



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
de la U. N. L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

**UNA APLICACION DE LA REFRIGERACION EN LA  
INDUSTRIA SIDERURGICA DE LA  
REPUBLICA MEXICANA.**

707

Monterrey, N. L.  
Agosto de 1967.

Presentada por:  
ING. SECUNDINO LAZO

1829

1829

1829

1829

1829

1829

1829

1829

1829

1829

1829

1829

1829

1829

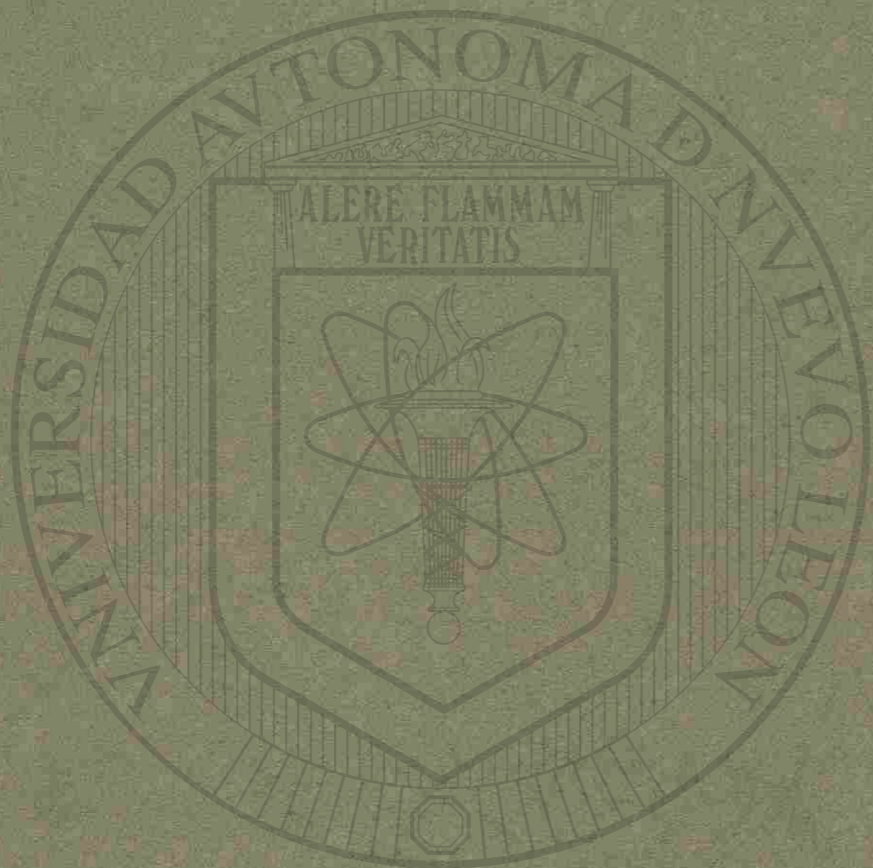
1829

1829

1829

1829





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

29 VII 67

250 ejemplares

26

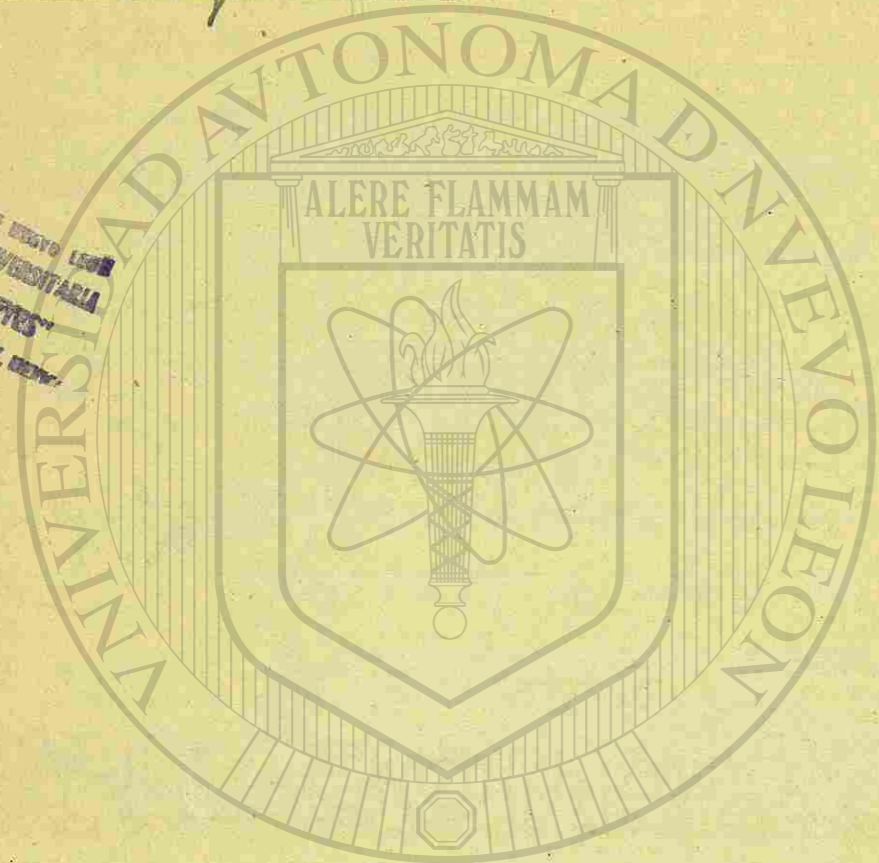
*[Handwritten signature]*

JUANIL



Núm. Clas 621.57  
Núm. Autor 4310  
Núm. Adg. 059357  
Procedencia -  
Precio \_\_\_\_\_  
Fecha Abril de 1968.  
Clasificó seg  
Catalogó shj

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
1975



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
de la U. N. L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

**UNA APLICACION DE LA REFRIGERACION EN LA  
INDUSTRIA SIDERURGICA DE LA  
REPUBLICA MEXICANA.**

Monterrey, N. L.  
Agosto de 1967.

Presentada por:  
ING. SECUNDINO LAZO

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"

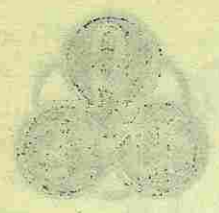


Capilla Alfonsina  
Biblioteca Universitaria



FONDO UNIVERSITARIO  
059357

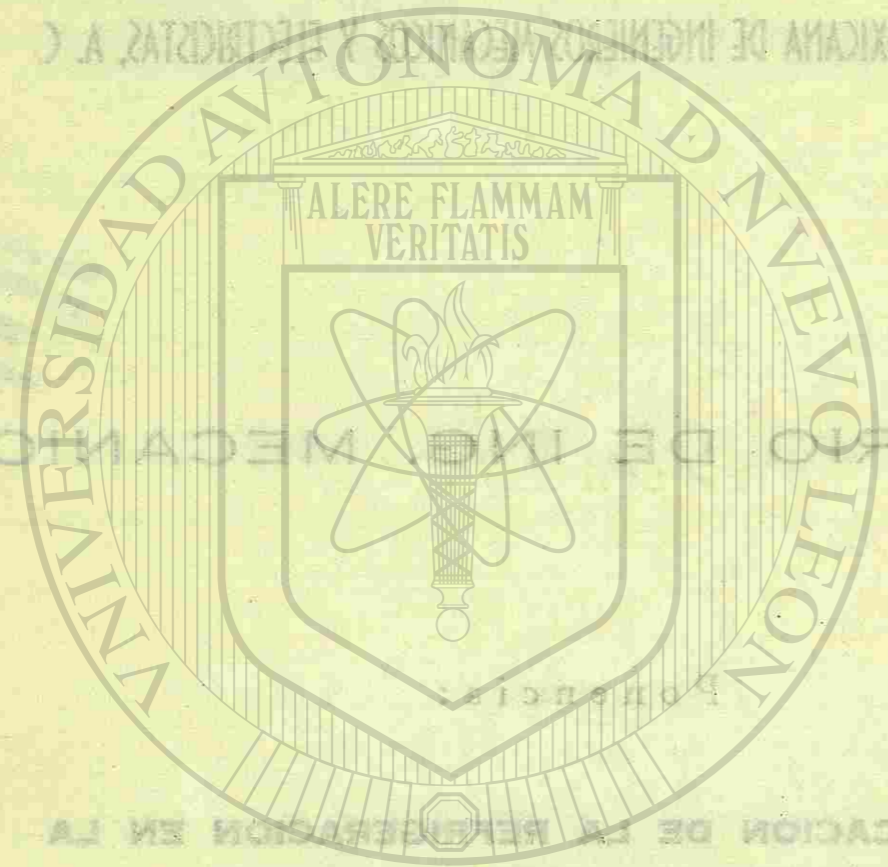




TN707  
L3  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
de la U.N.L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS ELECTRICISTAS, A. C.



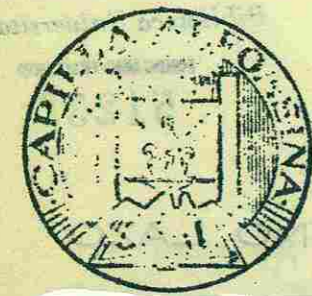
SEMINARIO DE INGENIERIA MECANICA

UNA APLICACION DE LA REGENERACION EN LA  
INDUSTRIA SIDERURGICA DE LA  
REPUBLICA MEXICANA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO UNIVERSITARIO

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
ALFONSO REYES

BREVES COMENTARIOS SOBRE EL CRECIMIENTO  
DEMOGRÁFICO DEL PAÍS, SU INFLUENCIA EN LA IN-  
DUSTRIA SIDERURGICA Y EN HOJALATA Y LÁMINA,  
S.A.

El desarrollo económico de México está ligado a su crecimiento demo-  
gráfico.

- INDICE -

En la etapa pre-revolucionaria y durante la época de consolidación,  
el crecimiento demográfico es lento, inferior al 2% anual. Además,  
en la década de 1911 a 1920, la población sufre un descenso a conse-  
cuencia de la guerra civil y de las epidemias que azotan al País en  
esos años.

I Breves comentarios sobre el crecimiento demográfico  
del País, su influencia en la industria siderúrgica  
y en Hojalata y Lámina, S.A.

Pero de 1940 en adelante el crecimiento va a compararse con  
una verdadera "Explosión Demográfica", que incrementa la población  
a un ritmo que es el más rápido del mundo.

II Estudios concernientes a la solución del problema.

III Análisis de un caso real.

IV Comentarios sobre la selección e instalación del equipo  
y conclusiones.

		Tasa media anual de creci-
		miento
1900	a 1910	1.787
1910	a 1921	-0.510
1921	a 1930	1.812
1930	a 1940	1.731
1940	a 1950	2.755
1950	a 1960	3.078
1960	a 1965	3.440

Este aumento de población y las mejores condiciones de vida influyen  
en la industria siderúrgica, teniendo ésta que aumentar su producción  
para poder satisfacer las necesidades de México en su pleno desarro-  
llo.

Hojalata y Lámina, S.A., que inicia sus actividades en el año de 1942  
y que a fines de 1953 pone en operación su línea de laminación en ca-  
liente de tira con capacidad de 10000 Tons/año, también se influyen-  
cia por este desarrollo y muy pronto tiene que hacer nuevas insta-  
laciones para satisfacer la demanda del mercado. Aumentando gradual-



BREVES COMENTARIOS SOBRE EL CRECIMIENTO DEMOGRAFICO DEL PAIS, SU INFLUENCIA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA Y EN HOJALATA Y LAMINA, S.A.

mente la capacidad para ir... la producción actual de 30000 Tons/mes. Para alcanzar a este incremento de producción, la potencia demandada al motor del molino de acabado fue aumentando hasta tener una sobrecarga constante de 20 - 25%

El desarrollo económico de México está ligado a su crecimiento demográfico.

En la etapa pre-revolucionaria y durante la época de consolidación, el crecimiento demográfico es lento, inferior al 2% anual. Además, en la década de 1911 a 1920, la población sufre un descenso a consecuencia de la guerra civil y de las epidemias que azotan al País en esos años.

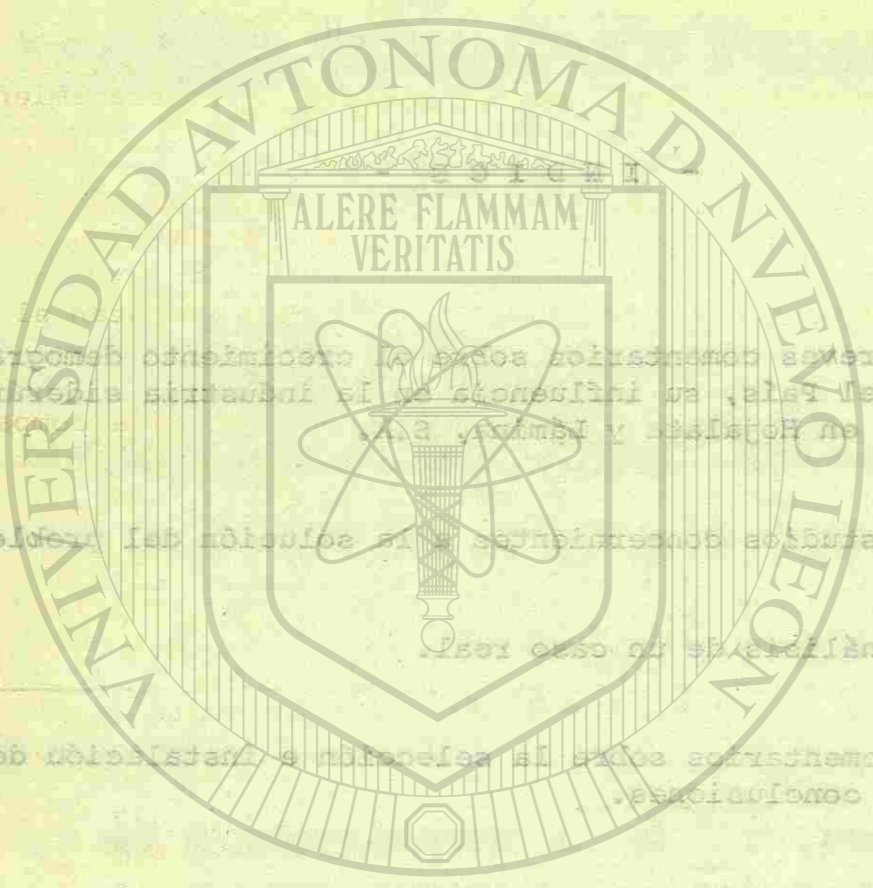
Pero de 1940 en adelante, el desarrollo económico va a acompañado de una verdadera "Explosión Demográfica", que incrementa la población a un ritmo que es casi el más rápido del mundo.

Cuadro No. 1

Años	Tasa media anual de crecimiento demográfico. (porcentaje)
1900 a 1910	1.087
1910 a 1921	-0.510
1921 a 1930	1.612
1930 a 1940	1.731
1940 a 1950	2.755
1950 a 1960	3.078
1960 a 1965	3.440

Este aumento de población y las mejores condiciones de vida influyen en la industria siderúrgica, teniendo ésta que aumentar su producción para poder satisfacer las necesidades de México en su pleno desarrollo.

Hojalata y Lámina, S.A., que inicia sus actividades en el año de 1942 y que a fines de 1953 pone en operación su línea de laminación en caliente de tira con capacidad de 10000 Tons/mes, también es influenciada por este desarrollo y muy pronto tiene que hacer nuevas instalaciones para satisfacer la demanda del mercado: Aumentando gradual



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

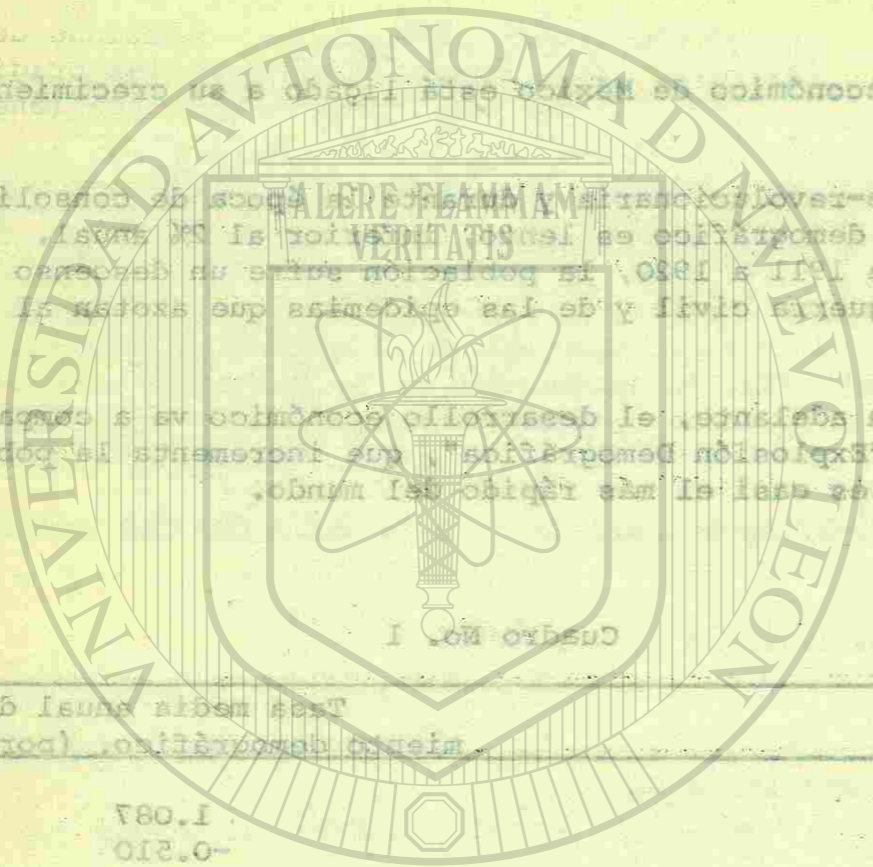


BREVES COMENTARIOS SOBRE EL CRECIMIENTO  
MOGRATICO DEL PAIS, SU INFLUENCIA EN LA IN-  
DUSTRIA SIDERURGICA Y EN HOJALATA Y LAMINA  
S.A.

El desarrollo económico de México está ligado a un crecimiento demo-  
gráfico.

En la etapa pre-revolucionaria y durante el periodo de consolidación,  
el crecimiento demográfico es lento. En la década de 1911 a 1920, la población sufrió un descenso a conse-  
cuencia de la guerra civil y de las epidemias que azotaron al país en  
esos años.

Pero de 1940 en adelante, el desarrollo económico va a compararse de-  
una verdadera "explosión demográfica" que incrementa la población  
a un ritmo que es casi el más rápido del mundo.



Tasa media anual de creci-  
miento demográfico (porcentaje)

Años	Tasa media anual de creci- miento demográfico (porcentaje)
1900 a 1910	1.087
1910 a 1921	-0.210
1921 a 1930	1.612
1930 a 1940	1.731
1940 a 1950	2.752
1950 a 1960	3.078
1960 a 1965	3.440

Este aumento de población y las mejores condiciones de vida influyen  
en la industria siderúrgica, teniendo ésta que aumentar su producción  
para poder satisfacer las necesidades de México en su pleno desarrollo.

Hojalata y Láminas, S.A., que inicia sus actividades en el año de 1943  
y que a fines de 1953 pone en operación su línea de laminación en ca-  
liente de tipo con capacidad de 10000 Tons/mes, también se influyen-  
clada por este desarrollo y muy pronto tiene que hacer nuevas insta-  
laciones para satisfacer la demanda del mercado. Aumentando gradual-

mente la capacidad de acero caliente con nuevas fosas de recalenta-  
miento, instalando una nueva tijera y un enrollador de mayor capaci-  
dad para ir incrementando su capacidad de laminación hasta llegar a-  
la producción actual de 30000 Tons/mes. Paralelamente a este incre-  
mento de producción, la potencia demandada al motor del molino de --  
acabado fue aumentando hasta tener una sobrecarga continua de 20 - 25%  
(anexo 1); consecuentemente, este motor empezó a fallar originando -  
altos costos de mantenimiento y tiempo fuera de la línea (anexo 2).  
de la línea.

En primer término se estudia la posibilidad de rediseñar la armadura  
de 3000 HP para convertirla a 4500 HP, la cual sería incorporada de-  
tro de la máquina existente. Se descartó esta solución al informar  
el fabricante su imposibilidad de hacerlo. Ante esta circunstancia,  
se pensó en las siguientes soluciones:

ALTERNATIVA A.-

Instalar un segundo motor de 3000 HP acoplado en tandem al existente  
y que trabajara eléctricamente en paralelo, alimentados ambos moto-  
res por el grupo moto-generador de 2500 KW existente. Esta solución  
resolvería el problema, ya que se disminuiría el valor Irms al repa-  
tirse la carga en cada motor.

El costo de esta alternativa sería de \$ 5'000,000.00

ALTERNATIVA B.-

Instalar un segundo motor de 3000 HP acoplado en tandem al existente  
y que se alimentara de una nueva unidad motogeneradora con capacidad  
de 2500 KW. Esta solución resolvería también el problema dando opor-  
tunidad de aprovechar al máximo el nuevo motor.

El costo de esta alternativa sería de \$ 7'100,000.00

En las condiciones de operación ya mencionadas, se decidió adquirir  
un nuevo rotor como primer paso para aumentar la potencia instalada  
reponiendo el existente, al que se le tendría que cambiar el diám-  
etro de la flauta para que pasara a transmitir 6000 HP, y hacerla ade-  
cuada para una reparación completa.

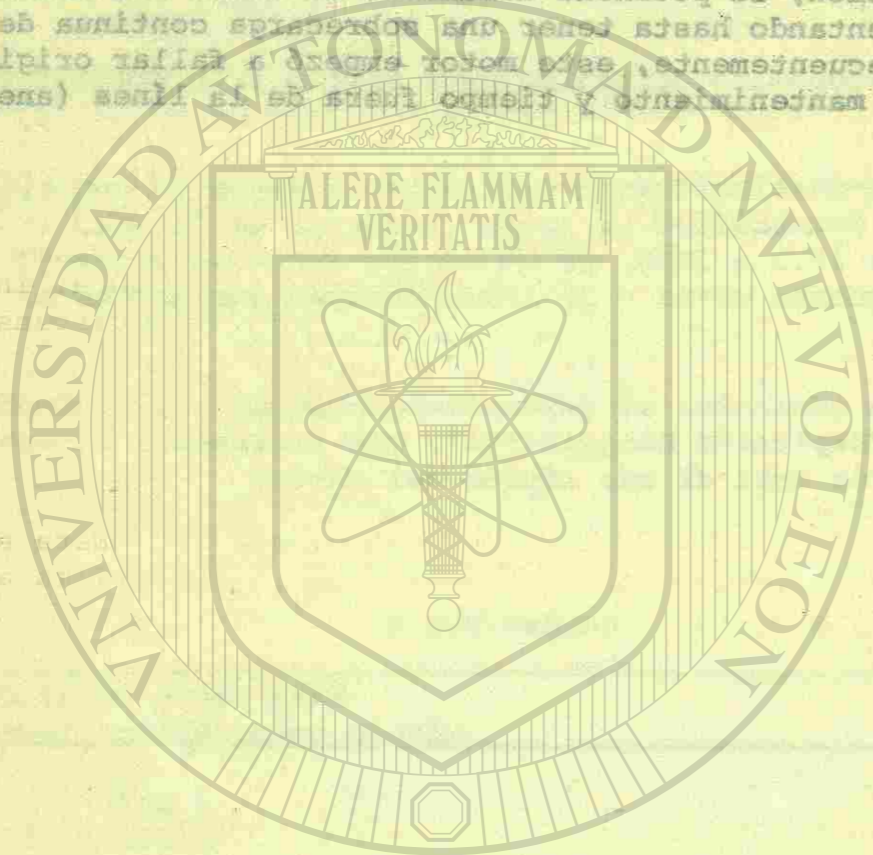
El problema persistía y muy pronto esta nueva unidad empezó a fallar  
mientras que a la original se le estaban haciendo las modificaciones  
necesarias para poder transmitir 6000 HP. El problema persistía, --  
por lo que se estudió la posibilidad de aumentar el flujo de aire a-  
la máquina evitando de esta manera el calentamiento excesivo del mo-  
tor; esta solución dependía del diseño de la máquina no siendo facti-  
ble esta proposición.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



mente la capacidad de acero caliente con nuevas fojas de resaca...  
 miento, instalando una nueva tijera y un enrollador de mayor capaci-  
 dad para ir incrementando su capacidad de laminación hasta llegar a-  
 la producción actual de 3000 toneladas. Paralelamente a este incre-  
 mento de producción, la potencia demandada al motor del molino de  
 acido fue aumentando hasta tener una potencia nominal de 30 - 35%  
 (anexo I); consecuentemente, este motor empezó a fallar ocasionando  
 altos costos de mantenimiento y tiempo fuera de la línea (anexo S).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Finalmente se estudió la solución II, enfriar el aire por medios mecánicos.

**ESTUDIOS CONCERNIENTES A LA SOLUCION DEL PROBLEMA**

Se continuó investigando y se llegó a la conclusión de que la temperatura del cobre se incrementa en razón directa a la temperatura de inyección, y que en el invierno se

El Departamento de Ingeniería de Hojalata y Lámina se avocó al problema ya mencionado, que estaba limitando la capacidad de laminación de la línea.

En primer término se estudia la posibilidad de rediseñar la armadura de 3000 HP para convertirla a 4500 HP, la cual sería incorporada dentro de la máquina existente. Se descartó esta solución al informar el fabricante su imposibilidad de hacerlo. Ante esta circunstancia, se pensó en dos soluciones:

**ALTERNATIVA A.- SISTEMA DE REFRIGERACION.**

Instalar un segundo motor de 3000 HP acoplado en tandem al existente y que trabajara electricamente en paralelo, alimentados ambos motores por el grupo moto-generador de 2500 KW existente. Esta solución resolvería el problema, ya que se disminuiría el valor Irms al repartirse la carga en cada motor.

El costo de esta alternativa sería de \$ 5'000,000.00

**ALTERNATIVA B.-**

Instalar un segundo motor de 3000 HP acoplado en tandem al existente y que se alimentara de una nueva unidad motogeneradora con capacidad de 2500 KW. Esta solución resolvería también el problema dando oportunidad de aprovechar al máximo el nuevo motor.

El costo de esta alternativa sería de \$ 7'100,000.00

En las condiciones de operación ya mencionadas, se decidió adquirir un nuevo rotor como primer paso para aumentar la potencia instalada reponiendo el existente, al que se le tendría que cambiar el diámetro de la flecha para que pudiera transmitir 6000 HP, y hacerle además una reparación completa.

El problema persistía y muy pronto esta nueva unidad empezó a fallar mientras que a la original se le estaban haciendo las modificaciones necesarias para poder transmitir 6000 HP. El problema persistía, -- por lo que se estudió la posibilidad de aumentar el flujo de aire a la máquina evitando de esta manera el calentamiento excesivo del motor; esta solución dependía del diseño de la máquina no siendo factible esta proposición.



Finalmente se estudió la solución de enfriar el aire por medios mecánicos.

Se continuó investigando y de datos obtenidos en la planta, se llegó a la conclusión de que la temperatura del cobre se incrementaba en razón directa a la temperatura de inyección, y que en el invierno su operación no sobrepasaba los límites de su diseño.

De esta manera se pensó enfriar el aire de alimentación en un circuito cerrado, que proporcionara al motor una temperatura constante.

Para lograr dicha condición se tendría que pensar en varios factores que serían determinantes en el diseño del sistema de refrigeración.

**FACTORES DEL SISTEMA DE REFRIGERACION.-**

**A) Condiciones de diseño para la Cd. de Monterrey.**

Verano

Temp. Bulbo Seco	100°F	(38°C)
Temp. Bulbo Húmedo	78°F	(25.5°C)
Humedad Específica	120.79	granos H2O/#aire

**B) Trabajo del motor continuo pero con cargas variables dependiendo del calibre y ancho que se esté laminando, y del % de reducción de calibre (depende del número de pases).**

**C) Operación del motor sin carga.**

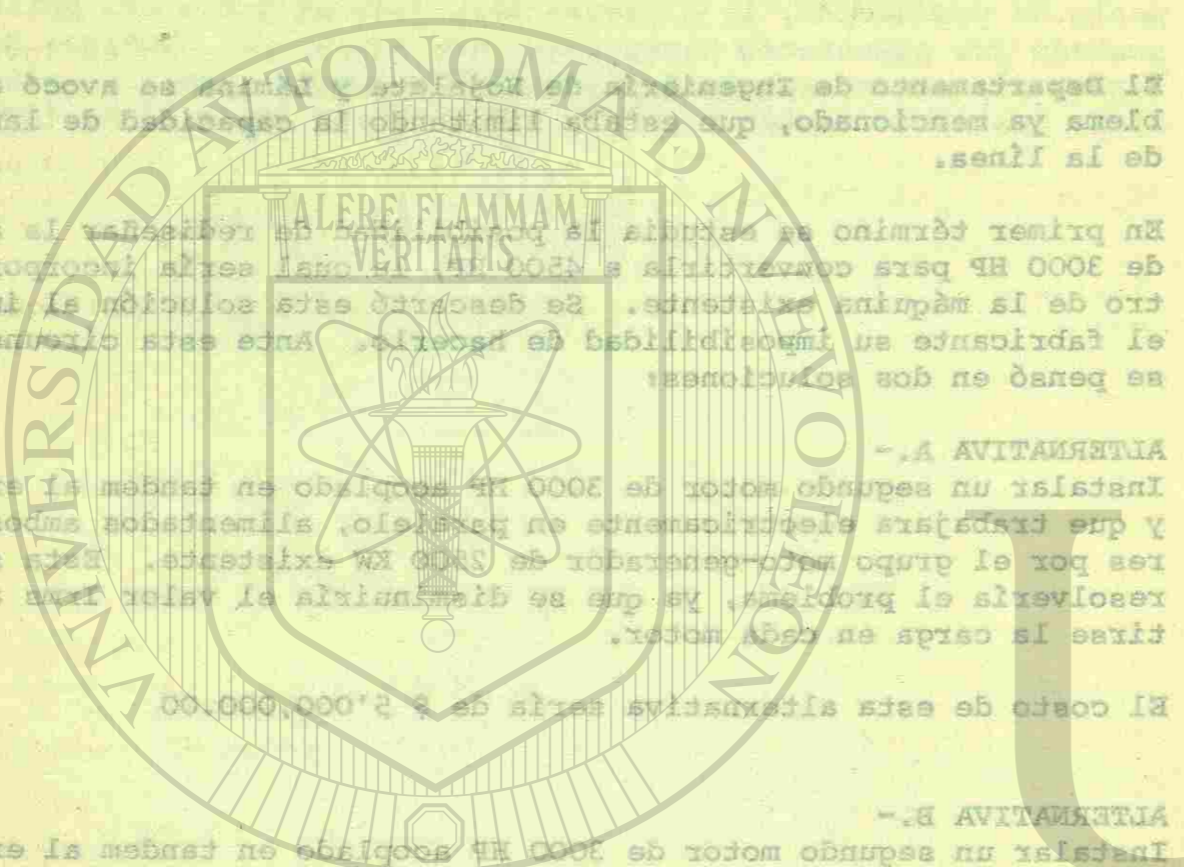
**D) Características del equipo (enfriado por agua o aire).**

**E) Sistema de control y alarma.**

Con capacidad suficiente para disipar el calor suministrado por el motor...

Con capacidad suficiente para enfriar 31000 CFM desde 100°F de bulbo seco a 62.4°F. Área igual a 44.28 piás 2 con 5 hilos de...

DETERMINACION DEL COSTO PARA VER SI ES CONVENIENTE LA SOLUCION DE ENFRIAR EL AIRE POR MEDIOS MECANICOS.-  
Equipo de refrigeración con capacidad de 100 Tons de Ref, instala-



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

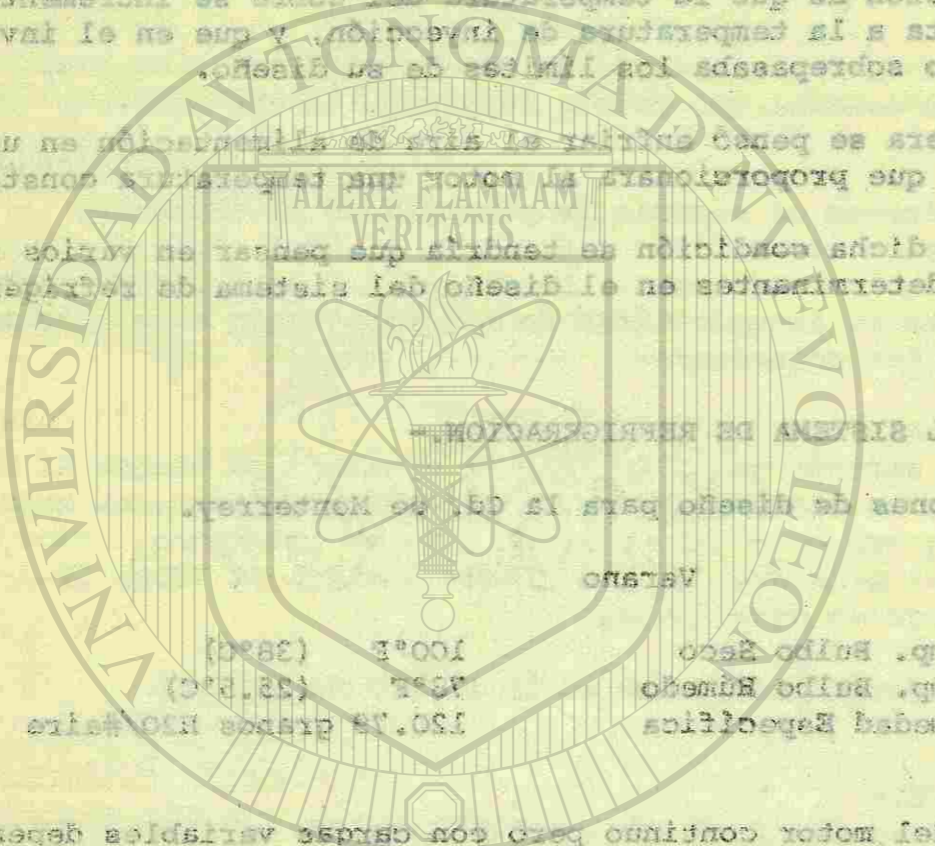


Finalmente se estudió la solución de enfriar el aire por medios mecánicos.

Se continuó investigando y de datos obtenidos en la planta, se llegó a la conclusión de que la temperatura del aire se incrementa en razón directa a la temperatura de enfriación y que en el intervalo de operación no sobrepasas los límites de su diseño.

De esta manera se pensó en utilizar un sistema de enfriamiento en un circuito cerrado, que proporcione al motor una temperatura constante.

Para lograr dicha condición se pensó en utilizar un sistema de refrigeración que existiera dentro del sistema de refrigeración.



FACTORES DEL SISTEMA DE REFRIGERACION  
A) Condiciones de diseño para la carga de enfriamiento  
Temp. Bulbo Húmedo 100°F (38°C)  
Temp. Bulbo Seco 73°F (23°C)  
Humedad Relativa 130.78 grains/lb de aire

B) Tiempo del motor continuo para cargas variables dependiendo del calibre y ancho que se está laminando, y del % de reducción de calibre (depende del número de pases).

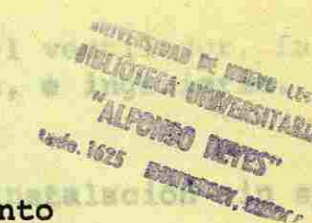
C) Operación del motor sin carga.  
D) Características del equipo (existente por ser o nuevo).

E) Sistema de control y alarma.

III

ANALISIS DE UN CASO REAL

Instalación de ductos, modificación a ducto de descarga del ventilador, fabricación de tapa al ventilador, sala, etc. \$ 500,000.00  
Esta alternativa de operación...



Cálculo de la capacidad de enfriamiento en toneladas de refrigeración.

En primer término se determinó el volúmen de aire circulando a través del motor, siendo igual a (31000 CFM).

Conocido este dato, se toman temperaturas a la entrada y salida del motor encontrándose el calor sensible disipado por el motor.

Q1= 81.51 Tons de refrigeración (Anexo 3).

Como se trata de un circuito cerrado, se considera como carga interna el trabajo desarrollado por el abanico, siendo igual a:

Q2= 9.58 Tons de refrigeración (Anexo 3).

Capacidad total requerida = 100 Ton. Ref.

DISEÑO DEL EQUIPO.-

Se utilizará el sistema de refrigeración de compresor recíprocante con serpentín de expansión directa en virtud de la capacidad en tonelaje de refrigeración; se seleccionó gas refrigerante Freon 22 por no ser explosivo ni tóxico.

Compresor.

Con capacidad de 100 Tons de refrigeración cuando condensa refrigerante a 105°F si su sistema de enfriamiento es por agua, o 125°F si su sistema de enfriamiento es por aire y succiona refrigerante saturado a 40°F.

Condensador.

Con capacidad suficiente para disipar el calor suministrado por el motor más el calor generado por el trabajo de compresión.

Evaporador.

Con capacidad suficiente para enfriar 31000 CFM desde 100°F de bulbo seco a 62.4°F. Area igual a 44.28 piés 2 con 6 hileras de profundidad (Anexo 4).

DETERMINACION DEL COSTO PARA VER SI ES CONVENIENTE LA SOLUCION DE ENFRIAR EL AIRE POR MEDIOS MECANICOS.-

Equipo de refrigeración con capacidad de 100 Tons de Ref, instala-



ción de ductos, modificación a ducto de descarga del ventilador, fabricación de tapa al motor para aislarlo de la sala, e ingeniería. \$ 500,000.00

Esta alternativa es la más económica y permite su instalación sin sacar de operación la línea de laminación.

EQUIPO COTIZADO

Descripción	Mod. A	Mod. B	Mod. C
Sup. Evaporador	44 piés2	64 piés2	60 piés2
Hileras Prof.	6	8	-
Cap. en Ton.	100°F hasta 62	94°F hasta 62	74°F hasta 62
Refrigeración	Q=31000 CFM	47°F Q=30000 CFM	Q=27000 CFM
Compresor tipo	Abierto	Abierto	Semihermético
No. Compresoras	1	1	2
Cap. en Ton.	58.5 condens	99.8 condens	-
De Ref.	A 120°F y Suc. a 40	A 120°F y Suc. a 40	-
Condensador	2	2	2
Capacidad BTU-H	790000 c/u	794000 c/u	-
\$/Ton. Ref.	Más barato	-	Más caro

El equipo seleccionado consta de un compresor reciprocante abierto, con motor directamente acoplado de 150 HP a 1750 RPM, tiene 5 paños de capacidad, para el cual está provisto de cilindros de capacidad de 13 1/3, 50, 66 2/3, 83 1/3 y 100. Los cilindros que son accionados por la presión de lubricación del compresor, los cuales se montan en la sección de la cámara de compresión y operan con el aire del evaporador, dando flexibilidad al sistema de refrigeración, ya que se obtienen diferentes capacidades de enfriamiento.

Tiene los condensadores en serie por aire que trabajan en paralelo, se cuenta además con un receptor de líquido refrigerante que alimenta a las 2 válvulas de expansión de 60 Ton. de capacidad. Cada circuito está operado por un evaporador de capacidad de 44, 64 y 60 piés cuadrados, con un termostato que registra la temperatura del aire de salida del motor.

Como un comentario adicional, se hace mención de que antes de armar el equipo se tuvo que instalar un serpentín de calefacción de 60 piés cuadrados para que el equipo se mantenga caliente durante el invierno. El costo de este equipo es de \$ 500,000.00 más impuestos y gastos de instalación.

755357

ANÁLISIS DE UN CASO REAL

Cálculo de la capacidad de refrigeración en toneladas de refrigeración

En primer término se determinó el volumen de aire circulando a través del motor, siendo igual a 31000 CFM.

Conociendo este dato se tomaron temperaturas a la entrada y salida del motor encontrándose el calor sensible disipado por el motor.

Como se trata de un circuito cerrado se consideró como gases inertes el trabajo desarrollado por el sistema, siendo igual a 0.58 Ton. de refrigeración (Anexo B).

Capacidad total requerida = 100 Ton. Ref.

DISEÑO DEL EQUIPO

Se utilizará el sistema de refrigeración de compresor reciprocante con serpentín de expansión directa en virtud de la capacidad en toneladas de refrigeración, se seleccionó un refrigerante R22 por ser explosivo ni tóxico.

Compresor

Con capacidad de 100 Ton. de refrigeración cuando condensan refrigerante a 105°F en el sistema de enfriamiento en por agua, a 125°F en el sistema de enfriamiento en por aire y unidades refrigerantes asegurados a 40°F.

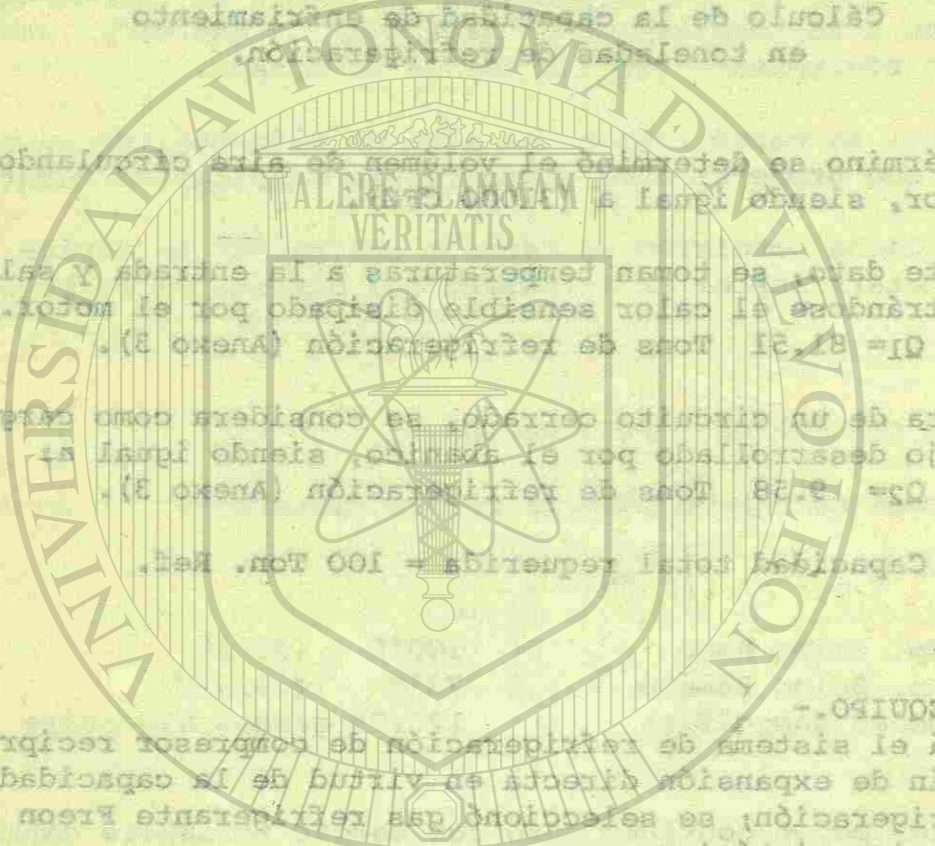
Condensador

Con capacidad suficiente para disipar el calor administrado por el motor más el calor generado por el trabajo de compresión.

Evaporador

Con capacidad suficiente para enfriar 31000 CFM desde 100°F de pulpo seco a 62.4°F. Área igual a 44.38 piés 2 con 6 hileras de profundidad (Anexo A).

DETERMINACION DEL COSTO PARA VER SI ES CONVENIENTE LA SOLUCION DE ENRIAR EL AIRE POR MEDIOS MECANICOS. Equipo de refrigeración con capacidad de 100 Ton. de Ref., instalada.





Finalmente para hacer más económica la instalación, se pensó en utilizar el mismo ventilador, por lo que se diseñó un sistema de control a la salida de la sala para evitar el paro del motor en caso de falla. Este sistema de control se instaló en la sala de la sala.

**COMENTARIOS SOBRE LA SELECCION E INSTALACION DEL EQUIPO Y CONCLUSIONES**

CONCLUSIONES.- EQUIPO COTIZADO

Consideramos de especial interés esta experiencia, la cual ha permitido operar al motor con una temperatura dentro de los límites permitidos de operación.

Descripción	Mca. A	Mca. B	Mca. C
Sup. Evaporador	44 piés <sup>2</sup>	64 piés <sup>2</sup>	60 piés <sup>2</sup>
Hileras Prof.	6	8	-
Cap. en Ton.	100°F hasta 62	84°F- 60 hasta	74°F hasta 51°F
Refrigeración	Q=31000 CFM	47°F Q=30000 CFM	Q=27000 CFM
Compresor tipo	Abierto	Abierto	Semihermético
No. Compresores	1	1	2
Cap. en Ton. De Ref.	108.6 condensa. A 120°F y Suc. a 40	99.8 condensa. A 120°F y Suc. a 40	
Condensador	2	2	2
Capacidad BTU-H \$/Ton. Ref.	794000 c/u Más barato	794000 c/u	Más caro

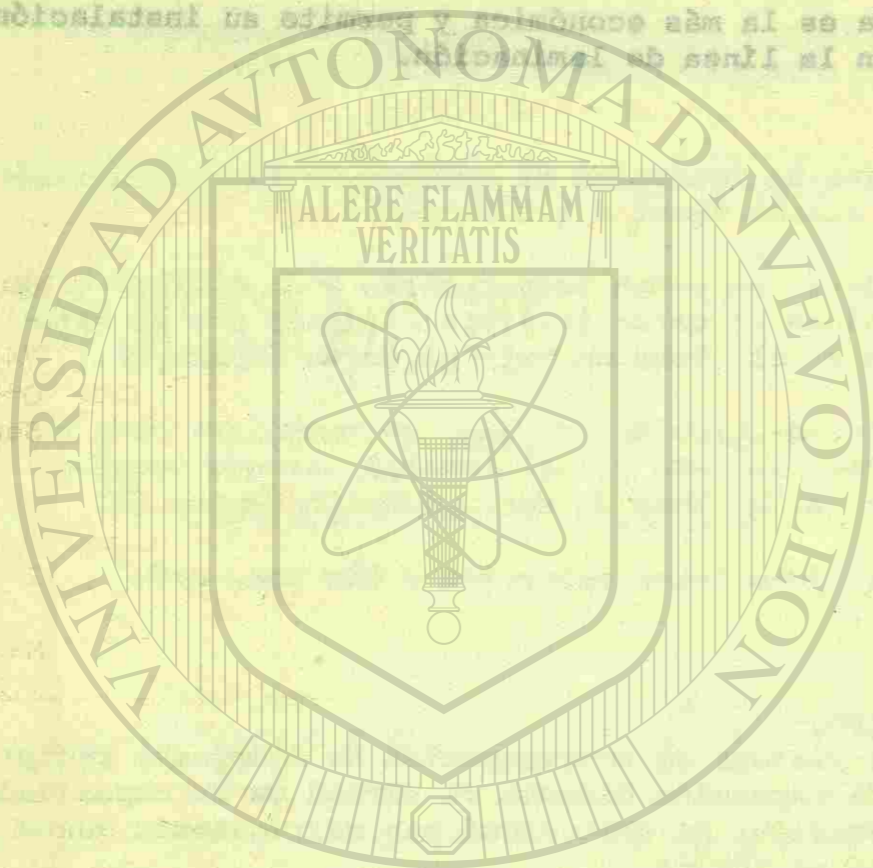
El equipo seleccionado consta de un compresor recíprocante abierto, con motor directamente acoplado de 150 HP a 1750 RPM, tiene 5 pasos de capacidad, para lo cual está provisto de descargadores de cilindros que son accionados por la presión de lubricación del compresor, la cual a su vez está relacionada con la presión de succión del compresor y obviamente con la temperatura del aire, dándole flexibilidad al sistema de refrigeración, ya que de esta manera se obtienen diferentes capacidades de enfriamiento: 33 1/3, 50, 66 2/3, 83 1/3 y 100%.

Tiene dos condensadores enfriados por aire que trabajan en paralelo; se cuenta además con un receptor de líquido refrigerante, el que alimenta a las 2 válvulas de expansión de 60 Tons c/u de los 2 circuitos de que consta el evaporador. Cada circuito está operado por una válvula solenoide las cuales son accionadas por un termostato de 2 pasos que registra la temperatura del aire de salida del motor.

Como un comentario adicional, se hace mención de que antes de arrancar el equipo se tuvo que instalar un serpentín de calefacción de vapor con capacidad de 360,000 BTU/HR para que este calor más el calor del ventilador fuera mayor que la capacidad de refrigeración en su mínimo paso, que es aproximadamente igual a 40 Ton de refrigeración, evitando que el compresor se pare, ya que su sistema de control de arranque y paro es de bombeo en vacío.

Esta alternativa es la más económica y permite su instalación en la sala de operación la línea de operación.

Esta alternativa es la más económica y permite su instalación en la sala de operación la línea de operación.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL



Finalmente para hacer más económica la instalación, se pensó en utilizar el mismo ventilador, por lo que se diseñó un sistema de compuerta a la salida del ventilador, el cual le daría flexibilidad en caso de falla, permitiéndole trabajar con refrigeración o tomando aire de la sala.

CONCLUSIONES.-

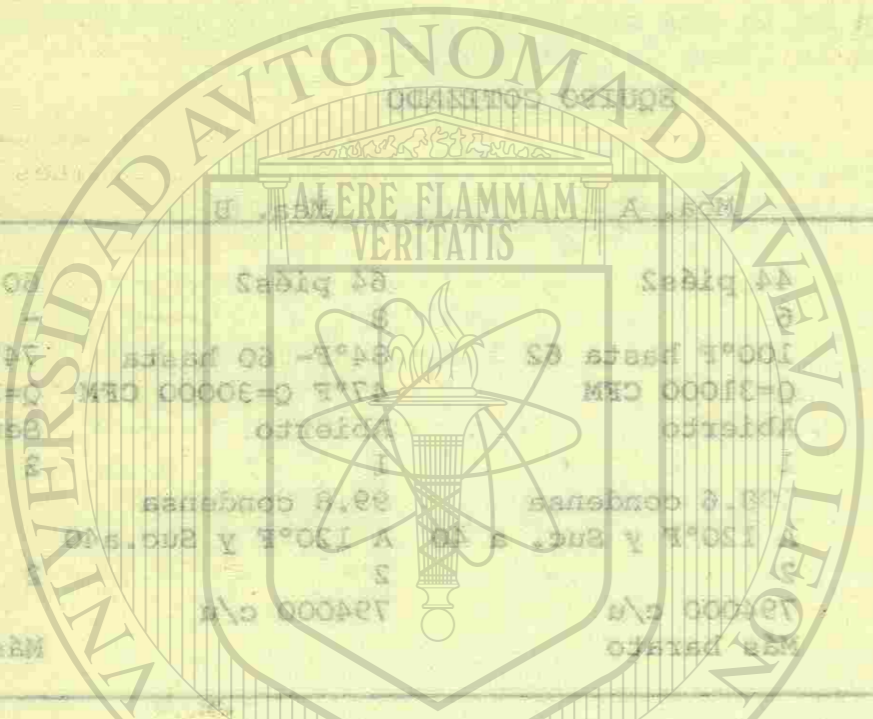
Consideramos de especial interés esta experiencia, la cual ha permitido operar al motor con una temperatura dentro de los límites recomendados por el fabricante, lo que prolonga la vida de éste, eliminando el tiempo fuera de la línea causado por fallas del mismo y dando por resultado un incremento de la producción.

Fecha Empezó a trabajar	Fecha la Falla	# Fallas	# Bobinas Cambiadas	Temp. Máxima Fecha
1-30-62	3-3-62	10	336	4-8-62
8-12-65			176	11-18-65

- Armadura No. 1 Original del Equipo.
- Armadura No. 2 Nueva, construida en General Electric.
- Armadura No. 1 Armadura No. 1 reparada totalmente en General Electric.
- Armadura No. 2 Armadura No. 2 reparada en Houston por General Electric.

COMENTARIOS SOBRE LA SELECCION E INSTALACION DEL EQUIPO Y CONCLUSIONES

IV



Descripción

Cap. en Ton. 40

Refrigeración

Compresor tipo

No. Compresores

Cap. en Ton. 40

De Ref.

Condensador

Capacidad BTU-H

\$\backslash\$Ton. Ref.

El equipo seleccionado consta de un compresor refrigerante abierto, con motor directamente acoplado de 150 HP a 1725 RPM, tiene 5 pasos de capacidad, para lo cual está provisto de descargadores de cilindros que son accionados por la presión de lubricación del compresor, la cual a su vez está relacionada con la presión de succión del compresor y obviamente con la temperatura del aire, dándole flexibilidad al sistema de refrigeración ya que de esta manera se obtienen diferentes capacidades de enfriamiento de 1.5, 2.5, 3.5, 4.5 y 100%.

Tiene dos condensadores espirales por aire que trabajan en paralelo, se cuenta además con un receptor de líquido refrigerante, el que alimenta a las 2 válvulas de expansión de 60 Tons c/a de los circuitos de que consta el evaporador. Cada circuito está operado por una válvula solenoide las cuales son accionadas por un termostato de 2 pasos que registra la temperatura del aire de salida del motor.

Como un comentario adicional, se hace mención de que antes de armar el equipo se tuvo que instalar un serpentín de calefacción de vapor con capacidad de 360,000 BTU\HR para que este calor más el calor del ventilador fuera mayor que la capacidad de refrigeración en su mínimo paso, que es aproximadamente igual a 40 Ton de refrigeración, evitando que el compresor se pare, ya que su sistema de control de arranque y paro es por medio de un relé.

023357

ALFONSO REYES

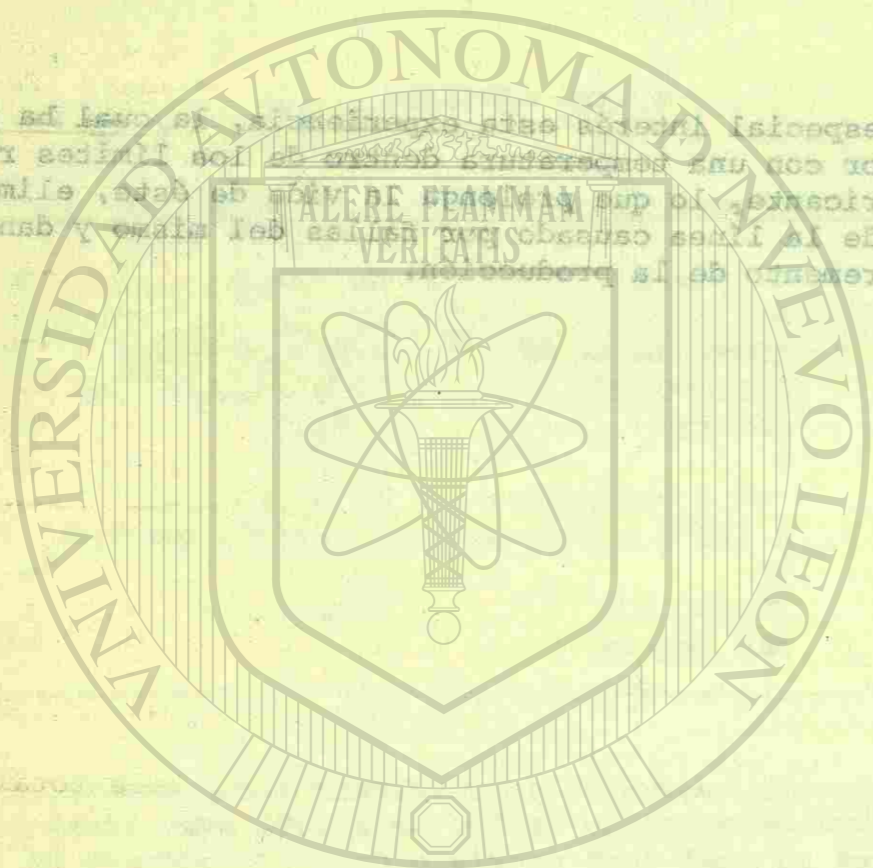


UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
 ALFONSO REYES  
 Cade. 1925 BOUTERIN 2



Finalmente para hacer una economía en la instalación, se pensó en utilizar el mismo ventilador, por lo que se diseñó un sistema de compuertas a la salida del ventilador, el cual le da una flexibilidad en caso de falla, permitiendo trabajar con refrigeración o tomando aire de la sala.

CONCLUSIONES.-  
 Consideramos de especial interés esta experiencia, ya que nos permite observar al motor con una temperatura constante, eliminando los gases por el fabricante, lo que evita el riesgo de la explosión el tiempo fuera de la línea cuando se fallan del mismo y dando por resultado un incremento de la producción.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANEXO No. 1

HISTORIA ARMADURAS MOLINO DE ACABADO - MOLINOS CALIENTES

Armaduras	Fecha Empezó a trabajar	Fecha 1a. falla	#Fallas	# Bobinas Cambiadas	Temp. Máxima Fecha °C
1	1-15-54	7-20-59	30	330	
2	8-30-60	7-4-61	9	176	11-19-61 92
1 <sup>+</sup>	1-30-62	9-9-64	10	336	4-8-63 98
2 <sup>+</sup>	8-12-65				

- Armadura No. 1 Original del Equipo.
- Armadura No. 2 Nueva construída en General Electric.
- Armadura No. 1<sup>+</sup> Armadura No. 1 reparada totalmente en General Electric.
- Armadura No. 2<sup>+</sup> Armadura No. 2 reparada en Houston por General Electric.

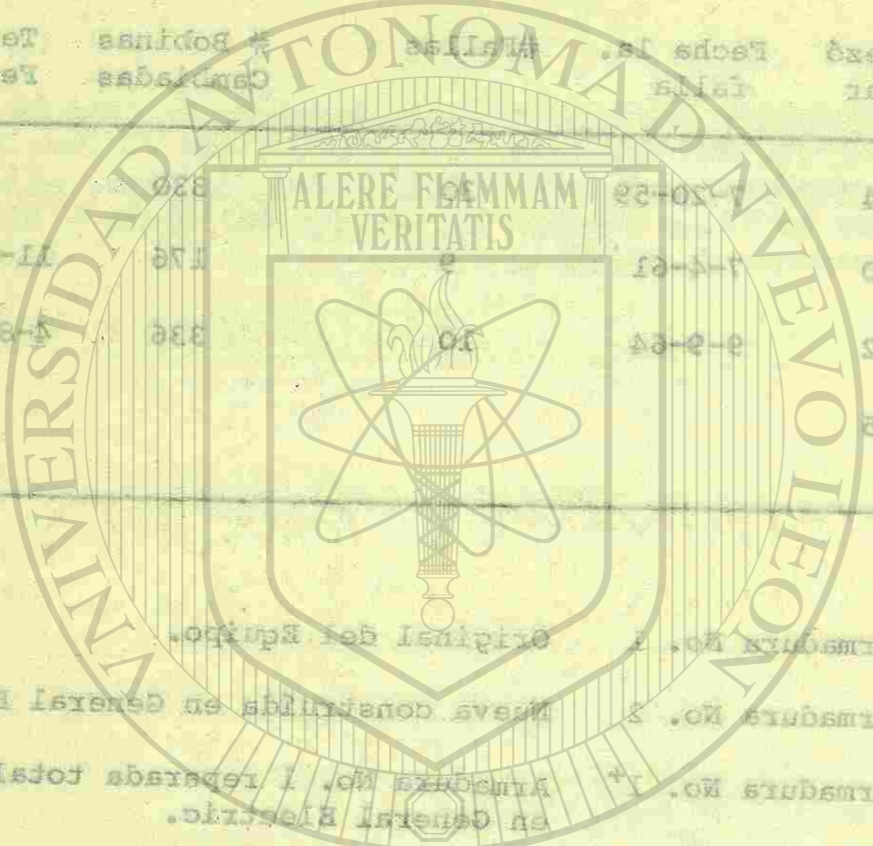
Lámpara No. 1  
 Fosc. # 10  
 Lámpara No. 2  
 Fosc. # 6  
 Lámpara No. 3  
 Fosc. # 5



Armaduras a probar	Fecha Empezó	Fecha de Acabado	Temp. Máxima °C
1	1-15-54	1-20-54	820
2	8-30-60	1-4-61	176
1+	1-30-62	9-9-64	336
2+	8-12-62		38

Armaduras a probar	Fecha de Acabado	Temp. Máxima °C
1	1-15-54	820
2	8-30-60	176
1+	1-30-62	336
2+	8-12-62	38



ANEXO No. 2  
PRUEBA DEL MOTOR -  
CALCULOS DE HOJALATA Y LAMINA, S. A.

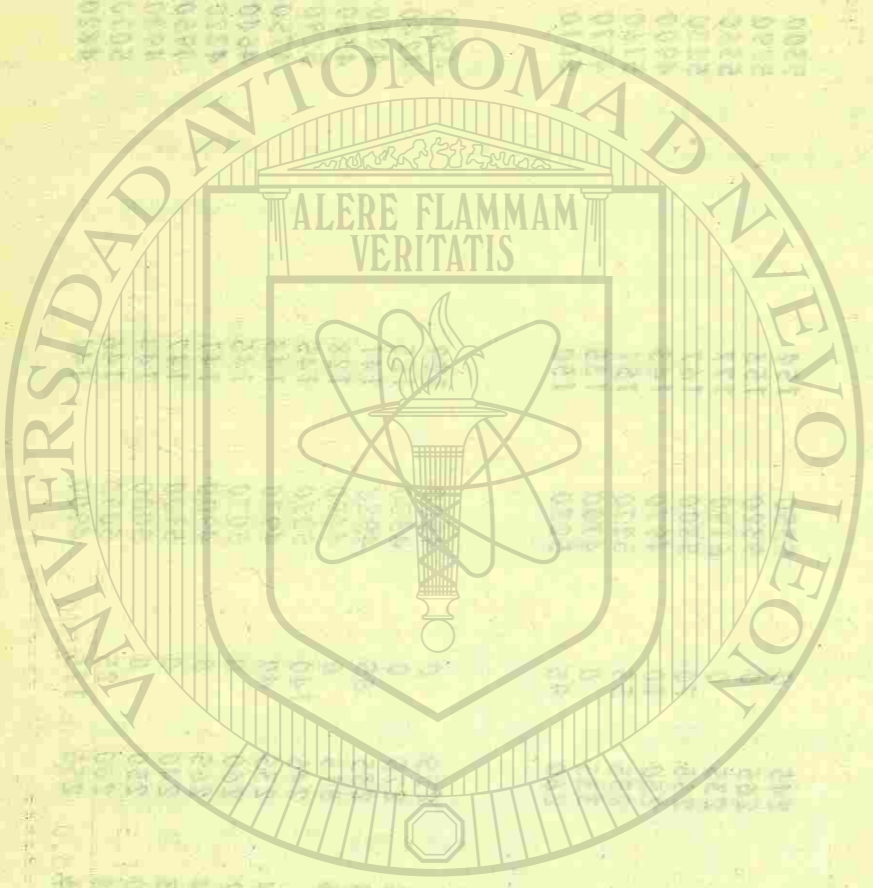
CALCULOS DE G. E.

Lingote No.	I <sup>2</sup> t	Tiempo Demora	I	% I
<b>Fosa # 10</b>				
1	7069	245	5350	154
2	7503.8	265	5320	153
3	8926.5	235	6190	177
4	8980	265	5800	167
5	6160.7	250	4970	143
6	7112	255	5270	151
7	7366	335	4700	135
8	7179	260	5230	150
<b>Fosa # 6</b>				
9	5181	255	4500	129
10	5219.6	275	4350	125
11	5723.3	235	4920	141
12	6247.8	315	4450	128
13	6302	245	5070	145
14	5825.4	235	4970	143
15	6658.2	260	5070	145
16	6344.4	265	4900	141
17	6265.3	240	5100	147
18	6332.0	250	5000	144
19	6681.8	260	5090	146
20	6134.6	255	4900	141
<b>Fosa # 5</b>				
21	6576.6	305	4640	133
22	5105	255	4500	129
23	5461.8	255	4640	133
24	3713.3	190	4420	127
25	5867.6	265	4700	135

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Cada. 1625 MONTERREY, N.L.



52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

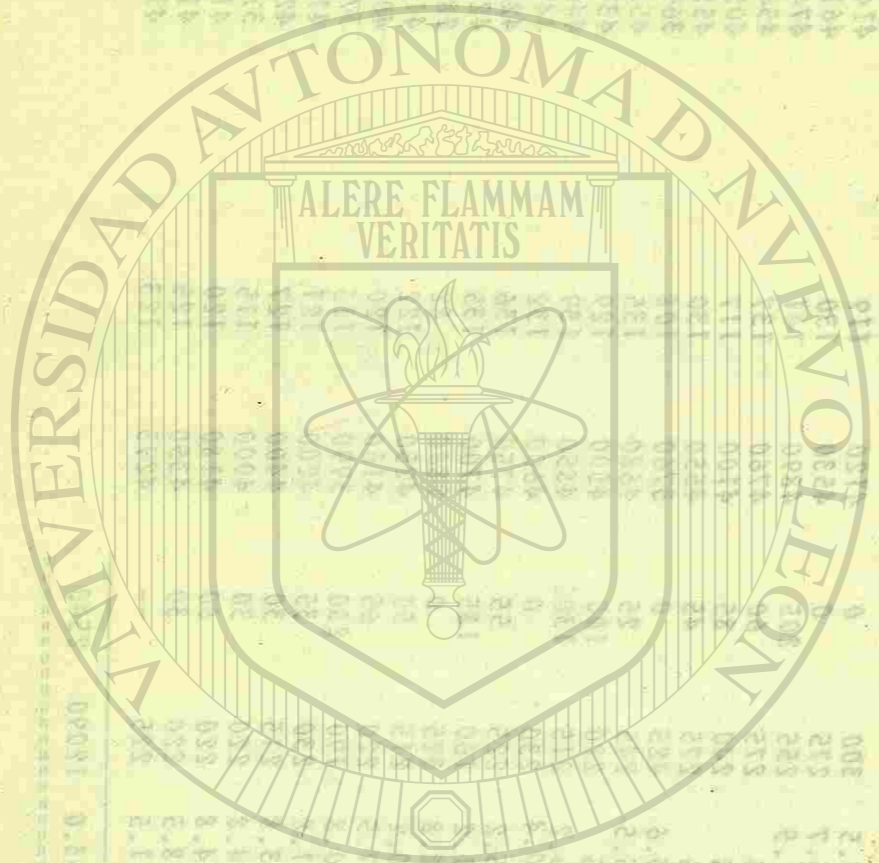


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Lingote No.	Fosa # 5 (Continuación)	I <sup>2</sup> t	Tiempo	Demora	I	% I	I	% I
26	0.080 x 37"	5103.5	300	0	4120	119	4140	119
27	"	5633.7	275	0	4530	130	4610	133
28	"	6081.5	255	205	4890	141	4740	136
29	"	6243	275	60	4760	137	4540	130
30	0.085 x 37"	4038	240	85	4100	117	4050	116
31	"	5706	275	45	4550	130	4520	130
32	"	6025.6	425	0	3760	108	3690	106
33	0.104 x 37"	5405.5	245	25	4680	135	4580	132
34	"	4485	220	100	4500	129	4340	125
35	"	5045.2	215	1300	4850	139	4460	128
36	"	4860.4	230	0	4600	132	4420	127
37	"	5095.2	225	55	4750	136	4260	123
38	"	3551.2	160	185	4700	135	4230	122
39	0.104 x 29"	2658.8	325	0	2860	82	2835	81
40	"	3880.2	215	50	4250	122	4180	120
41	"	3837.5	220	65	4160	120	4050	116
42	"	3020.8	190	280	3990	115	3785	109
43	"	4091.8	230	35	4200	121	4190	120
44	"	4163.8	215	30	4400	127	4230	122
45	"	3554.8	220	30	4000	115	3770	108
46	"	3874.8	220	60	4180	120	4100	118
47	"	4158.5	220	30	4350	125	4150	119
48	"	4111.5	225	--	4275	123	4150	118
		264563.0	12090	2540				

=====





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

112	4110
114	4130
118	4190
108	3130
133	4130
153	4190
103	4130
119	4190
139	4130
131	4130
135	4130
132	4130
133	4130
134	4130
135	4130
136	4130
137	4130
138	4130
139	4130
140	4130
141	4130
142	4130
143	4130
144	4130
145	4130
146	4130
147	4130
148	4130
149	4130
150	4130
151	4130
152	4130
153	4130
154	4130
155	4130
156	4130
157	4130
158	4130
159	4130
160	4130
161	4130
162	4130
163	4130
164	4130
165	4130
166	4130
167	4130
168	4130
169	4130
170	4130
171	4130
172	4130
173	4130
174	4130
175	4130
176	4130
177	4130
178	4130
179	4130
180	4130
181	4130
182	4130
183	4130
184	4130
185	4130
186	4130
187	4130
188	4130
189	4130
190	4130
191	4130
192	4130
193	4130
194	4130
195	4130
196	4130
197	4130
198	4130
199	4130
200	4130

Continuación

$$I_{FL} = 3480 \text{ amperes}$$

$$t = 12090 + 2540 = 14630$$

$$I^2 \frac{t}{\lambda} = \frac{264563}{14630} = 18$$

$$I = \sqrt{18} = 4.25$$

$$\frac{I}{I_{FL}} = \frac{4.25}{3.48} \times 100 = 122\% \text{ del valor medio cuadrático nominal del motor, calculado por HyLSA.}$$

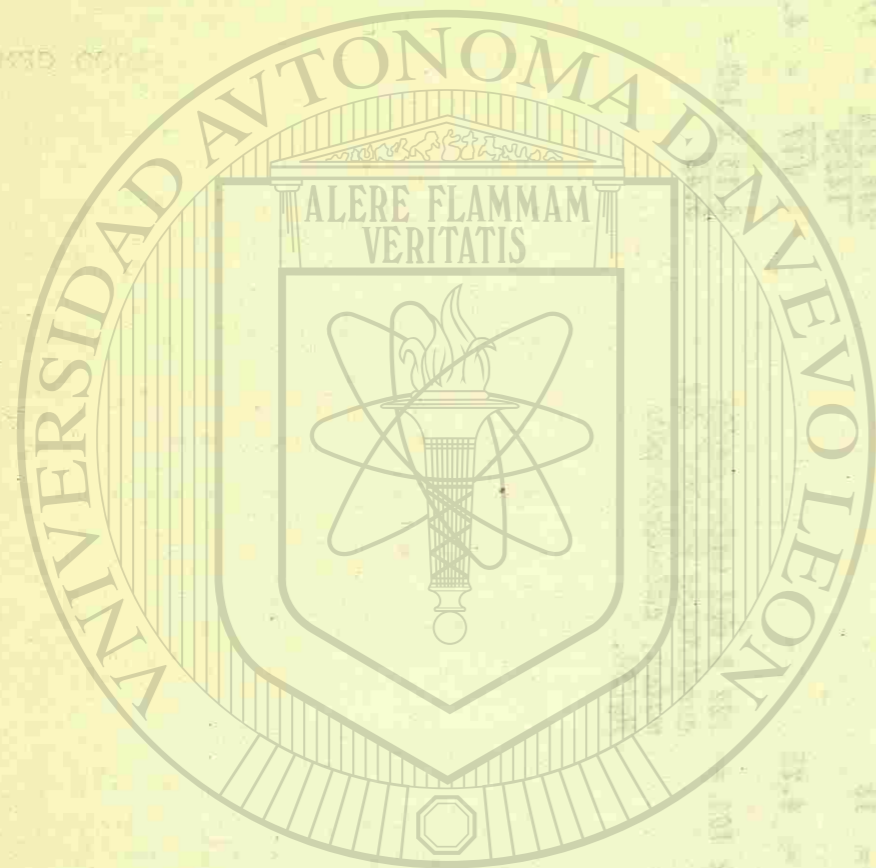
$$\frac{248,886}{14630} = 17$$

$$\sqrt{17} = 4.13$$

$$\frac{4.13 \times 100}{3.48} = 118.5\% \text{ del valor medio cuadrático nominal del motor, calculado por G.E.}$$

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Cada. 1625





A) Calor disipado por el motor  
 Flujo de aire manejado 31000 CFM.

Condiciones de entrada del aire.-  
 Volúmen específico del aire = 14.05 pié<sup>3</sup>/#  
 Temp. Bulbo seco = 86°F  
 Temp. Bulbo húmedo = 72°F  
 Humedad relativa = 51%  
 Humedad Específica = 96 granos/#aire  
 Entalpia del aire = 37.21 BTU/#

Condiciones a la salida del aire.-  
 Temp. Bulbo seco = 113°F  
 Temp. Bulbo húmedo = 79°F  
 Humedad relativa = 22%  
 Humedad específica = 96 granos/#aire  
 Entalpia del aire = 44.60 BTU/#

$$\text{Calor Ganado} = Q = W (h_1 - h_2)$$

$$W = \frac{Q}{V} = \frac{31000}{14.05} = 2206 \text{ \#/min.}$$

$$Q_1 = 2206 (44.60 - 37.21) = 16302 \text{ BTU/MIN.}$$

$$\text{Ton. Ref.} = \frac{16302 \times 60}{12000} = 81.51$$

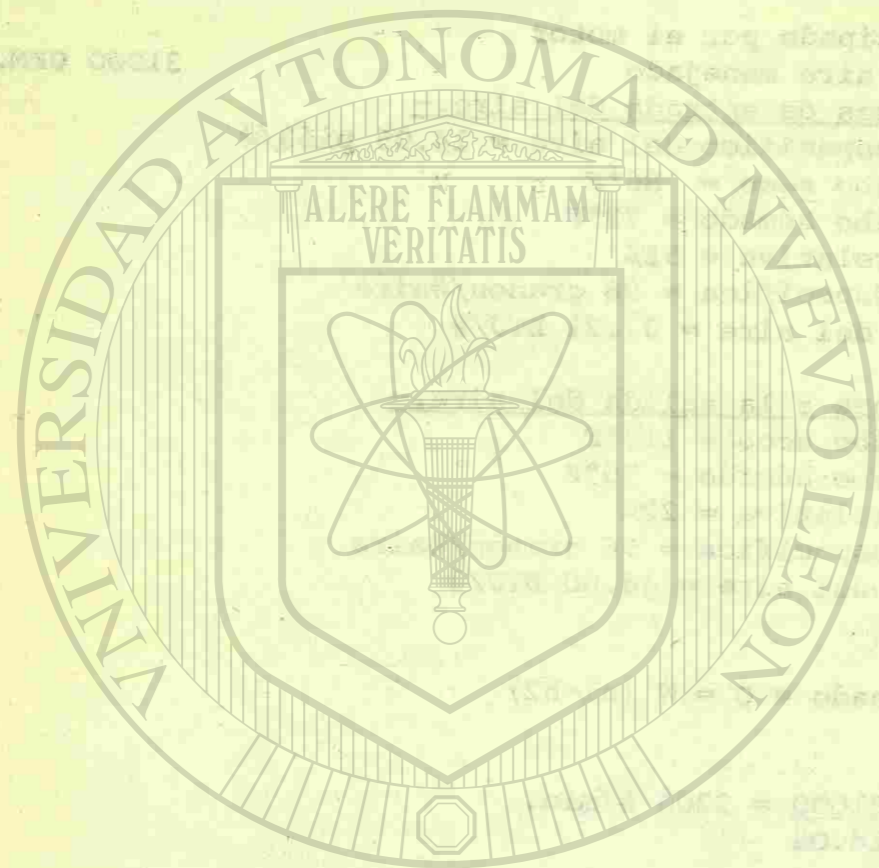
B) Calor disipado por el ventilador  
 Ventilador impulsado por motor de 40HP  
 $Q_2 = 115000 \text{ BTU-HR} \div 12000 = 9.58 \text{ Ton. Ref.}$

$$\text{Porcentaje adicional } Q_3 = 8.91 \text{ Ton. Ref.}$$

Capacidad de refrigeración requerida  
 $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 100 \text{ Ton. Ref.}$







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

K = Coeficiente de transferencia ANEXO No. 4 condensación

Serpentín Evaporador

Datos.- de hilera =  $\frac{1200000}{31000} = 5.04$

Q = 100 Tons/Ref.

Velocidad de diseño = 700 piés/Min.

Volúmen = 31000 CFM.

Temp. Succión = 40°F

Temp. Aire = 100 °F

Encontrar: facilidad de diseño conviene aumentar a 6 el número de hilera

Temperatura final del aire

Area de serpentín

Número de Hileras

Temp. final del aire.-

$$TS = 100 - \frac{Q}{CFM \times 1.03} = 100 - \frac{1200000}{31000 \times 1.03}$$

$$= 100 - 37.58 = 62.42 \text{ °F}$$

Area del Serpentín.-

$$A = \frac{31000}{700} = 44.28 \text{ piés}^2$$

Cálculo del número de hileras.-

Medida logarítmica

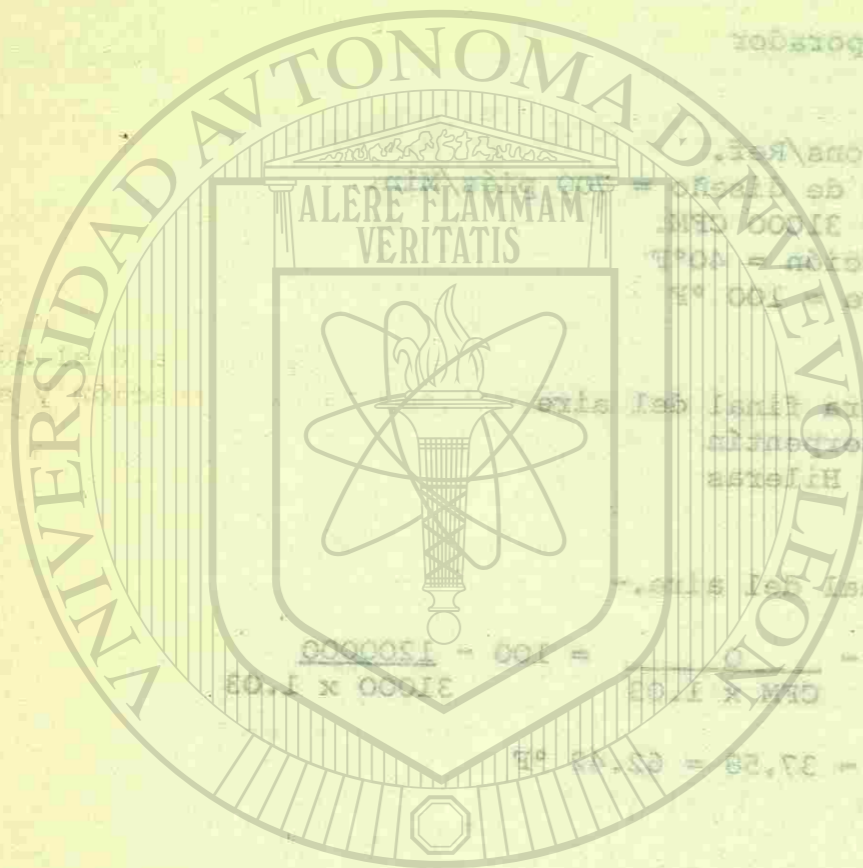
$$100 - 40 = 60 \text{ °F}$$

$$62.42 - 40 = 22.42 \text{ °F}$$

(del boletín D-51 Aerofin tm = 38.9)

(continúa)





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

K = Coeficiente de transmisión sin condensación

$$= 138 \frac{\text{BTU}}{\text{Pié}^2 \text{ } ^\circ\text{F HR hilera de profundidad}}$$

$$\text{Num. de hileras} = \frac{1200000}{138 \times 44.28 \times 38.9} = 5.04$$

Número de hileras = 5

Por razón de facilidad de diseño conviene aumentar a 6 el número de hileras de profundidad para que la línea de alimentación y succión del refrigerante estén del mismo lado.





K = Coeficiente de transmisión en condensación

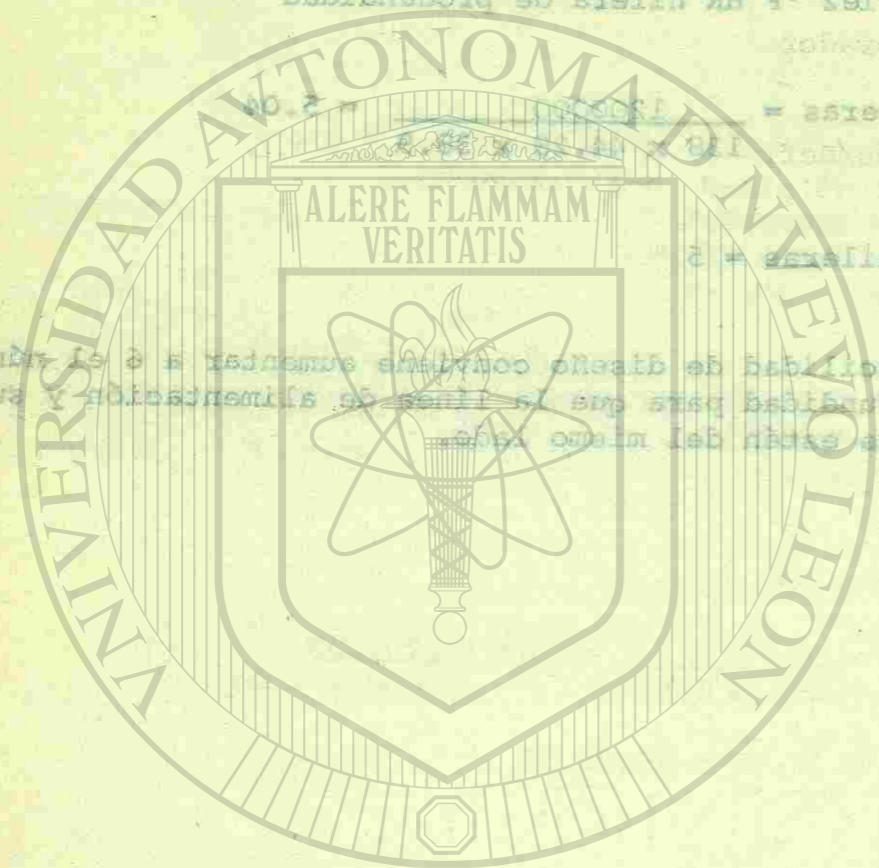
BTU = 138

pies<sup>3</sup> por hora hilera de profundidad

Núm. de hilera =

Número de hilera = 5

Por razón de facilidad de diseño conviene aumentar a 5 el número de hilera de profundidad para que la línea de alimentación y succión del refrigerante estén del mismo lado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

BIBLIOGRAFIA

La Economía Mexicana En Cifras  
Nacional Financiera, S.A. 1966

System Design Manual  
Carrier Air Conditioning Company

Mill Motors and Motor Rooms  
H.H. Angel and C.B. Huston  
General Electric Co.

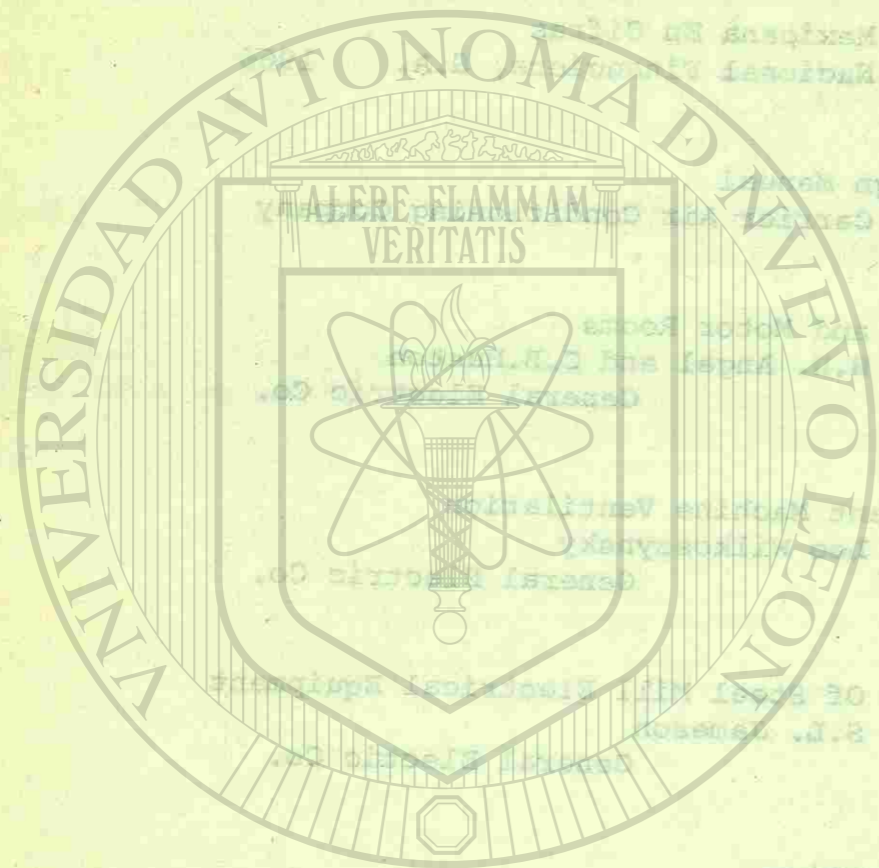
Direct-Current Machine Ventilation  
Leo Wilkoszynsky  
General Electric Co.

Ventilation Of Steel Mill Electrical Equipment  
S.L. Jameson  
General Electric Co.

Unit Construction  
Now Comes In Large Packages  
J. Reid Burnett  
General Electric Co.



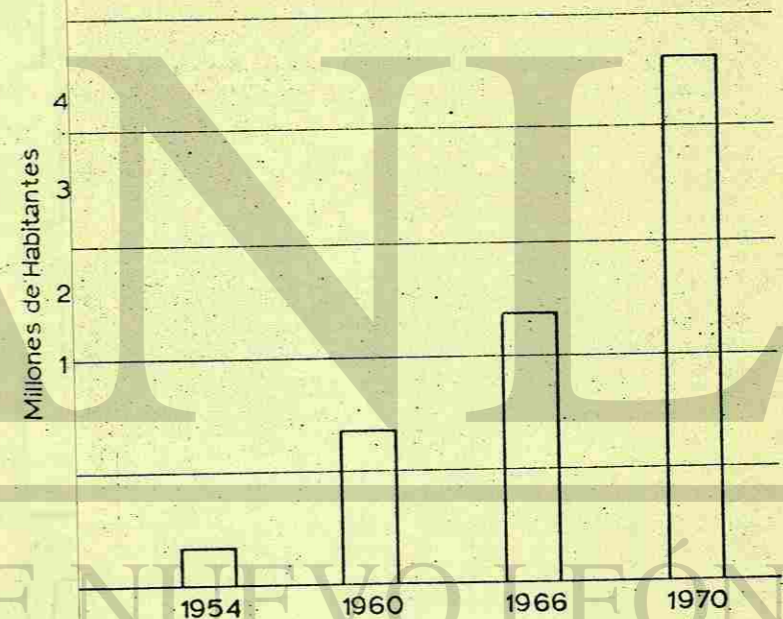




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

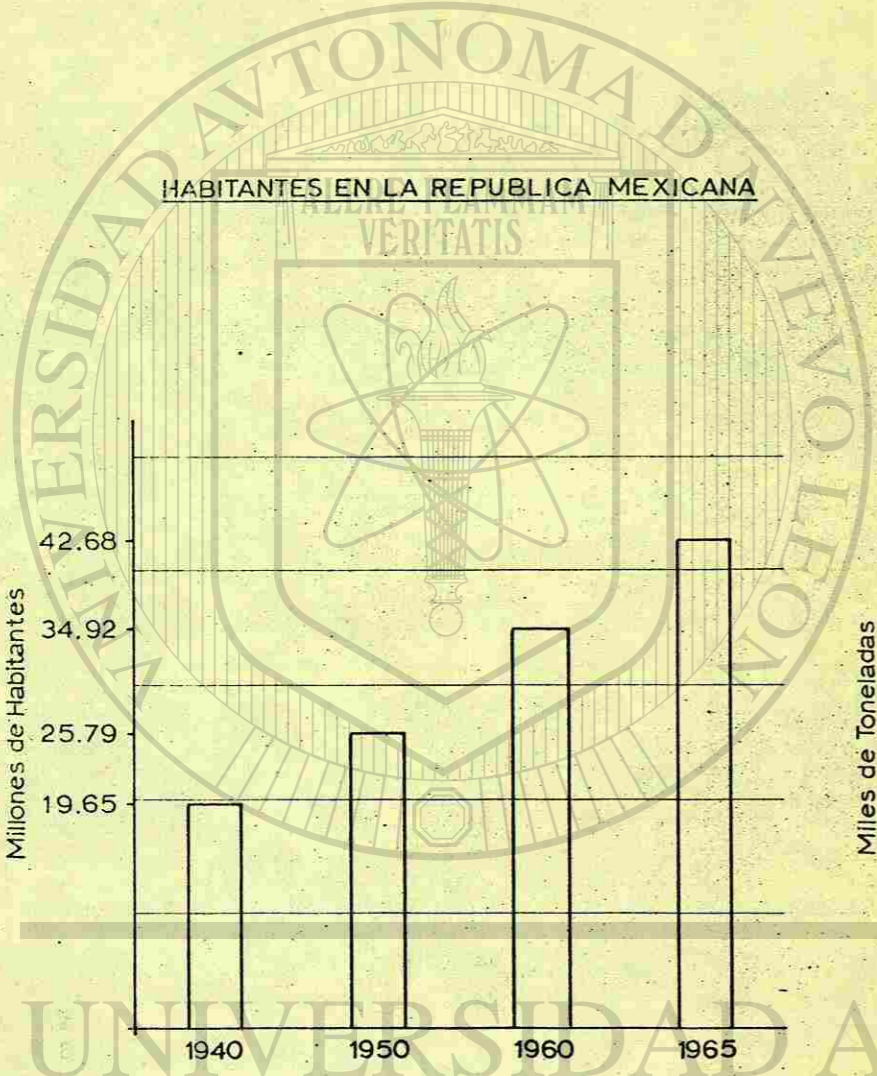
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRODUCCION DE ACERO EN HYLSA

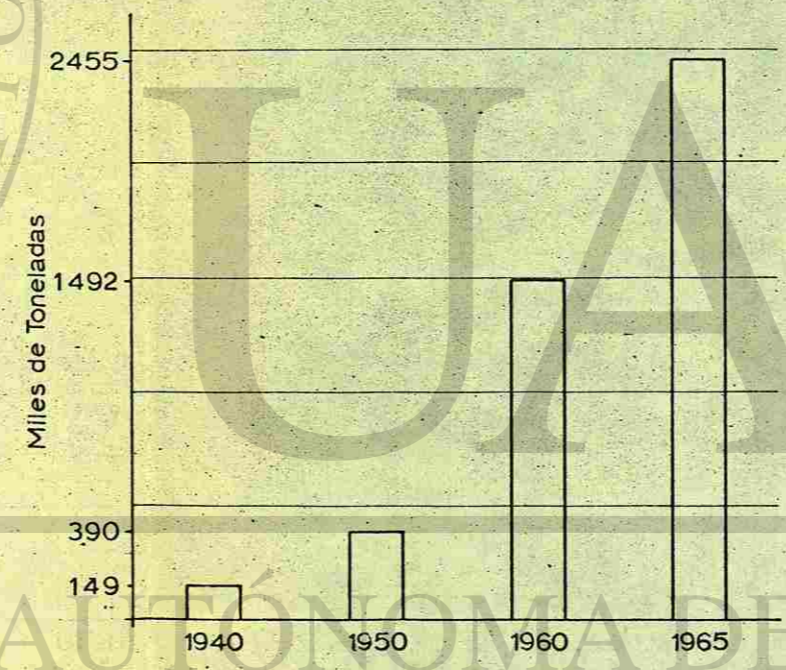


COLECCIÓN DE  
BIBLIOTECA UNIV.  
ANTONIO NETO®  
Cada mes un nuevo libro

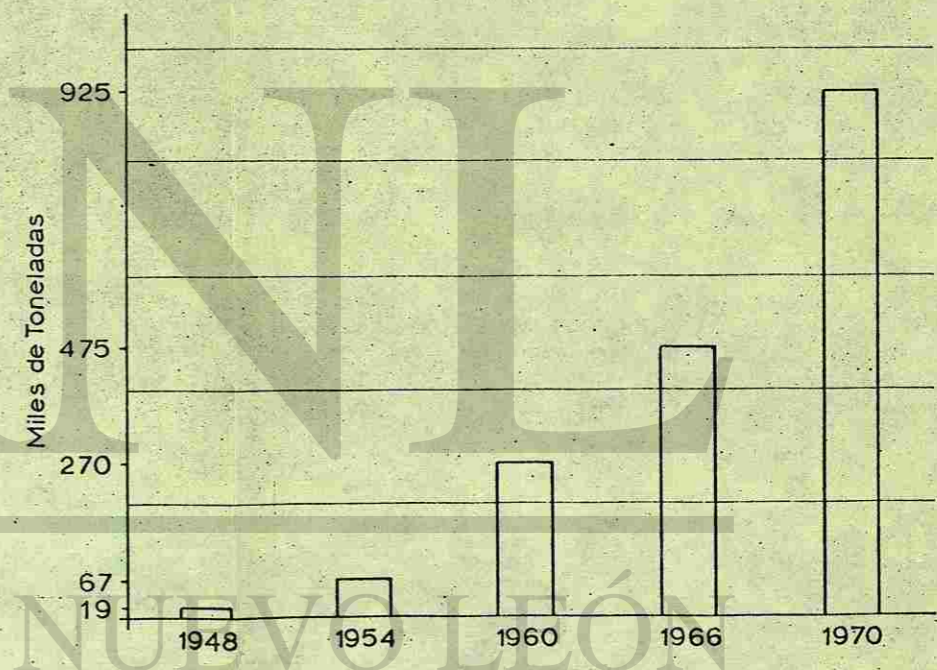




**PRODUCCION DE ACERO EN LA REPUBLICA MEXICANA**



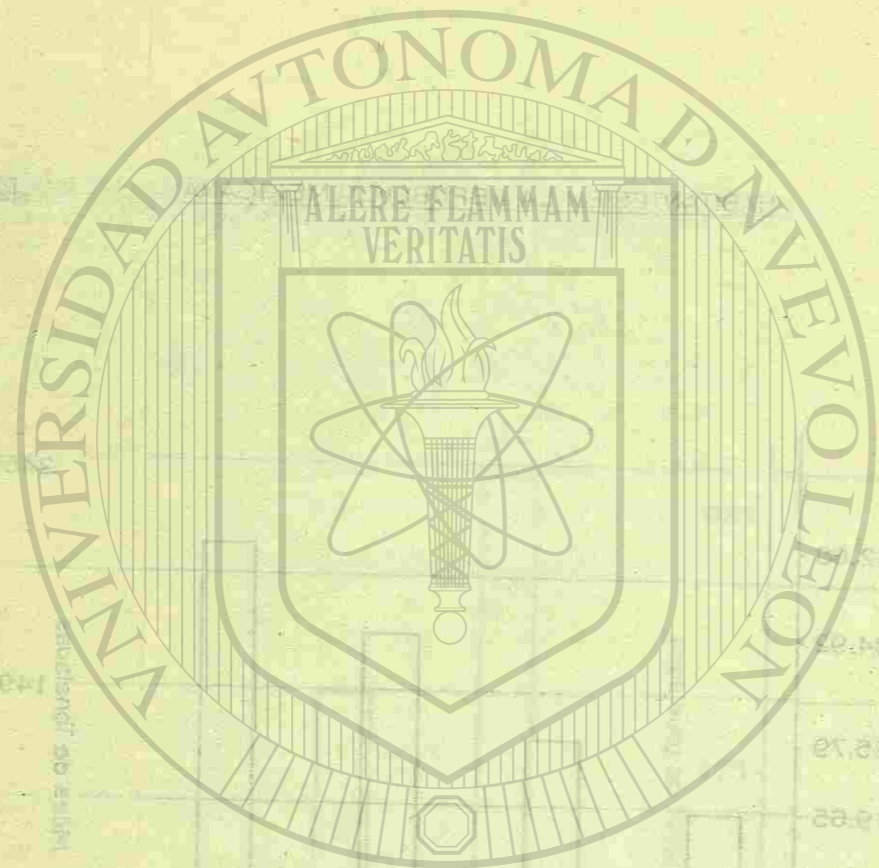
**PRODUCCION DE ACERO EN HYLSA**



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD DE  
BIBLIOTECA UNIV.  
FABRIL DE ACERO  
CALLE 1008 BARRAJÓN, LEÓN





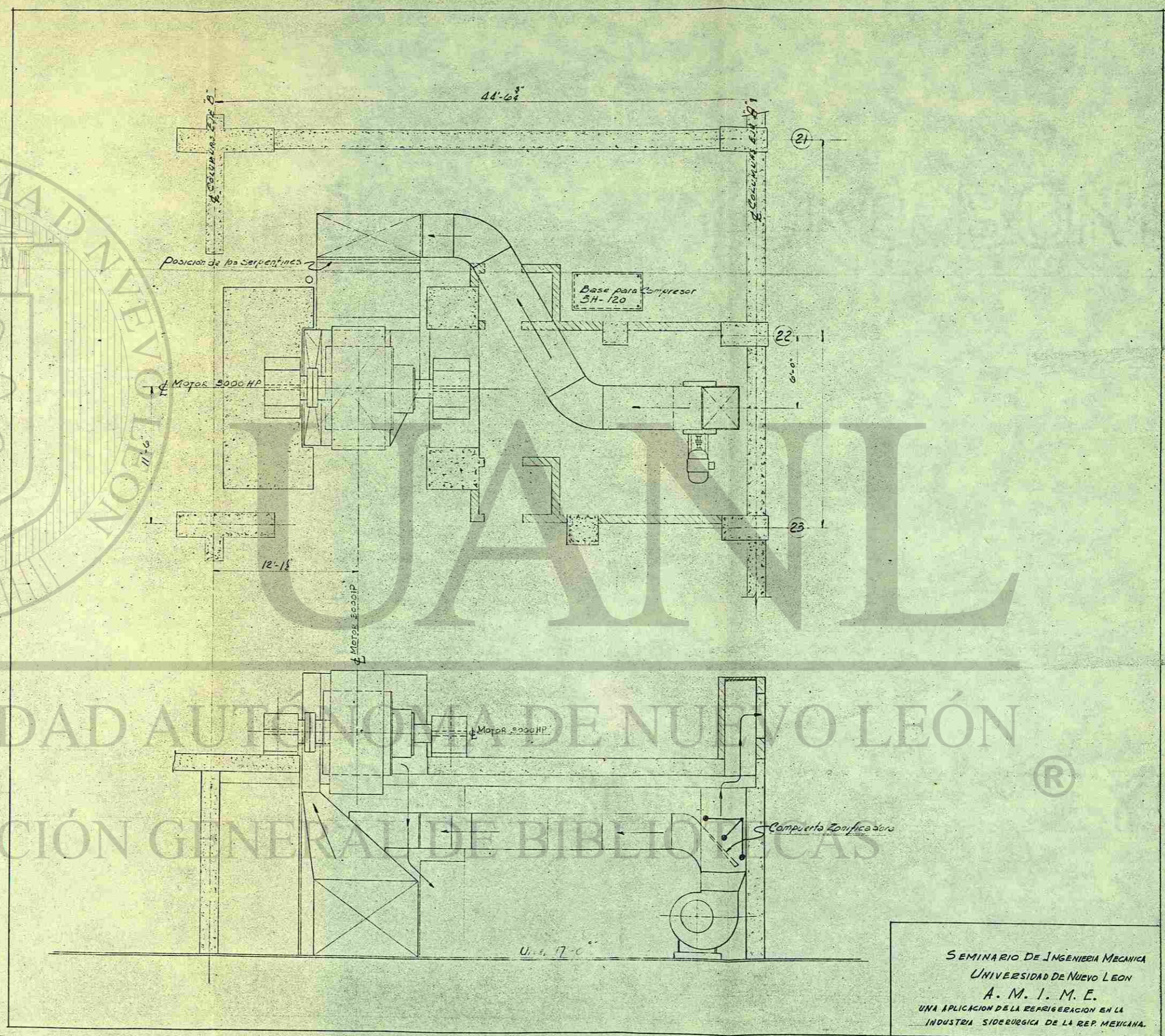
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



SEMINARIO DE INGENIERIA MECANICA  
UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON  
A. M. I. M. E.  
UNA APLICACION DE LA REFRIGERACION EN LA  
INDUSTRIA SIDERURGICA DE LA REP. MEXICANA.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SEMINARIO DE INGENIERIA MECANICA  
UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON  
A. M. I. M. E.  
UNA APLICACION DE LA REFRIGERACION EN LA  
INDUSTRIA SIDERURGICA DE LA REP. MEXICANA.





U A N L

SIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO

CCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

BIBLIOTECA CENTRAL  
U. A. N. L.