

CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA Fe- C. FASES DEL FE PURO

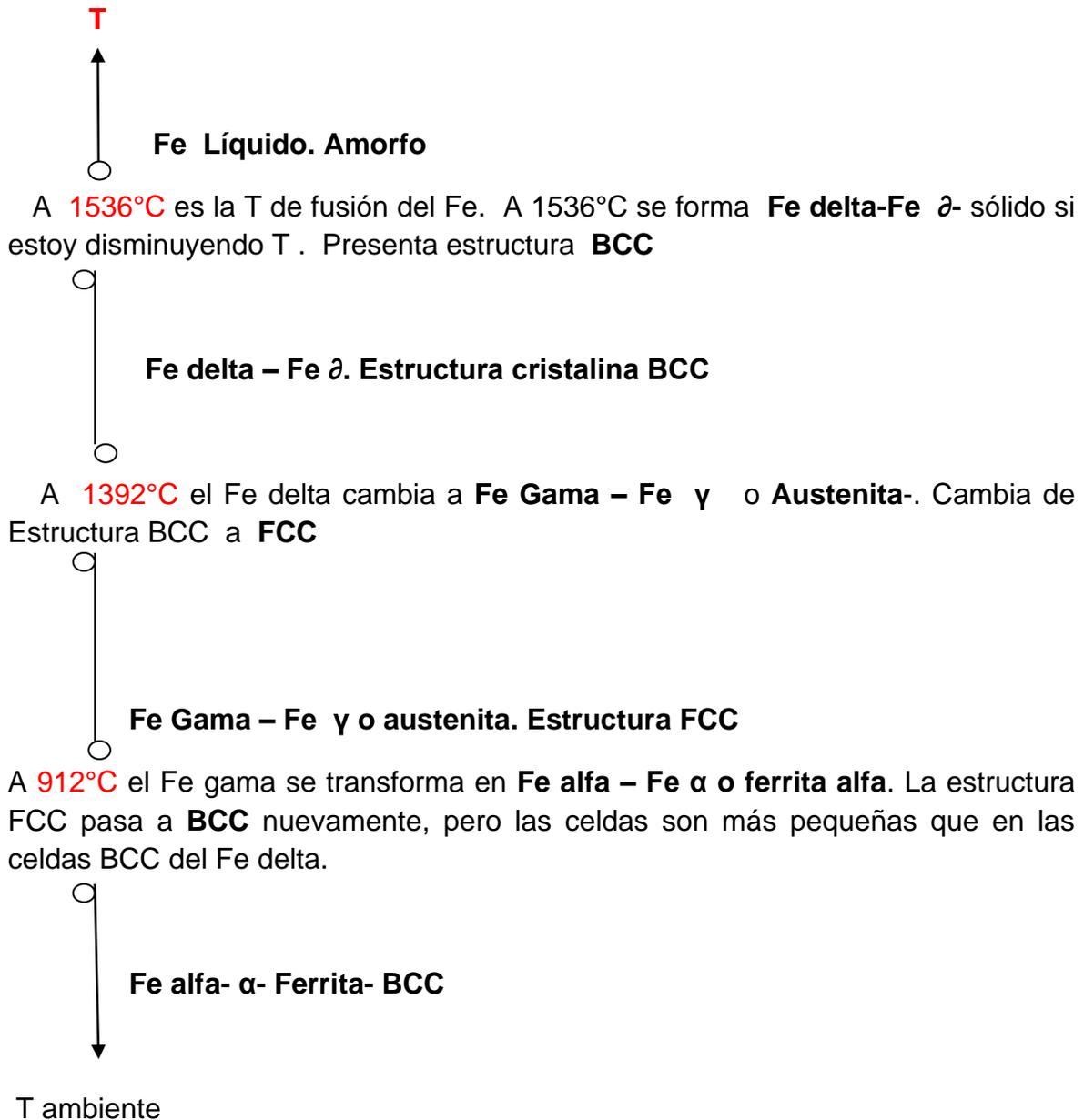


Figura 1. Fases para el hierro puro según varía la T. También llamados estados alotrópicos del Fe. Fuente: propia

Esta línea vertical por tanto representa al Fe puro: 0% de C y además es la línea de T.

Entonces sobre 1536°C el Fe es Líquido.

Entre 1536°C y 1392°C es Fe Delta BCC sólido

Entre 1392°C y 912°C el Fe es Fe gama FCC. Sólido

Entre 912°C y más abajo el hierro es Fe Alfa o Ferrita alfa o $Fe \alpha$, Sólido. **El Fe puro por tanto a T ambiente sólo mostrará Ferrita**

FASES DE LOS ACEROS CONDICIONES DE EQUILIBRIO- DIAGRAMA FE- C

Cuando hablamos de **condiciones de equilibrio** queremos decir **enfriamiento muy lento**.

- Los diagramas de fases son representaciones gráficas de las fases o microconstituyentes (pueden ser fases o mezclas de fases) que están presentes en un sistema de aleación a diversas temperaturas, y composiciones. Generalmente se considera constante la presión = 1 at
- La Temperatura en el eje **y**, la composición en el eje **X**(generalmente en % de un elemento, en este caso % C)
- Nos muestran que fases existen y en que se transforman a ciertas Temp.
- Una fase debe cumplir tres condiciones: **misma composición química, misma estructura cristalina y presentar interfase** (región que separa una fase de otra). Así, si tenemos en un vaso tapado hielo con agua y vapor de agua, habrán 3 fases: en cada región habrá la misma composición(H₂O) pero 3 estructuras distintas- hielo cristalino, líquido amorfo y vapor amorfo pero la estructura del vapor es distinta a la del agua líquida, están más separados las moléculas del vapor. Y entre cada una hay una interfase.
- Una fase también se puede decir que aparece al microscopio de la misma manera aproximadamente.
- Los microconstituyentes pueden ser fases o mezclas de fases
- Un diagrama de fases se puede tratar como un sistema de coordenadas cartesianas.
- Se parte del diagrama anterior para el hierro puro
- Entonces además de estas fases también deben aparecer: la cementita y la perlita. Esto, porque la ferrita a T ambiente solo puede disolver o aceptar

0,002% (2 milésimas de C) y la austenita puede disolver hasta 2,1% pero en los aceros ordinarios al C no aparece a T ambiente. Se da a T superior a 727°C.

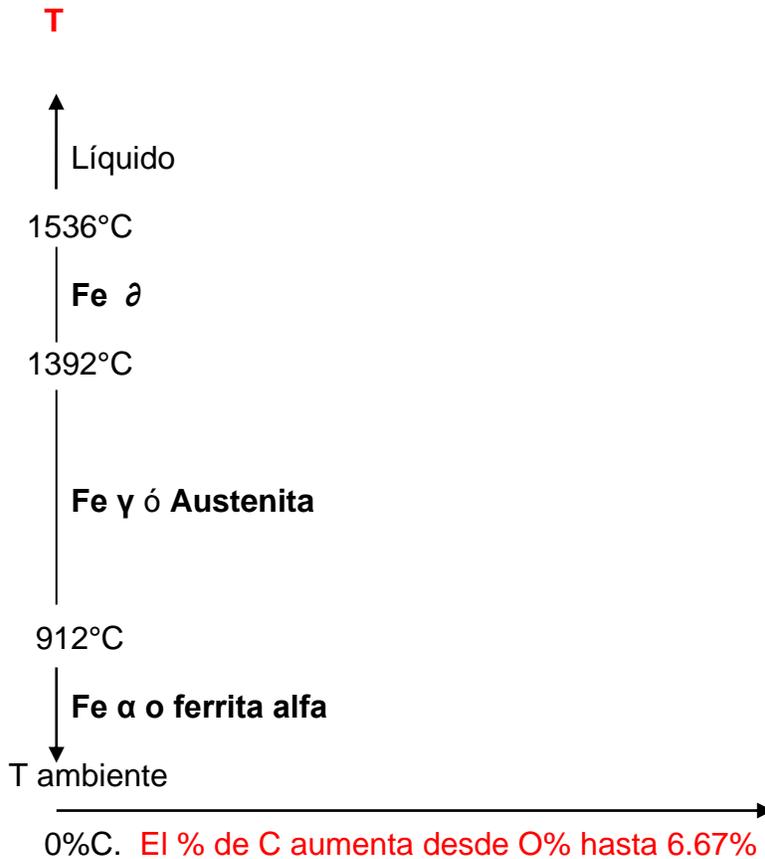


Figura 2. Comienzo del diagrama Fe-C. Fuente propia.

A medida que se agrega C al Fe, aparece el diagrama Fe- C hacia la derecha y nuevas fases además de estas tres anteriores, harán su aparición la cementita y la perlita que es una mezcla de dos fases.

El croquis del diagrama Fe-C es como sigue:

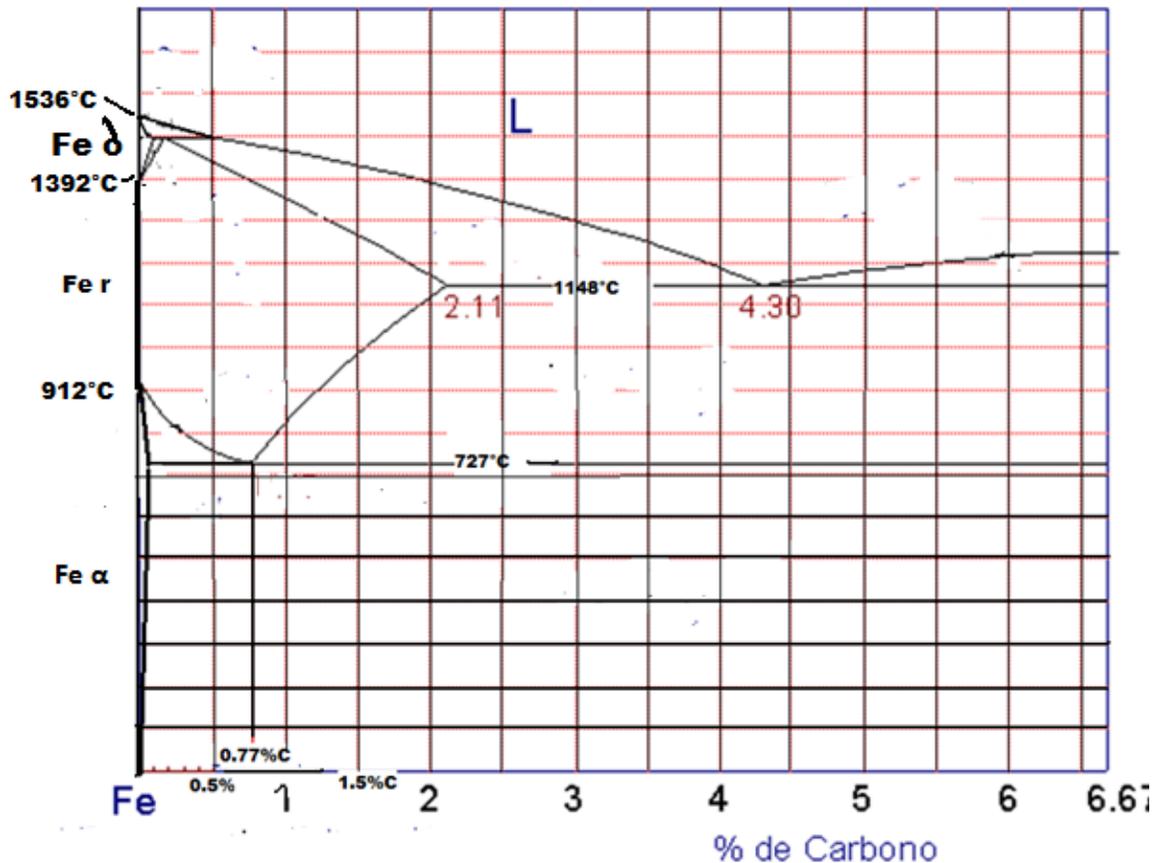


Figura 3. Croquis diagrama Fe-C. Fuente: propia.

Note que la primera línea vertical es exactamente la línea vertical anterior. En el eje **y** van dos temas: la Temperatura en °C y también el Fe puro (0% de C). O sea que este eje representa también al Fe puro, pudiendo por tanto representarse allí las diversas fases del Fe.

Además el % C aumenta hacia la derecha hasta llegar a 6.67%, de allí en adelante no interesa pues no tiene valor comercial por ser materiales muy frágiles debido al alto contenido de C.

Cada división vertical o línea vertical sobre el eje x vale 0.5%C. Cada división horizontal en el eje y vale 100°C.

Existen una serie de figuras o regiones dentro del diagrama. Estas serán regiones monofásicas o bifásicas.

Ahora por extensión al triangulito que está al frente del Fe δ (delta) en la parte superior lo llamamos también δ ; a la región que está delante de Fe γ lo llamamos γ ; y a la que está situada frente a Fe α la llamamos α . La región líquida es toda la región superior del diagrama.

Además a 6.67%C por tener ese mismo %C va la **cementita, Fe₃C, carburo de hierro o fase theta- fase θ**, que se representa por la línea vertical a 6.67%C. El diagrama Fe –C va quedando así:

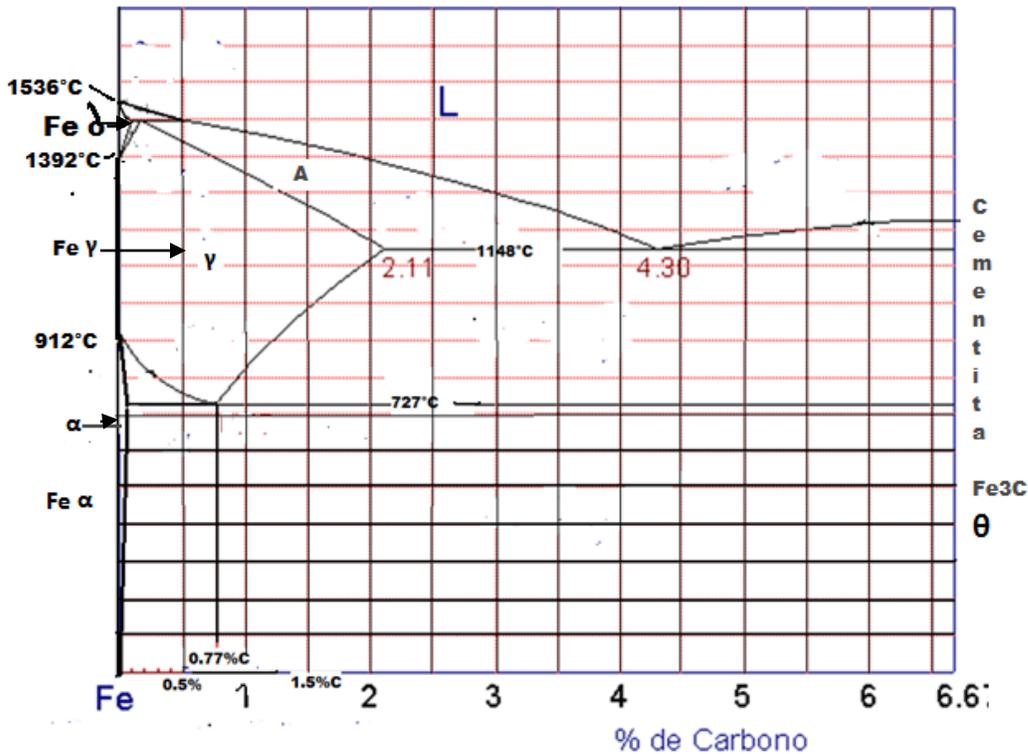


Figura 4. Diagrama Fe-C con las regiones monofásicas. Fuente: propia.

Hasta ahora tenemos como fases importantes de los aceros ordinarios al C en condiciones de equilibrio: ferrita, austenita, cementita, hierro delta.

La siguiente regla es muy útil para acabar de llenar el diagrama: entre dos regiones monofásicas siempre habrá una región bifásica. **O lo que es lo mismo: una región bifásica siempre va estar rodeada de una región monofásica a su izquierda y de otra región monofásica a su derecha.**

Por ejemplo si nos situamos en la región que llamamos **A** , a la izquierda está **γ** , a la derecha está **L**(líquido), por tanto A estará conformada por **γ + L**. De igual manera se llenan todos los espacios restantes.

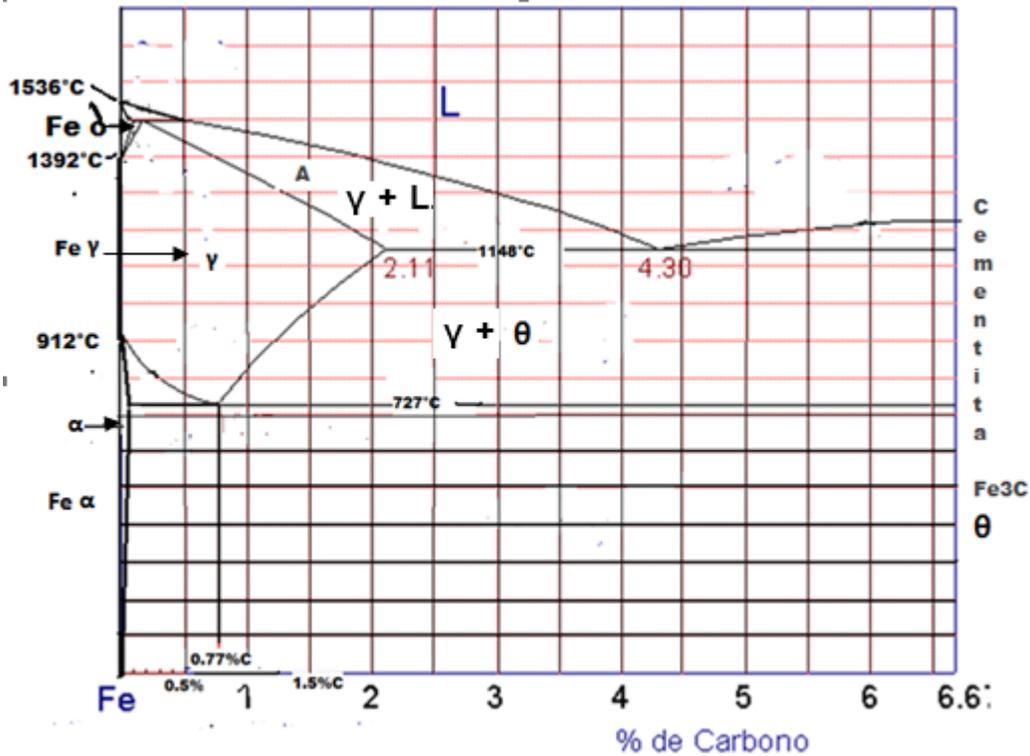


Figura 5. Diagrama Fe-C con regiones monofásicas y algunas regiones bifásicas. Fuente: propia

Pero a 0,77% C ocurre una **mezcla de dos fases llamada Perlita** muy importante para los aceros por sus propiedades.

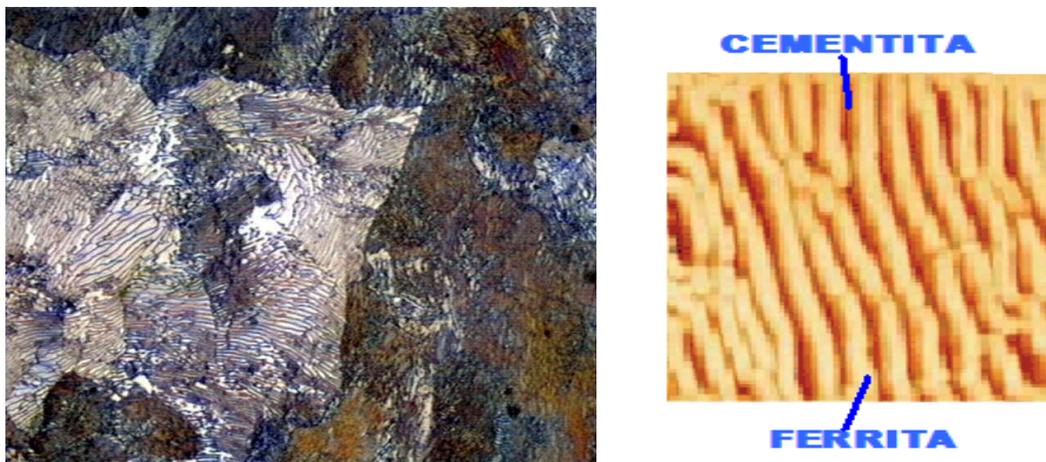


Figura 6. Perlita formada por placas aproximadamente paralelas de ferrita y cementita. Es parecida a una huella dactilar. Fuente:

Los aceros que tienen 0.77%C son llamados aceros Eutectoides y presentan solo Perlita en su estructura. Son aceros de 0.77%C, pero en la práctica tienen un rango más amplio de composición que puede ir de aprox. 0.60 a 0.90 %C.

Los aceros con menos de 0.77%C se llaman aceros Hipoeutectoides. Tienen una microestructura compuesta por ferrita + perlita o en general ferrita más cementita.

Los aceros con un %C de más de 0.77%C hasta 2.1 se denominan aceros Hipereutectoides. Presentan microestructura de perlita + cementita o en general, ferrita + cementita como se puede apreciar en el diagrama Fe-C.

La zona de aceros va desde 0.05C% hasta 2.1%C.

De 2.1%C hasta 6.67%C es la zona de Fundiciones

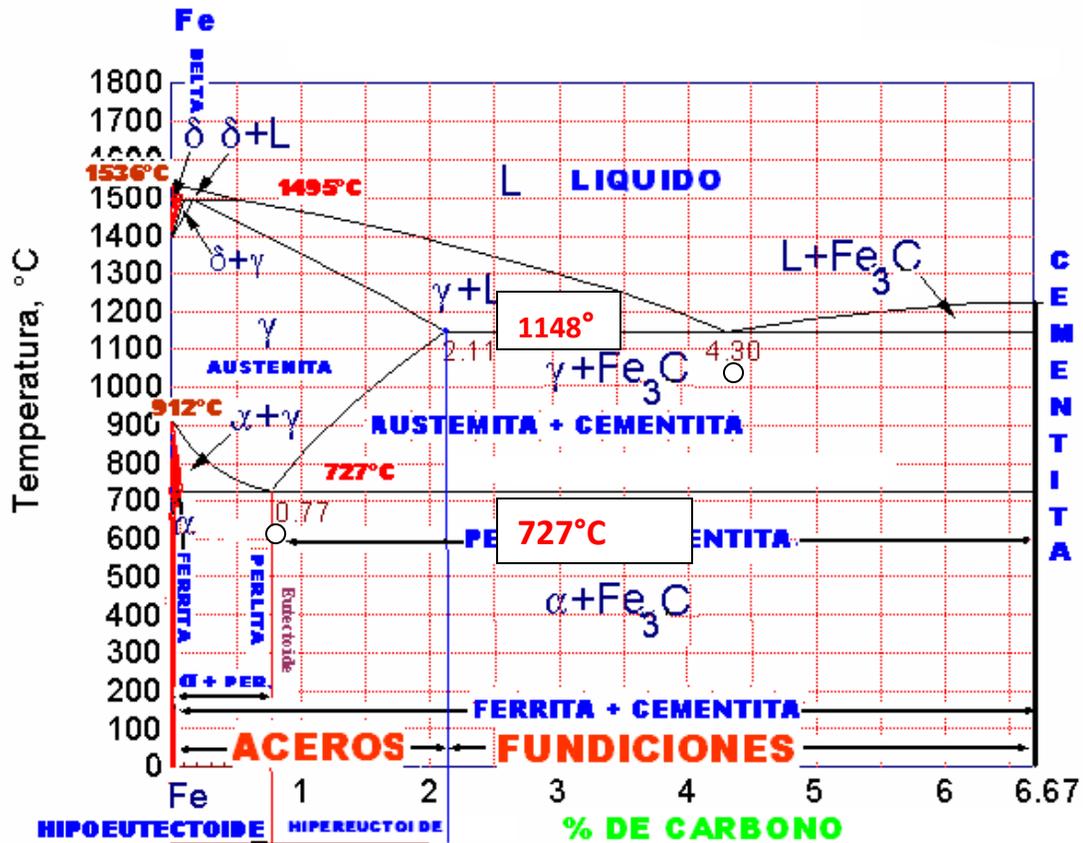


Figura 5. Diagrama Fe-C completo. Fuente:

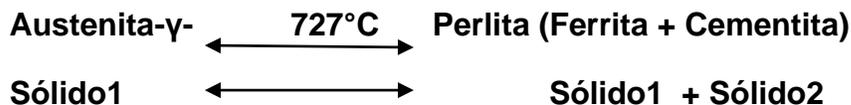
REACCIONES EN EL DIAGRAMA FE-C

La Reacción Eutectoide. Ocurre en el punto eutectoide (0.77%C, 727°C)

A 0.77%C y $T = 727^\circ\text{C}$ (0.77%C, 727°C) se da 100% de Perlita. El diagrama se comporta igual que un sistema de coordenadas cartesianas.

Si observamos por encima de este punto sólo existe austenita (γ) y si miramos por debajo existe **Perlita**. Por tanto la **austenita** se transforma en **perlita**. A una **T constante de 727°C**.

Esta es la más importante y famosa reacción de los aceros, la llamada “**Reacción Eutectoide**”:

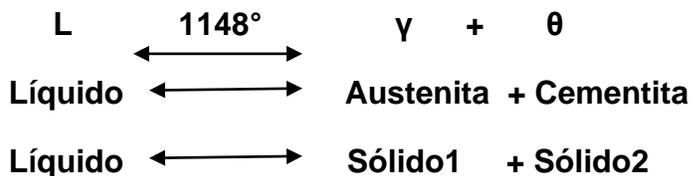


Observe que la Reacción va en los dos sentidos. De austenita a perlita y de perlita a austenita.

Ya sabemos que la Perlita se da en forma de placas aprox. paralelas de ferrita y cementita y aparece como una huella dactilar. No es una fase sino una mezcla de fases o lo que es lo mismo un microconstituyente. Aumenta desde 0 en el Fe puro hasta 100% en los aceros eutectoides (aceros con 0,77°C) para comenzar a disminuir en los aceros hipereutectoides y aumentar la cementita.

La Reacción Eutéctica

A (4.3%C, 1148°C) ocurre la reacción eutéctica. Observando encima de este punto sólo hay Líquido- L y por debajo **gama - γ - más cementita θ** esta es la **reacción eutéctica**.



Reacción importante en los aceros de alto C y sobre todo en las fundiciones.

Existe a 1495°C otra reacción llamada peritética donde líquido + Delta se transforma en austenita pero no es importante.

No olvidar que en condiciones de no equilibrio también se da otras fases como la martensita y la Bainita.

Durezas de las fases y microconstituyentes del acero (equilibrio y no equilibrio):

Martensita \pm 700 Brinell

Cementita \pm 700 Brinell

Bainita \pm desde 250 a 500 Brinell

Perlita \pm desde 200 a 400 Brinell

Austenita 300 Brinell

Ferrita 90 Brinell