

ser, por el control de la orientación de los planos de deslizamiento y del tamaño de los cristales, esto puede hacerse por los tratamientos mecánicos y térmicos.

A L E A C I O N E S .

GENERALIDADES.- Según se vió anteriormente, una de las formas más efectivas de controlar las propiedades de los metales, la constituye sin duda la adición de otro u otros elementos en cantidad suficiente para que sus átomos, intercalados con los del elemento base modifiquen sus propiedades, haciéndolos más duros, resistentes, tenaces, etc. es decir, para formar una aleación.

DEFINICION.- Masa metálica coherente, formada por la asociación íntima de dos o más metales y a veces por metales y no metales (Hierros y Aceros). Lo anterior quiere decir que, para que dos metales formen aleación, se necesita que sus partículas adquieran cohesión entre ellas y se asocien en una forma homogénea, distribuyéndose los átomos de uno en el otro, ya sea en forma de solución de composición uniforme, o como una masa de cristales de dos o más composiciones típicas y de propiedades específicas.

OBTENCION.- En la obtención de aleaciones el proceso más común es el de la fusión de los constituyentes en hornos y vaciado en moldes, para fabricación de piezas vaciadas. En ocasiones se emplea el proceso de Difusión, que consiste en calentar por grandes períodos de tiempo y a temperaturas relativamente altas, el material sólido mezclado con el material difusible (véase cementación), el cual penetra paulativamente a través de las paredes, hacia el centro de la pieza, tal como una gota de tinta se difunde en un vaso de agua.

No debe creerse que la obtención de aleaciones es sencilla y que basta fundir los elementos en la proporción indicada, deben tenerse en cuenta varios factores; agregar fundentes para la eliminación de los óxidos e impurezas, desoxidantes para eliminar el oxígeno absorbido, desgasificantes para eliminar los gases, etc. además, tener en cuenta ciertas propiedades de los elementos para su adición; comunmente se funde 1º el metal de más alto punto de fusión y se agrega al último el más fácilmente fusible. Si el metal es fácilmente oxidable, debe fundirse en atmósfera reductora, por ej: de Nitrógeno o bien fundirlo al vacío, como por ej. el Magnesio, que se enciende fácilmente al aire. Si se van a agregar en pequeñas cantidades metales difícilmente fusibles, debe hacerse en forma de aleaciones base previamente preparada, con un % determinado del elemento.

ESTRUCTURA.- Al verificarse la solidificación de los metales que forman una aleación, resultan un N.º variable de diferentes estructuras (fases), de acuerdo con: el grado de solubilidad mutua de los componentes, su habilidad para combinarse o formar fases intermedias, la velocidad de enfriamiento, los cambios de temperatura y la composición, de aquí que su estudio resulte bastante complicado, máxime si se trata de aleaciones con mas de dos componentes, por esta razón, en la práctica se pueden considerar la mayor parte de las aleaciones como binarias, es decir, formadas por dos compo-

mentos y estudiar practicamente la influencia de otros elementos -- sobre todo si se agregan solo en pequeñas cantidades para comunicar ciertas propiedades.

Para estudiar el comportamiento y desde luego la estructura -- resultante de las aleaciones, se construyen los diagramas de equilibrio.

SOLIDIFICACION.- Para estudiar la solidificación de metales y aleaciones, se construyen curvas de solidificación, tomando las -- temperaturas (ordenadas) contra el tiempo (abscisas), en ellas se observa, cuando se trata de un metal puro, por ej: Bismuto y Cadmio (Fig. # 26), que la temperatura se estaciona al llegar al punto de solidificación durante el tiempo que dure ésta. El cambio de sólido a líquido no siempre es inmediato, sino que en muchos metales y aleaciones se presentan estados de transición, disminuyendo la temperatura sin estacionarse, es decir, que la curva muestra solo una línea de menos inclinación, sin ser completamente horizontal. Tratándose de aleaciones (líneas, c y d de la Fig. 26) la curva de -- solidificación presenta comunmente dos o más puntos de transición -- que corresponden a la formación de las distintas fases.

Fases.- Partes sólidas, líquidas o gaseosas, físicamente homogéneas y con características propias que las diferencian del resto, por ej: si ponemos agua a calentar, al empezar a evaporarse tendremos dos fases: la fase líquida y la fase vapor, las cuales pueden existir dentro de ciertos límites de temperatura y presión (Grados de Libertad) pasados los cuales desaparecen una u otra. En las aleaciones binarias las fases pueden ser: los metales puros, soluciones de los dos componentes, tanto al estado sólido como al estado líquido y compuestos sólidos intermetálicos.

Diagramas de Equilibrio.- Si se toman varios puntos de solidificación de diferentes composiciones de una misma aleación, como ordenada y la composición como abscisa, se obtienen los llamados -- "Diagramas de Equilibrio", todo diagrama de equilibrio de aleaciones binarias consta de dos líneas principalmente, una superior, que representa el principio de la solidificación o sea la transición -- o equilibrio entre el estado líquido y el sólido, por lo cual se llama "Línea de Líquidos" y otra inferior, que indica la solidificación final o total, por lo que se le llama "Línea de Sólidos". A menudo presentan líneas verticales o con cierta inclinación entre ellas, que representan cambios de fases o formación de compuestos intermetálicos. Las áreas comprendidas entre las líneas, representan la extensión de la fase existente bajo las condiciones de concentración y temperatura limitada entre ellas. Estos diagramas son la clave o base para el estudio de las aleaciones, de ellos deducimos las proporciones más adecuadas, los tratamientos térmicos que deben seguirse, las modificaciones que pueden efectuarse, etc. La mayor parte de los diagramas son bastante complicados, pero se pueden considerar varios tipos como clásicos: 1º.- Tipo de capas, --- 2º.- Tipo de solubilidad total, 3º.- Tipo eutéctico, 4º.- Tipo de solubilidad parcial y 5º.- Tipo de combinación. Es frecuente que -- estos tipos solo existan dentro de ciertos límites de composición, cambiando de uno a otro con los cambios de la misma.

1.- TIPO DE CAPAS.- Es el tipo más simple de diagrama de equilibrio, corresponde a la mezcla de metales mutuamente insolubles, --

que no forman compuestos químicos, ni soluciones, o sea que no forman verdaderas aleaciones, por ej: el plomo y el aluminio (Fig. 24) el plomo y el oro, etc. Al observar la Fig. 24 que representa la solidificación de una mezcla de plomo y aluminio, se puede ver que la línea horizontal superior, a 659°C, indica la solidificación del aluminio, al terminar ésta, la temperatura continúa descendiendo sin ningún cambio en la masa, hasta llegar a 327°C, apareciendo otra línea horizontal indicando la solidificación del plomo y que esta es independiente de la composición. Este tipo se llama de capas, no porque los metales se solidifiquen en capas, sino debido a la aparición del diagrama, claro que tratándose de metales de gran diferencia de densidades como es el caso de los anteriores, existe la tendencia a separarse en capas, ya que el más ligero tiende a flotar en el otro, a menos que se les agite continuamente durante la solidificación; pero en otros casos en que la diferencia no es tan notable, por ej: en el plomo y el oro, la masa sólida final puede consistir de cristales de uno de ellos (oro), dispersos en el seno del otro (plomo); para facilitar la obtención de pseudoaleaciones de este tipo, es decir, para lograr la dispersión de un metal en otro, puede hacerse por medio de agitación o bien con la adición de un tercer elemento que sirva de lazo de unión entre los dos primeros.

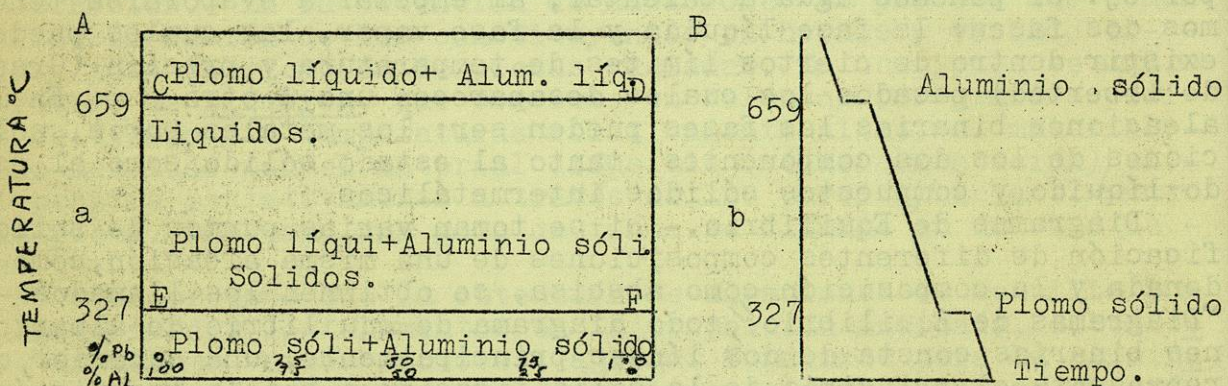


Fig. 24.- Sistema plomo-aluminio. Tipo de Capas. Una aleación de este tipo de importancia industrial se representa en la Fig. 20, corresponde a un Bronce-plomo. El estaño forma solución sólida con el cobre (fondo) la cual se comporta como si fuera un metal simple, el plomo forma una suspensión, que si está bien hecha, queda uniformemente distribuido (Fig. 20 A.) y si no, queda como en la Fig. 20 B. es decir, mal distribuido.

2.- TIPO DE SOLUCION SOLIDA TOTAL.- Estudia las aleaciones de metales mutuamente solubles en todas proporciones al estado líquido y al estado sólido. Se entiende por solución sólida una mezcla de partículas del orden molecular (soluto), en un medio dispersor (disolvente), como en las soluciones líquidas. A estas soluciones se les da el nombre de letras del alfabeto griego Alfa (α), Beta (β), Gamma (γ), etc.

En la Fig. 25 se muestra el diagrama de equilibrio de las aleaciones cobre-níquel, formado por dos líneas que parten del punto de solidificación del níquel (1,455°C), al del cobre (1,083°C), la superior, convexa, es la línea de líquidos y la inferior, cóncava, la de sólidos. Si estudiamos una aleación de composición observamos que

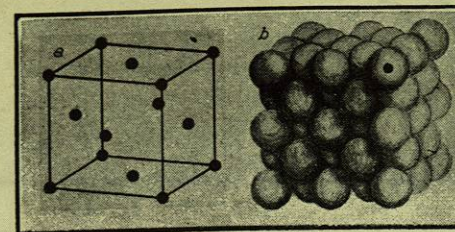


Fig. 16. Tipo A. Red Cúbica, centrada en las caras

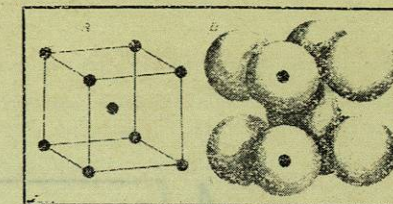


Fig. 17. Tipo B. Red Cúbica, centrada en el espacio.

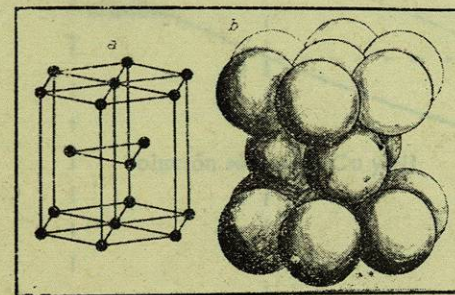


Fig. 18. Tipo C. Red Hexagonal.

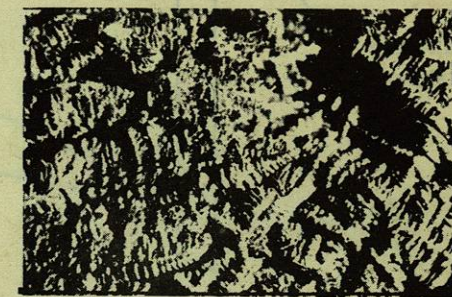


Fig. 19. Macroestructura Dendrítica de una aleación de Aluminio, solución sólida.

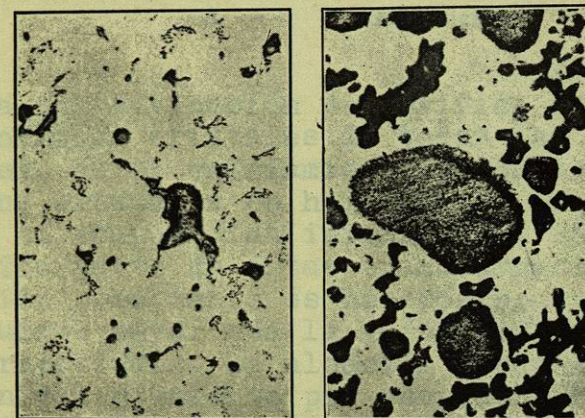


Fig. 20. Bronce Plomo. 100 X. A. Buena distribución. B. Mala.

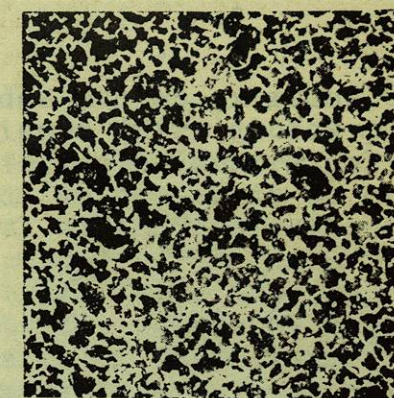


Fig. 21. Acero perlítico eutéctico con 0.83 % C. 500 X.

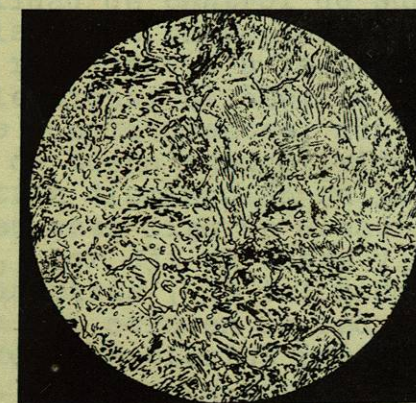


Fig. 22 Acero normal. Red de cementita, poca sorbita y perlita laminar, 500 X.

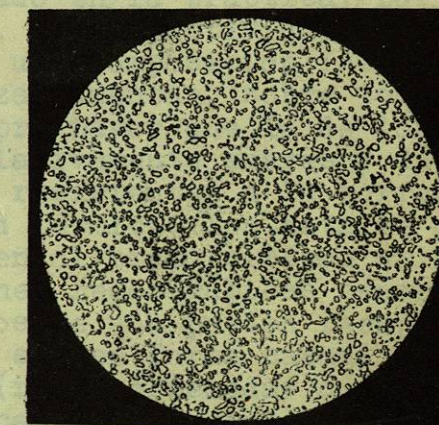
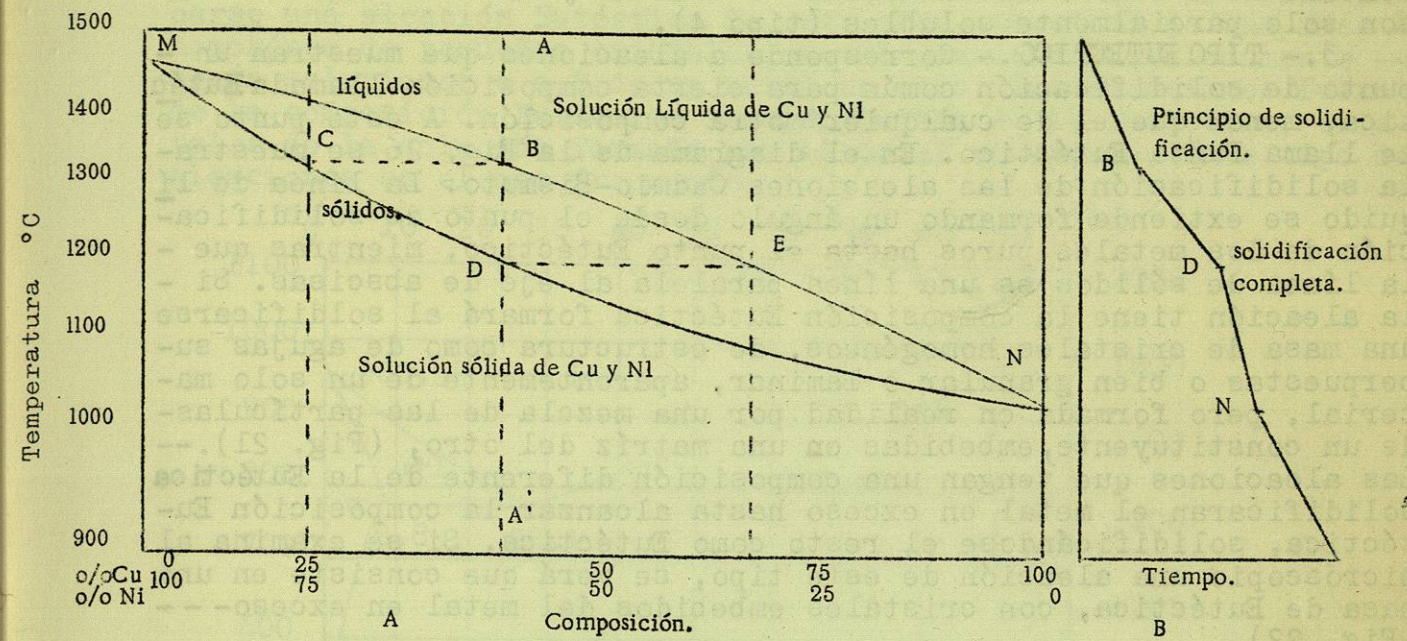


Fig. 23. El mismo, recocido a temperatura y tiempo convenientes. Cementita globular. 500 X.



la solidificación se verifica entre los dos puntos extremos C y E, formando cristales de todas las composiciones entre dichos puntos, pero si el enfriamiento es suficientemente lento (dentro del horno) los cristales se homogenizan, equilibrando su contenido de metales a la composición inicial (A), en cambio, si el enfriamiento es rápido, parte de éstas transformaciones no pueden verificarse y el sólido resultante es heterogéneo y de cristales tanto más pequeños, cuanto mayor sea la velocidad de enfriamiento, cambiando algo sus propiedades. La aleación puede homogenizarse si es necesario, por un calentamiento por encima de cierta temperatura, durante algún tiempo (recocido). Hay casos especiales en que estas aleaciones -- presentan puntos máximos o mínimos a determinada concentración, es decir, en que se juntan en un punto las líneas de líquido y sólido

Este tipo de aleaciones es muy buscado en la práctica, por la facilidad de control de sus propiedades. La conductividad eléctrica disminuye, presentando un mínimo para una composición intermedia y la resistencia a la tensión y la dureza aumentan, sobre todo para aleaciones al 50%; la dureza es siempre mayor que la de los metales constituyentes, son aleaciones relativamente suaves y dúctiles, de buena conductividad eléctrica y resistentes a la corrosión. Muestran disminución en la conductividad térmica. Los metales que forman este tipo de aleaciones pertenecen al mismo sistema cristalino, por ej: el cobre y el níquel tienen redes cúbicas centradas en las caras, de tal modo que los átomos de uno pueden reemplazar a los del otro en la red cristalina, ya sea en forma casual o de acuerdo con ciertos patrones definidos (redes ordenadas o superredes); los cuales son afectados por los cambios bruscos de temperatura, teniendo una temperatura límite para cada composición a la cual desaparece esta condición. También el tamaño de la red atómi-