

CORTE DE CIGÜEÑAL CON DISCO PREMIUM

Cómo reducir el tiempo y el desgaste
en el control de calidad del cigüeñal
sin comprometer la calidad



INFORME DE LA SOLUCIÓN

INTRODUCCIÓN

El corte metalográfico es una disciplina multifísica con numerosos parámetros a tener en cuenta. Este informe de la solución evalúa los parámetros más importantes del corte metalográfico en un cigüeñal de superficie endurecida. Éstos son:

- Calidad del corte
- Precisión
- Estudio del tiempo
- Desgaste del disco

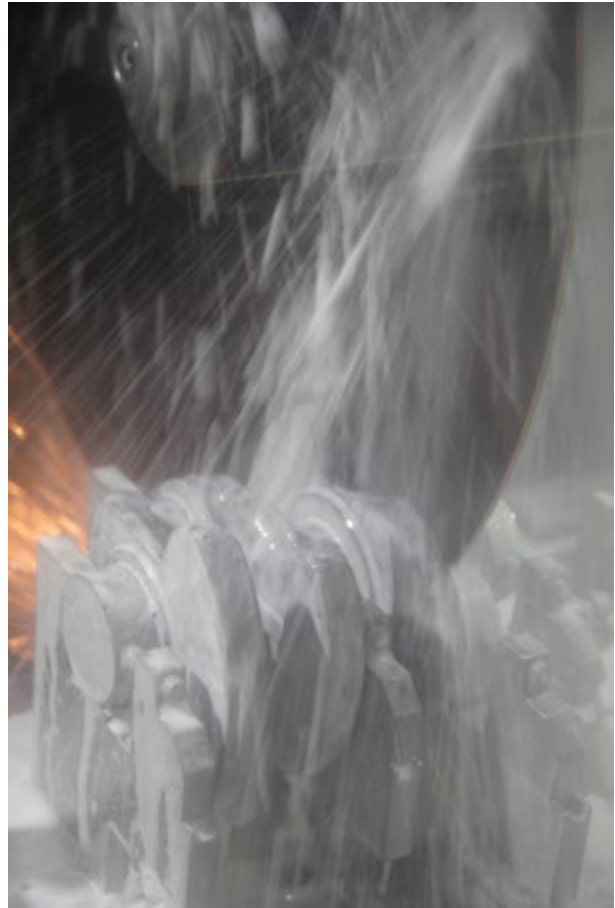


Figura 1: Cigüeñal en abrazadera a medida, durante el corte.

RESULTADOS DEL CORTE: CALIDAD DEL CORTE

El corte materialográfico, frente al corte convencional ya sea con sierra o por partición, requiere que el efecto del proceso de corte en el material sea mínimo. La muestra debe reflejar la estructura verdadera del material. Si esto no es así, el resto de parámetros (precisión, velocidad y desgaste del disco) carecen de interés. Por consiguiente, la calidad del corte debe ser el primer parámetro a evaluar.

En muchos casos, la calidad del corte es aceptable si la superficie del corte está impoluta, lisa y sin arañazos o rebabas homogéneas. El daño mecánico o térmico inevitable del corte se elimina con gran eficacia mediante un breve proceso de esmerilado plano que retira el material con la microestructura afectada.

Al estudiar el desgaste del disco, la precisión del corte y el tiempo de producción de forma simultánea, es importante tener un parámetro cuantitativo para la

calidad del corte. En este estudio, la calidad del corte se define según el daño ocasionado en la superficie endurecida debido al calor generado durante el corte. La medición cuantitativa es la pérdida de dureza en la zona exterior endurecida, medida directamente en las superficies de corte sin esmerilar. En este sentido, se analizan dos parámetros: la velocidad de alimentación y los diferentes discos de corte.

Las mediciones de referencia se realizan en la muestra en el punto de entrada del disco de corte y donde se estima una deformación térmica de valor cero. La deformación térmica se mide en tres posiciones a lo largo del borde izquierdo inferior de la muestra (a 20°, 45° y 70° de la dirección de la velocidad de alimentación; ver la figura 2), donde la deformación suele ser mayor. Las mediciones de dureza realizadas en estas tres posiciones representan el promedio de la medición de dureza individual de cada corte.

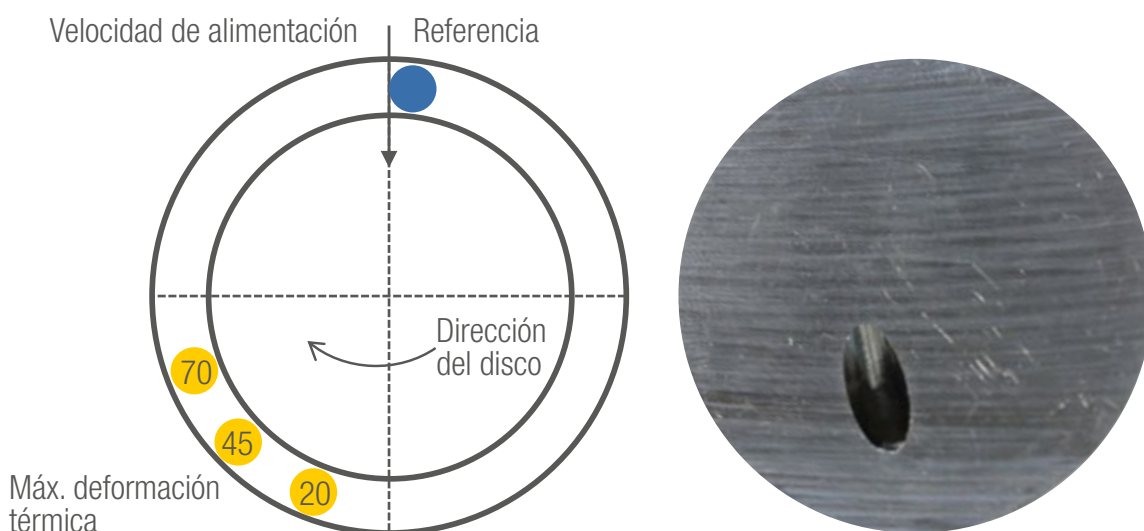


Figura 2: Medición en diferentes posiciones de la superficie de una muestra endurecida.

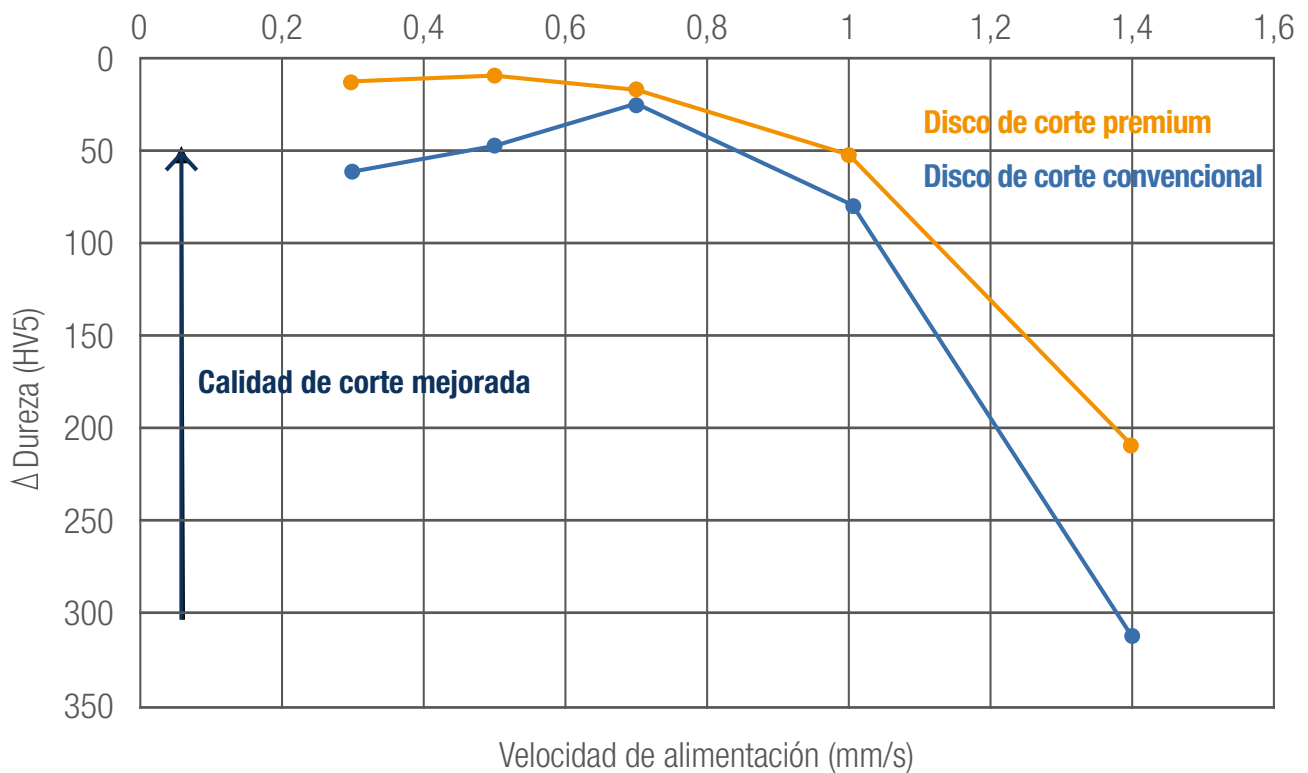


Figura 3: Medición de la pérdida de dureza según la velocidad de alimentación en dos discos de corte diferentes.

La medición de la pérdida de dureza en la figura 3 muestra que la calidad del corte se ve afectada por: la elección del disco de corte y la velocidad de alimentación. Se puede lograr un nivel menor de daño (un corte de alta calidad) al seleccionar un disco de corte con una combinación de abrasivos, ligante y dimensiones del disco adecuados al material utilizado, al tamaño y a la geometría de la muestra. En general, se prefiere un disco de corte lo más fino posible, ya que al haber una menor zona de contacto entre el material y el disco, se limita el efecto de la entrada de calor en el material.

La velocidad de alimentación debería controlarse para obtener un corte de buena calidad, que en este caso se realiza con una máquina de corte automática. En el corte manual, este resultado se puede lograr si contamos con un operario muy cualificado.

Por razones obvias, la refrigeración es crucial para el estudio de la entrada de calor durante el corte metalográfico. Este parámetro se ha eliminado de este estudio, y se mantiene constante en todos los ensayos.

RESULTADOS DEL CORTE: PRECISIÓN

Un corte metalográfico eficaz tiene como objetivo la precisión en cuanto a: 1) proximidad al punto de interés, de modo que no se requiera la eliminación de material adicional; 2) cumplimiento dimensional, lo que significa, por ejemplo, que el paralelismo plano sea adecuado en el siguiente paso de preparación o inspección, y que sea similar en todas las muestras.

En el caso de un componente grande y complejo, como un cigüeñal, la precisión del proceso de corte depende en gran medida de la capacidad de alinear de forma repetitiva la muestra con el disco de corte, en combinación con la resistencia del propio disco a la deflexión durante el proceso de corte. En este caso, se fija una abrazadera a medida del cigüeñal a una mesa XY, como punto de partida debidamente definido para cada uno de los cortes de la secuencia (ver las figuras 4A y 4B).

Una máquina de corte con la posibilidad de realizar múltiples cortes y con una longitud de recorrido adecuada a la secuencia de 9 cortes en 170 mm permitirá realizar un corte preciso (ver la figura 5). Obviamente, se necesita una mesa XY que pueda acomodar un componente de 420 mm de longitud; en este caso, se utiliza una cortadora Struers Magnutom (ver la figura 6). El grosor del disco de corte es un parámetro utilizado para calcular las posiciones X requeridas para programar la secuencia de corte. Partiendo de que todos los parámetros permanecen igual, un disco fino reducirá las variaciones en el grosor de la muestra debido al menor volumen de material eliminado y a una colocación más sencilla del disco de corte. Un disco de corte de 432 mm estándar tiene un grosor de 3 mm, mientras que un disco de corte premium reduce su grosor a 2,7 mm (ver la figura 7).

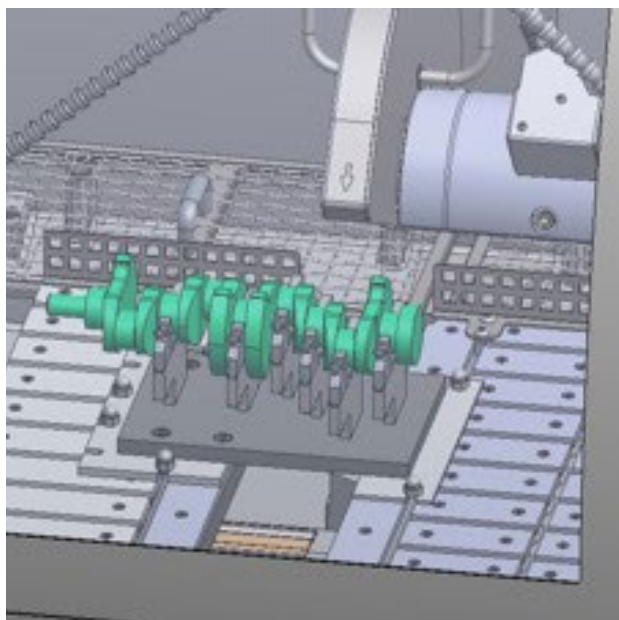


Figura 4A: Colocación de la secuencia de corte 1-9 en Magnutom-500.

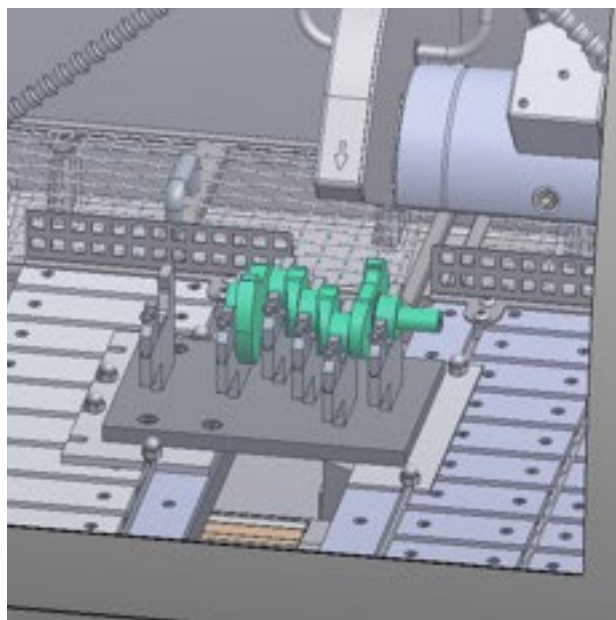


Figura 4B: Colocación de la secuencia de corte 10-18 en Magnutom-500.

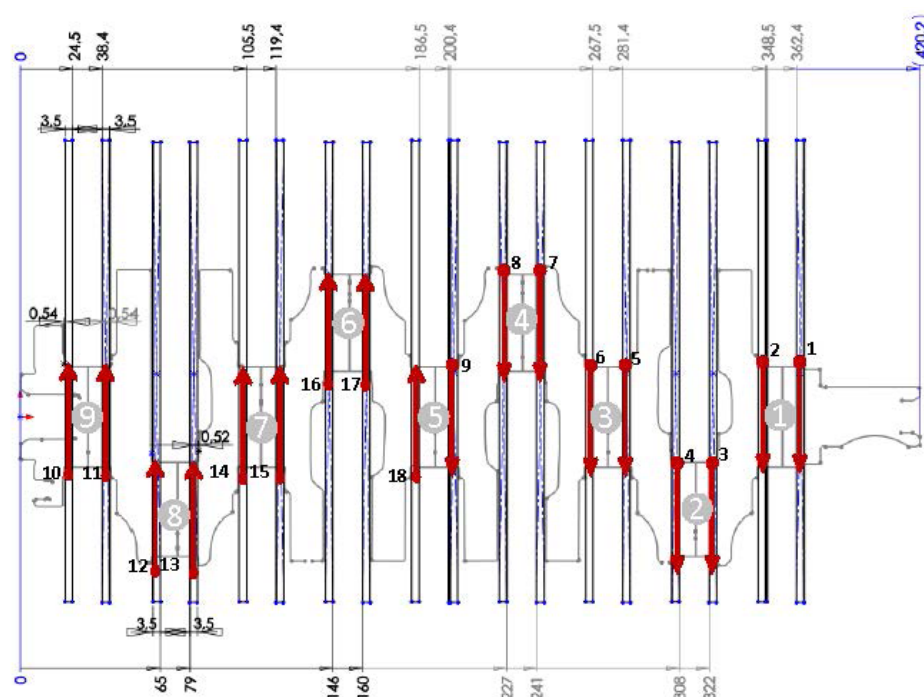


Figura 5: Ilustración de cigüeñal con números de muestra 1-9 y secuencia de corte 1-18, con muestras de 14-15 mm y una longitud total de 420 mm.

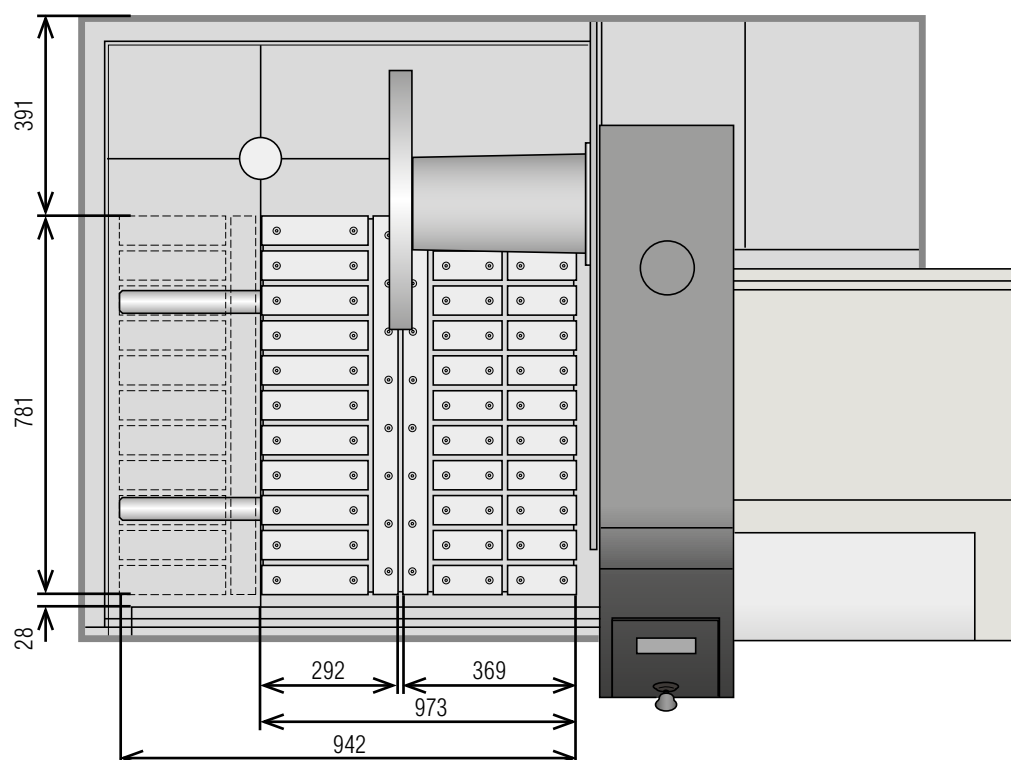


Figura 6: Dimensiones de mesa XY en Magnutom-500. Permite acomodar un componente de 420 mm de largo y un recorrido suficiente para 2 secuencias de 9 cortes.



Figura 7: Un disco de corte convencional de 432 x 3 mm permite únicamente una imprecisión muy limitada en el eje X. El disco de corte premium tiene un grosor de 2,7 mm.

La figura 8 detalla el corte final de las muestras en la abrazadera. El resultado del proceso de corte son 9 muestras planas con mínimos daños superficiales y con un grosor dentro del rango definido de 14-15 mm.

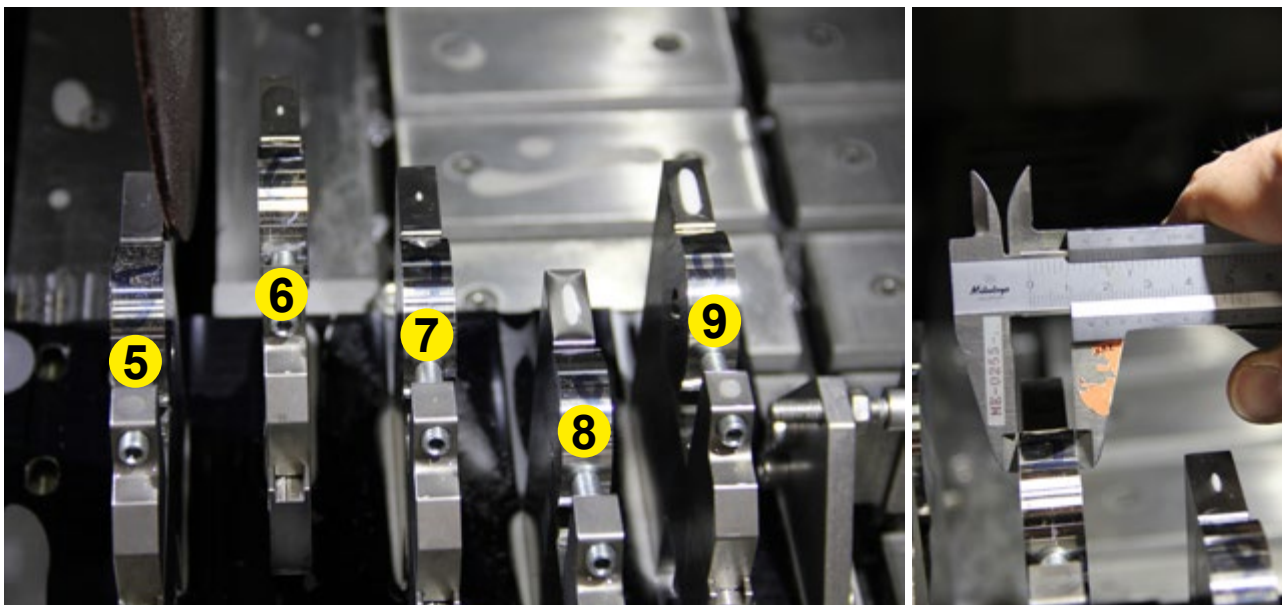


Figura 8: Imagen de muestras 5-9 después del proceso de corte, donde se ilustra cómo las muestras se fijan para obtener cortes precisos. La imagen más pequeña detalla el control dimensional con un calibre.

RESULTADOS DEL CORTE: ESTUDIO DEL TIEMPO

Para la producción masiva de componentes, en este caso, una pieza del automóvil, la duración del proceso de control de calidad se monitoriza muy de cerca. Ya que la pérdida de tiempo y los retrasos durante la producción afectan en gran medida al tiempo del control de calidad, la optimización temporal también se debe contemplar en el corte materialográfico.

Debido a la geometría compleja del cigüeñal, su colocación, sujeción y proceso de corte, en este caso de 9 muestras, a menudo implica varias horas de trabajo manual en la máquina de corte. La sujeción manual se elimina al utilizar la abrazadera, y la colocación manual después de cada corte también se elimina al utilizar equipos de corte automáticos. En un proceso de corte diseñado para realizar un corte materialográfico preciso y de calidad, el tiempo a menudo se optimiza al equilibrar la velocidad de alimentación y al incluir el consumo del disco de corte en los parámetros de colocación. En los siguientes cálculos temporales, se ha utilizado una velocidad de avance de 0,5 mm.

Colocación del cigüeñal en Magnutom: 1 x 3 m

Cada uno de los 18 cortes requiere: 18 x 2 m 30 s*

"Distancia de corte adicional" para permitir el desgaste del disco de corte: 18 x 30 s*

Colocación del disco de corte, desde el final del corte anterior al principio del siguiente corte 18 x 20 s*

Eliminación de muestras 1-4 y reposicionamiento de la pieza en la abrazadera: 1 x 3 m

Tiempo total de corte, sujeción y ajuste de sujeción: 66 minutos

El tiempo marcado con * se puede acortar si el desgaste del disco de corte es menor y/o bien definido. Este podría ser el caso en un proceso de corte materialográfico de alta calidad.

Como se indica en la figura 9, tanto el punto de inicio como la distancia desplazada en la dirección de corte Y se ven afectadas por el desgaste del disco de corte. Un desgaste menor reducirá el tiempo dedicado a "cortar en el aire"; un desgaste bien definido permitirá compensar las posiciones de inicio Y así como la distancia desplazada de Y en cada corte para su inserción en el software de la máquina de corte.

A modo de ejemplo: al cortar con un disco de 432 mm a 0,5 mm/s con un desgaste intermedio, se iniciará el proceso de corte automático >2 minutos antes de llegar a la pieza, de no compensarse.

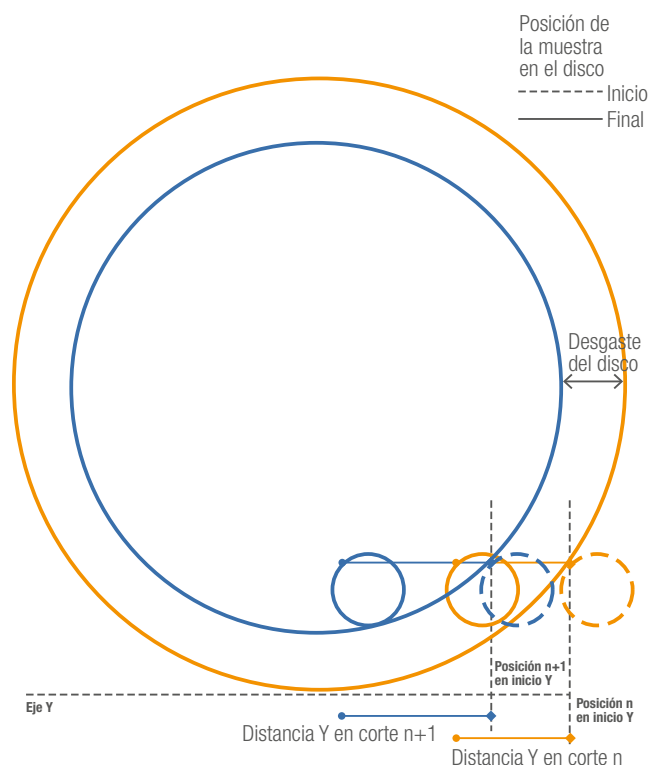


Figura 9: Ilustración del efecto del desgaste en un disco de corte en las posiciones iniciales en la dirección Y, así como la distancia desplazada desde el principio al final de un corte.

RESULTADOS DEL CORTE: DESGASTE DEL DISCO

En un corte abrasivo húmedo, el desgaste del disco es intencional ya que la liberación de abrasivos usados y profundos releva nuevos abrasivos listos para cortar el siguiente volumen de material. Por otro lado, el desgaste se asocia al consumo de productos y al tiempo destinado a reemplazar los discos gastados; y el ahorro de tiempo en las operaciones de control de calidad es de gran valor.

Si tenemos en cuenta lo anterior, la optimización del rendimiento del disco de corte está vinculada a: 1) las características de desgaste definidas en el desarrollo y construcción del disco; 2) la alineación del perfil de desgaste conforme a las secuencias de corte para planificar el reemplazo de los discos.

Las características de desgaste de los discos de corte materialográficos se expresan con el valor G, que es la relación entre el material eliminado y el desgaste del disco durante el corte. El valor G es específico de cada caso, ya que depende del material y la geometría de la muestra, y de otros parámetros como la sujeción, la velocidad de alimentación o la refrigeración.

En este caso, se han comparado dos discos de corte con diferentes características de desgaste: un disco de

corte materialográfico convencional para materiales de superficie endurecida, y un disco de corte premium con características mejoradas como una velocidad de alimentación mayor, mejor calidad y precisión del corte debido a una composición, patrón de superficie y grosor del disco mejorados.

El valor G de estos dos discos se determina tras realizar numerosos cortes y medir el diámetro del disco entre uno y otro corte. En este caso, el disco de corte premium tiene un valor G de 3 en comparación con el disco de corte convencional cuyo valor G es 1.

Un cálculo sencillo de la configuración del corte de este cigüeñal indica un aumento en el número de piezas cortadas; siendo de 3,5 al usar un disco convencional y de 11,5 al usar un disco premium.

El rendimiento adicional que resulta de un valor G mayor está relacionado con el hecho de que reemplazar un disco de corte durante la secuencia de corte no es aconsejable. Por ello, el número de cortes antes de dicho reemplazo debe ser un múltiplo de nueve (esto permite el reemplazo del disco entre los cortes 9 y 10, cuando la muestra está sujeta a la abrazadera).

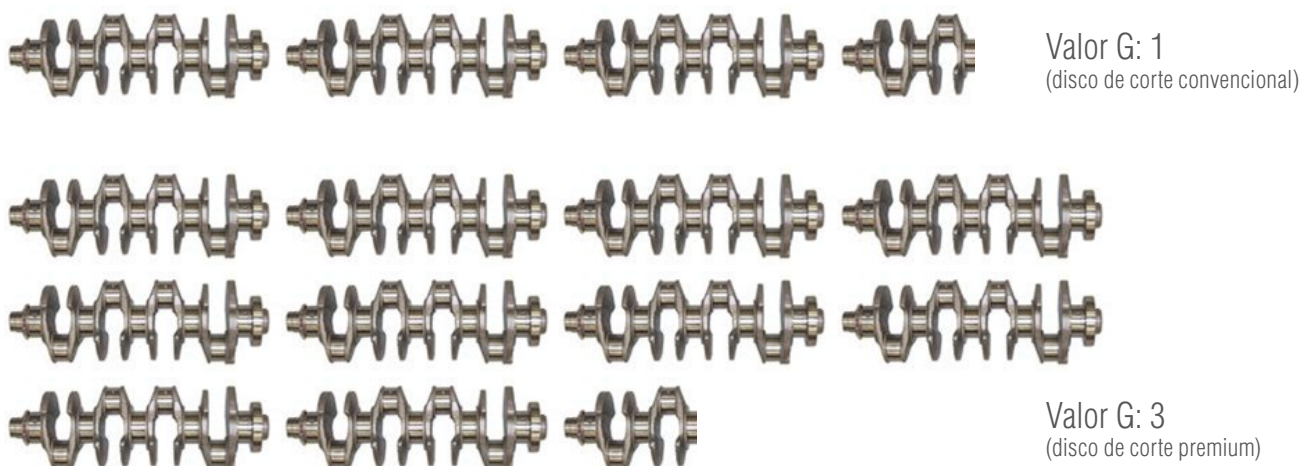


Figura 10: Ilustración del número de cigüeñales cortados con un único disco.

En un proceso de corte optimizado donde se realizan 18 cortes en 66 minutos, el tiempo dedicado a reemplazar el disco de corte es insignificante. El reemplazo del disco de corte después de cada secuencia puede suponer una pérdida sustancial de tiempo, que alarga el proceso.

Otro tipo de pérdida de tiempo es la fracción de un disco de corte que resulta insuficiente para completar la secuencia de corte y que por lo tanto debe desecharse

para evitar el reemplazo del disco durante una secuencia automática. Para un disco de corte de valor G bajo, esta fracción debe ser mayor si la comparamos con un disco de corte de valor G alto, sobre todo en el caso de una secuencia de corte más larga.

En el caso que nos ocupa, el porcentaje inservible es del 15% en un disco de corte (convencional) con un valor G bajo; y sólo será del 5% en un disco de corte premium.

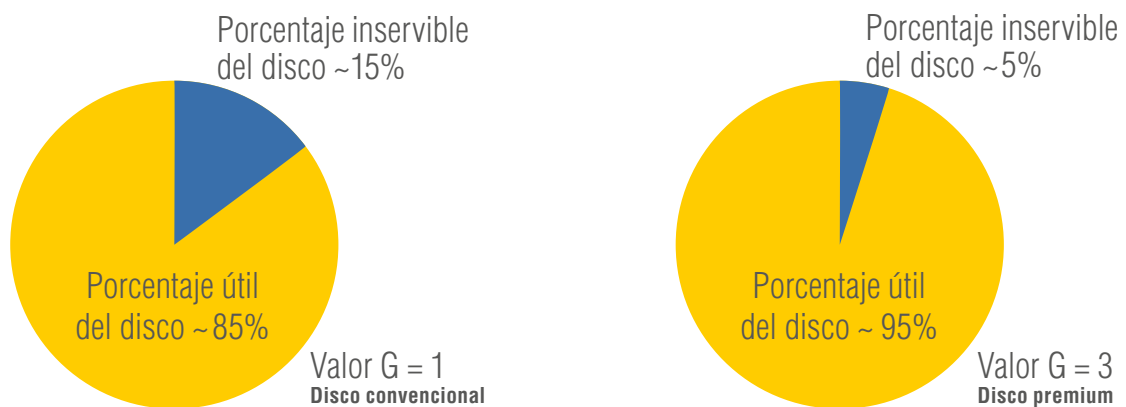


Figura 11: Diferencias entre la parte útil y la inservible en un disco de corte convencional frente a un disco de corte premium.

Para consultar otros informes...

¡Haga clic aquí!