

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Nomenclatura uniforme para los hierros y aceros. ⁽¹⁾

La Asociación Internacional para el Ensayo de Materiales nombró una Comisión especial para que estudiara y propusiera una nomenclatura uniforme para los hierros y aceros. Dicha Comisión está constituida en la siguiente forma:

Presidente: M. Howe H. M., Profesor de Metalurgia en la Universidad de Columbia (Nueva York).

Vicepresidentes: M. Lévy L., Ingeniero Jefe de Minas, Director de la Compañía «Forges de Chatillon, Commentry et Naves Maisons», París.

M. Tschemff D., Profesor, Consejero de Estado, San Petersburgo.

Secretario: M. Sauveur Alb., Profesor en la Universidad de Haward, Cambridge, Mass.

Vocales: M. Van Drummen James, Ingeniero, Profesor en la Universidad de Bruselas.

M. Tüxen H. L. V., Oberstlendant Vofrenhagen.

M. Wedding H., Dr. Geheimvat, Profesor, Berlín.

M. Brauns H., Kommerzienrat, Dortmund.

M. Martín Ed. G., The Hill, Abergavenny, South Wales.

M. Harbord F. W., F. J. C., Assoc. R. S. M., Químico y Metalúrgico.

M. Stead J. E., F. R. S., Laboratorio de Ensayos, Middlesbrough.

M. Le Chatelier H., Inspector general de Minas, Miembro del Instituto, París.

M. Pourcel A., Ingeniero de Minas, París.

M. Koning K. F., Ingeniero del Ministerio de Marina, La Haya.

M. Verole Pietro, Ingeniero Jefe de los ferrocarriles del Estado, Roma.

M. Baalsrud A., Abteilungsingenieur d'Königle norw. Wegeban-Directorats, Cristianía.

M. Dormes A. R. v., Inspector de K. K., Nord-bahn, Wien.

Oficina de Forjas, San Petersburgo.

M. Belelubsky N., Dr., Profesor y Director del Labora-

torio de Mecánica del Instituto imperial de Vías de comunicación, San Petersburgo.

M. Jossa M., Jefe de la Sección de Minas, San Petersburgo.

M. Korobkoff M., General de Ingenieros, San Petersburgo.

M. Snitnoff S., Director de la Fábrica de Pontiloff, San Petersburgo.

M. Campbell H. H., Ingeniero metalúrgico de la Compañía «The Pennsylvania Steel», Filadelfia.

M. Campbell W., Profesor de Metalografía en la Universidad de Columbia, Nueva York.

Esta Comisión presentó su primera Memoria en el Congreso de Bruselas de 1906; estaba dividida en cuatro partes:

1.ª Un vocabulario poliglota con los nombres de las principales clases de hierros y aceros en inglés, francés, alemán, sueco y danés.

2.ª Las definiciones inglesas de las principales clases de hierros y aceros.

3.ª Una relación de las dimensiones y de las formas especiales de los hierros y aceros.

4.ª Una nota sobre la línea de reparación entre el hierro y la fundición.

El Congreso se declaró conforme con dicha Memoria, rogando a la Comisión que continuara sus trabajos agregando al vocabulario poliglota los términos italianos y españoles y que consultara a las Sociedades siguientes:

Association de Ingenieurs sortis de l'Ecole des Mines de Liège.

The Iron and Steel Institute.

Le Comité des Forges de France.

The American Institute of Mining Engineers.

Verein Deutscher Hüttenleute.

Jerukontoret.

Editores de Technologician.

La Memoria que ahora presenta la Comisión comprende también cuatro partes:

1.ª Vocabulario poliglota con los nombres de las principales clases de hierros y aceros en inglés, francés, italiano, español, alemán, sueco, danés y holandés.

2.ª Definiciones inglesas de las principales clases de hierros y aceros y de los elementos microscópicos que constituyen estos metales.

3.ª Relación de las dimensiones y formas especiales de los hierros y aceros.

4.ª Informes de Sociedades.

(1) Memoria presentada por la Comisión 24 de la Asociación Internacional para el Ensayo de Materiales en el Congreso de Copenhague. Septiembre de 1909.

I

Vocabulario poliglota con los nombres de las principales clases de hierros y aceros y de los aparatos en que se producen en inglés, francés, italiano, español, alemán, sueco, danés y holandés.

NOMBRES				NOMBRES			
Inglés	Franceses	Italianos	Españoles	Alemanes	Suecos	Daneses	Holandeses
Especies.				Especies.			
Cast iron	Fonte	Ghisa	Fundición de hierro	Roheisen if not remelted, Gubeisen if remelted	Tackjern Gjutjern	Raajern naar dotikke ers omsmeltet eller Stobejern	Gietyzer (ruwyzer)
Variedades.				Variedades.			
White cast iron or pig iron	Fonte blanche	Ghisa bianca in pani, Ghisa bianca	Lingote de hierro blanco y fundición de hierro blanco	Weibes Roheisen	Hvitt tackjern	Hvidtjern	Witgietyzer (witruwyzer)
Gray cast iron or pig iron	Fonte grise	Ghisa grigia	Lingote de hierro gris y fundición de hierro gris	Graues Roheisen	Gratt tackjern	Graatjern Graat Raajern	Grauw gietyzer
Mottled cast iron or pig iron	Fonte truitée	Ghisa trotata	Lingote de hierro truchado y fundición de hierro truchado	Halbiertes Roheisen	Hagelstatt or Halfhwitt or half-gratt tackjern	Spragletjern	wit korreliggietyzer
Pig iron (white, gray, mottled, etc.)	Gueuses de fonte ou fonte en gueuse	Ghisa	Lingote de hierro	Gubeisen Roheisen (in Masseln oder Gansen), Gubeisen (weib, grau, halbiert)	Tackjern	Pigjern or Raajern	Ruwyzer (gemeleerd)
Hot metal, or direct metal	Fonte de première fusion?	Ghisa da prima fusione liquida	Metal caliente ó metal directo	Remelisen Roheisen, Gubeisen erster Schmelzung	Tackjern direct gjetet fran Masugnén	Smeltet Raajern	Ruwyzer eerste gieting
Basic cast iron or pig iron	—	Ghisa basica in pani	Lingote de hierro básico	Thomasroheisen	—	Thomas Raajern	Thomas ruwyzer
Hematite cast iron or pig iron	—	Ghisa ematite in pani	Lingote de hierro hematites	Hamatitroheisen	—	Haematit Raajern	Haematitruwyzer
Malleable pig iron	—	Ghisa per affinazone	Lingote de hierro para fundición maleable	Schmiedbares Gubeisen	—	Hammerbart-Stobejern	Smeedbaargietyzer
Washed metal	Fonte épurée	Metallo defosforato	Fundición de hierro refinada ó lavada	Entphosphortes Roheisen	Tvattad	Affosforet Raajern	Ontphospherd gietyzer
Refined cast iron	Fonte mazée	Ghisa affinata	Fundición de hierro refinada ó depurada	Gebeintes Eisen	Raffineradtjern	Raajern til Hardfriskning	Gezuiverd gietyzer
Charcoal hearth cast iron	Fonte mazée	Ghisa al carbone di legna	Fundición refinada al carbón vegetal, en fuego de afinería	Herdfrischeisen Holzkohlen Herdfrisch-Roheisen	Tackjern for hardfarskning	Raffineret Raajern	Houtskolen gietyzer
Alloy cast iron	Fontes spéciales	Lega di ghise (ghise speciali)	Aleaciones de hierro colado	Sondergubeisen	Special tackjern	Special Raajern	Special gietyzer
Especies.				Especies.			
Malleable castings	Fonte malléable	Pezzi fusi (getti) di ghisa malleabile	Piezas de fundición de hierro maleable	Schmiedbares Gubeisen or schmiedbarer Gub	Aduceradtjern	Hammerbart Stobejern, Hammerbart Stobegods	Smeedbare gieting
Steel	Acier	Acciaio	Acero	Stahl	Stal	Staal	Stal
Variedad A.				Variedad A.			
Called steel because cast initially into a malleable mass 1. Soft or low carbon steel, or ingot iron	Acier doux, acier extra doux, fer fondu	Lingotto di ferro omogeneo (acciaio dolce)	Hierro fundido	Flubeisen ⁽¹⁾	Gotmetall	Staal Blodstaal	Smeltyzer Vloeizyer
2. Half hard and hard, or medium and high carbon steel, or ingot steel	Acier fondu, acier mi-dur, acier dur	Lingotto d'acciaio, duro, semi-duro	Acero fundido	Flubstahl ⁽¹⁾	—	Haardstaal	Vloeistaal
Sub-variedades.				Sub-variedades.			
Bessemer steel	Acier Bessemer	Acciaio Bessemer	Acero Bessemer	Bessemer-Flubeisen Bessemer-Flubstahl	Bessemerstal	Bessemer staal	Bessemer staal
Open hearth steel	Acier Martin Siemens acier sur sole	Acciaio Martin	Acero de Solera	Flammofen-Flubeisen Flammofen-Flubstahl	Martinstal	Martinstaal	Frischstaal. Siemens Martinstaal
Crucible steel	Acier au creuset	Acciaio al crogiuolo	Acero de crisoles	Tiegelfubeisen Tiegelflubstahl	Degelstal or Degelgjutstal	Digelstaal	Kroerzenstaal
Cast steel	Acier au creuset	Acciaio fuso	Acero fundido	Gubstahl	Gjutstal	Stobestaal	Gietstaal
Steel castings	Moulages d'acier	Pezzi di acciaio colato	Piezas de acero colado	Flubwaren	Stalgjutgods	Staalstobegods, or Facongods	Vormgietaal

(1) Según Wedding, cuando la resistencia del metal es superior á 50 kgs. por mm.² se denominará Flubstahl, y cuando sea inferior Flubeisen. El metal soldado, con resistencia superior á 42 kgs. por mm.², se llamará Schweibstahl, y si es menor Schweibeisen.

NOMBRES				NOMBRES			
Ingléses	Franceses	Italianos	Españoles	Alemanes	Suecos	Daneses	Holandeses
Variedad B.				Variedad B.			
Weld steel, or wrought steel called steel because it is capable of hardening greatly by sudden cooling	Fer fort ou fer dur	Acciaio saldato Acciaio fucinato	Acero soldado	Schweibstahl or Schweibeisen ⁽¹⁾	Wallstal, rarely used, no equivalent	Svejsestaal	Welyzer Welstaal
Sub-variedad.				Sub-variedad.			
Blister steel, also called cemented and converted steel	Acier poule, acier cémenté, acier de cémentation	Acciaio cementato Acciaio al crogiolo Acciaio a carburacione esterna cementato	Acero cementado	Zementstahl	Blasstal, Brannstal, Cementstal	Blaerestal or Cementstaal	Cementtaal
Shear steel	Acier raffiné une fois corroyé	Acciaio damascato (acciaio saldato)	—	Schweibstahl	—	Svejsestaal	Welstaal
Puddled steel	Acier puddlé	Acciaio pudellato	Acero pudelado	Puddelstahl	Puddelstal	Puddelstaal	Puddelstaal
Variedad C.				Variedad C.			
Alloy steels	Alliages à base de fer, aciers spéciaux	Lega di acciai (acciai speciali)	Aleaciones de acero	Sonderstahl	Special stal	Special staal	Specialostaal
Especies.				Especies.			
Wrought iron (or weld iron, or in Great Britain, malleable iron)	Fer soudé	Ferro fucinato Ferro saldato	Hierro forjado Hierro soldado	Schmiedeseisen and Stabeisen	Smidesjern Lancashire jern	Svejsjern	Welyzer
Variedades.				Variedades.			
Puddled iron	Fer puddlé	Ferro pudellato	Hierro pudelado	Puddeleisen	Puddeljern	Puddjern	Puddelyzer
Bloomary or knobbed iron	Fer au bois (obtenu au Bas-Foyer)	—	—	Herdfrischeisen	Lancashire Franche-Comté or Walloon jern	Haerd friskt jern (always refers to Lancashire iron from Sweden)	Puddel of frischzyzer

(1) Según Wedding, cuando la resistencia del metal es superior á 50 kgs. por mm.² se denominará Flubstahl, y cuando sea inferior Flubeisen. El metal soldado, con resistencia superior á 42 kgs. por mm.², se llamará Schweibsthal, y si es menor Schweibeisen.

En la formación de este Vocabulario no se ha pretendido que resulte completo, se ha considerado suficiente que comprenda las variedades interesantes para la Asociación. Los términos italianos han sido facilitados al *The Iron and Steel Institute* (1), por M. F. B. Rognetta (Romo), por el Dr. V. Sevieri (Piombino), por la Sociedad Siderúrgica de Savona y por M. Peter A. Jackson (Stabilimento Armstrong Pozzuoli), los españoles por el Coronel Sr. Cubillo (Trubia).

Se han hecho numerosas adiciones á las relaciones de los equivalentes alemanes, suecos, daneses y holandeses á instancias de *The Iron and Steel Institute*, del editor de *Stahl und Eisen*, del Profesor J. H. Hannover (Copenhague), de M. J. L. TERNEDEN (Berlín), de M. Paul ZETSCHE (Libau) y del Profesor WEDDNIG, y se han corregido algunos nombres. La Comisión cree que el Vocabulario es bastante completo para las necesidades actuales y que debe contener pocos errores y faltas de ortografía.

II

Definiciones.

Alloy cast irons (aleaciones de hierro colado), fundiciones que principalmente deben sus propiedades á elementos distintos del carbono.

Alloy steels (aleaciones de acero), aceros que principal-

mente deben sus propiedades á la presencia de elementos distintos del carbono.

Basis pig iron, en América, lingote de hierro (pig iron), que contiene una dosis tan pequeña de silicio y de azufre que con facilidad se puede convertir en acero por el procedimiento básico en el horno Siemens. El término expresado se aplica únicamente al lingote de hierro que contiene menos del 1 por 100 de silicio.

En Inglaterra y en el Continente, lingote de hierro con una cantidad tan pequeña de silicio y de azufre que se puede convertir fácilmente en acero por uno de los procedimientos básicos de Bessemer ó sobre solera básica. Este lingote de hierro contiene un 1 por 100 ó algo más de manganeso, 1,5 á 3 por 100 de fósforo, menos del 1 por 100 de silicio y del 0,1 por 100 de azufre. Las demás variedades tratadas por uno de los procedimientos básicos de Bessemer ó sobre solera no se consideran como lingote de hierro básico, sino sencillamente como fundición fosforosa (1).

(1) Este párrafo se ha consignado á petición de M. C. H. Ridsdale. M. J. E. Stead confirma que esta definición se aplica en Inglaterra al lingote de hierro básico. El Profesor H. Wedding escribe:

«El lingote de hierro básico americano es completamente distinto del alemán. En Alemania, la fundición básica y la fundición Thomas (Thomasroheisen) son una misma cosa. En América, esta denominación se reserva para la fundición que contiene menos del 1 por 100 de silicio, sin prescripción alguna respecto del fósforo, mientras que la fundición básica alemana (Thomasroheisen) ha de poseer más del 1 1/2 por 100 de fósforo y contiene en realidad menos del 0,5 por 100 de silicio.»

(1) *Journal of The Iron and Steel Institute*, Sept. 1907.

Bessemer pig iron, lingote de hierro con dosis pequeñas de fósforo y de azufre, las suficientes para que se pueda convertir en acero por el procedimiento primitivo de Bessemer, ó sea por el ácido. En América se aplica aquella expresión al lingote de hierro con menos del 0,1 por 100 de fósforo; en Inglaterra al mismo lingote cuando su dosis de azufre ó de fósforo es inferior al 0,06 por 100 (1).

Blown metal es el metal al rojo obtenido por la purificación de la fundición de hierro en el convertidor Bessemer, sin la eliminación subsiguiente del oxígeno absorbido durante la operación.

Bessemer steel (acero Bessemer), acero obtenido con el procedimiento Bessemer ácido, cualquiera que sea su dosis de oxígeno.

Blister steel (acero cementado), acero obtenido por la carburación del hierro forjado (*wrought iron*), cuando se le calienta con materias ricas en carbono. También se puede producir carburando un acero con dosis pequeña de carbono.

Gran parte del acero cementado del comercio se obtiene por la cementación del hierro forjado de Suecia con carbón vegetal.

Ciertas críticas—entre otras la de que la definición del «*Blister steel*» (acero cementado) facilitaría el fraude—se fundan en un error sobre el verdadero objeto de toda definición. Este objeto es el de expresar con brevedad la significación de una palabra, marcando los límites que separan la cosa descrita de aquellas otras con las que se podría confundir. Que la protección contra el fraude no se exige á las definiciones, lo demuestran las definiciones corrientes. ¿Tendría lógica alguna que la definición de caballo excluyese á los viejos, enfermos ó defectuosos?

Ninguna definición debe ni puede ofrecer el menor obstáculo al fraude. ¿No sería conveniente definir el acero cementado de tal manera que excluyera al fabricado con el hierro pudelado ó con una fundición fosforosa ó sulfurosa, pudelada ó tratada con carbón vegetal? Sería un verdadero absurdo definir el acero cementado como «un hierro sueco en barras cementado con carbón vegetal», eliminando todos los aceros cementados franceses, alemanes y americanos, con lo cual no se impediría el fraude. Las personas poco delicadas pueden fabricar hierros suecos en barras, ricos en fósforo ó azufre, convertir planchuelas de hierro sueco, ú ofrecer aceros mal ó insuficientemente cementados.

Es apenas discutible la proposición que consiste en restringir el campo de aplicación de la expresión «*Blister steel*» (acero cementado), excluyendo todas las barras de hierro que no sea sueco, es decir, los aceros con la misma dosis de carbono que el acero cementado y preparado con cualquier hierro forjado, puro ó impuro, en un carburante sólido, líquido ó gaseoso. Sin embargo, sobre la necesidad más ó menos esencial de la existencia de burbujas (*Blisters*) pueden manifestarse opiniones muy distintas. La Comisión cree que un acero Bessemer carburado por cementación debe denominarse «*Blister steel*» (acero cementado), aunque carezca de burbujas, así como que la expresión fundición (*cast iron*) comprende, hablando con propiedad, todos los hierros muy carburados, principalmente los que se obtendrían cementando el hierro forjado hasta que la dosis de carbono fuera del 4 por 100, metal que hasta la fecha no se ha fundido. En resumen, la opinión de la Comisión es que la cualidad esencial de la fundición (*cast iron*) la constituye

su composición y no el hecho de que haya sido fundida, y que la del «*Blister steel*» (acero cementado) también su composición y no las burbujas.

Gran parte del acero cementado del comercio se fabrica con hierro forjado sueco cementado con carbón vegetal.

Cast Iron (fundición de hierro), genéricamente hablando, es todo hierro con una dosis tal de carbono ó de su equivalente, que no es maleable á ninguna temperatura. Específicamente, piezas de fundición de hierro que no son lingotes, ó fundición de segunda fusión conveniente para moldear aquellas piezas por oposición al «*pig iron*» ó al «*cast iron in pig*» (lingote de hierro), etc. (Véase «*pig iron*»). Por ejemplo, los «*cast iron pigs*» ó «*pig iron*» (lingotes de hierro) se funden y moldean en columnas, ruedas dentadas y otras formas especiales según las necesidades de cada caso. Estas piezas así preparadas se llaman específicamente «*cast iron*» (fundición de hierro), y tal es, en el lenguaje comercial, el sentido corriente y restringido de la expresión «*cast iron*» (fundición de hierro).

La Comisión recomienda que la dosis del 2,20 por 100 de carbono constituya la línea divisoria entre la fundición de hierro y el acero, porque parece que es la dosis crítica que corresponde al punto «a» de los diagramas de Roberts-Austen y Roozeboom, según se deduce de los resultados obtenidos por Carpenter y Keeling. La Comisión no está en situación de dar su opinión sobre la significación de este punto crítico (1).

M. J. E. Stead opina que no es conveniente situar en una dosis tan baja, 2,2 por 100, aquel límite.

Cast steel (acero fundido) significa, en el comercio del acero, acero al crisol, expresión anticuada y que debe abandonarse, porque puede comprender otras clases de acero fundidos (2).

Cemented steel (acero cementado), sinónimo de «*Blister steel*».

Charcoal hearth cast iron (fundición refinada con carbón vegetal), fundición de hierro en la que el silicio, y á veces también el fósforo, han debido eliminarse en el horno de carbón vegetal, pero que contiene la cantidad de carbono suficiente para constituir una verdadera fundición de hierro.

Converted steel (acero cementado), sinónimo de «*Blister steel*».

Crucible steel (acero de crisoles), acero fabricado por el procedimiento del crisol, cualquiera que sea su dosis de carbono.

Gray pig iron y gray cast iron (lingote de hierro), lingote de hierro ó fundición moldeada, en cuya sección de rotura el hierro ha quedado oculto, casi en totalidad, por el

(1) El Profesor Wedding dice que en Alemania se denomina «*pig iron*» (lingote de hierro) ó «*cast iron*» (fundición de hierro) á todos los productos metálicos de los hornos altos, y parece que no está conforme con el establecimiento de una línea de separación entre la fundición de hierro y el acero. Brinell cree que el límite 2,20 por 100 de carbono se excede en la práctica.

(2) Esta modificación en la definición del «*cast steel*» (acero fundido) con relación á la primera Memoria de la Comisión, se funda en una variación propuesta por M. C. H. Ridsdale, quien, además, hace observar que la significación de este término debía limitarse al acero fundido en moldes, por oposición al acero laminado ó forjado, etc. Si bien es verdad que dicha limitación sería muy conveniente, tendría el defecto de ser contraria á la acepción generalmente admitida para estos términos, siendo el deber de la Comisión la definición tan precisa como sea posible, de los significados corrientes asignados á los diversos términos, con preferencia á intentar la mejora arbitraria de la nomenclatura.

(1) Esto último se ha agregado á petición de M. C. H. Ridsdale.

grafito, de tal manera que el color de aquélla es el gris del grafito.

Hematite pig iron (lingote de hierro hematites), lingote de hierro hecho con minerales ingleses de hematites con dosis tan pequeña de azufre y de fósforo, que aquél puede utilizarse en el procedimiento ácido Bessemer. Por analogía, esta expresión se emplea para designar todo lingote de hierro que contiene, relativamente, muy poco azufre y fósforo. Dicha expresión no se emplea en América.

Hot metal ó direct metal (metal caliente), fundición de hierro que ha salido del horno alto antes de solidificarse.

Esta expresión se aplica generalmente al metal fundido que se toma directamente en el horno alto para llevarle al taller de fabricación de acero.

Ingot iron (hierro fundido, acero muy dulce), acero fundido primeramente en masa maleable con una dosis tan pequeña de carbono, ó de sus equivalentes, que no puede adquirir un temple muy duro por enfriamiento brusco y completo al rojo. La expresión se usa raras veces en Inglaterra: en su lugar se emplean las «mild steel», «low carbon steel» ó «soft steel» (acero dulce, acero con poco carbono). En América, el límite entre el acero dulce y el semi-duro le determina la dosis de 0,20 por 100 de carbono (1).

Ingot steel (acero fundido), acero fundido, por de pronto, en masa maleable con bastante cantidad de carbono ó de sus equivalentes, para adquirir un temple enérgico por enfriamiento brusco. La expresión se emplea rara vez en Inglaterra, donde se la sustituye por estas otras: «hard steel» ó «high carbon steel» (acero duro, acero con mucho carbono).

Malleable castings (piezas de fundición de hierro maleable), piezas fabricadas con fundición maleable.

Malleable cast iron (piezas de fundición de hierro maleable), fundición de hierro preparada como la fundición de hierro maleable que adquiere esta propiedad con un tratamiento ulterior sin fusión.

Aunque la denominación inglesa de esta variedad haga suponer que se trata de fundición de hierro («cast iron»), en realidad no es así, sino que corresponde á una especie de hierro independiente porque no posee la propiedad característica de la fundición de hierro; esto es, su gran fragilidad. Así como la expresión «malleable castings» (piezas de fundición de hierro maleable) se emplea con mucha frecuencia, esta otra «malleable cast iron» (piezas de fundición de hierro maleable), rara vez se usa. Es de sentir que el término vulgar, pero inevitable, sea «malleable», que se emplea como sustantivo. Por poco que se respete el idioma propio, siempre será preciso emplear una circunlocución para hablar del metal que constituye una pieza moldeada con fundición de hierro maleable.

Malleable iron (hierro maleable), sinónimo de hierro forjado (wrought iron), expresión empleada en Inglaterra, pero no en los Estados Unidos, á no ser por negligencia y queriendo decir «malleable cast iron» ó vulgarmente «malleable».

Malleable pig iron (lingote de hierro maleable), expresión comercial que se usa en América para el lingote de hierro que puede transformarse en fundición de hierro maleable por fusión, por un tratamiento especial en estado líquido, por colado en estado de fundición de hierro frágil transformada inmediatamente en fundición de hierro malea-

ble sin nueva fusión. Esta expresión ha de ser empleada con mucha prudencia para evitar confusiones. El metal descrito se denomina también «malleable iron» en el comercio americano; pero conviene evitarla porque también tiene la acepción antigua «wrought iron» (hierro soldado), firmemente arraigada en Inglaterra.

Mottled pig iron y mottled cast iron (lingote de hierro truchado y fundición de hierro truchado), lingote de hierro y piezas de fundición de hierro con estructura truchada, esto es, que presenta zonas blancas en las que no se ve el grafito y otras grises en que se le ve.

Openherarh steel (acero de solera), acero fabricado en el horno Siemens, cualquiera que sea su dosis de carbono.

Pig iron (lingote de hierro), fundición de hierro que se moldea directamente en lingotes á la salida del horno, denominación que se aplica también, aunque de una manera arbitraria, á la fundición de hierro líquida que se ha de moldear en lingotes, ó á la que se encuentra en tal estado que con facilidad se le puede dar esta forma.

Plate iron, nombre que en Inglaterra se da con frecuencia á la fundición de hierro refinada.

Puddled iron (hierro pudelado), hierro soldado obtenido por pudelación.

Puddled steel (acero pudelado), acero obtenido por pudelación, el cual necesariamente ha de contener escorias (véase «weld steel»).

La única diferencia del hierro forjado consiste en que es más rico en carbono, y difiere en los demás aceros en que contiene muchas escorias.

Reffined cast iron (fundición de hierro refinada ó depurada), fundición de hierro de la que se ha eliminado la mayor parte del silicio con la acción del calor de afinación, pero que contiene bastante carbono para constituir una fundición característica.

Shear steel, acero que se obtiene del cementado cortando éste en barras cortas, con las que se forman paquetes que se sueldan por la acción del laminado ó con el martillo á temperatura conveniente. Si se repite la formación de los paquetes, el producto obtenido se denomina «double shear steel».

Steel (acero), hierro maleable, por lo menos entre ciertos límites de temperatura, y que además:

- a) Se ha moldeado formando una masa maleable inicial.
- b) Ó es susceptible de sufrir un temple enérgico por enfriamiento brusco.
- c) Ó que posee simultáneamente las dos propiedades anteriores. La variedad a comprende también el hierro fundido que una vez moldeado sería maleable. Existen, por lo tanto, las dos variedades siguientes: «ingot iron» (hierro fundido) y «ingot steel» (acero fundido). (El acero al tungsteno únicamente es maleable al rojo) (1).

Steel cast (acero fundido), está constituido por el acero

(1) M. C. H. Ridsdale aconseja que se añada. En la Gran Bretaña esta dosis es de 0,10 á 0,15 por 100.

(1) M. Alexandre Pourcel escribe que admite la clasificación de hierros y aceros presentada por M. Greiner al Congreso celebrado por la Asociación en París en 1900. M. Greiner dice: «Los hierros sólo se diferencian de los aceros por el procedimiento de fabricación, de tal manera, que todo metal fundido maleable es acero, y todo metal maleable sin fundir es hierro. Sin embargo, es preciso distinguir: 1.º, el lingote de hierro, que es un metal fundido que no tiene maleabilidad; 2.º, el hierro, metal maleable sin fundir; y 3.º, el acero, metal fundido y maleable. Constituye una objeción seria, aunque no capital, contra esta clasificación el hecho de que lo que hasta ahora se ha llamado acero cementado es hierro.»

sólido Bessemer, Siemens-Martín, de crisoles, ó por otros aceros libres de escorias, sin forjar ni laminar, y que se dedica á la fabricación de piezas moldeadas de acero. Por ejemplo, «steel cast gun» significa cañón de acero moldeado, sin forjar ni laminar. «Cast steel gun» significaría que el cañón está fabricado con acero de crisoles, al cual únicamente se aplica la expresión «cast steel».

Steel castnigs (piezas de acero colado), piezas sin forjar ni laminar hechas con acero Bessemer, Siemens-Martín, de cristales, etc. Los lingotes podrían entrar en esta denominación; pero el término «steel castnigs» se emplea con más restricción, tanta que excluye los lingotes y sólo comprende las piezas fundidas con formas especiales, sin forja ni laminado alguno; en caso contrario, dichas piezas se llaman estampadas (drop forgings).

Washed metal (fundición de hierro refinada ó lavada), fundición de hierro de la que se ha eliminado la mayor parte del silicio y del fósforo con la escoria rica en hierro que se forma al aplicar el procedimiento Bell-Krupp ú otro análogo, sin que por esta circunstancia disminuya mucho la dosis de carbono, de tal manera, que por el valor de ésta el producto obtenido puede clasificarse como fundición. La expresión «washed metal» se aplica aun cuando dicha dosis sea algo inferior á la que caracteriza la fundición.

Weld iron (hierro forjado, hierro soldado), sinónimo de «wrought iron», es una expresión que hoy día no se emplea.

Weld steel (acero soldado), hierro que contiene bastante carbono para admitir un temple enérgico por enfriamiento brusco y bastantes escorias porque se obtiene por la soldadura de partículas de metal semifluidas en un baño de escoria, como en el pudelado, pero sin eliminación posterior de las escorias por fusión. Esta expresión tampoco se usa.

White pig iron y *white cast iron* (lingote de hierro blanco, fundición de hierro blanco), metal en cuya sección de rotura se observa muy poco, ó ningún grafito, de tal manera que su aspecto es blanco y plateado.

Wrought iron (hierro forjado, hierro soldado), hierro maleable con escorias, que no adquiere temple por enfriamiento brusco.

Wrought steel (acero soldado), sinónimo de «weld steel». Se usa muy poco.

Definiciones de los elementos microscópicos de los hierros y aceros.

(METARALES)

Estas definiciones se fundan en propiedades conocidas é indiscutibles de cada elemento, y no en su naturaleza ó constitución íntima que se encuentra actualmente en discusión, estado en que permanecerá todavía algún tiempo más por razón de la complejidad de su génesis y de la imperfección de nuestros medios de observación. Sin embargo, se agregará á las definiciones un resumen de las opiniones más importantes sobre la constitución de aquellos elementos.

El Presidente de la Comisión propuso la palabra «metal», análoga á mineral, como equivalente de la expresión «elemento microscópico», porque muchas veces estas sustancias no tienen nada de microscópicas, como son el grafito del lingote de hierro y la cementita primaria del ferro-manganeso. Por otra parte, la palabra «elemento» es algo vaga; los gases en estado de oclusión y el óxido de hierro disuelto son, sin duda alguna, elementos constitutivos, pero

muy difícilmente «metarales», de la misma manera que el ácido carbónico disuelto en un agua mineral no es realmente un mineral que pueda ser considerado como uno de sus elementos.

Observación preliminar.—Los aceros al carbono puros y comerciales se componen normalmente, en la zona IV (figura 1.), de: 1, austenita; y en la zona IX, de: 2, ferrita y de: 3, cementita, mezcladas parcial y mecánicamente en forma de: 4, perlita (totalmente, en el caso de un acero eutectoide). Cuando la austenita pasa á ferrita y á cementita por enfriamiento, el metal recorre las fases siguientes: 5, martensita; 6, trostita; 7, sorbita; si se le calienta, experimenta la misma transformación, pero en sentido inverso (1). Aunque no parece que existe zona alguna en la cual se presenten normalmente y en equilibrio las fases 5, 6 y 7, sino todo lo más una línea matemática, se puede conservar por retraso en un enfriamiento brusco, lo mismo que sucede con la austenita en condiciones favorables. Además, la presencia de grandes cantidades de carbono, de manganeso y de níquel baja los límites de las zonas IV y IX y aumenta el retraso, facilitando así la conservación de la austenita y de la martensita en frío, y descendiendo, en los casos extremos estos límites por debajo de la temperatura atmosférica, se puede también desarrollar, en una zona que abarcaría muchos grados de temperatura, la línea matemática de existencia de la martensita.

Austenita.—Solución sólida de carbono (ó de carburo de hierro), en el hierro *gamma*, estable por encima de la zona crítica (2). Con las temperaturas superiores á la zona crítica, todas las aleaciones hierro carbono, y, por lo tanto, todas las variedades de acero al carbono y de hierro fundido contienen austenita, mezclada con grafito cuando la dosis de carbono es grande.

Con enfriamiento lento, al pasar por la zona crítica, la austenita se transforma en perlita, mezcla mecánica, en proporciones definidas, de ferrita y cementita, con ferrita libre ó cementita libre también, según que el acero sea hypo ó hyper-eutectoide. La austenita se puede conservar en frío cuando el metal se enfría á partir de una temperatura superior á la correspondiente á la de la zona crítica, con rapidez suficiente para impedir la transformación total de aquel elemento. Sin embargo, tal conservación sólo es posible en presencia de una gran cantidad de carbono que obra como un freno, impidiendo la transformación, ó de otro ú otros elementos como son el manganeso y el níquel que ejercen una acción análoga aun con enfriamiento lento cuando estos cuerpos son abundantes; por ejemplo, el acero con 25 por 100 de níquel es austenítico aunque se enfríe lentamente.

Cuando la austenita se conserva en frío por la acción del carbono, del manganeso y del níquel en cantidades que exceden muy poco de las estrictamente necesarias, se puede transformar en martensita con choques ó deformaciones. La austenita es, por regla general, mucho más dulce que la martensita y algo más dura que la ferrita (Osmond); no es magnética y tiene una gran resistencia eléctrica.

(1) Algunos autores han descrito otros elementos de transición, la osmandita y la troosto-sorbita (fases intermedias entre la troostita y la sorbita); la Comisión cree que estos términos representan elementos de existencia hipotética, que no son necesarios ni se han empleado bastante para justificar su admisión con carácter definitivo.

(2) Se entiende por zona crítica en estas definiciones la zona de temperatura comprendida entre las temperaturas críticas A3, A2 y A1.

En las preparaciones microscópicas la austenita aparece con color claro, llenando los espacios que dejan entre sí las agujas cristalinas y oscuras de martensita que generalmente la acompañan.

Martensita.—Es un elemento de carácter transitorio que corresponde á la primera fase de transformación de la austenita cuando el metal entra en la zona crítica. Durante el enfriamiento lento en esta zona, la martensita se transforma en perlita (ferrita + cementita).

glia general á los lados de un triángulo, cruzándose unas con otras. Por los procedimientos corrientes de ataque, la martensita adquiere una coloración más oscura que la austenita; la cementita y la ferrita, pero menos que la troostita: tomando ciertas precauciones, puede aparecer blanca. Si bien es verdad que los metalurgistas no están de acuerdo sobre la naturaleza exacta de la martensita, se admite generalmente que contiene hierro *beta*, al que debe su dureza, y hierro *alfa*, del que toma las propiedades magnéticas. En

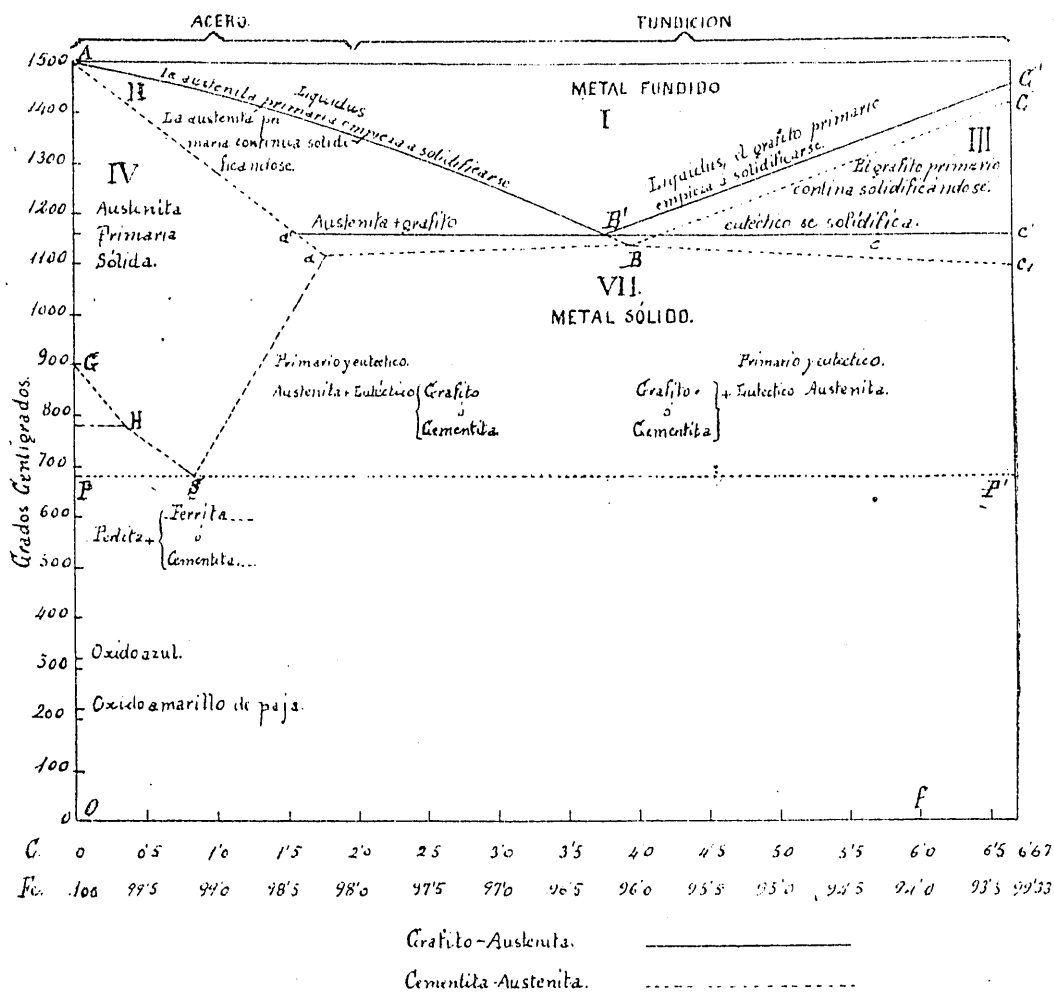


Fig. 1.

Para que la martensita se conserve en frío, es preciso que el enfriamiento sea bastante lento á fin de que se pueda formar, pero no tanto que permita su descomposición, condiciones que generalmente se realizan con el temple industrial del acero, que consiste en enfriar el metal con rapidez á partir de una temperatura superior á su zona crítica, sumergiéndole en agua fría ó en otro líquido conveniente. Por lo tanto, la martensita es el elemento corriente del acero al carbono templado, acompañada generalmente por la cementita en los metales que tienen mucho carbono, y por la ferrita en el acero con dosis pequeña de aquel cuerpo. La troostita, que constituye la fase siguiente en la transformación de la austenita, se encuentra con frecuencia en el acero templado del comercio.

Después de la cementita, la martensita es el elemento más duro de las aleaciones hierro-carbono: es muy magnético, y al parecer, la mitad de su carbono se encuentra en forma de carbono de temple.

En las preparaciones microscópicas la martensita aparece en forma de láminas pequeñas irregulares y desgarradas, las cuales, en la sección, forman agujas paralelas, por re-

lo que las opiniones son muy divergentes es en lo que se refiere á la relación en que están el hierro y el carbono: unos creen que la martensita es esencialmente una solución soluble, es posible que anormal, de carbono (ó de carburo de hierro) en el hierro *beta* (Osmand), mientras que otros la consideran esencialmente como una solución de carbono en el hierro *alfa*, negando, en efecto, la existencia del hierro *beta* (Le Chatelier).

Troostita.—Es un elemento de transición que corresponde á la segunda fase de la transformación de la austenita. Se forma con enfriamiento relativamente lento en la región superior de la zona crítica; si se extendiera á toda esta zona la troostita, se convertiría en perlita (ferrita + cementita).

Una velocidad intermedia de enfriamiento que permita que la transformación alcance, sin excederla, la fase de la troostita y que este elemento se conserve en frío se consigue: 1, con el temple en aceite ó en agua caliente; 2, con el temple en agua fría en la zona crítica; 3, con el temple en agua fría á una temperatura superior á la de aquella zona, cuando se aplica el enfriamiento relativamente lento

á las partes centrales de piezas voluminosas ó protegidas con una envoltente delgada. Por otra parte tanto la austenita como la martensita existentes en frío, se transforman en troostita por un ligero recalentamiento á 200 ó 275° C.

Con una dosis determinada de carbono, la troostita es siempre más dulce que la martensita, pero más dura que la sorbita y la perlita. Contiene, probablemente, una gran cantidad de carbono de temple.

En las preparaciones microscópicas, la troostita se presenta en forma de manchas irregulares y granuladas, casi amorfas, más oscuras que la martensita que la acompaña si se emplean los procedimientos ordinarios de ataque.

Los metalúrgicos no están de acuerdo respecto de la naturaleza de la troostita: unos creen que es una solución sólida de carbono (ó de carburo de hierro) en el hierro (en el *alfa* probablemente), mientras que otros, fundándose en que su volumen específico y su resistencia específica son los mismos que los correspondientes á la perlita, sostienen que es una forma coloidal, ó imposible de determinar con el microscopio, de la perlita, que puede estar mezclada ó no con ferrita, cementita, austenita ó martensita, circunstancia que también es imposible reconocer.

Ω.

(Concluirá.)

LOS PUERTOS DE INTERÉS GENERAL

III

Debemos advertir, antes de pasar más adelante en la relación que hemos comenzado y que pretendemos continuar respecto á las obras de los puertos ya declarados de interés general y á cargo del Estado, que tanto los datos ya publicados, como los principales que iremos consignando en lo sucesivo, los tomamos de los informes que se publicaron en 1904 de los Inspectores generales de Caminos, Canales y Puertos D. Juan Ezcurdia, D. José García Morón y D. Eduardo López Navarro, con cuyos informes, insertos también en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, se formó un folleto del que existen ejemplares en la Dirección general de Obras públicas y en su Negociado de Puertos. Mas habiendo ya transcurrido seis años desde que se hizo dicho trabajo por los citados Inspectores, naturalmente, han variado las circunstancias y condiciones de algunas de las obras de los puertos (siquiera no sean de la mayoría de ellos) consignados en aquél; y por ello nos fijaremos, especialmente, en las novedades que en la actualidad aparezcan en las indicadas obras, llamando la atención ó recordando algunas de las más notables que aparezcan en dichos informes, y dejando de éstos los demás, que siempre podrán consultarse en el notable trabajo de dichos Ingenieros.

De los puertos de interés general de las provincias de Guipúzcoa y de Vizcaya, de que nos ocupamos en el artículo segundo de este ligero estudio, se deduce que los más importantes de los pertenecientes á la primera son: el de *Pasajes* en primer lugar; el de *San Sebastián*, más que como puerto comercial, por ser el de la capitalidad, y el de *Zumaya*, por la importancia de su industria de cemento y cales hidráulicas. Y respecto á los pertenecientes á la segunda provincia, aparte del gran puerto de *Bilbao*, pueden citarse como

notables entre los puertos dedicados á la industria pesquera, los de *Bermeo*, *Ondárroa* y *Lekeitio*, y el de *Mundaca* y ría de *Guernica* á cargo de una Junta de obras. Es decir, tres puertos en la de Guipúzcoa y cinco puertos en la de Vizcaya, en los que consideramos justificado con mayor motivo que en los demás puertos de interés general de dichas provincias, el que el Estado haya hecho gastos de relativa importancia para construirlos, atendiendo á su tráfico, al destino especial á que se les dedica y á las ventajas que por una y otra causa puedan haberse obtenido para el servicio público del país y en particular para la zona de aquel litoral.

Puertos de la provincia de Santander.

Los puertos de interés general de dicha provincia son los siguientes: Santander, Castro-Urdiales, Santoña, Laredo, Suances, Comillas, San Vicente de la Barquera y Cabo Quejo.

El puerto de Santander.—Es el puerto de la capital el más importante de los de la provincia; tiene Junta de Obras creada en el año de 1872, la cual lo dirige y administra sus servicios, y, realmente, desde que dicha Corporación tiene á su cargo dichas obras, éstas han adquirido importancia, y se explota el puerto en las mejores condiciones posibles, teniendo en cuenta la necesidad constante de los dragados en la canal para que puedan entrar los trasatlánticos y los grandes buques que la frecuentan, pues el lavado de los minerales que se explotan en aquella comarca lleva grandes cantidades de fango al puerto por las vías adyacentes, que no tan sólo lo obstruyen y dificultan el movimiento en la navegación, sino que ha inutilizado casi por completo, puede decirse, la industria pesquera en aquellas aguas.

Comenzadas las obras principales de dicho puerto en 1873, el trabajo principal y constante en dicho puerto ha sido desde un principio el de los dragados, para encauzar las corrientes, ahondar los fondeaderos y rectificar la canal. Al efecto se adquirió un tren de limpia en 1887. No bastando dicho material de limpia, en 1901, se adquirió una poderosa draga de succión, con un presupuesto de 850.000 pesetas. Y valiéndose de dicho material, han podido quedar los fondeaderos de las boyas con el calado necesario para buques de 16.000 toneladas de desplazamiento.

También se han ejecutado grandes obras de dragado en la ría del Astillero, y ha sido también necesario realizar voladuras de rocas y extracción de arenas, fangos y materiales sueltos con una draga Priestman.

Como quiera que dichos dragados, especialmente en la ría del Astillero, se hicieron necesarios por el vertido de los fangos por las Compañías mineras, se obligó á éstas, por Real orden de 29 de Marzo de 1904, á indemnizar á la Junta, en parte, de dichos gastos; autorizándose asimismo la adquisición de un gánguil de vapor por la misma y á recibir otro de dichas Compañías para auxilio de tan necesarios trabajos.

Las obras más importantes del puerto de Santander, además de los dragados, son: las de *encauzamiento y mejoras en la costa Norte de la bahía*, consistentes en un muro de escollera paramentada en seco entre la bajamar y la coronación, acompañado de un muelle de madera de 5 metros de ancho. Este muro cerró la antigua dársena de la ribera, y el tráfico que se hacía en ella se trasladó á la nueva de Molnedo desde el año de 1898.