

## CONTROL DE LA OXIDACION DE LOS ULTIMOS LINGOTES DE ACERO EFERVESCENTES

Euro Carvajal, Johnny Salcedo  
C.V.G. Siderúrgica del Orinoco.

### RESUMEN

Se investigan las causas que originan la oxidación del Manganeso en los últimos lingotes de las coladas de aceros efervescentes elaborados en los hornos Siemens-Martin de SIDOR, Estado Bolívar, Venezuela.

La alta oxidación del Manganeso se debe al insuflado de oxígeno con % de carbono menor al 0.04% y a tiempos de efervescencia mayores de 20 min.

Para % de FeO inferiores al 25% se retarda la efervescencia produciéndose más gases atrapados y rechupe del acero.

Se recomienda: agregar Manganeso electrolítico en los últimos lingotes, no insuflar oxígeno con menos de 0.04% de CO, evitar sangrías de coladas con menos de 25% y más de 30% de FeO, tiempos de efervescencia entre 10 y 20 min.

### SUMMARY

*Manganese oxidation on the last ingots of effervescent steel obtained from the SIDOR Siemens-Martin furnaces (Edo. Bolívar, Venezuela) is studied.*

*AS a result it has been found that the high oxidation is due to the use of oxygen with less than 0.04% C and effervescence times higher than twenty minutes.*

*The effervescence is delayed when %FeO less than 25%, generating trapped gases and steel shrinkage it is suggested: to add electrolytic manganese on the last ingots, to use oxygen with more than 0.04%C, to avoid tapping a furnace with less than 25% and more than 30% FeO and to use effervescence times in a 10-20 minutes range.*

## INTRODUCCION

Originado a que en los últimos meses del año 1985 se incrementó el % de lingotes degradados y/o chatarra por la caída del % de Manganeso en los últimos lingotes de las coladas de aceros efervescentes elaboradas en la Acería Siemens Martin, se decidió realizar una investigación para establecer las causas que originan la oxidación del Manganeso y plantearse métodos para corregir esta anomalía.

Este problema es bastante viejo, desde el inicio de la elaboración de aceros efervescentes en la Acería Siemens Martin, no se le había dado tanta importancia por la poca producción de aceros efervescentes, por otro lado, la degradación era de 2 a 3 lingotes por colada, pero al sumar el total al año se encuentran cuantiosas pérdidas económicas y grandes toneladas de acero degradado.

El presente trabajo consistió en realizar una recopilación estadística de todas las coladas de acero efervescente producidas desde el 02 de enero hasta el 30 de septiembre de 1985, luego se realizó un estudio estadístico, encontrándose varias variables operativas que contribuyen a acentuar más la oxidación de los últimos lingotes de las coladas de acero efervescentes y por último se evaluaron tres (3) métodos propuestos para solucionar el problema planteado.

## DESARROLLO

### 1. Definición de acero efervescente

Cuando se vacía en lingotera un acero de bajo carbono (menor a 0,15% de carbono), sin agregar ningún agente desoxidante al cucharón, se observa que durante el vaciado el metal líquido sube o baja de manera irregular con burbujeo violento y proyección de chispas, este fenómeno se debe a que en el seno del líquido continúa la reacción del oxígeno libre con el carbono de acuerdo a:



De un lingote de acero efervescente, antes de su solidificación, se obtiene un desprendimiento de gas a razón de 0,15 a 0,30 m<sup>3</sup>/ton., obviamente el constituyente principal de este gas es el óxido de carbono (CO), además contiene porcentajes sensibles de dióxido de carbono, nitrógeno e hidrógeno.

La reacción uno (1) continúa hasta que ocurre la solidificación del metal, las burbujas que suben hacia la superficie de la masa metálica líquida, provocan dentro de la misma una agitación que favorece la homogenización del lingote haciendo que la solidificación cerca de las paredes sea retardada. Es procedente que esto ocurra porque de esa manera las capas externas del lingote pueden completar el desprendimiento de gas para permitir la formación de una piel compacta, libre de sopladuras, para proteger de una posible oxidación a las sopladuras más internas en los procesos de calentamiento (ver Figuras n<sup>os</sup>. 1 y 2).

#### Recolección Estadística:

Se recopilaron todas las coladas de acero efervescente elaboradas en la Acería Siemens Martín desde enero hasta septiembre de 1985, la información recolectada fue la siguiente:

- n<sup>o</sup> colada.
- tipo de acero

- %FeO sangría.
- %Carbono de sangría.
- Temperatura de sangría.
- Tiempo de ebullición limpia.
- % de Manganeso residual.
- Tiempo de sangría.
- Fin de sangría - inicio de vaciado.
- Adiciones al cucharón.
- Adiciones a lingotera.
- Tiempo de vaciado.
- Tonelaje producido.
- Análisis químico.
- Rendimiento del Manganeso.
- Observaciones de vaciado.

Después de obtener toda esta información se realizó un análisis.

### 3. Análisis de la información:

Para el análisis de la información se utilizó el método de distribución de frecuencias.

A continuación se presenta el resultado de este análisis:

De las 108 coladas estudiadas, se encontró que el 35% de éstas presentaban lingotes degradados y/o chatarra por bajo % de Manganeso.

Como se puede observar en la Tabla nº 1, el parámetro que más afecta la caída del Manganeso es el largo tiempo de efervescencia (mayor de 20 minutos), ya que el 69% de las coladas con largos tiempos de efervescencia presentaron lingotes degradados y/o chatarra.

El largo tiempo de efervescencia ocurre porque las dimensiones de las tapas utilizadas para sellar el tope son muy pequeñas, teniéndose que esperar que el tope cierre suficientemente, para luego poder colocar las tapas, la otra causa es la falta de personal para trabajar la colada en el vaciado.

Los largos tiempos de vaciado constituyen otro parámetro operacional que tiene que ver mucho con el bajo rendimiento del Manganeso en los últimos lingotes, por la oxidación del mismo al romperse el equilibrio  $Mn+O = MnO$ , al descender la temperatura, disminuye la solubilidad del oxígeno en el acero, combinándose este exceso de oxígeno con el Manganeso para producir  $MnO$ . El 60% de las coladas con largo tiempo de vaciado presentaron lingotes degradados y/o chatarra .

En las coladas oxidadas (%FeO mayor de 30%) ocurren degradaciones significativas, ya que el 58% de ellas presentaron lingotes degradados y/o chatarra, cuando % de FeO se encuentra en el rango o por debajo del valor mínimo de la práctica metalúrgica ocurren degradaciones pero en menor grado que el caso arriba mencionado. Otra operación que influye sobre la caída del Manganeso es el insuflado de oxígeno por lanzas con % de carbono menor o iguales a 0,04%. De las 108 coladas recopiladas, a 62 de ellas se le insufló oxígeno con % de carbono menores o igual a 0,04, de las cuales el 52% presentaron lingotes degradados y/o chatarra. Insuflar oxígeno a los niveles de carbono antes mencionado origina una sobreoxidación del acero.

#### 4. Rendimiento del Manganeso:

Se calculó el rendimiento real del Manganeso para las 108 coladas y luego se elaboró un histograma de frecuencia, encontrándose que el rendimiento del Manganeso varía de 30 a 70%. Se determinó un valor promedio de 46% (ver gráfico n° 3), esto representa una constante de eficiencia de 36, para un ferromanganeso con 78% de Manganeso, esto se determina por la siguiente ecuación:

$$CE = \frac{\% \text{ Mn (en el ferroManganeso) } \times \text{ RE}}{100}$$

CE = Constante de eficiencia.  
RE = Rendimiento del Manganeso.

Actualmente en la Acería Siemens Martin se utiliza una constante de eficiencia de 47.

#### 5. Estadística de lingotes chatarra y/o degradados:

Se recolectó las toneladas degradadas y chatarras en los años 1983, 1984 y parte de 1985 encontrándose que el promedio por año de las toneladas chatarra por la caída del Manganeso estaba en el orden de 526 y las toneladas degradadas promedio por año en el orden de las 3090 (ver Gráficas n<sup>os</sup>. 4 y 5).

#### 6. Métodos Propuestos.

##### Método A:

Trabajar con la constante de eficiencia promedio encontrada de 36. Esto conlleva a adicionar más ferro-Manganeso en cucharón.

##### Método B:

Trabajar con la constante de eficiencia de 47 para la adición de FerroManganeso en cucharón pero realizar la siguiente desoxidación en el mismo:

% de FeO 15 a 20 agregar 20 kgs. de Aluminio.  
% de FeO 21 a 25 agregar 30 kgs. de Aluminio.  
% de FeO 26 a 30 agregar 40 kgs. de Aluminio.  
% de FeO > 31 agregar 50 kgs. de Aluminio.

##### Método C:

Agregar Manganeso electrolítico en lingoteras a partir del lingote que presente problemas de bajo % de Manganeso según estudio estadístico.

## **Determinación de la cantidad de Manganeso Electrolítico a adicionar por lingote:**

Se estableció un valor promedio de Manganeso igual a (0,375%), se calculó el valor promedio de Manganeso por lingote (ver tabla nº 5) y luego se graficaron estos valores (ver gráfico nº 6). A partir del lingote nº 21 que es donde comienza la caída del Manganeso, se le suma el resto para obtener el valor promedio de 0,375%, teniendo como referencia la caída del % de Manganeso en cada lingote, se elaboró una tabla para la adición de Manganeso electrolítico en cada lingote, en función de la altura de vaciado (ver Tabla nº 6).

## **7. Análisis de los Resultados Obtenidos:**

Los resultados obtenidos en los tres (3) métodos se muestran en las Tablas nºs 2, 3 y 4.

Los resultados obtenidos por los tres (3) métodos propuestos (A, B y C) son muy buenos a nivel de la Acería Siemens Martín, ya que se logró controlar la oxidación del Manganeso, sin embargo los resultados en Productos No Planos muestran una cantidad de chatarra muy significativa de los defectos (X23) y (X24) conocidos en planta como piel débil y rechupe respectivamente, estos defectos aparecieron en los Métodos A y B, mientras que por el Método C, no se detectó defecto alguno en los lingotes que fueron inoculados con Manganeso electrolítico.

Gran parte de la chatarra generada en el área de Productos No Planos, tiene sus raíces en la Acería Siemens Martín, originado por el descontrol de algunos parámetros metalúrgicos, por ejemplo:

En el Método A, cuatro (4) de las cinco (5) coladas elaboradas presentaron valores de porcentajes de FeO menores a 25% que es el mínimo, esto causa retardo en la efervescencia impidiendo que muchos gases suban a la superficie producto del aumento de la presión ferrostática del acero al comenzar el proceso de solidificación, estos quedan atrapados en el cuero del lingote originando los defectos de X23 y X24.

El Método B fue el que presentó el mayor porcentaje de chatarra, pero de las seis (6) coladas elaboradas cinco (5) presentaron bajos % de FeO (menor a 25%) y con la adición de Aluminio se aumenta la deficiencia de oxígeno, lo cual origina retardo en la efervescencia causando los defectos antes mencionado.

La sexta colada realizada por el Método B, fue una colada muy oxidada (%FeO = 43,28), ésta presentó 34 toneladas a nivel de semilaminado por el defecto de X23 y 31,8 T.M. a nivel de Cizalla por el defecto de X24.

Las coladas realizadas por el Método C, no presentaron defectos. La colada 250280 tip 183, la cual presentó 60,30 T.M. de chatarra por piel débil, pero este defecto apareció en los lingotes que no fueron inoculados.

#### 8. Balance Económico:

La producción promedio anual de Acero efervescente es de 32.248 T.M., esto representa un promedio anual de 115 coladas con una producción promedio de 280 T.M. por colada.

#### Método A

Con la constante de eficiencia de 47, se utiliza una cantidad de 2.700 kgs. de FerroManganeso, con una eficiencia de 42 se utilizan 2.900 kgs. Esto hace una diferencia de 200 kgs. por colada, el precio del FerroManganeso es de 2,7 Bs./kgs., esto representa un costo de Bs. 542,00 por colada, tomando la base de 115 coladas anuales el costo adicional anual es de Bs. 62.330,00.

A este costo hay que adicionarle los costos por chatarra generado en Productos No Planos que para este caso fue de 71,0 T.M., esto representa un 5,53%. Extrapolando este valor a 32.248 T.M. anuales se generaría 1.644 T.M. de chatarra, esto representa un costo de Bs. 3.115.380,00, el costo total anual sería de Bs. 3.177.710,00.



#### Método B

Por este Método hay un incremento de 10 kgs. de Aluminio por colada, para 115 coladas el aumento anual es de 1.150 kgs.; el precio del Aluminio en barras es de Bs. 11,577/kgs., esto representa un costo adicional anual de Bs. 13.313,00. A esto hay que sumarle la chatarra generada en Productos No Planos que en este caso fue de 249 T.M. para un % de 16,42. Extrapolando este valor a 32.248 T.M. anuales, se generaría 5.295 T.M. de chatarra, esto representa un costo de Bs. 10.034.025,00. El costo anual total sería de Bs. 10.047.338,00.

#### Método C.

Tomando como base una producción de 33 lingotes y realizando la adición de Manganeso electrolítico a partir del lingote nº 21, se consumen aproximadamente 79,38 kgs. por colada. Para 115 coladas el consumo anual es de 9.128,7 kgs. El precio del Manganeso electrolítico es de Bs. 12,375/kgs., esto representa un costo adicional anual de Bs. 112.967,00. Este costo se puede bajar más ya que la adición se puede comenzar a partir del lingote nº 25 ó 28 que es donde se acentúa más la oxidación.

## CONCLUSIONES

-El Método C (adición de Manganeso electrolítico en los últimos lingotes), es el más rentable y confiable, ya que evita la caída del % de Manganeso y no genera chatarra a nivel de Productos No Planos.

-Los tres (3) Métodos propuestos (A, B y C) corrigen el problema de la Acería (caída del % de Manganeso en los últimos lingotes en las coladas de Acero efervescente), pero los Métodos A y B generan altos descartes en Productos No Planos por defectos atribuibles al proceso de fabricación del acero.

-El insuflado de oxígeno por lanzas con % de carbono  $\leq 0,04$  es la causa principal que origina coladas con alta oxidación ( $FeO > 30$ ) lo que produce la caída del Manganeso, por otro lado estas coladas con alta oxidación influyen indirectamente sobre el mal vaciado, ya que producen descarburación del tapón de grafito lo que causa fuerte goteo, chorro continuo y largo vaciado, siendo este tipo de vaciado lo que constituye el factor más importante en la caída del % de Manganeso.

-Los bajos % de  $FeO$  (menor a 25) producen retardo en la efervescencia lo que ocasiona que el lingote tenga mayor cantidad de gases atrapados que los necesarios, originando los defectos de X23 (piel débil) y X24 (rechupe en aceros efervescentes). El rechupe se forma por la unión de varias sopladuras.

Los largos tiempos de efervescencias (mayor de 20 minutos) constituyen otro factor importante en la caída del Manganeso.

-Las pérdidas promedio anuales por lingotes chatarra son de Bs. 834.000,00 (ver Gráfico 4) y las toneladas anuales promedio de degradación son 3.090 (ver Gráfica nº 5), esto último origina un conjunto de problemas en planta como:

-Aplicación de coladas sin requerimientos originando problemas de inventario, teniendo la empresa que asignar este acero a otras órdenes de venta, para lo cual hay derroche de tiempo y horas hombres.

En muchas ocasiones se pierde la identificación de los lingotes depositados. Esto trae como consecuencia que se produzcan mezclas al ser transferidos de un sitio a otro por falta de espacio físico, calentamiento de acero efervescente frío originando defectos de piel débil, quemado y largo tiempo de permanencia en horno, mayor consumo de combustible por calentar lingotes fríos y menor disponibilidad de hornos por mayor tiempo de calentamiento.

## RECOMENDACIONES

-Se recomienda implementar en la Acería Siemens Martín el uso del Manganeso electrolítico en los últimos lingotes de acero efervescente para evitar la caída del Manganeso, ya que el costo de este material es infimo comparado con las pérdidas anuales y los problemas originados en planta.

-No insuflar oxígeno por lanzas con % de carbono  $\leq 0,04$  ya que esto origina una sobreoxidación de las coladas ocasionando problemas de piel débil y rechupe (agrupación de varias supladuras atrapadas en el lingote).

-Evitar sangrar coladas con bajos % de FeO ( $< 25\%$ ) y mayores a 30% ya que esto causa el defecto de rechupe y piel débil en Productos No Planos.

-Controlar el tiempo de efervescencia, de forma tal que no sea menor de 10 minutos, ni mayor a 20 minutos.

## BIBLIOGRAFIA

1. BALZARETTI D., y Biloni H.: "Programa Multinacional de Metalurgia" (O. E. A.). Departamento de Metalurgia. Buenos Aires-Argentina (1976).
2. Curso A.B.M. "Metalúrgica". Volúmen 32. Documento Técnico. Río de Janeiro (1976).
3. ILAFA: "Variables que afectan la cantidad de Acero Efervescente". Revista Latinoamericana de Siderurgia nº 141. Argentina (1972).
4. AMERICAN SOCIETY FOR METALS: "La etapa lingote". Documento Técnico 669-42 (1974).
5. MUNDIN, M. J.: "Solidificación del acero efervescente". Curso ABM. COTESI (1974).
6. HIROYUKI Kajioaka y MASAYOSHI Ichinoe: "Desoxidación del acero efervescente". Documento Técnico 823/73.
7. KRAMAROV A. D., GUSTOVSKII, B.: "Eliminación del Oxígeno en la solidificación del acero traducido por H. Brutcher. Volumen 13. Instituto Politécnico Northwestern (1970).
8. AIME "Open Hearth Proceeding". Método Práctico para el control del Manganeso en procesos de producción de aceros efervescentes en Acerías. Cuarta Edición (1971).
9. MUNDIN, M. J.: "Práctica de desoxidación y lingotamiento de Aceros Efervescentes". Documento Técnico 619 IC. Brasil (1975).
10. SILVEIRA B., Bernabel; Rocha R, L.: "Desoxidación del Acero con Aluminio. Documento Técnico 618 IC. Brasil (1974).

## GLOSARIO DE TERMINOS

**Aceros:** Aleación de Hierro Carbono FeC.

**Carbono de Sangría:** Contenido de Carbono en (%) del acero líquido en el momento de efectuar la colada (sangría).

**Ebullición Limpia:** Tiempo que transcurre sin inyección de oxígeno ni adición de ningún tipo al baño metálico hasta la hora de inicio de sangría o bloqueo en el caso de coladas bloqueadas.

**Efervescencia:** Es el desprendimiento de gases o burbujeo constante que se observa después del vaciado en lingoteras en los topes producto de la reacción  $C + O = CO$ .

**Ferroso:** Oxido de hierro presente en la escoria y que indica el grado a nivel de oxidación del baño metálico.

**Lingoteras:** Moldes de arrabio utilizados para el vaciado de acero líquido.

**Manganeso Residual:** Contenido de Manganeso en (%) del acero líquido en el momento de la sangría.

**Piel débil:** Defecto detectado en hornos a foso después del precalentamiento de los lingotes como consecuencia de la presencia de sopladuras y porosidades muy cercanas a la superficie de éstos, las cuales se oxidan sin que puedan soldarse durante el proceso de laminación, ocasionando entonces el defecto piel débil.

**Sangría:** Tiene lugar al destapar el hueco de colada; empieza a fluir acero a través de éste; es decir que consiste en colar el acero del horno al cucharón y termina con el inicio de la salida de escoria.

**Segregaciones (Rechupe):** Defecto detectado a nivel de la Cizalla en el Tren 1100 de laminación, ocasionado por la unión de varias sopladuras, formando entonces el rechupe.

**Tiempo de efervescencia:** El comprendido entre el fin de vaciado de un lingote y el tapado del mismo.

**Tiempo de sostenido:** El que transcurre desde el fin de sangría hasta que comienza el vaciado en lingoteras.

**Tiempo de vaciado:** Corresponde al tiempo que transcurre desde el inicio de vaciado del primer lingote hasta que se vacía el último lingote.

**Vaciado:** Es la operación de llenado de las lingoteras con el acero líquido.





TOTALS	150418	150226	150462	150416	150456	150454	Nº Cales
	109	109	109	109	109	109	Tipo de Acero
	16,71	13,25	19,03	17,80	15,85	21,21	Fin Sinteria
	0,05	0,03	0,05	0,04	0,09	0,04	Fin de Sinteria
	1790	1293	1630	1293	1593	1630	Tiempo Sinter. (h)
	17'	10'	11'	25'	22'	15'	Tiempo (h:min) (min.)
	22:58	05:17	21:25	13:43	23:20	29:13	Fin Sinteria
	23:08	05:24	21:32	13:48	23:17	23:18	Inicio Vaciado
	0,06	0,06	0,07	0,05	0,04	0,06	Residual Sinter
	6 1/2'	12 1/4'	10 1/2'	7 1/2'	8 1/2'	8 1/2'	Tiempo Sinteria (min.)
	10	50	20	20	20	30	Adiciones en Cuchillo (kg)
	2500	2700	2500	2300	2400	2400	Fumo (kg)
	500	300	1000	700	250	500	Adiciones Al. en ling. (gr)
	201	274	285	215	310	293	Producc. (TON)
	31'	51'	33'	24'	35'	34'	Tiempo Vaciado (min)
0,10	0,08	0,09	0,10	0,09	0,07	Analisis Final	
0,43	0,45	0,42	0,50	0,43	0,41	Analisis C - silice	
0,018	0,020	0,014	0,017	0,020	0,017	Analisis C - silice	
0,022	0,014	0,014	0,024	0,023	0,022	Analisis C - silice	
Trazo	Trazo	Trazo	Trazo	Trazo	Trazo	Analisis C - silice	
48	40	40	43	50	42	Const. El. (gr)	
	20'	18'	17'	18'	19'	Tiempo (h:min) (h:min)	
→	34434 kg.	→	→	77524 kg.	25842 kg.	Resistentes (TON)	
26190 kg.	31802 kg.	3741 kg.	3741 kg.	39235 kg.	14966 kg.	Resistentes (TON)	
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	menos 11kg.	24-25	4-12	menos las 14 ling. 23 24, 24, 24	1, 5, 9, 14 17, 18, 20 26, 27, 31	Lingotes con defectos.	

Tabla Nº 3 RESULTADOS DE LA PRUEBA B (DESODORIZACION EN CUCHILLO CON ALUMINO)

TOTALS	450260	250200	450224	150485	250280	Nº Cales
	109	109	109	180	183	Tipo de Acero
	20,83	23,31	31,8'	35,96	21,58	Fin Sinteria
	0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	Fin de Sinteria
	1600	1372	1505	1590	1595	Tiempo Sinter. (h)
	11'	14'	12'	29'	20'	Tiempo (h:min) (min.)
	06:49	12:12	15:06	13:12	08:58	Fin Sinteria
	27:02	12:33	15:12	13:20	07:14	Inicio Vaciado
	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	Residual Sinter
	5 1/4'	11 1/2'	10 1/2'	8 1/2'	10 1/2'	Tiempo Sinteria (min.)
	→	→	30	30	→	Adiciones en Cuchillo (kg)
	2500	2400	2600	2700	2700	Fumo (kg)
	750	600	300	750	→	Adiciones Al. en ling. (gr)
	293	268	271	254	301	Producc. (TON)
	33'	40'	51'	30'	30'	Tiempo Vaciado (min)
0,08	0,10	0,09	0,10	0,10	Analisis Final	
0,31	0,43	0,43	0,45	3,43	Analisis Oxidacion	
0,014	0,015	0,013	0,014	0,017	Analisis Oxidacion	
0,012	0,012	0,016	0,015	0,022	Analisis Oxidacion	
Trazo	Trazo	Trazo	Trazo	Trazo	Analisis Oxidacion	
38	42	37	37	42	Const. El. (gr)	
19'	18'	13'	20'	22'	Tiempo (h:min) (h:min)	
→	→	→	→	60298 kg.	Resistentes (TON)	
→	→	→	→	→	Resistentes (TON)	
→	→	→	→	→	Lingotes con defectos.	

Tabla Nº 4 RESULTADOS DE LA PRUEBA C ( USO DEL HORNICO ELECTROLITICO )

HP	2	7	14	21	27	33	38	43	48
HP Lingote									
% Manganeso Promedio	0,40	0,40	0,39	0,38	0,32	0,28	0,26	0,24	0,20
Resto de Manganeso para llegar a 0,375	---	---	---	0,015	0,050	0,095	0,115	0,135	0,175

TABLA Nº 5

F DE MANGANESO PROMEDIO DE LAS COLADAS ELABORADAS EN EL LAPSO DE ESTUDIO Y RESTO PARA LLEGAR AL PROMEDIO DE 0,375.

Altura Pts.	Peso Kgs.	HP Lingote												
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
2,10	8614	1300	2000	2190	2930	3546	4260	5100	5950	7010	8200	9220	11675	16160
2,11	8938	1310	2010	2195	2940	3550	4265	5120	5960	7020	8210	9240	11700	16180
2,12	8665	1320	2015	2195	2945	3550	4270	5130	5970	7030	8220	9250	11725	16200
2,13	8687	1330	2020	2195	2950	3550	4275	5140	6000	7040	8230	10000	11740	16250
2,14	8712	1340	2025	2195	2955	3550	4280	5150	6005	7050	8230	10005	11750	16275
2,15	8736	1345	2030	2195	2960	3550	4285	5160	6050	7055	8235	10060	11820	16300
2,16	8760	1350	2035	2195	2965	3550	4290	5180	6065	7100	8260	10120	11850	16375
2,17	8824	1335	2040	2195	2990	3550	4300	5220	6100	7160	8295	10170	11930	16475
2,18	8857	1365	2045	2195	2995	3550	4300	5240	6130	7200	8450	10200	11990	16500
2,19	8911	1365	2050	2195	3000	3680	4380	5365	6160	7230	8480	10260	12050	16650
2,20	8958	1370	2055	2400	3050	3690	4395	5290	6190	7270	8520	10300	12100	16700

TABLA Nº 6

CANTIDAD DE MANGANESO ELECTROLITICO EN DRAPIS A ADICIONAR EN FUNCION DE LA ALTURA DE VACIADO EN LINDOTERAS T-7 DE ACUERDO CON LA CAIDA PROMEDIO DEL MANGANESO PARA EL ACERO TIPO 109.-

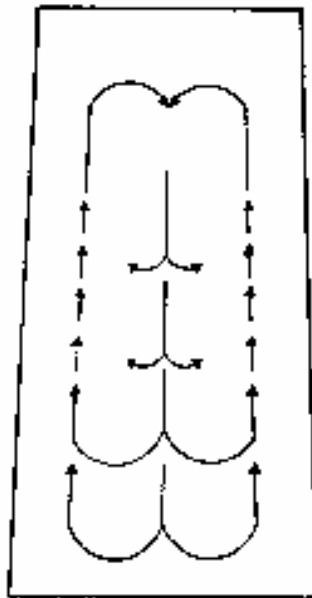


FIG. N° 1 MOVIMIENTO DEL ACERO LÍQUIDO EN LINGOTERA PROVOCADO POR EL DESPRENDIMIENTO DE LAS BURBUJAS GASEOSAS.

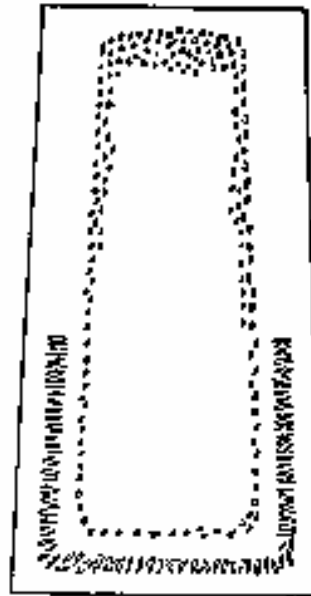


FIG. N° 2 ESTRUCTURA INTERNA DE UN LINGOTE DE ACERO ESPESADO POR EL MÉTODO DE ENFRIAMIENTO.

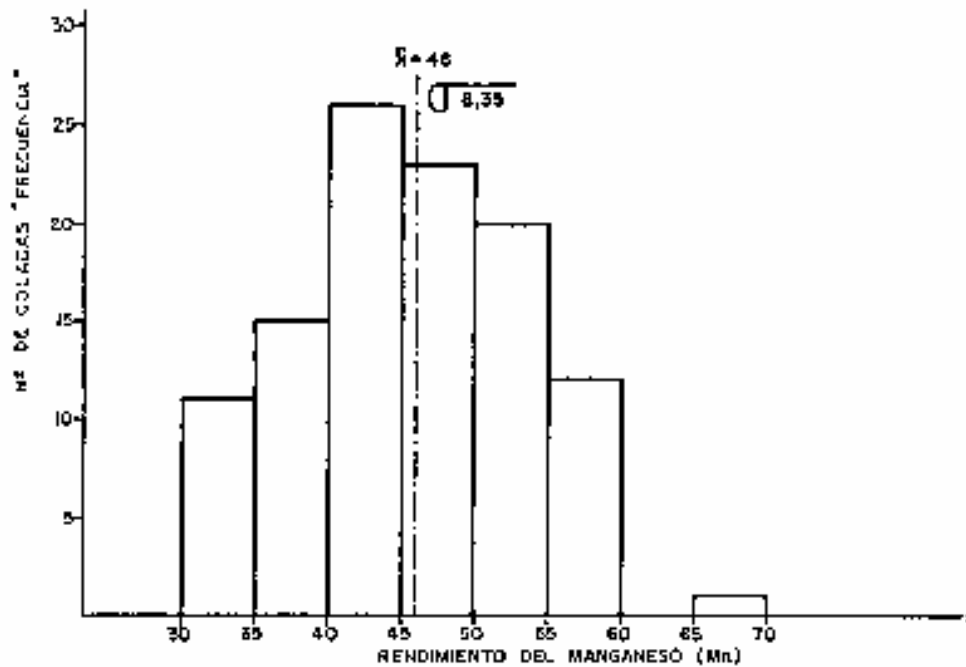
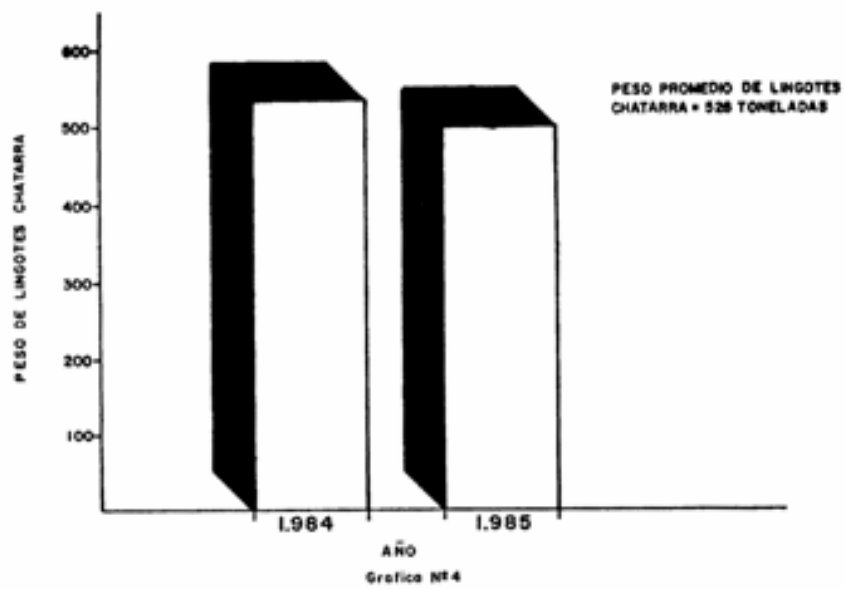
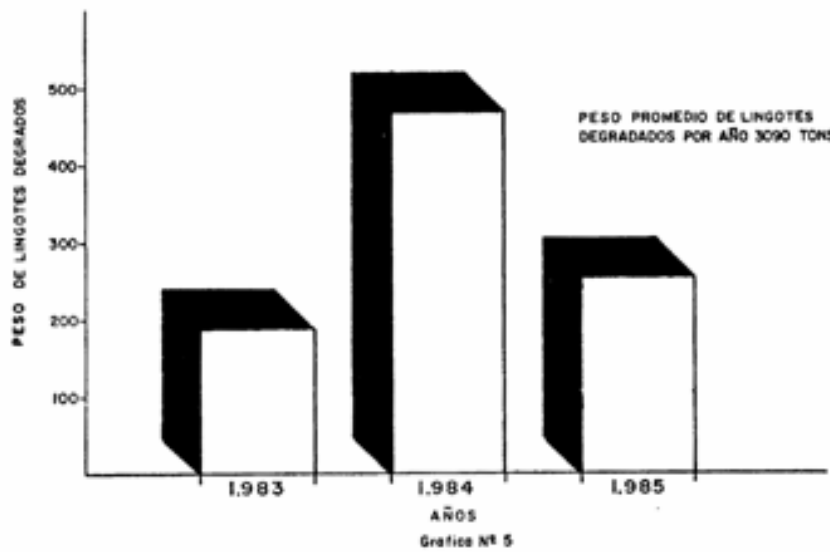


Gráfico N° 3

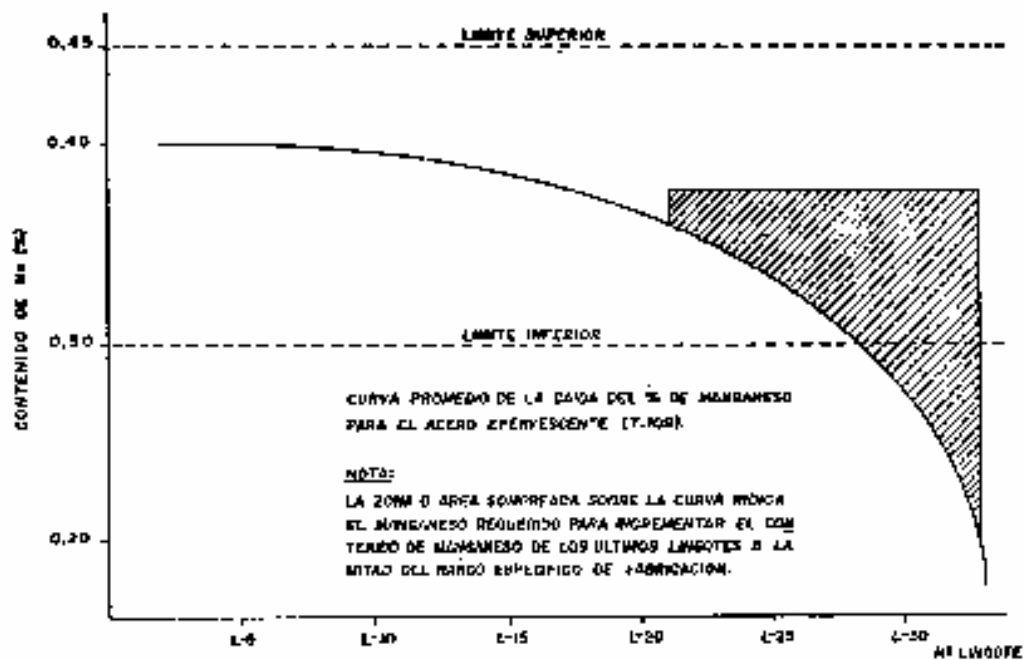
Nº FRECUENCIAS vs. RENDIMIENTO DEL Mn



PESO DE LINGOTES CHATARRA Vs. AÑO



PESO LINGOTES DEGRADADOS Vs. AÑO



GRAFICA Nº 6  
CONTENIDO DE MANGANESO (%Mn) Vs Nº LINGOTES

