



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

"ACERO Y SOCIEDAD"

TRABAJO ESCRITO (VIA EDUCACION CONTINUA)

PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO METALURGICO

P R E S E N T A:

JOSE ANTONIO VEGA VILLAFUERTE

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

PRESIDENTE Prof. Andoni Garritz Ruiz

VOCAL Prof. José María García Saiz

SECRETARIO Prof. Horacio García Hernández

1ER. SUPLENTE Profa. Gisela Hernández Millán

2DO. SUPLENTE Profa. Adela Castillejos Salazar

Sitio donde se desarrollo el tema: FACULTAD DE QUIMICA.
(BIBLIOTECA).

ASESOR DEL TEMA: Dr. Horacio García Fernandez

SUSTENTANTE: José Antonio Vega Villafuerte

Two handwritten signatures are present. The first signature, written in black ink, is 'Horacio Garcia Fernandez' and is written over a horizontal line. The second signature, also in black ink, is 'José Antonio Vega Villafuerte' and is written over another horizontal line. The signatures are somewhat stylized and cursive.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Facultad de Química
Secretaría Académica de Asuntos Escolares
Departamento de Exámenes Profesionales
No. de Cuenta: 6000149
T/1993/221/041

FORMA B
(Revisión del Trabajo Escrito)

A los Sres. Profesores.

Prof.: ANDONI GARRITZ RUIZ *Atanador*
 " JOSE MARIA GARCIA SAIZ
 " HORACIO GARCIA FERNANDEZ (ASESOR) *Horacio Garcia*

Miembros del Jurado para Examen Profesional
Presente

De acuerdo con el actual reglamento de Exámenes Profesionales envío a ustedes el Trabajo Escrito del tema Vía Educación Continua, denominado.:

TRABAJO ESCRITO:
"ACERO Y SOCIEDAD,"

que presenta: EL SR. JOSE ANTONIO VEGA VILLAFUERTE
 de la carrera de: QUIMICO METALURGICO

como prueba escrita para su Examen Profesional, por lo que solicito a ustedes examinarlo y anotar las observaciones que crean convenientes manifestando con su firma en el ANEXO III si dicho trabajo es de aceptarse.

ANEXO III
(Aceptación del Trabajo Escrito)

Prof.: ANDONI GARRITZ RUIZ *Atanador*
 " JOSE MARIA GARCIA SAIZ
 " HORACIO GARCIA FERNANDEZ (ASESOR) *Horacio Garcia*

Atentamente
"Por mi raza hablará el espíritu"

Cd. Universitaria, D.F., 08 DE NOVIEMBRE DE 1993

Raul Garcia Velasco
 QFB. Raul Garcia Velasco
 Secretario Académico de Asuntos Escolares

RGV/sab



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

*A memoria de mi Abuela María, de
mi Tío José, de mi Tía Paz y mi Papá
Carlos, con eterno cariño.*

A mi Madre a quien le debo todo.

*A mis hijas Sonia y Marisol que
extraño tanto.*

*Al Dr. José Antonio Morán S.
con profunda estimación.*

*A mis maestros con admiración y
respeto.*

*A mis amigos y a todos los que en
algo contribuyeron para realizar
este trabajo.*

ACERO Y SOCIEDAD

CAPITULO I.- EL ACERO EN LA HISTORIA

- Descubrimiento y desarrollo del acero en la Historia.
- El acero en la Historia de México.

CAPITULO II.- EL ACERO EN LA EDAD MODERNA

- Producción del acero. Consumo. El mercado actual.
- Fabricación y uso de los diferentes aceros.
- El proceso siderúrgico.
- Aportación de México al mundo, el Fierro-esponja.
- Aceros Especiales.
- Acero al Molibdeno, modelo de acero especial.
- La corrosión de los aceros.
- Acero en el espacio.

CAPITULO III.- ACERO Y FUTURO. LOS NUEVOS MATERIALES.

- Los nuevos materiales.
- Los plásticos frente al acero.
- Mezcla cerámicas frente al acero.

- CONCLUSIONES.

OBJETIVO DE ESTE TRABAJO

Fundamentar la propuesta de introducir temas relacionados con la metalúrgia en los programas de Química a nivel pre-universitario.

La reflexión y estudio que aquí se presenta nos servirá para entender por que consideramos importante la proposición de nuevos programas con los que se siembre en los jovenes mexicanos el interés por este tema a través de ciertos contenidos que se describen en las conclusiones.

INTRODUCCION

La minería es tan vieja como el hombre; el arte del minero es la aptitud para arrancar de la tierra sus tesoros.

Los historiadores discuten sobre si la antigüedad encontró primero el bronce o el hierro.

En lo que si estan de acuerdo, es que antes del bronce y antes del hierro, fue la piedra.

La primera época cultural de la humanidad la llaman los historiadores la Edad de Piedra, luego viene la Edad de Bronce y más tarde la Edad de Hierro. El hierro es la unidad, pero el bronce es una mezcla de dos metales. La idea de que primeramente haya habido el hierro, puede ser un razonamiento falso, puesto que puede suponerse que cuando los mineros de la antigüedad fundieron juntos en crisol, cobre y estaño, no pensaba en el bronce.

En la minería había que vencer dos enemigos que aguardaban al hombre en el seno de la tierra, el agua y los gases venenosos.

Georgius Agrícola, latinizó su nombre (como se acostumbraba en esa época) pues se llamaba Jorge Bauer (1494-1555). oriundo de Glachau en Sajonia; sus horas libres las pasaba con el escribiente de minas Lorenzo Bermann, c.

conocedor de los minerales, que inició al médico en los secretos de la Geología, estudió el funcionamiento de las instalaciones siderúrgicas y aprendió como se preparan los metales. En esa época recogió para provecho de sus contemporáneos y de la posteridad, sus conocimientos sobre minería y siderurgia en doce tratados que reunió en el libro De Re Metallica, Estos doce tratados estan en lengua latina.

Nace el Poder.

El mundo y singularmente Inglaterra, pasó por una crisis, debida a la falta de madera.

Ya que Inglaterra luchaba por sostener una posición de monopolio, necesitaba hierro para cañones y para máquinas.

Para poder hacer hierro, hacian falta minerales y carbón.

Los minerales podian sacarse, pero el carbón estaba bajo el agua subterránea y esta agua no podía sacarse de los pozos.

Había que hechar mano de la madera. Los viejos bosques ingleses fueron talados despiadadamente y convertidos en carbón vegetal. Con el carbón vegetal se hacía hierro y con él, cañones, que eran con los que combatía Inglaterra en el mar y ultramar.

Inglaterra hubo de pasar la crisis que provocaba la escasez de madera, tuvo que luchar por el poderío mundial y como se trataba de una lucha por el hierro y el carbón, eran importantes los industriales pues debían de hacer más hierro.

Con la vieja máquina de Newcomen, no se podía sacar de los pozos toda el agua que era preciso sacar; pero surgió un nuevo invento de James Watt, que protegió con una patente. Los industriales no podían utilizarlo más que haciendo a Watt, partícipe de sus ganancias.

En la edad técnica, se toma el hierro como una cosa naturalísima apenas advertimos los números anillos que forman las vías férreas.

Los formidables puentes colgantes que se hacen por encima de los ríos y de ensenadas y que hace algunos años eran admirados como obras maravillosas, se han convertido hoy para nosotros en cosas de todos los días, en las que no nos fijamos.

CAPITULO 1

-EL ACERO EN LA HISTORIA

-Descubrimiento y Desarrollo del Acero en la Historia.

La ciencia a tenido una influencia determinante en la elaboración de artefactos de utilidad para el hombre, mismos que han evolucionado para servirle aún más; por ejemplo, el tubo de Crookes que de ser un simple tubo de vacío, ha evolucionado hasta las modernas bombillas de luz, como hasta el cinescopio de las televisiones, no pasando por alto su aplicación en el tubo de rayos "x".

La siderurgia ha evolucionado en el contexto de la metalurgia gracias al desarrollo de procesos de obtención de aceros de alta calidad, que atienden una mayor y más fina demanda en el mercado.

Desde los tiempos más remotos el hierro se asoció a la guerra y de ahí que el símbolo de este metal correspondía al de Ares el Dios griego de la guerra: El dibujo que representa el escudo y la lanza del Dios a pasado a ser la representación del macho o varón en el terrero de la Biología.

Empecemos por referir la historia más antigua, la China.

La civilización china es la primera en extraer el hierro de sus minerales, aproximadamente 2700 años antes de Cristo.

La Alquimia China, se preocupaba más por la búsqueda del secreto de la inmortalidad, que por la transmutación de los metales de oro. Este metal el más resistente y perdurable asociado al Sol por su color se consideraba un símbolo de la Eternidad Divina.

-Respecto al cinabrio, mineral de mercurio.

Ko-Hung (IV d.C.), famoso alquimista chino, escribió; "Tras quemar hierba y madera, se convierte en cenizas, más el cinabrio se puede transformar en mercurio, calentandolo al fuego. Es muy distinto de la sustancia vegetal ordinaria, de manera que puede hacer a la gente inmortal", lo que nos habla de la importancia que también se le dio al mercurio.

Como en occidente se creía que los minerales y los metales, crecían en las entrañas de la tierra, Ho-Ting (V d.C.), escribió "En la tierra el cinabrio es fertilizado por un Yang verde, que tras 200 años, produce una substancia preñada de metales, el plomo nace primero, luego la plata y finalmente el oro"; así el oro, era hijo del cinabrio.

Como vemos, entre los Chinos el mercurio tenía mayor importancia que el oro. Conviene destacar que la idea de la fertilización de la tierra Deidad Femenina, por una Potencia Divina masculina del cielo, que daba lugar a una especie de proceso hembrionario que sufrían los metales transformados hasta llegar al oro es una idea compartida por muchas culturas de los primeros tiempos históricos. Hasta el año 3000 a.C., los sumerios habían alcanzado ya, el culmen de la metalurgia de la Edad de Bronce, además sabían obtener cobre mediante la reducción de ciertos minerales en el fuego, que se podía fundir, pudiendo modelarlo de diferentes formas y que se podía alear con el estaño para producir bronce (Cu.Sn), más duro y fusible. Si bién el periodo de la Edad de Piedra fue extenso, también lo fue el de los metales, donde se conoció más el bronce que el hierro.

-LA EDAD DEL HIERRO

-Hierro y producción de acero.

La edad del hierro comienza con la producción de hierro endurecido antigua forma del acero, material superior al bronce y llamado naturalmente a remplazarlo.

Los más antiguos objetos de autenticidad indiscutida, están hechos de hierro meteorítico, tratado por martilleo. El hierro meteorítico está muy esparcido por la superficie terrestre y es motivo siempre, de atención; fundirlo exige un grado de calor que excede de la capacidad de cualquier horno primitivo. Por otra parte el reconocimiento del origen celeste del meteorito, hizo que los hombres adscribieran al metal cualidades misteriosas. Esta creencia fortaleció a los poderes extraños que había hecho de los herreros gente aparte, socialmente temida.

Es muy posible que la producción del hierro de fabricación humana comenzara en Egipto, como un derivado de la refinación del oro, pues las arenas auríferas de Nubia, tienen un contenido de hierro superior al 65%, y cuando esta arena se lavada en la búsqueda de oro, aproximadamente la mitad del residuo que quedara en la batea podíase magnetita. Como los egipcios fundían el oro en crisoles, en un ambiente de reducción, el crisol contendría al término de la operación, oro líquido en el fondo, rica escoria de hierro en lo alto y en el medio, una capa de hierro pastoso propio para la

forja. Es probable que los amuletos y modelos de útiles en hierro que fueron hallados en la tumba de Tut Anj Amón, se hicieran con un metal local.

La mayoría de las autoridades de esta materia, están de acuerdo en aceptar la tradición clásica, según la cual el trabajo del hierro, como se ha llegado a entender, es decir, la aceración del hierro de manufactura humana, se originó en algún punto de los dominios hititas del este de Asia Menor, probablemente en la región Armenia, y se abrió paso por tierra y por mar, hacia el oeste y hacia el norte, para entrar en Europa.

Mientras el artesano podía moldear el bronce en la forma que quisiera, el hierro solo podía moldearlo por el trabajoso procedimiento del calentamiento y el martilleo continuo. Pero un útil de hierro fraguado así modelado no conserva su filo mucho tiempo, ya que quiere un recocido, un temple y un martilleo, casi constantes, de modo que su costo de mantenimiento en función de trabajo y destreza es mucho mayor que el de bronce; no podía por lo tanto rivalizar con el bronce en el mercado mundial. Por esto, es natural que se encuentren objetos de hierro que se remontan muy lejos en la Edad de Bronce, pero la Edad de Hierro no pudo empezar hasta que el hombre hubo inventado la aceración del hierro.

Es imposible decir con precisión cuando o donde se hizo esta invención. Las más antiguas menciones literarias que se hacen del hierro se hallan en una carta marítima, que habla de un brazalet de hierro, que llegó como obsequio del rey Karkemish, y una tablilla de Alalah, en la que el rey Ammitaku declara que ha quitado a sus enemigos un botín que incluye 400 armas de hierro, en la campaña fecha de 1750 a. C.

Lo más probable es que la inversión del proceso de aceración se realizara en la región caucásica, donde se producía el metal en crudo; esto todavía con la tradición clásica que ve en los cálibes a los trabajadores originales del acero y ésta, desde luego apoyada por el hecho de que, durante dos siglos y más después de 1500 a.C., los hititas dominaron el comercio del acero y fueron los únicos de los que los faraones de Egipto pudieron obtener una mezquina ración del precioso metal.

En China, el hierro como metal preciosos, tal vez fuera usado para joyería y adornos, al término de la dinastía Chang.

Han sido hallados útiles agrícolas de hierro pertenecientes a la época de los reinos combatientes (siglos IV y III a. C.) por lo que se deduce que el metal era entonces común y había sido introducido mucho antes, pero en todo caso, la Edad de Bronce China, continuó hasta mucho después del 1200 a. C.

El secreto de fabricar acero fue sin duda accidental y como lo prueba la literatura de tiempos muy posteriores, su manufactura continuo siendo pueramente empírica.

El forjador primitivo, cuando forjaba una barra de hierro, tenía que recalentarla con frecuencia y si lograba este calentamiento, introduciendo su barra, en el corazón de un fuego de carbón de leña y mantenía la temperatura utilizando un soplo de aire sin la fuerza suficiente para que penetrara hasta el centro del fuego, la carburación de la superficie exterior de la barra se realizaba hasta una profundidad dependiente de la duración del tratamiento; el material revelaba un endurecimiento de aceración. En adelante el forjador procuraría reproducir las condiciones de su primer éxito, no poniendo en práctica una teoría, solo modificando su rutina de trabajo. Por esto la mayoría de los útiles antiguos y armas de hierro, muestran esta carburación del hierro forjado, pero el contenido de carbono varía en toda la masa del objeto, pues el proceso había sido aplicado a la superficie y al filo, quedando el interior sin afectar.

Otro accidente, el sistema del "palo"; el primitivo fundidor utilizando alguna fragua (o semejante), al tratar de acelerar la separación entre el changote y la escoria, agitaba con un palo de madera.

Al pasar el tiempo, el fundidor utilizaría el accidente y lo perfeccionaría mezclando ahora sí, acero. Este método del palo es el prototipo de "la fundición al mimbre verde", que fue utilizada por los herreros celtas prerromanos en los bosques de Weald en Kent.

La técnica de producir acero había sido creada por un grupo pequeño profesional de artesanos interesados en guardarlo en secreto. Eran ellos mismos, gente aparte, aislada por las supersticiones que los asociaban a la misteriosa Alquimia.

En todos los pueblos antiguos, encontramos a dioses herreros, como: Vulcano y Hefesto, Brahma, Agni e Indra, Ea y girru, Loke y Wieland.

-Los Herreros.

Entre los antiguos se creía que el cielo era una bóveda de donde salían los meteoritos que caían a la Tierra; y los herreros que trabajaban estos materiales y producían el hierro, se les consideraba "señores del fuego", pues eran los imicos capaces de lograr una trasmutación que hacía aparecer los meteoritos de los cielos en la Tierra.

Los griegos en sus leyendas, colocaron entre los Dioses al herrero Vulcano, era nervudo y tenía un pecho formidable y velludo, pero era de piernas débiles y jorobado. Entre los germanos Vulcano se llamaba Wieland, es un enano y forja la espada Mimung.

En su Historia del Hierro, Otto Johansen dice que también los herreros-espaderos árabes de la edad media, conocían procedimientos semejantes a los de Wieland y que el herrero daba a comer la espada desmembrada a los gansos, para que los ácidos gástricos aniquilasen las partes blandas y quedase el mejor acero.

Sigfrido el héroe, se dirige al herrero Mimo, el herrero le enseña a hacer una espada. Por haberse hecho herrero y mejor que todos los demás herreros, podrá Sigfrido ser un héroe, mayor que todos los demás héroes.

Todas las denominaciones para el hierro y el metal vienen de la voz sánscrita, ayas, que significa, lo brillante. Ayas se ha dividido en isen, eisern, iron, jarn, hierro, ferrum y fer. Estas palabras que indican el hierro; y en eren y ehern, que significa lo mismo que Ehre, honor.

Los indios, ya en tiempos remotos, habían alcanzado un grado muy elevado en el arte de la forma, tanto que en el siglo IV d.C. levantaron a la gloria de Chandragupta II, una columna de hierro forjado de 0.40 metros de diámetro y 7.25 metros de alta, que se conserva actualmente y hasta comienzos del siglo XIX parecía a las gentes la cosa más extraordinaria. Se encuentra en Delhi y se llama columna KUTUB, pesa 120 quintales.

En la Exposición Universal, los talleres de fundición de acero, de la sociedad de Bochum, expusieron deos bloques de acero de 150 quintales cada uno y en el año 1861, Alfred Krupp deslumbró al mundo estero con el hecho de que para forjar sus pesados bloques de acero fundido, empleaba el martillo-pilón a vapor Fritz, de 1000 quintales de peso.

-AFRICA. LOS ESPARTANOS. LOS ROMANOS.

En el mar del sur y en el Africa, la fabricación del hierro, se consideraba como una cosa de magia. En algunos sitios tienen los metalúrgicos que preservarse de toda impureza durante la fabricación del acero, han de vivir santamente y en abstinencia, como sacerdotes y ésto en la antigüedad también era así, como prueba, en la Biblia, en Isalás, Capitulo XLIV, Versículo 12; "El herrero tomará la tenaza, obrará en las ascuas, darále forma con los martillos y trabajará en la estatua con la fuerza de su brazo: tiene luego hambre y le faltan las fuerzas; no beberá agua y se desmayará".

Los espartanos nobles y los romanos libres, llevan como simbolo de su independencia, sortijas de hierro. Las armas con que los romanos sometieron al orbe, los venablos con la larga punta de hierro, lo deben a los etruscos. Los etruscos conocieron muy pronto la preparación del hierro. Como ellos los galos practicaron la forja, mientras los romanos permanecieron fieles al hierro, conservaron su poderlo pero cuando cambiaron su sortijas de hierro por otras de oro, comenzo su decadencia.

Cuando los germanos intervinieron en la Historia, ya que no iban armados con las armas de bronce de antaño, sino equipados con dardos de hierro y el arte de forjar armas, gozaba entre ellos, de gran estimación.

El hierro era tan preciado en los tiempos antiguos porque su fabricación resultaba muy difícil. Su esencia sagrada le viene caer del cielo a la tierra, el trozo de una estrella y

cuando iba allí a contemplar el saludo de los Dioses, veía que había caído hierro del cielo.

Las aerolitos eran los únicos trozos grandes de hierro que conocía el hombre.

El hombre conoció ya muy pronto que no es conveniente juntar el carbón de piedra con mineral de hierro o fundir el hierro con fuego de leña. Los vapores de azufre hacen al hierro quebradizo; así se le ocurrió carbonizar primeramente la leña en hornos de carbón y juntar después el carbón con los minerales de hierro en un horno.

El fuego del carbón vegetal, hay que atizarlo soplando, para desarrollar altas temperaturas.

El primer fuelle fue un pulmón humano. el hombre soplabo al fuego a través de un tubo; más tarde se pensó que un saco de cuero podía conservar el aire.

Cuando haya que servirse de la corriente natural, allí donde no hay fuelles, el hierro no resulta de tan buena calidad.

Para separar las partes blandas del codiciado acero, hay que enterrarlo y esperar a que todo lo blando se haya oxidado; este procedimiento, lento pero seguro, es el que han practicado los japoneses. El que quería obtener hierro rápidamente tenía que purificarlo martillando; para ello se saca del horno enfriado, la masa de hierro mezclada con carbón y escoria. se le calienta en un fango de fragua y se le golpea con martillos, hasta que se hallan quitado todas las impurezas y lo quebradizo se haya hecho resistente.

De esta técnica primitiva de la obtención de hierro, hicieron los pueblos antiguos un arte sublime y misterioso y todavía hoy, los herreros negros colocan signos mágicos bajo el yunque y el horno. A pesar de todos los trabajos y de todo el arte, de todos los conjuros y fórmulas mágicas, se producía poco hierro. Cuando el horno había estado encendido 24 horas, salía por fin, un trozo de hierro no mayor que una remolacha azucarera.

- Primera aparición del hierro en la guerra. Balas de metal.

La primera referencia de armas de fuego que proyecta balas, aparece en 1259, cuando los ejércitos de Sung, repelieron a los Tártaros, con armas de fuego fabricadas con tubos de bambú. Los Tártaros a su vez emplearon armas de pólvora contra los mongoles.

Durante la invasión de Japón (1274-81) los mongoles usaron cañones, de acuerdo con tres fuentes distintas, una de las cuales añade que emplearon balas de hierro.

Los cañones chinos más antiguos, datan de 1534, 1557 y 1377, mientras que los más antiguos europeos son de 1380, 1395 y 1410. Luego entonces los europeos conocieron y usaron primero el metal.

En la época medieval, allá por el siglo XIII, existe una aplicación importante de la energía hidráulica, que fue la de los fuelles en los hornos de hierro, que proporcionaban una ventilación capaz de elevar la temperatura lo suficiente para fundir el hierro de

modo que se pudiesen echar moldes. Por esto podemos adivinar que el hierro colado apareció inicialmente en Europa durante el siglo XIII, aunque los hornos altos, se generalizaron hasta el XV. A lo largo del siglo XIII, en la misma Europa, aparecen las armas de fuego y la pólvora, que pusieron fin a los caballeros con sus armaduras; del mismo modo que las armas de hierro, eliminaron a los caballeros de la Edad de Bronce. El poder militar se concentró entonces en el príncipe que tenía el control de la fabricación de la pólvora y de la fundición de cañones.

De los artesanos egipcios en el periodo de 1600 a.C., viene el descubrimiento de la manufactura del vidrio, más el descubrimiento de la fundición de hierro.

Durante el segundo milenio a. C., la tribu Kizguanda de las montañas armenias, desarrolló un método eficiente de fundir el hierro, método que empezó a expandirse después del año 1400 a. C. El hierro era más abundante que el bronce, con lo que ahora, incluso la reja del arado podía ser de hierro, pues antes se hacía de madera.

Las armas de hierro dieron a los bárbaros, así como a las tribus griegas, la fuerza para conquistar las culturas de la Edad de Bronce.

En el año 1500 a.C., en las excavaciones de Anyang, mostraron que los chinos trabajaban el bronce.

El hierro llegó a China, aproximadamente en el siglo VI a.C.; el estado más occidental, el Qin, se dedicaba a la manufactura del hierro, y por esto, conquistaron gradualmente a los demás estados, estableciendo la dinastía Qin (221-207 a.C.).

-Los Hititas.

La Edad de Hierro comenzó hacia el año 1400 a. C., en la zona suroeste del mar Negro, en tierras de Armenia y de la parte este de Anatolia. Se cree que los primeros hombres que conocieron la fabricación del hierro, fueron los Hititas y algunas tribus como los calibios, que habían sido dominadas por el Imperio Hitita.

Los calibios del griego chalibis que significa acero, fueron una tribu de raza escita. que según antiguas tradiciones, eran muy hábiles en la fabricación de hierro y del acero, "sospechándose" que fueron ellos quienes realmente descubrieron su fabricación.

Por las investigaciones realizadas en oriente medio, se cree con bastante fundamento, que durante un periodo de 200 años, los hititas mantuvieron un verdadero monopolio de la obtención del hierro y de la fabricación de armas y herramientas de ese metal, y desapareció con el hundimiento del Imperio Hitita y con el incendio de su capital Hattusas, hacia el año 1200 a.C.

A partir de esa fecha se divulgaron sus descubrimientos y sus conocimientos metalúrgicos, por diversas regiones limítrofes.

Los hititas siempre tuvieron como metas posteriores a sus conquistas, el establecimiento de tratados de paz y amistad y el fomento del comercio de sus productos, entre los que destacaban por su valor el hierro.

En las transacciones con otros países, el valor atribuido por los hititas a los diferentes metales, era: " Una mina de hierro valía cinco minas de oro, cuarenta minas de plata y dos mil cuatrocientas minas de cobre ".

La "mina" hitita, era una unidad de peso, utilizada para medidas de minerales y metales y equivalía a 505 gramos.

Hay noticias bastante concretas, de que el hierro era ya conocido en Egipto en épocas muy remotas, anteriores al año 1000 a.C.

-Fabricación del hierro en la antigüedad.

En los hornos primitivos, los pequeños trozos de mineral de hierro (fig. 1), se transformaban en hierro dulce, pastoso, a temperaturas comprendidas entre 600 y 1200 por la acción reductora del óxido de carbono, que se producía por la combustión incompleta al carbón vegetal.

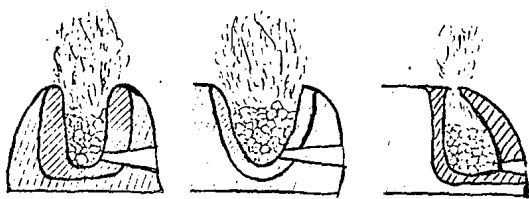


Fig. 1.- Tipos de hornos primitivos, para fabricar hierro directo del mineral.

En el fondo del horno se obtenían trozos de hierro o esponja de hierro (pastoso), en estado sólido mezclado con escorias, por forja, o martillado el material en caliente, a la vez que soldaban las partículas de hierro dulce; se obtenían barras, piezas o herramientas de formas muy variadas.

Como sabemos el acero es la combinación entre el hierro y el carbón y en la antigüedad hubo este método eficiente para obtenerlo.

-Fabricación de Acero por cementación en la antigüedad.

La cementación es el método más antiguo, empleando para fabricar acero. Consistía en colocar dentro de unos pequeños crisoles de arcilla, el hierro dulce, rodeado con pequeños trozos de carbón vegetal, del tamaño aproximado de granos de arroz.

Los crisoles (del tamaño poco mayor que el de un puño), bien cerrados por su parte superior con barro o arcilla, se introducían luego, en un fuego o en un horno primitivo, donde se calentaban de 950 a 1110 grados. Así, el hierro (C=1%) calentado a 1110, absorbía carbono y se transformaba en acero (C=1%), que se caracterizaba porque admitía el temple y con este tratamiento, adquiría una dureza extraordinaria.

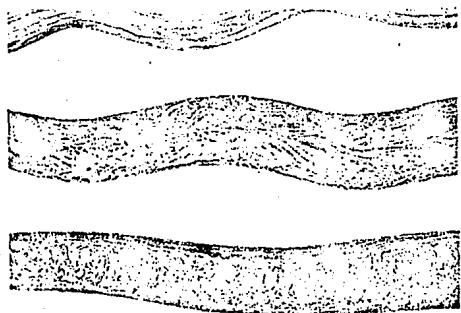
En el material aparece un microconstituyente, el carburo de hierro (Fe_3C), que junto con la ferrita (Fe), es uno de los constituyentes fundamentales de los aceros.

-Acero Wootz (fabricado en la India).

En la provincia de Hyderabad, utilizaban arenas ferríferas o minerales en forma granular (magnetitas o hematitas rojas de 55 a 65% de hierro) y se obtenía el acero en dos etapas. Se fabricaba el hierro dulce por reducción del mineral en hornos primitivos, en los que obtenían partículas de hierro esponjoso, mezcladas con escoria. Una parte de las impurezas eran eliminadas y expulsadas del hierro por un forjado en caliente, muy enérgico, que servía además para transformar el hierro esponjoso, en barritas que eran cortadas en trozos pequeños, que eran colocados junto con madera, carbón vegetal, hojas etc., en crisoles de arcilla alargados (de tamaño mayor que el de una piña), para introducirlos tapados con barro o arcilla y rodeados de carbón vegetal en hornos de un metro de alto, en el que se soplaba el aire através de cañas de bambú, para que la temperatura fuera lo más elevada posible de 8 a 16 hrs., así el hierro se carburaba y se transformaba en acero.

-Aceros de Damasco.

Este acero se empleaba en la antigüedad, para fabricar las célebres espadas, sables, puñales etc., Este acero se caracterizaba por ser heterogéneo, pues con un ligero ataque con ácido, destacaban fácilmente diferentes zonas segregadas, que quedaban dispuestas en las formas más variadas y caprichosas, además quedaban con una estructura muy fina y tenaz. (fig. 2).



Gracias a la forma especial de forjar que empleaban y por el método de martillar o batir el acero después del temple, a temperaturas relativamente bajas. Existen dos teorías para explicar la fabricación del acero de Damasco, que son:

Primera.- Algunas piezas, en que el acero de Damasco se obtenía formando paquetes con barras entre mezcladas de hierro y acero, calentándose juntas en la fragua y luego se soldaban por forja en caliente.

Segunda.- Otros investigadores piensan, que para la fabricación de los antiguos sables y dagas, los artesanos y forjadores de Damasco, utilizaban aceros Wootz, fabricados en la India, Persia u otras regiones vecinas, donde el acero se obtenía en crisoles, por carburación y fusión más o menos incompleta de barras de hierro, debido a que los pequeños tochos de acero así obtenidos eran muy heterogéneos.

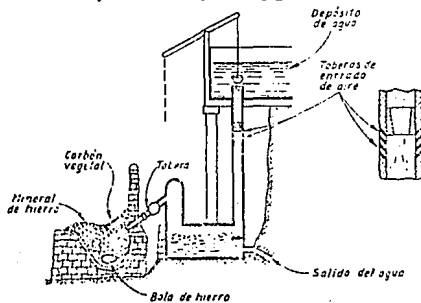
-Forja Catalana (siglos XVII a XIX).

Es interesante estudiar la forja catalana, que fue una instalación muy clásica que se empleó en Cataluña y en el sur de Francia, para obtener el hierro en un solo proceso de reducción directa del mineral.

Fue uno de los procesos más interesantes y perfeccionados de todo el mundo, en los siglos XVII y XVIII.

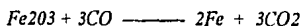
En zonas montañosas de España, lo mismo que en la región de Vasconavarra, que en Cataluña y Aragón, existían forjas y horos primitivos desde la época de los Celtas, romanos, godos, visigodos etc., mejorando con el transcurso de los años.

Las forjas catalanas empleaban la trompa de agua (que se descubrió en Italia en 1640), para el soplado del aire, hacia el año de 1680. Esta era la principal característica de las forjas catalanas, pues se podía cargar mayores cantidades de mineral y consecutivamente mayor producción. Las forjas catalanas eran unos hornos o cavidades de unos 600 x 900 milímetros de sección y 600 a 800 milímetros de alto, que se construían apoyados en una pared o muro frontal (fig. 3).



Una característica importante de las forjas catalanas, es que en el hogar, el aire se soplaba de arriba hacia abajo, por la parte superior del fuego y no de abajo hacia arriba como en los hornos primitivos.

La reducción que se efectúa en la obtención del hierro, se representa con la siguiente reacción:



El hierro metálico, quedaba en el fondo del horno, en forma más o menos esponjosa, mezclando con escoria e impurezas que siempre acompañan al mineral. Los operarios separaban la escoria, reuniendo las partículas de hierro en la parte de más elevada temperatura, la tobera, para soldar así los pedazos reunidos, que poco a poco se transformaban en bolas o zamarras de hierro. Pudiendo realizarse forjas sucesivas de hierro; tochos, barras, herramientas etc.

-El acero en las cruzadas.

A fines del siglo XII, en Palestina, en un encuentro entre Ricardo Corazón de León y Saladino, se jactaban del poder de sus espadas; Ricardo partió una masa de acero con la suya, Saladino por su parte, colocó su espada sobre un mullido cojín de plumas y la jalo suavemente cortándolo como si fuera mantequilla, lo mismo hizo con un velo, lanzándolo al aire y cortándolo suavemente.

La espada de Ricardo era tosca, pesada, recta y brillante, la de Saladino, por el contrario, era esbelta, ligera y de un color azul opaco, vista de cerca era producido por una textura compuesta de millones de curvas oscuras en un fondo blanco, que caracterizan a los aceros de Damasco. Era tan dura que se podía afilar como una navaja de afeitar y a la vez era sumamente tenaz, podía absorber los golpes del combate.

Duró siglos, entender y dominar las técnicas de fabricación de los aceros de Damasco.

Michael Faraday era hijo de herrero y le interesó esto, en el año de 1819; pensó que se debía a pequeñas cantidades de Sílice y Alúmina al acero, pero esto era falso, más tarde Jean Robert Breant, descubrió que los aceros tenían un alto contenido de carbono.

-PERIODOS EN LA HISTORIA DE LA SIDERURGIA

La cuna de la siderurgia (parte de la Metalurgia) que se encarga de la fabricación del acero, parece situarse como hemos dicho al norte del Cáucaso, pero los historiadores, no han podido fijar la época en la que el hombre comenzó a extraer el hierro de sus minerales.

Los vestigios más antiguos relativos a esta industria, han sido descubiertos en Palestina;

útiles agrícolas que datan de 1350 a.C. El hombre utilizó el hierro bastante antes, pero sin saber extraerlo de su mineral, pues utilizaban meteoritos. (el origen de este hierro se descubre fácilmente, gracias a su elevado contenido de níquel).

La importancia del hierro no deja de crecer en el curso de los años y ya al comienzo de nuestra era, la industria del hierro era floreciente. Ha sufrido profundas modificaciones en el curso de los siglos y se pueden distinguir cuatro periodos de importancia:

Primer periodo.- Hasta el siglo XIV, el hierro se obtenía de una sola operación. El mineral era calentado con carbón de madera en pequeños hornos llamados "forja catalana"; la temperatura deseada se alcanzaba gracias a un fuelle soplante.

La ganga del mineral se combinaba con el óxido del hierro y se fundía. El hierro era pastoso y mezclado con las escorias, estas eran expulsadas golpeando con un martillo.

Este procedimiento que ha substituido en ciertas regiones hasta el siglo XX, da lugar a una pérdida importante del metal, exige un mineral rico y cada operación no permite obtener más que pequeñas cantidades de hierro.

Segundo Periodo.- A fin de remediar este último inconveniente, el hogar ha sido sobrealzado de tres a cuatro metros y el dispositivo soplante ha sido perfeccionado; pero siendo la temperatura del aparato más elevada, el hierro formado disuelve carbón y otras impurezas y se obtiene fundición.

Hasta 1750, esta fundición era utilizada para el moldeo o era afinada en acero, por el procedimiento de forja catalana.

Tercer Periodo.- Este periodo se extiende desde 1750 hasta 1850, vió el nacimiento del alto horno moderno, seguido de grandes perfeccionamientos en la elaboración del acero, acero al crisol y pudelado de la fundición.

Para aumentar la producción que era como máximo de seis toneladas de fundición en veinticuatro horas, se pensó primero en cambiar el carbón de madera por la hulla, pero los resultados fueron malos, debido al poder aglomerante de la hulla; entonces se tuvo la idea de cocer previamente la hulla para obtener el coque.

El acero al crisol, data de 1750. El hierro calentado bajo una capa de carbón pulverizado absorbe carbón superficialmente por cementación; el metal obtenido, se hace a continuación homogéneo por una fusión en crisol.

El pudelado (1820, 1840), consiste en oxidar la fundición líquida por el oxígeno del aire en un horno de reverbero; los gases del calentamiento ricos en oxígeno, dan una escoria cargada de óxidos de hierro; por remoción con el baño, esta escoria quema las

impuresas masa pastosa que se somete a la acción del martillo pilón, para expulsar la escoria.

Cuarto Período.- En el curso de este último periodo que se entiende desde 1850 hasta nuestros días, han sido puestos a punto, los actuales procedimientos de fabricación de los aceros, con la aparición de los siguientes hornos:

Bessemer.- 1855-1860

Martin Acido.- 1856-1864

Thomas.- 1869

Martin Básico.- 1890

Eléctrico.- 1900

Acero al Oxígeno.- 1952

Los aceros aleados han sido quebrados a partir de 1975. El acero al crisol ha sido progresivamente reemplazado por el Acero Eléctrico y las pocas instalaciones que subsisten, probablemente no serán reconstruidas después de su deterioro.

El pudelado ha desaparecido prácticamente, tenía el inconveniente de exigir una mano de obra penosa y dar un producto pobre al carbono.

-El ACERO EN LA HISTORIA DE MEXICO.

-Hierro de meteoritos.

Los aztecas usaban el hierro de meteoritos, para hacer sus cuchillos porque cuando Hernán Cortés preguntó de donde obtenían el hierro para ellos, le mostraron el cielo (según Mircea Eliade). Lo mismo hicieron los Mayas en Yucatán y los Incas en Perú.

No todos los meteoritos son forjables como los férricos, han caído en la Tierra otros llamados térreos, que son como las rocas comunes. Los guerreros utilizaban armas hechas con hierro de meteoros, sentían el poder de los cielos, de ahí la conexión entre la siderurgia y sideral.

La composición de un meteorito, arroja los siguientes datos:

*Base.- Hierro
Niquel.- 7.75%
Cobalto.- 0.5 % y otras impurezas.*

Sus redes cristalinas de aleación entre el hierro y níquel, pueden ser de dos tipos:

- Cúbico centrada en el cuerpo.*
- Cúbico centrada en las caras.*

Hace 60000 años aproximadamente, no muy lejos del valle de México, en las cercanías de Toluca cayó una lluvia meteórica, miles de fragmentos con pesos de entre décimas y decenas de kilogramos, cayeron en las colinas de los alrededores del poblado de Xiquipilco. De un meteorito de 60 toneladas que se fragmentó al chocar con la atmósfera, en 1776 había dos herreros en Xiquipilco, dedicados al trabajo del hierro de ese meteorito y lo conformaban para producir herrajes al gusto del cliente.

-La metalurgia en el México Antiguo.

Los toltecas eran muy experimentados para encontrar minas. Según Alonso de Molina, en su vocabulario se decía: "tlallan oztotataca", que literalmente es, cavar cuevas en la tierra.

Las fuentes para el estudio de la minería y la metalurgia prehispánica son:

a).- la información documental como códices indígenas, por ejemplo, *El Códice Matritense*, hecho con datos de los informantes de Fray Bernardino de Sahagún. Otras obras como, *Cartas de Hernán Cortés* y *La Historia de Bernal Díaz del Castillo*.

b).- Descubrimientos de arqueología, objetos que dan testimonio, como azadas, coas, hachas, anzuelos, punzones, tubos, sopletes, puntas de lanzas, pinzas, agujas y alfileres. Objetos artísticos como pectorales, collares, pulseras, cascabels, unillos, efigies de Dioses, en donde se aprecian las técnicas del martillado, fundición, aleación, soldadura, filigrana, repujado, moldeado (cera perdida) chapeado y dorado.

Otros reconocimientos arqueológicos, las auténticas minas prehispánicas en la Sierra de Guerrero, zonas del bajo Río Balsas en el estado de Guerrero, etc.

-Inicio de la Minería y de la Metalurgia en Mesoamérica.

La metalurgia arte y ciencia de beneficiar los minerales para extraer de ellos los metales con el fin de emplearlos en la fabricación de instrumentos y objetos de toda índole.

Abarca técnicas como la fundición, purificación, aleación, amalgama y otras varias. Todo este desarrollo en base a la minería, explotando por igual metálicos y no metálicos.

- Abundancia de Hierro en México, en el siglo XVIII.

Al hacer una análisis y recuento minucioso de las minas que existían en el año de 1870 se encontraron en cada estado las siguientes:

Estados Mineros en 1870.

<i>Colima</i>	<i>.- Dos minas de piedra imán, "fierro" y plata.</i>
<i>Chihuahua</i>	<i>.- Veintidos minas de oro, plata, cobre, "hierro" y plomo.</i>
<i>Durango</i>	<i>.- Diecisiete Minas de "hierro".</i>
<i>Guanajuato</i>	<i>.- 276 minas, 3/4 de plata y el resto de oro, azogue y cobre.</i>
<i>Guerrero</i>	<i>.- Dieciseis minas de azogue, cobre, "hierro", carbón.</i>
<i>Jalisco</i>	<i>.- Veinticuatro minas de azogue, plata, cobre y "hierro".</i>
<i>México</i>	<i>.- Cientocatorce minas de todas clases.</i>
<i>Michoacán</i>	<i>.- Ciento dieciocho minas de todas clases.</i>
<i>Nuevo León</i>	<i>.- Once minas de todas clases.</i>
<i>Oaxaca</i>	<i>.- Veintidos minas de todas clases.</i>
<i>S.L.P.</i>	<i>.- Ochenta y seis minas de oro, plata, azogue, cobre y "hierro".</i>
<i>Sinaloa</i>	<i>.- Veintitres minas.</i>
<i>Sonora</i>	<i>.- Cuarenta y un minas</i>
<i>Tamaulipas</i>	<i>.- Dieciocho minas, casi sin explotación.</i>
<i>Veracruz</i>	<i>.- Cinco millas.</i>

- Zacatecas .- Ciento cuarenta y nueve minas (ninguna de hierro).
 Tlaxcala .- Tres minas, una de diamante, ninguna de hierro.
 Baja California .- Dos minas, todo el territorio es mineral.

- Fabricas, Ferreria y fundición.

Convencidos de la abundancia de hierro, las ferrerías, debían estar produciendo unos 1000,000 quintales cada año y estaban situadas en el estado de México, Durango, Jalisco y Guanajuato.

El gobierno de Porfirio Díaz, establece condiciones favorables a la industria minera, la producción va en aumento continuo, se divide en dos grupos:

Metales Preciosos.- Oro y Plata
Minerales Industriales.- No ferrosos, ferrosos, grafito.

En 1891, crece la demanda de minerales industriales, paralela a la industrialización del país, se abandonan los sistemas artesanales y surgen las fabricas.

Cobre zinc y plomo, son usados para la electrificación y en la acuñación (monedas), cobre, bronce y níquel; la metalúrgia usó el mercurio para beneficiar, oro, plata, plomo, cobre y zinc; éste último, para revestir el acero para ayudarlo a resistir la corrosión.

Buena parte del hierro tosco en lingotes y el acero en lingotes, limadura y pedacería. Se importaba como hierro fleje redondillo, cuadrado, platino y media caña.

El acero en barras cilíndricas y ocharadas para minas, el hierro en escuadra y en T, láminas estriadas y tejas para techo. En forma de rieles de hierro y acero, agujas, tortugas, durmientes y faros para ferrocarril. En vigas y viguetas de cañería de hierro estaño, en todas las dimensiones.

En cambio los metales preciosos, se exportaron en barras de metal y en moneda acuñada.

De 1877 a 1904, se exportó a los Estados Unidos, casi toda la plata producida, igual el plomo. La suma de las exportaciones de oro, plata y plomo, era semejante al total de todas la importaciones. En México las ferrerías y talleres que habían surgido junto con los yacimientos de hierro, estaban en muchos lugares de país, principalmente en los estados de Michoacán, Durango, Jalisco, Hidalgo, Oaxaca y México.

En Michoacán, el tribunal de minería de 1805, comisionó a don Andrés Manuel del Río, para establecer una ferrería en Coalcomán, se trabajo con buenos resultados; cam bió de dueños y después de la Independencia, siguió operando por varios años. En el

mineral del Palmas, se establecieron forjas en 1825, funcionando pocos años; lo mismo sucedió con la fundición de Tuxpan, establecida en 1826.

En Durango se establecieron varias ferrerías, en los alrededores del "Cerro del Mercado", que fracasaron por falta de combustible barato. La primera en 1828, alguna vez llegó a producir hasta 50 quintales de hierro por semana, con un gasto de 2000 arrobas de carbón. Para 1847, se sustituyó al carbón de leña por coque. En 1858, se usaban hornos de cúpula y de afino y cilindros para estirar y laminar.

En 1881, aparece el capital estadounidense, llega equipo nuevo, una década después, estaba en quiebra por incosteable.

En Jalisco hubo fundición desde 1846 en Sayula, sierra de Tatalpa para 1873, eran dos ferrerías.

Ya en 1879, se llevó maquinaria alemana y se producía hierro estirado y en solera, también doblado, así como ruedas dentadas de todas clases.

En Comanja, se inició el beneficio de los yacimientos en 1888; se usaban métodos rudimentarios para la explotación.

Las dificultades de transporte, obligaron a cerrar varias ferrerías, El estado de Hidalgo tuvo en 1858, la ferrería de San Miguel, en Zacualtipapan, en 1861 fundición de Tulancingo, ferrería en Zimapán con capital Inglés desde 1864, que se surtía de los minerales de Cangadoc y de las Pilas.

Otra ferrería se estableció en los Reyes, Acaxochitlan en 1869, Diez años después, había fundiciones en Encarnación, el Cobre, San Agustín y Tatlatxco.

La compañía Boudoin Boldy, operaba en 1881 las fundiciones de Apulco, Zacualipán, los Reyes, la Trinidad y las Delicias.

En Oaxaca, la fundición de Ixhuatlán fue cerrada poco después del triunfo de la República, había abierto en 1866.

En el estado de México en 1875, la ferrería, El Salto, en Valle de Bravo, producía mensualmente 50 a 80 toneladas de hierro y acero; usaban un alto horno, afinado y laminación; producía hierro fundido en lingotes, piezas moldeadas de todas clases y hierro dúctil en varilla y acero.

Es así como en México abundaron infinidad de posibilidades de producir el hierro y el acero.

-LA REVOLUCION INDUSTRIAL.

Es a partir del siglo XVIII, cuando se inicia una gran revolución tecnológica e industrial, con la producción en gran escala, del acero; su influencia se va a sentir en la ciencia, en la industria y en general, en el afianzamiento de la civilización Occidental. Permitió el desarrollo de los transportes terrestres y marítimos; puentes y prácticamente todas las obras de ingeniería moderna.

La industria textil, se benefició con maquinaria, la metalurgia obtendrá grandes laminadoras, prensas, martinets, fresas, etc.

Por su parte, la técnica de las industrias químicas, sufre una transformación rápida y sorprendente para ser la base que sustenta la moderna civilización industrial.

La revolución industrial, introdujo el acero de crisol, el alto horno alimentados con coque y precalentamiento del aire insuflado. El acoplamiento de la máquina de vapor a los insuflados y la implantación de las hornillas Nielsen, incrementaron notablemente la magnitud y la producción del alto horno, pero ejercieron poca influencia sobre los procesos fundamentales.

A lo largo del siglo, se acumularon observaciones que harán posible la definición de objetivos propios, conceptos, teorías y leyes propias de las ciencias de la Tierra.

CAPITULO II

EL ACERO EN LA EDAD MODERNA

-Producción del acero.

No hay piezas antiguas que nos ayuden a localizar a las primeras fundiciones, pues el hierro se corróe fácilmente.

Abundan más los minerales ferrosos que los meteóricos y por tal motivo las técnicas para su beneficio son mucho más complicadas que las del hierro meteórico, ya que este solo se conforma a martillazos y a veces, no hay necesidad de calentarlo. En cambio los minerales ferrosos, son una mezcla de óxidos de hierro y cantidades variables de otros compuestos, por lo que la separación del hierro, "no es nada fácil".

Por los antecedentes históricos, sabemos que de manera accidental los antiguos, descubrieron pequeños trozos de hierro en las fogatas donde hubieron quemado gran cantidad de leña en contacto con rocas de alto contenido férrico. Esto es lógico proque el hierro se encuentra en cuarto lugar mundial en abundancia sobre la corteza terrestre, después del oxígeno el silicio y el aluminio. Al observarse esos pequeños trozos de fierro poroso, que ahora se conocen como hierro esponja, en esos poros se acumula escoria (al rojo), los antiguos la eliminaban a martillazos y obtenían un hierro forjado puro. Por esto los antiguos tenían hierro, no acero todavía.

Como hemos observado en el año 1200 a.C., ya existía la conversión del hierro forjado en acero pero conviene aclarar que aquél material era muy distinto a lo que hoy llamamos acero, por ejemplo cuando hacían una hacha formada, se mantenía en un recipiente con carbón de leña molido al rojo vivo por algunas horas, para que el carbón se difundiera en el interior del hacha, formando una capa dura de acero (carbón más hierro forjado) y la matriz era de hierro.

-El Hierro en la Edad Moderna.

Cuando el hierro y el carbón entraron a la edad moderna, su color se extendió por todos los sitios, las botas negras, el tubo negro de la estufa, el marco negro de hierro del hogar, todas las cacerolas negras de la cocina.

En Inglaterra, por su centro industrial, fue llamado apropiadamente el País Negro: hacia 1850 había una negrura análoga alrededor de Pittsburgo en América y pronto se extendió el "negro" a otros países.

El hierro se convirtió en el material universal. Uno se acostaba en una cama de hierro y se lavaba en una palangana de hierro; se hacía gimnasia con aparatos de hierro, se jugaba billar en una mesa de hierro marca Sharp-Roberts, viajaban en una locomotora de hierro que andaba sobre unos rieles de hierro y a veces se pasaba sobre un puente de hierro. Hasta las fachadas de los edificios de oficinas podían ser de hierro.

El uso más amplio y más ventajoso del hierro se dio en la guerra.

-Sangre y Hierro.

(tomado de "Técnica y Civilización" de Lewis Mumford).

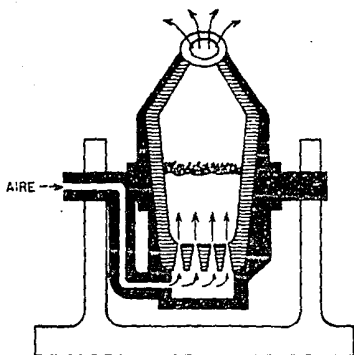
"El derramamiento de sangre siguió el ritmo de la producción de hierro, todo el período fue gobernado por la política de sangre y hierro, desde el principio hasta el fin. La naturaleza de este material, ejerció una poderosa influencia sobre los problemas de los hombres; el empleo del hierro de los meteoros se remota a una muy lejana fecha de la historia: existen datos del empleo de hierro derivado de las menas ordinarias ya en 1000 a. C., pero la rápida oxidación del hierro puede haber borrado las trazas de utilización muy anterior. El hierro está asociado en Egipto a Set, el Dios de la devastación y del desierto, un objeto de temor".

-El "Método del Crisol".

Hasta 1740, el mundo Occidental, redescubre el método del crisol para producir acero. Benjamin Huntsman, cementaba pequeños trozos de hierro y los fundía en un crisol, así de fácil, que al solidificar, el acero resultaba sumamente uniforme; esta idea era vieja, pues se practicaba en varios lugares del mundo desde tiempo inmemorial, por ejemplo el acero Wootz, producido en la India. En el siglo XVIII, se desconocía el motivo por el cual el hierro forjado, el acero y el arrabio, eran distintos, hasta 1820 Kersten planteó, que era el contenido de carbono, la razón de sus diferencias.

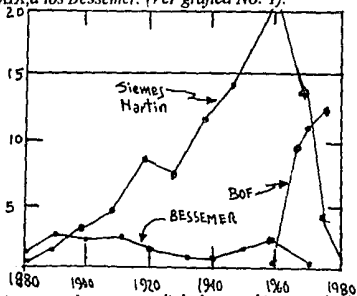
-Convertidor Bessemer.

La fabricación masiva y por lo tanto económica del acero, estaba retrasada en relación con su demanda; hasta que el inglés Henry Bessemer (1813-1898), logró la transformación masiva de arrabio en acero, simplemente eliminando las impurezas del arrabio líquido y reduciendo el contenido de carbón, mediante inyección de aire en un convertidor (fig.4) de arrabio en acero, inyectando el aire soplado desde la parte inferior.



El invento de Bessemer, fue desarrollado 10 años antes en los E.E.U.U. por William Kelly.

Así mismo los hermanos Siemens en Alemania; y Francia no se quedó atrás en avances sobre convertidores de arrabio en acero, los hermanos Martin, superando antes de terminar el siglo XIX, a los Bessemer. (Ver gráfica No. 1).



Suecia fue el primer productor mundial de arrabio, a principios del siglo XVIII. Inglaterra tomó su lugar manteniéndose así, hasta finales del siglo XIX.

En 1890, Estados Unidos rebasó a Gran Bretaña y así se mantuvo hasta 1971, cuando fue superado por la URSS.

- El Alto Horno

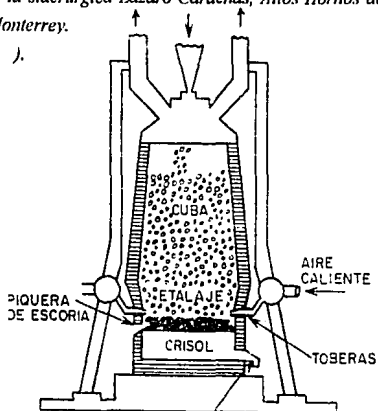
Estos son los mayores productores de acero en el mundo. Su proceso de fabricación o producción lo podemos dividir en dos pasos:

1.- Transformación del mineral de hierro (minas) en arrabio.

2.- Conversión de este arrabio en acero.

México cuenta en la siderúrgica Lázaro Cárdenas, Altos Hornos de Coahuila y el que tuvo Fundidora Monterrey.

Alto Horno (fig. 5).



Los gases que salen del alto horno son canalizados mediante ductos hacia enormes estufas, donde se logra la combustión total de los mismos, logrando con esto, beneficio para el ambiente, al reducir las emisiones del monóxido de carbono. (al menos dos estufas por alto horno).

La piqueta de la escoria esta colocada más arriba que la del arrabio, porque la escoria flota. Frecuentemente el arrabio se traslada al convertidor en estado liquido, pero en algunas fábricas se vacia en lingotes.

-CONVERTIDOR BOF

Los modernos convertidores son conocidos por sus iniciales BOF (Basic Oxygen Furnace), en estos se logra el refinado del arrabio con la misma idea de Bessemer, oxidar las impurezas y el exceso de carbón, además aprovechar el calor de la oxidación, como fuente de energía para la fusión. Dicha oxidación que Bessemer la hacía por sopleo de aire, en los BOF, la oxidación se hace directamente con oxígeno. (Fig. 6)

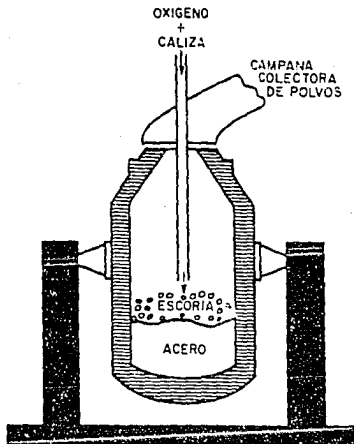


Figura 6 . Mediante un chorro de oxígeno con polvo de piedra caliza el arrabio es convertido en acero en un bor. El oxígeno reacciona con el carbono del arrabio y lo elimina en forma de bióxido (o monóxido) de carbono. La caliza sirve para eliminar impurezas, entre las que destaca el fósforo.

La aparición de los convertidores BOF, marco el fin de los ya obsoletos convertidores Bessemer y los Siemens-Martin.

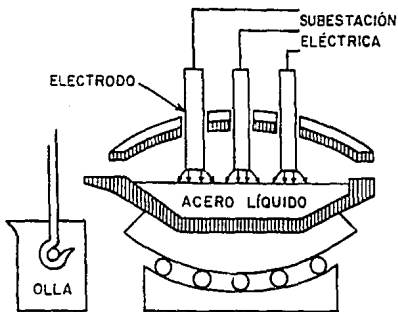
El proceso BOF, fue desarrollado en Austria, para convertir arrabio con bajo contenido de fósforo (alrededor del 0.3%), y en ese se bautizó con las iniciales L.D, de Linz Dusenverfahren (lanza de Linz); luego la técnica se extendió para arrabios de alto fósforo.

-Horno Eléctrico.

En la producción de acero, hay evolución y esta se refleja en los tipos de hornos que se inventan para dicha producción.

Toca su turno al horno eléctrico de arco, en el cual se pueden fundir chatarra y/o hierro esponja.

Este horno consta de una vasija recubierta de refractarios y unos electrodos de grafito y una subestación eléctrica, que suministra la corriente eléctrica para los electrodos. (fig. 7).



HORNO DE ARCO ELÉCTRICO

Figura 7. El horno de arco eléctrico consta de una vasija recubierta con refractarios donde se coloca chatarra y/o hierro esponja, que se funden con el paso de una enorme corriente eléctrica introducida con electrodos de grafito.

-Conversión del Hierro Esponja.

En el horno eléctrico, el hierro esponja se convierte en acero líquido, también la chatarra seleccionada, pasando por ellos enormes cantidades de corriente eléctrica.

El acero es pasado a una olla en donde se ajusta, algunas veces, la aleación y finalmente, se vacía en moldes adecuados para cada proceso de fabricación.

-Producción de acero en México.

Desde que en México se conocieron los procesos de aceración, a partir de entonces, el hombre a producido con acero gran cantidad de utensilios y materiales que van cubriendo sus necesidades. A beneficiado los minerales ferrosos que se encuentran en la tierra, pues como se mencionó antes, ya no se utiliza el hierro meteórico.

La cementación (método antiguo para acerar el hierro) en la Edad Media, era el proceso más conocido para acerar la superficie del hierro forjado. Y así, en México crece la industria siderúrgica y aparecen grandes productores de acero como; Fundidora de Monterrey, Altos Hornos de México, Peña Colorada y otras muchas.

En la siguiente tabla, se considera la producción de acero, a partir de 1942, en la cual notamos un crecimiento en la producción al cabo de diez años. (tomando de "Un ensayo sobre la Metalurgia en México" de Nogues-Salas).

TABLA DE PRODUCCION DE ACERO EN MEXICO

AÑO	TONELADAS
<i>En 1942</i>	172,459
<i>En 1946</i>	257,924
<i>En 1949</i>	372,826
<i>En 1953</i>	525,030

Crecimiento en diez años, del 300%

<i>En 1958</i>	1,115,000
<i>En 1961</i>	1,700,000
<i>En 1969</i>	2,016,000

En estos diez años se duplicó la producción.

Al ampliarse Altos Hornos de México y Fundidora Monterrey y con la entrada en fundiciones del consorcio Benito Juárez-Peña Colorada y el complejo Minero-Metalúrgico Lázaro Cárdenas-Las Truchas en el año de 1975, se pensó que la producción del acero en el 76, alcanzaría 10 millones de toneladas, pero solo quedó en la mitad de lo esperado(5,298,000 tons.).

Si observamos la producción del acero en México y la comparamos mundialmente, veremos nuestra ubicación frente a otros países. (Tab. No. 1).

	MEXICO	RUSIA	JAPON	E.U.A.	BRASIL	ARGENT.	VENEZUELA
1973	4.7	131	119	137	7	2	1
1977	5.6	147	102	114	11	2.6	0.8
1978	6.7	151	102	124	12.2	2.7	0.8
1981	7.6	149	102	110	13.2	2.5	2
1982	7	147	100	68	12.9	2.9	2.2
1984	7.5	154	106	84	18.3	2.6	2.7
1985	7.6	155	105	80	20	2.9	3
1987	7.7	162	99	81	22	3.6	3.7
1989	7.9	163	108	89	25	3.9	3.4

(EN MILLONES DE TONELADAS)

*Principales obras fabricadas con acero y/o hierro durante el siglo XVI
y mediados del XIX, después de la Revolución Industrial.*

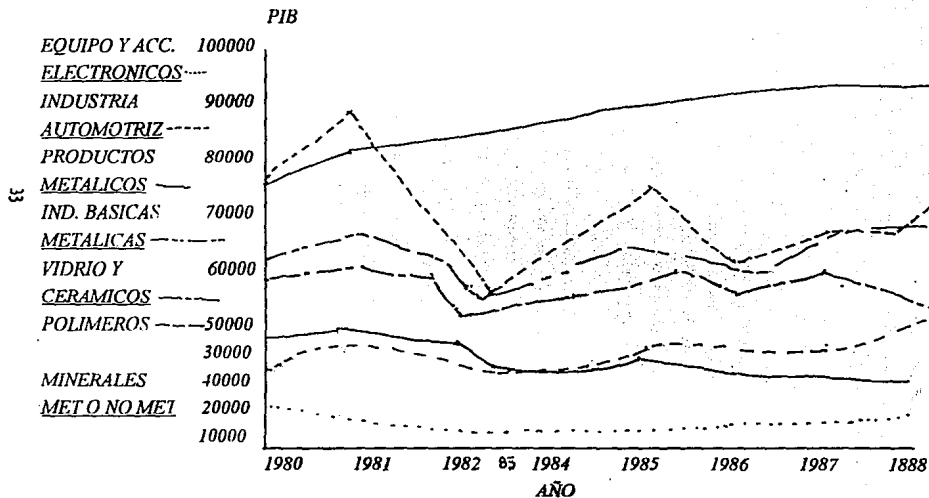
OBRA	FECHA	LUGAR	PESO Y TAMAÑO	MATERIAL
<i>Puente sobre el río Severn.</i>	1779	Inglaterra.	Del ancho del río.	Hierro.
<i>Primer barco de hierro.</i>	1787		5000 Tons.	Hierro.
<i>Cúpula de Halles.</i>	1817	Paris	100 Tons.	Hierro.
<i>Primer barco de vapor.</i>	1821		7000 Tons.	Hierro.
<i>Primer buque interoceánico.</i>	"		6000 Tons.	Hierro Forj.
<i>Buque SS Great Britain.</i>	"	Inglaterra	8000 Tons. 40 de hélice	Doble hierro.
<i>Torre Eiffel</i>	"	Paris	7000 Tons.	Hierro Forj.

-Consumo del acero.

Son consumidos fundamentalmente los aceros aleados, porque los elementos de aleación, cambian las propiedades del acero haciendolo más resistente a todo lo que afecte su estructura, por ejemplo, la tracción, el desgaste, el impacto, la torsión, la propia corrosión (oxidación superficial), por lo que se fabrican para diferentes necesidades. Los principales consumidores son, los fabricantes de utensilios muy variados, desde lámina para manufactura de muebles de acero, así como perfiles estructurales; en la industria automotriz, en la fabricación de máquinas y herramientas etc. También se consumen los aceros inoxidables, dentro de los aceros especiales. Otro consumidor importante, es el de las fábricas que utilizan maquinaria que esta expuesta a trabajo pesado, como prensas, troqueladoras, molinos de bolas, trituradoras, etc.

En la tabla No. 2 , observamos el producto interno bruto, comparando la producción del acero en México, frente a otros tipos de manufacturas, como, equipos electrónicos, polimeros, vidrios y cerámicos, industria automotriz, etc. Así mismo el índice de crecimiento. (Tomado de Un ensayo sobre la Metalúrgia en México de Nogués-Salas. Méx. 1992).

PRODUCTO INTERNO BRUTO POR SECTOR PRODUCTIVO
(MILLONES DE PESOS 1980)



-Mercado Actual del Acero.

Mas formas son necesarias en la industria del acero.

(Del financiero, 9 de junio/93)

Son la base la estrategia competitiva de las empresas en mercados domésticos o externos, las normas para producir un artículo y cada compañía las tiene que desarrollar en cuanto a calidad y seguridad, para satisfacer las necesidades del consumidor.

El presidente de American Society Fortenting and Materials (ASTM,) James A. Thomas, aseguró que las normas de producción en diversos sectores que maneja esta asociación son voluntarias y permiten mediante consulta, que empresas de un mismo sector en diferentes países concilien diferencias tecnológicas y fomenten el comercio.

Del seminario que sobre normas para la industria del acero y del plásticos realizó ASTM, Thomas destacó que lo que se pretende es armonizar a nivel internacional las normas de producción en diversos productos, en este caso específico de dos sectores que resultan importantes para México y Estados Unidos.

Una vez decidido el nivel de normas que el gobierno mexicano y la comunidad industrial mexicana, quieren para el país, debe tomarse en consideración también, que en la medida que los productos cubran ciertos niveles de calidad, seguridad, manejo y satisfagan al consumidor, los productos y las propias industrias, serán competitivas en cualquier mercado.

Por su parte Malcom Balir, del comité técnico A01 de la ASTM sobre acero, aceros inoxidables y aleaciones relacionadas, manifestó que el interés fundamental es armonizar las normas de producción no porque México carezca de ellas, sino que las mejores y ponga niveles de competitividad internacional.

Si una norma es pobre o muy relajada, no puede asegurarse la calidad y competitividad del producto, debe actuarse para garantizar el uso con toda confianza por parte del consumidor.

En ocasiones los productores asumen o suponen muchas características del mercado y necesidades, pero realmente las desconocen y ello debe trabajarse directamente con los consumidores, "qué" es lo que éstos demandan de un producto, en este caso "acero".

-Fabricación y uso de los diferentes aceros.

Los aceros se fabrican para la infinidad de trabajos que existen en donde se requiere, durabilidad y resistencia y finalmente, inoxidable. Podemos hablar de dos grupos, los aceros de forja y los aceros con tratamiento térmico.

Los aceros ordinarios son los que contienen manganeso con menos del 0.9 %, silicio con menos del 0.5% , fósforo con menos de 0.1%, azufre con menos del 0.1%. Existe influencia perjudicial por parte del fósforo así como el azufre, que dan poca consistencia, disminuyen la resistencia a la fatiga y el azufre causa fragilidad.

Hasta 1966, había cuatro métodos de fabricación de aceros, que eran:

De horno de pudelar, de convertidor Bessemer, de hornos Siemens-Martin y de hornos eléctricos.

Se decía que los aceros Bessemer eran de más baja calidad que los Siemens-Martin y estos inferiores a los aceros eléctricos.

En la actualidad se fabrican aceros:

Templados en agua

Alta velocidad al W (4-4.5%)

Templados en aceite

" " al Mo (4.5-9.5%)

Resistentes al choque

Aceros Especiales (baja Aleación)

Para trabajo en frío

Para moldeo.

" " " " Alto C; alto Cr.

Estos solo para herramientas

Para trabajo en caliente, al Cr (3 a 5%)

" " " " al W (3.5-12%)

" " " " al Mo (4%)

Estos a su vez existen de varios tipos y composición, que son por ejemplo de los antes mencionados para herramientas.

Para trabajo en caliente, al cromo, hay seis que son:

TIPO	COMPOSICION EN%					
AISI	CARBON	TUNGSTENO	MOLIBDENO	CROMO	VANADIO	OTROS
H10	0.40	-	2.50	3.25	0.40	-
H11	0.35	-	1.50	5.00	0.40	-
H12	0.35	1.50	1.50	5.00	0.40	-
H13	0.35	-	1.50	5.00	1.00	-
H14	0.40	5.00	-	5.00	-	-
H19	0.40	4.25	-	4.25	4.25	4.25Co

O para moldeo, hay tres que son:

P 6	0.10	-	-	1.50	-	3.50Ni
P20	0.35	-	0.40	1.70	-	-
P21	0.20	-	-	-	-	4-00Ni 1.20Al

Otro ejemplo, para alta velocidad al Tungsteno hay seis, en cambio al Molibdeno, existen hasta 16, por ejemplo dos de ellos:

M 1	0.85	1.50	8.50	4.00	1.00	-
M33	0.90	1.50	9.50	4.00	1.15	8.00Co

Todos estos aceros, son utilizados para la fabricación de herramientas, como son por ejemplo algunas como: cinceles, troqueles, apisonadores, remachadoras, cizallas, punzones, cabezales, taladros, mandriles, cortadores de vidrio, troqueles para joyería, tornos, chapas, escariadores, mandriles, navajas de rasurar, herramientas de mano como: pinzas desarmadores llaves de todo tipo (españolas e inglesas), de estrias, sierras, cojinetes, engranes, ejes, tornillos, cadenas de dientes, pernos pasadores, sierra circular, barrenos, broches y un sin fin de herramientas.

También son fabricados aceros resistentes al calor, como aceros inoxidable, los cuales mencionaremos por sus características y aplicaciones más comunes.

TIPOS DE ACEROS

ACERO	USOS	FORMA	COMPOSICION EN %	ALGUNAS PROPIEDADES MECANICAS RESIST.			
				TENS.	DUREZA	ELOGACION %	
201	Lámina	Fleje	Cr 16.18	95 103psi	Rb90	40	
	Autos	Tubos	Ni 3.5-5.5	" " "	" "	"	
	Ruedas	Lámina	C 0.15	" " "	" "	"	
	Cubier- tas etc.			Mn 7.5-10			
				Si 1.00			
				P 0.060			
				S 0.030			
		N 0.25					
202	Estufas	Lámina	Cr 17-19	90 " "	" "	"	
	de coci	Fleje	Nd 4-6	" " "	" "	"	

	Centro de pis tones	Tubos	C 0.15 Mn 7.5-10 Si 1.00	" " "	" " "	"	
	Manejo de leche		P 0.060 S 0.030 Ni 0.25				
301	Carros p/FFCC	Plancha lámina	Cr 16-18 Ni 6-8	105 110	" "	165 Bhn 85 Rb	55 60
	Trailer	Fleje	C 0.15-2	110	" "	85 Rb	60
	Aviones Sujetad	Tubos	Mn 2.00 Si 1.00 P 0.045 S 0.030	105	" "	85 Rb	50
302	Corte Manejo de co- mida	Barra Plancha lámina	Cr 17-19 Ni 8-10 C 0.15	85 90 90	" "	150 Bhn 80 RB 85 "	60 60 50
	capota de aviones	fleje tubos	Mn 2.00 Si 1.00	90 85	" "	85 " 83 "	50 50
	de alambre		P 0.045	90	" "		60
	Antenas						
	Resortes art. de cocina						
	tanques joyas emblemas etc.						
302B	partes p/hornos elements p/calef. p/calen. Secc. de quemado- res.	barra Plan- lámina Fleje Tubos	Cr 1719 Ni 8-10 C 0.15 Mn 2.00 Si 2-3 P 0.045 S 0.030	90 90 95 95 85	" "	85 " 85 " 85 " 85 " 85 "	50 50 55 55 50

308	Acero de alta resistencia a la corrosión y a la temper. Soldad. p/relle no de metales Hornos Indus.	Barra	Cr 19-21	85	80 "	55
		plan-	Ni 10-12	85	150 Bhn	55
		cha	C 0.08	85	80 Rb	50
		lámina	Mn 2.00	85	80 "	50
		fleje	Si 1.00	85	80 "	
		tubo	P 0.045	95 (baja T)		50
		alam-	S 0.030			
		bre				
316	De más alta resist. a la corros. q'302 y 304 equipo para manejo químico fotogr. ferti- lizante de salsa de toma- te. coci na, calde ras.	barra	Cr 16-18	80	78 Rb	60
		plan-	Ni 10-14	82	149 Bhn	55
		lámina	C 0.08	84	79 Rb	50
		fleje	Mn 2.00	84	79 "	50
		tubo	Si 1.00	85	79 "	50
		alam-	P 0.045	80	78 "	60
		bre	S 0.030			
			Mo 2-3			
330	buena resist.	barra	Cr 17-20	85	80 Rb	45
		Plan.	Ni 34-37	90	80 "	45

	a la	cha	C 0.08	80		45
	carbur.	lámina	Mn 2.00	80		45
	al ca-	fleje	Si .75-1.5			
	lor y a		P 0.040			
	choques		S 0.030			
	térmicos					
	Acce.p/					
	tratar					
	con ca-					
	lor					
409	Objts.	Barra	Cr 10.5-11.75	65	75 Rb	25
	en gral.	plan-	C 0.08	65	75 "	25
	p/const.	lámina	Mn 1.00	65	75 "	25
	de inox.	Fleje	Si 1.00	65	75 "	25
	sist. de		P 0.045			
	escape		S 0.045			
	p/aut.		Ti 6xC(máx.0.75)			
	caja p/					
	trans-					
	misor o					
	capaci-					
	tor,tan-					
	ques ro-					
	ciadores					
	p/agric.					
442	Acero al	Barra	Cr 18-23	80	90 Rb	20
	alto		C 0.20			
	cromo p/		Mn 1.00			
	partes -		Si 1.00			
	que deben		P 0.040			
	tener alta		S 0.030			
	resist. a					
	la temper.					
	partes p/					
	hornos,bo					
	quillas.					

maras de
 combus--
 tión.

501	Resist.	barra	Cr 4-6	70	160 Bhn	28
	al ca-	plan-	C 0.1 mín.	70	160 "	28
	lor.bue		Mn 1.00			
	nas prop.		Si 1.00			
	mecac. a		P 0.040			
	modera-		S 0.030			
	das temp.		Mo .40-.65			
	cambiado					
	res de					
	calor.					
	Equipo					
	de refi-					
	namiento					
	de pe--					
	tróleo					

PROCESO SIDERURGICO.

Existen algunos siderúrgicos para la fabricación del acero y todos ellos están fundamentados en los siguientes puntos, que deben considerarse como primordiales para tal fin y estos son:

- 1.-Minerales de hierro (su beneficio)
- 2.-Chatarra y su preparación.
- 3.-Combustibles. (su economía)
- 4.-Energía (eléctrica o nuclear)
- 5.-Fundentes (piedra caliza y cal. espatofluor)
- 6.-Aire, oxígeno y agua.
- 7.-Refractarios (su composición)

1.-Minerales de hierro.-Los más o menos abundantes son: a) La Hematita que contiene 69.9% de hierro, pero tiene ganga (gran cantidad de impurezas). b) Magnetita con 72.4% de hierro (agotada). c) Limonita importante en Europa así como los óxidos

impuros y fuertemente hidratados, como la siderita o carbonato de fierro. d) Ilmenita, que es óxido de Titanio.

2.-Chatarra y su preparación.-En la actualidad la principal materia prima que se utiliza para la fabricación de acero, es la chatarra, la cual ha surgido de las mismas plantas productoras de acero, que es utilizada en los arcos de horno eléctrico de pequeñas plantas (miniacerías). Esta materia prima, tiene su dificultad, pues hay que seleccionarla de la irregularidad en que se encuentra; la chatarra de primera, es la que viene en trozos chicos y con pocos elementos indeseables como fósforo y azufre y el zinc de los galvanizados. Las piezas de chatarra grande son difíciles de manejar y dejan mucho espacio vacío entre pieza y pieza. Una vez fundida por el arco eléctrico, se toma una muestra y se lleva al laboratorio para su análisis con espectrómetros modernos y en particular son de interés, el carbón, manganeso, fósforo, azufre, silicio, cromo y cobre. Por lo general es necesario hacer algún ajuste a la aleación.

También se usa para la carga de otros hornos como el Siemens-Martin en un 50%. Para el proceso COBOX, el 30% y el 100% de la carga de los mencionados hornos de arco.

La chatarra limpia, significa libre de contaminación, como cemento adherido, o caucho y plásticos en la chatarra automotriz; tampoco los elementos nocivos como el azufre o el zinc que se reoxida por condensación en los ductos de gas, dañando los materiales refractarios; el plomo que se filtra hacia el fondo de los hornos destruyéndolos; el estío afecta notablemente la calidad del acero, el cobre actúa de manera similar, aunque es menos dañino.

PREPARACION.- Solo una planta grande, es capaz de invertir gran capital para la preparación de la chatarra automotriz y de la de algunos accesorios grandes para fusión y ofrecer un producto semiacceptable.

3.-Combustibles.- En cálculos de costos, el calor y la energía motriz son la quinta parte en el costo total del acero, con lo que reviste de importancia su consideración.

Coque.- Sabemos que éste, se obtiene por destilación seca del carbón mineral, para obtener material resistente y poroso, utilizando calor externo. Por esto se clasifican en coques de baja, media y alta temperatura, estos últimos (930 a 1100°C) son útiles para los altos hornos. La coquización es lenta, por la baja conductividad térmica del carbón.

Gas de alto horno.- El altohorno, cuando produce arrabio, genera grandes cantidades de gas, un promedio de tres toneladas de gas por una tonelada de hierro; sale con bajo poder calorífico (600 a 900 KCal/m³) por lo cual se mezcla con gas de coque para aumentar su poder calorífico y calentar hornos de coquización y otros hornos.

Gas de coquería.- Contiene 50% de hidrógeno y más de 25% de metano siendo por esto un combustible de buena calidad con un poder calorífico de 4400 a 5300 KCal/m³. Pero

es muy ligero y conviene mezclarlo con gas más pesado del alto horno. No se puede precalentar a más de 82°C, se polimerizan los agentes volátiles, con disociación del metano en hidrógeno y carbono (hollín) que obstruye los conductos.

Gas Natural.- En la industria norteamericana, éste gas está constituido por un 75 a 96% de gas metano y el resto, por otros hidrocarburos y nitrógeno; pero además libre de azufre y humedad. Por lo tanto enciende con flama luminosa, fácil de controlar. Su temperatura de combustión es alta y un estrecho margen de explosión en mezclas aire-gas.

Economía del combustible.- En general existen algunas técnicas para reducir el consumo de energía, que pueden ser las siguientes:

1.-El uso de paredes aislantes en el exterior del horno y el revestimiento de las líneas de combustión.

2.-Usar más con mejor eficiencia, las calderas de gases de desecho, calentadas sólo con gases producto de combustión.

3.-Mayor utilización de los subproductos de los combustibles.

En los procesos siderúrgicos, en los departamentos de combustibles y combustión deberían de existir instrumentos sensores, así como lectores o computadoras, para lograr en lo más posible, altas eficiencias.

4.-Energía. (eléctrica o nuclear).- Eléctrica: En las grandes acerías integradas, que tienen coquerías y altos hornos, deben contar con sus propias plantas de energía, debido a que disponen de subproductos combustibles. Para asegurar el funcionamiento de las áreas operativas de mayor precisión, en las que una interrupción repentina de energía ocasiona severas pérdidas, conviene que se cuente con fuentes propias de alimentación conectadas a un sistema de interruptores automáticos para los casos de falta de energía.

NUCLEAR: Un reactor nuclear es una fuente de calor y de formas derivadas de energía. Un problema tecnológico que es bien conocido es el que presentan los reactores que se enfrían con agua, además tienen una temperatura límite de operación de aprox. solo 370°C, demasiado baja para gasificar el carbón. Los reactores que se enfrían con gases inertes y alcanzan altas temperaturas, están en etapa de experimentación. También se utiliza el torio, que es un combustible mucho mejor que el uranio enriquecido, común para los reactores que producen energía.

5.- Fundentes (espatofluor. piedra caliza y cal).-En una fusión o refinación, siempre está presente la escoria.

Esta es un medio que flota sobre la superficie del metal y actúa como receptor líquido para las impurezas, excepto con las que escapan como gases.

En la producción del hierro y el acero, la cal (CaO) es el fundente, absorbe y retiene las impurezas indeseables, principalmente el silicio oxidado a sílice, el fósforo oxidado a pentóxido de fósforo, el azufre como sulfuro de calcio, la magnesia y alúmina.

Piedra caliza y cal.

La piedra caliza es carbonato de calcio (CaCO₃) hay en todo el mundo pero la piedra metalúrgica es menos abundante y debe ser baja en azufre, sílice y alúmina.

Una piedra caliza dolomítica que contenga de 30 a 40% de magnesio (MgO), después de ser calcinada a cal dolomítica, resulta deseable para el proceso de aceración en COBOX.

La piedra caliza se usa en el alto horno donde se calcina en el proceso de producción de arrabio. La calcinación se efectúa en instalaciones adecuadas y se usa para eliminar el bióxido de carbono y retener el óxido de calcio.

Análisis de fundentes básicos.

FUNDENTE	CaO	MgO	SiO ₂	R ₂ O ₃	S	CO ₂
CALIZA	52-55	.1-1.7	.2-1.2	0.1-0.6	.02-.07	42-44
CAL	92-98	.2-3.4	.4-1.8	0.2-1.0	.02-.10	1-6
CAL Dolomítica	50-60	30-42	1-2	0.3-1.0	.02-.10	1-6

Espatofluor.- El espatofluor (CaF₂), se usa como un fundente o fluidificante para la cal: 80 a 180 Lb (40 a 90 Kg.) de cal incluyendo la cal dolomítica, por tonelada de acero y de 4 a 20 libras (2 a 10 Kg) de espato que se requieren para fundirla y formar una escoria metalúrgicamente reactiva y refinante.

El mecanismo de acción del espatofluor no se conoce bien.

Debido al precio estratosférico del espatofluor, se hicieron pruebas con numerosos sustitutos.

Se investigaron todos los materiales que teóricamente disminulan el punto de fusión de la cal, tal como, escoria de fundición de aluminio, borax, mineral de manganeso, titanio, óxidos de hierro, arena sílice y aún sal arrojada dentro de los hornos. Algunos de los sustitutos, atacan a los refractarios.

El alto uso del manganeso (arriba de 1.26) en la carga de aceración, por lo general elimina la necesidad de usar espatofluor o sus sustitutos.

6.-Aire, Oxígeno y Agua.

En apariencia, el aire para la combustión es gratuito, sin embargo, para llevar el aire al lugar donde se necesita, a las presiones, velocidades de flujo y temperaturas que se le requiere para el proceso, hace falta una fuerte inversión en equipo y gastos de

operación, por ejemplo, se necesitan dos grandes turbosopladores para alimentar un alto horno.

El aire también sirve como materia prima para otro elemento básico de la producción de acero, el oxígeno puro.

Se obtiene en plantas de "separación de aire", enfriando el aire a menos de -420°F (-250°C) y destilando fraccionalmente el líquido resultante.

Existen varias formas de producir oxígeno.

1a.-Tanque almacenador/evaporador. Solo para los usuarios más pequeños.

2a.-Planta de separación de aire "en sitio", adyacente a la acería con una capacidad de producción de 300 a 1000 toneladas de oxígeno por día.

3a.-Planta central de separación de aire, para abastecer a varios consumidores, de los que las acerías son los más importantes, a través de tuberías de alta y mediana presión.

AGUA.- Como se requieren de 30,000 a 50,000 galones (110,000 a 190,000 litros) de agua por tonelada de acero, 10,000 millones de galones (29 mil millones de litros) por día, en los EE.UU., principalmente para enfriamiento de equipo, apagado de coque, generación de energía y operación de dispositivos de control de contaminación en obvio que el agua es una de las principales materias primas.

Así como el aire, parece que el agua no cuesta, pero el costo del bombeo y la purificación previa a su uso, requieren examinar tanto los gastos de capital, como los de operación. En algunos lugares el agua es tan escasa, que es indispensable recircularla, sin importar otros aspectos.

7.-Refractarios.- Un refractario es un material resistente al calor. En la industria del hierro y del acero la definición implica resistencia a la deformación a elevadas temperaturas, dependiendo la temperatura del proceso y también resistencia a escorias, metales y gases cargados de polvo.

Sus características necesarias son:

1.-Refractabilidad o resistencia a elevadas temperaturas.

2.-Resistencia al ataque por escoria y metales.

3.-Resistencia a la erosión por gases cargados de polvo.

4.-Resistencia a los cambios bruscos de temperatura.

5.-Estabilidad estructural, expansión térmica uniforme y pequeña, durante el calentamiento y el enfriamiento.

6.-Resistencia al desconchamiento (agrietamiento y descascarado).

7.-Baja capacidad térmica y buena conductividad para ahorro de combustible

COMPOSICION DE LOS REFRACTARIOS

Limites de comp. en %.

Grupo	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Impurs. Perjds.	
Químico	Silice	95-99				Al ₂ O ₃ , CaO	
Semisilice	70-85	25-15				TiO ₂ , Fe ₂ O _e Alcalis CaO, TiO ₂ Fe ₂ O ₃ , MgO Alcalis.	Acido
Alta Alúmina	3-50	95-48				CaO, TiO Fe ₂ O ₃ , MgO Alcalis	Neutro
Silicatos de Al	70-50	25-48				CaO, TiO Fe ₂ O ₃ , MgO Alcalis	Neutro
Magnesia			92-98			SiO ₂ , Al ₂ O ₃ TiO ₂ , e ₂ O ₃ Alcalis	Básico
Magnesia			50-80	20-7	2-12	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ TiO ₂ Alcalis	Básico
Cromo- magnesia		30-15	55-28	18-35	5-15	SiO ₂ , TiO ₂ Alcalis	Básico
Cromo	5-10	25-35	15-25	30-35	10-15	SiO ₂ , TiO ₂ Alcalis	Básico
Dolomita		35-45				0SiO ₂ , Al ₂ O ₃ TiO ₂ Alcalis	Básico
Carbono							Neutro

PROCESO SIEMENS-MARTIN

Hemos escogido para este trabajo, el horno Siemens-Martin B, para describir el proceso siderúrgico porque éste, ocupa un lugar intermedio en la producción de acero, junto a convertidor Bessemer y al horno eléctrico, ya que la calidad en el convertidor Bessemer es inferior al Siemens-Martin, pero el acero del horno Eléctrico, aventaja en calidad al del Siemens-Martin.

En el año de 1949, el horno S.M., ocupaba el 1er. lugar en calidad al elaborar acero, pero su pureza estaba entre la del convertidor Bessemer y el horno Eléctrico.

Sus ventajas sobre el convertidor Bessemer eran:

1o. Eliminación de fósforo y azufre.

2o. Carga Barata.

3o. Por lo largo del proceso de purificación, es más exacto, obtener aceros desde 0.03% hasta 1.7% de carbón.

4o. Por el uso de mineral de hierro como oxidante y la aplicación externa de calor, la temperatura del baño es independiente y se controla mejor la composición.

El piso del S.M. primero era de ladrillo ácido y arena; poco después, se construyó con ladrillos de magnesia y dolomita calcinada y así se pudo cargar con piedra caliza para eliminar el fósforo.

Los fundentes usados, son la piedra caliza, cal quemada, dolomita y espatofluor; la piedra caliza es de origen sedimentario, a veces formado de restos calcáreos orgánicos y a veces sin rastros de restos orgánicos. Su color es blanco grisáceo.

La carga podía ser de cinco tipos diferentes que son:

1o. Metal caliente del Alto Horno.

2o. Metal caliente del Alto Horno más metal de convertidor Bessemer.

3o. Metal caliente del Alto Horno y pedacería.

4o. Lingote de Alto Horno y pedacería.

5o. Solo pedacería.

El más utilizado es del tipo 3, también el tipo 4.

En la siguiente tabla (No. 2) aparecen algunas especificaciones químicas para aceros. Como veremos, se trata de materiales comúnmente usados en construcción y como materia prima de fábricas fundamentealmente.

Tabla # 2.- ESPECIFICACIONES QUÍMICAS PARA ACERO.

	C	Mn	P	S	Si
Lámina.	0.050-0.090 0.070-0.090	0.30-0.45 0.30-0.40	0.020 máx 0.015 "	0.042 máx. 0.035 "	
Plancha Ordinaria.	0.050-0.090	0.30-0.45	0.040 "	0.060 "	
Hoja para barras.	0.050-0.090	0.25-0.40	0.060-0.090	0.050"	0.050 máx
Tanques de almacenamiento.	0.10-0.15	0.35-0.50	0.040 máx.	0.050"	0.050 "
ASTM 10-39	0.14-0.18	0.40-0.50	0.040 "	0.050"	0.050 "
Caja de fuegos (hogares)	0.10-0.15	0.35-0.50	0.040 "	0.040"	0.050 "
Puentes de acero soldados.	0.15-0.20	0.40-0.60 (0.030 Al)	0.040 "	0.050"	0.050 "
PEMEX.	0.10-0.15	0.30-0.45	0.040 "	0.060"	0.050 "
Tanques de alta presión.	0.12-0.20	0.40-0.50	0.040 "	0.050"	0.10 "
ASTM 7-42 Para lámina 3/8" o más liviana.	0.18-0.22	0.40-0.50 (0.030 Al)	0.040 "	0.050"	0.10-0.15
Para lámina más pesada de 3/8".	0.22-0.28	0.40-0.50	0.040 "	0.050"	0.10-0.15

APORTACION DE MEXICO AL MUNDO, EL FIERRO-ESPONJA.

La esponja de hierro o fierro-esponja, se define como hierro en forma porosa o que contine muchos espacios gaseosos; específicamente es hierro crudo, obteniéndose al someter la mena del óxido a una reducción gaseosa sin fundir.

En la tabla No. 4, se han anotado los procesos desarrollados para la obtención de prereducidos o hierro-esponja.

La principal ventaja de la reducción de la mena, para dar un producto sólido, descansa en el hecho de que el óxido de hierro se convierte en un producto metálico sin aleación simultanea de hierro con fósforo, azufre, maganeso y silicio.

El contenido de carbono puede oscilar entre 0.25 y 0.7% . aunque el trabajo experimental actual indica que es laminable directamente la esponja de hierro a acero, lo corriente es refundirla en el horno eléctrico o en el Siemens-Martin para producir acero. Generalmente, en el proceso de la esponja de hierro se reduce alrededor del 90% del óxido a hierro metálico.

ACERACION PARTIENDO DEL HIERRO-ESPONJA

El fierro-esponja obtenido por reducción directa, necesita ser fundido para la obtención de acero líquido.

La forma esponjosa del producto, tiene tendencia a absorber de nuevo el oxígeno, haciendo imposible su empleo en métodos de aceración en los que exista en el interior de los hornos, una atmósfera oxidante como en los S.M., CONVERTIDORES DE OXIGENO; estas circunstancias limitan su empleo exclusivamente a la aceración en el horno eléctrico.

Para la aceración, el fierro-esponja pasa a las instalaciones de la planta que dispone de hornos eléctricos y en éstos que originalmente se cargaban con chatarra, se va sustituyendo ésta gradualmente por fierro-esponja.

Se ha llegado a establecer una técnica apropiada en la que se trata de llegar en breve plazo al empleo de un 75% de la carga de fierro-esponja y del 25% restante, de chatarra, que es aproximadamente la cantidad de ésta que se produce en planta como desperdicios de laminación.

-ACEROS ESPECIALES.

Los aceros son clasificados según las necesidades de trabajo de piezas y herramientas que son:

Aceros para la construcción

Aceros para herramientas y

Aceros inoxidables y resistentes al calor.

Los aceros especiales son aquellos que deben sus propiedades a los elementos de aleación, que llevan distintos al carbón. Suelen contener 0.03 a 2.5% de carbono y uno o varios de los siguientes elementos: cromo, níquel, vanadio, wolframio, cobalto, etc. o manganeso y silicio en cantidades mayores que la señalada para los aceros al carbono.

Existe una gran variedad de ellos, que son: aceros al carbono, aceros aleados, aceros de gran resistencia, aceros para muelles, aceros de cementación, aceros de nitruración, aceros para fabricación de chapa magnética, aceros para imanes, aceros para herramientas, aceros rápidos para trabajos en caliente y aceros inoxidables.

De la clasificación hecha por las necesidades en el mercado, hablaremos de los aceros para la construcción.

-Aceros de Construcción.

Estos aceros son utilizados para fabricar elementos de máquinas, motores, instalaciones, carriles, vehículos, etc. Hay dos grandes grupos; los usados en bruto y los sometidos a tratamientos térmicos. Los primeros es el 80% del total de acero producido. De los segundos, hay una gran diversidad, pues sufren grandes variaciones según el tratamiento que se les dé. El resultado en la fabricación de aceros lo podemos resumir en el siguiente diagrama.

ACEROS AL CARBONO

ACEROS INDEFORMABLES	ACEROS RAPIDOS	ACEROS PARA TRABAJOS EN CALIENTE	ACEROS PARA TRABAJOS DE CHOQUE
<i>Gran indeformabilidad en el temple.</i>	<i>Gran dureza en caliente.</i>	<i>Gran resistencia en caliente y además a los cambios bruscos de temperatura.</i>	<i>Gran resistencia al choque.</i>

Según las necesidades de trabajo, se da a los aceros un determinado tratamiento el cual le confiere las siguientes principales características:

-Dureza y tenacidad

-Indeformabilidad

-Resistencia al desgaste

-Dureza en caliente.

ACEROS INOXIDABLES

Desde la antigüedad, ha existido un problema preocupante a la humanidad y éste es la corrosión del hierro. Los materiales que de él están hechos y que proporcionan al hombre comodidades y bienestar, de alguna manera fallan por su poca resistencia a ciertos agentes destructores como son la humedad, el aire, el agua de mar, centros industriales, gases de hornos, algunas ácidos, jugos de frutas, ciertas sales y otros agentes químicos.

Por ejemplo una barra de hierro dulce colocada a la intemperie, a los pocos minutos se puede observar la formación de pequeños núcleos de corrosión y rápidamente se extiende hasta cubrir toda la superficie.

A veces la corrosión es tan intensa que barras o vigas se van descomponiendo separándose de ellas capas o escamas de óxido formadas con el transcurso del tiempo.

Sin embargo algunos hierros antiguos no se han oxidado ni destruido, conservándose en buen estado a pesar de los años que han pasado desde su fabricación; por ejemplo, el famoso pilar de Delhi, que fue fabricado 300 años d.C., que a pesar de siglos y de las inclemencias de tiempo, ha sufrido poco daño. También es sabido que en viejos palacios y catedrales, rejas y balcones de gran valor artístico, se encuentran también en muy buen estado a pesar de su antigüedad. Pero no se ha encontrado una explicación lógica y satisfactoria a esta preservación, algunos lo atribuyen a la inclusión de no metales en la masa y que es lo que impide el desarrollo y progreso de la oxidación.

Menos aceptada es la teoría que atribuye esa notable resistencia, a delgadas películas que recubren aquellos hierros. Se recuerda que antes se forjaba sobre piedras y que en este proceso, hayan quedado protegidos por los silicatos que impiden la acción de los agentes corrosivos.

En el siglo XIX ya se sabía que el hierro aleado con ciertos metales como el cobre, cromo y níquel, resistía mejor la oxidación. En 1865, en cantidades limitadas se

fabricaban, aceros con 25 y 35% de níquel, pero en esa época no se llegó a estudiar bien las propiedades de esos aceros.

En 1872, Woods y Clark, fabricaron algunos aceros con 5% de cromo, que tenían también mayor resistencia a la corrosión que los ordinarios.

Hacia 1892, Hadfield, en Sheffield, estudió las propiedades de estos aceros (el cromo) dándolos a conocer en sus escritos. Desde el año de 1904 a 1910, León Guillet y Portevin relizaron en Francia, numerosos estudios de acero aleados con cromo y níquel, determinando microestructuras y tratamientos en muchos de ellos. Llegaron a fabricar y a estudiar algunos tipos de aceros muy similares a los que se emplean en la actualidad.

El verdadero descubrimiento de los aceros inoxidable y sobre todo la fabricación industrial de ellos, no se hizo sino hasta los años anteriores a la primera guerra mundial. En los laboratorios de investigación de Thos.Firth-John Brown en Sheffield, M. Harry Brearley, se dedicaba al estudio de materiales para fabricar fusiles y cañones para la marina inglesa, descubrió en 1913 los aceros inoxidables con 13% de cromo.

Por aquella misma época los doctores Strauss y Mauderode la casa Krupp en Alemania, se dedicaban a los mismos estudios, descubrieron y patentaron en 1912, dos grupos de aceros inoxidables cromo-níquel; El KruppKVIM con 13% de cromo y 1.75% de níquel y el KruppV2A con 20% de cromo y 7% de Níquel.

También en América, Elwood Haynes, estudiando el comportamiento de aleaciones de cromo, cobalto y wolframio, obtuvo las llamadas Stellites con resultados excelentes en herramientas de corte y patentó en 1915 unos aceros resistentes a la corrosión.

La divulgación de las propiedades y composiciones de los aceros inoxidables fue hecha hasta los años de 1920-21, porque se mantenían en secreto durante aquellos años de la primera guerra mundial, pero a partir de aquella época, creció extraordinariamente su popularidad y demanda.

ACERO AL MOLIBDENO, MODELO DE ACERO ESPECIAL.

Un elemento de aleación muy utilizado en la fabricación de acero es el molibdeno, porque da a los aceros dureza y resistencia al desgaste.

Debido a la creciente demanda de materiales resistentes al desgaste, se han desarrollado aceros de alta, media y baja aleación en los que juega un papel primordial el molibdeno.

De las investigaciones realizadas se han desarrollado cuatro aleaciones que cumplen ampliamente con las exigencias más estrictas de resistencia a la abrasión, son las siguientes:

ALEACION

USOS

12-2	<i>Para piezas donde se requiere resistencia a la abrasión bajo fuertes impactos como los de muelas de quebradoras o revestimiento de molinos.</i>
6-1	<i>Utilizada en resistencia a la abrasión de piezas vaciadas destinadas al revestimiento de molinos de bolas, cribas vibratorias.</i>
<i>Aceros Cromo-molibdeno</i>	<i>Es recomendada en donde se requiere resistencia a la abrasión por molienda de minerales.</i>
15-13	<i>Esta se recomienda cuando se requiere resistencia a la abrasión por erosión — como en impelentes de bombas de arenas.</i>

Composición de las aleaciones propuestas.

<i>Aleación</i>	<i>Composición</i>	<i>Observaciones</i>
12-2	<i>Manganeso 12%</i> <i>Molibdeno 2%</i>	<i>Alta aleación</i>
6-1	<i>Manganeso 6%</i> <i>Molibdeno 1%</i>	<i>Media aleación</i>
Cr-Mo	<i>Cromo 7%</i> <i>Molibdeno 1%</i>	<i>Baja o media aleación.</i>
15-3	<i>Cromo 15%</i> <i>Molibdeno 3%</i>	<i>Hierro blanco altamente aleado</i>

-Desgaste

El desgaste es comunmente reconocido, pero su significado económico frecuentemente no es estimado.

Selección de materiales resistentes al desgaste.

1er. paso.- Determinar el tipo de desgaste.

2o. paso.- Deben considerarse otros factores diferentes al desgaste, que también son importantes por ejemplo: la Tenacidad.

Frecuentemente los requisitos para impacto y choque llegan a ser mas severos como resultado de mayores tamaños y velocidades de equipo. Es aqui donde podemos seleccionar a las aleaciones propuestas, las cuales tienen gran tenacidad y mejor resistencia a la fragilidad, que enlistamos en orden progresivo; siendo la última la que da mayor tenacidad y resistencia a fuertes impactos.

Otras influencias significativas pueden ser decisivas en ciertos casos como:

Costo inicial, disponibilidad, resistencia al flujo plástico, consistencia de rendimiento, adaptabilidad a diseños específicos, etc.

Antes de proceder a la selección final de la aleación más económica es recomendable hacer pruebas de servicio con diferentes materiales.

En la siguiente página se describen las características más notables de las aleaciones propuestas en este trabajo, en donde se verá mejor la utilidad que presta cada una de ellas ya en el servicio real del material específico.

ALEACION 12-2

Es un acero austenítico de alto carbono en el que se combinan dureza y tenacidad superiores a la de los aceros Hadfield convencionales.

Una adición aproximadamente de .2% de molibdeno eleva su límite de fluencia y disminuye la fragilidad que imparten los carburos, los beneficios del molibdeno se aprecian después del tratamiento térmico, con el que se logra una mejor dispersión de los carburos.

Composición.-

Para bajo, medio y alto carbono; carbón del .15 a 1.50; Manganeso de 11 a 14% ; fósforo y azufre máximo .05%. Sílice de .40 a .75; Molibdeno de 1.80 a 2.10; Cromo máximo 0.5.

Estructura.-

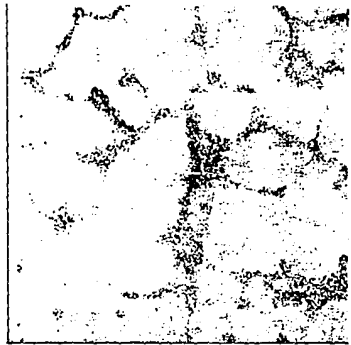
Austenítica con carburos sin disolver; contratamiento térmico transforma parte de la austenita en perlita; el resto de los carburos quedan finalmente dispersos en la austenita en forma de esferoides. (microfoto No. 8).

Propiedades Mecánicas.-

Son afectadas por el aumento en el tamaño; fragilidad por precipitación de carburos intergranulados. Dureza R=1.75. Resistencia a la tracción 8050 kg/cm²; Límite Elástico 3850 kg/cm².



10 x



1000 x

FIG. N°8 Estructura Austenítica con carburos disueltos en forma globular. Aleación 12-2.

ALEACION 6-1

Acero austenítico al manganeso cerca del 6%, la adición del 1% de molibdeno previene la fragilidad. Esta aleación es destinada para revestimientos para molinos de bolas, rejas de descarga y cribas vibratorias.

Tiene resistencia al uso, conserva la mayoría de las propiedades de los aceros convencionales Hadfield con 12% de manganeso tales como la buena ductilidad o tenacidad, facilidad de tratamiento térmico y costo de producción relativamente bajo.

Composición.-

Carbón de 1.2 a 1.4; Manganeso de 5.5 a 6.75; Silíce 1.4 a .7%; Molibdeno de 1.9 a 1.1%; Cromo de 1.5% máximo; .05% de fósforo y azufre.

Estructura.-

La microestructura de esta aleación, es típica de una fase simple de un acero austenítico; hace que durante el enfriamiento se desarrolle considerable cantidad de perlita. La función del molibdeno es evitar la formación de tipos de carburos frágiles en la estructura austenítica y pueden producir fragilidad en las piezas.

Propiedades Mecánicas.-

Dureza Brinell 193; Tenacidad decreciente con el aumento del tamaño de las piezas, resistencia a la tracción 5950 kg/cm².; Límite elástico 4200 kg/cm².

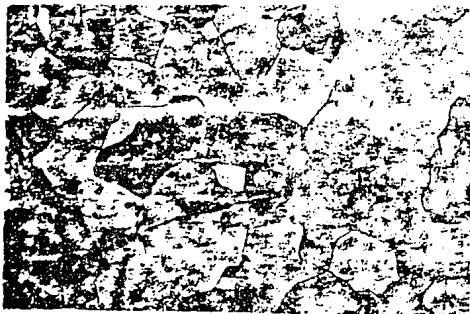


Fig. Nº 9 Estructura completamente Austenítica.
Aleación 6-1

100 X

ACEROS CROMO-MOLIBDENO

Son usados hace varios años, para molinos de bolas, son de fácil adquisición, así como de costo inicial conveniente.

Composición.-

Tiene carbono de .6% a 1.30%; Manganeso de .6 a .9; Silicio de .4 a .8%; Cromo de 1.25 a 3%; Molibdeno de .4 a .5%. Obteniéndose con estas variaciones intermedias estructuras martensíticas y perlíticas.

Estructura.-

La estructura martensítica como su nombre lo indica, tiene estructura martensítica después del tratamiento térmico y el tipo perlítico duro, estructura perlítica fina laminar.

Propiedades Mecánicas.-

Dureza Brinell en martensíticos 450-700; en los perlíticos 250-450; Tenacidad.- Mayor que la de los hierros blancos martensíticos, no tan elevada como la de los aceros austeníticos al Manganeso.



Fig. N° 10 Acero Cromo-Molibdeno Perlita dura.
Martensita y Perlita fina laminar des-
pués de tratamiento térmico.

ALEACION 15-3

Se usa en partes que estan expuestas a abrasión y sujetas a corrosión, como impelentes de bombas para arenas, canales de descarga, revestimiento para molinos, manipuladores de refractarios, etc.

Composición.-

Para alto, medio y bajo carbono; en carbón de 2.40 a 3.2%; Manganeso de .5 a 1%; Silicio de .3 a .8%; Cromo de 14 a 16%; Molibdeno de 2.4 a 3%. Fósforo y azufre máximo 0.06%.

Estructura (ver microfoto).

Existe una alternativa para el uso de la aleación 15-3, que es la aleación 3-2-1, que es un hierro blanco martensítico que puede tener buena resistencia a la abrasión bajo la acción de impactos, bastante moderados; es menos resistente que la 15-3 pero más que las aleaciones de hierro-Cr-Ni. Se compone de:

C	máx.	3.60%
Si	"	0.60%
Mn	"	0.80%
S	"	0.150%
P	"	0.300%
Ni	"	3.25%
Cr.	"	2.00%
Mo.	"	1.10%



CONCLUSIONES.

Por las exigencias y requerimientos que se desean en los materiales resistentes al desgaste, harán posible que las acerías y fundiciones proporcionen nuevas aleaciones semejantes a las propuestas en este trabajo, con características superiores a las hasta ahora logradas.

Este trabajo pretende que al conocer los efectos e influencia del molibdeno en las mencionadas aleaciones la aplicación, el uso y estudios más profundos con este elemento y su combinación con otros elementos para obtener mejores resultados de resistencia esto cada vez mas necesario en la industria siderúrgica de México y de todo el mundo.

-CORROSION METALICA

Se conoce como el desgaste en la superficie de los metales cuando éstos son expuestos a un ambiente reactivo.

Se dice que los compuestos químicos que constituyen los productos de tal desgaste son parientes cercanos de las rocas minerales metalíferas que se encuentran en la corteza terrestre o sea las reacciones de corrosión ocasionan que los metales regresen a sus menas originales. A más de 200 °C existe una reactividad significativa de la mayoría de los metales en aire seco y a la rapidez y magnitud de la reacción aumenta progresivamente.

Se ha invertido mucho esfuerzo en el desarrollo de recubrimientos artificiales que aíslan al metal del ambiente o que disminuyen la rapidez de corrosión hasta proporciones aceptables. La manipulación del ambiente, añadiéndole inhibidores de corrosión solubles que favorecen la formación espontánea de una capa protectora o bien, mediante la juiciosa adición de elementos susceptibles de aleación al metal.

-La corrosión Cotidiana.

El 25% de la producción anual de acero es destruida por la corrosión. Las roturas de los tubos de escape y silenciadores de los automoviles, la sustitución de los calentadores de agua domésticos (cerca de 2.5 millones de unidades en los E.E.U.U. en 1967), explosiones por fugas de gas en los tanques de almacenamiento o tuberías de conducción

roturas en las conducciones de agua, incluso el derrumbe de un puente, son algunos de los problemas con los cuales se encuentra en hombre.

En la falla de un oleoducto de crudo, aparte del costo del tramo de tubería dañado, hay que tener en cuenta el daño causado por el aceite derramado al terreno, muchas veces irreversible, así como el posible paro de la refinería y los consiguientes problemas de abastecimiento que ello acarrea.

-Motivos de la Corrosión.

Podemos decir que la corrosión es una pequeña venganza que se toma la naturaleza por la continua expoliación a que la tiene sometida el hombre. Los metales excepto los nobles oro, platino, etc., que se encuentran en estado nativo en la tierra, no existen sino combinados con otros elementos químicos formando los minerales como los óxidos, sulfuros, carbonatos, etc.

La obtención de los metales es por separación a partir de sus minerales, lo cual supone un gran aporte energético, pensemos solamente en el enorme consumo de energía eléctrica en el funcionamiento de una acería para obtener acero; producido éste practicamente inicia el periodo de retorno a su estado natural, los óxidos de hierro.

El hierro más común la hematita es óxido de hierro Fe_2O_3 , el producto más común de hierro la herrumbre, tienen la misma composición química Fe_2O_3 .

La tendencia del hierro a volver a su estado natural de óxido metálico es tanto más fuerte, cuanto mayor es la energía para extraer el metal de su mineral; el metal absorbe y almacena una determinada cantidad de energía que le permitirá el posterior regreso a su estado original a través de un proceso de oxidación, la corrosión.

-Influencia de la corrosión en la producción y desarrollo social y económico.

En un estudio efectuado por el Departamento de Comercio, sobre efectos económicos de la corrosión metálica en los E.E.U.U., de 1979, señala que en año de 1975, los costos totales de la corrosión metálica son del orden de los 70 billones de dólares igual al 4.2% del producto nacional bruto. Un 15% o sea 10.5 billones de dólares (0.6% del PNB), pudieron haberse evitado.

En un país de desarrollo tecnológico parecido a México, como Egipto, se ha realizado un equipo; se valoraron los defectos económicos provocados por la corrosión de los materiales metálicos y se estimaron en aproximadamente 475 millones de dólares, un 4.9% del PNB de Egipto.

Los problemas derivados de la corrosión se sienten en tres vertientes que son:

1a. La Económica.- Pérdidas directas e indirectas.

2a. La conservación de recursos.- Agotamiento de las reservas naturales.

3a. La seguridad humana.- Fallas fatales en medios de transporte, corrosión de bidones que contienen residuos radiactivos, escapes en tuberías de refrigeración de plantas nucleares etc.

La pérdida de la vida humana es una consecuencia directa o indirecta de la corrosión.

Una encuesta reciente sobre los problemas que plantea la corrosión en la Industria Química Mexicana (Ciencia y Desarrollos No. 64 pag. 103 Sept-Oct. 1985), ha señalado la incidencia del fenómeno (corrosión), En más de un 90% de las empresas encuestadas.

Representa una cantidad considerable de dinero, no es esto lo importante o preocupante, sino la incidencia que la corrosión tiene en la seguridad humana, por lo cual debería prestársele una mayor atención. A la corrosión, en las carreras técnicas se observa como materia optativa o para cubrir créditos al final de una carrera de Ingeniería. La preparación de profesionales ayudaría a que se utilizaran los recursos anticorrosivos de que se dispone a la fecha, reduciendo en un ahorro considerable de las pérdidas ocasionadas por la corrosión conveniente para la Industria Química Mexicana.

ACERO EN EL ESPACIO

Tecnología Moderna de los Aceros (Investigaciones Espaciales) N A S A.

De los materiales utilizados en la aeronáutica espacial, es considerado el acero para partes expuestas a la fricción y se usa el SAE 52100 STEEL, y el SAE 4140, con las características que presenta el material las que se aprecian en la siguiente tabla:

MATERIALES	COEFICIENTE DE FRICCIÓN	
	Sin lubricar	Lubricación con aceite
Plata con plata	1.7	0.9
Acero 52100 con 4140	0.85	0.30
Acero 52100 con plata	0.40	0.25

Condiciones de prueba:

Movimiento horizontal sobre la plata.- 200 gramos

Velocidad 0.016 in/seg.

Temperatura 20°C.

Atmósfera Aire

En el primer satélite americano, el Explorer I, que fue lanzado el 31 de enero de 1958, su motor de propela fue hecho de un acero AISI 410. El Explorer III (26 marzo 1958), solo uso acero en sus antenas dipolares, así como el Explorer IV (26 julio 1958) que uso acero inoxidable en algunas partes estructurales de materiales inorganicos el Explorer VI (7 agosto 1959), ya usa aluminio en sus antenas dipolares. En adelante satélites como el Explorer VII (13 octubre 1959), El Pioneer V (11 Marzo 1960), El Tiros I (1 abril 1960), en adelante usan en su estructura fundamentalmente aluminio y en partes materiales cerámicos.

El Nav Sat II (13 Abril 1960) vuelve a usar en sus materiales inorgánicos estructurales, acero inoxidable SAE302.

El Exploreer VIII (3 noviembre 1960), usa en sus materiales del sistemas de lubricación, acero inoxidable con contactos de cobre.

El Explorer XIII (25 Agosto 1961), usa en su material inorgánico estructural, acero inoxidable AISI 410.

Algunos materiales usados en la Aeronáutica:

Aleación Al-Ag 5052; Al 5052-H34; Al 5052-H38; Aleación Al-Mg 5083; Al-Mg 5086; Al 5086-H36; Al 5086-H112, etc.

Al 6061 forjado a mano; Al 5061 estructural.

También se usa el magnesio como base, aleado con zinc; es usado también el Torio y el Circonio aleado con magnesio.

Otro base magnesio Torio y Manganesio y otras aleaciones de metales no ferrosos.

Otro elemento muy utilizado es el Titanio y sus aleaciones,

Aceros usados en la Aeronáutica.

Es poco el uso del acero en la aeronáutica, solo son usado aceros al carbón como el AISI 1025. Los austeníticos y los que tengan propiedades beams, columns y torsión.

Como se ha observado los estructurados de los satélites son fundamentalmente de aluminio y sus aleaciones con magnesio, manganeso y plata.

Hasta el Mariner II (26 Agosto 1962), se vuelve a usar para los materiales del sistema de lubricación el acero inoxidable 303 pero sus partes estructurales de material inorgánico siguen siendo de aleación de aluminio A-356. Es Explorer XIV (27 Octubre 1962) usa en su sistema de lubricación, material de acero inoxidable y teflón (politetrafluoroetileno).

El Explorer XVI y XVII (2 Abril 1963), usan acero inoxidable 410, para sus estructura de material inorgánico.

En el TELESTAR I (10 Julio 1962) observamos la ausencia total de acero en cambio encontramos materiales orgánicos como teflón, poliestirenos, polietileno, nylon, dacron, fibra, vidrio epoxyco y otros como baterías nuevas de níquel-cadmio y los cerámicos.

El Telestar II (7 Mayo 1963), es construido igual que el I.

El Mercury-Atlas (Septiembre 1961-15 Mayo 1963), uso en sus materiales estructurales inorgánicos, un acero normalizado 4130.

RESUMEN DE LA SELECCION DE MATERIALES PARA USO OPTIMO

(Space Mat. Handbook)

Son candidatos potenciales para materiales metálicos estructurales, los metales y aleaciones de magnesio, aluminio, berilio, titanio y acero.

Los metales refractarios Cb, Mo, Ta y W se consideran para otras aplicaciones especiales o son substituidos por cerámicos.

MATERIALES UTILIZADOS EN LA AERONAUTICA HASTA 1975

a).- *Cápsulas Espaciales.*- En su construcción son utilizadas las resinas que pueden ser: rígidas, semirígidas y flexibles o también mezclas de polímeros.

b).- *Materiales Ópticos.*- Para éstos se usa cerámica amorfa, algunos cristales simples ópticos de potasio, bromo, cloruro de sodio, fluoruro de litio. Se separan en categorías, vidrios ópticos, silicas, filtros de vidrio coloreado, como safiro, germanio, silicón, fluoruro de magnesio, fluoruro de calcio y ioduro de cesio.

c).- *lubricación.*- Los separadores no son de metal sino de materiales como el Teflón, polimide, nylon, que es donde se aplican lubricantes como aceites y grasas.

Hasta 1975, no se ha vuelto a utilizar el acero en la composición estructural de materiales para el espacio, sino solo materiales no ferrosos como el aluminio, magnesio, manganeso, titanio y los anteriormente mencionados.

No se tiene observación por parte de la NASA (NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION) sobre utilización de aceros en sus materiales, pero si ha avanzado un poco el uso de materiales cerámicos y plásticos.

CAPITULO III

ACERO Y FUTURO. LOS NUEVOS MATERIALES.

Los nuevos materiales plásticos y cerámicas.

En su afán de proporcionar materiales más resistentes y útiles a sí mismo, el hombre ha buscado insensatamente, nuevos materiales que si no substituyen a los ahora usados como los aceros, si proporcionan otras características útiles para trabajos de desgaste y corrosión de los cuales se ha hablado en el capítulo anterior con lo cual hemos encontrado la posibilidad de usar alternativamente los plásticos y los cerámicos; por las propiedades que presentan ante los efectos de corrosión por ejemplo y así mismo algunos con dureza recomendable.

Antecedentes Históricas.

El material más antiguo que el hombre trabajó fue la cerámica. Hace más de 10 mil años que se conocieron sus primeras aplicaciones por sus características elementales, como la dureza mecánica, resistencia al ataque químico y a los cambios térmicos.

De cerámica natural el hombre fabricó sus primeras herramientas, contenedores y aún los techos para cubrirse. Después vino la manufactura de ladrillos, la alfarería, el cemento y el vidrio.

Uno de los fenómenos que mayor impresión causó a Descartes, fue la obtención del vidrio, comentó "Cómo de aquellas cenizas con la simple intencidad de la acción del calor, se formaba el vidrio, me parecía tan maravillosa como ninguna otra naturaleza".

Los romanos usaron el cristal para hacer espejos de no muy clara imagen. En Venecia en el siglo XVI, se logró pulir y perfeccionar de tal manera una lámina de cristal, que cubriendo su parte superior con una amalgama de plata se creó un excelente espejo. Ante un espejo no cabe el autoengaño, reproduce los estragos de la edad, del vicio, de la depreciación, de la enfermedad, pero también muestra los efectos de la salud, del buen vestir, de los hornamentos que la persona se coloca, de la confianza en sí misma.

En Holanda se llevaba trabajando el vidrio y fabricando lentes y en 1590 Zacharias Jansen (óptico), inventó el microscopio compuesto y quizás también el telescopio.

El vidrio plano causó un profundo impacto en la vida social del hombre y en la vida del hogar.

A mediados del siglo XV la mitad de las casas de Viena, tenían cristales obteniendo éstos un lugar definitivo en la proyección y construcción de viviendas y así contribuyendo a la integración del ser humanos con su medio ambiente. En las casas holandesas los cristales dejaron pasar la luz evidenciando el polvo y la mugre provocando el desarrollo de los hábitos de limpieza y aseo y todo gracias a la extensión del uso del cristal transparente. (tomado del trabajo Química, Arte y Sociedad. Diplomado 1992, de García Sáiz: José María-García Fernández Horacio).

En la actualidad la fabricación de estos productos es muy importante y solo se le conoce a la cerámica por estas aplicaciones.- Poca gente conoce el inmenso campo que se ha desarrollado en este siglo con materiales cerámicos.

-LOS PLÁSTICOS FRENTE AL ACERO.

El acero ya no reina en el mundo por lo cual debe repartir su popularidad con otros materiales, por ejemplo con los plásticos. Estos han creado nuevos oficios han abierto mercados vírgenes y han modificado las formas de vida, imponiéndose de pronto en la civilización.

Evoluciones Culturales.

El hábitat ha sido transformado por ejemplo, el vidrio plano ha abierto nuestro espacio a la luz, los electrodomésticos con gran predominio del plástico, ejerce una real influencia sobre nuestra forma de vida. El polietileno al sustituir las palanganas y otros recipientes de chapa esmaltada o galvanizada, salva a los oídos urbanos del molesto tintineo de los materiales metálicos arrastrados.

Asociación de Materiales.

Los materiales se asocian para potenciar sus propiedades, por ejemplo el vidrio se une a los plásticos para el parabrisas, la madera reconstituida gracias a los adhesivos se hace isotropa. La familia química de los poliésteres termoplásticos, permite fabricar telas tejidas para imitar por ejemplo la seda, no tejidas utilizadas en obras públicas, en calzados y en tapicería de automóviles.

Variedad y Adaptabilidad de los Plásticos.

El progreso de los materiales plásticos es ejemplar, pues proviene de la gran variedad y de la relativa adaptabilidad de sus características.

Actualmente se cuenta con muchas decenas de polímeros de base y existe una gran diferencia entre el polietileno de la palangana doméstica y la poliamida que desafía temperaturas de 250°C.

Los polímeros proporcionan miles de materiales diferentes, gracias también a las numerosas cargas materiales que se les pueden adicionar. Las resinas pueden ser

reforzadas con fibra de vidrio, carbono, poliamida aromática, aramida kevlar, con fibras cortas o largas mono o multidireccionales o también tejidas.

Los plásticos alivianados tienen la principal ventaja de aumentar la rigidez de las piezas aumentando a igual peso los espesores; Además son mejores aislantes térmicos.

Por su espectro de propiedades, los plásticos y sus compuestos son a partir de ahora capaces de competir con casi todos los materiales, desde la madera y las aleaciones ligeras hasta el acero, el titanio y el vidrio.

Influencia de los Plásticos.

En un auto moderno hay más de 100 materiales diferentes en su construcción; acero, fundición, aleaciones de aluminio, resinas sintéticas plásticas o elastoméricas vidrios, etc. Pero algunos objetos más modestos son muy complejos en su composición, por ejemplo un bolígrafo de los más simples. Incluye tres plásticos y dos metales diferentes y desde hace muchos años la punta de ello ya no es completamente de metal, la parte central de latón está envuelta con resina cargada de polvo metálico que da la impresión de metal.

Se debe a este tipo de economía (el Plástico), que el precio de este lápiz haya permanecido invariable en moneda corriente desde hace 30 años. Los plásticos tienen una gran importancia cuanto mayor es su oportunidad de intervenir en la resolución de casi todos los problemas principales de este fin de siglo; economía de energía, de materias primas, de divisas, conquistas de los océanos y del espacio, producción, comunicación y salud. Y en cada uno de estos sectores siempre se distingue una misma gama de materiales, los plásticos.

Una propiedad importante de los plásticos es su capacidad de absorber sin deformación permanente mucha más energía que los metales; esto justifica el empleo de sintéticos en las protecciones (defensas para choques), así como también para los resortes de láminas y suspensiones que comienzan a desarrollarse.

Golpe duro a la Corrosión

La resistencia de los plásticos a la corrosión es algo muy importante a su favor, para su aceptación. Recordemos que la corrosión le ha costado una decena de miles de millones de dólares a los automovilistas norteamericanos en 1975 y 70 mil millones al conjunto de contribuyentes de los Estados Unidos, o sea, el 4-2% de su producto bruto nacional.

El muy económico polietileno puede resistir también como un acero especial o el titanio a numerosos agresivos químicos. En cuanto a los plásticos fluorados que desafían a los ácidos, oxidantes, solventes y además poseen muy bajos coeficientes de fricción; están presentes tanto en las sartenes Tefal de las cocinas, como en la industria química en funciones de protección o en piezas masivas.

En lo sucesivo en muchas aplicaciones los metales solo deberán su mantenimiento a un revestimiento plástico que les de una buena resistencia a las agresiones químicas.

Por otra parte la resistencia a la corrosión que favorece la longevidad de los materiales responde a la economía de recursos naturales.

-Mezclas cerámicas frente al acero.

Las cerámicas son materiales inorgánicos no metálicos; químicamente decimos que es una combinación de uno o más metales con elementos no metálicos generalmente oxígeno, carbón o nitrógeno.

En este siglo se han descubierto una amplísima gama de propiedades y aplicaciones que han transformado la tecnología y consecuentemente la vida moderna. Después de usar la cerámica para la alfarería, cementos, ladrillos hasta el siglo XIX, así como los vidrios coloreados ya en el XX viene un conocimiento íntimo científico de sus propiedades, donde se vio que dependen de su estructura cristalina así como de sus componentes, Paso definitivo el análisis por difracción de rayos X a las estructuras cristalinas de donde se encontraron y clasificaron.

Propiedades.

El secreto de las propiedades de las cerámicas, radica en la estructura interna, en su composición y en su unión química. Un rubí y un burdo ladrillo, pueden estar hechos de la misma sustancia Al_2O_3 , sin embargo se ven y se comportan en diferente manera.

En la siguiente tabla se muestran comparativamente las cerámicas usadas comúnmente y las nuevas cerámicas.

CERAMICAS TRADICIONALES.

Silicatos.- Arcillas, cementos y vidrios.

Cemento Portland.- Se fabrica desde hace 100 años.

Vidrios.- A base de silicatos de sodio y calcio.

Fabricación de cal.

Porcelanas.- Para artesanía artística (alfarería) y grano fino.

Esmaltes porcelanizados.- Son recubrimientos de silicatos vitreos en metales.

Estructurales de Arcilla.- Ladrillos y productos para la construcción. Arcillas horneadas 40%.

Refractarios pesados no arcillosos.- Magnesita, cromita.

Abrasivos.- Carburo de Silicio y óxido de aluminio.

Cerámicas Nuevas.-Tienen propiedades tales como resistencia a la temperatura, resistencia química, propiedades mecánicas excepcionales, propiedades eléctricas muy especiales.

Oxidos Cerámicos Puros.- Componentes especiales para eléctricos y refractarios.

Cerámicas para usos nucleares (UO₂). combustible de reactores nucleares.

Cerámicas eléctrico-ópticas.- Transformadores de información eléctrica a información óptica o que la función óptica obedezca comandos de una señal eléctrica. El PLZT, que es sirconato titanato de lantano y plomo.

Cerámicas Magnéticas.- Base de las unidades de memoria magnética para circuitos de computadoras y muy útiles para aplicaciones electrónicas en micro-ondas de alta frecuencia.

Monocristales.- Reemplazo de cristales naturales muy costosos. Se pueden hacer crecer cristales de rubí, zafiros y cuarzo, en el laboratorio éstos se usan para producir rayos laser.

Otra variedad importante de cerámicas nuevas es la que se describe ya como componentes modernos utilizados en la electrónica.

Cerámicas Ferroeléctricas.- Son usadas en la fabricación de componentes electrónicos por su alta constante dieléctrica, porque mejora los circuitos electrónicos.

Compuestos metal-cerámicos.- Para fabricación de maquinarias industriales y de refractarios (cerments).

Esmales para aluminio.- Parte importante de la industria de la arquitectura.

Vidrios no Silicosos.- Usados para la transmisión infrarroja.

Vidrio-cerámicas.- Material cerámico altamente cristalino.

Tamices cerámicos.- Para separar compuestos de diferente tamaño molecular.

Oxidos cristalinos libres de poros.- Obtenidos de alúmina, itria, espinela, magnesita y ferritas.

Nitruros, boruros y carburos cerámicos.- Son utilizados para fabricar componentes para turbinas de gas e importantes abrasivos como el carburo de silicio y el de boro.

CERAMICAS SUPERCONDUCTORAS

Estos materiales han provocado gran revolución en el mundo científico, constituyendo uno de los principales temas de estudio e investigación a nivel mundial.

El término superconductividad significa, propiedad de algunos materiales con conductividad infinita; podemos decir que es la desaparición abrupta de la resistencia eléctrica, cuando el material se enfría a la temperatura crítica, es más que un conductor

perfecto. Este descubrimiento de las cerámicas superconductoras de alta temperatura crítica fue realizado en 1986 por J.G. Bednorz y K.A. Müller.

Otra característica básica de los superconductores es su comportamiento magnético o sea presentan el efecto Meissner.

Durante mucho tiempo se creyó que los superconductores no eran otra cosa que conductores perfectos, hasta que en 1933 Meissner y Oschenfeld encontraron que los materiales en el estado superconductor son diamagnetos perfectos, esto es cuando se aplica un campo magnético externo a un superconductor por debajo de la temperatura crítica éste es rechazado por el material (Efecto Meissner).

Otras aplicaciones de los superconductores, es la miniaturización de las tabletas de los circuitos integrados ya que el calor generado de los materiales metálicos convencionales limita el tamaño de los componentes o la posibilidad de fabricar supercomputadores extremadamente veloces.

Aplicaciones.

Electroimanes superconductores. - Se emplean en:

Laboratorios de Investigación, como en la resonancia magnética nuclear y la microscopía electrónica de alta resolución.

Biología. - En el estudio de los efectos en el crecimiento de plantas y animales y para analizar el comportamiento de los animales al aplicar campos magnéticos grandes.

Química. - Cambio de los mecanismos de reacción cuando se tienen iones magnéticos.

Medicina. - Estudio del cerebro humano ya que se pueden detectar los campos magnéticos diminutos que genera el cerebro; arreglo de arterias, para secar tumores y curar aneurismas sin cirugía.

Sistemas de Transporte. - Los trenes sobre los rieles sin tener fricción (levitación), para obtener velocidades parecidas a las de los aviones.

Generación de Energía Nuclear. - Por fusión ya que no hay desechos radiactivos como en los generadores nucleares por fisión.

Industria. - En la separación de materiales para magnéticos y ferromagnéticos, como en la industria del caucho, donde se separan las sustancias magnéticas de las arcillas.

Contaminación de Aguas. - Se ionizan las aguas y al pasar por el campo magnético estos iones se desvían y se apartan del agua.

Estos nuevos materiales junto con los avances tecnológicos desempeñan un papel fundamental en el futuro. Seguramente la naturaleza nos tiene reservada una gran cantidad de sorpresas y la humanidad por su parte tendrá que buscar y obtener nuevos materiales. (tomado del trabajo Superconductores. En el diplomado de Química 1992.

De Elizabeth Chavira Martínez).

RESPUESTA DE LA METALURGIA.

La metalurgia no ha cesado ni un solo momento ante los avances de los nuevos materiales, creando superaleaciones que resisten temperaturas cada vez más elevadas, contribuyendo a mejorar las turbinas aeronáuticas; también se han desarrollado las aleaciones de titanio y circonio esenciales para la industria química, aeronáutica y nuclear.

Materiales de Acero Nuevos.

Con menos acero se pueden construir las mismas estructuras. Por ejemplo, la Oficina Técnica para la Utilización del Acero, eran necesarios 20kg. de viguetas de acero, para fabricar un metro de piso, en los años treinta; con la generalización del hormigón armado y el proceso en pretensado admisible, realizado por los aceros para hormigón, esta cifra disminuyó a un vigésimo de su valor.

Tanto en el laboratorio como en la fábrica, la metalurgia del hierro avanzó. En 20 años la colada continua se generalizó reduciendo los costos.

Los procedimientos de afinación y de homogeneización en cuchara, la desgasificación al vacío, han mejorado considerablemente la propiedad de las aleaciones.

También se ha llegado a dominar el tamaño y la forma de las inclusiones, de ahí la aparición en los años setenta de los aceros al calcio de maquinabilidad mejorada.

La metalurgia se transforma rápidamente bajo el efecto de la automatización y de la informática. Las piezas son calculadas por computadora (CAD), por su parte las acerías adoptan las técnicas más modernas; modelado y visualización de la colada continua sobre pantalla.

Mientras la fundición y el acero han seguido retrocediendo en la fabricación del automóvil los nuevos aceros de alta resistencia no han cesado de crecer, duplicando su peso en los coches de los últimos 5 años; progresión aún más rápida que la de los plásticos.

En los años ochenta, todavía se distinguía entre los aceros calmados y aceros efervescentes; los primeros eran considerados nobles porque prácticamente no sufrían envejecimiento (degradación de las propiedades mecánicas con el tiempo), actualmente el acero fabricado en colada continua es sistemáticamente calmado por el agregado de aluminio que fija el nitrógeno; casi toda la producción se ha vuelto noble.

Acero contra la corrosión.

El acero también lucha en el frente de la anticorrosión, cualidad que puede reivindicarlo frente a los plásticos.

Hacia los fines de los setenta, casi nada tenía protección contra la corrosión en las carrocerías, la evolución es espectacular, se pasa del 16.5% de chapas pre-revestidas en el viejo Renault R5, al 28.1% en el Renault R25 y al 45% en los últimos Peugeot 205, Se libra una dura batalla internacional entre tres técnicas de protección contra la corrosión, la electrodeposición, la galvanización y la aplicación de una pintura de zinc. Por su parte los metalurgicos buscan especialmente métodos de transformación y acabado que reduzca los costos y garantice mayores rendimientos; la metalurgia de polvos represente una de estas tentativas; retorna a la técnica de los antiguos herreros, que no dominaban la fundición pero juntaban residuos de metal y los martillaban en caliente.

La metalurgia de polvos o sinterización consiste en compactar y después recocer polvos cuyos granos se juntan por interdifusión; es una forma económica para obtener piezas formadas con resistencia mediana por contener porosidades. Para fabricar aceros para herramientas de gran rendimiento se hace un compactado en caliente, bajo fuerte presión seguida eventualmente por un forjado.

Por este mismo método se producen discos de turbinas aeronáuticas de superaleaciones. Sin embargo la metalurgia de los polvos, no tuvo el desarrollo rápido que se preveía en los ochentas, en consideración a sus interesantes propiedades.

CONCLUSIONES.

Breve reflexión en torno al acero y los nuevos metales en relación con la educación química.

La lectura de los párrafos anteriores, nos permite apreciar la importancia de la metalúrgica y la creación de los nuevos materiales en la historia y en la sociedad.

En el caso especial de México, la minería a sido una fuente premanente de trabajo para el mexicano y de riqueza para la nación.

Sin embargo parecería que este hecho se encuentra a la vista del público e incorporado a la cultura popular, cosa que no es así.

Cuando nos asomamos a los contenidos de los programas de química de educación básica y preuniversitaria, nos sorprende la magnitud de la laguna cultural presente en nuestra nación.

El joven mexicano que egresó del nivel pre-universitario, no tiene conciencia clara de lo antes mencionado, por el contrario, frecuentemente asocia el trabajo minero y metalúrgico solo a su cara más desagradable, los efectos contaminantes.

Nadie le ha mostrado los esfuerzos de la técnica moderna, por un trabajo más limpio y menos contraminante, ni mucho menos a estimularlo en el deseo de participar como profesionista en el mejoramiento de esas técnicas de trabajo.

Nada hay en los programas de química que refleje el deseo de despertar el interés y la emoción de los muchachos, por dedicarse a estas áreas.

El autor de este trabajo, piensa que es urgente la modificación de los programas de Química en los niveles mencionados, a fin de llegar a nuevos programas en los que se presente a los estudiantes la aventura maravillosa de cada una de las carreras de Química: metalúrgica, farmacia, química e ingeniería química.

Creemos que esta no es una tarea que deba dejarse en manos de los orientadores vocacionales, sino una responsabilidad que debe asumir el docente de química y lo menos que debe hacerse es apoyarlo, es dotarlo de armas efectivas como debe ser un buen programa de Química.

Por lo tanto se propone incorporar en el primer curso de Química en estudios pre-universitarios (secundaria o preparatoria) los siguientes temas:

-La minería en la historia.

-Impacto económico y cultural del desarrollo de la metalúrgica.

- La minería en México de mesoamérica al siglo XIX.

Para un segundo curso:

-Evolución de la siderurgia en México y en el mundo y su papel en la economía.

-Los nuevos materiales y su perspectiva frente al siglo XXI.

Estos temas en los cursos de Química podrían sembrar interés no solo con la metalurgia sino también con las carreras de ingeniería.

Esto implica recuperar el valor de la Química descriptiva, de manera parcial, frente a la tendencia de los últimos tiempos de fundamentar la educación Química en su aspecto más abstracto y alejado de la cotidianeidad del estudiante.

BIBLIOGRAFIA

- Apraiz Barreiro José. *ACEROS ESPECIALES 2a. Edición.*
Ed. Urmosa España 1965.
- Andre Yves Portnoff - Thierry Gaudin. *LA REVOLUCION DE LA INTELIGENCIA.*
(Informe sobre la educación de la técnica).
- C. Chaussin-G. Hilly. *ELABORACION DE LOS METALES.* Urmos S. A.
Ediciones Bilbao. España 1975.
- Climax Molibdenium Company. *THE ROLE OF MOLIBDENUN.*
Ed. American Metal Climax Inc. Estados Unidos 1962.
- Calus G. Goetzel-Ritten-Singletary. *SPACE MATERIALS HANDBOOK.*
Adison Wesley Publishing. Company Inc. Washington D.C. 1965.
- Charles L. Staugaitis. *SPACE-GRAFT MATERIALS GUIDE.* Ed. NASA.
Washinton D. C. 1875.
- Calvo Rodes Rafael. *EL ACERO SU ELECCION Y SELECCION.* Ed. INTA
Inst. Nac. Tec. Aeronáutica Esteban Terradas. Madrid 1956.
- Elizabeth Chavira Martínez. *QUIMICA Y SOCIEDAD.* Diplomado de Química
Inst. Inves. Mat. UNAN México 1993.
- Felix F. Palavicini. *MEXICO HISTORIA DE SU EVOLUCION CONSTRUCTIVA*
Ed. Libro S. de R. L. México 1970.
- José Apraiz Barreiro. *FABRICACION DE HIERRO Y ACERO.* Ed. Urmosa
España 1982.

- J:C: Scully. *THE DUNDAMENTALS OF CORROSION*. 3a. Edición
Ed. Pergamon. Press USA 1990.
- Lewis Mundorf. *TECNICA Y CIVILIZACION*. Alianza Editorial. 1971.
- Lindenval Nora. *ESTRUCTURA DE LOS ACEROS*. 1a. Edición Ed. Buenos Aires
Argentina 1967.
- Lorenzo Martínez Gómez. *ACERO*. Colección *La ciencia desde México*
Ed. Fondo de Cultura Económica. México 1989.
- Noguez Ma. Eugenia-Salas Guillermo. *UN ENSAYO SOBRE LA METALURGIA EN
MEXICO*. México, D. F. 1992.
- Pierre Philibert. *PROTECCION CONTRA LA CORROSION*. Ed. Presses
Universitaires de France. Francia 1973.
- Roberto Moreno. *MINERIA MEXICANA*. Ed. Comisión de Fomento Minero
México 1984.
- Stephen F. Mason. *HISTORIA DE LAS CIENCIAS*. Ed. Alianza Editorial
Madrid 1984.
- Tretthewey-Chamberlain. *CORROSION*. Ed. Logman Scientific Technical
New York 1984.
- Walter Kiaulehn. *LOS ANGELES DE HIERRO*. Ed. Labor S. A.
Barcelona 1964.
- West Jonh M. *CORROSION Y OXIDACION*. Ed. Limusa. 1a. Edición.
México 1986.
- Genescá Joan-Avila Javier. *MAS ALLA DE LA HERRUMBRE*. Colección
La ciencia desde México. Ed. Fondo de Cultura Económica. México 1986.

-T. Peters Anthony. *PRODUCCION SIDERURGIA*. Ed. Limusa.
1a. Edición. México 1987.

-*Historia de la Humanidad*. Edita la UNESCO.

-García Sáiz-García Fernández. *QUIMICA ARTE Y SOCIEDAD*. Diplomado de
Química (Módulo) 1992. Ciudad Universitaria D. F.