



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

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



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

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

## FAIR USE POLICY

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

## CONTACT

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

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

06874

# FABRICACION DE ACERO PARA OLEODUCTOS,

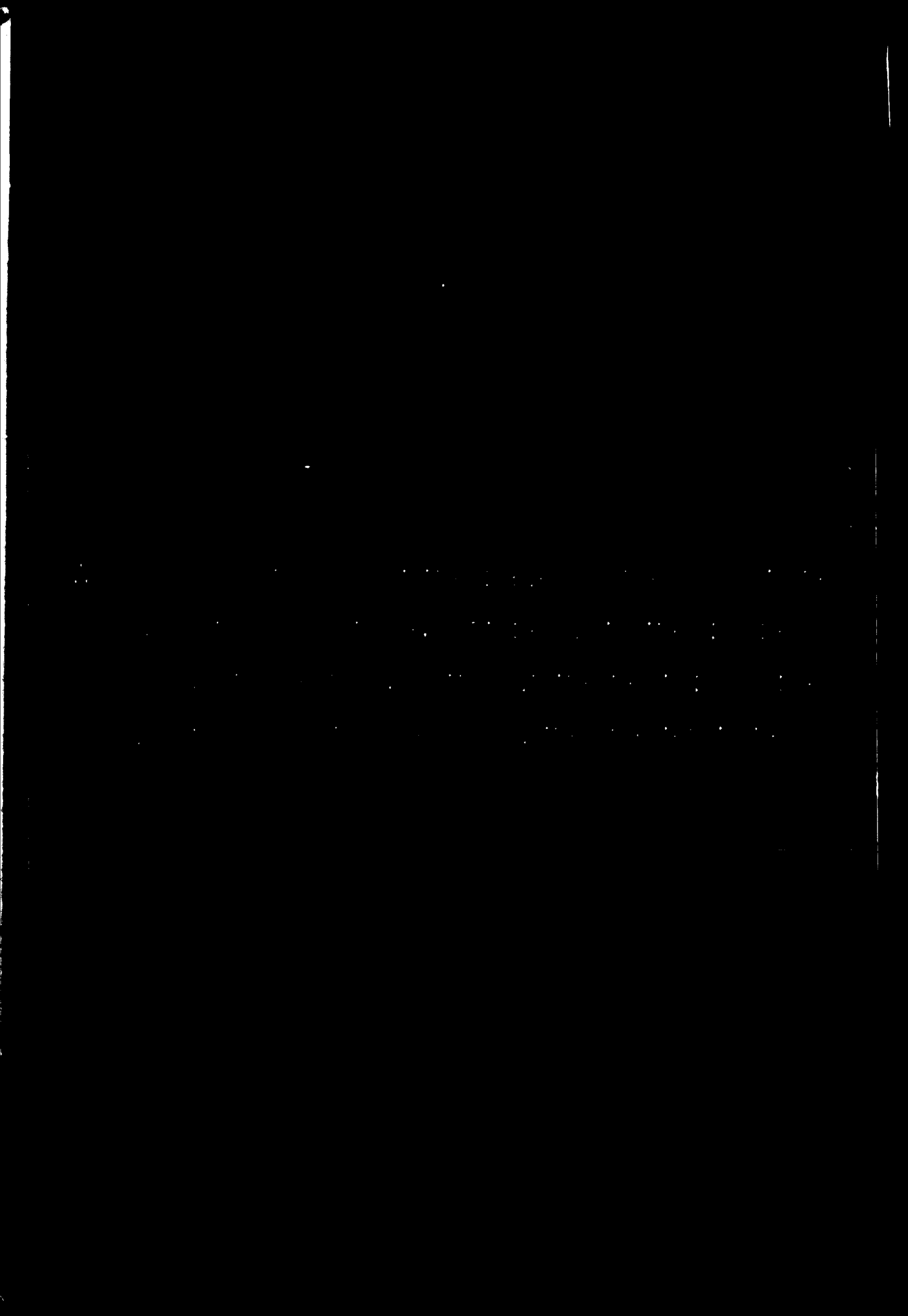
IN/PER/74/016

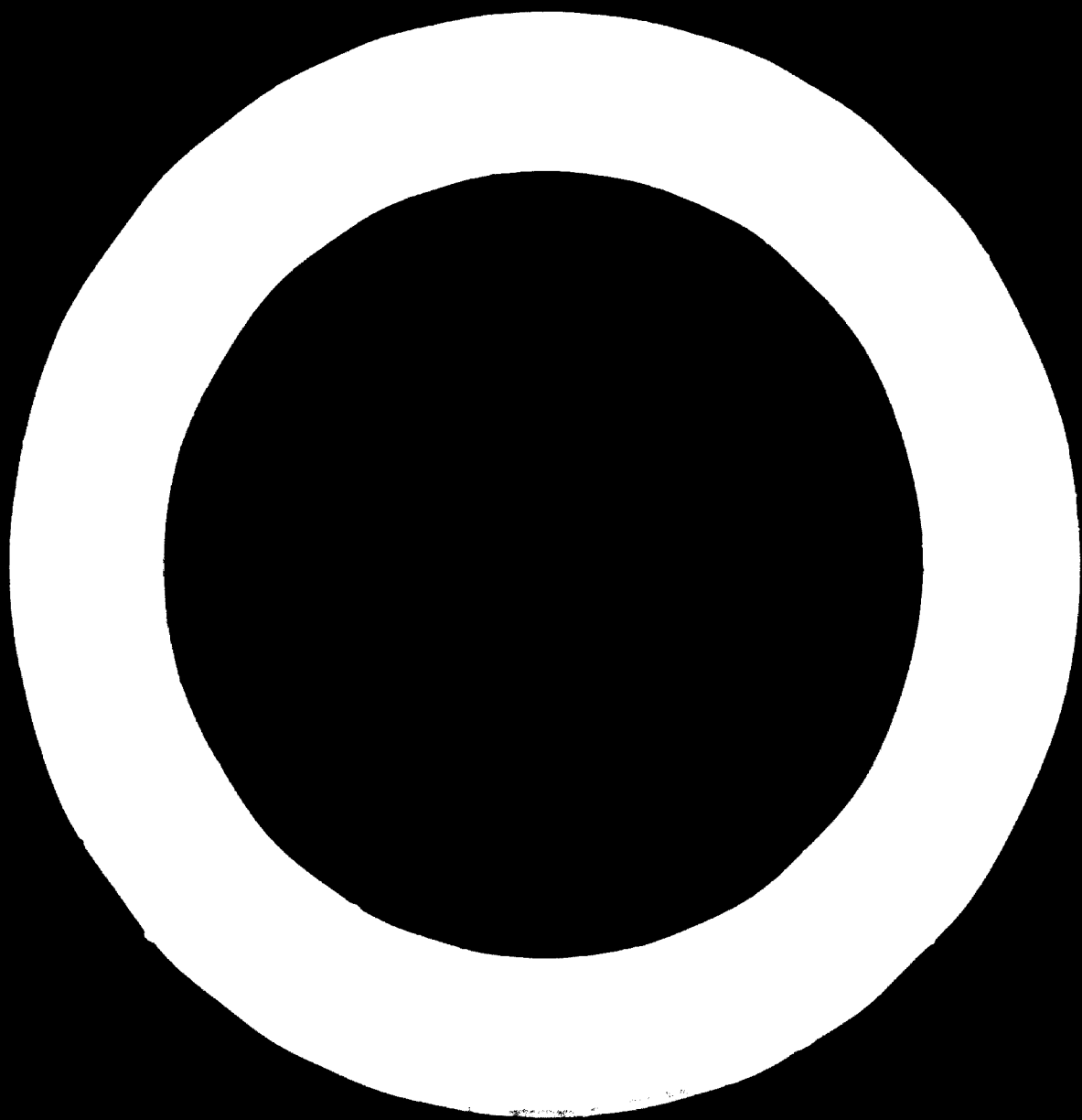
PERU,

INFORME FINAL

(17)

Programa del Gobierno del Perú  
para la  
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,  
en calidad de organismo de ejecución  
del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo





Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Asociación de Aceros de América Latina

LA/IND/73/011

IND

Condiciones y recomendaciones del proyecto

Preparado para el Gobierno del Perú por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, en calidad de organismo de ejecución del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Basado en la labor de R.L. McMillen, experto en control de calidad de productos de acero

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Viena, 1975

### Notas explicativas

El término "toneladas" se refiere a toneladas métricas.

El término "dólares" y el símbolo correspondiente (\$) se refieren a dólares de los Estados Unidos.

Se han utilizado las siguientes abreviaturas:

PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
SIDERPERU	Empresa Siderúrgica del Perú
LF	Límite de fluencia
RT	Resistencia a la tracción
A	Alargamiento

---

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras. La mención de empresas comerciales, industriales o de otra índole en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

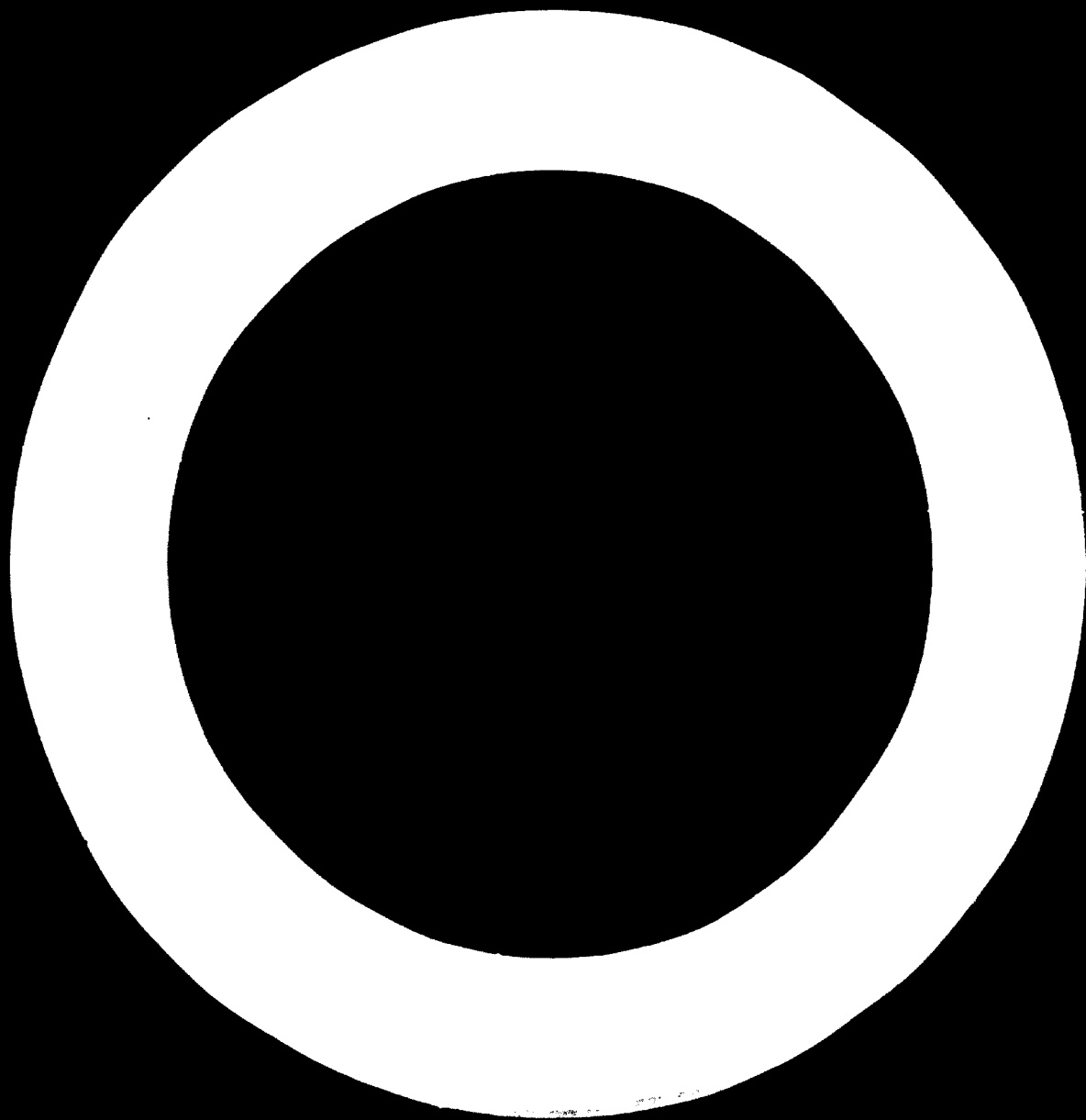
Indice

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	5
RECOMENDACIONES	6
PRACTICAS ESTANDAR Y RESULTADOS OBTENIDOS	13

Aceros

I Barras de molino para trituración de mineral de hierro y de cobre - SAE 1095 - SIDERPERU 92B	17
II Barra de refuerzo deformada de 1 3/8 pulgadas - ASTM 60	24
III Repuestos para uso interno - SAE 6140	29
IV Práctica estándar para horno eléctrico Acero 20A lingotes de 5 toneladas	30
V API - X-52	32
VI Balones de gas - SIDERPERU 16B	39
VII Práctica estándar para horno eléctrico Acero tipo 07B	43
VIII Práctica estándar para horno eléctrico Acero tipo RET 37-2	48
IX Ruedas para volkswagen	50
X API X-42 para exportación al Brasil	51

Figuras





## INTRODUCCION

El Gobierno del Perú ha considerado prioritaria dentro del Plan Nacional de Desarrollo la industria siderúrgica por su condición de industria básica de significativa importancia para el desarrollo industrial del país. Dentro de esta orientación se plantea que la fabricación de acero para oleoducto (tipo API X-52) es de vital importancia para cumplir con una de las metas propuestas en el Plan. Con estos motivos, el Gobierno del Perú había solicitado al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en julio de 1974, los servicios de un asesor de control de calidad por un período de seis meses desde el 15 de enero de 1975. Las funciones del experto consistían en prestar asistencia técnica para la fabricación de acero tipo API X-52 en el complejo siderúrgico de Chambote.

El proyecto fue aprobado por el PNUD el 21 de noviembre de 1974, siendo designada como agencia ejecutiva la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). El aporte financiero del PNUD al proyecto era de \$EE.UU. 15.000, y el de la entidad contraparte, la Empresa Siderúrgica del Perú (Siderperú), era de \$EE.UU. 4.500.

## RECOMENDACIONES

Los progresos realizados en el perfeccionamiento de los métodos de análisis y de las prácticas estándar de operaciones para la fabricación de bandas para tuberías fueron lentos y desalentadores. Como se trata de un proyecto de largo alcance y se han hecho algunas concesiones, es probable que durante los próximos meses se introduzcan nuevas modificaciones para que las bandas no sean de calidad innecesariamente alta y se puedan producir económicamente. Se efectuaron tres laminaciones separadas, pero desde el 6 de abril de 1975 no se fabricó acero de este tipo debido a que se habían agotado las existencias de mazarotas exotérmicas y el arribo de un nuevo embarque estaba previsto para mediados de junio.

Como se señaló en el informe sobre la marcha de los trabajos presentado a mitad del período del proyecto, SIDERPERU había pedido que, además de los trabajos relacionados con las bandas para tubos de oleoducto, se realizaran investigaciones sobre productos que los fabricantes habían encontrado inaceptables y que habían sido motivo de reclamos, con la consiguiente sustitución del material defectuoso o inservible o el pago de la compensación correspondiente. A raíz de este problema, se visitaron algunos clientes para observar el desarrollo de las operaciones y, en algunos casos, se establecieron prácticas estándar nuevas o modificadas de fabricación de acero y laminación con miras a suministrar un tipo de acero más apropiado para usos determinados. Se consideró que, en algunos casos, bastaría con una supervisión más minuciosa en los departamentos técnicos, una mayor atención de parte de los expertos en cuestiones metalúrgicas y la aplicación de las prácticas estándar vigentes. Se examinaron los siguientes productos, que serán objeto de examen por separado:

Laminador de barras y perfiles

1. Barras de molino para trituración de mineral de hierro y de cobre SAE 1095
2. Barra de refuerzo deformada de 1 3/8 pulgadas de diámetro ASTM 60
3. Repuestos para el tren de laminación (uso interno) SAE 6140
4. Perfiles: angulares, planos, etc. SIDERPERU 20A

Laminador de cilindro liso

1. Chapas para balones de gas SIDERPERU 16B
2. Chapas para embutido profundo SIDERPERU 07B
3. Chapa estructural para puentes SIDERPERU 37-2
4. Rueda para automóviles SAE 1012
5. API-X-42 para exportación al Brasil API-X-42

Sobre la base de los datos obtenidos durante las investigaciones y del examen de la aplicación de las prácticas estándar, se someten a consideración las siguientes recomendaciones generales. En el contexto de cada práctica estándar se formulan otras recomendaciones.

### Servicio a los clientes

Cada uno de los ingenieros del departamento de servicio a los clientes debe pasar tres o cuatro días al mes en la fábrica de acero de Chimbote, con el objeto de familiarizarse con todos los detalles de cada operación y con el personal técnico.

Debe fijarse un plan de visitas periódicas a cada cliente sin esperar a que éste notifique que tiene problemas. Como mínimo, debe visitarse a los clientes principales dos veces al mes, y a los demás una vez al mes. Esta práctica permitirá establecer mejores relaciones entre proveedor y cliente y reducir el número de reclamos.

### Departamento de fusión

Durante los últimos meses se ha convertido en práctica estándar el sobrecargar un horno eléctrico cuando el otro está parado por reparaciones o por la instalación de un nuevo revestimiento refractario. En lugar de 32 toneladas de chatarra y arrabio, se cargan 45 toneladas, el horno es inclinado hacia atrás y la carga fundida y colada. El calor no se puede distribuir adecuadamente, aumenta el consumo de refractarios del horno y la cuchara de colada, y la sobrecarga es perjudicial para el equipo. Esta práctica se debe descontinuar.

No debe utilizarse la lanza de oxígeno durante la fusión o el afino hasta que no se desarrolle un método de inyección satisfactorio. Actualmente, el oxígeno se inyecta mediante una lanza que se proyecta a través de la puerta del horno en un ángulo de inclinación de 45 grados. El exceso de oxígeno que sale de la lanza en esta posición contribuye al elevado consumo de refractarios.

En las cargas de acero efervescente no se debe agregar cal al baño durante el período de afino. Si fuese necesario agregar cal debido al alto contenido de azufre, en el laminador de barras habría que utilizar acero semicalmado, preferentemente acero 20A. Aplicada al acero efervescente, la cal altera el equilibrio entre la escoria y el acero, lo cual normalmente retarda el desprendimiento de óxido de carbono.

El silicomanganeso es ideal como adición de arrabio al bano cuando se fabrica acero duro al manganeso, pero debe descontinuarse su utilización como aditivo en la cuchara de colada para acero semicalmado en razón de que resulta difícil controlar la desoxidación. El porcentaje de rechupes en los aceros de esta calidad puede reducirse sustancialmente agregando una cantidad exacta de ferrosilicio a la cuchara, proporcional al carbón de colada, y agregando ferro-manganeso a la especificación.

Para todos los aceros calmados se debe aumentar al 1% el volumen de las mazarotas a fin de eliminar el rechupe.

### Laminación plana

#### Tren de laminación Steckel

Para eliminar o reducir el elevado porcentaje de rollos de poca anchura y bordes sinuosos, los cilindros de trabajo se deben rectificar, utilizando la arandela adecuada a la anchura de la banda caliente que se ha de laminar. Actualmente, los cilindros de trabajo utilizan la misma arandela para laminar piezas de anchura máxima, 1.260 mm, y de anchura mínima, 600 mm. Es un principio generalmente aceptado que para anchuras amplias y/o grandes espesores se requiere una arandela de juego menor que para anchuras estrechas y/o espesores pequeños. Recientemente, los bordes sinuosos han constituido un problema grave en el caso de los rollos angostos. Cuando se trata de anchuras reducidas, aparte de aumentar las dimensiones de la arandela, la única posibilidad es cambiar los cilindros tan pronto como aparezcan bordes sinuosos. Esto implica la laminación de un número considerablemente menor de rollos por cada cambio de cilindros.

Después de que la banda está asegurada en el mandril, no se debe reducir la velocidad de la bobinadora ni se debe utilizar agua durante el enrollamiento. Actualmente, la velocidad de la bobinadora se reduce después que la banda está asegurada en el mandril, y el último cuarto de la banda se enfría a una temperatura más baja mediante rociadores de agua sobre la mesa de salida. Esta es la razón de que se encuentren diferentes propiedades físicas en un mismo rollo.

### Tren de laminación en frío

Debe utilizarse la tabla de porcentajes de reducción para pasar de la calibración para laminado en caliente a la calibración para laminado en frío, respecto de todos los tipos de chapas producidas en frío, tratando de aproximarse en cuanto sea posible a una reducción en frío del 60%. La reducción en frío del 60% permite obtener la mejor calidad para estirado en frío, mediante un recocido adecuado. Puesto que los clientes utilizan en forma intercambiable la calidad comercial y la calidad para estirado en frío, esta práctica permitirá reducir las quejas y los reclamos de los clientes ocasionados por la ruptura durante el estirado.

Todos los rollos en que se haya aplicado una reducción del 50% al 75% se deben someter a laminado superficial con poca presión para evitar el revenido excesivo provocado por el porcentaje de reducción más elevado.

A fin de evitar en cuanto sea posible la corrosión y el envejecimiento de las chapas laminadas en frío, los rollos laminados en caliente se deben almacenar para decapado, laminación en frío y elaboración hasta que el cliente fije las fechas exactas de envío. Las chapas laminadas en frío se deben enviar lo antes posible luego de que se haya completado la elaboración.

### Escarpado

El escarpado ha sido siempre una operación que no ha dado resultados satisfactorios y, en muchos casos, en lugar de mejorar el acabado de la superficie ha provocado defectos en ella. Al inspeccionar los rollos producidos para acero API-X-52 se observaron defectos que parecían ser virutas de laminación y eran en realidad rebabas resultantes del escarpado. El personal que realiza esta operación nunca ha recibido capacitación impartida por expertos en la materia; varias veces se ha recomendado a los supervisores de las operaciones de laminación plana que se consiga el equipo adecuado para escarpado y se contraten los servicios de un experto por tres meses aproximadamente, para fines de capacitación. El equipo necesario es muy sencillo y el costo es ínfimo.

### Lingoteras

El consumo de lingoteras debe ser de unas 35 lbs/ton de acero, y el consumo de bases de unas 6 lbs/ton. En el consumo de lingoteras influyen factores tales como diseño, análisis, temperatura de colada y prácticas de funcionamiento. En 1971, se compraron a Shenango Inc., una importante empresa productora de lingoteras y bases, diseños de lingoteras para lingotes de 7,5 y 5 toneladas. Siguiendo las especificaciones de tales diseños, Siderperú fabricó las lingoteras; se obtuvieron resultados positivos y la chatarra del lingote y los desperfectos de laminación se redujeron de un porcentaje excesivamente elevado a uno normal. Los diseños de las lingoteras han sido modificados y los resultados no han sido satisfactorios.

Se recomienda que se compren, a un constructor profesional de lingoteras, tres diseños para rollos de laminación de las siguientes anchuras: 600 mm a 800 mm, 850 mm a 1.050 mm y 1.100 mm a 1.260 mm, y un diseño de lingotera para productos del tren laminador de barras. Esto permitirá no sólo obtener mejores lingotes sino también aumentar la relación de rendimiento lingote-desbaste al disminuir el tamaño de la cavidad en V en el lingote para desbaste.

Se recomienda también que se imparta a un ingeniero peruano capacitación en diseño de lingoteras en una empresa que fabrique exclusivamente lingoteras y bases. Esta capacitación deberá llevarse a cabo en unos tres meses.

### Esponja de hierro

Como Siderperú prevé la utilización de esponja de hierro para reducir la cantidad de chatarra en la carga del horno eléctrico, se recomienda la compra de 500 toneladas de esponja de hierro para la producción de 400 ó 500 cargas de acero de horno eléctrico.

Se sugiere la utilización de una carga de 25% de arrabio, 25% de esponja de hierro y 50% de chatarra en la primera serie de cargas a fin de determinar el contenido de carbono de la masa fundida prevista. Probablemente se pueda aumentar el porcentaje de esponja de hierro para fabricar aceros suaves.

Debe registrarse el consumo de electrodos de todas las series de cargas que tengan el mismo porcentaje de esponja de hierro, con miras a obtener datos para determinar el costo por tonelada de la utilización de esponja de hierro.

Es probable que se pueda aumentar el porcentaje de esponja de hierro de la carga al 10%/60% para fabricar aceros suaves (con un contenido máximo de 0,10 de carbono).

Se sugiere que, de ser posible, la esponja de hierro se compre a Hojalata y Lámina S.A., Monterrey, N.L. México, ya que esta empresa ha perfeccionado el proceso HYL de fabricación de esponja de hierro y lo ha utilizado durante muchos años en la fabricación de acero de electrohorno para laminación plana y de barras y perfiles. Sería aconsejable concertar arreglos para que presenciara la prueba uno de los operarios de dicha empresa con experiencia en el funcionamiento del horno, ya que el procedimiento de fusión es un tanto diferente y un operario experimentado puede obtener mejores resultados con un mínimo de problemas de funcionamiento (rotura de electrodos, etc.).



**PRACTICAS ESTÁNDAR Y RESULTADOS OBTENIDOS**

**SAE 1095 - SIDERPERU 92B - Barras de molino para trituración de mineral de hierro y de cobre**

Las barras serían laminadas en la última semana de junio y despachadas en el mes de julio. No se preveía ninguna dificultad en vista de que la nueva práctica estándar eliminaría el rechupe, y las especificaciones físicas no eran estrictas. Para la producción de 1973, los valores de dureza Brinell fueron los siguientes:

<u>Dureza</u>	<u>Número de pruebas</u>	<u>Porcentaje total</u>
271/280	11	3,9
281/290	33	11,7
291/300	76	26,9
301/310	115	40,6
311/320	39	13,8
321/330	<u>9</u>	<u>3,2</u>
Total	283	100,0

Especificación físicas: resistencia a la tracción: 110.000 libras por pulgada cuadrada por min.

dureza Brinell: 280/350

**SAE 60 - Barra de refuerzo deformada de 1 3/8 pulgadas de diámetro**

El 2 y 3 de junio de 1975 se laminaron 900 toneladas de barras de 1 3/8 pulgadas con un contenido de carbono más bajo que el obtenido en la laminación anterior. El límite medio de fluencia se redujo en 4.500 libras/pulg<sup>2</sup> y la resistencia media a la tracción en 9.500 libras/pulg<sup>2</sup>. El alargamiento medio se aumentó en el 50%, y las pruebas de flexión no satisfactorias se redujeron del 30% al 1,3%. Sin embargo, el límite de fluencia y la resistencia a la tracción son todavía demasiado elevados y para la próxima laminación se reducirá el contenido de manganeso.

**SAE 6140 - Repuestos para el tren de laminación**

Mientras no sea necesario, no se fabricarán repuestos de este tipo, de acuerdo con la nueva práctica.

SIDERFERU 20 A

Este tipo de acero se proyectó para la fabricación de barras y perfiles de calidad comercial que no tuvieran especificaciones físicas determinadas. Esta es una forma de aprovechar las hornadas que se desvían antes de la colada en razón del análisis preliminar, y las hornadas que en el análisis final no se ajustan a las especificaciones.

Rollos API-I-52 para oleoducto

La práctica estándar ha sido revisada pero se prevé una nueva revisión. Se redujeron el límite medio de fluencia, en 5.000 libras/pulg<sup>2</sup>, y la resistencia media a la tracción, en la misma cantidad, rebajando el contenido de vanadio en un tercio. Estas cifras se pueden reducir aún más rebajando en otro tercio el contenido de vanadio, lo cual reducirá el costo de producción de bandas para tuberías en un total de 8,00 dólares por tonelada.

Se fijaron los límites de la composición química para la tercera laminación y todas las cargas se ajustaron a los mismos, por lo que no fue necesario desviar ninguna, en comparación con un 13,5% de cargas desviadas en las dos primeras laminaciones. Se aumentó el volumen de las masarotas del 12% al 15%, con lo cual se eliminaron los lingotes para desbaste desviados a causa del rechupe. En la primera laminación, el 40% de los lingotes para desbaste fueron desviados hacia la plataforma debido al rechupe.

SIDERFERU 16 B - Chapas para balcones de gas

No se introdujo ninguna modificación en la práctica estándar.

SIDERFERU 17B - Chapas para cubetido profundo

Se produjeron varias cargas que se encuentran en diversas etapas de transformación pero, hasta el momento, no hay resultados definitivos.

SIDERFERU 37-2 - Chapa estructural de acero para puentes

Se produjeron cargas en la primera semana de junio pero todavía no han sido laminadas.

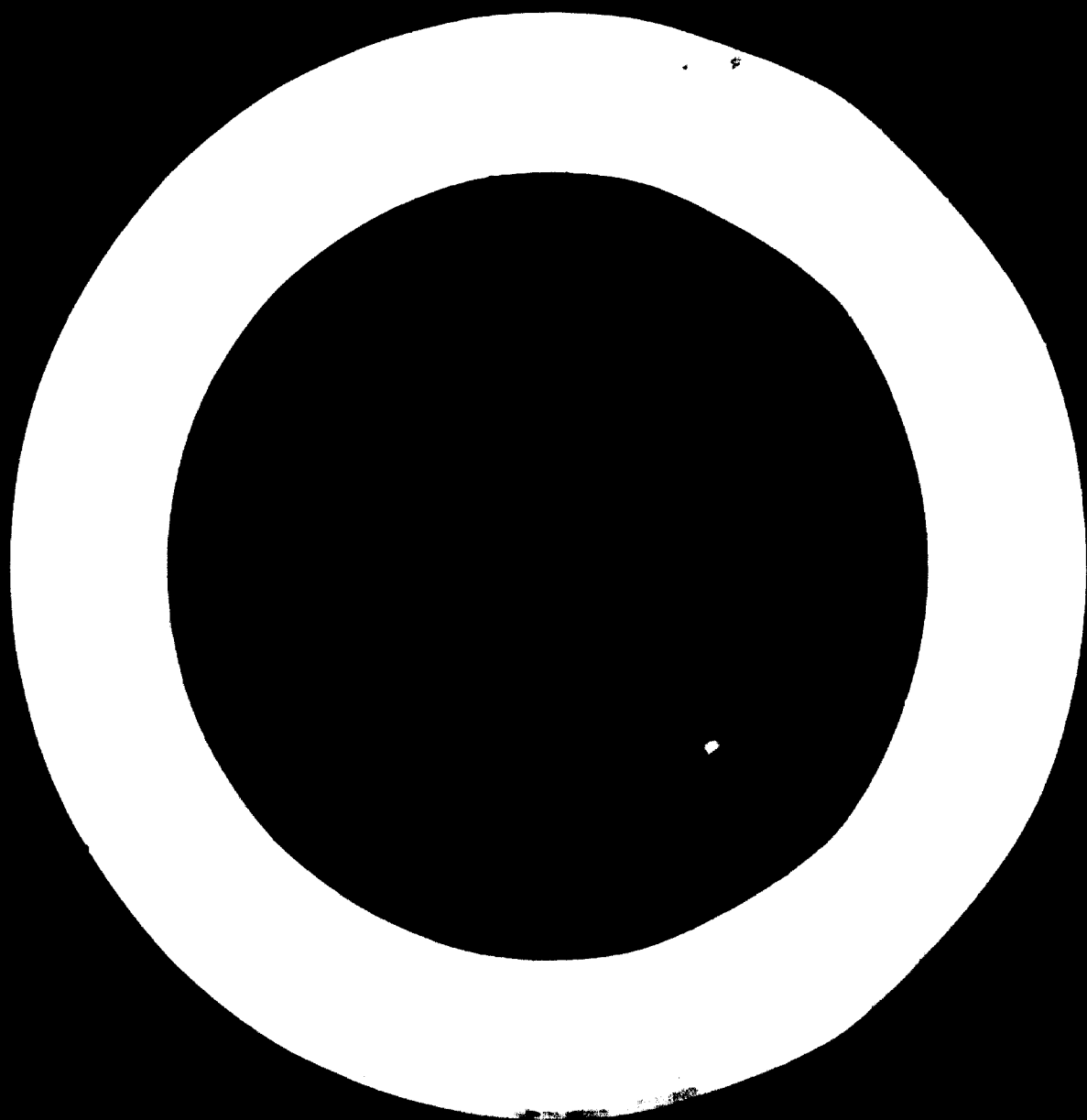
SAB 1012 - Discos de rueda para camiones Volkwagen

No se introdujo ninguna modificación en la práctica estándar.

API-X-42 Rollos para tubos de oleoducto para exportación al Brasil

La primera laminación de 500 toneladas respondió a las especificaciones químicas y físicas sin necesidad de desviaciones y con un límite razonable de seguridad. El límite medio de fluencia ascendió a 6.500 lbs/pulg<sup>2</sup> por encima del límite mínimo, y la resistencia media a la tracción, a 11.800 lbs/pulg<sup>2</sup> por encima del límite mínimo. Si se desea, se puede reducir la resistencia a la tracción realizando el embobinado a temperaturas más elevadas.

En los anexos, que se refieren a las prácticas estándar revisadas, se proporciona información adicional sobre estos productos y se formulan sugerencias para el mejoramiento de los productos que no han dado resultados satisfactorios.



Anexo I

**BARRAS DE MOLINO PARA TRITURACION DE MINERAL DE HIERRO  
Y DE COBRE - SAE 1995 - SIDERPERU 92B**

Compradores: Compañía Minera Marcona, Corporación del Cerro de Pasco y  
Corporación Cuprifera del Sur del Perú.

Productos: Barras redondas de  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  y  $1\frac{1}{2}$  pulgadas en longitudes de 10 pies,  
10, pulgadas, y 10 pies 6 pulgadas.

Este producto no se ha fabricado durante los dos últimos años debido al rendimiento no satisfactorio del material suministrado anteriormente. Se ha decidido reanudar la fabricación de este material y se han aceptado pedidos en firme. Las primeras partidas de material de este tipo tenían un rechupe excesivo y una estructura granular parcialmente afinada que ocasionaban un porcentaje excesivo de rupturas durante la rectificación.

Este tipo de acero se fabricó como acero calmado, colado por el fondo, en número de 8 lingotes por nave de colada utilizando lingoteras de 11 x 11 pulgadas, para lingotes de 680 kg. Este procedimiento dio de 12 a 25 estricciones, de lingote a barra, según el diámetro de las barras. Los lingotes tenían una cavidad de rechupe correspondiente al 50% del lingote.

A fin de eliminar la cavidad de rechupe y obtener un grano afinado, se convino en que este tipo se fabricaría como acero totalmente calmado, colado en lingoteras de 25 x 27 pulgadas, en lingotes de 5 toneladas, utilizando mazarotas exotérmicas. Los lingotes serían reducidos por laminación a tochos de 8 x 10 pulgadas, y los tochos a barras. Este procedimiento daría de 70 a 135 estricciones, de lingote a barra, y permitiría obtener una estructura granular afinada.

Los aceros ricos en carbono son susceptibles a la fisuración durante el calentamiento y la laminación, debido a los cambios de volumen por calentamiento y enfriamiento que se producen a lo largo de la gama de temperaturas de transformación.

Sobre la base de estas consideraciones se formularon las siguientes prácticas estándar para los procesos de fusión, calentamiento del horno de termodifusión y laminación.

Práctica estándar para horno eléctrico

Acero 92 B

Fecha: 15.4.75

1. Fabricación: Hornos eléctricos
2. Grado de desoxidación: Calmado
3. Usos: Barras de molino
4. Composición química:

<u>% C máx.</u>	<u>% Mn</u>	<u>% Si</u>	<u>% S máx.</u>	<u>% P máx.</u>
0,87/1,03	0,80/1,15	0,15/0,30	0,050	0,040

5. Carga

Metal: Para obtener 31,5 ton de acero

Cal: Para conseguir basicidad mínima 2,5

Espato: Suficiente para fluidizar la escoria

6. Carbono antes de colar:

Fin de fusión: 0,90% mínimo

Antes de colar: 0,75 a 0,90%

7. Temperatura (°C):

Antes de colar: 1575/1585

En la cuchara: 1510/1520

8. Afino:

Realizar un buen desescoriado del baño

Decarburar 10 puntos mínimos

9. Adiciones en el horno:

Luego del desescoriado realizar:

1. Agregar 90 kg de FeSi (75%) en trozos de 4 pulgadas mínimo

2. Agregar los 2/3 de FeMn estándar calculado en trozos de 4 pulgadas mínimo

10. Condiciones en la cuchara:

Caliente y sin fondo metálico

Diámetro de tobera: 50 mm

11. Tiempo de colado:

De 3 a 5 minutos

12. Adiciones en la cuchara

1. Agregar el coque necesario para obtener el promedio de la especificación química
2. Agregar 30 kg de FeSi (75%) a 1/3 de la cuchara
3. Agregar entre 1/3 y 2/3 de la cuchara la cantidad necesaria de FeMn estándar para obtener el promedio de la especificación
4. Cubrir el acero con 3 bolsas de aislante térmico al finalizar de colar

13. Manejo de colada:

1. Usar lingoteras del tipo D
2. Usar masarotas en los 4 lados de la lingotera con 1% mínimo de volumen
3. Agregar 15 kg de polvo exotérmico inmediatamente después de terminar de lingotear cada lingote
4. Movimiento de plataforma: 2 horas después de lingotear el último lingote
5. Transportar inmediatamente los lingotes a los hornos de precalentamiento de planos

Práctica estándar en horno de foso

Acero 92B

Fecha: 9.4.75

A. Carga caliente:

Aplicarse a lingotes calientes con menos de 4 horas entre fin de lingoteo y entrada al horno

Lingotes en horno de campana con temperatura de igualización 1.000°C

1. Inicio de carga: 1.000°C  
Fin de carga: 800°C (aproximadamente)
2. Una hora mantenimiento a fin de carga
3. Subir 60°C/hora hasta 1250 - 1260°C
4. Tiempo de igualización a 1250 - 1260°C, 3½ - 4 horas y comenzar a laminar

B. Carga fría:

1. Inicio de carga: 400°C (máximo)  
Fin de carga: 300°C (aprox.)
2. Una hora mantenimiento a fin de carga
3. Elevar la temperatura hasta 825°C a razón de 90°C/hora
4. Mantener una hora a 825°C

5. Levantar la temperatura hasta 1250 - 1260°C a razón de 60°C/hora
6. Tiempo de igualización a 1250 - 1260°C, 3½ - 4 horas y comenzar a laminar

Exceso de O<sub>2</sub> en los humos: 2% durante todo el ciclo, para ambas prácticas.

Práctica estándar en horno eléctrico

Acero SAE 6140 cromo vanadio

Nueva práctica

Fecha: 31.3.75

1. Fabricación: Hornos eléctricos
2. Grado de desoxidación: Calmado
3. Uso: Acero para repuestos
4. Composición química:

<u>Tipo</u>	<u>%C</u>	<u>%Mn</u>	<u>%Si</u>	<u>%Cr</u>	<u>%V mfn.</u>
"A"	0,35/0,40	0,60/0,90	0,15/0,30	0,80/1,10	0,15
	<u>%S máx.</u>	<u>%P máx.</u>			
	0,050	0,040			
"B"	0,41/0,45				

5. Carga:  
Metal: Para obtener 31,5 ton de acero  
Cal: Para lograr 2,5 mínimo de basicidad  
Espátos: Para fluidizar la escoria

6. Carbono preliminar:  
Fin de fusión: 0,45% mfn.  
Antes de colar: Tipo A) 0,25/0,30%  
                                  B) 0,30/0,35%

7. Adiciones en el horno:
  1. Realizar un escoriado al máximo
  2. 150 kg de FeSi (75%) de 6 pulgadas mínimo y esperar que termine la reacción
  3. Agregar FeMn estándar para obtener la especificación química (trozos de 6 pulgadas mínimo)



8. Temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ):  
Antes de escoriado: 1630/1640  
Antes de colar: 1630/1640  
En la cuchara: 1535/1545
9. Condiciones en la cuchara:  
Caliente y sin fondo metálico  
Diámetro de tobera 50 mm
10. Adiciones en la cuchara:
  1. Agregar 600 kg de FeCr al tener dos toneladas hasta  $\frac{1}{2}$  de la cuchara (en forma distribuida en bolsas de 25 kg)
  2. Inmediatamente después agregar 90 kg de FeV en la cuchara
  3. Agregar coque lo necesario para obtener especificación química, en el primer tercio de la cuchara
  4. Cubrir con tres bolsas de aislante térmico al terminar de colar
11. Mave de coladas:
  1. Usar lingoteras del tipo D, tibias y en buenas condiciones
  2. Ucar mazarotas en los cuatro lados de la lingotera
  3. Cubrir con 15 kg de polvo exotérmico el tope de cada lingote después de terminar de lingotear
  4. Movimiento de plataformas: 2 horas mínimo después del término de lingotear el último lingote

Práctica estándar en horno eléctrico

Acero SAE 6140 cromo vanadio calado

Fecha: 23.11.74

Horno eléctrico

1. Composición química:

	$\text{Si}$	$\text{Mn}$	$\text{Al}$	$\text{Cr}$	$\text{V}$
Tipo A	0,35/0,40	0,60/0,90	0,15/0,30	0,80/1,10	0,15 mfn.
Tipo B	0,41/0,45				
	$\text{S}$	$\text{P}$			
	0,040 máx.	0,050 máx.			

2. Carga  
Materiales: 30 tón de chatarra de fábrica  
3 tón de carbón sólido

Cal: 700 kg

Espato: 40 kg

Sin pellets

3. Carbono preliminar:

Fin de fusión: 0,55% mfn.

Antes de colar: 0,30/0,35 (tipo A)

0,36/0,41 (tipo B)

No emplear pellets durante el afino. Emplear sólo oxígeno

4. Cambio de escoria:

Después de vaciar la primera escoria, seguir secuencialmente en el horno:

1. Adicionar una mezcla de: 300 kg de cal  
15 kg de espato
2. Adicionar dos barras de aluminio al fondo del baño por medio de pinzas preparadas
3. Agregar la mezcla reductora: 80 kg de Fe-Si (75%) en polvo  
30 kg de coque
4. Poner arco durante cinco minutos
5. Adicionar el Fe-Mn refinado calculado
6. Adicionar 300 kg de Fe-Cr en bolsas
7. Poner arco hasta la temperatura indicada

5. Temperatura (°C):

Antes de primer escoriado: 1640/1650

Antes de colar: 1600/1610

En la cuchara: 1535/1545

6. Condiciones en la cuchara:

Caliente y sin fondo metálico

Diámetro de tobera: 40 mm

7. Adiciones en la cuchara:

1. Agregar 35 kg de Ca-Si después de tener 3 ton de acero en la cuchara
2. Inseguida comenzar a adicionar los 390 kg de Fe-Cr en bolsas preparadas, hasta un máximo de 20 ton de acero en la cuchara
3. Adicionar inmediatamente 90 kg de Fe-V
4. Cubrir con aislante térmico al terminar de colar

8. Manejo de colada:

1. Usar lingoteras tipo D, tibias y en buenas condiciones
2. Proteger las lingoteras con láminas de 0,5 mm de espesor
3. Uso de mazarotas y polvo extérmico de acuerdo a especificaciones
4. Movimiento de plataforma después de 2½ horas de fin de lingoteo

9. Análisis de laboratorio:

Obtener las muestras de oostumbre para laboratorio químico

Obtener muestras especiales antes de colar para análisis inmediato de cromo y durante el lingoteamiento para análisis de cromo y vanadio.

Anexo II

**BARRA DE REFUERZO DEFORMADA DE 1 3/8 PULGADAS - ASTM 60**

La demanda de barras de este tamaño es baja y la producción asciende a unas 3.000 toneladas al año. En marzo de 1974, se establecieron métodos de análisis y prácticas estándar para la producción de barras de 1/4 de pulgada hasta una pulgada y se obtuvieron resultados satisfactorios; la barra de 1 3/8 pulgadas no se fabricó hasta octubre.

Se había recomendado la utilización de vanadio para el análisis de barras de este tamaño, en vista de que había sólo 10 estricciones del tocho de 4 x 4 de colada continua a la barra, y era difícil alcanzar la especificación de la prueba de flexión.

Las cargas de prueba que contenían vanadio habían sido laminadas en barras de 1 pulgada, y el análisis para barras de 1 3/8 pulgadas habría de determinarse a partir de los resultados de las pruebas hechas con tales barras. Se determinó que el contenido de carbono y manganeso era demasiado alto y producía un elevado límite de fluencia y resistencia a la tracción, un alargamiento reducido y pruebas de flexión no satisfactorias. Para la siguiente laminación, que comenzaría el 2 de junio, se recomendó la adopción de las siguientes precauciones en relación con el análisis y la laminación.

Análisis

C	Mn	P	S	Si	V
0,34/0,40	1,10/1,25	0,04 máx.	0,05 máx.	0,15/0,30	0,04/0,06

Temperatura de acabado del tren de laminación  
de barras 875°/900°

Una barra por cada nave en lecho de enfriamiento.

Barra de refuerzo deformada con un contenido de vanadio de 0,8 kg FeV/t. de acero

Laminación de barras de una pulgada - Marzo de 1974

<u>Nº de pruebas</u>	<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>Si</u>	<u>LP</u>	<u>RT</u>	<u>A</u>
43	0,36/0,40	1,17/1,31	0,28/0,34	53,7	78,8	15,6
12	0,41/0,45	1,15/1,25	0,28/0,31	54,3	81,1	15,6
19	0,41/0,45	1,35/1,10	0,31/0,32	54,6	82,0	14,5
7	0,47	1,30	0,29	57,8	88,2	12,2

Laminación de barras de 1 3/8 pulgadas - Noviembre de 1974

Nº de pruebas	C	Mn	Si	LP	KT	A
41	0,40/0,45	1,21/1,37	0,18/0,32	53,4	81,7	11,2
<u>70</u>	0,46/0,49	1,24/1,39	0,22/0,26	<u>55,6</u>	<u>86,3</u>	<u>8,6</u>
111				54,8	84,6	9,6

Pruebas de flexión

Nº de pruebas	C	Mn	Acceptables	Inacceptables
37	0,40/0,45	1,21/1,37	30 - 81,1%	7 - 18,9%
<u>69</u>	0,46/0,49	1,24/1,39	<u>44 - 63,8%</u>	<u>25 - 36,2%</u>
106			74 - 69,8%	32 - 30,2%

Laminación de barras de 1 3/8 pulgadas - Junio de 1975

Nº de pruebas	C	Mn	Si	LP	KT	A
151	0,33/0,41	1,10/1,25	0,15/0,26	51,6	77,9	14,3

Pruebas de flexión

Nº de pruebas	Acceptables	Inacceptables
151	149 - 98,7%	2 - 1,3%

Para la próxima laminación, se recomienda utilizar la siguiente composición química a fin de reducir el límite de fluencia y la resistencia a la tracción al nivel más próximo a la especificación.

C	Mn	P	S	Si	V
0,32/0,38	0,90/1,10	0,040 máx.	0,050 máx.	0,15/0,25	0,05/0,06

<u>Codex N°</u>	<u>N° de</u> <u>Fructas</u>	<u>C</u>	<u>M</u>	<u>Si</u>	<u>LF</u>	<u>RT</u>	<u>A</u>
351739	4	33	110	20	49,3	71,0	17,3
351709	4	33	113	21	49,1	75,6	12,9
351768	3	33	120	22	52,1	75,5	13,7
451598	4	34	118	26	49,3	74,3	15,4
451623	4	35	121	22	50,0	76,1	14,0
351719	2	35	122	21	51,1	78,1	12,8
451604	4	35	122	20	51,1	77,4	13,0
451567	4	36	114	21	49,4	76,2	15,8
451614	4	36	116	22	48,3	73,2	15,0
451652	4	36	118	25	47,3	71,6	15,1
451608	3	36	118	23	54,1	79,1	12,5
351713	4	36	119	20	53,0	79,4	15,2
451615	4	36	120	21	50,8	77,0	14,1
351749	4	36	123	24	52,3	80,0	14,1
351751	3	36	123	22	52,5	77,2	15,8
351750	3	36	132	23	52,9	78,5	14,7
451568	4	37	114	18	52,4	78,4	15,6
351748	4	37	116	24	50,6	77,0	14,3
351714	5	37	118	21	55,2	79,8	14,5
351730	3	37	118	19	51,3	76,6	14,3
351767	4	37	118	23	53,6	79,4	12,9
351715	4	37	119	24	53,4	78,7	13,0
451599	4	37	124	24	50,8	78,7	14,0
451609	4	37	127	21	50,8	77,7	14,8
351701	4	38	116	21	52,6	79,0	14,8
451618	4	38	120	22	53,3	79,5	12,9
451657	4	38	121	20	50,9	75,6	15,9
351718	3	38	122	22	53,3	80,0	12,8
451621	4	38	123	20	46,8	70,3	13,5
351710	4	39	115	20	54,1	80,0	17,5
451617	4	39	125	21	53,3	80,6	13,4
351724	3	39	125	24	51,9	79,5	13,2
451616	4	40	115	21	52,7	80,3	12,6

<u>Carga N°</u>	<u>N° de pruebas</u>	<u>C</u>	<u>M</u>	<u>Si</u>	<u>LP</u>	<u>RT</u>	<u>A</u>
451622	4	40	115	21	51,0	78,7	13,2
351700	3	40	115	24	51,2	78,9	13,8
351699	4	40	117	18	53,1	80,5	16,2
351703	4	40	117	22	-	82,8	15,0
451600	4	41	119	25	50,6	79,0	13,5
351743	4	41	128	24	54,3	81,4	15,1
351698	4	42	118	15	53,6	80,6	14,7



Anexo III

REPUESTOS PARA USO INTERNO - SAE 6140

Anfil. 1.

C	Mn	P	S	Si	Cr	V
0,35/0,45	0,00/0,90	0,040 máx.	0,050 máx.	0,15/0,30	0,80/1,10	0,15 mfn.

**Producto:** Tochos cuyas dimensiones serán determinadas por la sección de mantenimiento. Los tochos serán maquinados y termotratados para obtener las propiedades físicas especificadas.

Se produjeron tres cargas de este tipo de acero en noviembre y diciembre de 1974, pero la práctica de fusión no se consideró aceptable. No se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones. (Se proporciona información sobre la práctica anterior y la práctica nueva.)

- a) En lugar de oxígeno, se deben utilizar pellets para reducir el contenido de carbono durante el afino, con el objeto de lograr la efervescencia y eliminar las inclusiones en cuanto sea posible. El método de inyección de oxígeno utilizado actualmente no es satisfactorio;
- b) Para el análisis especificado, no se requiere un doble escoriado;
- c) No se debe utilizar ferrosilicio pulverizado para desoxidar una carga en el horno ya que este material flotará y se fundirá con la escoria. Es preferible utilizar ferrosilicio grueso en trozos de 6 pulgadas aproximadamente;
- d) Los polvos de coque agregados al horno después de que la carga se ha fundido, flotan y se queman y no contribuyen a mejorar la calidad del acero o la escoria;
- e) En los aceros al cromo de bajo porcentaje (aproximadamente 1%), el ferrocromo se debe agregar a la cuchara. Cuando se agrega al horno, la recuperación depende del tiempo que permanezca en el horno y, de ordinario, es baja y variable. Parte del cromo va a la escoria y parte se combina con el revestimiento del horno;
- f) La utilización de ferromanganeso refinado en los aceros semisuaves no reporta ninguna ventaja y es bastante costosa. El ferromanganeso refinado se debe utilizar para especificaciones de muy bajo contenido de carbono.

Acero IV

PRACTICA ESTANDAR PARA HORNO ELECTRICO

Acero 20A lingotes de 5 ton

Fecha: 1.4.75

1. Fabricación: Hornos eléctricos
2. Grado de desoxidación: Semicalado
3. Usos: Perfiles comerciales
4. Composición química:

<u>% C</u>	<u>% Mn</u>	<u>% Si máx.</u>	<u>% S máx.</u>	<u>% P máx.</u>
0,15/0,25	0,30/0,60	0,10	0,050	0,040

5. Cargas:

Metal: Para obtener 30 ton de acero

Cal: Para obtener basicidad mínima 2,5

Espeque: Suficiente para fluidizar la escoria

6. Carbón preliminar:

Fin de fusión: 0,15 % (mínimo)

Antes de colar: 0,06/0,20 %

7. Temperatura:

Antes de colar: 1610/1620°C

En la cuchara: 1545/1555°C

8. Afino:

Según la práctica normal

9. Condiciones en la cuchara:

Caliente y sin fondo metálico

Diámetro: 50 mm

10. Tiempo de colada del hornos

3 a 5 minutos

11. Adiciones en la cuchara:

1. Agregar FeSi (45%) al tener 3 ton de acero en la cuchara,  
55 Kgs para % C entre 0,06/0,10  
45 Kgs para % C entre 0,11/0,20
2. Adicionar el coque necesario para la especificación
3. Agregar el FeMn estándar entre 1/3 y 2/3 del nivel de la cuchara
4. Cubrir el acero de la cuchara con 3 bolsas de aislante térmico

12. Nave de colada

1. Usar lingotes tipo D, tibias y en buenas condiciones
2. Agregar aluminio para obtener el tope ligeramente convexo o plano
3. En caso de sangrado tapar con plancha y agua
4. Movimiento de plataformas: 30 minutos después de colar el último lingote.

Anexo V

API X-52

- a) Se fijaron los límites aceptables para la composición química. Se laminaron cargas con un contenido de carbono de 0,10 a 0,14 y un contenido de manganeso de 0,83 a 1,10, de elevadas características físicas.

Análisis

	<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>	<u>Cl</u>	<u>V</u>
Composición IPSC	0,10/0,12	0,90/1,05	0,030 máx.	0,035 máx.	0,15/0,20	0,015/0,025	0,04/0,05
Composición Cita	0,08/0,15	0,80/1,25	0,035 máx.	0,045 máx.	0,15/0,30		0,10 máx.

- b) El contenido de vanadio se redujo en un tercio. Se produjeron siete cargas con 20 kg de ferrovanadio en la cuchara, en lugar de 30 kg. Los resultados de las pruebas indican que el contenido de vanadio se puede reducir aún más manteniendo al mismo tiempo un nivel elevado de propiedades físicas.
- c) Se aumentó el volumen de las mazarotas al 15% y con ello se eliminó el rechupe.

Resultados de las pruebas para las tres primeras laminaciones

	Espesor	Nº de prue- bas	C	Mn	Si	Tempe- ratura de aca- bado	Tempera- tura de embobi- nado	LF		RT		A	
								T	L	T	L	T	L
Primera lami- nación	6,4	26	0,10/0,12	0,85/1,06	0,12/0,20	840/870	600/660	49	47	57	56	31	35
"	8,0	10	0,10/0,12	0,92/1,10	0,15/0,20	825/865	630/645	50	47	59	58	30	35
Segunda lami- nación	8,0	37	0,08/0,12	0,83/1,10	0,15/0,25	820/870	610/655	51	48	58	57	31	35
Tercera lami- nación	8,0	32	0,06/0,12	0,90/1,05	0,15/0,23	840/880	600/655	52	49	61	59	32	36
"	8,0	7	0,11/0,14	0,96/0,99	0,19/0,24	835/870	620/640	48	46	57	56	34	37

Todas las pruebas de flexión fueron satisfactorias

a. Contenido más bajo de vanadio.

APF X-52 REGULADORES DE LAS FRUJAS - SEGUNDA LAMINACION - 1.900 TONELADAS

Carga N°	C	Mh	Ml	Tempe- ratura de acabado	Tempe- ratura de embo- binado	LF		RT		A	
						T	L	T	L	T	L
150417	0,12	0,97	0,24	870	625	51	46	58	57	29	30
250412	0,10	0,83	0,15	870	625	45	41	55	54	32	31
	0,10	0,83	0,15	865	620	46	44	54	53	34	36
250413	0,11	1,02	0,20	840	640	46	41	52	53	36	33
250415	0,10	0,95	0,18	860	625	51	47	57	56	31	34
250424	0,11	1,00	0,20	860	620	52	52	60	60	32	37
150427	0,11	0,95	0,19	865	655	47	44	55	54	32	36
	0,11	0,95	0,19	870	625	53	50	60	53	30	34
250429	0,08	0,94	0,18	860	625	47	-	54	-	36	-
250430	0,11	0,94	0,20	850	620	50	48	58	58	35	33
	0,11	0,94	0,20	860	610	44	46	57	55	30	34
	0,11	0,94	0,20	860	650	44	44	54	54	33	35
250413	0,10	1,00	0,19	870	640	44	41	51	50	36	36
250434	0,12	0,95	0,18	860	650	46	47	53	54	34	42
	0,12	0,95	0,18	860	635	48	47	54	55	29	24
250436	0,11	1,05	0,18	865	625	46	46	52	53	36	34
250438	0,10	0,99	0,18	845	620	51	50	60	59	33	36
250439	0,10	1,00	0,17	865	620	47	45	56	55	34	35
150440	0,11	0,94	0,19	870	630	50	46	57	57	31	34
150443	0,11	0,90	0,20	860	620	58	56	69	68	26	29
	0,11	0,90	0,20	865	620	53	48	61	59	28	36
150446	0,10	0,98	0,20	820	630	46	45	56	56	30	34
150447	0,11	1,10	0,20	855	625	52	48	64	60	26	32
	0,11	1,10	0,20	840	640	50	47	60	58	31	33
150454	0,11	0,90	0,18	860	630	51	49	61	60	30	32
	0,11	0,90	0,18	850	630	51	51	60	60	35	36
250454	0,10	0,93	0,19	855	630	47	47	56	56	32	33
	0,10	0,93	0,19	855	620	49	47	56	56	35	36

Carga N°	C	Mn	Si	Tempe- ratura de acabado	Tempe- ratura de embo- binado	LF		RT		A	
						T	L	T	L	T	L
150457	0,11	1,04	0,19	860	630	54	51	64	61	26	34
	0,11	1,04	0,19	830	620	50	47	59	58	30	36
150459	0,11	1,04	0,18	840	640	51	49	60	60	23	33
	0,11	1,04	0,18	840	640	52	51	63	61	29	32
150460	0,10	1,07	0,17	870	630	54	51	63	63	29	30
	0,10	1,07	0,17	860	645	52	52	62	62	29	34
150461	0,10	1,05	0,21	850	615	56	51	61	61	27	37
150463	0,11	0,97	0,19	860	650	49	47	57	57	30	35
150476	0,12	0,96	0,29	840	630	<u>49</u>	<u>48</u>	<u>60</u>	<u>59</u>	<u>29</u>	<u>32</u>
						51	48	58	57	31	35

Promedio de 37 pruebas.

Todas las pruebas de flexión fueron satisfactorias.

API X-52 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS - TERCERA LAMINACION - 1.500 TONELADAS

Carga N°	C	Mn	Si	Tempe- ratura de acabado	Tempe- ratura de embo- binado	LF		HT		A	
						T	L	T	L	T	L
150571	0,10	1,05	0,19	850	620	52	51	61	59	32	35
				860	630	51	51	62	61	31	37
150574	0,11	0,97	0,19	860	600	51	48	59	57	30	34
				860	650	50	50	60	60	35	38
250580	0,10	0,96	0,20	860	655	53	50	61	62	31	35
				850	620	53	50	61	59	31	35
150578	0,12	1,00	0,20	860	630	49	47	58	57	34	38
				860	610	50	50	59	59	34	34
150579	0,12	1,05	0,17	880	620	51	48	62	60	33	40
				870	620	52	48	61	61	34	37
150585	0,10	0,95	0,20	865	620	54	51	64	62	35	38
150586	0,11	0,99	0,20	855	620	53	50	62	61	30	35
250598	0,10	0,92	0,16	860	630	49	48	58	58	32	38
250599	0,10	0,98	0,18	860	640	52	48	60	58	31	37
250626	0,12	0,94	0,15	840	650	53	51	64	60	38	38
				860	620	47	43	57	54	31	36
				865	640	52	52	59	59	31	37
250631	0,10	1,00	0,16	865	635	49	47	58	58	30	41
				860	635	53	49	61	58	32	36
250633	0,10	0,98	-	850	625	54	53	64	63	30	31
				860	635	46	45	55	55	36	36
250636	0,12	0,93	0,18	860	630	52	52	61	63	29	36
250637	0,10	0,93	0,19	850	620	55	50	62	60	32	36
				860	640	51	50	62	61	29	30
250644	0,12	1,00	0,21	855	680	53	51	62	62	32	35
250646	0,11	0,94	0,18	860	675	53	48	62	59	33	37
250647	0,12	1,00	0,18	860	685	57	55	69	63	31	29

Carga N°	C	Mn	Si	Tempe- ratura de acabado	Tempe- ratura de embo- binado	LF		RT		A	
						T	L	T	L	T	L
250649	0,10	0,92	0,21	860	635	49	45	58	55	30	37
250651	0,11	0,99	0,23	860	640	56	53	66	63	32	35
150661	0,06	0,95	0,17	860	640	52	50	57	57	31	38
				855	640	<u>52</u>	<u>49</u>	<u>60</u>	<u>58</u>	<u>35</u>	<u>37</u>
						52	49	61	59	32	36

Promedio de 32 pruebas.

Todas las pruebas de flexión fueron satisfactorias.

Pruebas con contenido reducido de vanadio

150666	0,11	0,96	0,24	835	630	50	47	59	57	36	38
	0,11	0,96	0,24	870	640	50	47	59	58	30	37
250670	0,14	0,96	0,21	850	620	49	48	59	58	37	37
250671	0,11	0,97	0,19	860	630	47	43	55	54	36	38
	0,11	0,97	0,19	850	620	44	42	53	53	34	40
	0,11	0,97	0,19	860	620	50	48	59	58	34	40
250672	0,11	0,99	0,20	870	625	<u>48</u>	<u>45</u>	<u>56</u>	<u>55</u>	<u>30</u>	<u>39</u>
						48	46	57	56	34	37

Promedio de 7 pruebas.

Todas las pruebas de flexión fueron satisfactorias.



Práctica estándar en horno eléctrico

Acero API-X-52 calmado

Fecha: 31.3.75

1. Hornos de fabricación: Eléctricos
2. Usos: Acero para tubos de oleoducto
3. Composición química:

<u>% C</u>	<u>% Mn</u>	<u>% P máx.</u>	<u>% Si máx.</u>	<u>% Si</u>	<u>% V</u>	<u>% Nb</u>
0,10/0,12	0,90/1,05	0,030	0,035	0,15/0,20	0,04/0,05	0,015/0,025

Análisis aceptado

0,08/0,15	0,80/1,25	0,035	0,045	0,15/0,30	0,04/0,05	0,015/0,025
-----------	-----------	-------	-------	-----------	-----------	-------------

4. Carga:

Para lingoteras tipo G

Chatarra de fábrica: Para 30,0 ton de acero

Espato: Para fluidizar la escoria

5. Carbono preliminar:

Fin de fusión: 0,20% (mínimo)

Antes de colar: 0,05 - 0,08%

6. Temperaturas:

Antes de colar: 1615/1625°C

En la cucharas: 1545/1555°C

7. Afinos:

1. Realizar un buen escoriado

2. Hacer el afino con oxígeno

3. Si el carbono en fin de fusión es mayor que lo especificado, realizar el afino con pellets y oxígeno

8. Condiciones en la cucharas:

Caliente y sin fondo metálico

Diámetro de tobera: 50 mm

9. Tiempo de sangría: 3 - 5 minutos

10. Adiciones en la cucharas:

El orden de las adiciones será con uso de FeMn estándar.

1. Adicionar 100 kg de FeSi (75%) al tener 3 ton de acero en la cuchara
2. Luego adicionar 20 kg de FeV
3. Seguir con la adición de FeMn estándar y/o refinado cuando tenga acero en la mitad de la cuchara
4. Agregar 15 kg de FeCb en los 2/3 del nivel de acero en la cuchara

11. Nave de coladas:

1. Usar lingoteras del tipo programado
2. Usar láminas de protección de 0,9 mm de espesor
3. Uso de masarotas y polvo exotérmico de acuerdo a especificaciones
4. Mover la plataforma 2 1/2 horas después de fin de lingoteamiento

Anexo VI

BALONES DE GAS - SIDERPERU 16B

Análisis

<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>
0,14/0,19	0,50/0,65	0,020 máx.	0,030 máx.	0,10 máx.

Especificación física

<u>LF</u>	<u>RT</u>	<u>A</u>	<u>Tolerancia de espesor</u>
26 kg/mm <sup>2</sup> mfn.	41 kg/mm <sup>2</sup> mfn.	28% - 2 <sup>o</sup> mfn.	2,5 ± 0,25

Cientes: Ceccarelli y Cía. S.A. y Aropieza S.A.

Ambos clientes formularon las mismas quejas, a saber: acero con rechupes, calidad desigual para estirado en frío, límites excesivos de tolerancia en el espesor y bordes sinuosos.

Acero con rechupes. Un estudio de las cargas hechas en febrero y marzo indicó una adición indiscriminada de aluminio a las lingoteras. La adición de ferrosilicio en la cuchara se redujo en un 25% en enero, y la adición de aluminio en las lingoteras fue la siguiente:

N° de <u>cargas</u>	Sin aluminio en las <u>lingoteras</u>	Igual cantidad de aluminio en todas las <u>lingoteras</u>	Promedio de gramos de aluminio por lingotera				
			1	2	3	4	5
51	2	24	225	260	285	290	285

Propiedades físicas desparejas. Esta característica es resultado de la reducción de la velocidad de la bobinadora después de que la banda está asegurada en el mandril. La última parte de la banda se temple con el agua de refrigeración en la plataforma de salida.

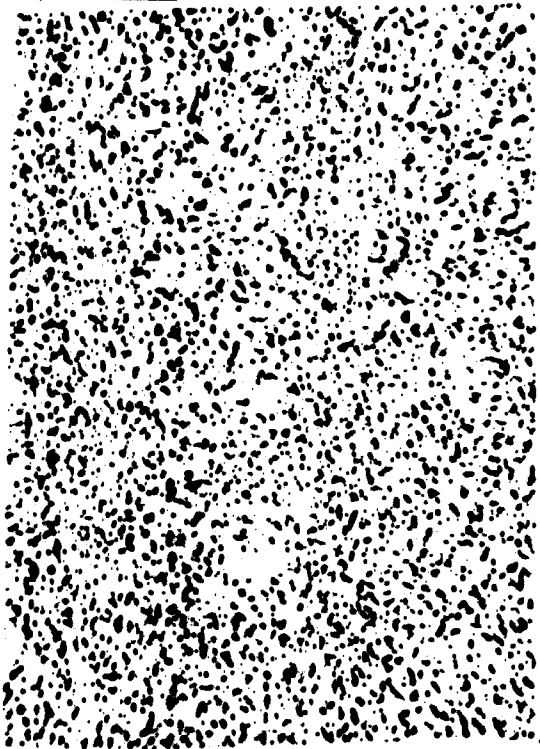
Exceso de tolerancia en el espesor: bordes sinuosos. Los rollos se laminan con un ancho de 600 mm y la arandela de los cilindros de trabajo es inadecuada. Tampoco se eliminan por completo los extremos sobrantes de fundición en el decapador y en la línea de cisallamiento.

No valdría la pena establecer nuevas prácticas estándar mientras no se demostrase que las prácticas que se aplican actualmente son inadecuadas. El control más estricto y el cumplimiento más exacto de las prácticas vigentes en la planta de fundición, el tren de laminación y el departamento de inspección permitirían reducir o eliminar las quejas de los clientes.

El examen de las estructuras granulares (véanse las figuras 1 a 4) indica que es aconsejable un control más estricto de las temperaturas de acabado y embobinado.

SIDERFERO 16 B: estructura granular correspondiente a diversas resolas

Figura 1



100 X



1000 X

C = 0,16%

Mn = 0,59%

S = 0,028%

Si = 0,07%

P = 0,010%

Figura 2



100 X



500 X

C = 0,16%

Mn = 0,64%

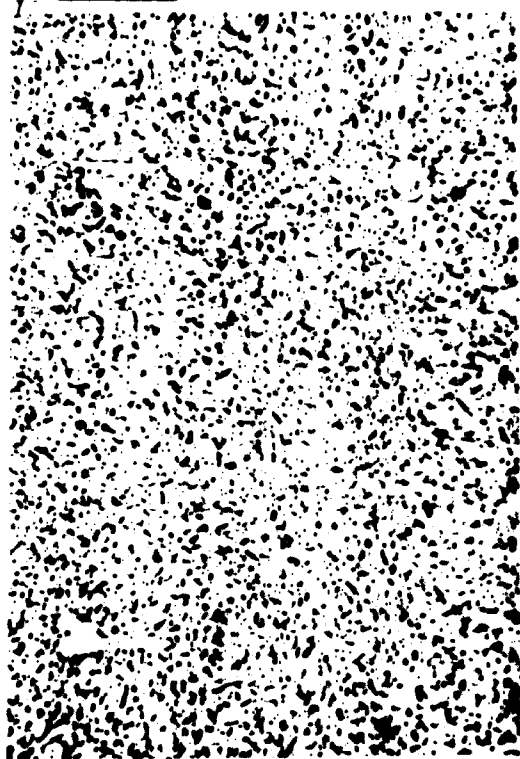
S = 0,028%

Si = 0,07%

P = 0,010%

SIDERFERU 16 B1 estructura granular correspondiente  
a diversas mezclas (cont.)

Figura 3



100 X

C = 0,21%    Mn = 0,64%    S = 0,06%



300 X

Si = 0,04%    P = 0,012%

Figura 4



100 X

C = 0,21%    Mn = 0,49%    S = 0,026%



300 X

Si = 0,06%    P = 0,014%

Anexo VII

**PRACTICA ESTANDAR PARA HORNO ELÉCTRICO**

Acero tipo 07B

Fecha: 15.4.75

1. Fabricación: Hornos eléctricos
2. Grado de desoxidación: Efervecente
3. Usos: Embutido profundo
4. Composición química:

<u>% C máx.</u>	<u>% Mn</u>	<u>% Si</u>	<u>% S máx.</u>	<u>% P máx.</u>
0,07	0,25/0,35	-	0,025	0,015

5. Cargas:

Metálicas: Para obtener 30 ton de acero

Cal: Para conseguir basicidad mínima 2,5

Espectos: Suficiente para fluidisar la escoria

6. Carbono preliminar:

Fin de fusión: 0,20% (mínimo)

Antes de colar: 0,04/0,06%

7. Temperaturas:

Antes de colar: 1600/1610°C

En la cochara: 1545/1555°C

8. Afinos:

1. Realizar un buen desoxidado del baño
2. La desoxidación preliminar hasta el % C antes de colar
3. Pasar a otra calidad en el caso de sufrir error de lo especificado en el fin de fusión

9. Condiciones en la cucharas:

Caliente y con fondo metálico

Diámetro de toberas: 50 mm

10. Tiempo de colada en el horno:

De 3 a 5 minutos

11. Adiciones en la cuchara (en el orden siguiente):

1. Adicionar lentamente el FeMn estándar entre 1/3 - 2/3 del nivel de acero en la cuchara
2. Cubrir el acero de la cuchara con 3 bolsas de aislante térmico

12. Nave de coladas:

1. Usar lingoteras tipo programado para 30 ton de acero
2. Usar láminas de protección de C, 6-0,9 mm de espesor
3. Usar FNa máximo 1000 gr para obtener efervescencia normal y vigorosa
4. Aluminio a fin de obtener tope sin ascenso ni descenso
5. Tapado con placa y agua
6. Movimiento de plataformas: 30 minutos después de tapado el último lingote

Práctica estándar de laminación de steckel a templado

Fecha: 5.5.75

Objetivos: Control metalúrgico de laminación del acero OTB embutido extraprofundo

1) Tren Steckel:

Tabla 1

Norma o uso	Espesor mm	T <sup>o</sup> de entrada	T <sup>o</sup> de salida
OTB	2,0 - 3,5	650 - 700	600 - 650

- 2) Reducción: El porcentaje óptimo es 60%, pero usar entre 50% a 65%.  
Los límites más solicitados están comprendidos entre 700 a 1000 mm





Cuadro 3

Práctica tentativa estándar de recocido

Fecha: 5.5.75

Peso (ton)	Espesor (mm)	Ciclo		Calentamiento (horas)	Mantenido (horas)
		Temperatura (°C)	Duración (horas)		
13 a 17	1,2 - 0,91	680	14	6	14
	0,9 - 0,61	670	14		
	0,6 - 0,31	660	14		
	0,3 -	650	14		
18 a 23	1,2 - 0,91	680	15	7	15
	0,9 - 0,61	670	15		
	0,6 - 0,31	660	15		
	0,3 -				
24 a 29	1,2 - 0,91	680	15	7	16
	0,9 - 0,61	670	16		
	0,6 - 0,31	660	16		
	0,3 -				
30 a 35	1,2 - 0,91	680	16	8	16
	0,9 - 0,61	670	16		
	0,6 - 0,31	660	16		
	0,3 -				
36 a 41	1,2 - 0,91	680	17	8	17
	0,9 - 0,61	670	17		
	0,6 - 0,31	660	17		
	0,3 -				

3. **Enfriamiento:** Debe efectuarse dentro de los hornos hasta 150°C. A partir de esta temperatura puede hacerse fuera de los hornos.
4. **Templado:** Con 0,5% máximo de elongación, permite obtener el temple de grano obtenido en el recocido.

Gufa para durezas RHB - embutido Erichsen para calidad de extraprofundo

Cuadro 4

ESPEZOR FBIO	R H R	ERICHSEN φ 20 mm
2,0	42	12,96
1,8	42	12,14
1,6	42	11,97
1,4	42	11,48
1,2	42	11,63
1,0	42	10,50
0,9	42	10,17
0,8	42	9,90
0,7	45	9,65
0,6	45	9,47
0,5	45	9,2
0,4	45	9,0
0,3	45	8,6

Anexo VIII  
PRACTICA ESTANDAR PARA HORNO ELECTRICO

Acero tipo EST 37-2

Fecha: 20.3.75

1. Fabricación: Hornos eléctricos
2. Grado de desoxidación: Calmado
3. Usos: Acero estructural
4. Composición química:

<u>% C</u>	<u>% Mn</u>	<u>% Si</u>	<u>% S máx.</u>	<u>% P máx.</u>
0,14/0,18	0,90/1,20	0,15/0,30	0,030	0,040

5. Cargas:

Metales: Para obtener 30 toneladas de acero

Cal: Para obtener basicidad mínima 2,5

Espato o chamotas: suficiente para fluidizar la escoria

6. Carbono preliminar:

Fin de fusión: 0,25% mínimo

Antes de colar: 0,06 mínimo

7. Temperatura (°C):

Antes de colar: 1615/1625

En la cuchara: 1545/1555

8. Afiado: Según práctica normal de afiado

Al estar el % S mayor del especificado a fin de fusión realizar la práctica de desulfuración

9. Adición al horno:

Antes de colar adicionar 80 kg de FeSi (75%) en trozos grandes a fin de calmar el baño (6 pulg. mín)

10. Condiciones en la cuchara:

Caliente y sin fondo metálico

Diámetro de tobera: 50 mm

11. Tiempo de sangría del horno: 3 a 5 minutos

12. Adiciones en la cucharas (en el orden siguiente):

1. Agregar 40 kg FeSi (75%) al tener 3 ton de acero en la cuchara
2. Adicionar el coque necesario
3. Adicionar el FeMn (Std) necesario, lentamente entre 1/3 y 2/3 de la cuchara
4. Cubrir la cuchara con 3 bolsas de aislante térmico al terminar de colar

13. Hava de coladas:

1. Usar lingoteras del tipo programado para 30 ton de acero. Lingoteras tibias y en buenas condiciones
2. Usar láminas de protección de 0,6 a 0,9 cm de espesor
3. Usar masarotas y polvo exotérmico de acuerdo a instrucciones de operación; el volumen de masarotas será 15%
4. Movimiento de plataformas: Después de 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> horas de colar el último lingote

ANEXO IX

RUEDAS PARA VOLKSWAGEN

Disco de rueda - Acero SAE 1012

Análisis

<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>
0,10/0,15	0,30/0,60	0,40 máx.	0,50 máx.	0,10 máx.

Especificación física

Límite de fluencia

24 kg/mm<sup>2</sup> mín.

Resistencia a la tracción

34 kg/mm<sup>2</sup> mín.

Alargamiento

28% en 2 pulgadas mín.

Prueba de fatiga

20.000 ciclos a 200 RPM

De 10.000 a 12.000 ciclos, el disco se quiebra cuando el espesor es de 3,50 mm.

Se convino en entregar chapas de un espesor mínimo de 3,55 mm con una tolerancia de + 0,40 mm y - 0,0 mm. Si se aplican las prácticas estándar, se eliminarán las quejas de roturas.

La corona de la rueda puede fabricarse sin ninguna dificultad con acero efervescente suave de calidad comercial SAE 1008.

Espesor: 2,5 mm; tolerancia ± 0,20 mm.

Anexo X

API X-42 PARA EXPORTACION AL BRASIL

Primera laminación - 500 toneladas - Mayo de 1975

Análisis

<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>
0,17/0,21	0,90/1,05	0,025 máx.	0,030 máx.	0,10 máx.

Propiedades físicas API

<u>LP</u>	<u>RT</u>	<u>A</u>
29,5 kg/mm <sup>2</sup> mín.	42,2 kg/mm <sup>2</sup> mín.	25,5 mín.

Resultados de las pruebas

<u>Nº de pruebas</u>	<u>Temperatura de acabeado</u>	<u>Temperatura de embobinado</u>	<u>LP</u>		<u>RT</u>		<u>A</u>	
			<u>T</u>	<u>L</u>	<u>T</u>	<u>L</u>	<u>T</u>	<u>L</u>
42	860/910	600/640	34,6	33,7	50,5	50,5	37,9	40,7

Todas las pruebas de flexión fueron satisfactorias

Resultados de las pruebas para API X 42 - Primera laminación -  
500 toneladas

Carga N°	C	Mn	Si	Tempe- ratura de acabado	Tempe- ratura de embo- binado	LF		RT		A	
						T	L	T	L	T	L
250796	0,21	0,92	0,05	860	620	36	34	51	51	36	42
				860	620	37	35	53	52	39	40
				860	620	34	37	52	52	42	38
250797	0,18	1,00	0,07	890	630	35	35	52	52	33	40
				900	620	37	35	51	51	38	40
				860	600	34	33	50	50	40	42
250798	0,17	0,91	0,07	890	640	33	33	51	51	38	40
				905	620	33	31	49	49	36	39
250799	0,19	1,12	0,05	860	610	38	37	56	56	36	40
				860	610	37	35	56	54	38	44
250808	0,20	0,98	0,04	875	610	35	34	51	51	38	42
				895	610	36	34	50	50	38	42
				875	600	38	36	52	54	40	40
250811	0,21	0,96	0,04	800	610	42	40	56	54	36	38
				880	600	37	37	55	55	36	39
				880	610	36	36	54	55	38	39
150820	0,20	0,88	0,04	870	620	35	36	49	51	39	40
				880	620	34	33	50	50	38	39
				880	625	34	33	50	49	38	38
250822	0,18	0,95	0,05	860	620	35	34	52	52	34	39
				860	620	36	35	52	52	37	36
250825	0,20	1,02	0,10	860	605	36	35	52	51	34	40
				860	620	36	35	53	54	36	39
150828	0,20	0,95	0,03	880	640	34	32	49	50	34	44
				880	630	36	36	52	52	36	42
				880	640	31	33	47	48	40	42
351253	0,20	0,90	0,04	880	610	33	29	44	43	40	46
				870	610	31	32	46	46	42	42
				880	620	33	29	45	45	42	44



Carga N°	C	Mn	Si	Tempe- ratura de acabado	Tempe- ratura de embo- binado	LF		RT		A	
						T	L	T	L	T	L
150868	0,18	0,90	0,04	880	620	33	34	51	52	35	35
				880	600	36	34	53	51	38	40
				890	630	34	34	50	50	36	40
150869	0,17	0,90	0,04	880	620	33	33	47	48	41	43
150870	0,20	0,94	0,05	890	610	35	34	50	50	41	41
				880	610	34	33	50	50	38	39
				900	600	35	34	52	51	37	38
451098	0,20	0,90	0,05	880	640	33	30	49	48	39	42
451106	0,19	0,93	0,04	910	640	33	33	50	50	37	42
				880	620	31	30	48	47	41	40
451117	0,18	0,95	0,06	880	610	29	32	46	47	34	42
				900	630	31	30	46	46	40	46
				890	620	<u>31</u>	<u>31</u>	<u>47</u>	<u>47</u>	<u>42</u>	<u>44</u>
						34,6	33,7	50,5	50,5	37,9	40,7

Promedio de 42 pruebas

Todas las pruebas de flexión  
fueron satisfactorias

Práctica estándar para horno eléctrico

Acero tipo API 51S-X-42

Fecha: 19.4.75

1. Fabricación: Hornos eléctricos
2. Grado de desoxidación: Semicalmado
3. Uso: Para tubos
4. Composición química:

<u>% C</u>	<u>% Mn</u>	<u>% Si</u>	<u>% S máx.</u>	<u>% P máx.</u>
0,17/0,21	0,90/1,05	0,10 máx.	0,030	0,025

5. Cargas:

Metales: Para obtener 30 ton de acero

Cal: Para obtener basicidad mínima 2,5

Espatos: Suficiente para fluidizar la escoria

6. Carbono preliminar:

Fin de fusión: 0,20% mínimo

Antes de colar: 0,08% mínimo

7. Temperatura (°C):

Antes de colar: 1615/1625

En la cuchara: 1545/1555

8. Afino:

1. Realizar un buen desescoriado del baño

2. Decarburación mínima de 10 puntos

3. En caso de % S mayor del especificado realizar la práctica establecida de desulfuración

9. Condiciones en la cuchara:

Caliente y sin fondo metálico

Diámetro de tobera: 50 mm

10. Tiempo de colada del horno:

De 3 a 5 minutos

11. Adiciones en la cuchara:

1. Agregar 45 kg de FeSi (45%) al tener 3 ton de acero en cuchara
2. Adicionar el coque necesario para la especificación
3. Agregar el FeMn estándar entre 1/3 y 2/3 del nivel de acero en la cuchara
4. Cubrir el acero con aislante térmico al finalizar la colada del horno

12. Nave de coladas:

1. Usar lingoteras del tipo programado, tibias y en buenas condiciones
2. Usar láminas de protección de 0,6 a 0,9 mm de espesor
3. Aluminio: Adicionar para obtener el tope ligeramente convexo
4. En caso de sangrado tapar con plancha y agua
5. Mover la plataforma 30 minutos después de colado el último lingote

Práctica estándar

Acero API X-42

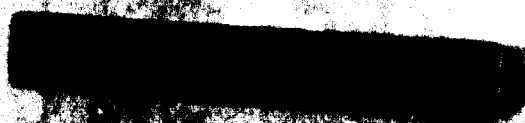
Fecha: 23.4.75

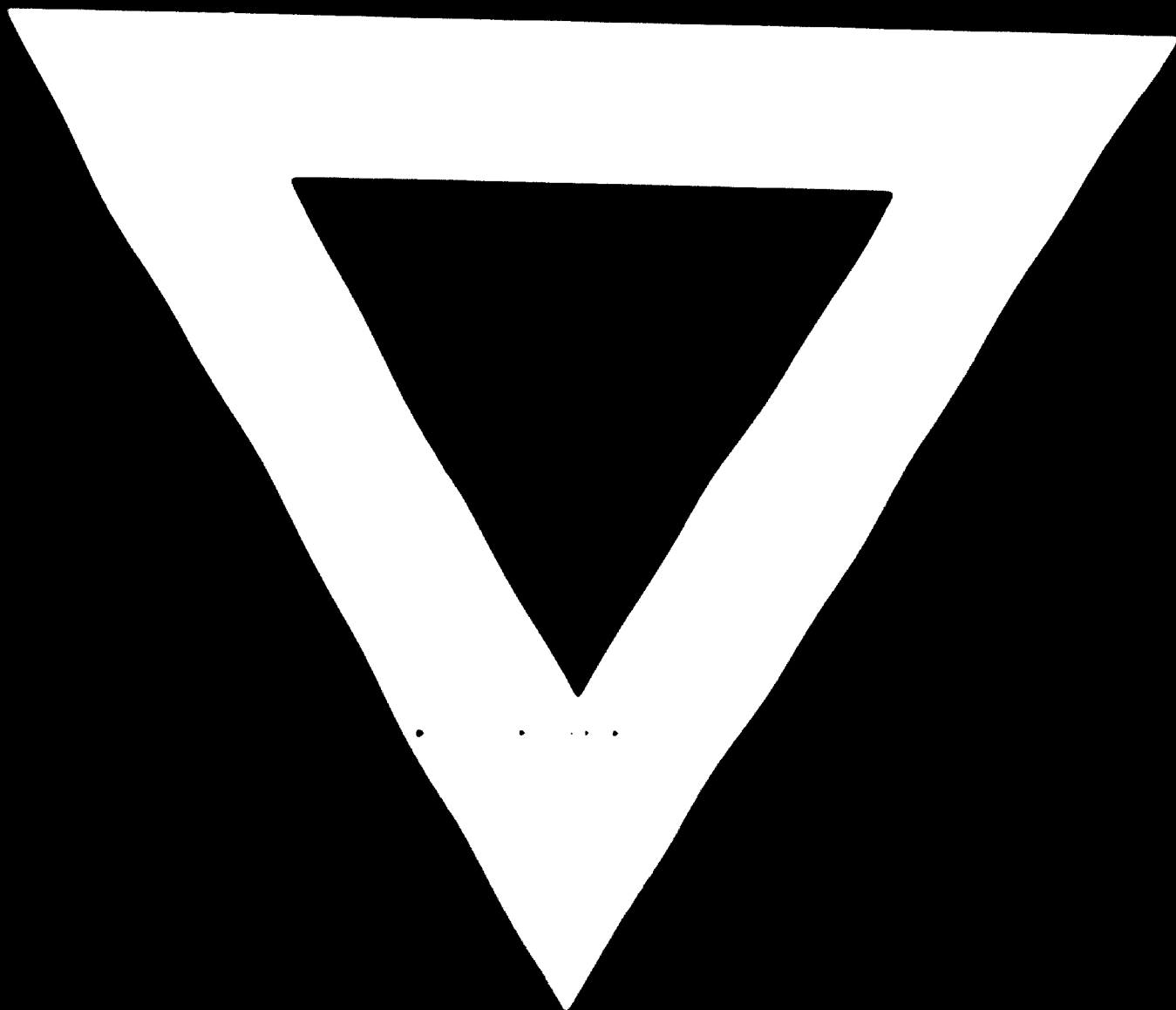
Práctica de laminación caliente: temperatura de laminación (Steckel)

Norma o uso	Espesor nominal	Temperatura de acabado (°C)	Temperatura de bobinado (°C)
API-X-42	6,3	860 - 900	600 - 650

Tolerancia espesor:  $\pm 0,35$  mm

- 0,85 mm





76.05.20