437.6/R.$	<u>70,170.9</u>
Total de $Kcal/m^2hr.$ a carga.	80,234.9

Coeficiente de transmisión de calor:

$$\frac{80,234.9}{1344 - 660} = 117.3 \frac{Kcal}{m^2 k ^{\circ}C}$$

h) Espesor y temperaturas del ladrillo aislante, refractorio y asbesto.

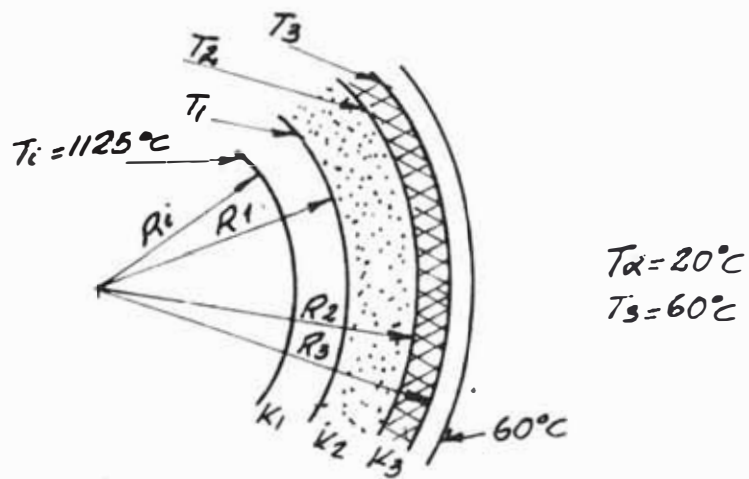
Según catálogo de ladrillo refractorio, tomaremos los espesores como sigue:

Ladrillo refractorio = 114 mm.

" aislante = 229 mm.

Asbesto = e mm.

Plancha de Fe = 10 mm.



$$R_i = 480 \text{ mm.}$$

$$R_1 = 480 + 114 = 594 \text{ mm.}$$

$$R_2 = 594 + 229 = 823 \text{ mm.}$$

$$R_3 = (823 + e) \text{ mm.}$$

$$R_{ex} = 823 + e + 10 (823 + e) \text{ mm}$$

$$e \rightarrow \text{mm}$$

$$h_{ex} = 11.3 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_1 = 1.185 \text{ w/m } ^\circ\text{C}$$

$$K_2 = 0.15 \quad "$$

$$K_3 = 0.032 \quad "$$

$$q_1 = h_{ex} A_{ex} (T_s - T_\infty) = 11.3 \times (2\pi L) T_{ex} (60 - 20)$$

$$q_1 = 452 (2\pi L) r_{ex} \dots (1)$$

$$T_{ex} \rightarrow \text{mts.}$$

$$q_1 = \frac{T_1 - T_2}{\frac{\ln \frac{R_1}{R_i}}{(2\pi L) K_1} + \frac{\ln \frac{R_2}{R_1}}{(2\pi L) K_2}} = \frac{(1125 - T_2)(2\pi L)}{\frac{\ln \frac{594}{480}}{1.185} + \frac{\ln \frac{823}{594}}{0.15}}$$

$$T_2 = 1125 - \frac{q_1}{0.425(2\pi L)} \dots (2)$$

$$q_2 = \frac{T_2 - T_3}{\frac{\ln \frac{R_3}{R_2}}{(2\pi L) K_3} + \frac{\ln \left(\frac{823 + e}{923} \right)}{0.032}} = \frac{(2\pi L)(T_2 - 60)}{\dots} \dots (3)$$

$e \rightarrow \text{mm.}$

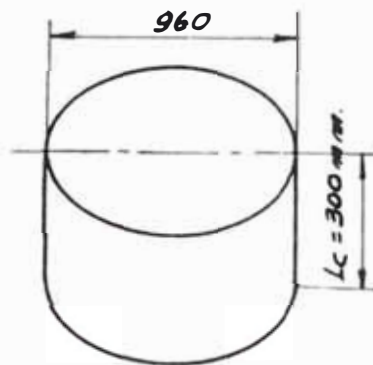
e (mm)	rex (Mts)	q ₁ (watt)	T ₂ (°C)	q ₂ (watt)
20	0.953	385.5(2πL)	217.8	210.3(2πL)
15	0.848	383.3(2πL)	223.0	288.8(2πL)
12	0.845	381.9(2πL)	226.3	367.6(2πL)
11	0.844	381.5(2πL)	227.4	403.4(2πL)
10	0.843	381.0(2πL)	228.0	446.5(2πL)

$$\therefore 11 < e < 12$$

Tomaremos $e = 10$ mm.

- i) Cálculo del tiempo para la fundición del aluminio.

Considerando un cilindro equivalente del aluminio para fundir.



$$h = 117.3 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hr}^\circ\text{C} = 136.26 \text{ w/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

$$d = 2643 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 900 \text{ J/kg}^\circ\text{K} \text{ (calor específico)}$$

$$K = 204 \text{ w/m}^\circ\text{K}$$

$$Cl = 94.35 \text{ Kcal/kg. (calor latente)}$$

Tiempo utilizado para calentar el Al.

$$\alpha = \text{difusidad térmica; } \frac{K}{dc} = \frac{204}{2643 \times 900}$$

$$\alpha = 8.67 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{seg.}$$

$$\text{N}^\circ\text{Biot} = Bi = \frac{hLc}{K} = \frac{136.26 \times 0.3}{204} = 0.200$$

$$1/Bi = 4.99 = 5$$

Como $Bi > 0.1$, tenemos:

$$\frac{T - T_g}{T\alpha - T_g} = \frac{660 - 1344}{20 - 1344} = 0.516$$

De Tablas (Fig. 4.4, pág. 183, Transferencia de calor de B.V. Karlenkov).

$$\# \text{ Fourier} = Fo = 3.6$$

$$Fo = \frac{\alpha T}{L^2} \quad T = \frac{FoL^2}{\alpha} = \frac{3.6 \times (0.3)^2}{8.57 \times 10^{-5}}$$

$$T = 3780.6 \text{ seg.} = 1 \text{ hrs. } 3 \text{ min.}$$

Tiempo utilizado para fundir el metal:

Q_{Ab} = calor que se transmite a la carga.

$$Q_{Ab} = h A \Delta t = 136.26 \times \pi/4(0.960)^2(1344-660)$$

$$Q_{Ab} = 68,166.2 \text{ watt} = 58,680.1 \text{ Kcal/hr.}$$

Q_f = calor para fundir el Al.

$$Q_f = 94.35 \times 580 = 54,723 \text{ Kcal.}$$

$$\therefore t = \frac{Q_f}{Q_{Ab}} = \frac{54,723}{58,680} = 0.93 \text{ hrs} \approx 1 \text{ hrs.}$$

$$T_{total} = 1 \text{ hr. } 3 \text{ mt} + 1 \text{ hr.} \approx 2 \text{ hras.}$$

j) Cálculo de la carga térmica.

Q_1 = calor para fundir la carga

$$T = 20^\circ\text{C} \rightarrow C_1 = 13.9 \text{ Kcal/kg (Fig.26, pág.31 W. Trinks)}$$

$$T = 660^\circ\text{C} \rightarrow C_2 = 168 \text{ Kcal/kg.}$$

Q_1 = calor para calentar de + calor de fusión
20°C a 660°C

$$Q_1 = m (C_2 - C_1) + m C_L$$

$$= 580(168.0 - 13.9) + 580 \times 94.35$$

$$Q_1 = 114,101 \text{ Kcal.}$$

$$Q_1 = 114,101/2 \text{ hr.} = 57,050.5 \text{ Kcal/hr.}$$

Q_2 = calor perdido por conducción a través de las paredes.

$$Q_2 = h_{ext} A_{ex} \Delta t.$$

$$A_{ex} = 2\pi r_{ex}L = 2\pi(0.843)(1.886) = 9.99 \text{ m}^2$$

$$Q_2 = 9.716 \times 9.99(60-20) = 3,882.5 \text{ Kcal/hr.}$$

Q3 = calor perdido por conducción a través de la solera o piso.

$$\begin{aligned} Q_3 &= h_{ex} \cdot A_{ex} \cdot A_t & A_{ex} &= \pi r^2 \\ & & &= \pi (0.480)^2 \\ & & &= 0.724 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$Q_3 = 9.716 \times 0.724(60-20) = 281.37 \text{ Kcal/hr.}$$

Q4 = calor perdido por conducción a través del techo.

$$Q_4 = Q_3$$

Q5 = calor perdido por radiación a través de la puerta de descarga.

$$\begin{aligned} Q_5 &= 4.92 \times 10^{-8}, e_g \times A \times (T_g^4 - T_{\alpha}^4) \\ &= 4.92 \times 10^{-8} \times 0.35 \times (0.50 \times 0.35) \times (1617^4 - 293^4) \end{aligned}$$

$$Q_5 = 20,579.8 \text{ Kcal/hr.}$$

$$Q_t = 57,050.5 + 3882.5 + 2(281.37) + 20,579.8$$

$$Q_{total} = 82,075.5 \text{ Kcal/hr.}$$

k) Cálculo del flujo de combustible

(se utilizó Fig. 111, Pág. 163. H. Industriales W. Trinks). Para efecto de cálculo tomaremos:

T_{gases de escape} = 1,100°C.

La combustión la realizaremos con un 15% de exceso de aire.

Calor de los productos de combustión

$$= 4,800 \text{ Kcal/kgr.}$$

Calor en el aire para la combustión completa

$$= 4,250 \text{ Kcal/kgr.}$$

Para un 15% de exceso de aire

$$4250 \times 0.15 = 637.5 \text{ Kcal/krs.}$$

El calor de gases de escape es: $4800 + 637.5$

$$= 5,437.5 \text{ Kcal/kgrs.}$$

Poder calorífico inferior es = $10,193.0 \text{ Kcal/kgr.}$

Poder calorífico neto = $10,193 - 5437.5$

$$= 4,775.5 \text{ Kcal/k-r.}$$

$$Q_t = \dot{m}_c \times \text{poder calorífico neto}$$

$$\dot{m}_c = \frac{82,075.5 \text{ Kcal/hr.}}{4755.5 \text{ Kcal/kgr.}} = 17.25 \text{ kgr/hr.}$$

$$\dot{m}_c = 17.25 \text{ kg/hr} \times \frac{1}{0.879 \frac{\text{kg}}{\text{ts}}} \times \frac{1 \text{ gal (USA)}}{3.7853 \text{ lts}}$$

$$\dot{m}_c = 5.2 \text{ gal/hr.}$$

1) Cálculo del peso del horno

Ladrillo refractorio $d = 2200 \text{ kg/m}^3$

$$V = \pi (R_1^2 - R_i^2) L + \pi R_1^2 L_1 = \pi (0.594^2 - 0.480^2) 1.15 +$$

$$\pi (0.594^2) 0.114 = 0.56 \text{ m}^3$$

$$m = dV = 2200 \times 0.56 = 1248 \text{ kgr.}$$

Ladrillo aislante $d = 496 \text{ kg/m}^3$

$$V = \pi (R_2^2 - R_1^2) L + \pi R_2^2 L_2 = \pi (0.823^2 - 0.594^2) 1.15 + \pi (0.823)^2 0.229 = 1.66 \text{ m}^3$$

$$m = 496 \times 1.66 = 826.5 \text{ kgr.}$$

Asbesto: $d = 100 \text{ kg/m}^3$

$$V = \pi (R_3^2 - R_2^2) L + \pi R_3^2 L = \pi (0.833^2 - 0.823^2) 1.15 + \pi (0.833)^2 0.010 = 0.12 \text{ m}^3$$

$$m = 100 \times 0.12 = 12 \text{ kgrs.}$$

Super castable $d = 1760 \text{ kg/m}^3$

$$V = \pi (R_{ex}^2 - R_{enim}^2) h = \pi (0.843^2 - 0.075^2) 0.3 = 0.67 \text{ m}^3$$

$$m = 1760 \times 0.67 = 1180 \text{ kgrs.}$$

Plancha de Fe $d = 7,700 \text{ kg/m}^3$

$$A = 2\pi r_{ex} L + 2(\pi r_3^2) = 2\pi (0.813) 1.886 + 2\pi (0.833)^2 = 13.1 \text{ m}^2$$

$$V = 13.1 \times 0.010 = 0.131 \text{ m}^3$$

$$m = 7700 \times 0.131 = 1008 \text{ kgrs.}$$

$$m_T = 1218 + 826.5 + 12 + 1180 + 1008 + 580$$

$$m = 4,891 \text{ kgrs.}$$

11) Cálculo de la viga soporte

Consideramos un 15% en sobrepeso de los accesorios.

$$m = 1.15 (4891) = 5624 \text{ kgr.}$$

$$P = 5624/2 = 2812 \text{ kgr.} = 6.16 \text{ kip.}$$

$$\text{longitud de viga} = 2 \text{ mts.} = 6.46'$$

Esfuerzo admisible de la viga A36.

$$F_y = 36 \text{ KSI.}$$

El factor de longitud efectiva (K), es:

$K_x = K_y = 0.65$ (valor de la práctica) y sin esfuerzos en el eje X e Y.

Esfuerzo admisible en compresión (soporte).

$$F_a = 0.55 F_y = 0.55(36) = 19.8 \text{ KSI}$$

$$\text{Area} = P/F_a = 6.16/19.8 = 0.31 \text{ in}^2$$

$$\text{De Tablas: } W6 \times 4.4 \quad I_x = 7.20 \text{ in}^2 \quad r_x = 2.36 \text{ in}$$

$$A = 1.29 \text{ in}^2 \quad I_y = 0.165 \text{ in}^2 \quad r_y = 0.358 \text{ in}$$

Debe cumplirse la relación $Kl/r \leq 200$ para elementos en compresión.

$$\frac{K_x l_x}{r_x} = \frac{0.65 \times 6.56 \times 12}{2.36} = 21.68$$

$$\frac{K_y l_y}{r_y} = \frac{0.65 \times 6.56 \times 12}{0.358} = 142.92 \leq 200$$

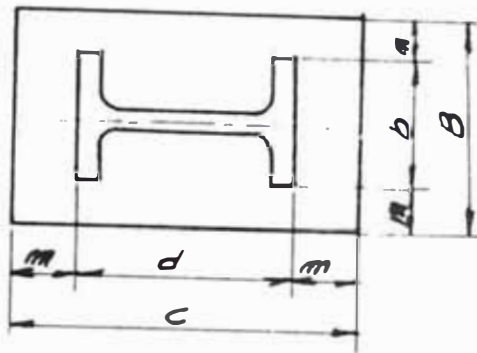
De tablas $F_a = 7.30 \text{ KSI}$

$$F_a = P/A = \frac{6.16}{1.29} = 4.77 \text{ KSI} < 7.30 \text{ KSI,}$$

Tomaremos una viga W6 x 4.4

Con esfuerzo en el eje X e Y para mayor seguridad y estabilidad.

m) Cálculo de la plancha de apoyo.



Para W6x4.4. $b = 1.844'' = 4.68 \text{ cm.}$
 $d = 6'' = 15.24 \text{ cm.}$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (resistencia del concreto para cimentación).

$F_y = 2100 \text{ kg/cm}^2$

PeSo = 2,812 kgrs.

Presión admisible del concreto

$F_p = 0.35 (210) = 73.5 \text{ kg/cm}^2$

Area de la plancha:

$$A = B \times C \Rightarrow \frac{P}{F_p} = \frac{2812}{73.5} = 38.09 \text{ cm}^2$$

$$B \times C = (b+2n)(d+2m) = (4.68+2n)(15.24+2m)$$

$$\text{Si } m = n$$

$$m = 0.77 \text{ cm.}$$

$$B = b+2n = 6.22 \text{ cm.}$$

$$C = d+2m = 16.78 \text{ cm.}$$

Verificación:

$$f_p = \frac{2800}{(6.22)(16.78)} = 26.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < F_p, \text{ OK}$$

Espesor de plancha

$$t = \sqrt{\frac{3f_p n^2}{F_a d_p}} = \sqrt{\frac{3 \times 26.8 \times (0.77)^2}{0.75 \times 2100}} = 0.030 \text{ cm.}$$

$$\therefore \text{R. } 10 \times 20 \text{ cm} \times 1/4''$$

4.1.2 Diseño del horno refractorio de 7-8 Tm. de capacidad, que sirve para elaborar la aleación correspondiente.

De acuerdo al gráfico N°3, se debe construir un segundo horno refractorio (horno N°4) de igual características técnicas al horno N°1 ya instalado, cuyas dimensiones básicas son:

Capacidad	: 7-8 Tm. de aleación
Altura neta	: 1.850 mts.
Diámetro interior	: 1.830 mts.
Descarga	: por lingoteo
Calentamiento	: directo a carga
Combustible	: petróleo Diesel N°2
Temperatura de calentam.	600-680°C

Los detalles del horno ya instalado se pueden observar en el Plano N°1.

4.2 DISEÑO DEL EQUIPO DE MOLDEO Y SISTEMA DE REFRIGERACION

4.2.1 Diseño del equipo de moldeo

Para el diseño del equipo de moldeo bastará diseñar exclusivamente el molde para Zamak. La forma y dimensiones que más se presentan en el mercado. Para aleaciones de zinc, son del tipo de lingotes cuyas características y medidas varían en un rango que se indica a continuación.

Forma geométrica	: Cuadrática
Peso unitario	: 4-25 kgrs
Dimensiones	
Largo	: 0.4-0.7 mts
Ancho	: 0.004-0.20 mts.
Espesor	: 0.04-0.09 mts

Forma de despacho · Paquete
 Peso de despacho : 800-1000 kgrs.

La refinería de zinc cuenta con moldes para obtener Zamak del tipo de lingotes de forma cuadrática, sus dimensiones de los lingotes obtenidos se encuentran dentro del rango indicados anteriormente, éstos son:

Forma geométrica cuadrática
 Peso unitario : 7-8 kgs.

Dimensiones

Largo 0.562 mts.

Ancho : 0.060 mts.

Espesor : 0.048 mts.

Forma de despacho : Paquete

Peso de despacho 1000 kgr.

Para el apilamiento y amarre del paquete de peso 1,000 kgr. aproximadamente, se utiliza unos moldes especiales para obtener barras que van en la base del paquete.

El material que se utiliza en los moldes es de fierro fundido. Su diseño se puede ver en el plano N°4, dibujado de acuerdo al molde que cuenta la refinería.

4.2.2 Sistema de refrigeración de los moldes

La refrigeración de los moldes se realiza mediante un flujo continuo de H_2O por la superficie exterior de la parte inferior de los moldes.

Para este diseño se harán cálculos para una mesa lingotera, la cual contiene 5 moldes, implicando estas 20 barras de Zamak.

Se cuenta con una línea de agua principal de 10 lts/seg. de caudal máximo para cada mesa con una presión de 2.2 bar. Se tomará como referencia el zinc líquido que se debe refrigerar por tener características similares que el Zamak.

a) Cálculo de la cantidad de H_2O necesario para solidificar el Zamak.

Calor latente de zinc = $C_{l\text{zinc}} = 24.05 \text{ Kcal/kg}$.

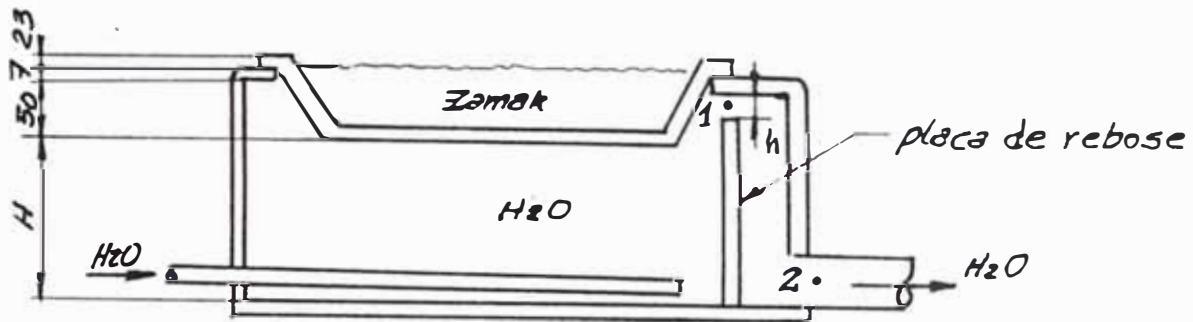
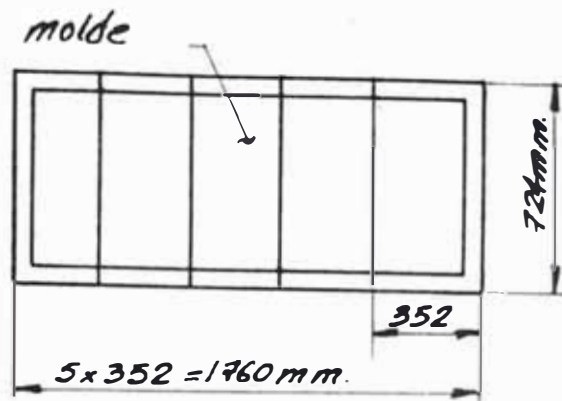
Calor específico de $H_2O = C_{eH_2O} = 1 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$

Temp. de ingreso de $H_2O = T_i = 20^\circ\text{C}$

Temp. final de $H_2O = T_f = 60^\circ\text{C}$

Mesa de zinc = M_{zinc}

$$M_{\text{zinc}} = 8 \frac{\text{kgr}}{\text{barra}} \times 5 \frac{\text{barra}}{\text{molde}} \times 4 \frac{\text{moldes}}{\text{mesa}} = 160 \frac{\text{kg.}}{\text{mesa}}$$



$$Q_{\text{zinc}} = Q_{\text{ganado H}_2\text{O}}$$

$$M_{\text{zinc}} C_{\text{Lzinc}} = M_{\text{H}_2\text{O}} C_{\text{eH}_2\text{O}} \Delta T$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{zinc}} C_{\text{Lzinc}}}{C_{\text{eH}_2\text{O}} \Delta T} = \frac{160 \times 24.05}{1 \times (60-20)} = 96.2 \text{ kgr.}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{d} = \frac{96.2 \text{ kgr.}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.0962 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0.724 \times 1.760 \times H = 0.0962$$

$$H = 0.075 \text{ mts (75 mm)}.$$

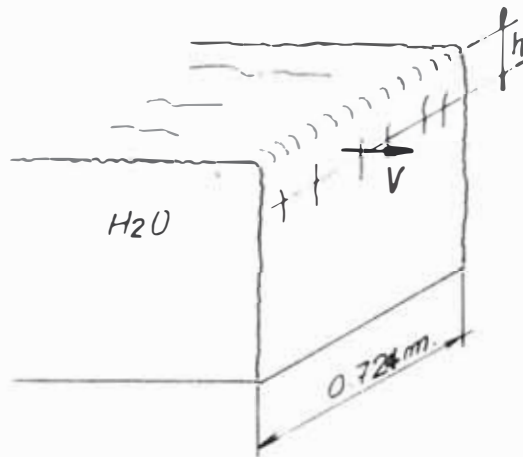
b) Tiempo de evacuación de H_2O

$$Q_{H_2O} = 10 \text{ lt/seg} = 0.01 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

$$0.01 \cdot t = 0.0962$$

$$t = 9.62 \text{ seg (tiempo aproximado de enfriamiento)}.$$

c) Cálculo de altura para el desague



$$Q = VA; \dots (1)$$

$$v = K \cdot \sqrt{2gh} \quad K = \text{coeficiente de corrección de velocidad} = 0.8$$

$$A = hL \text{ en (1)}$$

$$Q = K \sqrt{2gh} \times hL = K \sqrt{2g} h^{3/2} L$$

$$h = \left(\frac{Q}{KL \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \quad \text{para caudal 15 lt/seg.}$$

$$h = \left(\frac{0.015}{0.8 \times 0.724 \sqrt{2 \times 9.8}} \right)^{2/3} = 0.032 \text{ mts (32 mm)}$$

d) Cálculo del diámetro de tubería de salida.

Bernuille en (1) y (2)

$$\frac{P_1}{\gamma} + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$v_2 = \sqrt{\left(\frac{v_1^2}{2g} + h_1 \right) 2g} \dots (1)$$

$$v_1 = K \sqrt{2gh} = (0.8) \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.032} = 0.63 \text{ m/seg.}$$

En (1):

$$v_2 = \sqrt{\left(\frac{(0.63)^2}{2 \times 9.8} + 0.1 \right) 2 \times 9.8} = 1.53 \text{ m/seg.}$$

Para 15 lts/seg. de desague:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.015}{1.53} = 9.80 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 98 \text{ cm}^2$$

$$98 \text{ cm}^2 \rightarrow D = 11.17 \text{ cm} = 4.4''$$

$$98/3 \text{ cm} \rightarrow D = 6.15 \text{ cm} = 2.5''$$

Detalles de la mesa para lingoteo se puede apreciar en el plano N°2.

4.3 SISTEMA DE ALIMENTACION Y DESCARGA DEL HORNO

La alimentación del zinc líquido proveniente del horno de inducción a los hornos para la aleación de Zamak (previamente este horno es calentado a 600-680°C), será mediante una b.b. de grafito con caudal máximo de 4.05 kg/seg., el zinc líquido es desplazado mediante un canal revestido con super castable con la finalidad de mantener la temperatura en el canal a fin de evitar escarchamiento.

El canal tiene una inclinación para el desplazamiento de zinc líquido por gravedad, asimismo, antes de poner en operación el sistema de alimentación es necesario calentar el canal como la bomba de grafito a 600°C, para ésto el canal lleva una tubería a lo largo de su longitud con agujeros para el calentamiento con gas propano. La descarga de estos hornos es manual utilizando cucharas para llevar la aleación líquida del horno a los moldes.

La alimentación al horno para el aluminio es manual, introduciendo dentro de él. trozos de aluminio, a fin de fundir que posteriormente será descargado dando un giro necesario al horno para la

descarga por gravedad al canal que lo trasladará al horno de aleación, este canal también será calentado $\approx 600^{\circ}\text{C}$ a fin de evitar escarchamiento. Los detalles del diseño se pueden ver en el plano N°5.

4.4 OBRAS CIVILES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

Para la cimentación de los hornos y del piso para maniobras, se tomará en cuenta el mismo diseño de la cimentación ya existente, tal como se muestra en el plano N°6, asimismo, la ampliación del área para Zomak se encuentra detallado en el plano N

4

CAPITULO V

PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

CAPITULO V

PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

5.1 EQUIPOS Y ADQUISICIONES NECESARIAS

Para equipos y adquisiciones necesarias consideramos los costos de mayor significación.

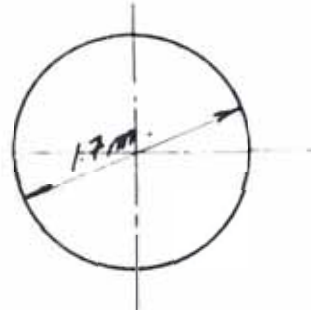
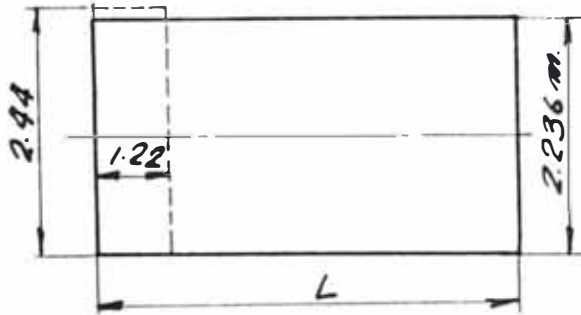
5.1.1 Horno basculante refractorio de 580kgr.
de capacidad.

Materiales y equipos necesarios

Reductor flønder de 320 rpm entre 1 rpm para el accionamiento manual.

Quemador cuyo consumo es de 4-8 gl/hr.

Plancha de Fe de 10 mm. de espesor.



2 tapas de horno

$$L = 2\pi R = 2\pi (1.70/2)$$

$$= 5.34 \text{ mts.}$$

$$\text{Lateral} = 5.34/1.22 = 4.37 \rightarrow 4 \frac{1}{2} \text{ PL}$$

$$\text{Tapas} = 2 \text{ R} \rightarrow 2 \text{ PL}$$

$$\text{Total} = 7 \text{ R de } 4' \times 8'$$

- Lámina de asbesto de 10 mm de espesor.

Es igual a las planchas de Fe descontando una tapa.

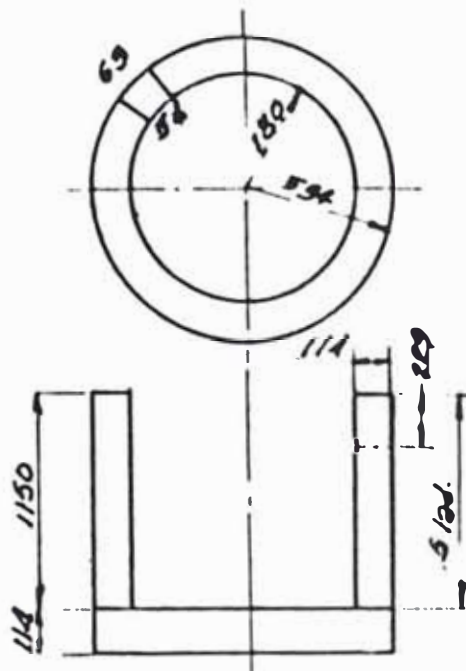
$$6 \text{ R de } 4' \times 8'$$

Ladrillo refractorio. Coral P

$$L_e = 2\pi r_c = 2\pi(594) \\ = 3732.2$$

Periferia

$$\# \text{ladrillo} = \frac{3732.2}{63} = 59 \text{ ladrillos}$$



Base:

$$\# = \frac{A_t}{A_L} = \frac{\pi/4(2 \times 594)^2}{229 \times 63}$$

$$= 76 \text{ ladrillos}$$

Lateral: $59 \times 5 = 295$ ladrillos refractorio

arco N°1, $229 \times 114 \times (63 - 54)$ mm

Base : 76 ladrillos refractorio

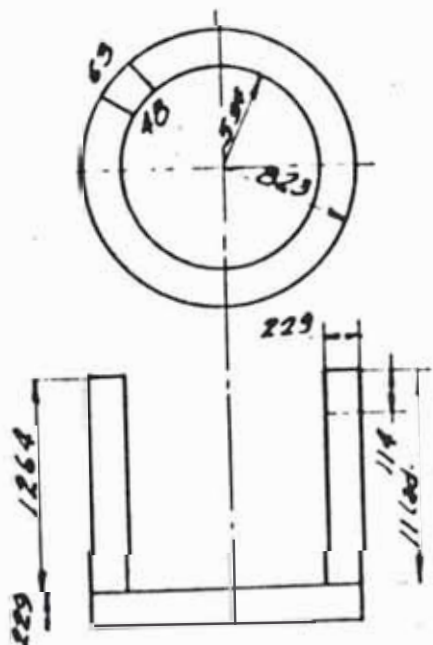
rectangular : $229 \times 114 \times 63$ mm.

Ladrillo aislante: K-23 color rojo

Periferia

$$\# = \frac{2\pi r_e}{63} = \frac{2\pi(823)}{63} = 82$$

$$\# \text{ base} = \frac{\pi/4(2 \times 823)^2}{114 \times 63} = 296 \text{ ladrillos}$$



Lateral: 82 x 11 = 902 ladrillo aislante

Cuña N°1, 229 x 114 x (63-48) mm

Base : 296 ladrillos aislante

rectangular 229 x 114 x 63 mm.

-Mesa de apisonado: Castable 1-76

$$1,180 \text{ kg.} \times \frac{1 \text{ bol}}{50 \text{ kg.}} = 30 \text{ bolsas}$$

-Mortero: Repsa Coral Bond

140 kgr. — 1,000 ladrillos

$$x \text{ ————— } (296+902+76+295)$$

1569 ladrillos

$$x = 219 \text{ kgr.} \frac{1 \text{ bolsa}}{50 \text{ kg.}} = 5 \text{ bolsas}$$

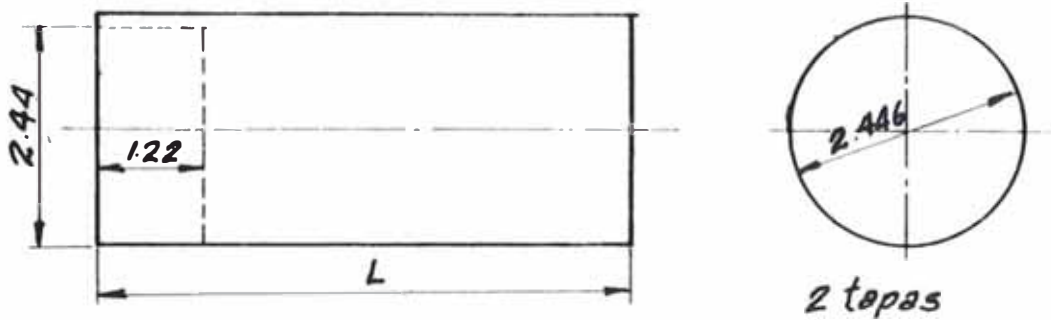
En resumen:

- Reductor de 320 : 1 para accionamiento manual.
- 01 quemador que consume petróleo Diesel N°2 de 4-8 kgr/hr.
- 7 Pls de Fe de 10 mm x 4'x8'.
- 6 Pls de asbesto de 10 mm x 4'x8'.
- Ladrillo refractorio, Coral P
 - 295 ladrillos Arco N°1, 229x114x(63-54) mm.
 - 76 ladrillos rectangular, 229x114x64 mm.
- Ladrillo aislante: K-23, color rojo
 - 902 ladrillos cuña N°1, 229x114(63-48) mm.
 - 296 ladrillo rectangular 229x114x63 mm.
- Mesa de apisonado: castable I-96.
 - 30 bolsas de 50 kgr. c/u.

- Mortero: Repsa Coral Bond
5 bolsas de 50 kgr. c/u.

5.1.2 Horno refractorio de 7-8 Tm. de capacidad

- 01 quemador de 8-20 gal/hr. de consumo de petróleo Diesel.
- Plancha de 16 mm. de espesor de 4'x8'.



$$L = 2\pi r = 2\pi (2.466/2)$$

$$= 7.73 \text{ mts.}$$

$$\text{Lateral} = 7.73/1.22 = 6 \frac{1}{2} \text{ PLS}$$

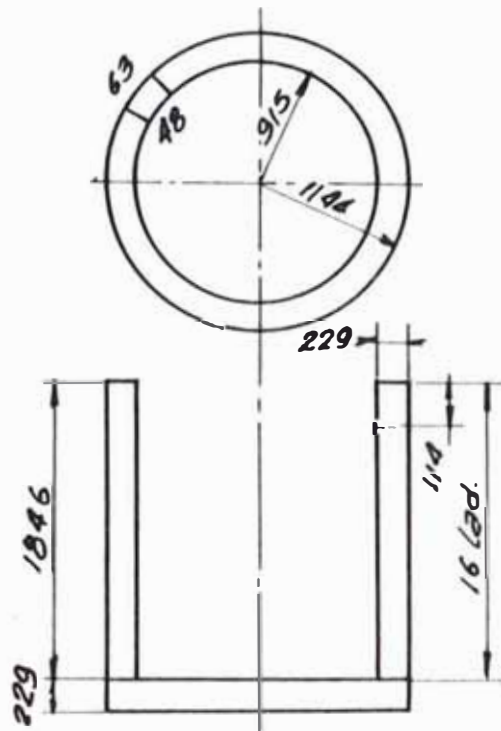
$$\text{Tapas} = 2 \times 1/2 \times 2 = 4 \frac{1}{2} \text{ PLS}$$

$$\text{Total} = 11 \text{ PLS de } 4' \times 8'$$

- Planchas de asbestos: 10 mm de espesor igual a las planchas de Fe menos una tapa.

$$9 \text{ P de } 4' \times 8'$$

- Ladrillo refractorio: Coral P



Nº de ladrillos de la periferia.

$$\# = \frac{2\pi(1144)}{63} = 114$$

Base:

$$\# = \frac{\pi/4(2 \times 1144)^2}{114 \times 63} = 572$$

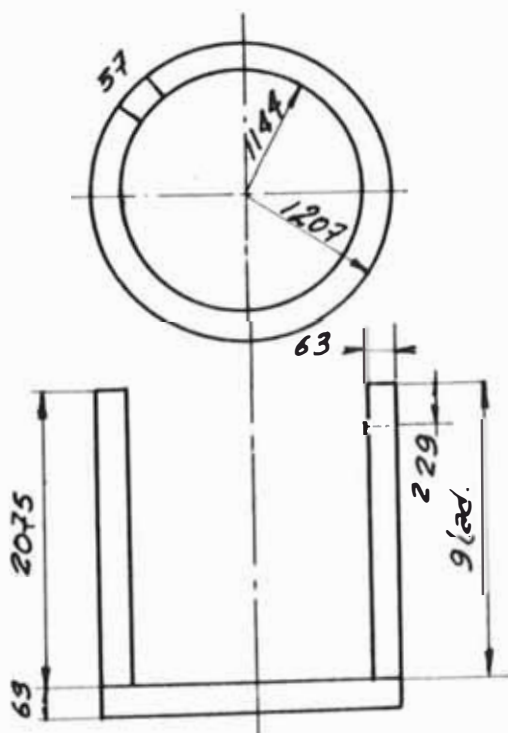
Lateral: $114 \times 16 = 1824$ ladrillos cuña N°1

$229 \times 114 \times (63 - 48)$ mm

Base: 572 ladrillos rectangular

$229 \times 114 \times 63$ mm.

- Ladrillo aislante: K-23, color rojo



Nº de ladrillos en la periferia.

$$\# = \frac{2\pi(1207)}{57} = 129$$

Base:

$$\# = \frac{\pi/4(2 \times 1207)^2}{229 \times 114} = 175 \text{ ladrillos}$$

Lateral: $129 \times 9 = 1161$ ladrillos tipo Jobon
 $229 \times 57 \times 63$ mm.

Base: 175 ladrillos rectangular
 $229 \times 114 \times 63$ mm.

- Concreto refractorio: Castable 1-76

$$V = \pi/4 (2.466)^2 \times 0.3 = 1.433 \text{ m}^3$$

$$m = VP = 1.433 \times 1760 = 2522 \text{ kg.}$$

$$N^\circ \text{bolsas} = 2522/50 = 50 \text{ bolsas}$$

- Morteros: Repsa Coral Bond

140 kgr. ——— 1,000 ladrillos

x ————— 175+1161+572+1824

3732 ladrillos

$$x = 522.48 \text{ kg.} \times 1/50 = 10 \text{ bolsas}$$

En resumen:

- 01 quemador de petróleo Diesel N°2, que consume 8-20 gl/hr.
- 11 Fls de Fe de 16 mm x 4'x8'.
- 9 Fls de asbesto de 10 mm x 4'x8'.
- Ladrillo refractorio: Coral P
 1824 ladrillos cuña N°1, $229 \times 114 \times (63-48)$ mm.
 572 ladrillos rectangular, $229 \times 114 \times 63$ mm.
- Ladrillo aislante; $K=23$, color rojo
 1161 ladrillo tipo jabón

229 x 57 x 63 mm.

175 ladrillo rectangular

229 x 114 x 63 mm.

Mesa de apisonador: 50 bolsas de 50 kg. c/u.

Castable I-76.

Mortero: Repsa Coral Bond.

10 bolsas de 50 kgr. c/u.

5.1.3 Segundo Sistema de Lingoteo

- Fabricar 03 mesas lingoteras de acuerdo al plano

Nº2 para el cual se necesita:

1. 3 PL de Fe de 5 mm x 4' x 8'

2. 1 PL de Fe de 7 mm x 4'x8'.

3. 1 PL de Fe de 10 mm x 4'x8'

4. 1 Canal 3 x 3 x 1/4 (6 mts)

5. 1/2 tubo galvanizado de 1"Ø

6. 1/2 tubo galvanizado de 1"Ø

7. 1/2 tubo galvanizado de 2.5" Ø

8. 06 codos galvanizados de 1/2" Ø

9. 03 "T" galvanizados de 1" Ø

10. 06 reducciones galvanizados de 1x1/2" Ø

11. 06 tapones hembra galvanizado de 1/2" Ø

12. 02 tubos galvanizados de 1/2" Ø

13. 06 unión simple galvanizado con rosca de
1/2" Ø.

14. 06 unión Universal galvanizado de 1/2" Ø
con rosca.

- Mandar a fabricar por terceros lo siguiente:
 1. 14 moldes según plano N°4 de Fe do. (para lingotes regulares).
 2. 02 molde según plano N°4, para lingotes de base.

5.1.4 Ampliación y acondicionamiento del área

De acuerdo al plano N°7, se necesitan los siguientes materiales:

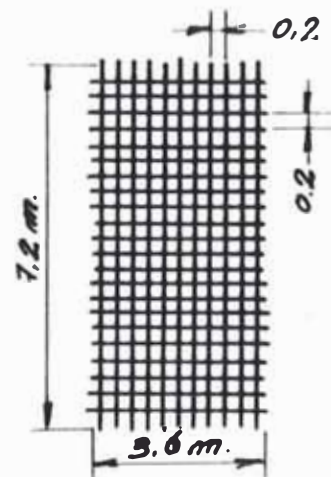
1. Fe de construcción de 1/2"

$$\frac{3.6 \text{ mts.} \times 7.2 \text{ mt} \times 2 \times 1 \text{ barr.}}{0.20 \text{ mt.} \times 6 \text{ mt}}$$

$$= 43.2 \text{ barrillas} \times 2 \text{ mallas}$$

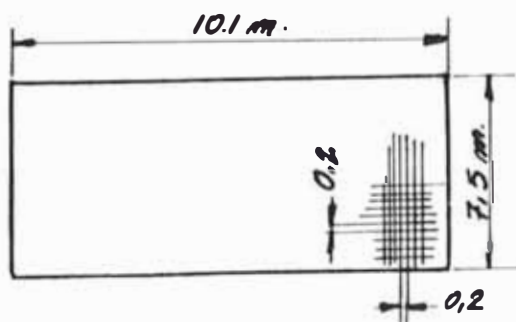
$$= 86.4 \text{ barrillas}$$

$$\therefore 87 \text{ barrillas de } 1/2''$$



DOBLE MALLA

2. Fe de construcción de 3/8"



DOBLE MALLA

$$\frac{7.50}{0.20} \times 10.4 \times \frac{1}{6} \times 2 \times 2 = 260 \text{ barrillas}$$

3. Cantidad de ladrillos

$$\text{Area de pared} = (7.50+14) \times 3 = 64.5 \text{ m}^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ ladrillos} = \frac{64.5 \text{ m}^2}{0.22 \times 0.09 \frac{\text{m}^2}{\text{lad.}}} = 3,000 \text{ ladrillos}$$

4. Materiales para el concreto

Volumen de concreto + el solado

$$= 14 \text{ m} \times 7.50 \text{ m} \times 0.6 \text{ mt.} = 63 \text{ m}^3$$

El 30% de volumen es piedra chancada de 6" máximo.

$$V = 0.30 \times 63 = 18.9 \text{ m}^3$$

∴ 3 volquetadas de piedra chancada de 6 m³,
diámetro máximo de piedra 6", cantidad para el concreto y el solado.

Volumen de concreto armado.

$$14 \times 7.50 \times 0.35 = 36.75 \text{ m}^3$$

Volumen del cemento y hormigón es

$$0.7 \times 36.75 \text{ m}^3 = 25.7 \text{ m}^3$$

Proporción en volumen es:

$$\text{Cemento/Hormigón} = 10/1 \dots (1)$$

$$\text{Cemento} + \text{Hormigón} = 25.7 \dots (2)$$

De (1) y (2) tenemos:

Hormigón = 23.36 m^3 (3 volquetes de 7m^3 c/u)

Cemento = $2.33 \text{ m}^3 \times 1,101.4 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ bol}/50 \text{ kg}$.

= 51 bolsas

En resumen:

87 barrillas de construcción de 1/2" Ø

- 260 barrillas de construcción de 3/8" Ø

- 3 millones de ladrillos king-kong.

3 volquetadas de piedra chancada de 6" máximo de diámetro (volquete de 6 m^3).

- 3 volquetadas de hormigón de 7m^3 c/u.

- 60 bolsas de cemento.

5.1.5 Acondicionamiento auxiliar de la nueva planta.

Son considerados como sigue:

- Línea de combustible

- De H_2O de refrigeración

- Energía eléctrica

- Canaletas de alimentación y descarga

- Instrumentos de manipulación de materiales

(escorificadores, cucharas, guantes, caretas, etc.).

5.2 PERSONAL NECESARIO

En la actualidad la planta de Zamak cuenta con 03 operadores por turno para el moldeo de una colada durante 7 hr. (7 Tm. de Zamak) esto es:

- 01 obrero para la descarga del horno
- 01 obrero para extraer del molde.
- 01 obrero para el apilamiento y manipuleo de paquetes

Rotando constantemente los 3 obreros de sus puestos.

Con la optimización y ampliación de planta, realizarán 04 coladas por día, esto es 1.33 coladas por 8 horas (1 turno) con la misma cantidad de obreros (03) trabajando en el mismo horno.

Contando con otro horno de igual característica, que realizarán la misma cantidad de coladas (1.33) por turno se necesitan otros 03 obreros trabajando en este horno.

Además, se debe contar con un obrero más para alimentar y descargar el aluminio del horno basculante.

Por consiguiente, se deben tener 07 obreros por turno que constantemente rotarían de puesto, implicando ésto 21 obreros para los tres turnos.

5.3 ACTIVIDADES Y PROGRAMACION

A continuación se presentan las actividades a seguir por orden de prioridad y tiempo estimado para realizar la obra.

- | | |
|---|--|
| 1. Derribamiento de paredes y limpieza de acuerdo al plano N°7. | : 1 semana
(4 albañiles) |
| 2. Cimentación del piso para los hornos. | : 1 semana
(4 albañiles) |
| 3. Fabricación de un horno refractorio de 7-8 Tm. de capacidad. | 5 semanas
(3 soldadores,
3 albañiles) |
| 4. Fabricación de un horno refractorio basculante, de 580 kg. de capacidad. | 5 semanas
(3 soldadores,
3 albañiles). |
| 5. Fabricación de 03 mesas lingoteras (moldes deben ser fabricados por terceros). | 1 semana
(3 soldadores) |
| 6. Términar de acondicionar la cimentación del piso para manipuleo de materiales. | 1 semana
(4 albañiles). |
| 7. Construir paredes con vigas | 1 semana
(4 albañiles,
2 soldadores) |
| 8. Acondicionamiento de canaletas, montaje de quemadores, tuberías de alimentación y obras complementarias. | 1 semana
(3 soldadores,
3 albañiles). |

TOTAL: 16 semanas (4.0 meses).

El tiempo de ejecución estimado podría ser de 4.0 meses, teniendo en cuenta que algunas actividades indicadas anteriormente podrían realizarse simultáneamente, siempre y cuando se disponga de materiales, equipos e insumos en la planta, reduciéndose el tiempo de ejecución de 3.0 meses (según la experiencia la gestión logística es el principal factor de frenaje en este tipo de obras).

El personal encargado de la obra serán de primera línea, además deben ser el mismo personal que trabajan en la refinería de zinc.

CAPITULO VI

ANALISIS ECONOMICO

CAPITULO VI

ANALISIS ECONOMICO

6.1 CALCULO DE INVERSIONES

6.1.1 Costo de equipos y materiales de mayor significación.

A continuación se presentan los equipos y materiales que se necesitan con sus respectivos costos.

	\$/.
1. Reductor de 320: 1 de accionamiento manual.	1,500.00
2. Quemador a petróleo diesel N°2 consumo 4-8 gl/hr.	1,300.00
3. Quemador a petróleo diesel N°2 consumo de 8-20 gl/hr.	3,000.00
4. 8 Rls de Fe de 10 mm x 4'x8'	2,070.00
5. 11 Rls de Fe de 16 mm x 4'x8'	4,960.00
6. 16 Rls de asbestos de 10 mm x4'x8'	268.00
7. Ladrillo refractorio Coral P 295 ladrillos Arco N°1 229x114x(63-54)mm.	1,475.00

	\$/.
648 ladrillos rectangular 229x114x63mm.	3,240.00
1824 ladrillos cuña N°1 229x114x(63-48)mm	9,120.00
8. Ladrillo aislante K-23, color rojo:	
902 ladrillo cuña N°1 229x114x(63-48)mm	3,608.00
1161 ladrillo tipo jabón 229x57x63mm	4,644.00
471 ladrillo rectangular 229x114x63 mm.	1,884.00
9. Mesa de apisonado costable I-96	
80 bolsas de 50 kgr. c/u	4,000.00
10. Mortero Repsa Coral Bond	750.00
15 bolsas de 50 kgr. c/u.	
22. 3 R s de Fe de 5 mm x 4'x8'	387.00
12. 1 R de Fe de 7 mm x 4'x8'	150.00
13. 1 Canal 3x3x1/4 (6 mts.)	77.00
14. 1 tubo galvanizado de 1"Ø	47.00
15. 1 tubo galvanizado de 4 1/2"Ø	230.00
16. 1 tubo galvanizado de 2 1/2"Ø	120.00
17. 6 codos galvanizado de 1/2"Ø	4.60
18. 3 "T" galvanizado de 1"	8.82
19. 6 reducciones galvani-ado de 1"x1/2"	14.12
20. 6 tapones hembra galvanizado de 1/2Ø	4.58
21. 2 tubos galvanizado de 1/2	51.00
22. 6 unión simple galvanizado con rosca 1/2"	4.23
23. 6 unión universal galvanizado con rosca 1/2"	17.64
24. 87 barrillas de construcción de 1/2"Ø	327.56
25. 260 barrillas de construcción de 3/8" Ø	734.11
26. 3 millares de ladrillo king-kong.	176.00
27. 3 volquetadas de piedra chancada de 6"máxi- mo de diámetro (volquete de 6 m ³).	282.00

	\$/.
28. 3 volquetadas de hormigón de 7 m ³ c/u.	105.00
29. 60 bolsas de cemento.	225.90
30. Mandar a fabricar por terceros lo siguiente:	
. 14 moldes según plano N°4 de Fedo.	1,120.00
. 01 moldes según plano N°4 de Fedo. para lingotes de base.	<u>80.00</u>
TOTAL:	\$/. 45,985.56 =====

NOTA: Precios del mes de Junio 1991

1 \$ = 0.85 I/m.

6.1.2 Costo de Mano de Obra

El personal encargado a realizar la obra, será por el mismo personal que trabajan en la misma empresa, los cuales están capacitados para asumir ampliamente esta responsabilidad, reduciéndose sustancialmente el costo de mano de obra al entregar la realización del proyecto a terceros.

La obra está bajo el cargo de:

- 1 Ing. Mecánico
- 1 Ing. Civil
- 1 Supervisor
- 7 obreros, entre los cuáles hay 4 albañiles y 3 soldadores, personal suficiente para que terminen la obra en el tiempo estimado.

Costo del Ing. Mecánico : $320 \frac{\text{I/m.}}{\text{mes}} \times 4 \text{ meses} = \text{I/m. } 1,280.00$

Costo del Ing. Civil : $320 \frac{\text{I/m.}}{\text{mes}} \times 4 \text{ meses} = " 1,280.00$

Costo del Supervisor : $290 \frac{\text{I/m.}}{\text{mes}} \times 4 \text{ meses} = " 1,160.00$

Costo de 7 obreros:

$8 \frac{\text{I/m.}}{\text{día-obrero}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 7 \text{ obreros} \times 4 \text{ meses} = \underline{6,720.00}$

TOTAL: I/m. 10,440.00

=====

Se consideró los sueldos de Junio 1991

1 \$ = 0.85 I/m. (dólar cotizado en Junio).

$$\therefore \text{Costo} = \frac{10,440.00}{0.85} = 12,282.3 \$$$

6.1.3 Costo Total

Costo de equipos y materiales + Costo de mano de obra

\$ 45,985.56 + 12,282.3

= 58.267.86 \$.

6.2 COSTO DE OPERACION

Los costos de operación se determinarán por unidad de producto final, se harán cálculos de costos basados en los precios del mes de Junio 1991. Se tomará como base el Zamak-3, por su mayor demanda en el mercado.

En el Cuadro N°7, se puede observar los precios de los metales desde 1990 a Junio de 1991.

1. Costo de zinc refinado

Producción de 14 Tm. de Zamak-3/colada de los cuales 95.95% es de zinc, ésto es:

$$\text{Peso de zinc} = 0.9595 \times 14 = 13.433 \text{ Tm.}$$

$$\text{Peso unitario} = \frac{13,433 \text{ kg.}}{14 \text{ Tm.}} = 960 \text{ kg/Tm.}$$

$$\text{Costo} = 960 \frac{\text{kg.}}{\text{Tm.}} \times 0.99 \frac{\$}{\text{Kg.}} = 950.4 \text{ \$/Tm.}$$

Donde: 0.99 \$/kgr. es precio de costo de producción en la refinería de zinc.

2. Costo del aluminio (99.5% de pureza como mínimo), porcentaje del aluminio es 4% de peso de la carga:

$$\text{Costo} = \frac{0.04 \times 14}{14 \text{ Tm}} \times 2.0 \frac{\$}{\text{kgr.}} = 80 \text{ \$/Tm.}$$

CUADRO N° 7

PRECIOS DE LOS METALES DEL MAGNESIO, ZINC REFINADO, ZAMAK-3 Y RELACION DE PRECIOS DEL ZINC SHG Y ZAMAK-3 COTIZADOS EN EL MERCADO DE LONDON METAL EXCHANGE

1 9 9 0

M E S	MAGNESIO (\$/Lbs)	ZINC (COSTO DE PRODUCCION EN LA REFINERIA) (\$/lbs)	ZINC SHG (\$/lbs)	ZAMAK-3 (\$/lbs)	ZAMAK-3/ZINC SHG
Enero	163.00	-	75.00	74.86	0.99
Febrero	163.00	-	75.00	74.11	0.98
Marzo	163.00	-	75.00	84.81	1.14
Abril	163.00	-	72.00	89.14	1.24
Mayo	163.00	-	70.00	95.00	1.36
Junio	163.00	-	70.00	95.00	1.36
Julio	163.00	-	59.00	95.00	1.61
Agosto	163.00	-	59.00	88.54	1.50
Setiembre	163.00	-	58.00	89.00	1.53
Octubre	163.00	-	58.00	76.70	1.32
Noviembre	163.00	-	57.00	74.91	1.31
Diciembre	143.00	-	57.00	71.52	1.25

1 9 9 1

Enero	143.00	41.00	55.00	61.15	1.11
Febrero	143.00	41.00	53.90	66.30	1.23
Marzo	143.00	42.20	54.40	66.67	1.23
Abril	143.00	45.00	57.00	66.14	1.16
Mayo	143.00	45.00	58.00	57.18	0.98
Junio	143.00	45.00	58.00	55.24	0.95

3. Costo del magnesio sólido

(Pureza de 99.9% al mínimo)

Porcentaje del magnesio es 0.05% del peso de la carga.

Costo = peso unitario x Costo de magnesio

$$= \frac{0.0005 \times 14}{14} \times 3.146 \frac{\$}{\text{kg}} = 1.573 \frac{\$}{\text{Tm.}}$$

4. Costo de mano de obra

En un turno trabajan 7 obreros que producen:

$$1.33 \text{ coladas} \times 14 \text{ Tm/colada} = 18.62 \text{ Tm.}$$

$$\text{Costo} = \frac{7 \text{ obreros} \times \frac{8 \text{ I/m.}}{\text{Obreros}} \times \frac{1 \text{ \$}}{0.850 \text{ I/m.}}}{18.62 \text{ Tm.}} = 3.54 \frac{\$}{\text{Tm}}$$

Jornal del obrero cotizado en Junio -91

y $\$ = .85 \text{ I/m.}$

5. Costo del combustible

En la medición realizada en el horno actual instalado, el consumo de petróleo diesel N°2 fue de 12 gl/colada (7 Tm/colada).

Por lo tanto, el consumo de este quemador fue de:

$$42 \frac{\text{gl}}{\text{colada}} \times \frac{1 \text{ colada}}{7 \text{ Tm.}} = 6 \frac{\text{Gl}}{\text{Tm.}}$$

En la planta ampliada y optimizada trabajarán 03 quemadores, cuyo costo de combustible es - aproximadamente:

$$\text{Costo} = 6 \frac{\text{Gl}}{\text{Tm-quemad.}} \times 3 \text{ quemadores} \times 0.93 \frac{\$}{\text{Gl}}$$

$$= 16.7 \text{ \$/Tm.}$$

6. Costo de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica en el horno actual es de 1 Kw-h/Tm, considerando la nueva planta, tendremos 03 quemadores, cuyo costo es aproximadamente:

$$\text{Costo} = 1 \frac{\text{Kw-hr}}{\text{Tm-quemador}} \times 3 \text{ quemad.} \times 0.07 \frac{\$^*}{\text{Kw-h}}$$

* Tarifa de Electrolima.

7. Costo de H₂O de refrigeración

En el horno actual el consumo de H₂O fue de 35 m³ para una colada (7 Tm). En la planta nueva el costo aproximado será:

$$\frac{35 \text{ m}^3}{7 \text{ Tm}} \times 2 \text{ sistemas} \times 0.5 \frac{\$^*}{\text{m}^3} = 5.00 \text{ \$/Tm.}$$

* Dato extraído de los archivos de Minero-Perú.

8. Costo del Escorificante

La cantidad de escorificante (cloruro de amonio NH_4Cl), utilizado en el horno actual fue 1.5 kgr. para una colada (7 Tm.). En la nueva planta el costo aproximado será :

$$\frac{1.5 \frac{\text{Kgr}}{\text{horno}} \times 2 \text{ hornos}}{14 \text{ Tm}} \times 0.23 \frac{\$}{\text{Kg}} = 0.05 \frac{\$}{\text{Tm.}}$$

9. Costo de material de embalaje

Para embalar 1 paquete de 1 Tn se utiliza 5 mts. de platino metálica, el costo es:

$$5 \text{ mts./Tm} \times 0.53 \frac{\$}{\text{mt.}} = 2.65 \frac{\$}{\text{Tm.}}$$

10. Costo de análisis químico

Se realizaron 3 análisis químico por horno el costo es:

$$\frac{3 \frac{\text{análisis}}{\text{horno}} \times 2 \text{ hornos}}{14 \text{ Tm.}} \times 10 \frac{\$}{\text{Anál.}} = 4.28 \frac{\$}{\text{Tm.}}$$

. . El costo de operación para producir 1 Tm. de Zamak es:

$$\begin{aligned} & 950.4 + 80 + 1.573 + 3.54 + 16.7 + \\ & 0.21 + 5.0 + 0.05 + 2.65 + 4.28 \\ & = 1064.403 \frac{\$}{\text{Tm.}} \\ & = 0.4838 \frac{\$}{\text{lbs.}} \end{aligned}$$

Nota: El costo de producción por terceros.
(No productores de zinc) es aproximadamente.

1,338.96 \$/Tm.

0.6086 \$/lbs.

6.3 PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

De acuerdo al Cuadro N°7, no es conveniente producir Zamak-3 en los meses de Mayo y Junio de 1991, el costo de Zamak cotizado en el mercado internacional es menor que el zinc refinado, como es obvio esto implicaría pérdida de dinero al producir Zamak.

Para el presente capítulo se harán cálculos, considerando los precios cotizados en el mes de Abril 1991, donde se vé que el precio del Zamak es mayor que el zinc refinado.

	Zinc SHG (¢/lbs)	Zamak-3 (¢/lbs)
Precio de venta	57.00	66.14
Precio de costo	45.00	48.38
Ganancia	12.00	17.76

Ganancia por vender Zamak-3 es:

17.76-12.00 = 5.76 ¢/lbs.

- 126.72 \$/Tm.

6.4 EVALUACION ECONOMICA

Debido a la baja producción de la industria automotriz y de la construcción, principalmente en los EE.UU. la demanda del Zamak-3, está cayendo desde fines del '89. (Ver cuadros 1,2,3 y 4), reflejándose en un aumento de stocks y una constante baja de los precios, también afectó la Guerra del Golfo y la recesión norteamericana después de la guerra. La expectativa para 1992 es de una recuperación de la economía de EE.UU. y la posibilidad que los principales países de Europa y Asia continuaron creciendo, harán una recuperación del consumo. La expectativa del Zamak no son muy buenas para este año, estimándose que el precio está entre 55-67 \$/lbs.

Del cuadro N°4, se tiene que la producción del Zamak es de 3,544 Tm. en 1990. considerándose la misma producción para este año 1991 (2 meses de trabajo continuo en la nueva planta optimizada), se tendría un ingreso adicional al vender Zamak de:

3544 Tm x 126.72 \$/Tm.	= \$	449,095.00
14% imp.	=	<u>62,873.00</u>
Ingreso neto :	\$	386,222.00

Recuperándose ampliamente la inversión.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. La refinera de zinc, aumentaria sus ingresos al producir Zamak o aleaciones, puesto que estas aleaciones siempre son cotizadas mayor que el zinc refinado, ver cuadro N°7.

2. Los tipos de aleaciones de zinc son:

a) Aleaciones tipo Zamak.

b) Aleaciones de zinc microaleados o microaleaciones para galvanizado.

c) Aleaciones de zinc para acumuladores.

El que mayor demanda tiene en el mercado nacional e internacional es el de tipo Zamak, estos son utilizados para fabricar partes y piezas por fundición a presión para la industria automotriz, electrodomésticos, metal-mecánica, juguetería, ferretería, construcción, etc., el Zamak es sustituido cuando existe limitaciones de peso y acabado por el aluminio, magnesio y plásticos.

3. Las aleaciones de zinc son elaborados únicamente a partir de metales de alta pureza, debido a que las impurezas (apartados principalmente por el zinc), afectan las características físicas y mecánicas del producto final, los porcentajes de las impurezas se detallan en el capítulo 2.2.2.

4. El consumo de zinc por parte de la industria nacional.(Ver cuadro 1,2,3,4) se incrementó en 325% entre 1983 y 1988 debido a la producción de aleaciones de zinc destinados a la exportación, en 1990 disminuyó en 12% la producción de aleaciones de zinc respecto a 1989, debido a la aguda crisis económica del país que afecta a la pequeña empresa, tanto por el excesivo incremento de los costos como por la reducción de los ingresos (por el atraso cambiario y la menor cotización de los metales).

5. Del Cuadro N°6 se puede observar que la venta de zinc refinado al mercado local que realiza la refinería de Cajamarquilla, es cada vez creciente, deduciéndose que en pocos años la refinería solamente abastecerá el mercado local, de esta manera las aleaciones de zinc es una forma de diversificar su producción, puesto que la refinería tiene grandes ventajas, técnicas y económicamente de producir estas aleaciones.

6. La planta de aleaciones de zinc que cuenta la refinería de Cajamarquilla es de capacidad 7 Tm/colada en 7 horas, 21 Tm/día ó 6,300 Tm/año, con la optimización y ampliación de esta planta se logra incrementar en 167% la capacidad de la planta, esto es 14 Tm/colada, 4 coladas al día, que son 56 Tm/día ó 16,800 Tm/año, para conseguir esto se han diseñado:
 - a) Horno basculante de 580 kgrs. de capacidad para fundir aluminio (plano N°3).
 - b) Construir un segundo horno de características similares al actual (plano N°1).
 - c) Acondicionamiento del área (plano N°7).
 - d) Diseño de canaletas de alimentación, canaletas de descarga, sistemas de lingoteo, etc. y demás accesorios que se pueden ver en los planos N°2, 4, 5 y 6.

7. Para operar la nueva planta se requieren de 7 obreros por turno a 21 obreros para los tres turnos que producen 4 coladas de 14 Tm/colada que equivale a 56 Tm/día.

8. Para ampliar y optimizar la planta se estima un tiempo aproximado de 4 meses, se podría reducir el tiempo de ejecución a 3 meses siempre y cuando se disponga de todos los materiales. La obra estará bajo el cargo de personal de Minero Perú, estos son:

- 1 Ing. mecánico
- 1 Ing. civil
- 1 Supervisor
- 7 Obreros (4 albañiles y 3 soldadores).

9. Se estima que los costos para la ampliación son:

Costo de materiales y equipos	45,985 \$
Costo de mano de obra	12,282
Costo total	58,267

Costos evaluados en el mes de Junio 1991 y 01 dólar = 0.85 I/m.

10. Los costos para producir Zmqk en la refinera de zinc es de 48 38 \$/lbs. y la producción de Zamak por empresas no productoras de zinc es de 60-86 - \$/lbs se vé claramente la diferencia de costos por ser la refinera productora de zinc.

11. Del cuadro N°7, se puede observar que los precios del Zamak en el mercado internacional es menor del zinc refinado en los meses de Mayo y Junio de 1991 implicando esta pérdida de dinero al vender Zmqk en estos meses. Como en el mes de Abril la cotización del Zamak ha sido mayor que el zinc refinado, produciendo esto una ganancia de aproximadamente 5.76 \$/lbs. al vender Zamak en este mes.

12. Se requiere vender aproximadamente 480 Tm. de Zamak, que equivale una ganancia de 60,800 dólares, con lo que se recupera la inversión que generó la ampliación de planta.

Considerando la razón del precio del Zamak sobre el precio del zinc cotizado internacionalmente - en el mes de Abril, durante todo el año y la producción de 3,544 Tm. de Zamak vendido en 1990 por la refinería suponiendo la misma producción para 1991 por la no muy buena perspectiva de Zamak para este año, pudiendo mejorar para 1992.

Se obtendrá una ganancia neta aproximada de 380,000 dólares.

BIBLIOGRAFIA

- Estadísticas Internas de Minerero Perú.
Estadísticas Internas de Centromín Perú.
- Hornos Industriales de W. Trinks.
Bilvao, Edic. URMO, España 1971, Ed. XXXII.
- Transferencia de Calor de B.V. Korlenkor
2ª Edición - 1,986.
- Manuales de Ladrillos Refractorios - REPSA.
- Manual del Ing. Mecánico, Marks, Traducido de la
8va. Edición 1982 por la Editorial Mc GRAW - MILL.
- Revista Inflación y Devaluación.
- Publicaciones, Metals Week y Metal Bulletin.
(Cotizaciones de los metales).