

Fractura

Se define **fractura como la separación de un sólido bajo un estado de esfuerzos en dos o más trozos**. Numerosas publicaciones han clasificado las fracturas de diversas maneras y en consecuencia no existe una clasificación única sino que todas son muy generales implicando por lo tanto situaciones muy diversas [1,2], es decir, no existe una clasificación satisfactoria. Por ejemplo, se pueden clasificar las fracturas de acuerdo al “mecanismo de falla”, o a su “modo de fractura”, o a la “velocidad de propagación de la grieta”, etc. La figura 3.1 muestra un resumen de algunas de estas clasificaciones:



Fig.3.1.- Diferentes formas de clasificar el tipo de fractura presente en metales y aleaciones

No obstante, desde el punto de vista del comportamiento mecánico las fracturas se pueden clasificar en fractura dúctil y fractura frágil, dependiendo de la cantidad de deformación plástica previa.

3.1.- FRACTURA DÚCTIL

A.- Aspectos Macroscópicos de la Fractura Dúctil

La fractura dúctil se produce después de una apreciable **deformación plástica**, con una **elevada absorción de energía antes de la fractura**. La ductilidad puede ser medida en términos de elongación y reducción de área porcentuales, y es función de la velocidad de carga, temperatura y estado de tensiones. La figura 3.2 muestra esquemáticamente las energías que caracterizan las fracturas dúctil y frágil.

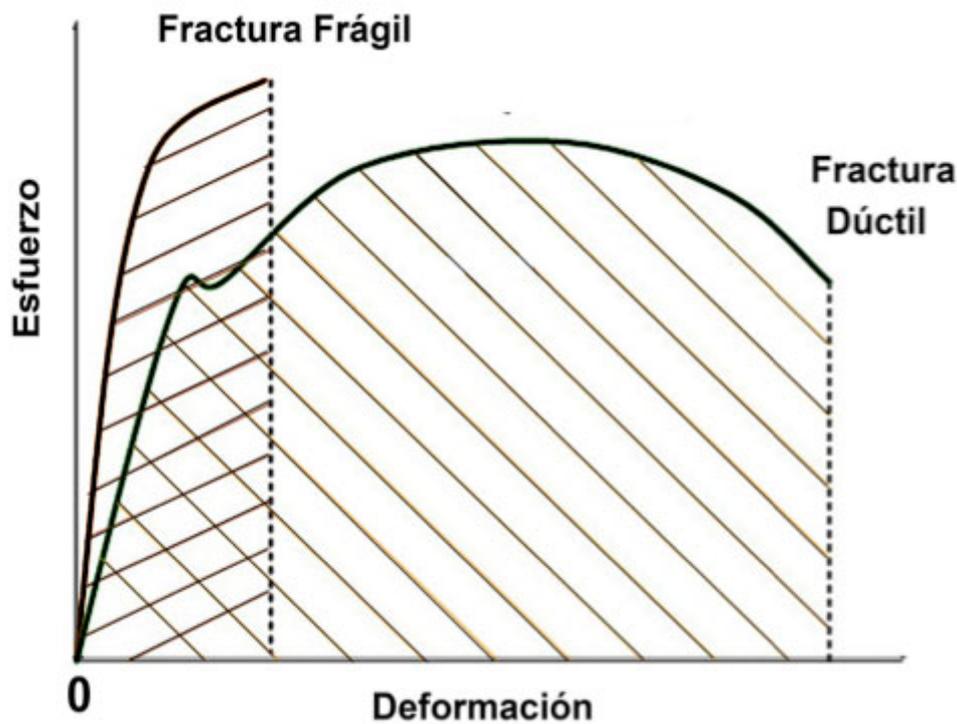


Fig.3.2 Curvas esfuerzo – deformación de materiales que presentan fracturas dúctil y frágil

3.1.1- Probetas cilíndricas sin entalla

Una **probeta cilíndrica de tracción**, sin entalla, reproduce de la manera más simple, las características principales de una superficie de fractura dúctil, cabe hacer notar que el mismo mecanismo opera para flexión y torsión.

La fig.3.3 muestra un modelo del desarrollo de este tipo de **fractura por sobrecarga mecánica**. A medida que se produce tracción y debido al endurecimiento por deformación en frío se produce el cuello en la probeta, lo cual produce un estado tri-axial de esfuerzos (Fig. 3.3a). Como resultado de un estado de tensiones tri-axial

producida por la estricción, se alcanza una situación en que las pequeñas inclusiones no metálicas, que contiene el material en la zona estrangida o bien se fracturan o bien se decohesionan de la matriz metálica, produciendo microhuecos (ver figura 3.3b) que crecen gradualmente al ir progresando la deformación plástica, hasta coalescer (ver figura 3.3c). De este modo se genera una grieta interna plana en forma de disco orientada normalmente a la dirección del esfuerzo aplicado (ver figura 3.3d). Finalmente, la rotura se completa por corte a lo largo de una superficie cónica orientada a unos 45° del eje de tracción, dando origen a la clásica fractura copa y cono (ver figura 3.3e).

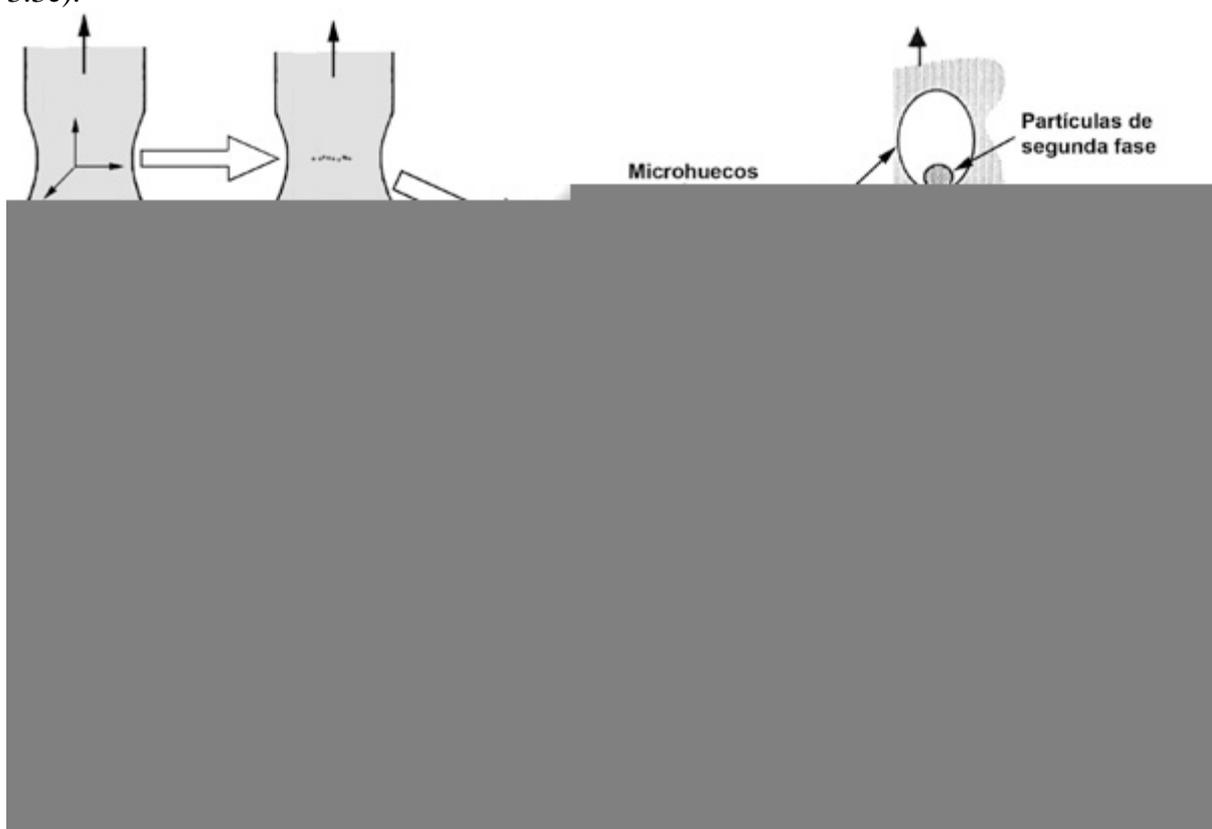
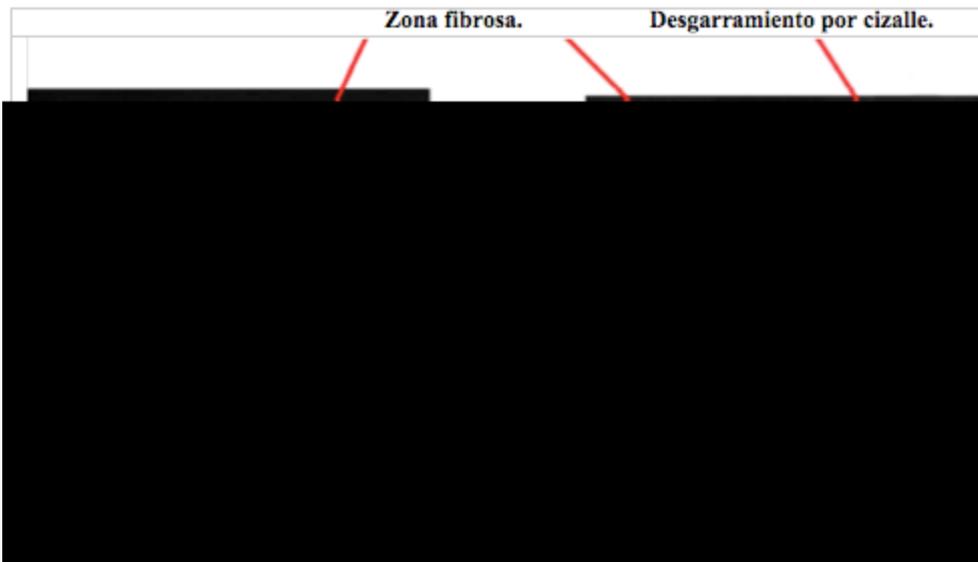


Fig.3.3.- Diferentes etapas de la fractura en forma de copa y cono durante un ensayo de fracción: a) cuello inicial, b) formación de microhuecos, c) coalescencia de los microhuecos para formar grietas, d) propagación de las grietas, y e) fractura final por cizalle a 45° con respecto a la dirección del esfuerzo principal.

En la fractura de copa y cono, la superficie de fractura generalmente presenta tres zonas: a) zona fibrosa, b) zona radial y c) zona de cizallamiento (shear lips) como se muestra en la fig.3.4.



Dependiendo de la ductilidad del material, de la temperatura del ensayo y de la velocidad de deformación este aspecto puede ser alterado.

La temperatura de ensayo afecta la presencia de las zonas y sus respectivos tamaños, tal como se ilustra en la fig.3.5. En orden ascendente de temperatura se tiene: a la temperatura criogénica, donde la superficie es casi totalmente radial. A medida que la temperatura aumenta, la zona radial se reduce mientras que las zonas fibrosas y de cizalle (shear lips) crecen para finalmente desaparecer a temperaturas elevadas.



Fig.3.5.- Efecto de la temperatura de ensayo en las zonas de fractura dúctil [4]

A temperatura de ensayo constante, la resistencia mecánica también afecta la presencia de las zonas de fractura y sus respectivos tamaños, tal como se ilustra en la fig.3.6. A una resistencia moderada (por ejemplo, dureza) del material, las zonas radial y fibrosa predominan; con un aumento de la resistencia ambas zonas se reducen y los labios de cizalle aumentan. En piezas muy resistentes, por ejemplo de dureza 52 RC la zona fibrosa desaparece.



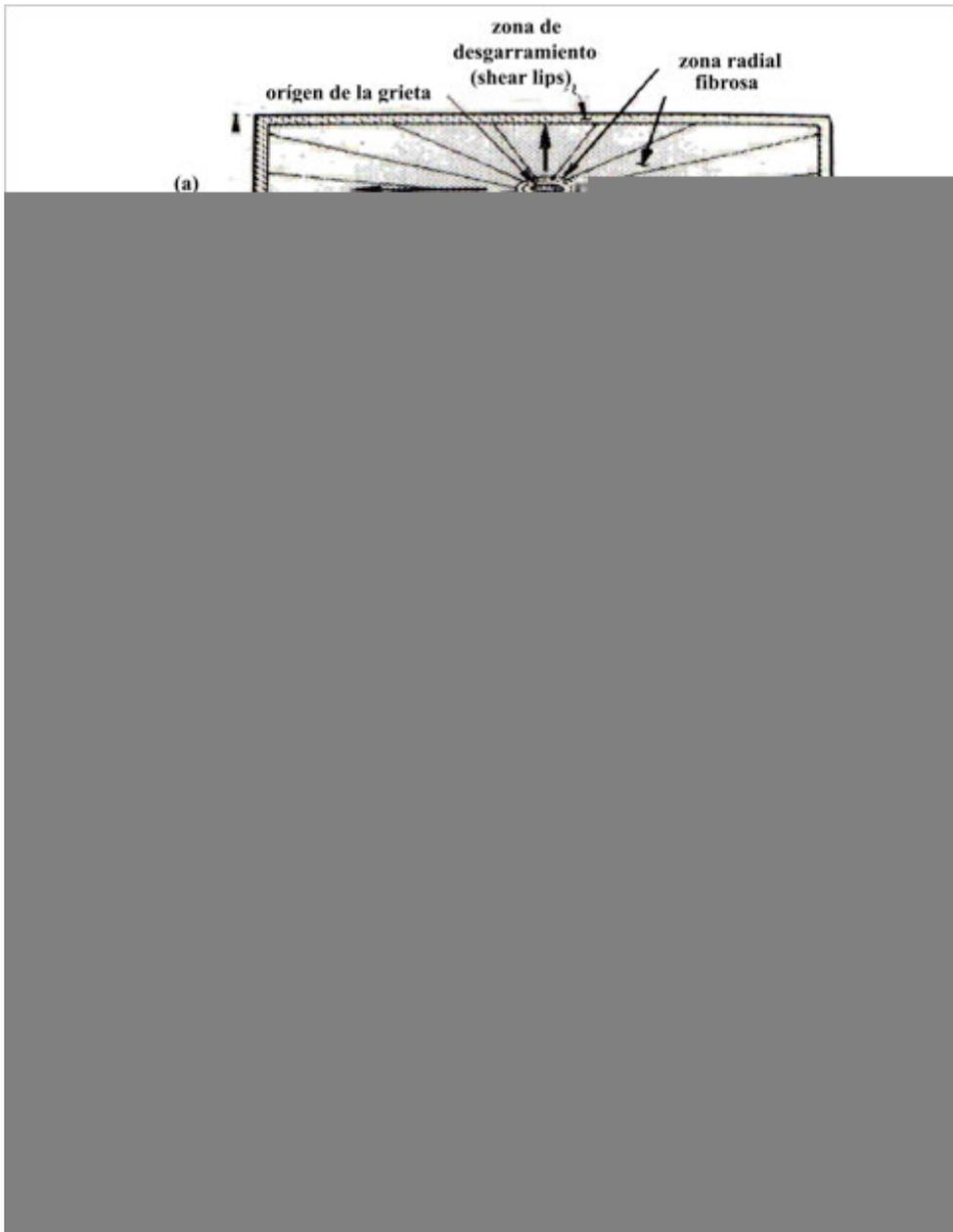
Fig. 3.6.- Efecto de la resistencia en las zonas de fractura dúctil [4]

3.1.2.-Probetas planas sin entalla

La geometría de la probeta influye en el estado de esfuerzos que existe en cada punto, y en consecuencia, altera el aspecto de la fractura cuando se va de una probeta cilíndrica a una rectangular, la figura 3.7 muestra alteraciones tales como:

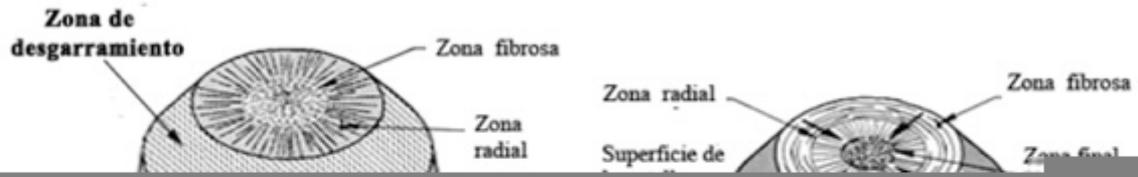
- a) Una zona fibrosa con un aspecto elíptico alargado, el cual aumenta al incrementar la relación longitud/espesor de la probeta.
- b) La zona radial frecuentemente presenta un aspecto con marcas de Chevron.
- c) Para una relación largo / espesor, la zona de cizalle, puede ocupar todo el espesor de la probeta. La superficie de fractura forma en este caso, un ángulo aproximado de 45° con la dirección de tracción.

La figura 3.8 muestra dos ejemplos del esquema mostrado en la fig.3.7.



3.1.3.- Probetas cilíndricas con entalla

Una entalla circular cambia drásticamente la distribución de esfuerzos. Al ser la entalla un concentrador de esfuerzos, hace que la grieta comience cerca de la punta o raíz de la entalla, es decir, se extiende desde la periferia hacia el centro de la sección sin formar una zona de cizalle (labios de desgarramiento (shear lips) están ausentes); esta zona es sustituida por una región final áspera sin orientación fija donde la fractura es rápida. La fig. 3.9 muestra en forma esquemática las diferentes zonas de la fractura.



<http://www.analisisdefractura.com/fractura/>