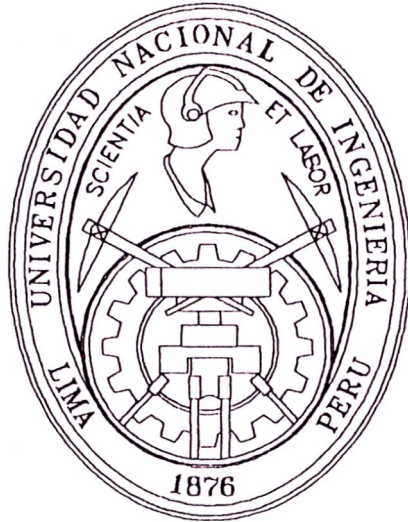


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA



**“ESTUDIO DEL PROCESO DE COLADA CONTINUA TIPO
SOUTHWIRE PARA LA FABRICACIÓN DE 9 TON/HORA DE ALAMBRO
DE COBRE DE 8 MM. DE DIÁMETRO DE LA EMPRESA COBRECON S.A.”**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

DANY LUIS DIENER ZEHNDER

PROMOCION 1989 - I

LIMA – PERU

2000

**A mis padres, a quienes les debo lo que soy.
A mi esposa y a mi hijo, quienes son el motor
de mi superación.
A mis hermanos y cuñados por su apoyo.**

INDICE

PROLOGO

CAPITULO 1.- INTRODUCCION.....	01
CAPITULO 2.- EL PRODUCTO.....	05
2.1 Definición.....	05
2.2 Usos y Sustitutos.....	05
2.3 Especificaciones Técnicas.....	06
2.3.1 Composición Química.....	06
2.3.2 Oxido Superficial.....	07
2.3.3 Diámetro.....	07
2.3.4 Ovalidad.....	07
2.3.5 Resistividad Eléctrica.....	08
2.3.6 Propiedades Mecánicas.....	08
2.3.6.1 Elongación.....	08
2.3.6.2 Resistencia a la Fluencia.....	08
2.3.6.3 Resistencia a la Rotura.....	08
2.3.6.4 Ensayo de Torsión Directa.....	08
2.3.6.5 Ensayo de Torsión RTF (return to failure).....	09

2.3.6.6 Ensayo de Torsión 10 x 10.....	09
2.3.7 Acabado Superficial.....	09
2.4 Condiciones de Aceptación del Alambre de Cobre	
Producido en Cobrecon S.A.....	10
CAPITULO 3.- TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS.....	12
3.1 Proceso Convencional.....	12
3.2 Proceso de Colada Continua.....	13
3.2.1 Sistema Properzi.....	14
3.2.2 Sistema Southwire.....	14
3.2.3 Sistema Contirod Hazelett.....	16
3.2.4 Sistema Sistema General Electric Dip Forming.....	16
3.2.5 Sistema de Colada Ascendente (Up-Cast).....	17
CAPITULO 4.- PROCESO TIPO SOUTHWIRE UTILIZADO	
EN COBRECON S.A.	21
4.1 Descripción del Proceso.....	21
4.2 Requerimiento de Personal.....	30
4.3 Analisis de las Pérdidas de Cobre en el Proceso.....	30
CAPITULO 5.- RUEDA DE COLADA.....	33
5.1 Consideraciones Previas.....	33
5.2 Mecanismo de Solidificación.....	36
5.3 Sistema de Control del Flujo de Colada.....	40
5.4 Componentes de Recambio.....	45
5.4.1 Metering Pin.....	45
5.4.1.1 Materiales Utilizados.....	45

5.1.1.2 Consumo.....	45
5.4.2 Spout.....	47
5.4.2.1 Materiales Utilizados.....	47
5.4.2.2 Consumo.....	47
5.4.2.3 Calentador del Spout.....	47
5.4.3 Anillo de Colada.....	49
5.4.4 Cinta de Colada.....	56
5.4.4.1 Especificaciones del Material.....	57
5.4.4.2 Dimensiones.....	58
5.5 Aplicador de Hollín.....	59
5.6 Sistema de Agua de Refrigeración.....	63
5.7 Sistema Motriz.....	64
5.8 Parámetros de Operación.....	67
CAPITULO 6.- Estructura de Costos.....	69
CONCLUSIONES.....	73
BIBLIOGRAFIA.....	75
ANEXOS.....	76
PLANOS	

PROLOGO

El propósito del siguiente estudio es brindar los conocimientos necesarios que se requieren para una adecuada operación del proceso de colada continua tipo Southwire, como parte del proceso completo para la fabricación de alambión de cobre de 8mm de diámetro de la empresa Cobrecon S.A.

Los parámetros referidos en este estudio están considerados para una producción de 9 toneladas por hora de alambión de cobre, esto es, para una producción de 9 toneladas por hora en el proceso de colada, toda vez que el proceso de fabricación siempre es continuo.

Este estudio no solamente se refiere a la producción de una barra de cobre de alta calidad en el proceso de colada, sino también, está dirigido a prolongar la vida útil de los componentes de la maquinaria involucrada en el proceso.

En el capítulo 1 se establece el escenario bajo el cual se desarrollo el proceso de fabricación de alambón de cobre, indicándose las características de la empresa y la planta de producción.

En el capítulo 2 se detallan las características técnicas que debe cumplir el alambón de cobre de acuerdo a las normas existentes.

En el capítulo 3 se presentan las tecnologías existentes para la fabricación de alambón de cobre.

En el capítulo 4 se describe el proceso completo para la fabricación de alambón de cobre de la empresa Cobrecon S.A.

En el capítulo 5 se desarrolla el proceso específico de colada tipo Southwire, que luego de numerosos ensayos, pruebas y modificaciones se utiliza actualmente en la empresa.

En el capítulo 6 se presentan la estructura de costos para la fabricación de alambón de cobre y los costos unitarios, por tonelada, de los principales insumos que se utilizan en todo el proceso.

En el primer anexo se adjunta la norma B49-92 de la ASTM (American Society of Testing Materials) para el alambón de cobre. Esta norma es la más difundida internacionalmente.

El segundo anexo lo constituye el manual de procedimientos de operación del proceso de colada elaborado por y para la empresa Cobrecon S.A.

En el tercer anexo se muestran fotografías recientes de la planta de colada continua de Cobrecon S.A. en pleno proceso de producción.

Los dos primeros planos muestran los hornos y su disposición en vistas de planta y frontal.

El tercer plano de conjunto muestra el proceso complementario, es decir, desde la rueda de colada hasta el bobinador de alambrón.

Finalmente, el cuarto plano muestra el conjunto de la rueda de colada específicamente.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El alambión de cobre electrolítico, es decir, de cobre técnicamente puro, de 8 mm de diámetro, es un producto semiterminado y es la materia prima básica para la fabricación de los diferentes cables y conductores de cobre de uso eléctrico y telefónico que se conocen.

La técnica de colada continua para metales no ferrosos se inicia en 1942 cuando Ilario Properzi inventa y registra la primera máquina para colada continua de plomo a la que siguieron las desarrolladas para zinc y aluminio. Es en 1960 en que se inicia el desarrollo de la tecnología para la colada continua dirigida a la producción de alambión brillante de cobre.

La primera línea de producción inició sus actividades en 1962 en Carrollton, Georgia EE.UU. constituyéndose en un éxito que demostró no solo ser una alternativa real al método tradicional de moldeo, recalentamiento y laminado de barras para alambre, sino un método más económico de producción de

alambrón. Este acontecimiento marcó el inicio de la sustitución ventajosa del método tradicional por el de colada continua.

Entre las ventajas del sistema de colada continua tenemos:

1. - Eliminación del costo de recalentamiento.
2. - Calidad mejorada y uniforme.
3. - Reducción de roturas en la trefilación.
4. - Eliminación de inclusiones metálicas.
5. - Reducción de tareas manuales.
6. - Reducción de puntos de unión de soldadura.
7. - Obtención de bobinas de mayor peso que reducen el costo de manipuleo.
8. - Reducción significativa en la sección transversal del material de alimentación al tren de laminación.
9. - Reducción de manipuleo de desechos.
10. - Decapado continuo no ácido.
11. - Reducción de tiempos improductivos.
12. - Tamaño muy pequeño y distribución uniforme de partículas oxidadas.
13. - Insignificante segregación de impurezas.

A raíz de la venta en 1994 de la maquinaria de una planta de colada continua tipo Southwire para la fabricación de alambres de cobre de una empresa brasileña que cerraba sus operaciones después de 20 años, las dos empresas más grandes dedicadas a la fabricación de cables eléctricos y

telefónicos del Perú, Ceper S.A. e Indeco S.A. deciden en conjunto implementar una planta de fabricación de alambón de cobre comprando parte de dicha maquinaria que necesitaba ser repotenciada y completando el proceso de producción comprando y fabricando la maquinaria y equipos restantes.

Los hornos fueron comprados nuevos a la firma norteamericana Asarco, la maquinaria del proceso de colada, laminado, decapado y bobinado fueron compradas a la empresa brasileña mencionada. Los sistemas auxiliares y demás equipos fueron fabricados o comprados localmente.

Es así como nace la empresa Cobrecon S.A. dedicada solamente a la fabricación de alambón de cobre de 8 mm de diámetro a partir de cátodos de cobre provenientes de las refinerías.

La empresa norteamericana Southwire Co. vende plantas completas, "llave en mano", para la fabricación de alambón de cobre usando la tecnología del mismo nombre, brindando además de la venta el respaldo tecnológico y el entrenamiento necesarios para la operación de la planta.

Este no fue el caso de Cobrecon S.A., cuyos ingenieros tuvieron que desarrollar su propia tecnología para repotenciar los equipos fabricados en Brasil y aumentar su producción de 8 a 9 toneladas por hora.

En marzo de 1996 Cobrecon S.A. inicia sus operaciones vendiendo el servicio de transformación de los cátodos de cobre a alambón usando una tecnología propia del tipo Southwire.

Desde fines del Año 1999 la empresa colombiana Centelsa es también dueña de Cobrecon en partes iguales con Ceper S.A. e Indeco S.A.

Esto ha permitido aumentar los volúmenes de producción de alambón y aumentar las exportaciones a aproximadamente el 80% del total producido, obligando a los ingenieros de la planta a evaluar constantemente los equipos y procedimientos de producción a fin de mejorar constantemente la calidad del producto bajando los costos de operación para cumplir siempre con las exigencias del mercado.

CAPITULO 2

EL PRODUCTO

2.1 DEFINICION

El alambión de cobre es una varilla de sección circular de 8 mm de diámetro y se enrolla en bobinas de 2 000 a 5 000 Kg. En el caso de Cobrecon S.A. se fabrican bobinas de 4 000 Kg. Este es el único producto que fabrica la planta.

2.2 USOS Y SUSTITUTOS

El alambión de cobre se utiliza como materia prima para la fabricación de cables eléctricos y telefónicos.

Los principales sustitutos del cobre son el aluminio para los cables y conductores eléctricos y las fibras ópticas para los cables telefónicos, pero estos sustitutos están limitados por cuestiones técnicas y económicas.

2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Para la comercialización del alambre de cobre, es necesario el cumplimiento de ciertas especificaciones técnicas, para garantizar a los fabricantes de cables y conductores eléctricos, un adecuado comportamiento en el proceso de trefilación y requerimientos de aplicación como producto final.

Las especificaciones para el alambre de cobre están indicadas en normas internacionales, siendo la más difundida la norma ASTM – B49-92 de la American Society of Testing Materials.

Las normas en general están referidas a los siguientes requerimientos:

2.3.1 Composición Química

Los requerimientos de la composición química se detallan a continuación:

Cobre (Cu), mínimo:	99,9%
Estaño (Sn), máximo:	5 ppm (partes por millón)
Plomo (Pb), máximo:	5 ppm
Fierro (Fe), máximo:	10 ppm
Níquel (Ni), máximo:	10 ppm
Azufre (S), máximo:	15 ppm
Bismuto (Bi), máximo:	1 ppm

Antimonio (Sb), máximo:	4 ppm
Arsénico (As), máximo:	5 ppm
Selenio (Se), máximo:	2 ppm
Telurio (Te), máximo:	2 ppm
Plata (Ag), máximo:	25 ppm
Oxígeno (O):	100 – 650 ppm

2.3.2 Oxido Superficial

El espesor de la capa de óxido superficial no deberá exceder 1 000 Å (10^{-7} mm).

2.3.3 Diámetro

El diámetro del alambre debe ser 8 mm con una tolerancia de +/- 0,38 mm.

2.3.4 Ovalidad

La ovalidad del alambre no deberá exceder 0,55 mm, entendiéndose la ovalidad como la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo.

2.3.5 Resistividad Eléctrica

La resistividad eléctrica a 20 °C no deberá exceder 0,15328 ohm.g/m².

Esto implica que la conductividad eléctrica deberá ser mínimo 100,00 % IACS (International Annealed Copper Standard) según la siguiente fórmula:

$$\text{Conductividad (\% IACS)} = (0,15328 \times 100)/R$$

Donde: R es la resistividad.

2.3.6 Propiedades Mecánicas

2.3.6.1 Elongación: No menor de 30% para una muestra de 250 mm de longitud.

2.3.6.2 Resistencia a la fluencia: de 10 a 12 Kg/mm².

2.3.6.3 Resistencia a la rotura: de 22 a 24 Kg/mm².

2.3.6.4 Ensayo de torsión directa

Se somete una muestra de 250 mm. de longitud girando uno de sus extremos a 35 r.p.m. El alambión deberá romperse no antes de las 40 vueltas.

2.3.6.5 Ensayo de torsión RTF (return to failure)

Se torsiona una muestra de alambre de 250 mm de longitud girándola a 35 r.p.m. en un sentido 25 vueltas y luego se gira en sentido contrario hasta la rotura.

No deberá romperse la muestra antes de las 20 vueltas en sentido contrario.

2.3.6.6 Ensayo de torsión 10 x 10

Consiste en someter una muestra de 250 mm de longitud a torsión girando 10 vueltas en un sentido y 10 vueltas en sentido contrario.

Se deberá verificar visualmente que la muestra final no presente grietas o fisuras de ningún tipo.

2.3.7 Acabado Superficial

Se debe hacer una inspección visual del alambre para verificar que esté brillante y libre de asperezas, escamas, fisuras, incrustaciones metálicas o de óxidos, overfill, etc.

2.4 CONDICIONES DE ACEPTACIÓN DEL ALAMBRÓN DE COBRE PRODUCIDO EN COBRECON S.A.

Sobre la base de las normas anteriormente descritas y en acuerdo con los clientes se tiene establecido el criterio que califica al alambre producido por tipos de calidad que predestinan su uso. Así tenemos:

Alambre tipo 1: Es el de más alta calidad y puede ser usado para fabricar cables muy finos y cables esmaltados.

Alambre tipo 2⁺: Para ser usado en la fabricación de cables finos y telefónicos.

Alambre tipo 2: para ser usado en la fabricación de cables medianos.

Alambre tipo 3: para cables gruesos.

Alambre rechazado: Para reprocesar, fundiéndolos nuevamente.

En la tabla 1 se muestra las condiciones de aceptación del alambre por tipos que se producen en Cobrecon S.A.

COBRECON S.A.

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO \ TIPO	1	2+	2	3	RECHAZO
OXIGENO (ppm)	180 - 400	180 - 450	150 - 450	150 - 550	<150 ó >550
TORSION 25 X 20	>=20	>=15	>=10	<10	-
TORSION 10 X 10	1	1	2	3	4
TORSION DIRECTA	>=40	>=40	>=40	>=40	<40
ASPECTO SUPERFICIAL	1	1.5	2	3	4
OXIDO (angstrom)	<=500	<=700	<=700	<=1 000	>1 000
DIAMETRO (mm)	8,00 +/- 0,38	8,00 +/- 0,38	8,00 +/- 0,38	8,00 +/- 0,38	<7,62 ó >8,38
OVALIDAD (mm)	<=0,55	<=0,55	<=0,55	<=0,55	>0,55

Tabla 1: Condiciones de Aceptación del Alambre de Cobre de 8 mm de Diámetro

CAPITULO 3

TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS

Entre los procesos de fabricación de alambón de cobre que mayormente se aplican en el mundo actual está el método convencional de laminación en caliente y el método de colada continua.

3.1 PROCESO CONVENCIONAL

El método convencional de laminado en caliente para la fabricación de alambón de cobre se ha utilizado por un largo período, antes del advenimiento del método de colada continua.

La materia prima en la producción de alambón de cobre por el método convencional es la barra de cobre para alambre, más conocido con el término "Wire Bar".

El método convencional consiste en calentar los wire bars en un horno rotatorio de atmósfera controlada hasta darle una temperatura apropiada para el trabajo en caliente (alrededor de 930 °C).

Luego la barra calentada pasa por el tren de laminación logrando la reducción de su sección y el alargamiento consiguiente, hasta obtener el alambón de 8 mm de diámetro el cual es enrollado en bobinas de 100 Kg. c/u.

El producto obtenido es alambón negro que contiene una capa superficial de óxido.

El siguiente paso es el decapado ácido para remover el óxido mediante un baño en una solución de ácido sulfúrico al 10% a 80 °C de temperatura por 15 a 30 minutos,

3.2 PROCESO DE COLADA CONTINUA

La materia prima en la producción de alambón de cobre por el método de colada continua es el cátodo de cobre producido a su vez en una refinera.

El proceso comienza con la fusión de los cátodos de cobre para producir el metal líquido, que ingresará al horno de retención el cual regula la alimentación a la máquina de colada.

En la máquina de colada se efectúa la solidificación del cobre líquido y adopción de la forma, el cual se va a transformar en el alambrón de 8 mm de diámetro, mediante laminación posterior.

El diseño de la máquina de colada varía de acuerdo a la tecnología que se adopte, los cuales se presentan a continuación:

3.2.1 Sistema Properzi

El sistema de colada y moldeo consta de una batea con material refractario llamado tundish en cuyo fondo, regulable electrónica o manualmente se descarga el cobre líquido hacia la rueda de colada, de donde emerge una barra continua de 1 500 a 2 500 mm² de sección, bajo la acción de un sistema de enfriamiento controlado.

En la figura 3.1 se muestra el sistema de colada tipo Properzi.

3.2.2 Sistema Southwire S.C.R.

El equipamiento principal del sistema Southwire es semejante al sistema Properzi. La máquina de colada tiene rodillos deflectores, para lograr un mayor contacto de la rueda de colar, con la banda metálica.

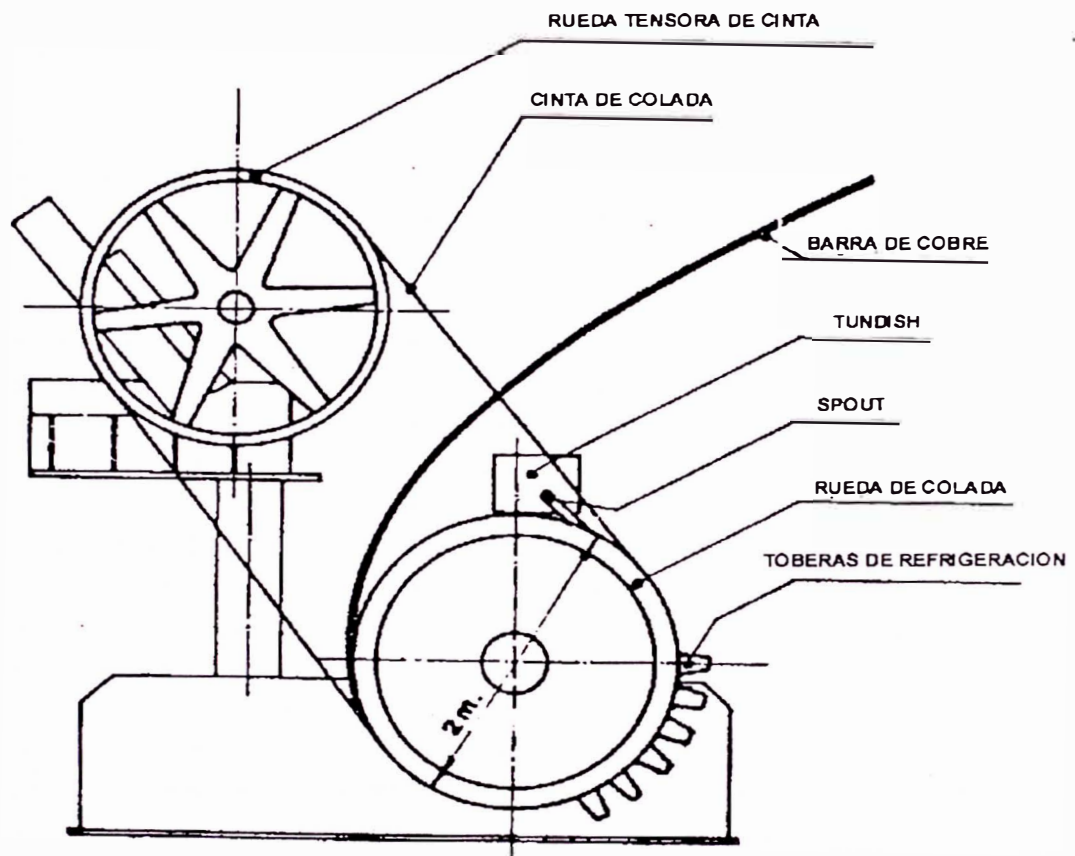


Fig. 3.1 Sistema Properzi

En la figura 3.2 se muestra el sistema Southwire que será estudiado en detalle en los próximos capítulos.

3.2.3 Sistema Contirod-Hazelett

En el sistema Contirod-Hazelett, la máquina de colar consiste en una mesa de colada con dos bandas metálicas paralelas que actúan como conductor, modelador y solidificador del cobre, mediante un sistema interno de enfriamiento.

El resto del equipo es semejante al equipamiento de los sistemas Properzi y Southwire.

La figura 3.3 muestra el sistema Contirod-Hazelett.

3.2.4 Sistema General Electric Dip Forming

El sistema consiste en hacer pasar un cable guía de cobre, que sirve de alma del alambión, a través de una cámara de vacío y seguidamente por el interior del crisol de retención de cobre líquido.

El alambión se obtiene, cuando el cable guía en su rápido pase ascendente, recibe el baño de cobre líquido contenido en el crisol de retención. El cobre al fusionarse al cable-guía comienza a solidificarse, obteniéndose el alambión. Luego mediante un

sistema de accionamiento motriz se conduce el alambrón hacia el tren de laminación.

Este sistema, mostrado en la figura 3.4, se aplica para la colada continua de cobre libre de oxígeno (oxygen-free copper) y el alambrón obtenido con este sistema se utiliza para la fabricación de alambre fino y componentes electrónicos.

3.2.5 Sistema de Colada Ascendente (Up-Cast)

El sistema de colada ascendente fue desarrollado en Finlandia, a fines de la década del 60, por la firma Outokumpu-Oy. El sistema consiste en la colada hacia arriba, que se obtiene mediante la inmersión de un dado tubular en posición vertical, en el baño de cobre fundido, efectuando la succión a través del dado y del conducto de enfriamiento. El cobre se solidifica aceleradamente, durante su pase por el conducto enfriador.

1. Removedor de Hollin
(agua a alta presión)
2. Secador del Anillo
(aire comprimido)
3. Aplicador del Hollin del Anillo
(boquilla aire-acetileno)
4. Calentador de Cinta
(quemador de gas)
5. Aplicador de Hollin de Cinta
(boquilla aire-acetileno)
6. Removedor de Hollin de Cinta
(viruta de acero)

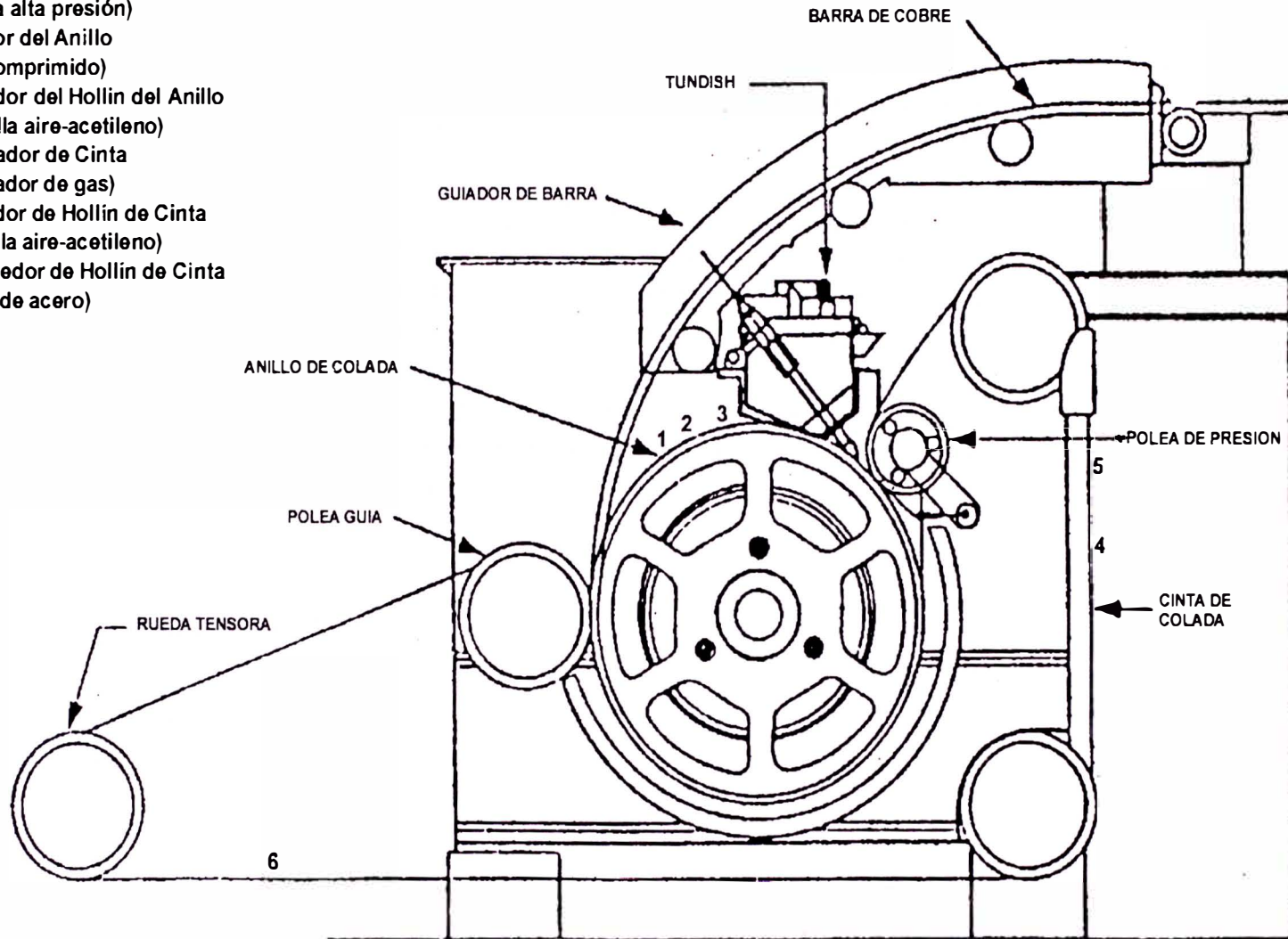


Fig. 3.2 Sistema Southwire

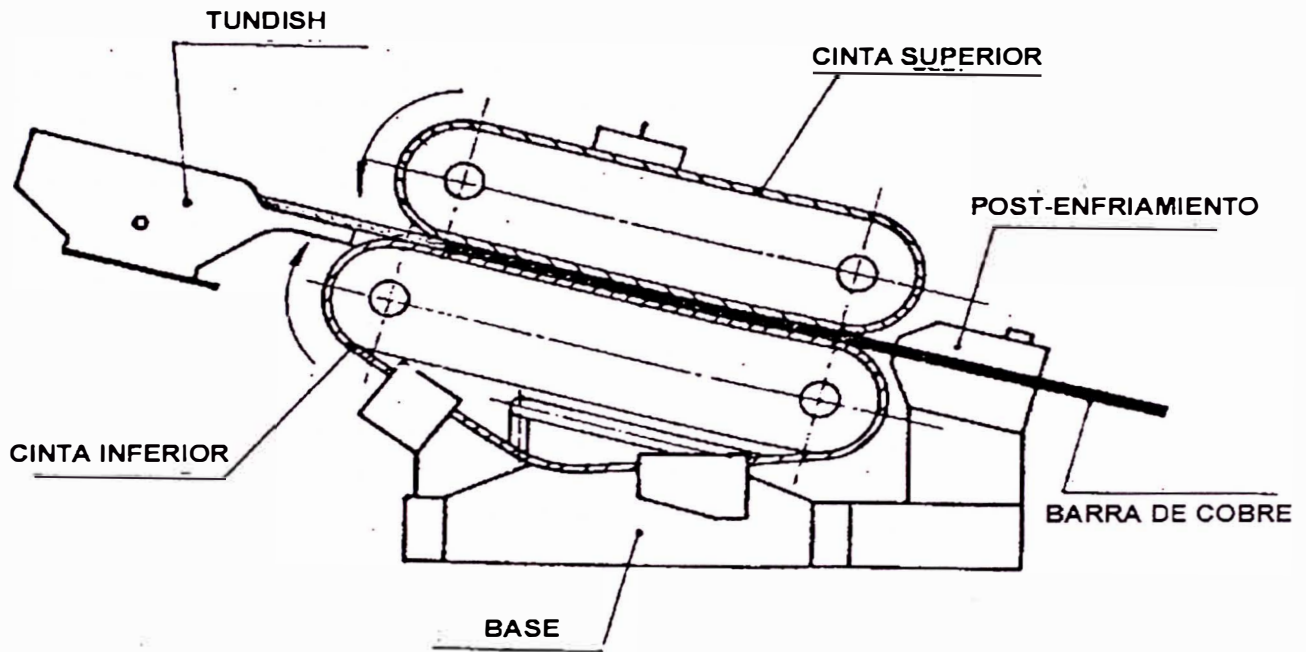


Fig. 3.3 Sistema Contirod Hazelett

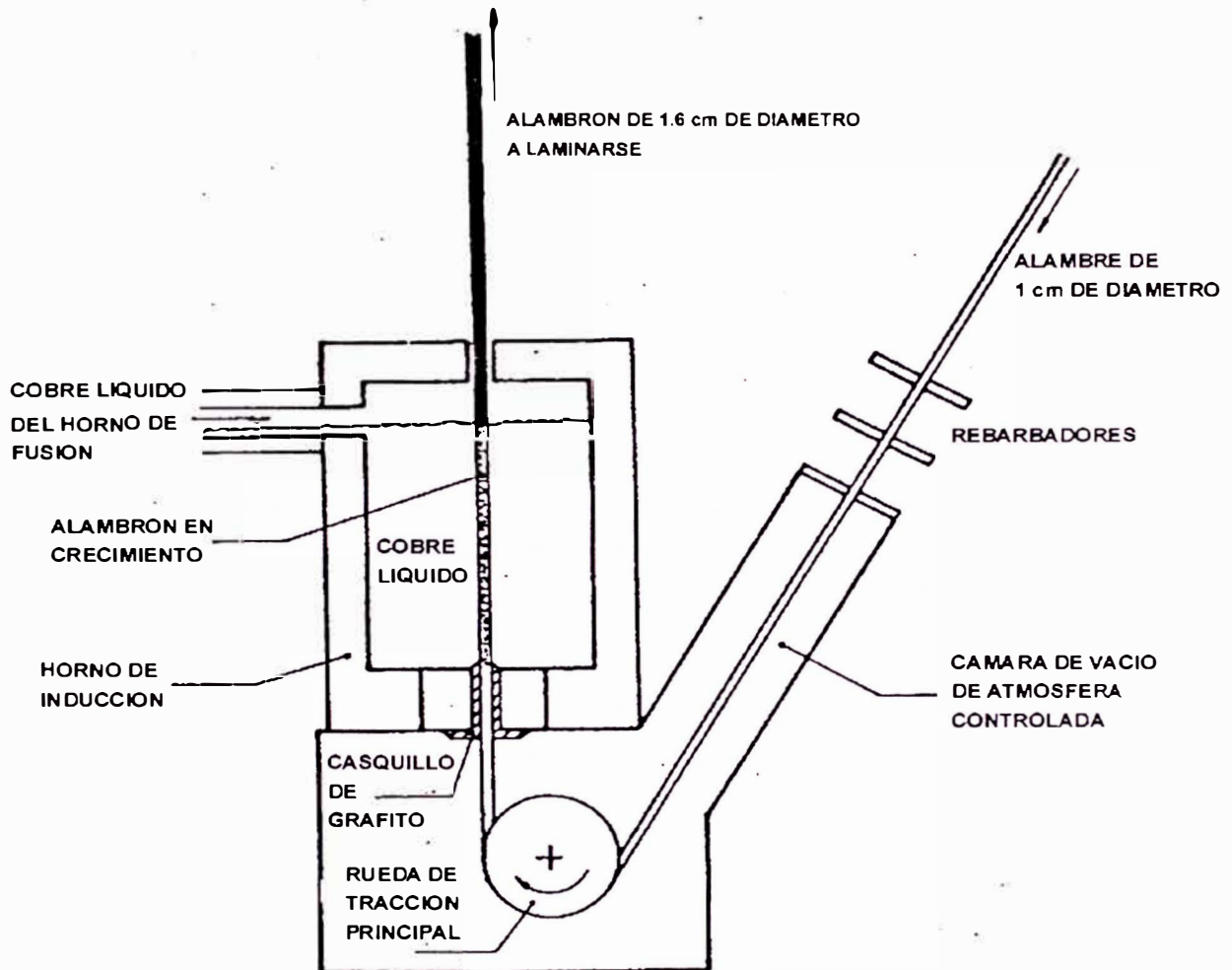


Fig. 3.4 Sistema General Electric Dip Forming

CAPITULO 4

PROCESO TIPO SOUTHWIRE UTILIZADO EN COBRECON S.A.

4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

El sistema Southwire para la fabricación de alambión de cobre conocido también como Southwire Continuous Rod (SCR) es una combinación de operaciones de fundición, colada, laminado, decapado y bobinado, como se muestra en la figura 4.1.

El proceso específico adoptado por la empresa Cobrecon S.A. para la fabricación de 9 toneladas por hora de alambión de cobre de 8mm de diámetro se detalla a continuación:

Los cátodos de cobre son fundidos en forma continua en un horno vertical llamado horno shaft, marca Asarco, y continuamente el metal líquido es transferido a través de una canaleta, llamada canaleta superior, a un horno cilíndrico tipo basculante, llamado horno holding,

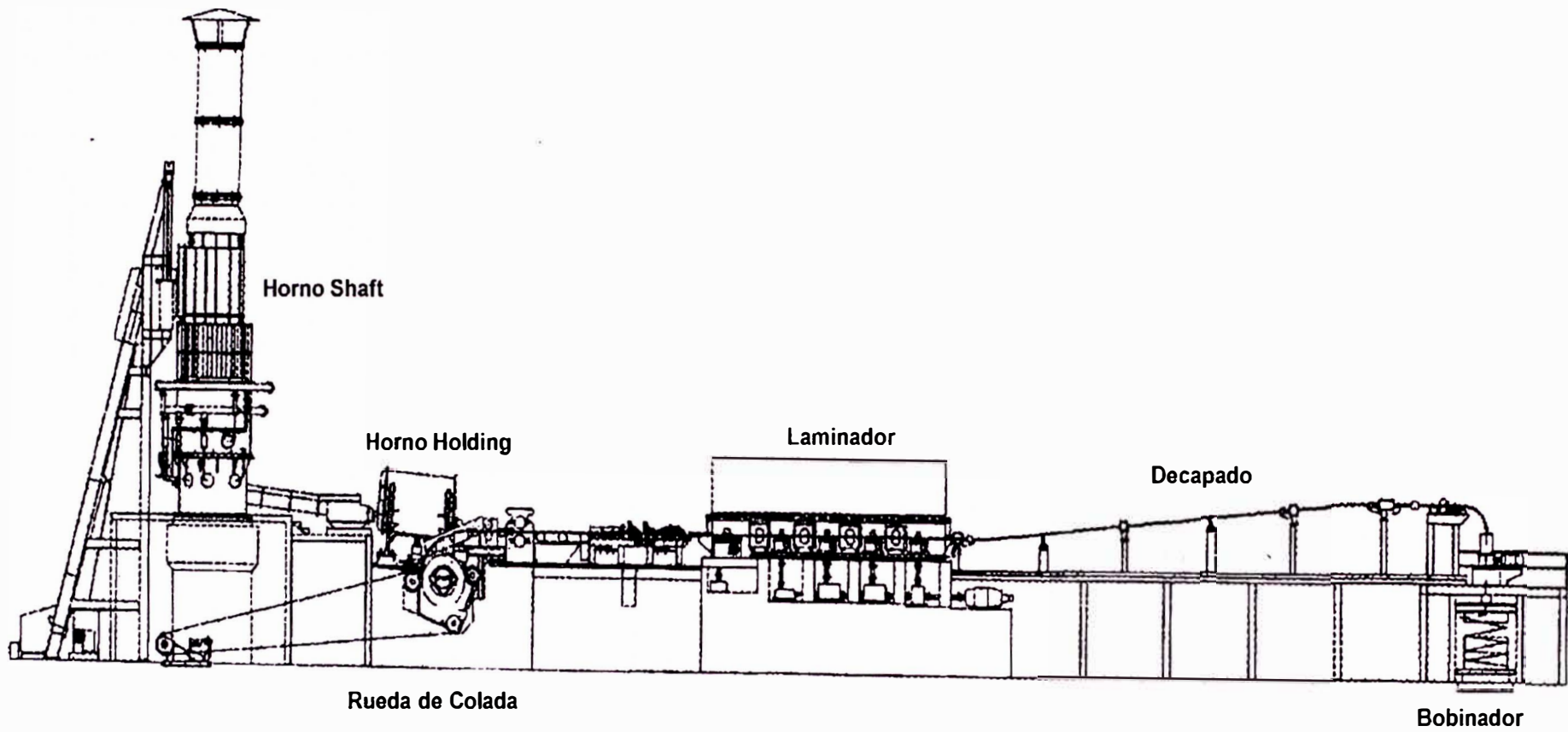


Fig. 4.1 Proceso Tipo Southwire

que tiene una capacidad de almacenamiento de 14 toneladas de cobre líquido. Los hornos y su disposición se muestran en las figuras 4.2 y 4.3.

El horno holding estabiliza el flujo, uniformiza la composición química del metal y su temperatura. El sistema basculante del horno holding permite regular el flujo de cobre que es transferido, a través de una canaleta, llamada canaleta inferior, a una batea llamada tundish de 0,5 toneladas de capacidad, ubicada precisamente encima de la rueda de colada.

El tundish está equipado con un sistema para el control del flujo de cobre líquido en la máquina de colada.

El sistema de colada consiste en un anillo de aleación de cobre montado en una rueda de acero. El anillo tiene en la periferia un canal de forma trapezoidal que forma el molde de colada conjuntamente con una cinta de acero. El molde es enfriado por agua a través de un arreglo estratégico de toberas en los cuatro lados del molde, tres lados formados por el canal del anillo y un lado formado por la cinta. El cobre se va solidificando conforme la rueda va girando. La barra formada que tiene una sección de $1\,583,79\text{ mm}^2$ aproximadamente, abandona la rueda y es guiada al laminador.

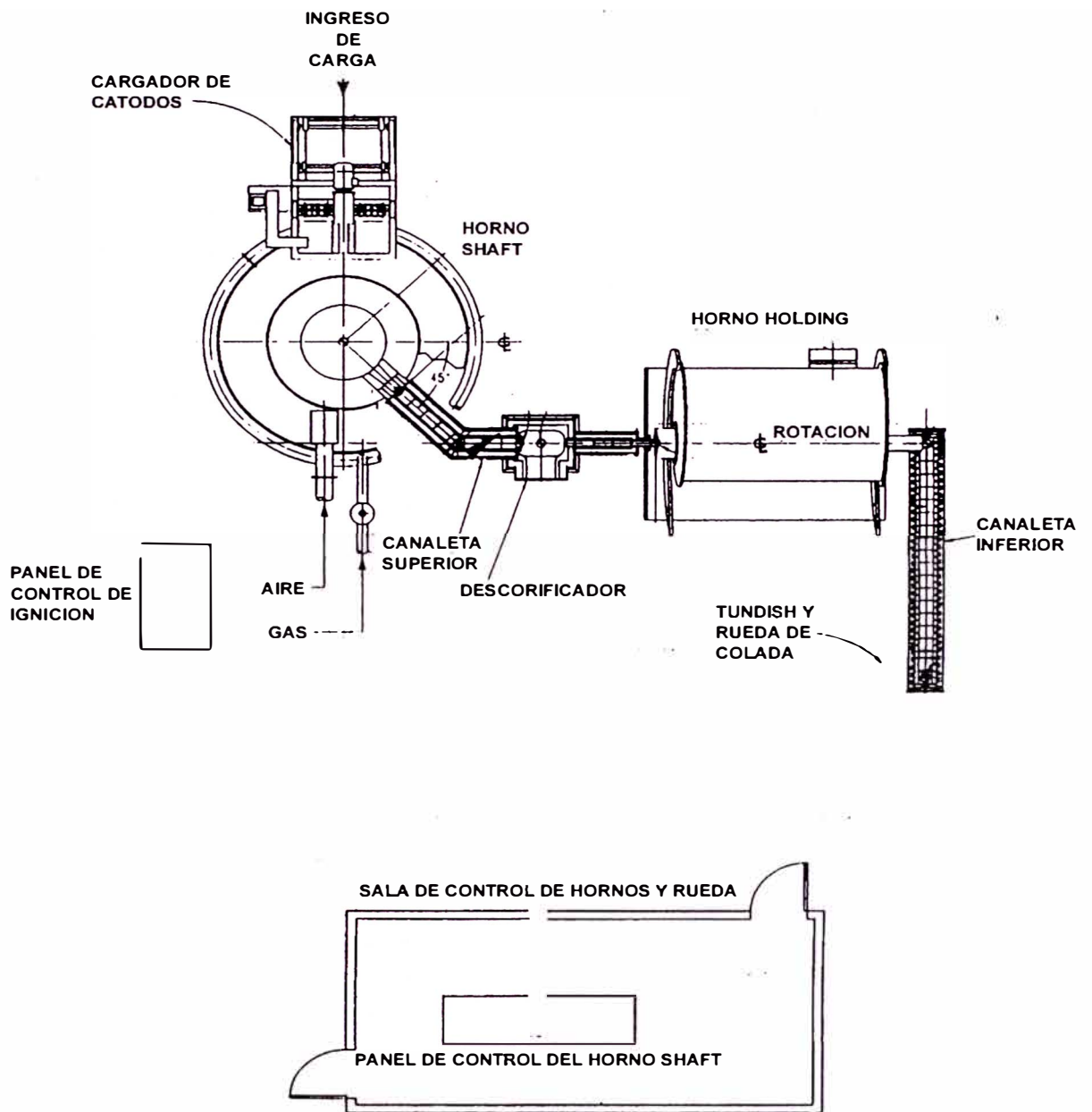


Fig. 4.2 Hornos Shaft y Holding (vista de planta)

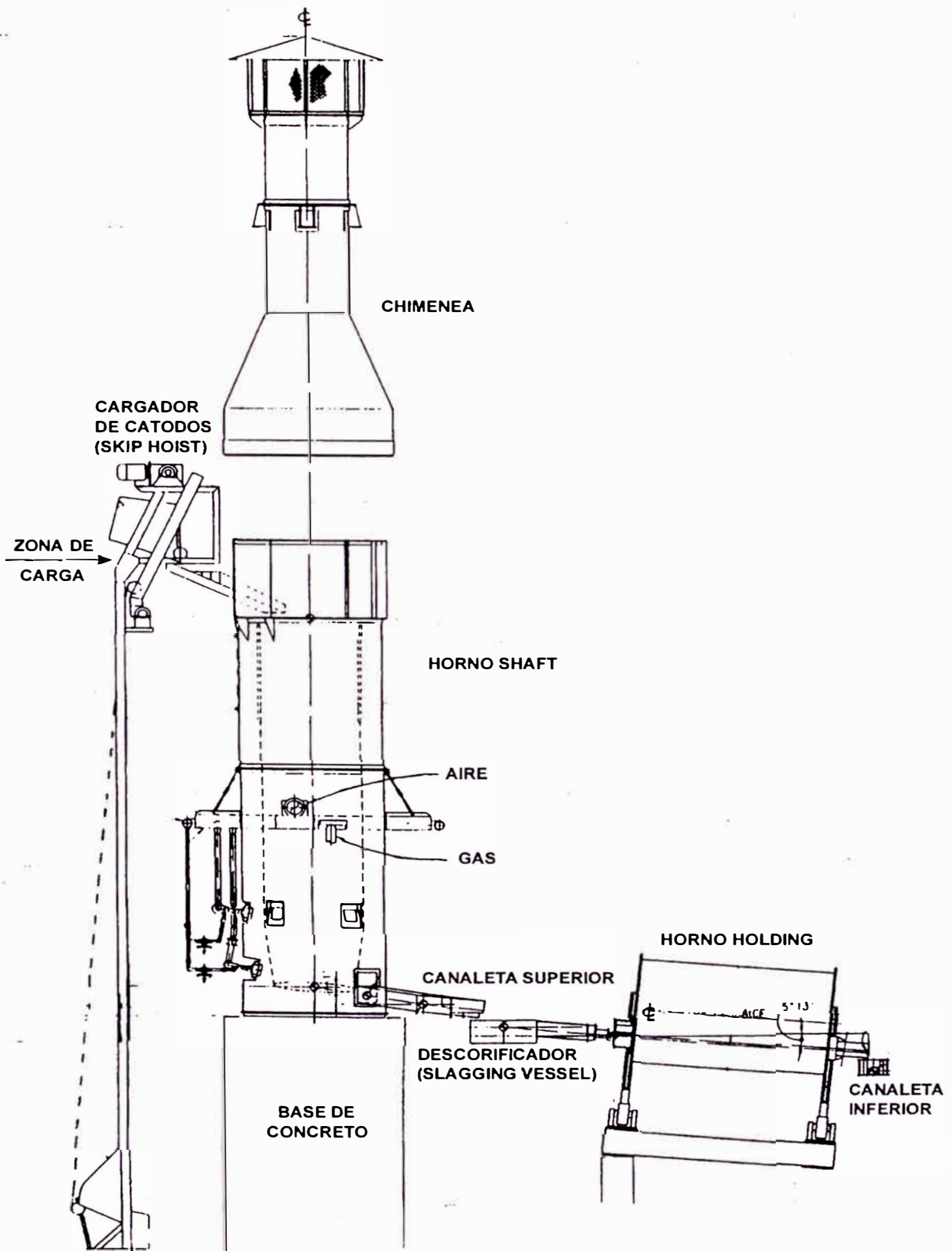


Fig. 4.3 Hornos Shaft y Holding (vista frontal)

Antes de ingresar la barra al laminador ésta pasa a través de una mesa preparadora de barras donde se eliminan las aristas vivas formadas por la unión entre el anillo y la cinta. En la mesa preparadora también se limpia la superficie de la barra.

Luego la barra ingresa al tren de laminación formado por nueve etapas o stands que reducen la barra hasta el tamaño del alambrón. Los stands de laminación son parejas de rodillos, dispuestos en forma alternada horizontal y verticalmente, cuyos canales o perfiles de laminación en conjunción con la velocidad de giro de cada stand permiten una reducción progresiva hasta obtener a la salida del último stand el alambrón en forma redonda de 8 mm de diámetro. Este diseño del laminador permite además que el material no se torsione en su recorrido por el tren de laminación. En la figura 4.4 se muestra el esquema cinemático del laminador y en la figura 4.5 se muestran las deformaciones del material a la salida de cada stand de laminación.

El alambrón sale del laminador a, aproximadamente, 600 °C de temperatura e ingresa al sistema de decapado, en el cual el alambrón está inmerso en una solución orgánica, compuesta por agua y 2 % de alcohol isopropílico, que reduce el óxido superficial del alambrón mediante una conversión del óxido en cobre y a su vez enfría el alambrón hasta la temperatura ambiente, teniendo como resultado un alambrón con brillo y color propio del cobre puro.

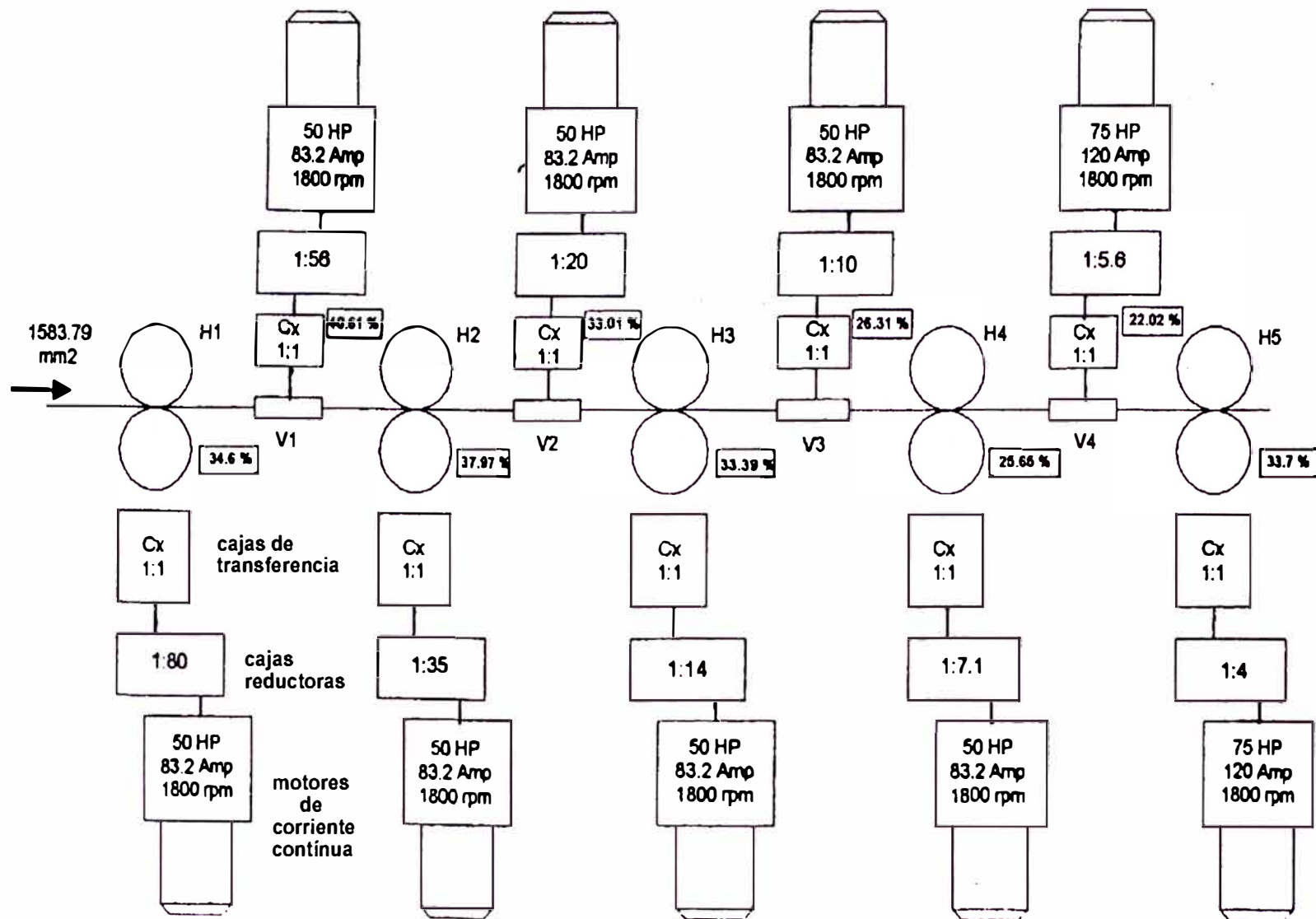
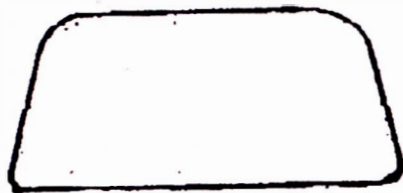


Fig. 4.4 Esquema Cinemático del Laminador



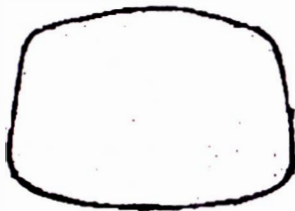
Area de barra: 1583,79 mm²



Area stand 4: 255,77 mm²



Area stand 9: 48,26 mm²



Area stand 1: 1036,47 mm²



Area stand 5: 170,38 mm²



Area stand 6: 125,56 mm²



Area stand 2: 615,55 mm²



Area stand 7: 93,35 mm²



Area stand 3: 381,83 mm²



Area stand 8: 72,79 mm²

Fig. 4.5 Deformación de la Barra en el Laminador

Finalmente el alambión es protegido superficialmente con un baño de cera para retardar la oxidación superficial, antes de pasar al bobinador el cual enrolla el alambión en espiras acomodadas en forma orbital formando bobinas de 4 toneladas de peso. Estas bobinas luego son compactadas, protegidas con plástico, y empacadas en parihuelas de madera.

Equipo Complementario

De manera general el equipo complementario está formado por:

- Sistema de agua, para enfriamiento en rueda y demás procesos.
- Sistema de lubricación.
- Sistema de tratamiento de agua.
- Equipo de manipuleo de cátodos y alambión.
- Equipos de aire comprimido.
- Equipos para subestaciones eléctricas (la potencia máxima contratada es de 717 Kw).
- Tanques de almacenamiento de Gas, agua, aceites lubricantes, emulsión del laminador (para refrigeración de los cilindros de laminación), solución de alcohol (para el decapado), y otros.
- Equipos y herramientas para el mantenimiento.

4.2 REQUERIMIENTO DE PERSONAL

El personal requerido directamente en el proceso productivo, por turno de ocho horas, es el siguiente:

1. Un operario de hornos
2. Un operario de rueda de colada
3. Un operario del laminador
4. Un operario del bobinador y de embalaje
5. Un operario de montacargas
6. Un operario de control de calidad
7. Un mecánico de mantenimiento
8. Un electricista – electrónico de mantenimiento
9. Un refractarista (cubre las necesidades de los tres turnos)
10. Un supervisor

4.3 ANALISIS DE LAS PERDIDAS DE COBRE EN EL PROCESO

Durante el proceso de producción de alambón de cobre se generan algunas pérdidas de cobre, algunas de las cuales se pueden volver a utilizar refundiendo el material en el horno shaft. El material no recuperable se vende como chatarra de cobre.

Las pérdidas son originadas en los siguientes puntos:

- A. Pérdidas originadas por la carga al horno shaft y en la fundición.
- B. Pérdidas por salpicaduras y derrames en el proceso de colada.
- C. Pérdidas originadas en el proceso de laminación, básicamente por remoción del óxido de cobre, formado en la superficie de la barra por los cilindros de laminación y luego conducidos por la emulsión de refrigeración de éstos cilindros para finalmente ser separados por un sistema de filtrado.
- D. Pérdidas por tramos de barra formada al inicio y parada del proceso de laminación. Iniciada la colada y hasta que se estabilicen los parámetros de producción en este proceso, la barra antes de ingresar a la mesa preparadora y al laminador se corta en tramos mediante una cizalla giratoria.
- E. Pérdidas por formación de viruta. La viruta de cobre se forma al cortar o achaflanar las aristas vivas de la barra en la mesa preparadora de barra.
- F. Pérdidas por alambrón rechazado. Conformado por el alambrón que no cumple las especificaciones técnicas durante el proceso de producción, al iniciar y finalizar éste.

En la figura 4.6 se muestran los tipos de pérdidas de cobre originadas en el proceso de producción, indicando su magnitud en términos de porcentaje del alambrón producido.

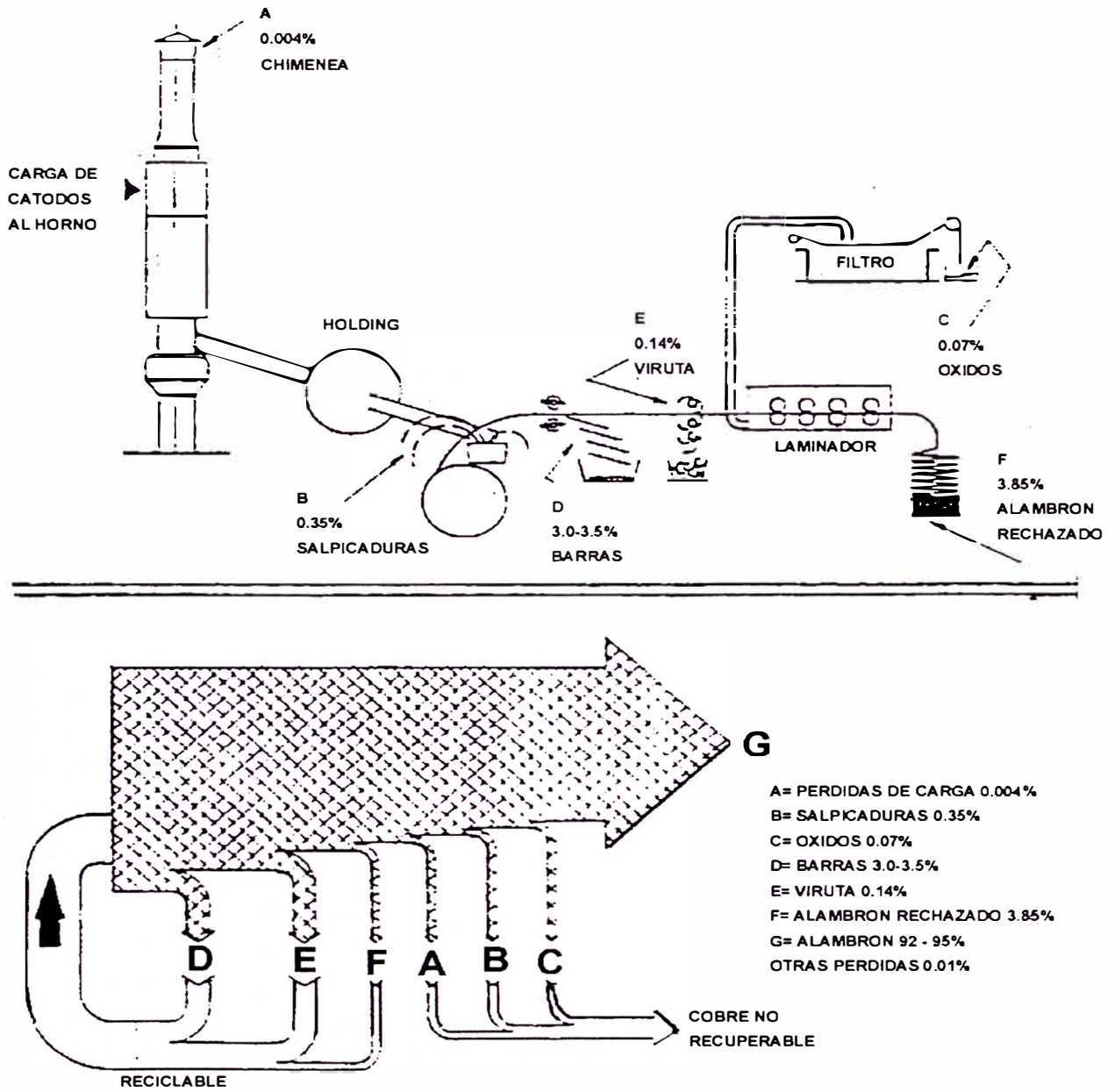


Fig. 4.6 Pérdidas de Cobre en el Proceso

CAPITULO 5

RUEDA DE COLADA

5.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Para que el proceso de colada se pueda realizar en forma adecuada es imprescindible, primero que el cobre líquido que va a ser entregado al molde de colada provenga de una buena operación de fundición de tal manera que el flujo del metal, la temperatura, el contenido de oxígeno y las impurezas estén controladas.

El flujo de metal a fundir se controla ajustando la cantidad de aire y combustible que van a los quemadores.

Este flujo puede variar debido a la disposición y tipo de carga dentro del horno, pero el flujo se estabiliza en el horno holding.

La temperatura se controla ajustando la cantidad de aire y combustible de los quemadores de las canaletas, horno holding y tundish, de tal manera que se pueda mantener una temperatura de cobre líquido entre 30 a 40 °C por encima del punto de fusión del cobre que es de 1 083 °C. La temperatura del metal líquido se mide continuamente en el tundish mediante una termocupla de inmersión y el valor se muestra en un display en el tablero de hornos.

Ocasionalmente se mide la temperatura del líquido en la canaleta superior con una termocupla desechable.

Un excesivo sobrecalentamiento del cobre líquido provocaría una barra de mala calidad a la salida de la rueda de colada, por problemas de solidificación y porosidad en la barra debido a la mayor captación de hidrógeno que tiene el cobre líquido a mayor temperatura.

El contenido de oxígeno se controla ajustando la relación aire-combustible de los quemadores.

Un exceso de aire incrementaría el contenido de oxígeno en el cobre y un exceso de gas contaminaría de hidrógeno y otras impurezas al cobre.

Se debe entregar un cobre líquido para colada con un contenido de oxígeno preferentemente entre 150 a 400 ppm.

Las impurezas en el cobre líquido provienen de tres fuentes:

1. Las impurezas contenidas en los cátodos.

Estas impurezas no variarán apreciablemente, salvo el contenido de oxígeno. Los hornos no están diseñados para poder extraer estas impurezas. Lo que se hace es controlar la calidad de los cátodos que se reciben para la producción de alambrón.

2. Las impurezas contenidas en el gas de combustión.

Hay impurezas contenidas en el gas combustible muy nocivas para el cobre, como son el azufre y el aceite. El combustible utilizado en los hornos es gas propano y se lleva un estricto control de calidad del gas que entrega el proveedor a fin de que la composición química esté de acuerdo a las normas respectivas.

3. Las impurezas contenidas en la escoria.

Las impurezas producto de la escoria se minimizan ya que en la canaleta superior (entre el horno shaft y el horno holding) la escoria es removida en el escoriador por medio de un desnatado. En la canaleta inferior el cobre líquido es limpiado mediante 2 filtros cerámicos de zirconia colocados en serie.

5.2 MECANISMO DE SOLIDIFICACIÓN

Un significativo sub-enfriamiento del cobre líquido, al primer contacto de éste con la pared del molde, resulta en la nucleación de la estructura de grano fino en la corteza de la barra.

Después de la formación de la corteza el gradiente de temperatura disminuye y por lo tanto disminuye también el grado de sub-enfriamiento del metal. Dependiendo de los parámetros del enfriamiento (temperatura del cobre líquido, temperatura del molde, temperatura y cantidad del agua de enfriamiento, etc.) se generará una estructura de grano columnar o equiaxial, como se muestran en las figuras 5.1 y 5.2 respectivamente.

El contenido de oxígeno en el cobre en cantidades de 150 a 400 ppm es beneficioso porque envuelve las impurezas que quizás de otra manera causen fragilidad y baja conductividad.

El oxígeno está presente en el cobre en forma de óxido cuproso (Cu_2O). La alineación de las partículas de Cu_2O en las redes interdendríticas en los resultados de las estructuras según colada, columnar o equiaxial podrían ser planos potenciales de debilidad.



Fig. 5.1 Estructura de Grano Columnar

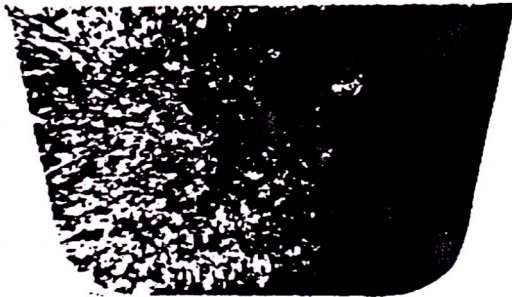


Fig. 5.2 Estructura de Grano Equiaxial

La eliminación de estos planos por dispersión de los óxidos durante la deformación en caliente ocurrida en el proceso de laminación es deseable.

Como un resultado de la distribución de la estructura original según colada las menores diferencias en barras de colada de estructura de granos columnares contra equiaxiales no son más detectables en la microestructura ni en las propiedades físicas del alambrón terminado.

Se puede asumir que el valor de la extracción del calor es esencialmente constante en todo el proceso de colada, aproximadamente en 180° de solidificación y aproximadamente 30° de enfriamiento, como se muestra en la figura 5.3. La barra abandona la rueda de colada con alrededor de 900°C de temperatura.

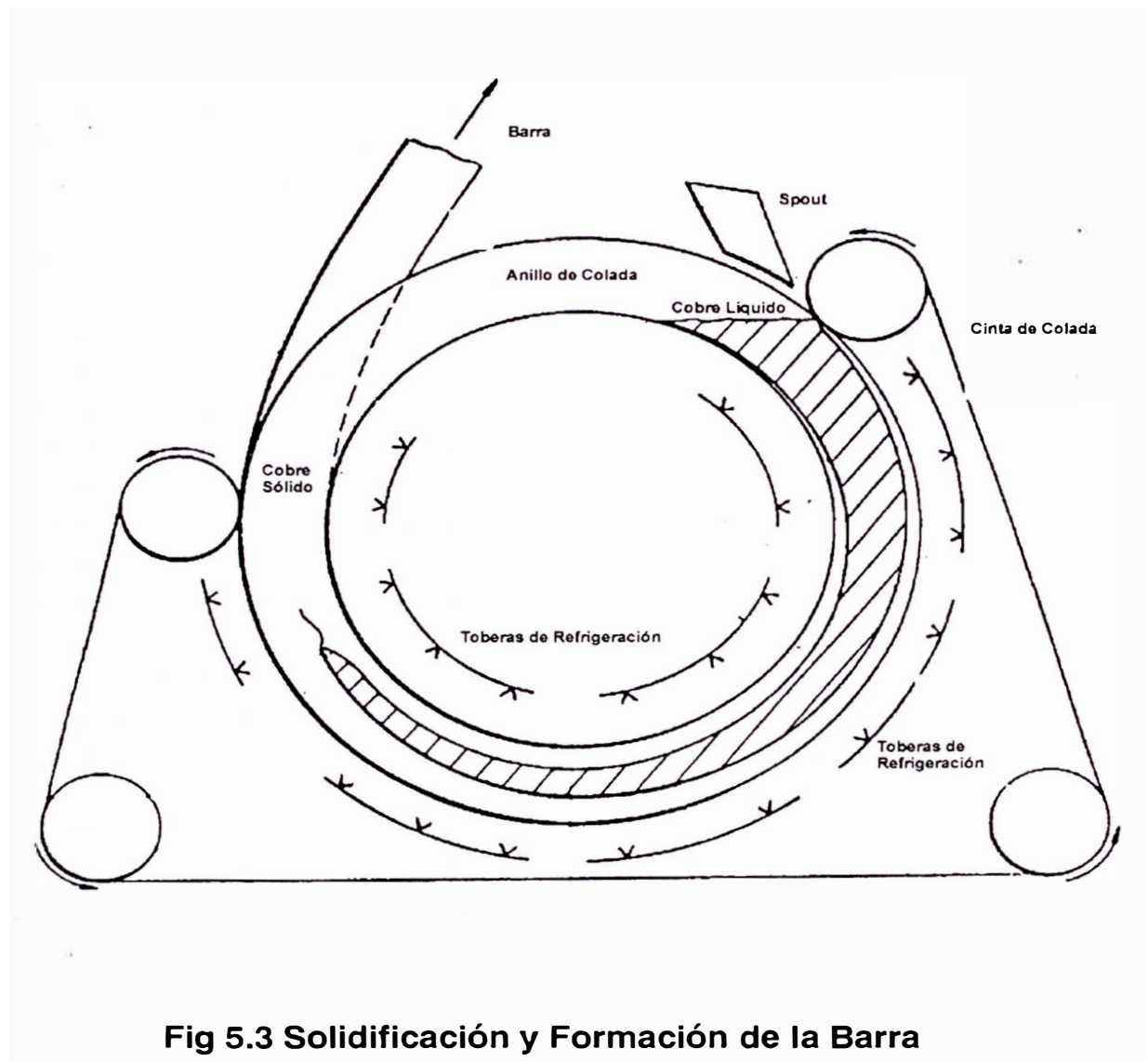


Fig 5.3 Solidificación y Formación de la Barra

5.3 SISTEMA DE CONTROL DEL FLUJO DE COLADA

Uno de los problemas en la operación de la rueda de colada es el control del flujo de cobre líquido en el molde. El nivel de cobre líquido en la rueda llamado pool se debe mantener lo más estable posible. Un exceso de cobre líquido ocasionará derrames de cobre fuera del molde. Un bajo nivel de cobre podría ocasionar una barra hueca provocando una rotura de la barra y como consecuencia de ello una interrupción en la producción.

A continuación se describe el sistema de control implementado en la planta de Cobrecon S.A. el cual se muestra en la figura 5.4.

El sistema regula el flujo del cobre líquido desde el tundish a la rueda de colada, así como también el flujo del metal líquido desde el horno holding al tundish.

El nivel del cobre líquido en el tundish se determina por una celda de carga en el cual se soporta el tundish, mientras que el flujo de cobre depende del ángulo de inclinación del horno holding y se determina por un potenciómetro pendular. La inclinación del horno se realiza con un cilindro hidráulico.

La cantidad de cobre retenida en el horno holding se determina de acuerdo a una fórmula que se encuentra en función al ángulo de inclinación del horno.

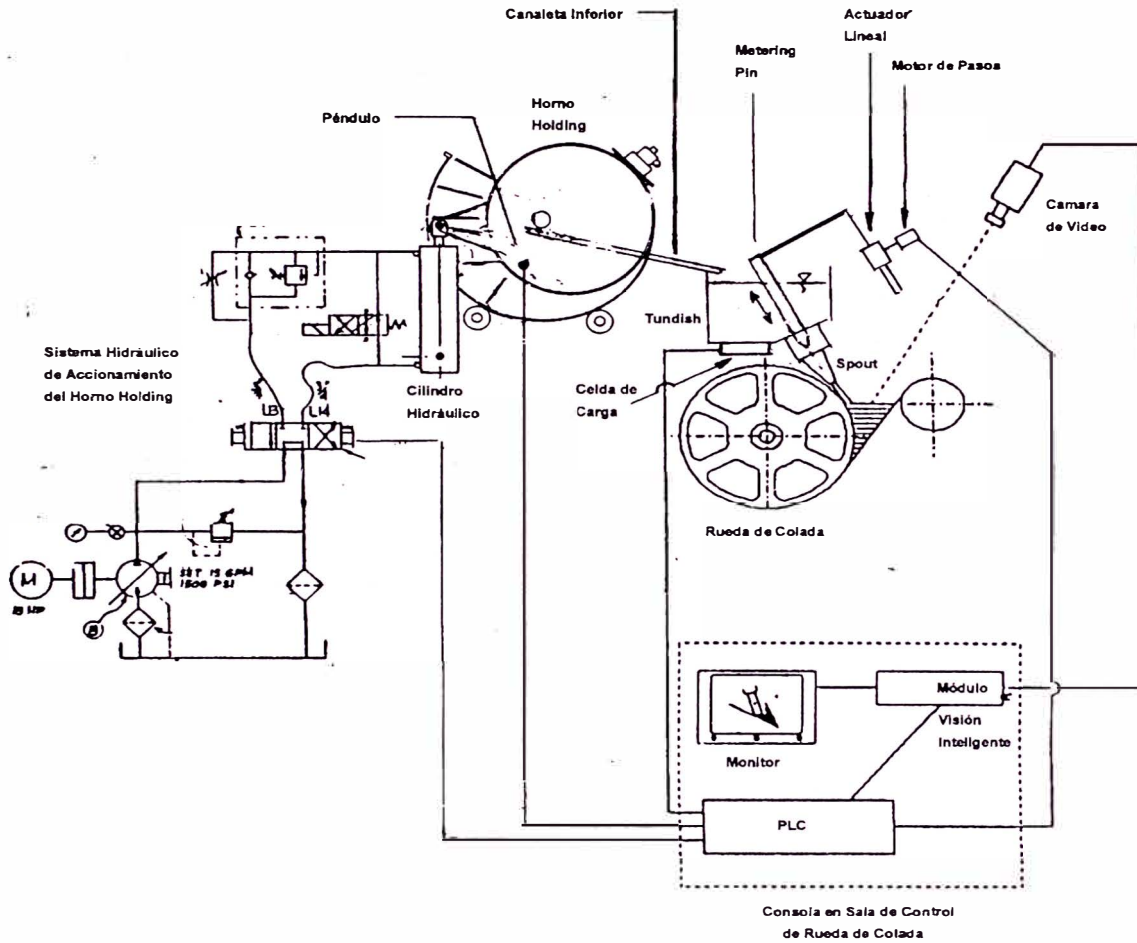


Fig. 5.4 Sistema de Control del Flujo de Colada

El movimiento del vástago del cilindro hidráulico se logra mediante dos electroválvulas que determinan su salida o ingreso. Se dispone además de otra fórmula que relaciona la variación del contenido de cobre en el horno con el desplazamiento del vástago del cilindro.

Para controlar el flujo de cobre, desde el tundish al anillo de colada, el sistema utiliza un monitor con un módulo de visión inteligente, una cámara de vídeo industrial y un controlador programable por computadora (PLC).

La cámara y el monitor monocromático con el módulo de visión inteligente generan una señal del nivel de cobre líquido en la rueda en función de la cantidad de puntos blancos que equivalen al cobre líquido en la zona del pool.

Todas estas señales son recibidas por el controlador programable que ajusta el ángulo de inclinación del horno holding para obtener y mantener el nivel deseado en el tundish.

El controlador también ajusta la posición del vástago de acero llamado metering pin que regula la cantidad de cobre líquido que fluye desde la boquilla cerámica llamada spout hacia la rueda de colada.

El metering pin es manipulado por un actuador lineal accionado por un motor de pasos (step motor).

El sistema automático ha minimizado los derrames de cobre líquido y las pérdidas del nivel del pool como consecuencia de errores del operador.

El sistema permite al operador de la rueda controlar en modo automático o manual el nivel de cobre líquido en el tundish y/o el flujo de cobre en el spout.

En la figura 5.5 se muestra los dispositivos del tablero de control de la rueda de colada.

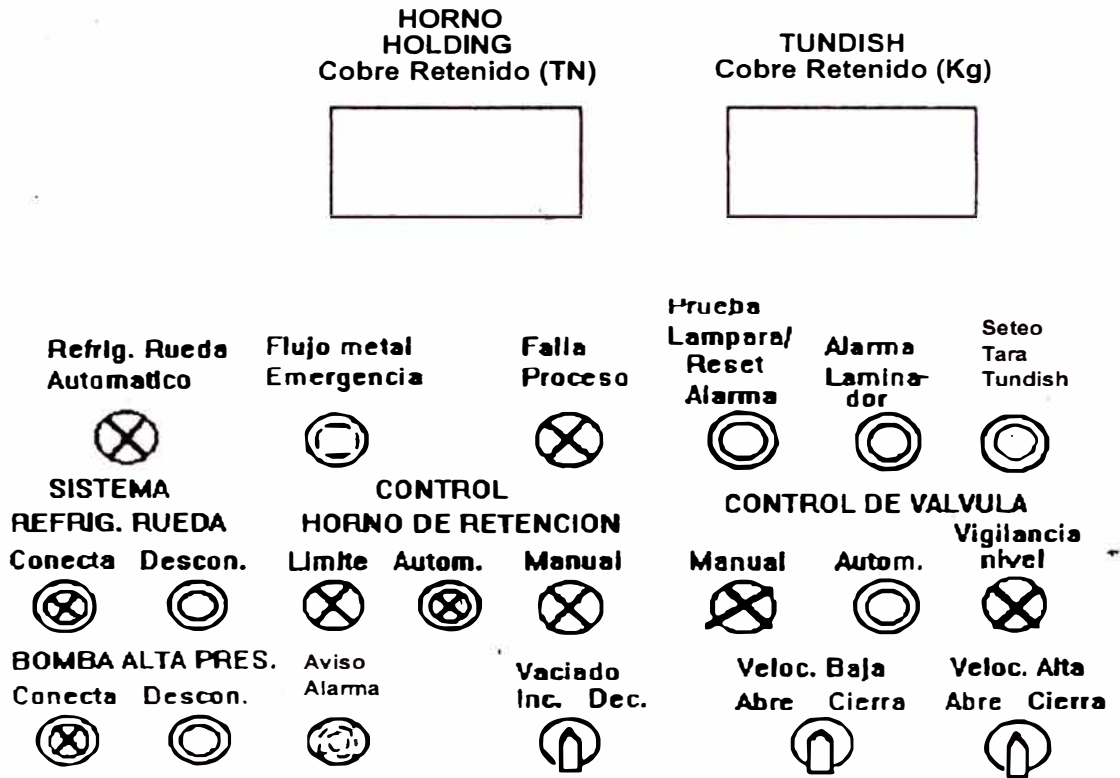


Fig. 5.5 Tablero de Control de Rueda

5.4 COMPONENTES DE RECAMBIO

5.4.1 METERING PIN

El metering pin es el vástago que controla el flujo de cobre líquido por el spout hacia la rueda de colada.

El metering pin utilizado se muestra en el plano 5.1.

5.4.1.1 Materiales utilizados

Se recomienda utilizar el acero AISI 446, laminado en caliente y como una segunda alternativa se podría utilizar el acero AISI 316 que son materiales que trabajan muy bien con el cobre líquido.

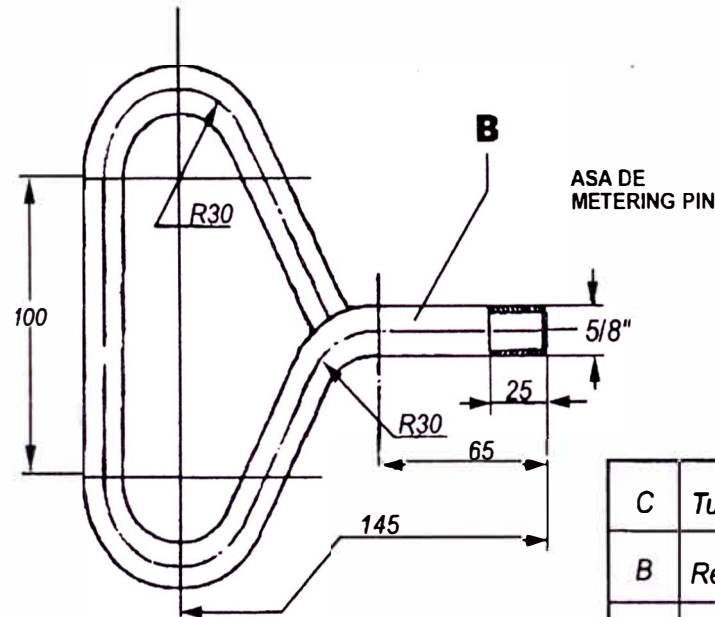
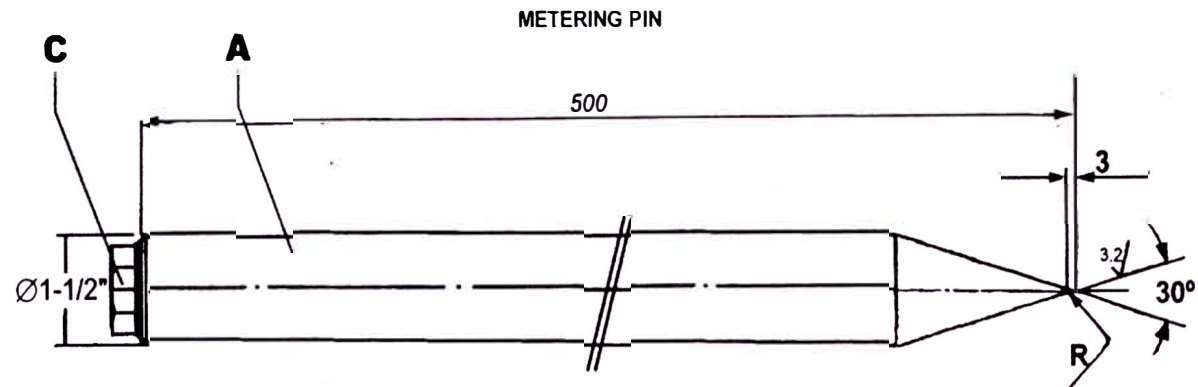
5.4.1.2 Consumo

Se utiliza un metering pin por corrida de producción.

Las corridas de producción se realizan de Lunes a Sábado las 24 horas cada día.

Hasta la fecha no se ha tenido que parar la producción por una falla en este componente.

COBRECON S.A.



C	Tuerca de 5/8"	Fe NEGRO	1
B	Redondo Ø5/8" 450	SAE 1020	1
A	Redondo Ø1-1/2" 500	AISI 446	1

19/05/00

Plano 5.1 Metering Pin

5.4.2 SPOUT

El spout es la boquilla cerámica fijada en la parte inferior del tundish por donde fluye el metal líquido hacia la rueda de colada.

El detalle del spout se muestra en el plano 5.2.

5.4.2.1 Materiales Utilizados

Dentro de una gran variedad de materiales refractarios, los de sílica fundida y los de carburo de silicio son los más utilizados.

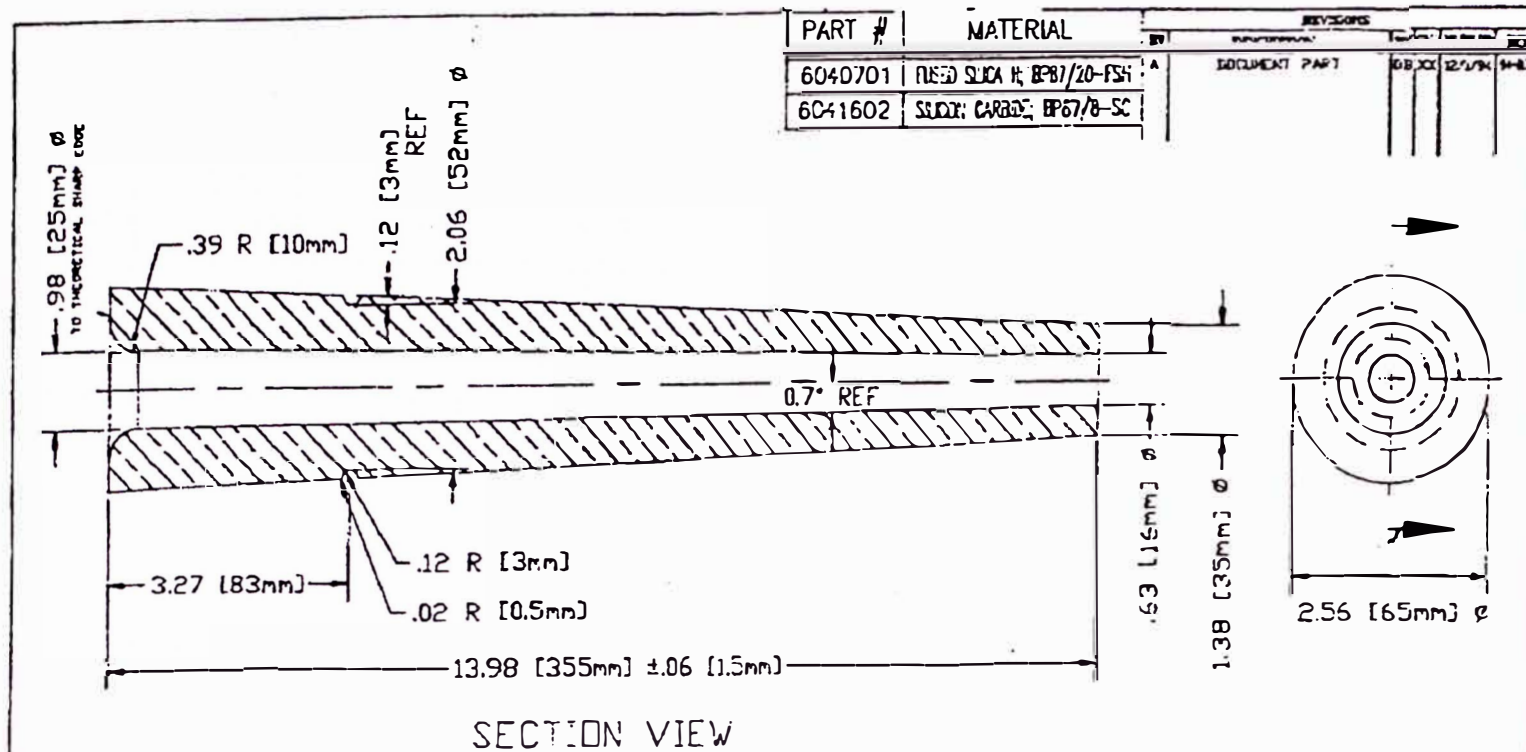
Ambos permiten una buena operación de colada, sin embargo, por precio se utilizan los de sílica fundida.

5.4.2.2 Consumo

Se cambia el spout con cada cambio de tundish y esto ocurre una vez por cada corrida de producción.

5.4.2.3 Calentador del Spout

Para que el spout no se enfríe y como consecuencia no se solidifique cobre en su interior que pueda obstruir el flujo de cobre hacia la rueda, se calienta con un equipo de oxipropano y una boquilla de calentamiento 2290-3H.



PART #	MATERIAL	REV	DESCRIPTION	DATE	BY
6040701	FUSED SILICA R; BP87/20-FSH	A	DOCUMENT PART	08/01/21/94	SH-ER
6041602	SILICON CARBIDE; BP67/8-SC				

SECTION VIEW

NOTES:

1. FINISHED PART TO BE FREE OF VOIDS GREATER THAN 1/16 [1.5mm].
2. ALL CORNERS AND SHARP EDGES BROKEN 0 TO 1/16 [1.5mm].
3. TOLERANCE UNLESS NOTED: ±.03 [1mm]. ANGLES: ±1°

REV	QTY	PART OR	ISSUED DATE	MATERIAL SPECIFICATION
NO.	REQD	DESCRIPTION NO.	OR CLASS	OR STANDARD
BILL OF MATERIALS				
APPROV:	APPROVALS	DATE	BLASCH PRECISION CERAMICS, INC.	
DATE			86 CORDILL ROAD	
			ROCHESTER, N.Y. 14604	
TITLE			C.P.P.E.R.	
			SPOUT	
NOTICE:			QUANTITY	
THIS DOCUMENT AND THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS PROPRIETARY TO BLASCH PRECISION CERAMICS, INC. AND SHALL NOT BE USED, REPRODUCED, COPIED, OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF BLASCH PRECISION CERAMICS, INC. HONOLULU, HI.			6040701	
ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED			SCALE: 3/4	
DRAWN BY			SHEET: 1 OF 1	
CHECKED BY				
DATE				

Plano 5.2 Spout

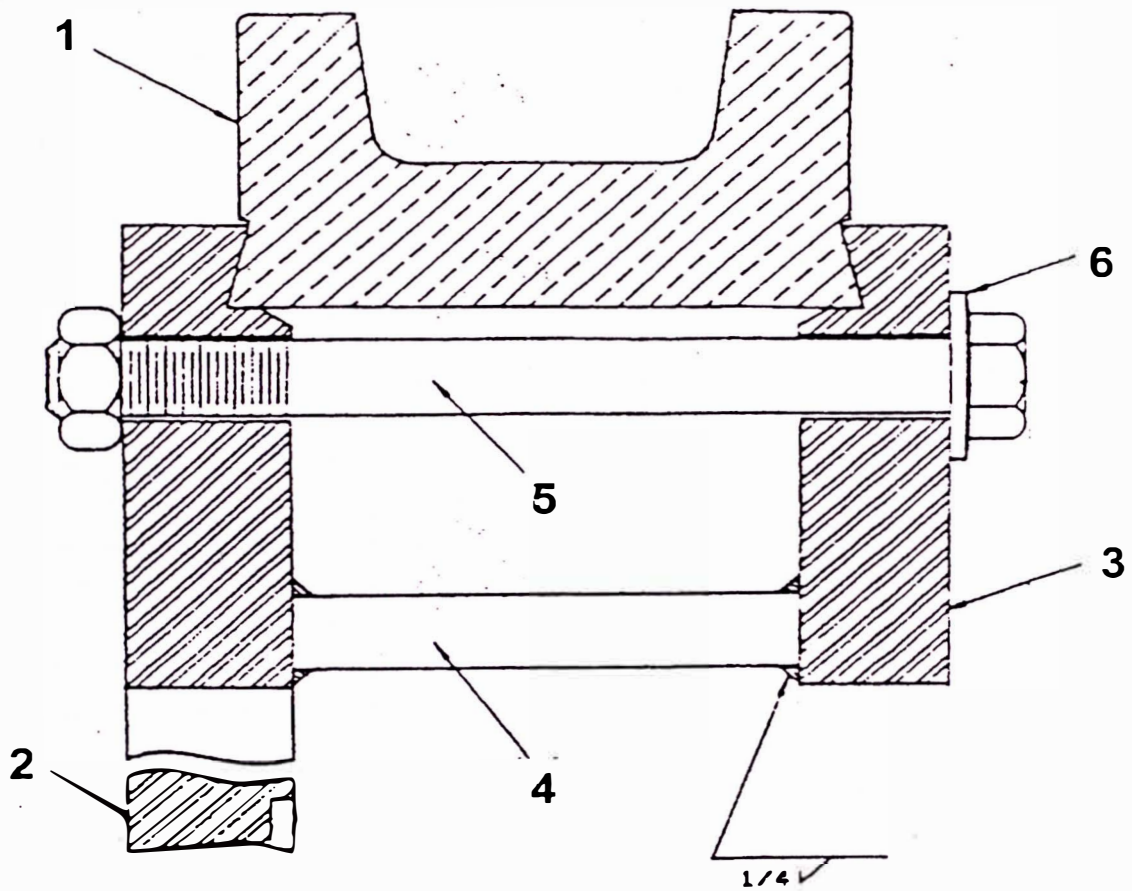
5.4.3 ANILLO DE COLADA

La rueda de colada consta de un anillo de colada montado en una rueda de acero como se muestra en la figura 5.6.

El anillo de colada es la pieza básica respecto de la eficiencia del conjunto. Por este anillo pasa toda la producción y de su funcionamiento depende la calidad del producto final. El anillo se muestra en el plano 5.3 y la rueda de acero (disco 1) y al aro de montaje (disco 2) se muestran en los planos 5.4 y 5.5 respectivamente.

Los anillos de colada tienen una duración limitada pero suficiente como para no significar un componente importante en el costo del producto. Esto es así si se considera que un anillo con un valor de aproximadamente US \$ 14 000 procesa alrededor de 8 500 toneladas, esto es menos de US\$ 2 por tonelada (el costo total por tonelada bordea los US\$ 100).

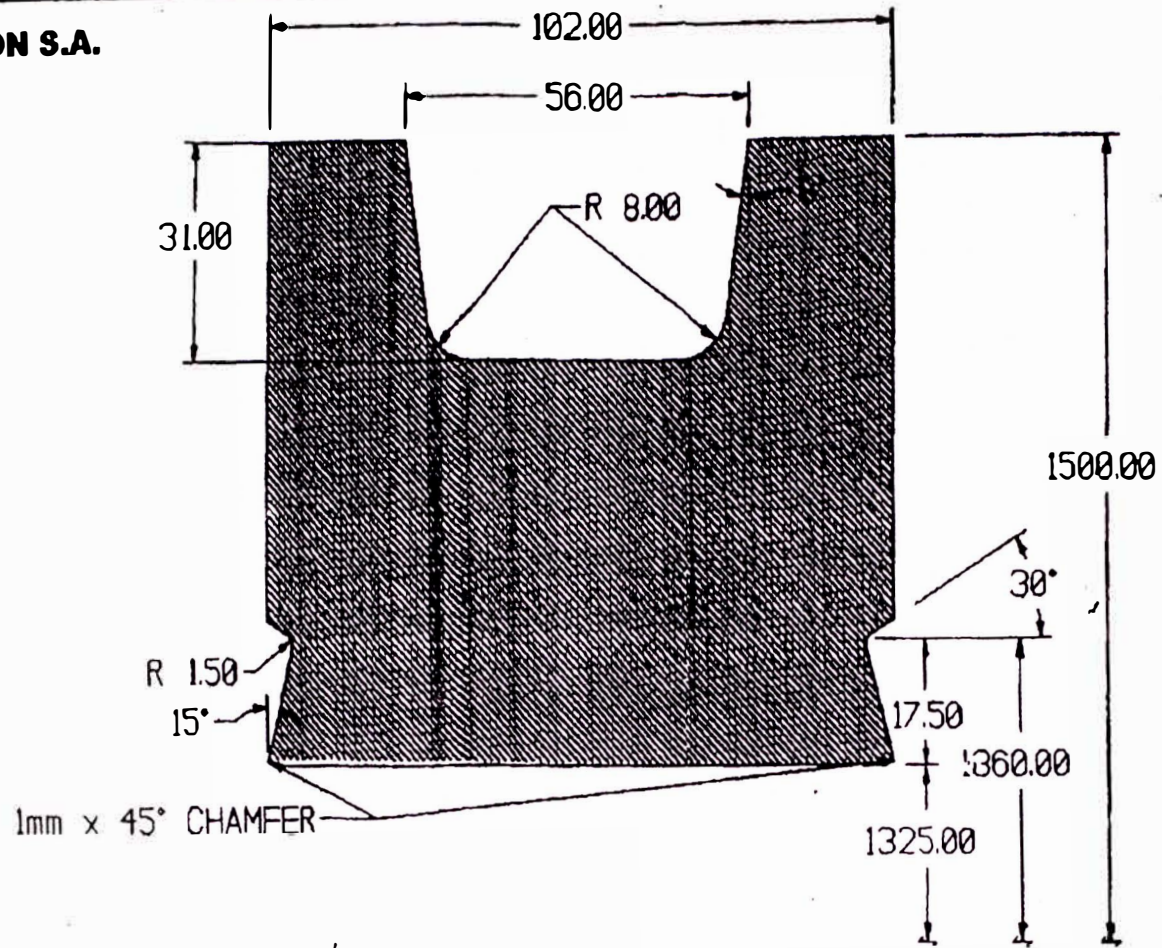
Mucho más importante que el costo mismo es la eficiencia de la pieza como intercambiador de calor, factor este que puede modificar la capacidad global de producción de la planta y obviamente el costo operativo.



1. Anillo de Colada
2. Rueda de Montaje (disco1)
3. Plato de Montaje (disco 2)
4. Barra de acero de 25 mm de dia.
5. Perno Hex. 25mm dia. x 200 mm long.
6. Arandela de Presión

Fig. 5.6 Montaje del Anillo de Colada

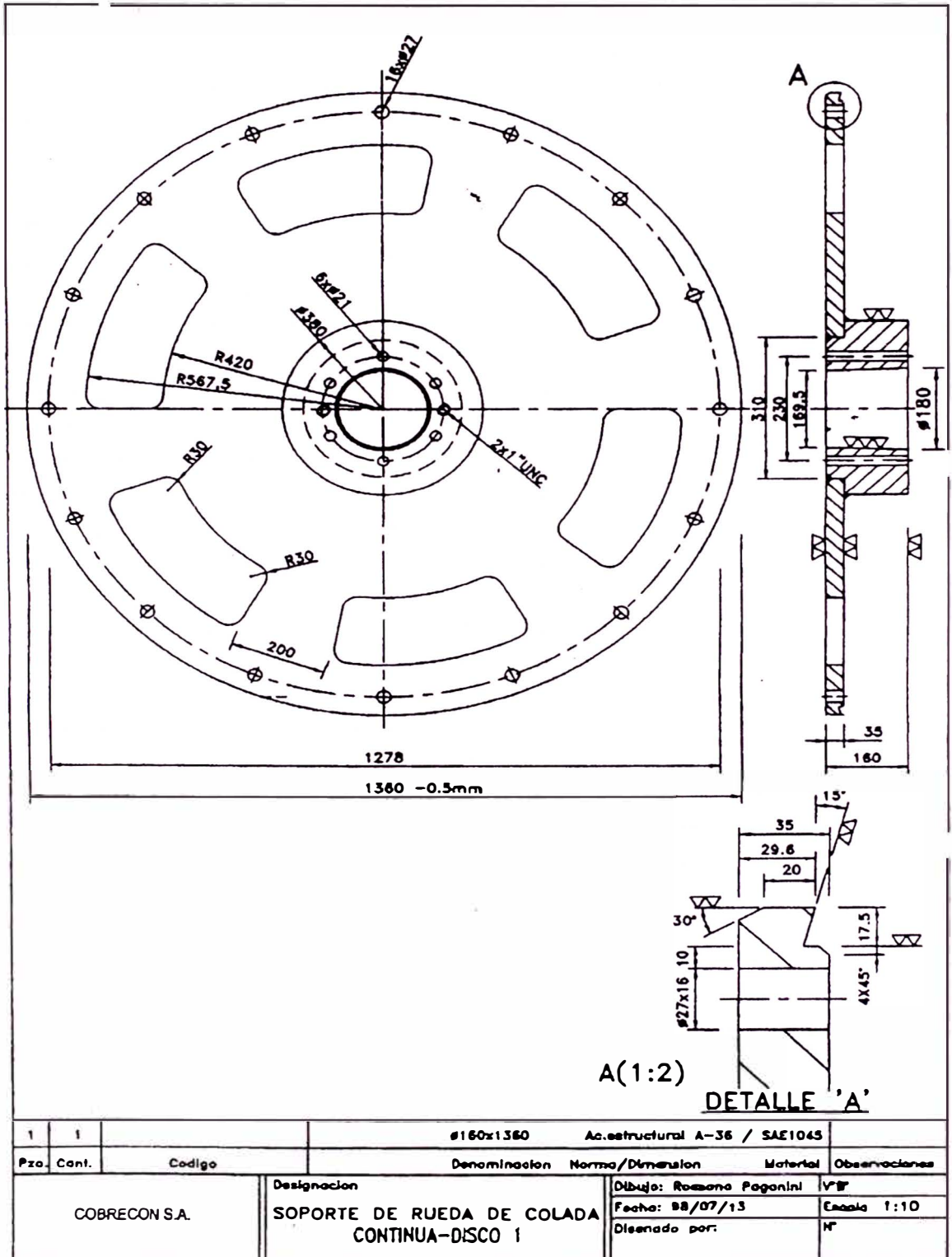
COBRECON S.A.



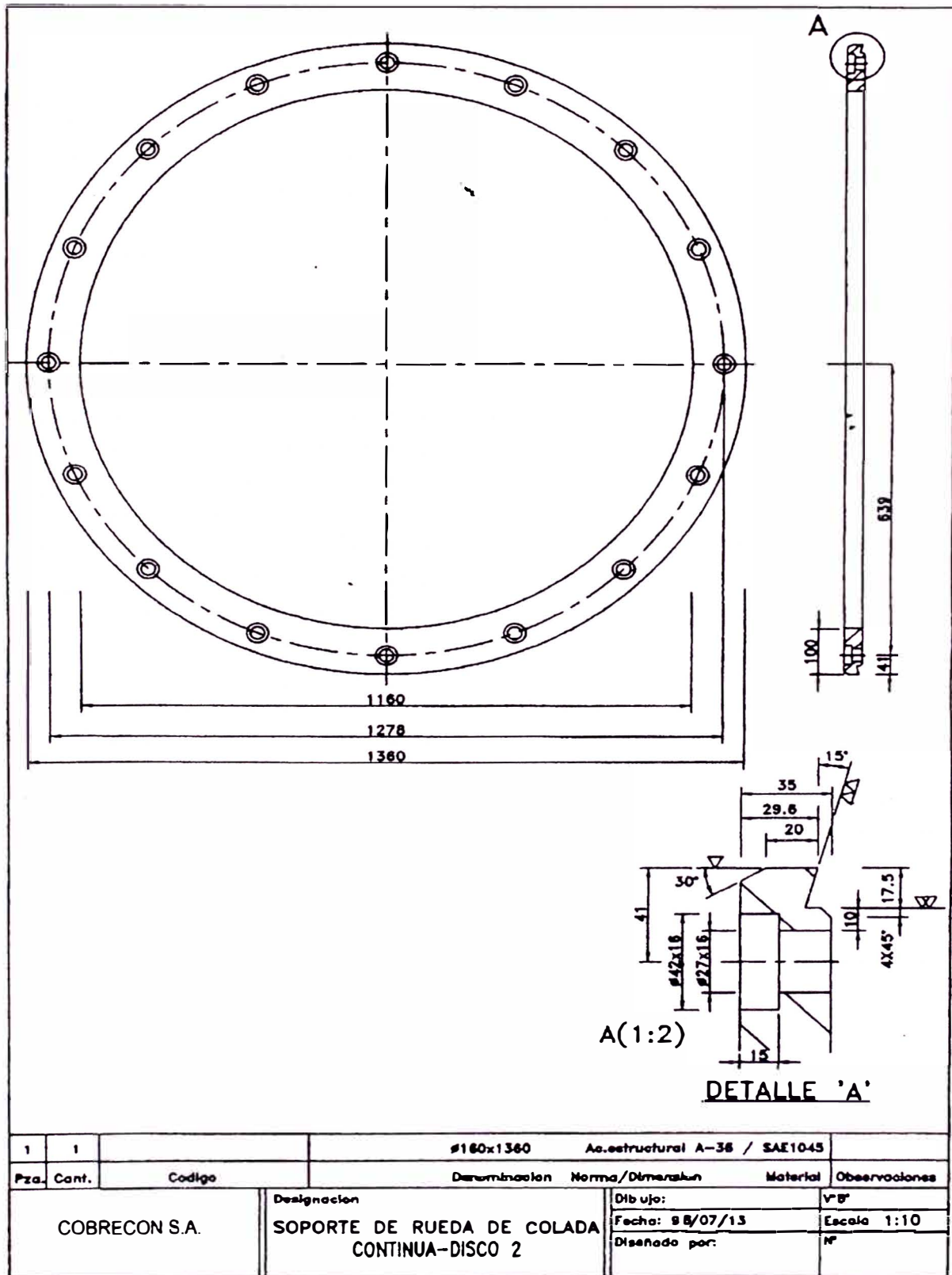
TOLERANCE: $\pm .762 \text{ mm} / \text{O.D., I.D., FACE}$
TOLERANCE: $+.381 \text{ mm} / -.000 \text{ mm}$ GROOVE DEPTH & WIDTH.
ANGLE: $\pm 30^\circ$.
125 RMS ALL OVER.
63 RMS O.D. & GROOVE.

FECHA: 29/10/99

Plano 5.3 Rueda de Colada



Plano 5.4 Rueda de Montaje (disco1)



Plano 5.5 Plato de Montaje (disco 2)

El segundo aspecto de importancia es la estabilidad dimensional de la pieza frente al ciclado térmico al cual se somete en cada vuelta. Este ciclado se da por el calentamiento de la zona de recepción del metal líquido y el sub siguiente enfriamiento por el agua de refrigeración. Con una velocidad de giro de 150 revoluciones por hora aproximadamente resulta que en una jornada normal ocurrirá unos 3 000 ciclos.

Las modificaciones dimensionales, estructurales y de superficie que se producen durante el trabajo al que se ve sometido el anillo, están en relación con factores de varios tipos:

- Aleación utilizada en la fabricación del anillo.
- Diseño del anillo en cuanto a forma interior y exterior, espesores de paredes, tipo de montaje y otros factores mecánicos.
- Diseño de las partes de la máquina en contacto con el anillo, cinta de cierre, ruedas de apoyo, sistema de tensado de la cinta, método de tracción.
- Sistema de enfriamiento y temperatura de colada.
- Tipo de revestimiento o protección empleado en la superficie de colada y forma de aplicación del mismo.
- Control del proceso y posibles accidentes de diverso grado de gravedad que pueden producirse en la operación.

- Calidad del agua de enfriamiento y contaminación de la misma con los productos usados para el revestimiento del anillo, particularmente el hollín.

Todos los factores mencionados tienen efecto sobre la durabilidad del anillo, pero lo que es más importante, sobre la calidad del producto.

Se han utilizado varios tipos de materiales de base cobre para la construcción de los anillos, pero todavía se discute cuál es el mejor diseño y cuál la aleación más conveniente.

En la planta de Cobrecon S.A. se han probado dos de las aleaciones más usadas en los anillos de colada de cobre, que son los de cobre-plata y los de cobre-cromo-zirconio.

Los anillos de cobre-plata fallan por deformación mecánica y se requirieron 4 a 5 rectificadas durante su vida útil para mantener la forma del molde, cada rectificada disminuye el diámetro en 5mm aproximadamente, siendo el diámetro original de 1 500 mm.

Los anillos de cobre-cromo-zirconio son más duros y su deformación es mínima y ocurre después de 1 500 toneladas producidas. Sin embargo en estos anillos es común la aparición

de fisuras en la parte inferior del molde como consecuencia de la fatiga ocasionada por los ciclos térmicos.

Estos anillos son los que actualmente se utilizan y requieren 3 a 4 rectificadas durante su vida útil.

5.4.4 CINTA DE COLADA

La cinta es el componente que completa el molde de colada.

La cinta está sometida, como el anillo de colada, a un ciclado térmico. Los factores que se deben considerar para la durabilidad de la cinta son los siguientes:

- Control del proceso de colada.
- Alineamiento de la cinta en la rueda y en las poleas.
- Revestimiento protector aplicado.
- Material utilizado
- Dimensiones de la cinta.

La cinta se cambia cuando aparecen rajaduras debido a fatiga de origen mecánico y térmico.

La máxima vida útil de la cinta alcanzada en Cobrecon S.A. es de 42 horas esto es aproximadamente 370 toneladas de alambrón producido.

5.4.4.1 Especificaciones del material

El material más recomendable y el utilizado en la planta de Cobrecon es acero al bajo carbono, laminado en frío y acabado con brillo comercial, cuya composición química es la siguiente:

Carbono: 0,02 % máximo

Manganeso: 0,35 % máximo

Fósforo: 0,04 % máximo

Azufre: 0,05 % máximo

La plasticidad propia de los aceros con bajo contenido de carbono permite que la cinta se amolde y cierre perfectamente el molde con el anillo de colada. Además, la laminación en frío produce un acabado superficial óptimo que se reflejará en la superficie de la barra.

5.4.4.2 Dimensiones

Espesor:	0,08"
Ancho:	4"
Longitud:	34,25 m

La longitud depende de cada instalación, a mayor longitud mayor el tiempo de vida útil por cinta.

En el taller mecánico de la planta se preparan las cintas para colada cortando el material a la longitud deseada y soldando los extremos, para estos empalmes se emplea el proceso TIG de soldadura.

Dependiendo de la longitud de la cinta se puede girar la cinta una vez por cada vuelta de tal manera que ambas caras de la cinta puedan trabajar alternadamente, incrementándose la vida útil de la cinta. La polea tensora tiembla la cinta con una fuerza de 250 Kg. aproximadamente, mediante un pistón neumático accionado manualmente.

Para aumentar la vida útil de la cinta ésta se precalienta antes de ingresar al punto de colada y antes del punto de aplicación del hollín, de tal manera que se pueda mantener una temperatura de cinta de 100 ± 5 °C. Esto se consigue con un quemador de gas propano de 22 355 Kcal/hr.

5.5 APLICADOR DE HOLLÍN

Una capa de hollín se aplica como lubricador y desmoldante en el anillo y la cinta.

El hollín se forma por una llama rica en acetileno aplicada una en el anillo y otra en la cinta, lo más próximo posible al punto del inicio de colada.

Es importante mantener un espesor uniforme de hollín durante cada revolución para mantener estable el régimen de transferencia de calor.

El hollín también ayuda a reducir el choque térmico en el anillo y la cinta. Un excesivo espesor de hollín crea problemas de transferencia de calor causando probablemente fisuras o rajaduras en la barra.

La falta de hollín reduce la vida útil del anillo y la cinta al aumentar el choque térmico al inicio de la colada y dificulta la salida de la barra.

En la figura 5.7 se muestra el esquema del sistema utilizado para la aplicación de hollín tanto del anillo como de la cinta.

1. VALVULA PRINCIPAL DE AIRE
2. REGULADOR DE AIRE
3. MANOMETRO DE AIRE
4. FILTRO PRIMARIO DE AIRE
5. SECADOR DE AIRE
6. DRENAJE DE AGUA
7. FILTRO SECUNDARIO DE AIRE
8. MANOMETRO DE AIRE
9. VALVULA PRINCIPAL DE GAS
10. FILTRO DE ACETILENO
11. MANOMETRO DE ACETILENO
12. VALVULA DE AIRE DE RUEDA
13. VALVULA DE GAS DE RUEDA
14. VALVULA DE AIRE DE CINTA
15. VALVULA DE GAS DE CINTA
16. REGULADOR DE FLUJO AIRE RUEDA
17. REGULADOR DE FLUJO GAS RUEDA

18. REGULADOR DE FLUJO AIRE CINTA
19. REGULADOR DE FLUJO GAS CINTA
20. VALVULA DE AJUSTE DE AIRE RUEDA
21. VALVULA DE AJUSTE DE GAS RUEDA
22. VALVULA DE AJUSTE DE AIRE CINTA
23. VALVULA DE AJUSTE DE GAS CINTA
24. MEDIDOR DE FLUJO DE AIRE RUEDA
25. MEDIDOR DE FLUJO DE GAS RUEDA
26. MEDIDOR DE FLUJO DE AIRE CINTA
27. MEDIDOR DE FLUJO DE GAS CINTA
28. MEZCLADOR AIRE-GAS RUEDA
29. MEZCLADOR AIRE-GAS CINTA
30. BOQUILLA DE RUEDA
31. BOQUILLA DE CINTA

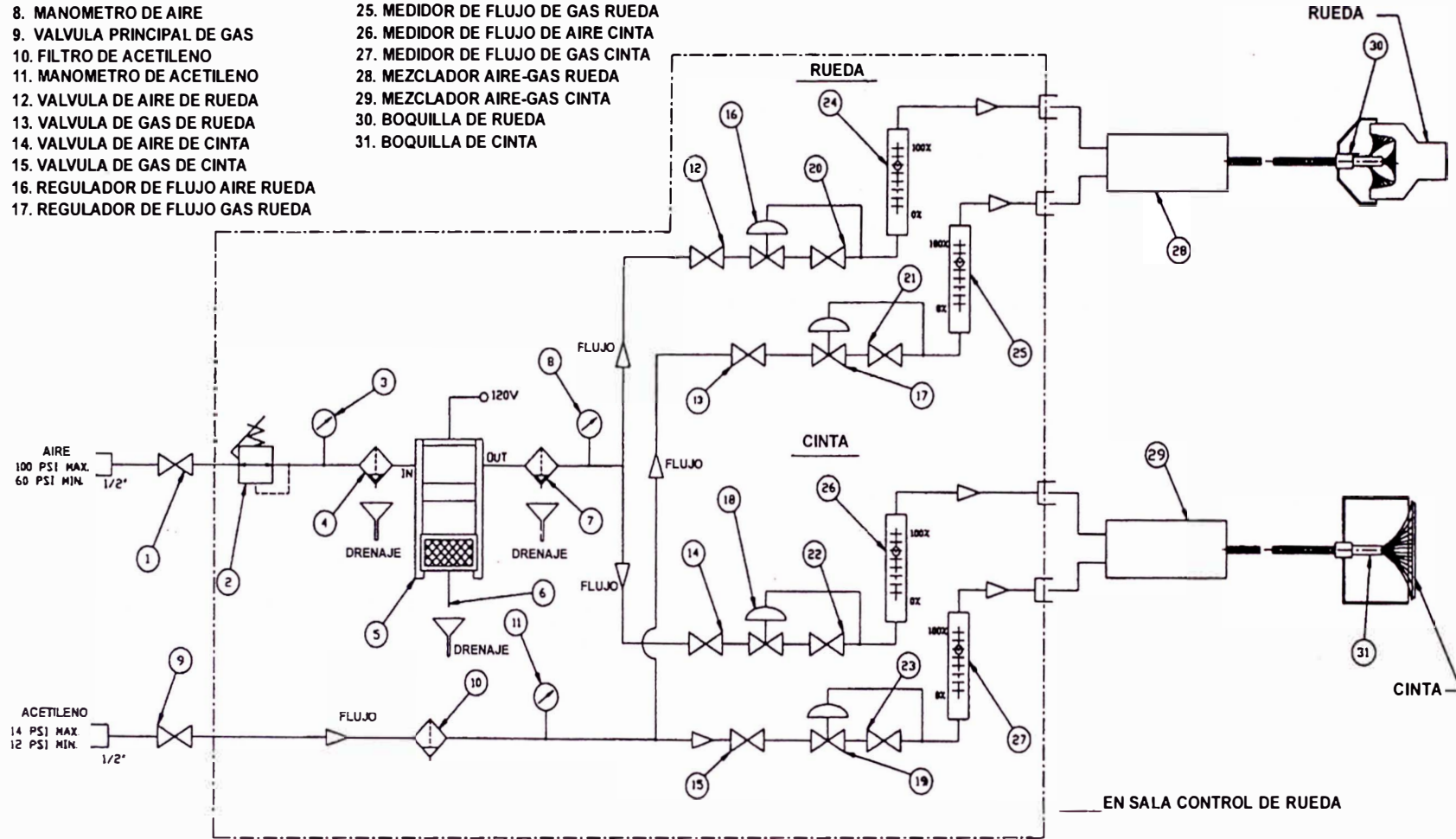


Fig. 5.7 Sistema para la Aplicación de Hollín

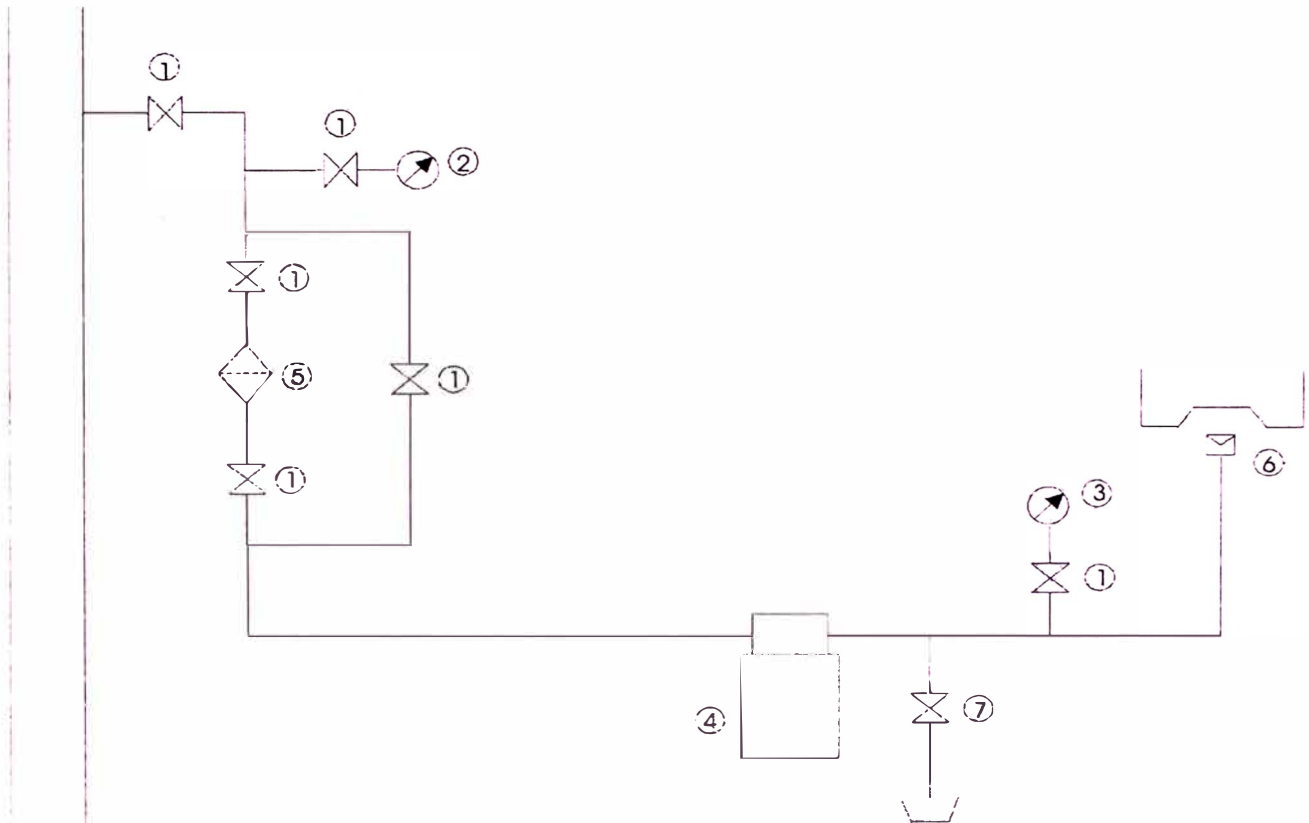
El espesor de hollín se controla removiendo el excedente que queda después de cada vuelta en el anillo por la aplicación, mediante una tobera, de agua a alta presión, la presión aplicada varía de 500 a 1 500 psi.

La tobera se ubica lo más próximo posible al punto donde la barra abandona el anillo y antes del punto donde se aplica el hollín.

Es importante que el anillo llegue completamente seco al aplicador de hollín para evitar la formación de vapor en el interior del molde durante la colada. Para evitar esto, inmediatamente después de la tobera de agua a alta presión se seca el anillo, mediante una tobera de aire a presión, la presión de aire esta regulada a 40 psi.

En la figura 5.8 se muestra el sistema utilizado para la remoción del hollín.

El hollín excedente de la cinta se elimina presionando una esponja de viruta de acero en cada cara de trabajo.



Línea de agua blanda a planta

1. Válvula de bola de 1/2"
2. Manómetro de 0-100 psi
3. Manómetro de 0-3000 psi
4. Bomba de alta presión:
5 HP de potencia
2.4 GPM a 3000 psi
5. Filtro de agua de 25 micras
6. Tobera de alta presión:
Angulo de pulverización: 25°
Capacidad: 6.4 l/min a 3000 psi
7. Válvula de aguja de alta presión

Fig. 5.8 Sistema Removedor de Hollín del Anillo de Colada

5.6 SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN

El sistema de agua de refrigeración consiste en varios manifolds, estratégicamente ubicados, en cada uno de los cuales van montadas varias toberas de aplicación de agua.

Cada uno de estos manifolds se controla separadamente para ajustar el caudal de agua y las presiones en las toberas.

La temperatura de la barra es continuamente controlada en un punto próximo a la entrada del laminador. Se controla la refrigeración de tal manera que pueda mantener una temperatura de barra de 885 ± 5 °C. Este ajuste individual de los manifolds de refrigeración posibilita tener una buena calidad de barra y a su vez un óptimo tiempo de vida del anillo y la cinta.

La temperatura del anillo y la cinta debe mantenerse en 100 ± 5 °C.

Un aspecto importante que influye en una buena refrigeración es también la calidad del agua.

El agua debe ser ablandada para prevenir la formación de depósitos de carbonato de calcio (CaCO_3) en el anillo.

Estos depósitos son muy perjudiciales para la calidad de la barra y para la vida útil del anillo debido a su pobre conductividad térmica en

comparación con el anillo que es prácticamente igual a la del cobre, afectando sensiblemente la extracción de calor.

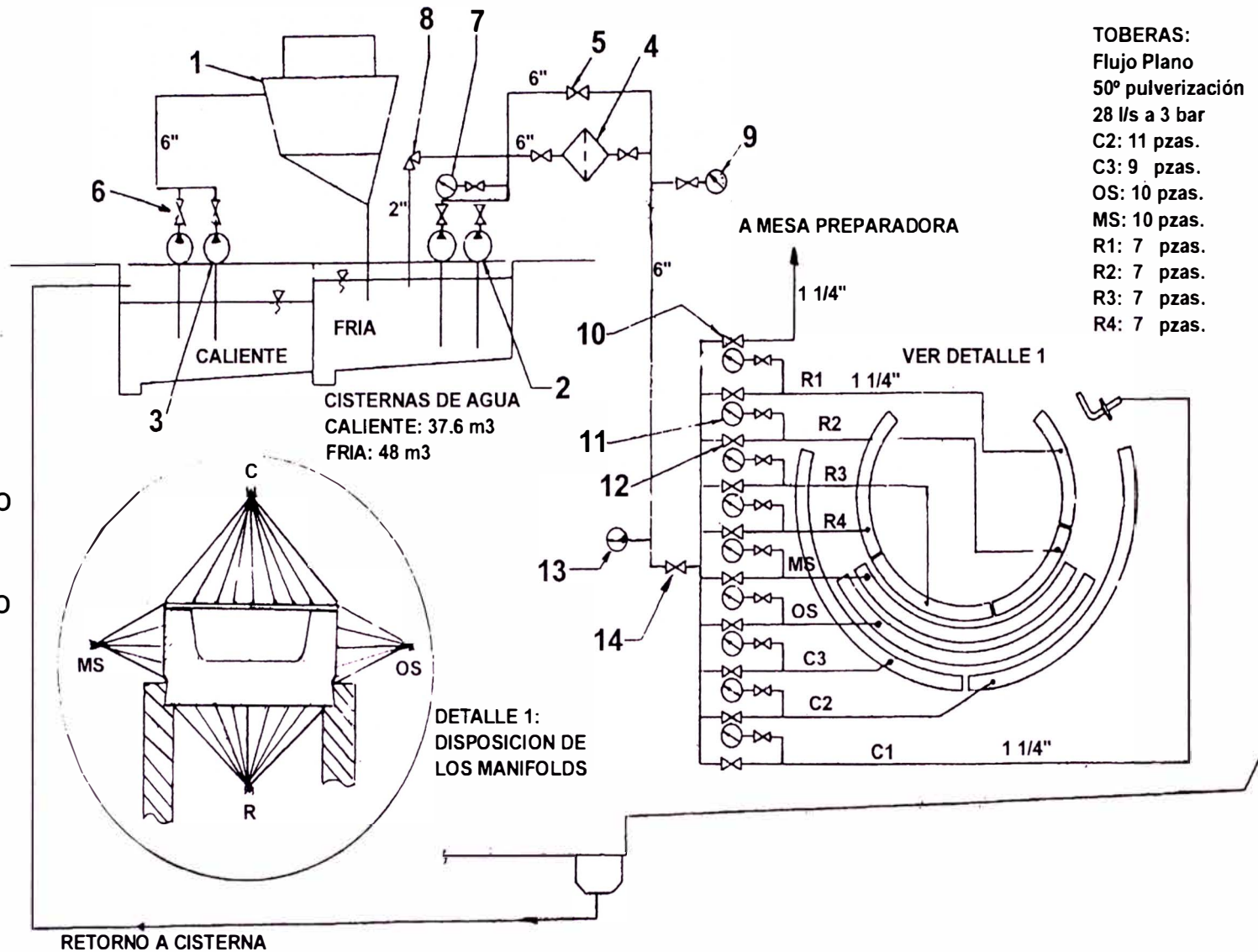
En la figura 5.9 se muestra el esquema del sistema cerrado del agua de refrigeración.

5.7 SISTEMA MOTRIZ

La rueda es accionada por un motor de corriente continua a través de dos reductores de velocidad, como se muestra en la figura 5.10.

El motor de corriente continua permite al operador ajustar la velocidad de la rueda, mediante un potenciómetro instalado en el tablero de mando, que actúa sobre el conversor electrónico de corriente alterna a corriente continua, para que la barra de cobre formada en la rueda de colada no esté tensionada por el primer par de rodillos del laminador, pero tampoco que esté demasiado suelta que no pueda pasar por los polines guía de la mesa preparadora de barras.

1. TORRE DE ENFRIAMIENTO:
Caudal: 44 l/s
te= 38 C / ts=28 C
2. BOMBA VERTICAL:
Caudal: 44 l/s
ADT: 60 m
3. BOMBA VERTICAL:
Caudal: 40 l/s
ADT: 12 m
4. FILTRO TIPO CESTO
5. VALVULA DE BOLA
6. VALVULA DE BOLA
7. MANOMETRO
8. VALVULA DE ALMIO
9. MANOMETRO
10. VALVULA DE BOLA
11. MANOMETRO
12. VALVULA DE BOLA
13. TERMOMETRO
14. VALVULA DE BOLA



- TOBERAS:**
Flujo Plano
50° pulverización
28 l/s a 3 bar
C2: 11 pzas.
C3: 9 pzas.
OS: 10 pzas.
MS: 10 pzas.
R1: 7 pzas.
R2: 7 pzas.
R3: 7 pzas.
R4: 7 pzas.

Fig. 5.9 Sistema de Agua de Refrigeracion

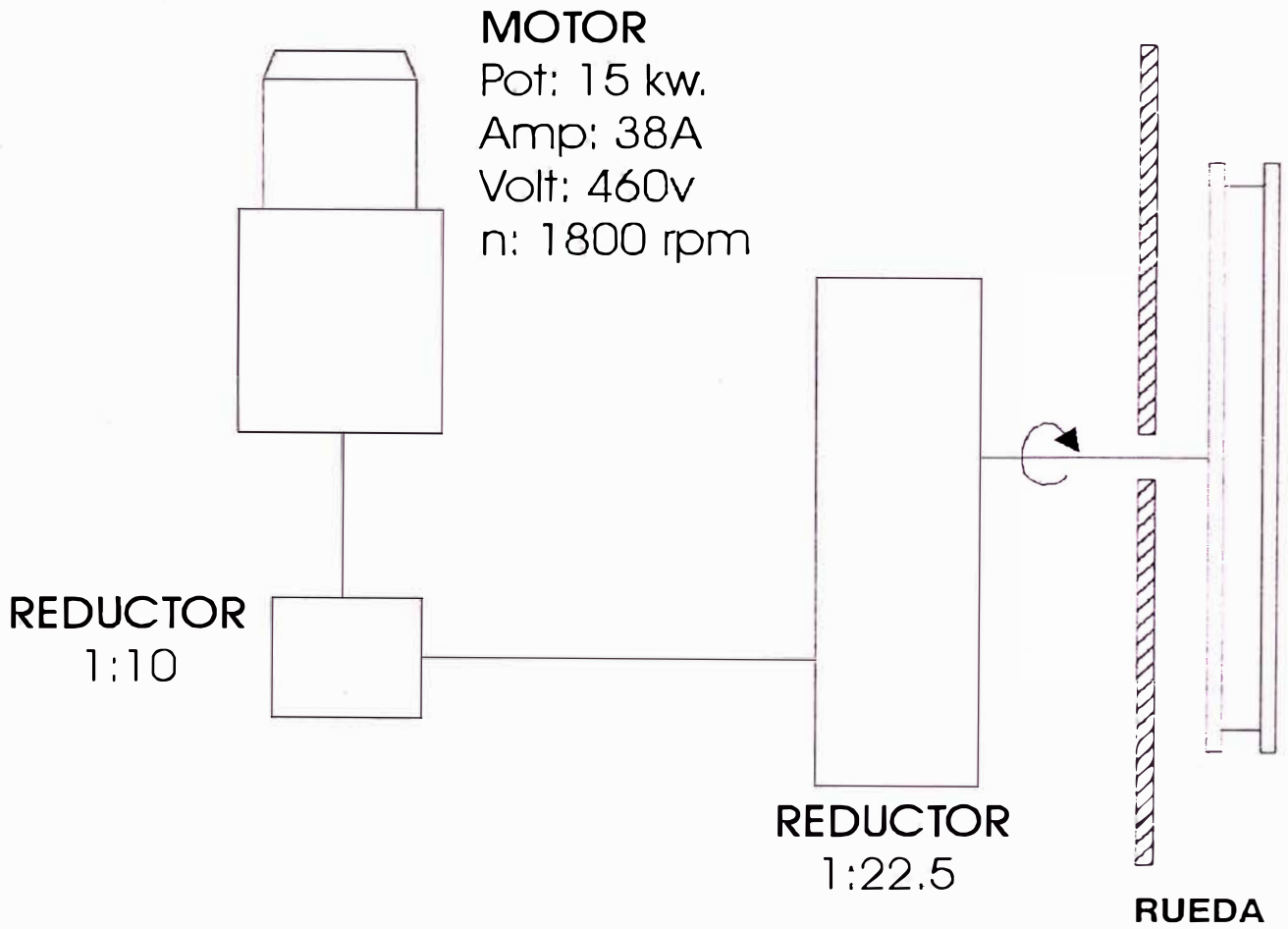


Fig. 5.10 Esquema Cinemático de la Rueda de Colada

5.8 PARÁMETROS DE OPERACIÓN

A continuación se muestra el resumen de los valores de los parámetros que se deben mantener en el proceso de colada de la planta de producción de alambón de cobre de la empresa Cobrecon S.A. , para una producción de aproximadamente 9 toneladas por hora:

Velocidad del motor de la rueda:	585 +/- 10 r.p.m.
Amperaje del motor:	3 amp.
Volumen de cobre en horno holding:	3 – 9 ton.
Velocidad del 1 ^{er} Stand de laminación:	1 600 +/- 2 r.p.m.
Temperatura de cobre líquido:	1 115 – 1 125 °C
Temperatura de la barra:	985 +/- 5 °C
Temperatura de agua	25 – 30 °C
Presión de agua del manifold C1:	5 – 7 psi
Presión de agua del manifold C2:	35 – 40 psi
Presión de agua del manifold C3:	35 – 40 psi
Presión de agua del manifold R1:	35 – 40 psi
Presión de agua del manifold R2:	35 – 40 psi
Presión de agua del manifold R3:	35 – 40 psi
Presión de agua del manifold R4:	35 – 40 psi
Presión de agua del manifold OS:	10 – 20 psi
Presión de agua del manifold MS:	10 – 20 psi

Hollín del anillo, flujo de aire:	15 scfh
Hollín del anillo, flujo de acetileno:	10 -- 12 scfh
Hollín de la cinta, flujo de aire:	15 scfh
Hollín de la cinta, flujo de acetileno:	10 --12 scfh
Presión de aire, línea para hollín:	65 psi
Presión de acetileno, línea para hollín:	14 psi
Presión agua bomba de alta:	500 – 1500 psi
Presión aire secado de anillo:	40 psi
Temperatura de anillo:	100 +/- 5 °C
Temperatura de cinta:	100 +/- 5 °C

CAPITULO 6

ESTRUCTURA DE COSTOS

Los ingresos de la empresa Cobrecon S.A. provienen del servicio de transformación del cobre, de cátodos a alambón de 8 mm de diámetro.

Esto significa que la materia prima, es decir, los cátodos de cobre, son comprados y entregados, a la planta de colada continua, directamente por el cliente. Es éste, a su vez, quien se encarga de su comercialización.

El precio del cátodo de cobre y su variación no afecta directamente la estructura de costos de la planta de colada continua, puesto que no está incluida en ésta.

El precio del cátodo de cobre se rige por la cotización del cobre en la bolsa de metales de Londres (London Metal Exchange).

En la tabla 6.1 se muestra la estructura de costos para la fabricación de alambón de cobre de la empresa Cobrecon S.A. Los datos son los promedios de los meses de Enero a Junio del año 2000.

En la tabla 6.2 se muestran los costos unitarios de los principales insumos, como promedio de los meses de Enero a Junio del 2000.

ESTRUCTURA DE COSTOS DE ENERO A JUNIO AÑO 2000

PRODUCCION PROM. TON/MES	3,052		
	MONTO (US \$)	UNIT (US\$/TON)	PORCENTAJE %
GASTOS VARIABLES			
GAS PROPANO	5 7916	18,98	23,32%
MATERIALES (INSUMOS)	10 016	3,28	4,03%
MATERIAL REFRACTARIO	2 015	0,66	0,81%
MATERIALES/SUMINIST. PARA MANT.	13 568	4,45	5,46%
ENERGIA ELECTRICA	8 581	2,81	3,45%
EMBALAJE	22 576	7,40	9,09%
TRANSPORTES	1 910	0,63	0,77%
ALQUILER DE MONTACARGA	789	0,26	0,32%
SUB TOTAL	117 371	38,46	47,26%
GASTOS FIJOS			
MANO DE OBRA DIRECTA			
SALARIOS Y CARGAS SOCIALES	20 905	6,85	8,42%
OTRAS CARGAS DIRECTAS	2 139	0,70	0,86%
GASTOS GENERALES DE FABRICA			
SUELDOS Y CARGAS SOCIALES	12 537	4,11	5,05%
MANTENIMIENTO	5 291	1,73	2,13%
ENERGIA ELECTRICA	5 721	1,87	2,30%
AGUA	1 794	0,59	0,72%
SERVICIOS DE TERCEROS	12	0,00	0,00%
CAPACITACION			
SUB TOTAL	48 399	15,86	19,49%
GASTOS ADMINISTRATIVOS			
SUELDOS Y CARGAS SOCIALES	5 351	1,75	2,15%
HONORARIOS	5 303	1,74	2,14%
IMPUESTOS/CONTRIBUCIONES	495	0,16	0,20%
PUBLICACIONES/SUSCRIPCIONES	500	0,16	0,20%
TELEFONOS	838	0,27	0,34%
SEGUROS	787	0,26	0,32%
NOTARIALES		0,00	0,00%
PART. DIRECTORIO	2 648	0,87	1,07%
CARGAS EXCEPCIONALES		0,00	0,00%
GASTOS DE VIAJE	493	0,16	0,20%
OTROS	1 011	0,33	0,41%
SUB TOTAL	17 426	5,71	7,02%
PROVISIONES			
DEPRECIACION A.F.	30 703	10,06	12,36%
AMORTIZACIONES	5 560	1,82	2,24%
GASTOS FINANCIEROS			
INTERESES PAGARES	28 134	9,22	11,33%
DIF. CAMBIO (NETO)		0,00	0,00%
OTROS	784	0,26	0,32%
INTERESES LINEA CREDITO		0,00	0,00%
SUB TOTAL	65 181	21,36	26,24%
COSTOS TOTALES	248 377	81,38	100,00%

Tabla 6.1 Estructura de Costos

INSUMOS

INSUMO	COSTO UNIT (US\$/TON)	PORCENTAJE (%)
ENERGIA ELECTRICA	2,81	7,31%
GAS PROPANO	18,98	49,35%
REFRACTARIOS	0,27	0,70%
ANILLO DE COLADA	1,71	4,45%
CINTA DE COLADA	0,50	1,30%
SPOUT	0,06	0,16%
METERING PIN	0,32	0,83%
ACETILENO	0,57	1,48%
OXIGENO	0,40	1,04%
CILINDROS DE LAMINACION	1,50	3,90%
ACEITE EMULSIONABLE	0,22	0,57%
ALCOHOL ISOPROPILICO	0,80	2,08%
ARGON	0,07	0,18%
EMBALAJE	7,40	19,24%
OTROS	2,85	7,41%
TOTAL	38,46	100,00%

Tabla 6.2 Costo Unitario de los Principales Insumos

CONCLUSIONES

1. La diferencia básica que existe entre las diferentes tecnologías existentes para la fabricación de alambón de cobre radica en el tipo de proceso de colada.
2. El proceso de producción tipo Southwire es actualmente el más difundido en el mundo por la alta calidad del alambón producido vs. la simplicidad en el proceso de colada.
3. El factor crítico que hace que se interrumpa el proceso de colada continua en el sistema Southwire es la vida útil de la cinta de acero.
4. En el proceso de colada continua es fundamental controlar los parámetros de producción de tal manera de obtener un proceso estable. Esta estabilidad asegura una buena calidad de la barra que se forma lo cual es determinante en la producción de un alambón de alta calidad y también prolonga la vida útil de los componentes que intervienen directamente en el proceso bajando además los costos de producción.

5. El costo de los insumos utilizados en el proceso de colada constituyen alrededor del 10% del total de los insumos utilizados en todo el proceso y 4.4 % del total de los costos de producción.

6. El mayor costo de producción lo constituye el gas, aproximadamente la cuarta parte del costo total, siendo el consumo de 20 galones por tonelada de alambrón producido. Esto obliga a mantener la mayor continuidad posible el proceso de producción a fin de minimizar paradas que generan pérdidas de cobre recuperable las cuales se funden nuevamente en el horno, así como también paradas en los hornos con el consiguiente enfriamiento y calentamiento posterior.

BIBLIOGRAFIA

1. CHIA, Henry y ADAMS, Ronald D.
The SCR Continuous Copper System: From Melt to Wire
2. ADAMS, Ronald D. y SINHA, Uday
Improving the Quality of Continuous Copper Rod
3. DUNDURS, Ian A. , HOEY, Douglas W. y WALTER, Craig W.
Secor Operations: Production of Continuous Copper Rod and
Subsequent Wire Drawing
4. SAITO, Toshio ; NAKANO, Kosaku ; TOGASHI Junichi y KOYAMA,
Hitoshi
Copper Breaks During Wire Drawing
5. CENTROMIN PERU S.A.
Proyecto Para la Elaboración de una Planta de Alambrón de Cobre

ANEXOS

ANEXO 1

NORMA ASTM B 49 – 92

**ESPECIFICACION STANDARD PARA EL ALAMBRON DE
COBRE PARA PROPOSITOS ELECTRICOS**



Standard Specification for Copper Redraw Rod for Electrical Purposes¹

This standard is issued under the fixed designation B 49; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense. Consult the DoD Index of Specifications and Standards for the specific year of issue which has been adopted by the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This specification covers copper redraw rod in diameters from 1/4 to 1 3/8 in. (6.4 to 35 mm) suitable for further fabrication into electrical conductors.

1.2 This specification also covers redraw rod made from tough-pitch or oxygen-free coppers.

1.3 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety problems, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 The following documents of the issue in effect on date of material procurement form a part of this specification to the extent referenced herein:

2.1.1 ASTM Standards:

B 5 Specification for Electrolytic Tough-Pitch Copper Refinery Shapes²

B 115 Specification for Electrolytic Cathode Copper²

B 170 Specification for Oxygen-Free Electrolytic Copper—Refinery Shapes²

B 193 Test Method for Resistivity of Electrical Conductor Materials³

B 224 Classification of Copper²

B 442 Specification for Tough-Pitch Chemically Refined Copper—Refinery Shapes²

B 577 Test Methods for Hydrogen Embrittlement of Copper²

B 623 Specification for Tough-Pitch Fire-Refined High-Conductivity Copper Refinery Shapes²

E 8 Test Methods of Tension Testing of Metallic Materials⁴

E 18 Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials⁴

E 53 Test Methods for Chemical Analysis of Copper⁵

2.1.2 Other Document:

NBS Handbook 100—Copper Wire Tables⁶

3. Ordering Information

3.1 Orders for material under this specification shall include the following information:

3.1.1 Quantity of each size and finish,

3.1.2 Type and requirements of copper (Sections 4 through 10) as agreed upon between the manufacturer and the purchaser,

3.1.3 Package with or without joints (see 4.4),

3.1.4 Rod diameter (see 9.1 and Table 2),

3.1.5 Inspection (Section 12),

3.1.6 Package size (see 14.1), and

3.1.7 Special package marking, if required (Section 14).

4. Material and Manufacture

4.1 The material shall be copper of such quality and purity that the finished rod shall have the properties and characteristics prescribed in this specification.

NOTE 1 —The following specifications define materials suitable for use: Specification B 5, or Specification B 115, or Specification B 170, or Specification B 442, or Specification B 623.

4.2 Copper of special qualities, forms, or types, as agreed upon between the manufacturer and the purchaser and that will conform to the requirements prescribed in this specification may also be used.

4.3 The rod shall be fabricated from copper conforming to the requirements specified in 4.1 and 4.2.

4.4 The rod coils shall be furnished in continuous lengths with or without joints, as ordered.

5. Chemical Composition

5.1 Each rod type shall conform to the chemical composition requirements prescribed in Table 1 and shall meet the requirements for the type of copper ordered (Section 4).

5.2 By agreement between the manufacturer and the purchaser, the addition of silver up to 30 troy oz/short ton (1020 ppm) to copper will be considered within the specification, copper including silver in the chemical analysis, with no individual silver analysis to exceed 35 troy oz/short ton (1200 ppm). In the case of oxygen-free silver-bearing coppers, the designation OFS (oxygen-free, silver-bearing) will be used as shown in Classification B 224, and will include the

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee B-5 on Copper and Copper Alloys, and is the direct responsibility of Subcommittee B05.07 on Refined Copper.

Current edition approved May 15, 1992. Published July 1992. Originally published as B 49 – 23 T. Last previous edition B 49 – 90.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 02.01.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 02.03.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.

⁵ Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.05.

⁶ Available from the National Technical Information Service, 5285 Port Royal Rd., Springfield, VA 22161.

TABLE 1 Chemical Composition^A

UNS Number Copper Type	C11040 ETP ^B	C10100 OFE ^C	C10200 OF ^D	C11000 ETP
Copper, min	99.90 % ^E	99.99 % ^E	99.95 % ^F incl Silver	99.90 % ^F incl Silver
	ppm	ppm	ppm	ppm
Tellurium, max	2	2	...	...
Selenium, max	2	3	...	...
Bismuth, max	1.0	1.0	...	...
Group Total, max	3	...	...	...
Antimony, max	4	4	...	...
Arsenic, max	5	5	...	...
Tin, max	5	5	...	...
Lead, max	5	5	...	...
Iron, max	10	10	...	...
Nickel, max	10	10	...	...
Sulfur, max	15	15	...	...
Silver, max	25	25	...	...
Oxygen	100–650	5 max	10 max	...
Maximum Allowable Total	65 ^G	...	...	...
Mercury, max	...	1	...	...
Cadmium, max	...	1	...	...
Phosphorus, max	...	3	...	...
Zinc, max	...	1	...	...
Manganese, max	...	0.5	...	...

^A See 11.1.2.
^B From B 115 Grade 1 copper or equivalent.
^C From B 170 Grade 1 copper or equivalent.
^D From B 170 Grade 2 copper or equivalent.
^E By difference. See 11.1.2 and 11.1.3.
^F See 11.1.1.
^G Not including oxygen.

UNS numbers C10400, C10500, and C10700 as defined by the agreed silver content.

5.3 Silver-bearing tough-pitch copper corresponds to the designation STP (silver-bearing tough-pitch) as shown in Classification B 224, and to coppers having UNS numbers C11300, C11400, C11500, and C11600.

5.4 Oxygen Content—Oxygen-free copper as described herein is defined as a copper containing not in excess of 0.0010 % (10 ppm) oxygen and produced without the use of metallic or other deoxidizers.

5. Mechanical Properties

6.1 Rod finished by hot working or by annealing shall have a minimum tensile elongation of 30 % in 10 in. (250 mm). (Explanatory Note 1 and Test Methods E 8.)

6.2 Alternatively, no minimum tensile specification is required.

6.3 If torsion tests are requested, refer to Explanatory Note 2.

6.4 Embrittlement (Bend) Test:

6.4.1 A test to reflect propensity towards hydrogen embrittlement shall be performed only on oxygen-free copper.

6.4.2 The specimen shall be tested in accordance with 1.6 and Specification B 170.

6.4.3 The specimen, prepared and tested from the OFE (oxygen-free electronic) copper (UNS-C10100) listed in Table 1, shall withstand without breaking into two pieces, a minimum of ten (10) reverse bends.

6.4.4 The specimen, prepared and tested from the OF (oxygen-free) copper (UNS-C10200) listed in Table 1, shall withstand, without breaking into two pieces, a minimum of eight (8) reverse bends.

TABLE 2 Permissible Variations in Diameter

Nominal Diameter, in. (mm)	Permissible Variation, in. (mm)
1/4 (6.4)	+0.020 (+0.51) -0.010 (-0.25)
Over 1/4 (6.4) to 3/4 in. (19 mm) incl.	±0.015 (±0.38)
Over 3/4 (19) to 1.0 in. (25 mm) incl.	±0.020 (±0.51)
Over 1.0 (25) to 1 1/2 in. (35 mm) incl.	±0.030 (±0.76)

6.5 Annealability:

6.5.1 Although five different basic types of test methods have been reported in the literature for measuring the annealability of wirebar or rod, numerous variations and perturbations exist. For a more thorough description of these tests, refer to the *Journal of Testing and Evaluation*.⁷

6.5.2 Inasmuch as hardness and torsional measurements are frequently employed, detailed procedures are contained in Explanatory Notes 4 and 5. Softening values for low temperature annealing copper and for other types of copper rods, if requested, shall be decided upon between the producer and the user.

7. Surface Oxide

7.1 The surface oxide film thickness shall be determined in accordance with 11.5.

7.2 Total thickness of the copper oxide film on cleaned copper rod or on annealed shaved rod or on cold finished rod shall not exceed 1000 Å (10⁻⁷ m).

7.3 The residual oxide film thickness on as-shaved rod does not need to be specified.

7.4 A surface oxide requirement is not necessary for rod that is not ordered cleaned.

8. Electrical Resistivity

8.1 Resistivity of the copper in the annealed condition (see Explanatory Note 3) shall not exceed the following values at 20°C:

Type of Copper	Resistivity, max, at 20°C annealed, Ω·g/m ²
UNS C10100 only	0.15176 (101.00 % IACS min)
All others	0.15328 (100.00 % IACS min)

Other resistivity values, if required, shall be decided upon by agreement between the producer and the user.

9. Diameter

9.1 The diameter of the rod at any point shall not vary from that specified by more than the amounts prescribed in Table 2.

10. Workmanship, Finish, and Appearance

10.1 The rod shall be uniform in quality and shall be suitable for drawing into wire.

10.2 The rod shall be clean, smooth, and free of pipes, laps, scale, flakes, cracks, kinks, twists, seams, damaged ends, excessive oil and grease, and other injurious defects within the limits of good commercial practice. If twist tests are requested, refer to Explanatory Note 2.

⁷ Joint B-1 and B-2 Task Group, "The Annealability Testing of Copper," *Journal of Testing and Evaluation*, Vol 1, No. 1, ASTM, 1973.

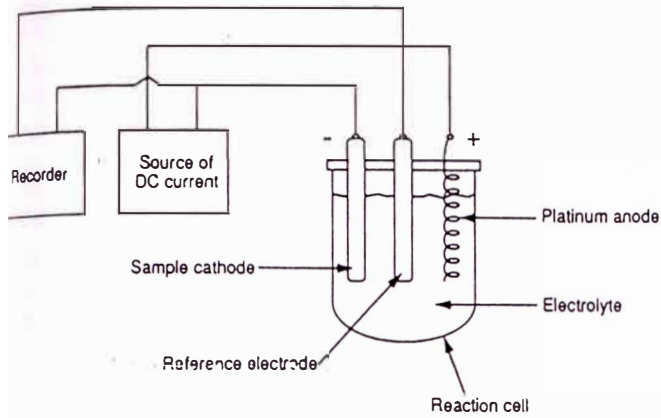


FIG. 1 Schematic Illustration Showing Electrolytic Reduction Test Method

11. Test Methods

11.1 Chemical Analysis.

11.1.1 In case of dispute, determine copper content of the coppers other than UNS-C10100 and UNS-C11040 in Table 1 in accordance with Test Method E 53, unless another test method is required for the type of copper ordered (Section 4).

11.1.2 Analytical method for determining impurity levels of coppers listed in Table 1 shall be in accordance with Specification B 115.

11.1.3 Calculate copper content of UNS-C10100 and UNS-C11040 types by subtracting from 100 % the total impurity concentration determined. The impurity total for UNS-C10100 is defined as the sum of sulfur, silver, lead, tin, bismuth, arsenic, antimony, iron, nickel, mercury, zinc, phosphorus, selenium, tellurium, manganese, cadmium, and oxygen present in the sample. The impurity total for UNS-C11040 is defined as the sum of sulfur, silver, lead, tin, bismuth, arsenic, antimony, iron, nickel, selenium, tellurium, and oxygen present in the sample.

11.1.4 Oxygen content is determined on cleaned copper samples using a suitable laboratory apparatus or a commercial instrument designed specifically for this purpose. An ASTM method has not been developed.

11.2 Tensile Elongation—Determine the elongation as the permanent increase in length, due to breaking of the rod in tension, measured between gage marks placed originally 10 in. (250 mm) apart upon the test specimen (Explanatory Note 1). The fracture shall be between gage marks and not closer than 1 in. (25 mm) to either gage mark.

11.3 Electrical Resistivity:

11.3.1 At the option of the manufacturer, electrical resistivity may be determined in accordance with 11.3.2 or 11.3.3. However, in case of dispute, 11.3.2 shall apply.

11.3.2 Make resistance measurements (Explanatory Note 3) on specimens of the rod after cleaning and processing down to a diameter of approximately 0.080 in. (2.0 mm) and annealing at approximately 500°C (932°F) for 30 min. Other equivalent annealing methods may be used. Test specimens processed to a diameter other than 0.080 in. may be used if agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

11.3.3 Resistance measurements may be determined on specimens of the rod after cleaning, but without further processing and annealing. However, in the event of failure of

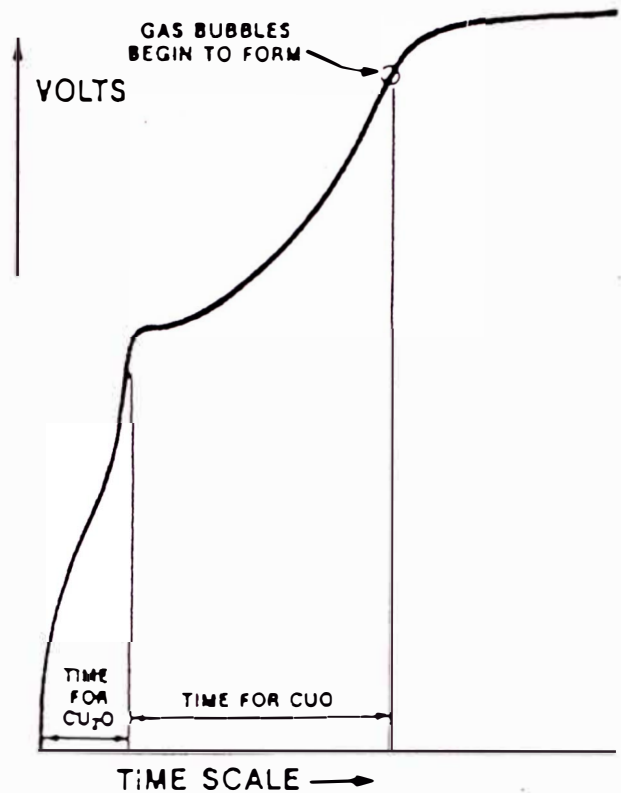


FIG. 2 Typical Voltage-Time Curve for the Reduction of Copper Oxide Films

a rod specimen to conform to the criteria of 8.1, a retest is permitted using the procedure of 11.3.2.

11.3.4 Determine the electrical resistivity in accordance with Test Method B 193 except that when the option of 11.3.3 is elected, the plus and minus tolerance for the cross-sectional area as specified in Test Method B 193 shall not apply.

11.4 Diameter—Measure the diameter of the rod with a suitable measuring device, micrometer, caliper or other, reading at least to the nearest 0.001 in. (0.02 mm).

11.5 Surface Oxide:

11.5.1 Determine the thickness and type of unreduced oxide films remaining on the surface of rod after cleaning by an electrolytic reduction method. This test is performed by reducing the surface oxide(s) to copper in an electrolytic cell.⁸ As shown by the schematic diagram in Fig. 1, the test sample is made cathodic with respect to an anode, which shall be made from a platinum wire or an equivalent inert electrode. Supply current from a d-c power supply or a coulometer. Although 10 milliamperes (mA) is a typical value of current, it is best to have equipment capable of operating in the range of 1 to 20 mA. The electrolyte shall be a 0.1 M solution of sodium carbonate, and shall cover at least 4 in. (101.6 mm) of the test sample. Before testing, clean each rod sample of oil or grease using acetone or an equivalent solvent.

⁸ For a description of a similar, yet alternative standard procedure to determine tarnish films on coupons exposed to environmental tests, see "Monitoring Environmental Tests by Coulometric Reduction of Metallic Control Samples," *Journal of Testing and Evaluation*, 1989, pp. 357-367, ASTM. Also refer to "The Role of Surface Oxide and Its Measurement in the Copper Wire Industry," *Wire Journal*, March 1977, pp. 50-57.

11.5.2 Each of the oxides found on copper, namely cuprous and cupric, are reduced sequentially to copper at different reduction potentials, and the voltages are to be recorded against time during the entire test. When the individual reactions between the oxides and hydrogen ions are complete, gaseous hydrogen is evolved, and may be seen visually at the surface of the copper rod sample.

11.5.3 A typical curve of voltage versus time is presented in Fig. 2. Cuprous oxide is reduced initially. When this reaction is complete, reduction of the cupric oxide occurs at a higher voltage.

11.5.4 Calculate thickness of each oxide present as follows:

$$T = \frac{I t M}{S d F n}$$

where:

T = oxide thickness, cm,

I = current, A,

t = time of reaction, s,

M = molecular weight of the oxide, g,

S = surface area of immersed sample, cm²,

d = oxide density (6.0 g/cm³ for Cu₂O and 6.4 g/cm³ for CuO),

F = Faraday constant, 96 500 C, and

n = hydrogen equivalent (2).

11.6 *Embrittlement (Bend)*:

11.6.1 Draw the specimen of oxygen-free copper rod into 0.080 in. (2.03 mm) diameter wire. Then anneal it in an atmosphere containing not less than 10 % of hydrogen for 30 min at 850°C ± 25 (1517 to 1607°F) and cool quickly in the same atmosphere, or without undue exposure to air, quench into water. Make sure that each specimen undergoes the bend test in accordance with 11.6.2.

11.6.2 Lightly clamp the specimen (11.6.1) between jaws with edges having a radius of 0.200 in. (5.1 mm). Then bend it by hand over one edge of the jaws through an angle of 90° and return it to its original position. This constitutes a second bend. Make each successive bend in the opposite

direction from the previous bend (see Test Methods B 577).

12. Inspection

12.1 All inspections and tests shall be made at the place of manufacture unless otherwise agreed upon between the manufacturer and the purchaser at the time of purchase. The manufacturer shall afford the inspector representing the purchaser all reasonable facilities to satisfy him that the material being furnished is in accordance with this specification.

12.2 If specified in the contract or purchase order, conformance of the rod to the various requirements listed in Sections 5 through 10 shall be determined in accordance with the sampling plan in the Annex.

12.3 A rod lot shall consist of 200 000 lb (90 000 kg), or a fraction thereof, of one type of copper.

13. Certification

13.1 If specified in the contract or purchase order, the manufacturer shall certify that the rod was made under such conditions that the product conforms to the requirements of this specification as determined by regularly made and recorded tests.

14. Packaging and Package Marking

14.1 Package size shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser and shall be stated in the order.

14.2 The rod shall be packaged and protected against damage from normal handling and shipping as is consistent with good commercial practice.

14.3 Individual coils without joints and with a net mass greater than 3 000 lb (1400 kg) shall be marked or otherwise identified with the following:

14.3.1 Coil production number,

14.3.2 Net weight, and

14.3.3 Manufacturer's name, brand, or trademark.

14.4 Marking for coils other than described in 14.3 shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

EXPLANATORY NOTES

NOTE 1—In general, tested values of tensile elongation are reduced with increased speed of the moving head of the testing machine in the tension testing of copper wire and rod. In the case of tests on soft or annealed copper rod, however, the effects of speed of testing are not pronounced. In tests of soft rod made at speeds not greater than 12 in./min (300 mm/min) the values obtained for elongation are not affected to any practical extent (see Test Methods E 8).

NOTE 2—Torsion tests, twist to failure, reverse twist to failure, and others are widely used by producers and users. Because of the uncertain correlation with performance, and the subjective aspect of interpreta-

tion, these tests should only be used as an indicator of in-house process control. Therefore, no standardized test is recommended.

NOTE 3—Relationships that may be useful in connection with the values of electrical resistivity prescribed in this specification are shown in Table 3. Resistivity units are based on the International Annealed Copper Standards (IACS) adopted by IEC in 1913, which is 1/58 Ω·mm²/m at 20°C for 100 % conductivity. The value of 0.017241 Ω·mm²/m and the value of 0.15328 Ω·g/m² at 20°C (68°F) are respectively the international equivalent of volume and weight resistivity of annealed copper equal (to five significant figures) to 100 % conductivity. The latter term means that a copper wire 1 m in length and weighing 1 g would have a resistance of 0.15328 Ω. This is equivalent to a resistivity value of 875.20 Ω·lb/mile², which signifies the resistance of a copper wire 1 mile in length weighing one pound. It is also equivalent, for example, to 1.7241 μΩ/cm of length of a copper bar 1 cm² in cross section. A complete discussion of this subject is contained in *NBS Handbook 100*. The use of five significant figures in expressing resistivity does not imply the need for greater accuracy of measurement than that specified in Test Method B 193. The use of five significant figures is required for reasonably accurate reversible conversion from one set of resistivity units to another. The equivalent resistivity values in Table 3 were derived from the fundamental IEC value (1/58 Ω·mm²/m)

TABLE 3 Equivalent Resistivity Values^a

Conductivity at 20°C, % IACS	100.00	101.00
Ω·lb/mile ²	875.20	866.53
Ω·g/m ²	0.15328	0.15176
Ω·cm mil/ft	10.371	10.268
Ω·mm ² /m	0.0172410	0.017070
Ω·in.	0.67879	0.67207
Ω·cm	1.7241	1.7070

^aThe equivalent resistivity values for 100 % IACS (soft copper) were each computed from the fundamental IEC value (1/58 Ω·mm²/m) using conversion factors each accurate to at least seven significant figures.

computed to seven significant figures and then rounded to five significant figures.

NOTE 4—Annealability by Hardness Tests—A rod sample of suitable length shall be cut from each end of a coil lot. The as-received sample shall be cold rolled to a flat section, so that the thickness is equal to 30 % of the original rod diameter. No edge rolling is required. The flattened copper shall be heated at $275^{\circ}\text{C} \pm 1$ ($527^{\circ}\text{F} \pm 2$) for 15 min in a constant temperature bath and quenched immediately into water at ambient temperature. Other temperatures and times may be used by special agreement between the manufacturer and purchaser. Hardness shall be measured along the center line of the annealed specimen using the Rockwell F scale, in accordance with Test Method E 18.

NOTE 5—Annealability by Torsion (Spiral Elongation)—The spiral elongation test described herewith is used only for testing high conductivity copper that is sampled at the rod stage, and does not address the quality of copper wire selected at later stages of commercial processing. Copper wire is initially given a low temperature anneal under tightly controlled conditions, subsequently wound into a spiral (helical configuration) under tensile load, and then stretched axially by a weight of specified mass. The change in length measured after the weight is removed, and the spiral has relaxed, is considered as a measure of softness.

Rod Treatment—A rod sample of suitable length shall be cut from the end of a coil lot, and if necessary, reduced to a diameter of either 0.25 in. $+0.020 -0.010$ (6.35 mm $+0.50 -0.25$) or 0.315 in. ± 0.015 (8.00 mm ± 0.40) by cold drawing. This sample shall either be annealed or not annealed according to the following circumstances:

(a) No annealing treatment will be performed if the copper is processed according to a specific manufacturing schedule.

(b) The sample shall be subjected to an annealing treatment if it is desired to compare samples produced via different manufacturing routes. Under these circumstances, the rod sample shall be annealed under normal atmosphere for 1 h at $700^{\circ}\text{C} \pm 20$ (1256 to 1328°F), and then quenched into water or a dilute (10 % v/v) sulfuric acid solution at ambient temperature. Copper oxide scale shall be removed in a 10 % v/v volume per volume, sulfuric acid bath, and thoroughly washed to remove loose scale or adhering copper dust.

Preparation of Wire for Spiral Elongation Test—The rod sample shall be drawn into a 2.00 mm (0.080 in. ± 0.01) diameter wire in a series of passes, each of which shall reduce the cross-sectional area of the conductor by 20 to 25 %.

Particular care should be taken to avoid excessive heating of the copper during drawing. For example, the wire shall either be allowed to cool for 5 min between passes, or quenched to ambient temperature after each pass. In addition, drawing speed should not exceed 60 m/min (200 ft/min), and the drawn wire shall be wound into a coil having a minimum diameter of 200 mm.

After drawing, a coil of the wire shall be formed by winding the conductor around a mandrel having a minimum diameter of 7.87 in. (200 mm). The copper coil shall then be removed from the mandrel, heated for 2 h at $200 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ($392 \pm 1^{\circ}\text{F}$), in a constant temperature bath, and cooled immediately to ambient temperature.

Temperature of the copper wire must be kept uniform, and measured quite accurately. Since good temperature control is extremely important, thermocouples should be placed at strategic locations throughout the annealing device. It is recommended that an 8 mm diameter dummy rod sample be formed into a 200 mm diameter ring, and placed in the constant temperature bath at the same position normally occupied by the test wire. Using a thermocouple embedded in the rod to a depth equal to the radius, temperature should reach the annealing temperature within a 5 min period.

Test Procedures—A 1400 mm long test sample is cut from the annealed coil of wire. Using an indelible marking tool, a 1000 mm gage length is marked over the midlength of the copper wire. One end of the test sample is firmly secured to the end of a polished mandrel whose axis is horizontal, and which has a diameter of 20 ± 0.01 mm. A 2.240 kg load is suspended from the free end of the wire, thereby inducing a stress of 1000 psi (7 MPa). The wire shall be wound into a spiral by rotating the mandrel at a speed of approximately 50 r/min, taking special care that each turn of the spiral touches the preceding one, that the turns are not pressed into place, that handling is kept to a minimum, and that the wire is wound in the same direction that it was previously coiled.

Although the length between gage marks on the spiral is approximately 28 mm, this distance shall be measured to the nearest 1 mm, and recorded as the initial value " l_0 ".

The spiral of wire shall then be removed from the mandrel, carefully fastened at one end and loaded axially at the other (lower) end with the same 2.240 kg weight as that used in the aforementioned coil winding operation.

The weight shall be supported initially with a platform, and loaded onto the spiral uniformly and smoothly by either of two methods, namely: (a) lowering the platform supporting the weight, or (b) raising the upper end of the spiral at a rate such that the stretching of the spiral does not exceed 20 cm/s.

After one minute of free suspension, the weight is manually removed in a very careful manner and the elongated spiral is allowed to relax by placing it on a table for an additional period of 1 min. It should be noted that the load is not to be removed by either raising the platform or by lowering the upper end of the spiral. The extended length of the spiral between gage marks shall be measured to the nearest 1 mm, and called " l_f ". The spiral elongation value, in millimetres, is calculated as the difference $l_f - l_0$.

This same procedure shall be repeated on two additional spirals of wire from the same coil, and the average value obtained from three separate spirals shall be referred to as the "Spiral Elongation Number."

ANNEX

Mandatory Information

A1. SAMPLING PLAN

A1.1 This procedure shall be used in case of dispute between the manufacturer and the purchaser.

A1.2 One sample shall be taken from each 200 000 lb (90 000 kg) lot for resistivity, tensile elongation, anneal-

ability, surface oxide, embrittlement (bend) test, and chemical analysis.

A1.3 When a cast refinery shape has been chemically analyzed and converted into rod without remelting, further chemical analysis shall not be required.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 1916 Race St., Philadelphia, PA 19103.

ANEXO 2

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LAS OPERACIONES EN LA RUEDA DE COLADA DE COBRECON S.A.

<p>COBRECON S.A. AREA DE INGENIERIA</p>	<p>MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE RUEDA</p>	<p>COD: 98004</p>
		<p>PAG.: 1 DE 7</p>

OPERACIONES DE PARTIDA EN LA RUEDA DE COLADA

1.1. ALCANCE



Este documento establece los procedimientos para la preparación y manejo de la rueda de colada, al momento de una partida.

1.2 EQUIPO UTILIZADO

- RUEDA DE COLADA DE BARRA
- TABLERO DE MANEJO DE RUEDA N°1 y N°2
- MONITOR DE CONTROL AUTOMATICO DE FLUJO
- MANIFOLD DE AGUA



1.3. INSTRUCCIONES

- 1.3.1 Posicionar el Tundish verificando que la salida del Spout apunte hacia el centro del canal de la rueda.
- 1.3.2 Dirigirse al Panel N° 2 de Control de Rueda.
- 1.3.3 Pulsar el botón "RUEDA - CONECTA".

<p>REALIZADO POR : L. Horqqe. FECHA : 25/11/98 </p>	<p>REVISADO POR : Ing. L. Fosca  FECHA: 10/12/98</p>
--	---

<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</p> <p>DE RUEDA</p>	<p>COD: 98004</p> <p>PAG.: 2 DE 7</p>
--	--	---------------------------------------

- 1.3.4 Girar la perilla "VELOCIDAD DE RUEDA" hasta que alcance 200 r.p.m., valor visualizado en el display "ROTACION MOTOR RUEDA".
- 1.3.5 Encender el quemador del Spout:
- Girar la perilla reguladora de gas, ubicada en el quemador del Spout, que llega con la manguera roja.
 - Girar abriendo lentamente la perilla de oxígeno, hasta lograr una llama reductora de color azul intenso.
- 1.3.6 Aplicar la llama del quemador sobre el Spout. aproximadamente durante 20 min. hasta que caliente y tome un color naranja intenso.
- 1.3.7 Encender el quemador de cinta de la Rueda:
- Abrir la válvula de seguridad Maxon.
 - Encender el quemador de la cinta. acercando una llama.
- 1.3.8 Después de 10 minutos, encender el Aplicador de hollín de la cinta:
- Abrir las 2 llaves. etiquetadas "CINTA", ubicadas en la pared frontal de la sala de control.
 - Dirigirse al aplicador de hollín de la cinta y encenderlo, acercando una llama.
 - Verificar en el tablero para regulación de hollín. que el caudal de aire sea de 18 y el de acetileno 8 scfh
- 1.3.9 Dirigirse al Tundish para poner el pin del Spout en posición de trabajo; para esto introducir todo el pin hasta que tope fondo, y

<p>REALIZADO POR: L. Horque.</p> <p>FECHA: 25/11/98</p> 	<p>REVISADO POR: Ing. L. Fosca</p> <p>FECHA: 10/12/98</p> 
---	---

<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</p> <p>DE RUEDA</p>	<p>COD: 98004</p>
		<p>PAG.: 3 DE 7</p>

avisar al ayudante. que está en el tablero de control. que suba el brazo del Spout hasta 1 cm. de la base. Ajustar el Pin.

- 1.3.10 Levantar el Pin casi completamente.
- 1.3.11 Esperar de 10 a 15 minutos para que caliente adecuadamente.
- 1.3.12 Pulir el canal de la Rueda . en el caso de una parada previa. para extraer el hollín acumulado en su interior.
- 1.3.13 Dirigirse al Manifold de Refrigeración y verificar que la llave principal este cerrada (posición horizontal).
- 1.3.14 Cerrar todas las llaves de mariposa. Para esto girarlas en sentido horario.
- 1.3.15 Abrir las válvulas de mariposa. nombradas como R1, R2, R3, R4, C2 y C3, aproximadamente, 1/4 de vuelta.
- 1.3.16 Ubicar el taco botador de barra, en posición tangente a la rueda. Para esto girar el manubrio en forma de timón. ubicado al lado izquierdo del taco. El taco baja girando el manubrio en sentido antihorario, y sube girándolo en sentido horario
- 1.3.17 Dirigirse al panel de control del Horno Holding, y verificar que la temperatura del Tundish esté en el rango de 1 120 a 1 150 °C. Luego de iniciada la colada verificar la temperatura con el medidor portátil (Temperatura de trabajo de 1 110 a 1 125 °C).
- 1.3.18 En el mismo panel. presionar el botón "PUMP START" para encender la bomba hidráulica del Holding.
- 1.3.19 Dirigirse al tablero de control N°1 y presionar el botón "SISTEMA DE REFRIGERACION DE RUEDA-CONECTA"

REALIZADO POR : L. Horqque.

FECHA : 25/11/98



REVISADO POR : Ing. L. Fosca

FECHA: 10/12/98



<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</p> <p>DE RUEDA</p>	<p>COD: 98004</p> <p>PAG.: 4 DE 7</p>
--	--	---------------------------------------

- 1.3.20 En el tablero de control N° 2 Ubicar la perilla-“VELOCIDAD DE RUEDA” y girarla hasta que el display “ROTACION MOTOR RUEDA” marque 180.
- 1.3.21 Presionar el botón “TIJERA-CONECTA”.
- 1.3.22 Dirigirse al Tundish para cerrar el Pin. Verificar que el brazo suba y baje sin problemas y cierre perfectamente.
- 1.3.23 Prender el aplicador de hollín de la Rueda, para esto abrir las 2 llaves etiquetadas “RUEDA”, ubicadas en la pared frontal de la sala de control. Luego dirigirse al aplicador de hollín de la rueda y encenderlo acercando una llama.
- 1.3.24 Verificar que el aplicador esté posicionado correctamente, la llama deberá cubrir el canal de la Rueda, completamente.
- 1.3.25 Verificar en el tablero para regulación de hollín que el caudal de aire sea de 20 y el de acetileno 10 scfh.
- 1.3.26 Tocar la sirena de partida, tres veces largas, pulsando el botón “ALARMA” en el tablero de control N° 1, para llamar al personal auxiliar de apoyo y alistarse para la partida.

Para el momento de partida se necesitan 3 (TRES) ayudantes:

- Un operario que levante la barra, de preferencia un bobinador, el cual saca la barra y la levanta al salir de la rueda. Este ayudante deberá dirigir la barra hacia las tijeras de corte y luego levantar el botador de barra.
- Un laminador, que está en la tijera, esperando la barra.

REALIZADO POR : L. Horquero

FECHA : 25/11/98



REVISADO POR : Ing. L. Fosca

FECHA: 10/12/98



COBRECON S.A. AREA DE INGENIERIA	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE RUEDA	COD: 98004
		PAG.: 5 DE 7

- Un operario, de preferencia el hornero, en el manifold de refrigeración, el cual abrirá la llave principal cuando el operador de rueda le de la señal.

Una vez que el personal esta en posición, el operario de rueda, ubicado en el tablero de control N°1, realizara las siguientes instrucciones:

- 1.3.27 Ubicar la perilla "VACIADO"
- 1.3.28 Seleccionar la posición "1", (incrementar vaciado) para que empiece a girar el Holding. Mantener en esta posición. Se observará, a través de el espejo, que empieza a fluir cobre por el tubo de salida del horno Holding. Mantener esta posición hasta que el flujo que está saliendo sea constante.
- 1.3.29 El operador de rueda, controlará que el flujo de cobre llene el Tundish hasta, aproximadamente, $\frac{3}{4}$ de su capacidad.
- 1.3.30 Levantar inmediatamente el pin del Spout, ubicando la palanca controladora de flujo en la posición "ABRE RAPIDO"; en este momento empezara a fluir cobre y se deberá dar la señal al ayudante que está en el manifold de refrigeración, para que abra la llave principal. Mantener el control en "ABRE RAPIDO" (ver figura)



Flujo Fino



Flujo Grueso

REALIZADO POR : L. Horqque



FECHA : 25/11/98

REVISADO POR : Ing. L. Fosca

FECHA: 10/12/98

<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</p> <p>DE RUEDA</p>	<p>COD: 98004</p> <p>PAG.: 6 DE 7</p>
--	--	---------------------------------------

- 1.3.31 Esperar 5 seg.
- 1.3.32 Girar lentamente la perilla "REF. VELOCIDAD DE RUEDA", hasta que el display "ROTACION MOTOR DE RUEDA" marque 300 RPM.
- 1.3.33 Esperar que el flujo de cobre llene el canal de la Rueda, sin que se rebalse el material. La regulación se hace mediante la palanca de control de flujo y la perilla "REF. VELOCIDAD DE RUEDA".
- A mayor velocidad de rueda, baja el nivel.
 - A menor velocidad de rueda, sube el nivel.
- 1.3.34 Observar la salida de la barra. Cuando la barra se encuentre en el primer polín, girar lentamente la perilla "REF. VELOCIDAD DE RUEDA", hasta aumentar la velocidad de la Rueda a 540 r.p.m.; además deberá controlarse el nivel de flujo en el canal de la rueda, mediante la Palanca de Control de flujo, para evitar que el material se derrame.
- 1.3.35 Levantar el botador de barra, girando el manubrio en sentido horario.
- 1.3.36 Encargar el control a un operario auxiliar.
- 1.3.37 Dirigirse hacia la válvula de aire de cinta, y abrirla completamente.

<p>REALIZADO POR : L. Horqqe.</p> <p>FECHA : 25/11/98</p> 	<p>REVISADO POR : Ing. L. Fosca</p> <p>FECHA: 10/12/98</p> 
---	--

<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</p> <p>DE RUEDA</p>	<p>COD: 98004</p> <p>PAG.: 7 DE 7</p>
--	--	---------------------------------------

- 1.3.38 Abrir la válvula control de aire de rueda, hasta que el manómetro marque 40 psi.
- 1.3.39 Revisar que el chorro de cobre que sale del Spout, esté dirigido hacia el centro del canal de la rueda; de no ser así, proceder a acomodarlo.
- 1.3.40 Dirigirse al tablero de control de rueda e indicar al ayudante que avise cuando el nivel de cobre contenido en el Tundish lo llene en toda su capacidad. Ubicar en el tablero el display "PESO TUNDISH (KG)" y girar la perilla hasta que el display marque DIEZ (010).
- 1.3.41 Dirigirse al manifold de refrigeración y verificar que todas las válvulas estén abiertas indicando una presión de 20 psi.
- 1.3.42 En caso de que la barra salga muy fría se deberá aumentar el caudal de acetileno en Rueda sin disminuir las presiones de refrigeración, para evitar la formación de excesivo vapor. Una vez que la barra esté caliente, empezar a disminuir el caudal de acetileno hasta su valor normal.
- 1.3.43 Dirigirse al tablero de control y esperar a que el proceso se estabilice, controlando en todo momento que el flujo de cobre a la salida del Spout sea constante.

REALIZADO POR : L. Horqque.

FECHA : 25/11/98



REVISADO POR : Ing. L. Fosca

FECHA: 10/12/98



<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>RUEDA DE COLADA</p>	<p>COD: 98008</p> <hr/> <p>PAG.: 1 DE 6</p>
--	------------------------	---

PROCEDIMIENTO PARA UNA PARADA
PROGRAMADA EN RUEDA



1. **CONSIDERACIONES PREVIAS**

Para iniciar una parada programada en Rueda:

- 1.1 El operario de hornos deberá disminuir la cantidad de material contenido en el Holding aproximadamente a 3 toneladas.
- 1.2 Esperar que el rollo de alambón que se esta produciendo, complete su peso normal (aprox 4 Ton.). Una vez completado el rollo, el operario de bobinado deberá dar aviso accionando la sirena para que el operario de Rueda inicie el proceso de parada.

2. **PARADA PARA CAMBIO DE CINTA**



- 2.1. Asegurar el brazo guiador de barra (pivote); esta operación se realiza entre dos operarios: uno que gira el brazo guiador, de preferencia el laminador y el otro que empuja el seguro, de preferencia el homero.
- 2.2. Dirigirse al tablero de control de Rueda.
- 2.3. Activar la tijera de corte, presionando el botón "TIJERA CONECTA".
- 2.4. El homero deberá prepararse para romper el Tundish, poniéndose el traje de protección y preparando la barreta.
- 2.5. Levantar el pulsador "FLUJO METAL PARADA EMERGENCIA" para subir el horno Holding y cortar el flujo de cobre hacia el Tundish.

<p>REALIZADO POR : L. Horqqe</p> <p>FECHA : 09/01/99</p> 	<p>REVISADO POR : Ing. L. Fosca</p> <p>FECHA: 15/01/99</p> 
--	--

<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>RUEDA DE COLADA</p>	<p>COD: 98008</p>
		<p>PAG.: 2 DE 6</p>

Presionar el pulsador una vez que el Holding terminó de subir.

- 2.6. Controlar que el flujo de material que sale por el Spout se mantenga uniforme.
- 2.7. El ayudante romperá el Tundish por la parte posterior cuando el cobre contenido en él este próximo a la mitad. Esta operación se realizará usando una barreta con la punta afilada.
- 2.8. Subir todo el Pin del Spout, cuidando de mantener estable el nivel de cobre en la Rueda.
- 2.9. Presionar el botón "BOMBA DE ALTA PRESION - DESCONECTA".
- 2.10. Cuando se observe que el extremo final de la barra esté saliendo por la rueda, presionar el botón "SISTEMA DE REFRIG RUEDA - DESCONECTA".
- 2.11. Presionar el botón "RUEDA DESCONECTA". Al desconectarse la Rueda automáticamente se desconecta la bomba del horno Holding y se apaga el calentador de la cinta.
- 2.12. Cerrar las llaves de aplicador de hollín de la rueda y de la cinta.
- 2.13. Cerrar las llaves del secador de Rueda y del secador de cinta.
- 2.14. Dirigirse al Manifold de Refrigeración y cerrar la llave principal del manifold de refrigeración. Esta llave deberá quedar en posición horizontal.
- 2.15. Desactivar la tijera, presionando el botón "TIJERA DESCONECTA", en el tablero de control de la rueda, una vez que se terminó de extraer el tramo final de la barra.
- 2.16. Sacar el pin del Spout.
- 2.17. Verificar que el interior del Spout esté limpio. de no ser así se procederá a

<p>REALIZADO POR : L. Horqqe</p> <p>FECHA : 09/01/99</p> 	<p>REVISADO POR : Ing. L. Fosca</p> <p>FECHA: 15/01/99</p> 
--	--

<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>RUEDA DE COLADA</p>	<p>COD: 98008</p> <p>PAG.: 3 DE 6</p>
--	------------------------	---------------------------------------

limpiar su interior haciendo uso de una varilla de fierro delgada. Se deberá tener cuidado de no dañar el Spout cuando se realice la limpieza.

- 2.18. Apagar el quemador del Spout.
- 2.19. Desactivar la válvula del templador neumático superior de la cinta, ubicado al costado derecho de la rueda.
- 2.20. Desactivar la válvula del templador neumático inferior de la cinta, ubicado en el primer nivel de la planta.
- 2.21. Proceder a retirar la cinta usada y el limpiador de cinta. La operación de desmontaje y montaje de cinta se realiza preferentemente con 3 operarios.
- 2.22. Limpiar el cobre acumulado del lado posterior de la rueda y verificar que las toberas no estén obstruidas por acumulación de cobre.
- 2.23. Proceder a instalar la cinta nueva.
- 2.24. Proceder a colocar el limpiador de cinta en el soporte respectivo.
- 2.25. Activar válvulas de los templadores neumáticos inferior y superior de la cinta.
- 2.26. Retirar la tina con cobre y colocar una tina vacía, en caso de ser necesario.
- 2.27. Regular la presión de la bomba de alta a CERO, para ello girar la perilla de la válvula en sentido antihorario hasta su tope.

REALIZADO POR : L. Horroque

FECHA : 09/01/99



REVISADO POR : Ing. L. Fosca

FECHA: 15/01/99



<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>RUEDA DE COLADA</p>	<p>COD: 98008</p> <hr/> <p>PAG.: 4 DE 6</p>
--	------------------------	---

3. PARADA PARA CAMBIO DE TUNDISH

- 3.1. Asegurar el brazo guiador de barra (pivote); esta operación se realiza entre dos operarios: uno que gira el brazo guiador, de preferencia el laminador y el otro que empuja el seguro, de preferencia el homero.
- 3.2. Dirigirse al tablero de control de Rueda.
- 3.3. Activar la tijera de corte, presionando el botón "TIJERA CONECTA".
- 3.4. El hornero deberá prepararse para romper el Tundish, poniéndose el traje de protección y preparando la barreta.
- 3.5. Levantar el pulsador "FLUJO METAL PARADA EMERGENCIA" para subir el horno Holding y cortar el flujo de cobre hacia el Tundish.
- 3.6. Controlar que el flujo de material que sale por el Spout se mantenga uniforme.
- 3.7. El ayudante romperá el Tundish por la parte posterior cuando el cobre contenido en él este próximo a la mitad. Esta operación se realizará usando una barreta con la punta afilada.
- 3.8. Subir todo el Pin del Spout, cuidando de mantener estable el nivel de cobre en la Rueda.
- 3.9. Presionar el botón "BOMBA DE ALTA PRESION - DESCONECTA".
- 3.10. Cuando se observe que el extremo final de la barra esté saliendo por la rueda, presionar el botón "SISTEMA DE REFRIG. RUEDA - DESCONECTA".
- 3.11. Presionar el botón "RUEDA DESCONECTA". Al desconectarse la Rueda automáticamente se desconecta la bomba del horno Holding y se apaga el

REALIZADO POR : L. Horqque

FECHA : 09/01/99



REVISADO POR : Ing. L. Fosca



FECHA: 15/01/99



<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>RUEDA DE COLADA</p>	<p>COD: 98008</p> <p>PAG.: 5 DE 6</p>
--	------------------------	---------------------------------------



calentador de la cinta.

- 3.12. Cerrar las llaves de aplicador de hollín de la rueda y de la cinta.
- 3.13. Cerrar las llaves del secador de Rueda y del secador de cinta.
- 3.14. Dirigirse al Manifold de Refrigeración y cerrar la llave principal del manifold de refrigeración. Dicha llave deberá quedar en posición horizontal.
- 3.15. Desactivar la tijera, presionando el botón "TIJERA DESCONECTA" en el tablero de control de la rueda, una vez que se terminó de extraer el tramo final de la barra.
- 3.16. Sacar el pin del Spout.
- 3.17. Apagar el quemador del Spout.
- 3.18. Retirar la termocupla y colocarla en su respectivo soporte
- 3.19. Desactivar la válvula del templador neumático superior de la cinta, ubicado al costado derecho de la Rueda.
- 3.20. Apagar el quemador del Tundish cerrando la válvula de bola de la línea de gas.
- 3.21. Abrir los seguros del conector de la manguera que conduce gas hacia el Tundish y retirarla.
- 3.22. Levantar la canaleta inferior de salida del Holding, haciendo uso de la bomba hidráulica manual.
- 3.23. Retirar el brazo del aplicador de hollín de la Rueda.
- 3.24. Retirar el Tundish con el puente grúa y transportarlo hacia el primer nivel de la planta.
- 3.25. Apagar el quemador del Tundish de repuesto, cerrando la válvula de bola de la línea de gas.

<p>REALIZADO POR : L. Horqque</p> <p>FECHA : 09/01/99</p> 	<p>REVISADO POR : Ing. L. Fosca</p> <p>FECHA: 15/01/99</p> 
---	--

<p>COBRECON S.A.</p> <p>AREA DE INGENIERIA</p>	<p>RUEDA DE COLADA</p>	<p>COD: 98008</p>
		<p>PAG.: 6 DE 6</p>

- 3.26. Abrir los seguros del conector de la manguera que conduce gas hacia el Tundish de repuesto y retirarla.
- 3.27. Transportar y colocar el Tundish de repuesto utilizando el puente grúa.
- 3.28. Colocar la manguera de la línea de gas y ajustar los seguros del conector.
- 3.29. Encender el quemador del Tundish, abriendo la válvula de gas.
- 3.30. Colocar la termocupla en el Tundish.
- 3.31. Bajar la canaleta inferior abriendo la válvula de retorno de aceite de la bomba hidráulica manual.
- 3.32. Con la ayuda de una barreta, acomodar el Tundish en su posición de trabajo. El flujo de cobre debe caer en la parte central del canal de la rueda.
- 3.33. Colocar el brazo del aplicador de hollín de la Rueda
- 3.34. Retirar la tina con cobre y colocar una tina vacía en la parte posterior del Tundish, en caso de ser necesario.
- 3.35. Limpiar el cobre acumulado del lado posterior de la rueda y verificar que las toberas no estén obstruidas por acumulación de cobre.
- 3.36. Regular la presión de la bomba de alta a CERO, para ello girar la perilla de la válvula en sentido antihorario hasta su tope.

<p>REALIZADO POR : L. Horqque</p> <p>FECHA : 09/01/99</p> 	<p>REVISADO POR : Ing. L. Fosca</p> <p>FECHA: 15/01/99</p> 
---	--

ANEXO 3

**FOTOGRAFIAS DE LA PLANTA DE PRODUCCION
DE ALAMBRON DE COBRE DE 8 mm DE DIAMETRO
DE LA EMPRESA COBRECON S.A.**



Foto 1.- Planta de Producción de Alambroón de Cobre de Cobrecon S.A.



Foto 2.- Horno Shaft

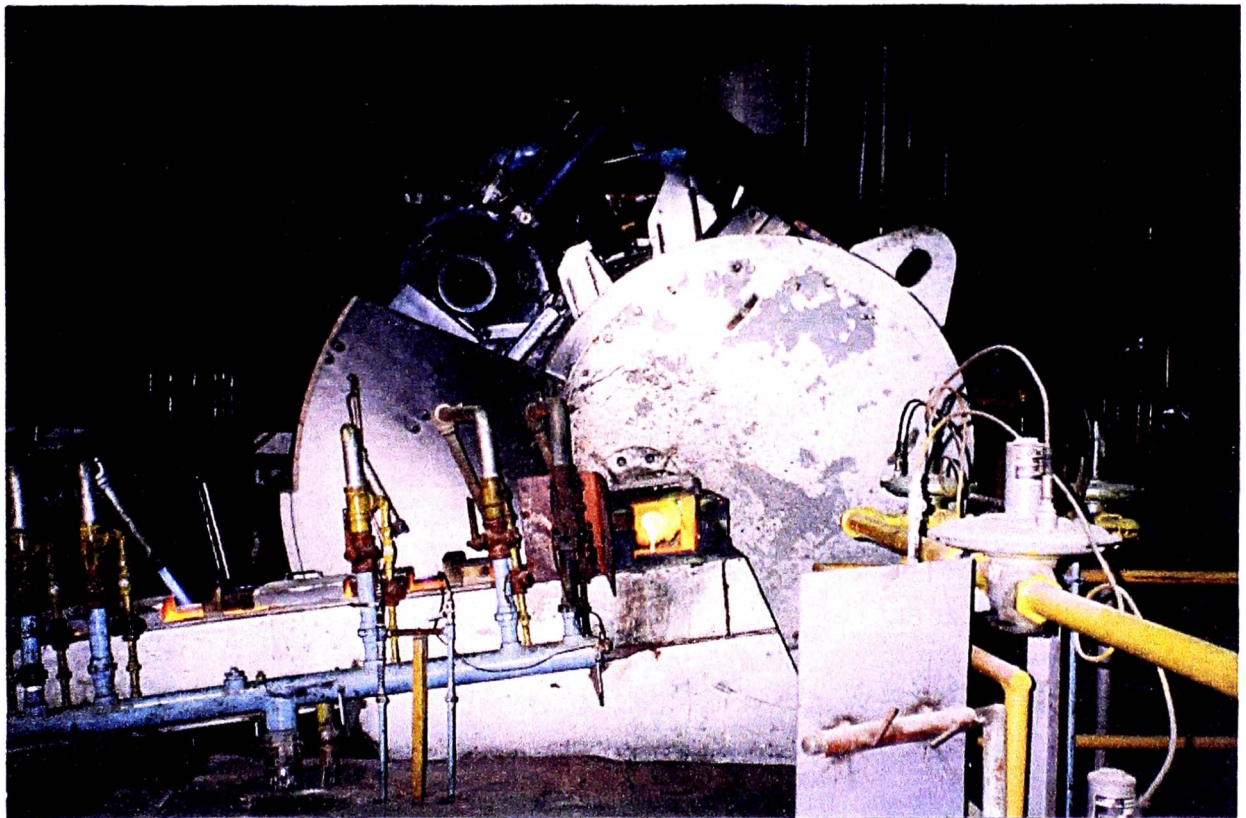


Foto 3.- Horno Holding

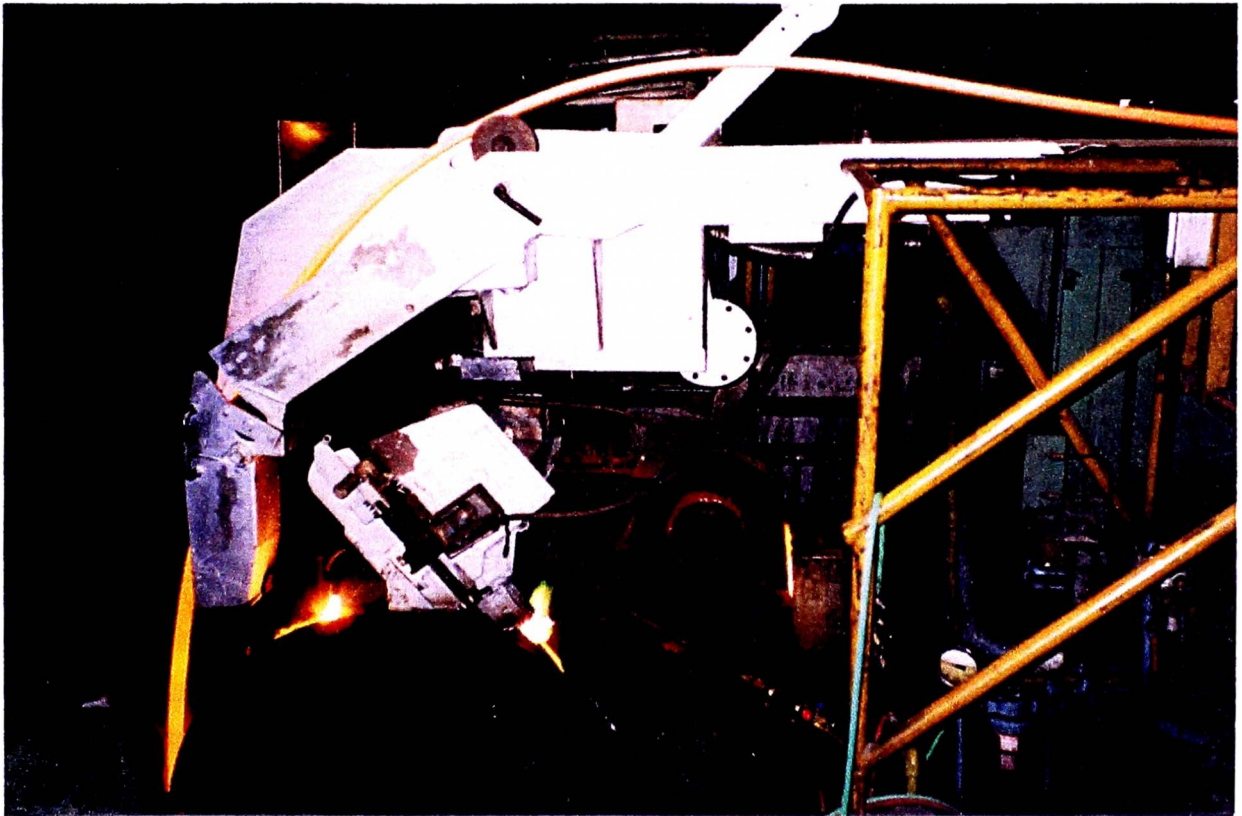


Foto 4.- Rueda de Colada

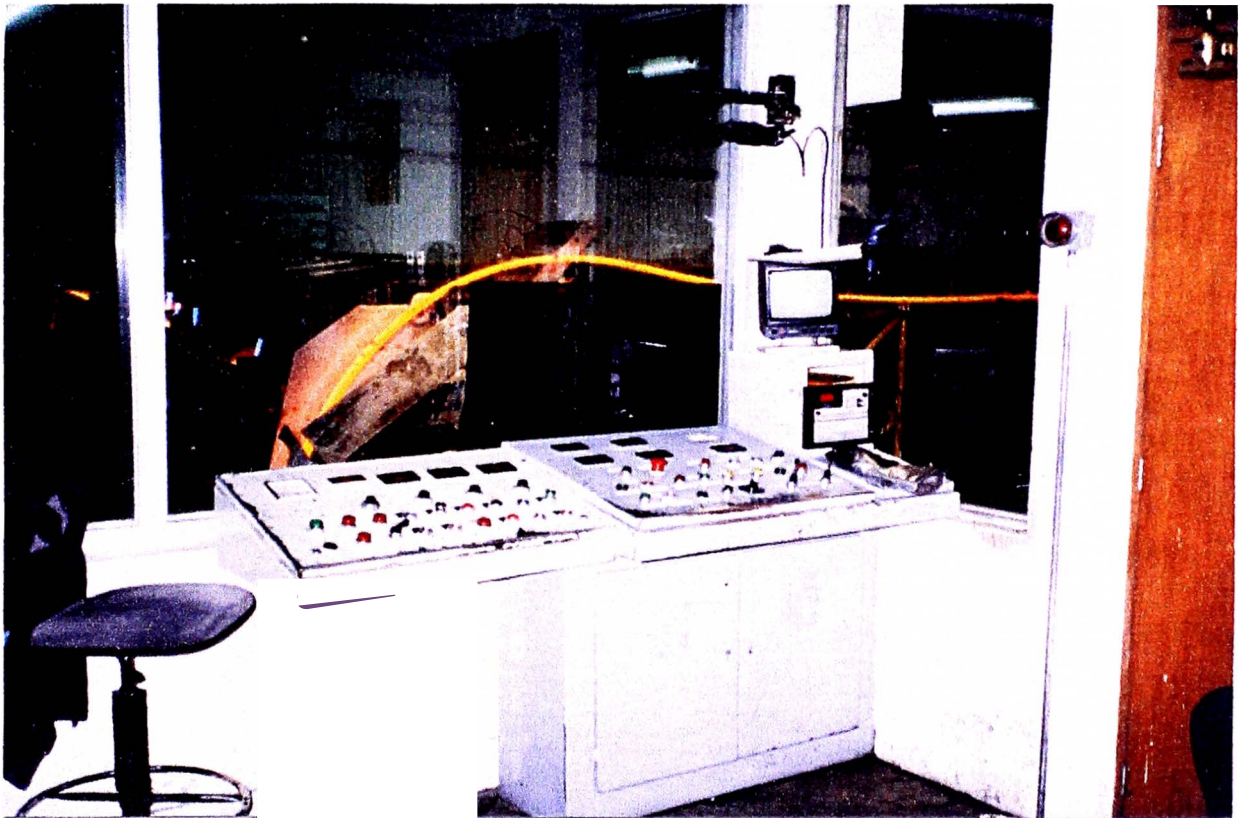


Foto 5.- Sala de Control de Rueda de Colada

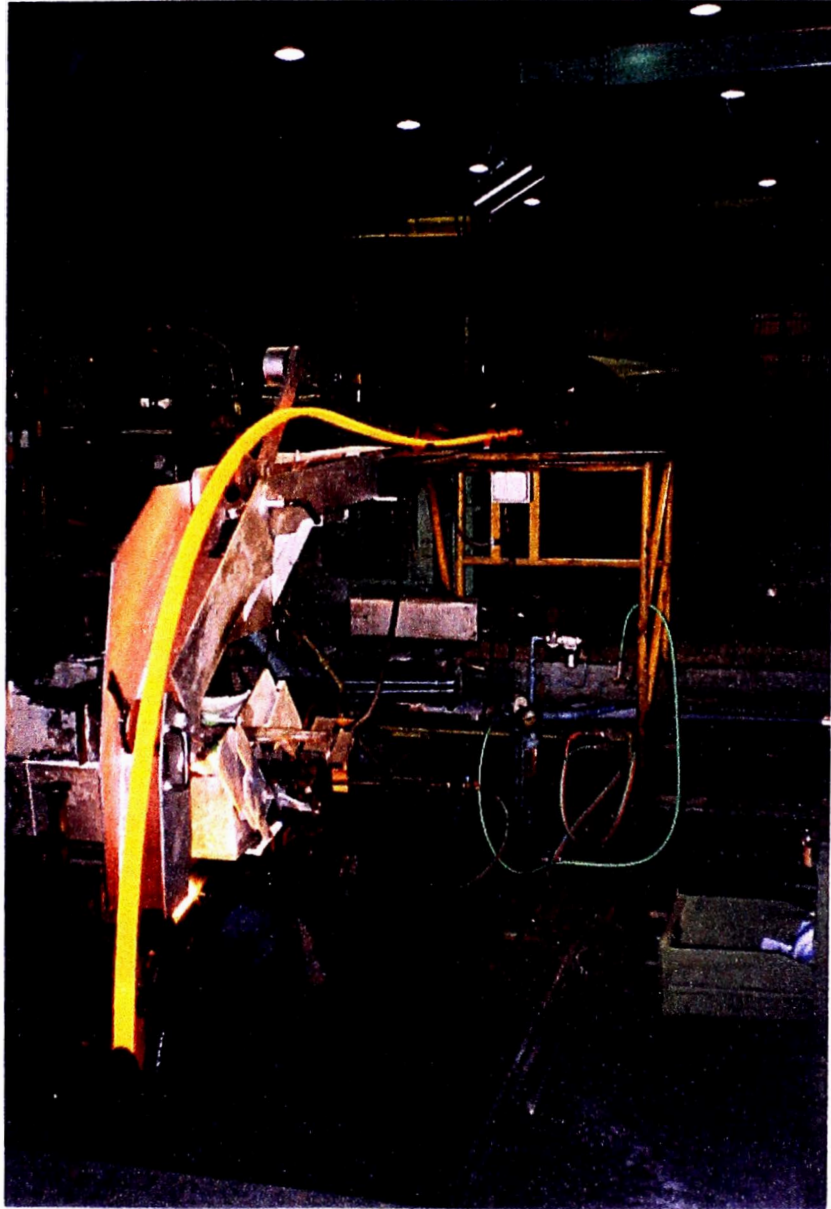


Foto 6.- Barra de Cobre a Laminarse

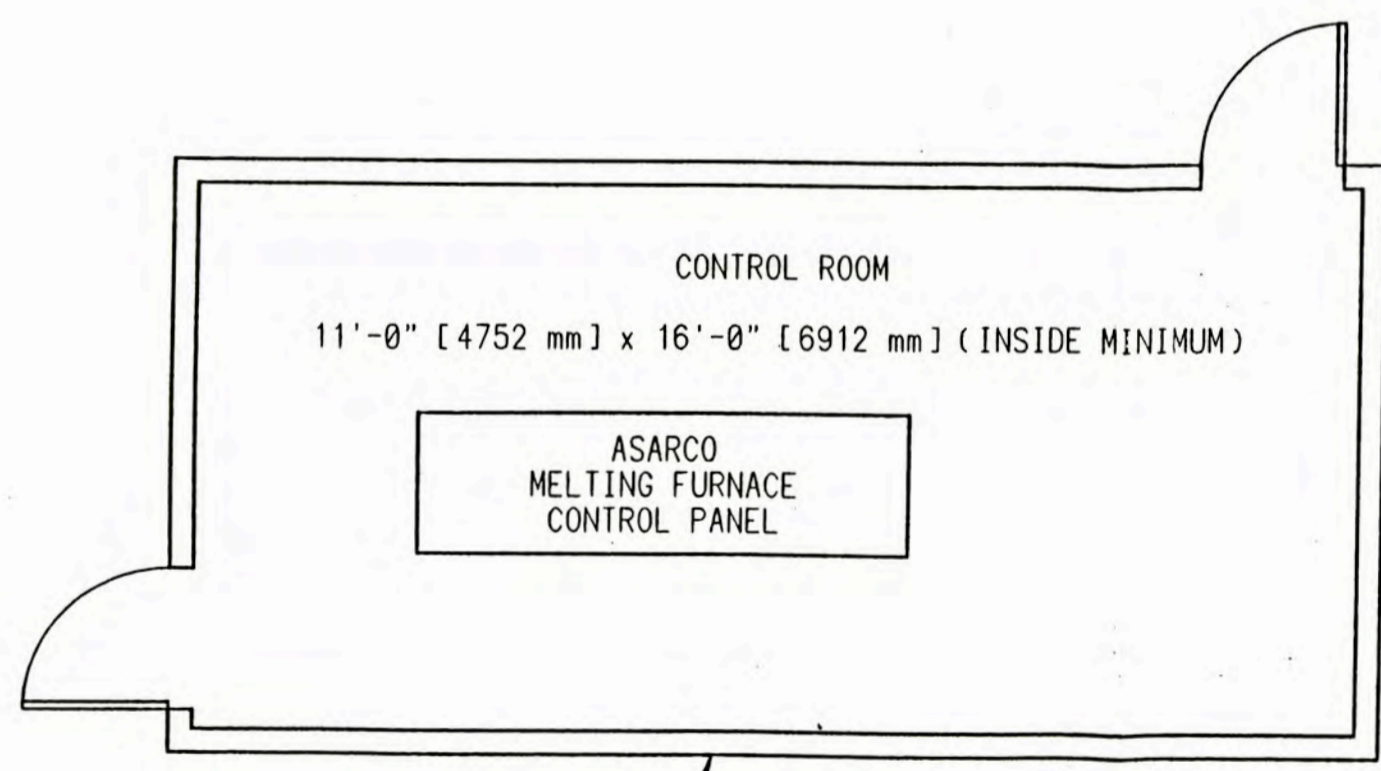
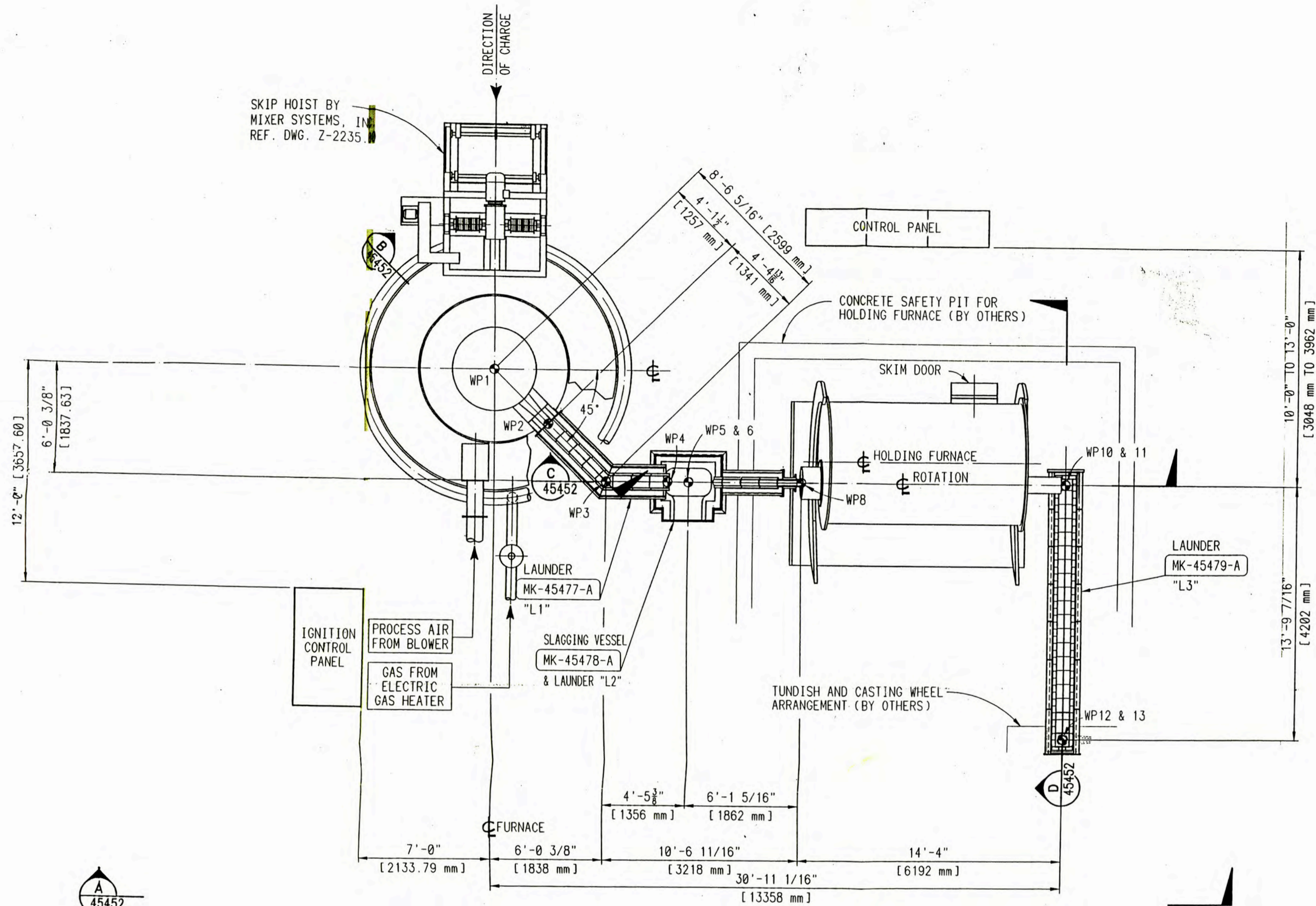


Foto 7.- Laminador



Foto 8.- Bobinado del Alambre de Cobre

PLANOS



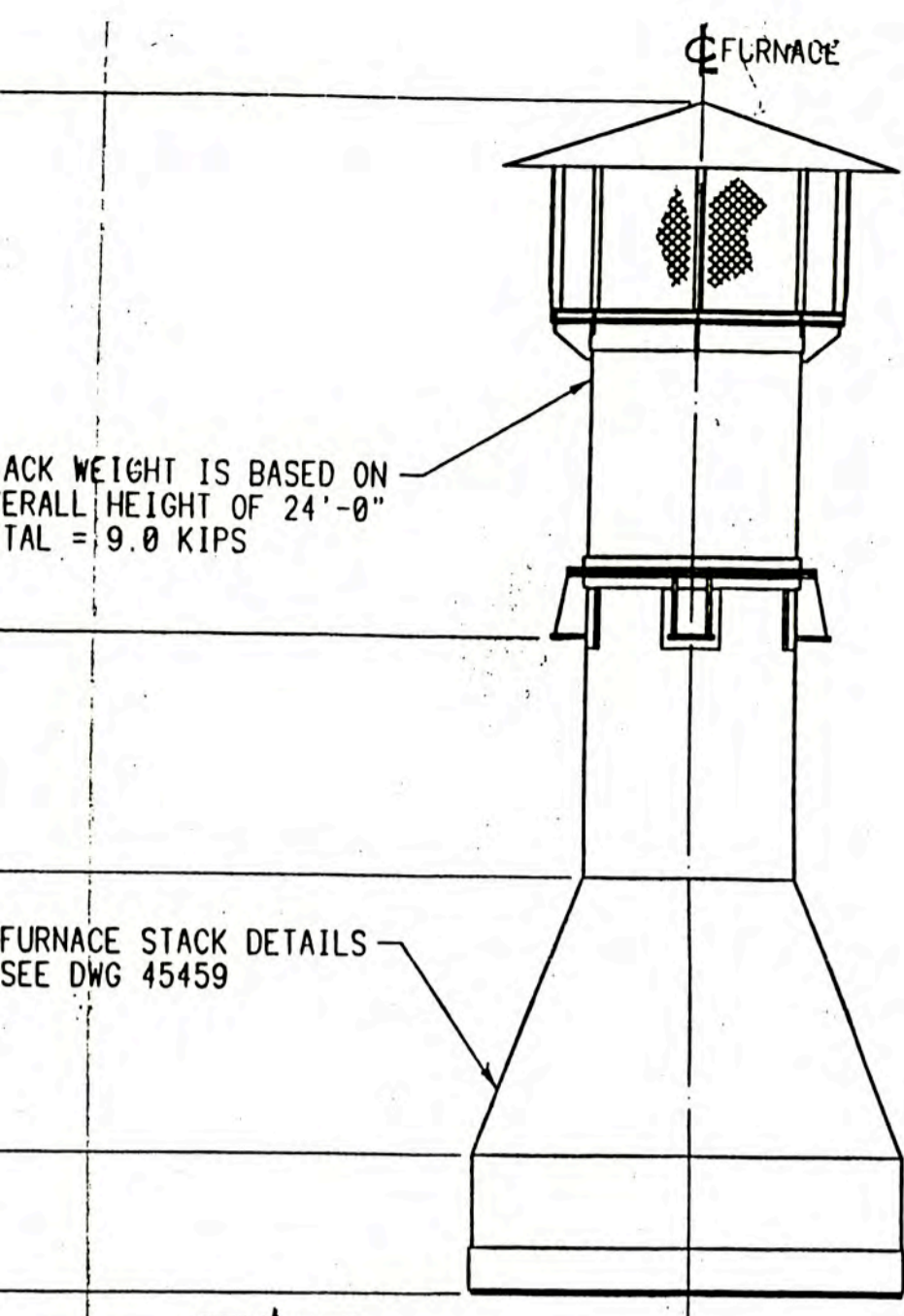
LOCATION OF CONTROL ROOM (BY OTHERS)

DRAWING REFERENCE LIST			
DRAWING NO.	REV.	TITLE	RELEASED
RES-45451-G		GENERAL ARRANGEMENT - PLAN	
RES-45452-G		GENERAL ARRANGEMENT - SECTIONS	
RES-45453-G		GENERAL ARRANGEMENT - SECTIONAL ELEVATION	
RES-45454-M		FURNACE REFRACTORY - SECTION THRU FURNACE	
RES-45455-M		FURNACE REFRACTORY - SECTIONS	
RES-45456-M		FURNACE UPPER SECTION - ARRANGEMENT & DETAILS	
RES-45457-M		FURNACE UPPER SECTION - AIR SPRAY & DETAILS	
RES-45458-M		FURNACE CHARGE SECTION	
RES-45459-M		FURNACE STACK - DETAILS	
RES-45460-M		FURNACE SHELL DETAILS	
RES-45461-M		FURNACE BASE PLATE & SHELL DETAILS	
RES-45462-M		BURNER TILE PLATE & ASSEMBLY DETAILS	
RES-45463-M		BURNER REFRACTORY ARRANGEMENT & DETAILS	
RES-45464-M		BURNER TILE SETTING DETAILS	
RES-45465-M		SAMPLE COMBUSTION FURNACE DETAILS	
RES-45466-P		BURNER PIPING ARRANGEMENT	
RES-45467-P		BURNER PIPE DETAILS	
RES-45468-M		AIR & GAS MANIFOLD DETAILS	
RES-45469-P		FLOW & CONTROL SCHEMATIC	
RES-45470-I		AIR & GAS P & ID	
RES-45471-I		CONTROL PANEL - FRONT ELEVATION	
RES-45472-I		CONTROL PANEL - REAR ELEVATION	
RES-45473-I		CONTROL PANEL - GAS SAMPLING MANIFOLD	
RES-45474-E		ELECTRICAL SCHEMATIC - SHEET 1 OF 2	
RES-45475-E		ELECTRICAL SCHEMATIC - SHEET 2 OF 2	
RES-45476-E		GAS SAMPLING & ELECTRICAL SCHEMATIC	
RES-45477-M		LAUNDER "L1" DETAILS	
RES-45478-M		SLAGGING VESSEL & LAUNDER "L2" DETAILS	
RES-45479-M		LAUNDER "L3" DETAILS	
RES-45480-P		LAUNDER BURNER ARRANGEMENT & DETAILS	
RES-45481-M		LAUNDER & MISC. DETAILS	
RES-45482-P		BURNER TILE COOLING WATER PIPING ASSEMBLY	
RES-45483-M		LIQUIFIED PETROLEUM VAPORIZER DETAILS & SCHEMATIC	
RES-45484-M		FLASH VAPORIZER DETAILS	

NOTES:

1. LOCATE ELECTRIC GAS HEATER AS CLOSE TO FURNACE AREA AS POSSIBLE.
2. THE PROCESS AIR BLOWER CAN BE LOCATED BENEATH THE CONTROL ROOM IF DESIRED.
3. ALL LAUNDER SUPPORTS TO BE PROVIDED BY OTHERS.

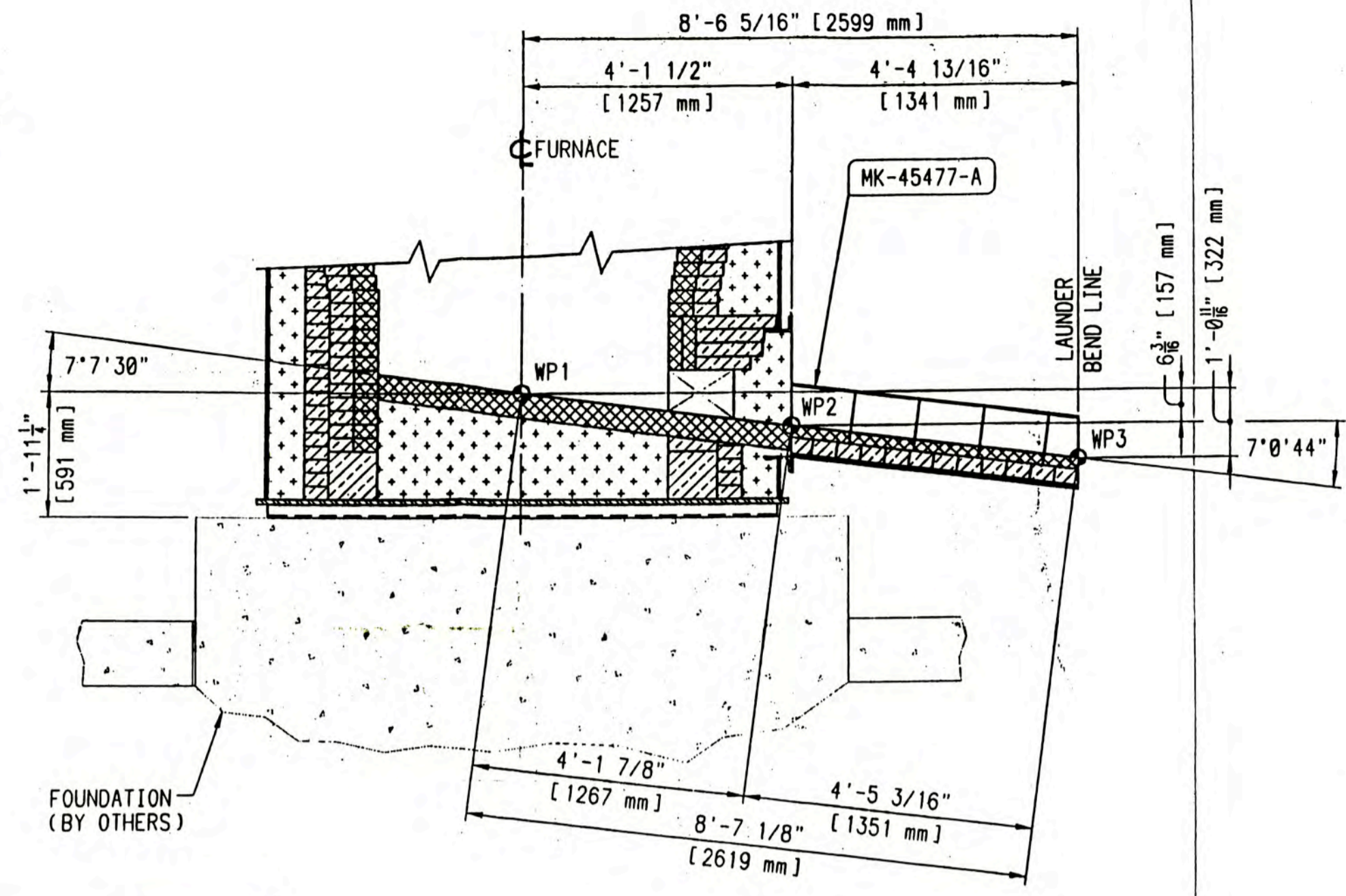
DWG. NO. _____ TITLE _____				NO. BY DATE DESCRIPTION				NO. BY DATE DESCRIPTION				PRELIMINARY REVISIONS		SCALE 1/4"=1'-0" DRAWN BY H. BEYER 3.14.94 CHECKED BY J.L. Ferrel 7/15/94 APPROVED [Signature] 7/15/94		ASARCO Incorporated TECHNICAL SERVICES CENTER 3422 SOUTH 700 WEST SALT LAKE CITY, UTAH, 84119		N.Y. APPROP. NO. _____ PLANT NO. _____ C.E. PROJECT NO. _____	
This drawing contains information proprietary to ASARCO Incorporated and is furnished with the express understanding that it will not be reproduced, used for any purpose other than that for which it was specifically furnished, nor disclosed in whole or in part to any third party without the prior written approval of ASARCO Incorporated.												ISSUED BY J.L. Ferrel DATE 7/15/94		ASARCO MELTING FURNACE 7 M.T.P.H. - INDECO LIMA - PERU		ASARCO DRAWING NUMBER S I C 45451 G		REV.	



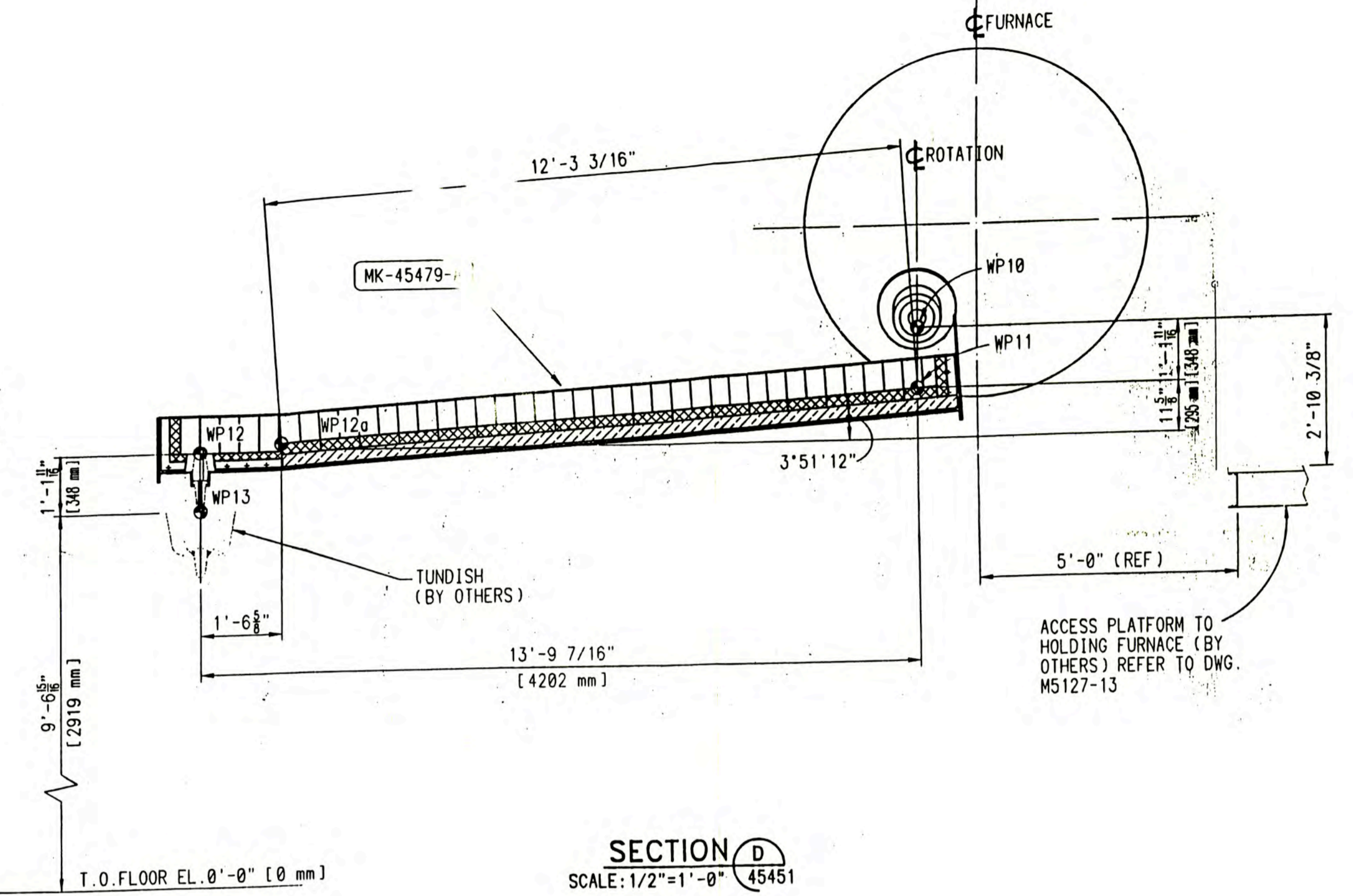
(USE WITH DRAWING 45451, 45452, 45477, 45478 & 45479.)

WP ELEVATION LEGEND		
WP No.	ELEVATION	
	FT/IN	MM
1	17'-2 13/16"	5253
2	16'-8 5/8"	5096
3	16'-2 1/8"	4931
4	15'-9 3/16"	4805
5	15'-7 9/16"	4764
6	14'-8 3/8"	4480
7	14'-6 3/8"	4429
8	14'-1 11/16"	4310
9	12'-10 1/4"	3918
10	12'-9 15/16"	3910
11	11'-8 1/4"	3562
12	10'-8 5/8"	3267
13	9'-6 15/16"	2919

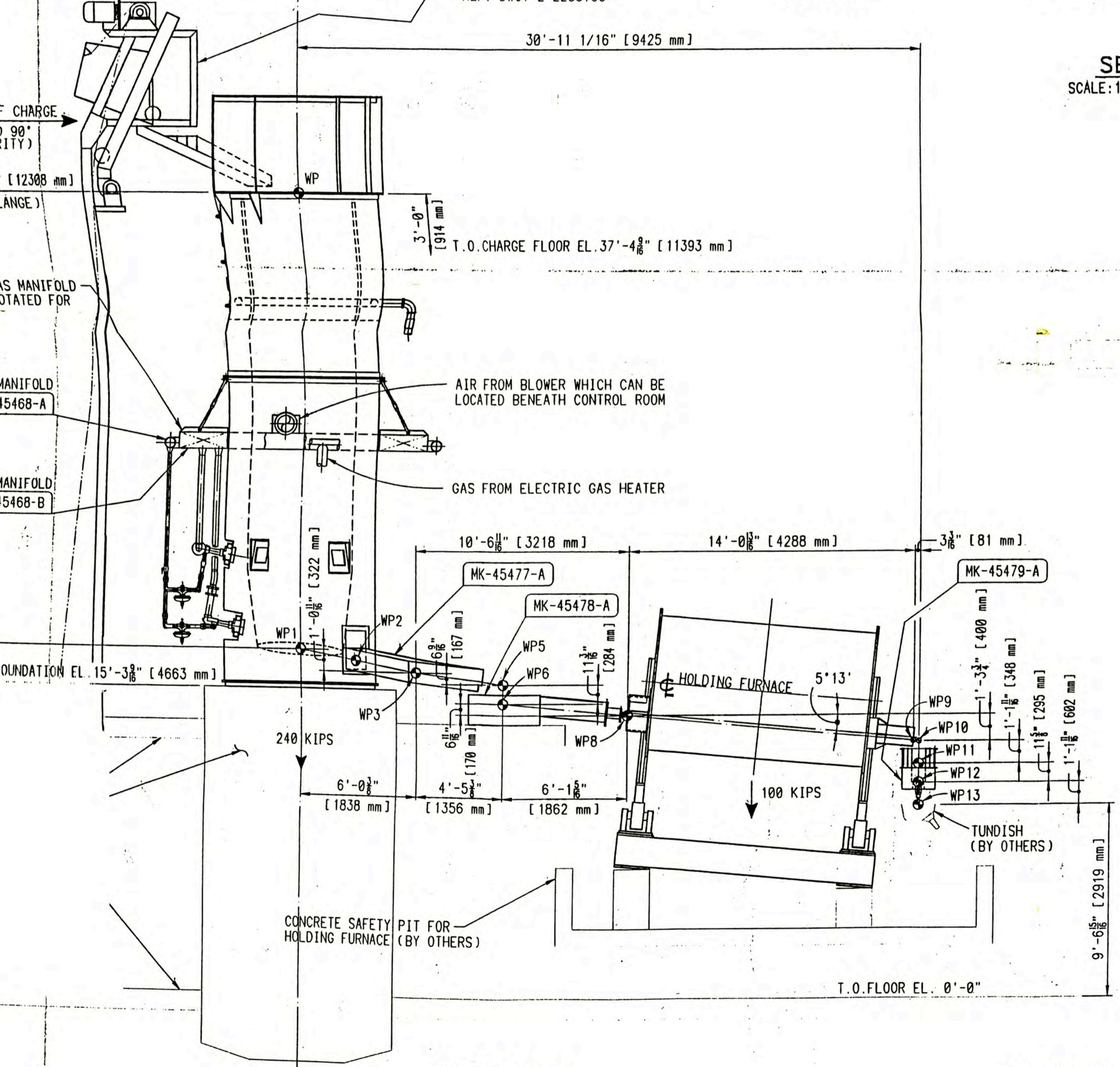
SKIP HOIST BY MIXER SYSTEMS, INC. REF. DWG. Z-2235.00



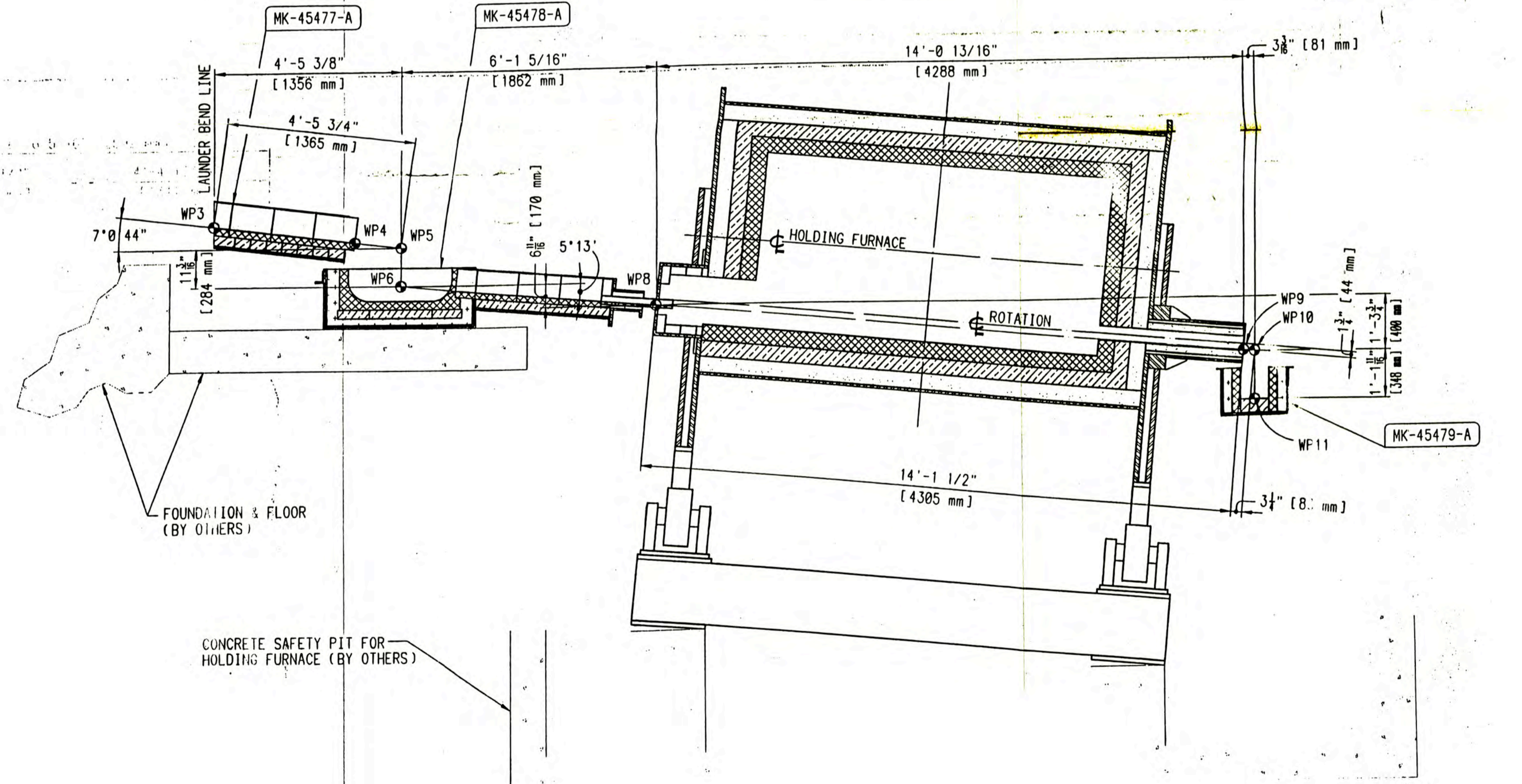
SECTION B SCALE: 1/2"=1'-0" 45451



SECTION D SCALE: 1/2"=1'-0" 45451



SECTION A SCALE: 1/4"=1'-0" 45451



SECTION C SCALE: 1/2"=1'-0" 45451

DWG. NO.	TITLE	NO.	BY	DATE	DESCRIPTION
45478	SLAGGING VESSEL & LAUNDRY "L2" DETAILS				
45479	LAUNDRY "L3" DETAILS				

This drawing contains information proprietary to ASARCO Incorporated and is furnished with the express understanding that it will not be reproduced, used for any purpose other than that for which it was specifically furnished, nor disclosed in whole or in part to any third party without the prior written approval of ASARCO Incorporated.							
NO.	BY	DATE	DESCRIPTION	NO.	BY	DATE	DESCRIPTION

PRELIMINARY	SCALE	AS NOTED
REVISSED-DESTROY PREVIOUS ISSUE	DRAWN BY	H. BEYER 3.17.94
RELEASED FOR CONSTRUCTION	CHECKED BY	S. L. Ferrel 7/15/94
ISSUED BY	APPROVED	Steve Javel 7/15/94

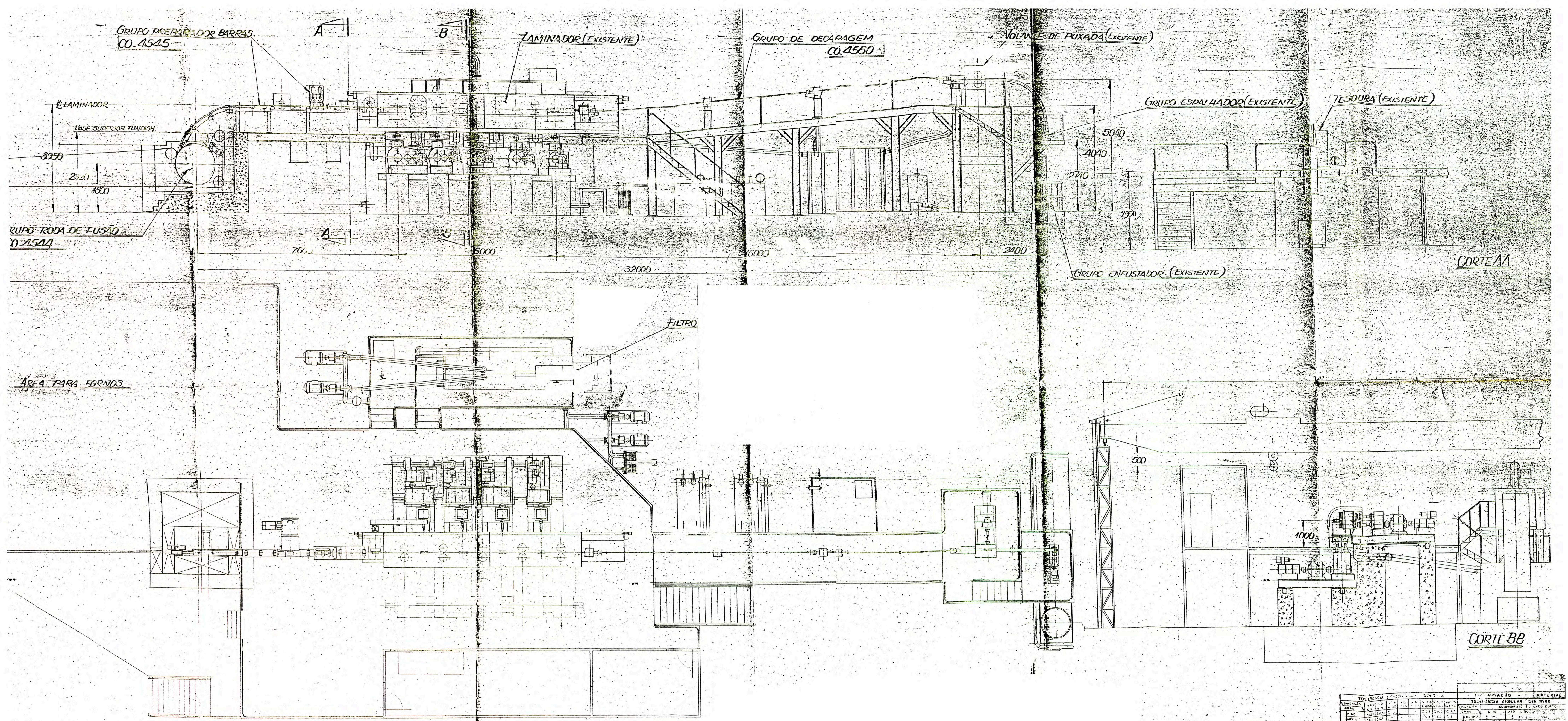
ASARCO Incorporated
TECHNICAL SERVICES CENTER
 3422 SOUTH 700 WEST SALT LAKE CITY, UTAH, 84119

ASARCO MELTING FURNACE
 7 M.T.P.H. - INDECO
 LTMA - PERU

N.Y. APPROP. NO.	PLANT NO.	C.E. PROJECT NO.

ASARCO

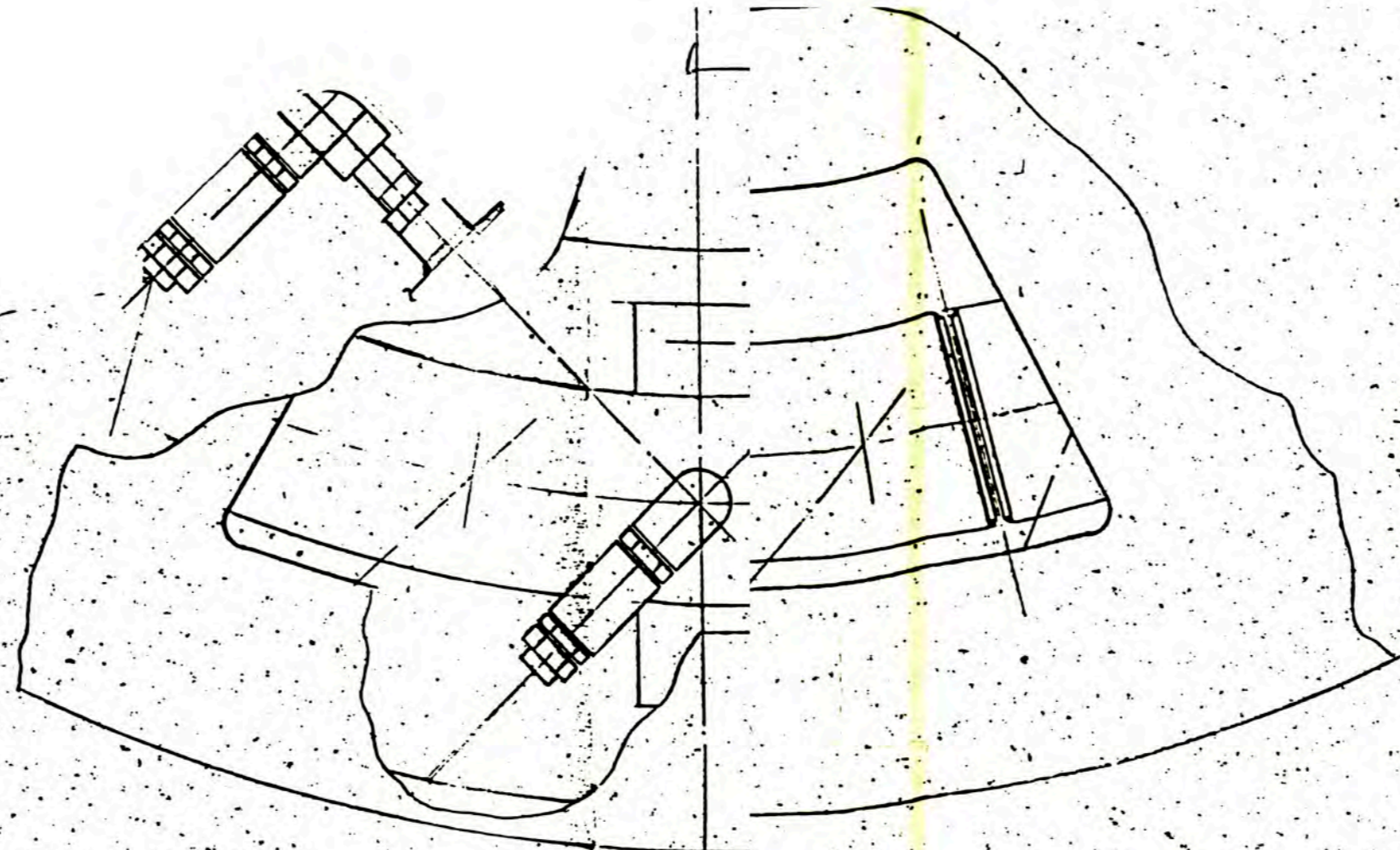
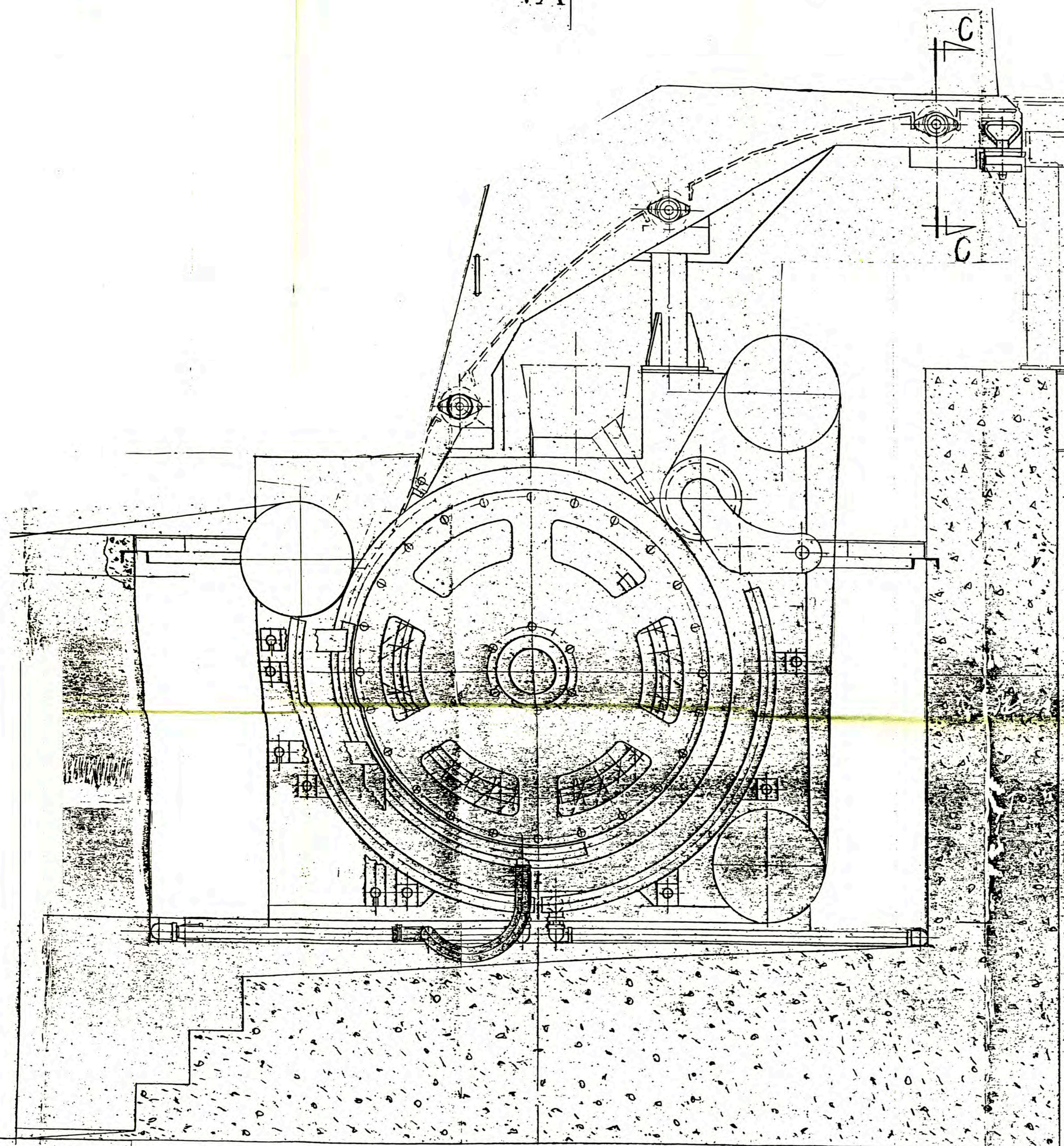
DRAWING NUMBER: 45451



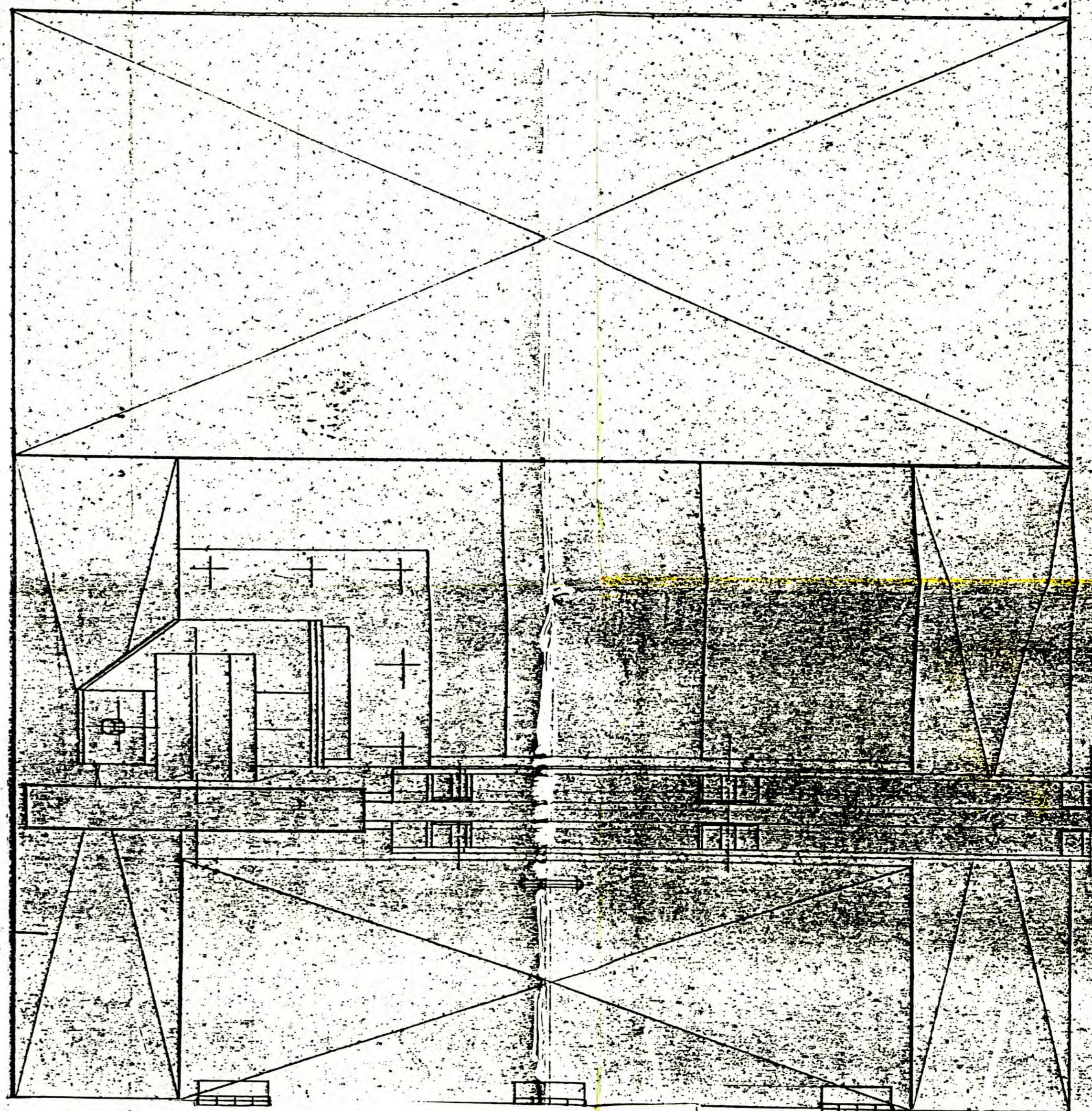
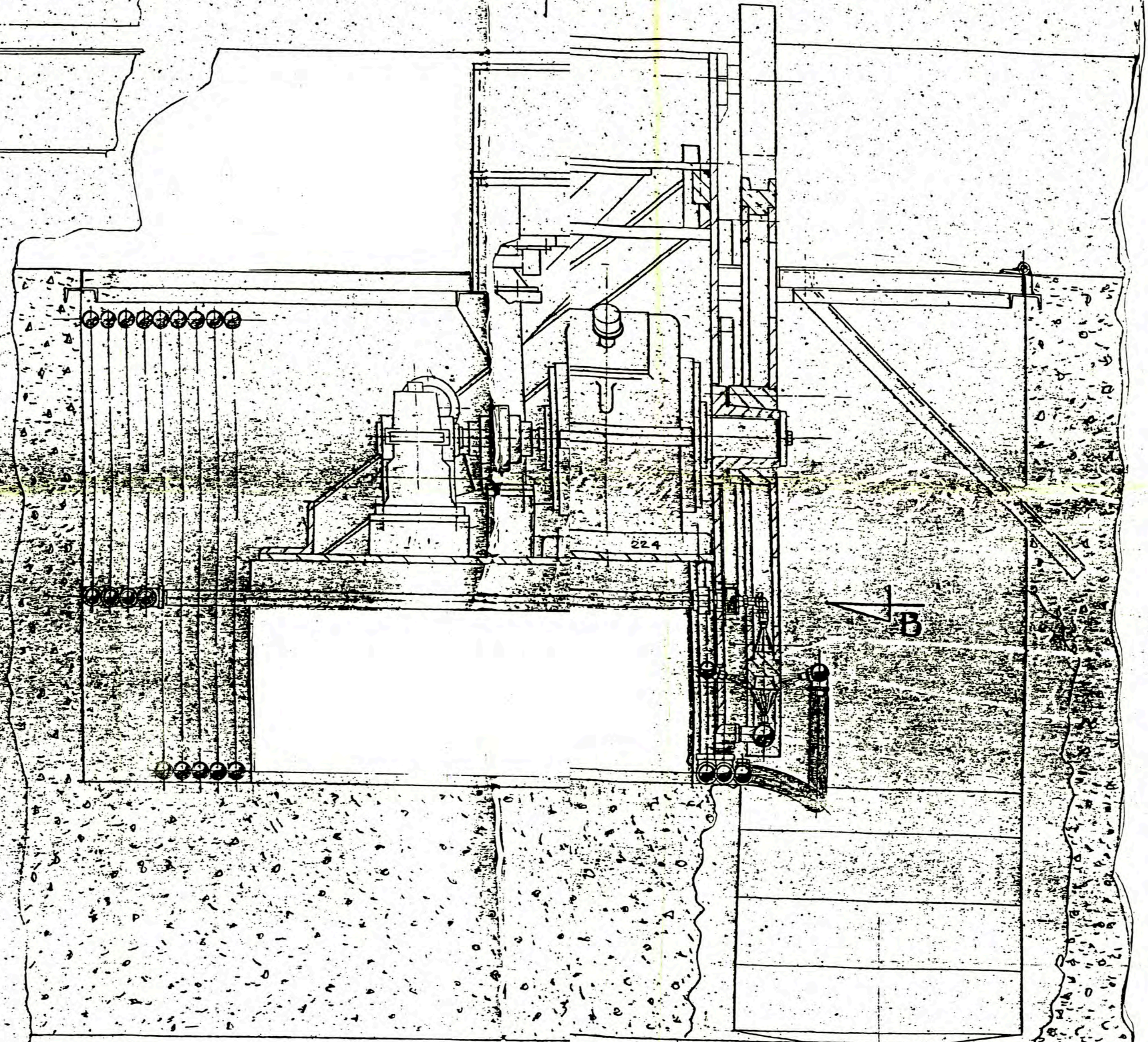
TOLERANCIA		ACABAMENTO		CORREÇÃO		MATERIAL	
ANGULO	± 0,10	RAZÃO	1:20	TO. INCL. ANGULAR	± 0,10	COMPRIMENTO	± 0,10
GRAD	± 0,10	RAZÃO	1:20	TO. INCL. ANGULAR	± 0,10	COMPRIMENTO	± 0,10
FINO	± 0,05	RAZÃO	1:20	TO. INCL. ANGULAR	± 0,10	COMPRIMENTO	± 0,10
MEDIO	± 0,10	RAZÃO	1:20	TO. INCL. ANGULAR	± 0,10	COMPRIMENTO	± 0,10
GRUO	± 0,10	RAZÃO	1:20	TO. INCL. ANGULAR	± 0,10	COMPRIMENTO	± 0,10
GRUO	± 0,10	RAZÃO	1:20	TO. INCL. ANGULAR	± 0,10	COMPRIMENTO	± 0,10

ESCALA: 1:50
 PROJ: JOSE B
 DES: NAVI
 CO. 4542

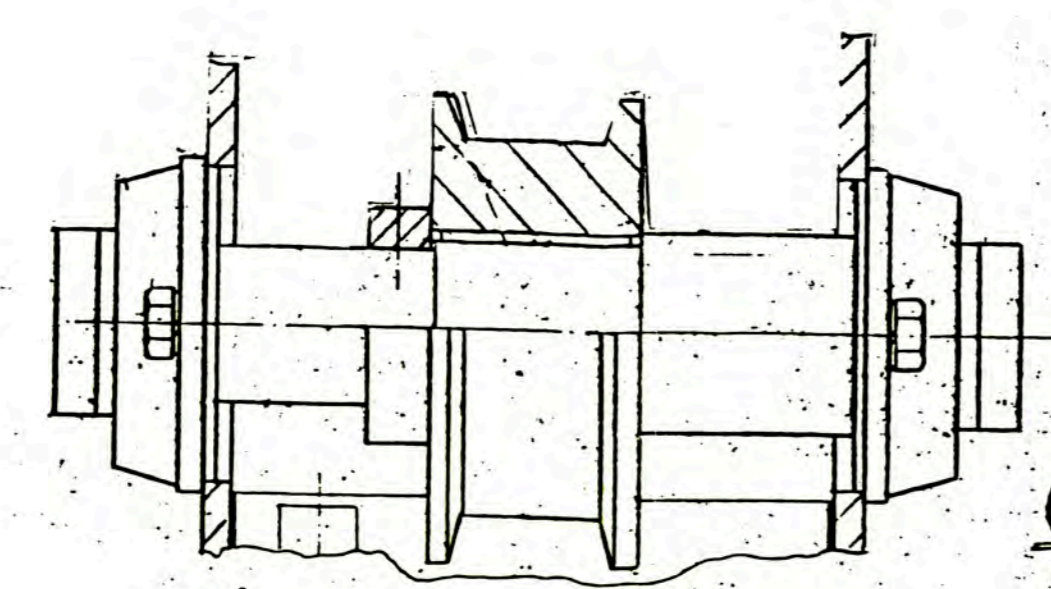
1A



VISTA B
Esc. 4:25



VISTA FORA



CORTE CC
Esc. 1:25

QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DIAM. TÍPICO	ESPESURIZADO	MATERIAL	COMENTÁRIOS
1	RODA DE FUSÃO	PC	100	100	PC	
1	CONJUNTO	PC	100	100	PC	

10-1-25
100793
11/11/11

RODA DE FUSÃO
-CONJUNTO-

FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS ESPECIAIS S/A
DIAGRAMA S/A