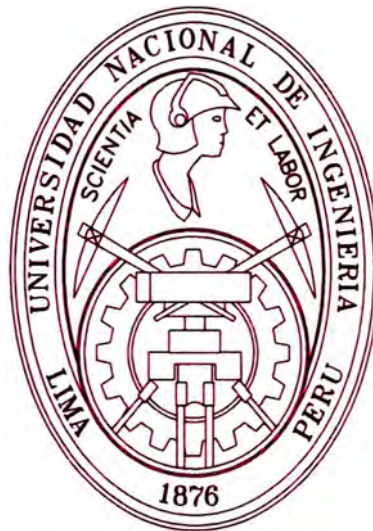


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**MERCADOTECNIA INDUSTRIAL APLICADA A
LOS PRODUCTOS ABRASIVOS SÓLIDOS EN
LA INDUSTRIA NACIONAL**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

CARLOS ANTONIO LÓPEZ MEJÍA

PROMOCION 2002-II

LIMA - PERU

2007

DEDICATORIA

Este informe esta dedicado a mi familia por todo el apoyo dedicado en mi formación como persona y profesional. Agradezco especialmente a mi hermano Ricardo por su buen ejemplo y acertados consejos.

TABLA DE CONTENIDOS

PROLOGO	1
CAPITULO 1 Introducción	3
1.1 Justificación	3
1.2 Objetivo.....	4
1.3 Alcance	4
CAPITULO 2 La empresa y la marca.....	5
2.1 Descripción de la empresa.....	5
2.2 Misión	5
2.3 Visión	5
2.4 Organigrama y marcas representadas	6
CAPITULO 3 Estudio de mercado	8
3.1 Estudio de importaciones y fabricacion nacional de abrasivos sólidos	9
3.2 Mercado comercial e industrial de abrasivos sólidos.....	11
3.3 Detalle de productos en el sector industrial.....	12
3.4 Oportunidades del mercado.....	13
CAPITULO 4 Características técnicas de los productos abrasivos sólidos.....	14
4.1 Conceptos generales de los abrasivos sólidos.....	14

4.2	Especificación de las ruedas de esmeril convencionales	21
4.3	Velocidad de remoción	22
4.4	Rendimiento	23
4.5	El producto correcto: balance de propiedades	24
CAPITULO 5 Mercadotecnia industrial		25
5.1	La mercadotecnia industrial y la ingeniería.....	25
5.2	Valor agregado del producto.....	27
5.3	Valorización de los procesos desbaste con discos abrasivos.....	28
5.4	Valorización de los procesos corte con discos abrasivos	37
5.5	Otros casos de aplicación	44
Conclusiones		49
Bibliografía		50

PROLOGO

En el presente informe se evidenciará la importancia de explotar las características técnicas de un producto industrial como punto de partida para la comercialización del mismo. El contenido de esta parte del trabajo esta basado principalmente en la experiencia adquirida trabajando con el proveedor de un líder mundial en este tipo de herramientas, TYROLIT, de quien he aprendido los conceptos fundamentales referentes a los abrasivos sólidos.

A continuación presento un resumen de los capítulos que consta este informe:

Capítulo 1: Introducción. Se menciona la justificación, el objetivo, el alcance del trabajo.

Capítulo 2: La empresa y la marca. Se describirá el giro de la empresa distribuidora industrial a la que hace referencia el informe.

Capítulo 3: Estudio de mercado. Es la justificación económica para el trabajo de mercadotecnia que se expone en el capítulo 5.

Capítulo 4: Características técnicas de los productos abrasivos sólidos. Viene a ser el fundamento teórico mínimo para comprender el capítulo 5.

Capítulo 5: Mercadotecnia industrial. Es el corazón del trabajo y explica las herramientas técnicas fundamentales para la selección de abrasivos sólidos que generen valor al cliente.

Para culminar, agradezco a la empresa SEDISA S.A.C. por darme la oportunidad de complementar mi formación técnica con habilidades administrativas, muy necesarias para los ingenieros de hoy en día.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

En la actualidad nuestro país se encuentra inmerso en un torrente de inversiones extranjeras, en todos los rubros de la industria. A la vez que las empresas constructoras se disputan la concesión de los proyectos, se encuentran los mas diversos proveedores de insumos requeridos para las obras, compitiendo entre ellas para poder abastecer con los insumos y herramientas requeridas para la construcción. Las empresas constructoras – los clientes – buscan constantemente minimizar los costos de producción mediante la optimización de los diversos procesos de manufactura involucrados en la obra, como son los procesos de corte, esmerilado, soldadura, pintura, etc.

Es por eso, que el proveedor que desea ser elegido para abastecer a las empresas ejecutoras de los proyectos, debe demostrar cuantitativamente los beneficios técnicos y económicos que los clientes obtendrían de elegir sus productos.

Es por ello que este trabajo ilustra de forma clara como se lleva adelante una evaluación de productos abrasivos mediante la cuantificación comparativa de los costos involucrados en los procesos de corte y esmerilado de metales en la industria.

1.2. Objetivo

El objetivo de este trabajo es proponer las herramientas técnicas necesarias para poder ser un proveedor industrial que sea capaz de dar valor al cliente.

1.3. Alcance

Las herramientas técnicas propuestas son aplicables a todos aquellos productos abrasivos sólidos que mayormente se usan en la industria (descritos en capítulo 3).

CAPITULO 2

LA EMPRESA Y LA MARCA

2.1 Descripción de la empresa

SEDISA S.A.C. es una empresa nacional especializada en la distribución autorizada y la representación exclusiva de marcas de prestigio para la industria. Dichas marcas abarcan productos como soldaduras, abrasivos sólidos, rodamientos, herramientas eléctricas y maquinas de soldar.

2.2 Misión

SEDISA S.A.C. nace como una empresa dedicada a la distribución autorizada de marcas de prestigio para la industria peruana, con el propósito de contribuir al desarrollo de la industria, ofreciendo insumos de alta calidad, garantizando la vida útil de los productos que finalmente se construyan con estos insumos.

2.3 Visión

Nuestra visión apunta a ser un proveedor integral para la industria peruana en las categorías de insumos y máquinas, sin descuidar aspectos claves como la especialización en los productos que representamos y el servicio al cliente.

2.4 Organigrama y marcas representadas



Fig. 2.1.- Organigrama de la empresa

La unidad de negocios 3 (UN3), “Abrasivos Sólidos”, es a encargada del soporte técnico de los productos comercializados: desarrollo y evaluación técnica de nuevos productos, evaluación de nuevos productos de otras marcas competidoras, servicio post venta a los clientes, asistencia técnica, atención de reclamos, etc. Asimismo se encarga de la capacitación interna de la fuerza de ventas, la capacitación de los clientes en los temas referidos a la selección y correcto uso de los abrasivos sólidos. En conjunto con la Gerencia Comercial se elaboran, implementan y ejecutan las estrategias de comercialización de la línea.

Las marcas representadas por la UN3 son:

- Tyrolit.- Ruedas, tazas, copas, puntas montadas y discos abrasivos para metal. Rebolos de diamante y CBN.
- Faesin.- Cepillos industriales.
- Falcon.- Discos y copas de diamante.
- Menlo Tool.- Fresas, brocas y limas rotativas de carburo de tungsteno-

La UN3 esta encabezada por un Ingeniero Metalúrgico y quien cuenta a su vez con 3 ingenieros asistentes. La empresa cuenta con un equipo de 10 asesores comerciales que atienden a los clientes de las 3 unidades de negocio.

CAPITULO 3

ESTUDIO DE MERCADO

Como parte fundamental en todo negocio se requiere conocer la magnitud del mercado de lo que queremos comercializar. Los abrasivos sólidos incluyen, entre otros, lo siguientes tipos de productos industriales:

- Discos de corte y desbaste para metal.
- Discos de corte y desbaste para concreto.
- Ruedas abrasivas (afilado, esmerilado, rectificado).
- Tazas y copas abrasivas (afilado, esmerilado).
- Discos de corte y desbaste para concreto.
- Puntas montadas.
- Otros abrasivos sólidos en variadas formas y tamaños.

Los abrasivos sólidos tienen aplicación en una amplia gama de industrias, mencionamos las más importantes:

- Metalmecánica, para la preparación de juntas de soldadura, corte de todo tipo de aceros, afilado de herramientas, etc.
- Fundición, para la limpieza y dimensionamiento de piezas fundidas.
- Matricería, para el afilado de herramientas de HSS y carburo, también para el rectificado y acabado de moldes.

- Agroindustria, se usan intensivamente acompañados de la soldadura para la recuperación de diversas piezas.
- Minería, para la recuperación de piezas por soldadura, reparación de elementos, etc.
- Afiladuría, para el afilado de sierras cinta, discos carburados, etc.

Un estudio de mercado en este tipo de productos se hace en base a valores de dólares FOB, por cuanto va a establecer un punto de comparación similar al que maneja la empresa SEDISA S.A.C. al importar los abrasivos. A continuación mostramos en la imagen algunos de los abrasivos sólidos más comunes:

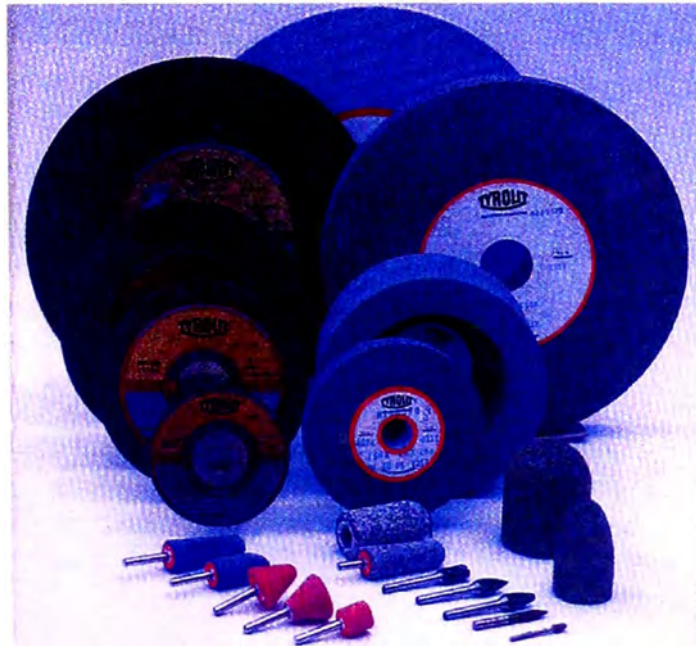


Fig. 3.1.- Abrasivos sólidos de uso común.

3.1 Estudio de importaciones y fabricación nacional

El objetivo de este estudio es conocer la magnitud del mercado de abrasivos sólidos, tanto el producto importado como el producto nacional. Este estudio es

posible en base a información de aduanas acerca de los productos terminados y las materias primas (para el caso de la fabricación nacional).

Vamos a estudiar el mercado en base a las importaciones del periodo Enero – Diciembre del 2006, en valores dólares FOB. Para visualizar de manera conveniente se agrupan todos los abrasivos sólidos en 5 grupos, tal como se ve en el siguiente pye:

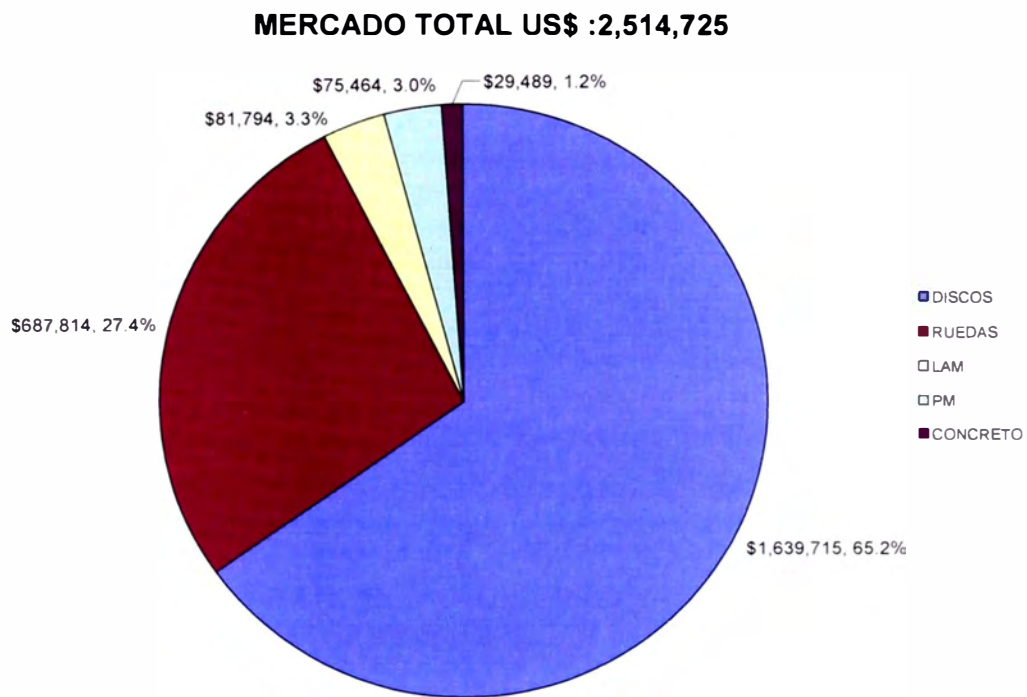


Fig 3.2. Importaciones de abrasivos sólidos 2006 por tipo de producto

Como podemos observar, los productos representativos son 2:

- Discos de corte y desbaste para metal.
- Ruedas.

Esto quiere decir que nuestra estrategia técnica comercial debe estar dirigida a posicionar los productos de estos 2 tipos. Representa el segmento de mercado (referido a productos abrasivos sólidos) más interesante. Sin embargo, debemos subdividir el pye anterior en 2 tipos importantes de productos: productos industriales y productos comerciales.

A continuación el análisis de esos 2 grupos de productos.

3.2 Mercado comercial e industrial de abrasivos sólidos

Por definición, nuestra empresa es un *Proveedor Industrial*, por lo tanto nos interesa nuestra posición y el de nuestra competencia en ese rubro. A continuación definimos lo que es un mercado comercial y lo que es un mercado industrial.

3.2.1 Mercado Comercial

Esta compuesto por los productos que tiene como destino final las ferreterías. Estos abrasivos van a ser usados por usuarios pequeños tales cerrajeros, talleres de mecanizado, pequeñas industrias informales, etc.

3.2.2 Mercado Industrial

Esta conformado por los productos que tendrán como destino final: fundiciones, acerías, metalmecánica, construcción, pesquería, agroindustria, industria alimentarias, hidrocarburos, afiladuras, etc. Dentro del mercado industrial están consideradas todas aquellas empresas involucradas en la ejecución de los más grandes proyectos de inversión que se tiene en el país, al momento.

MERCADO TOTAL US\$:2,514,275

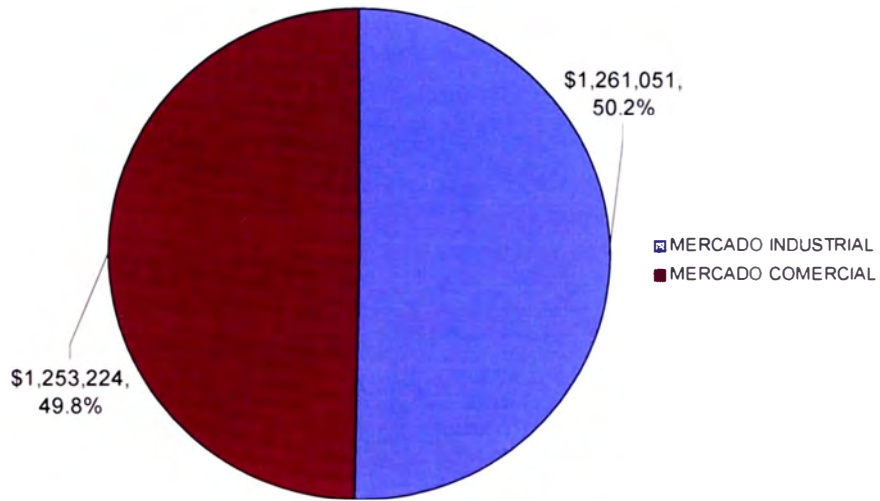


Fig. 3.3.- Mercado de abrasivos solidos por sectores año 2006

3.3 Detalle de productos en el sector industrial

Al tratarse de nuestro mercado objetivo, se hace un detalle de las principales marcas presentes en este sector y los tipos de productos que comercializan. El siguiente pye, muestra dicha información.

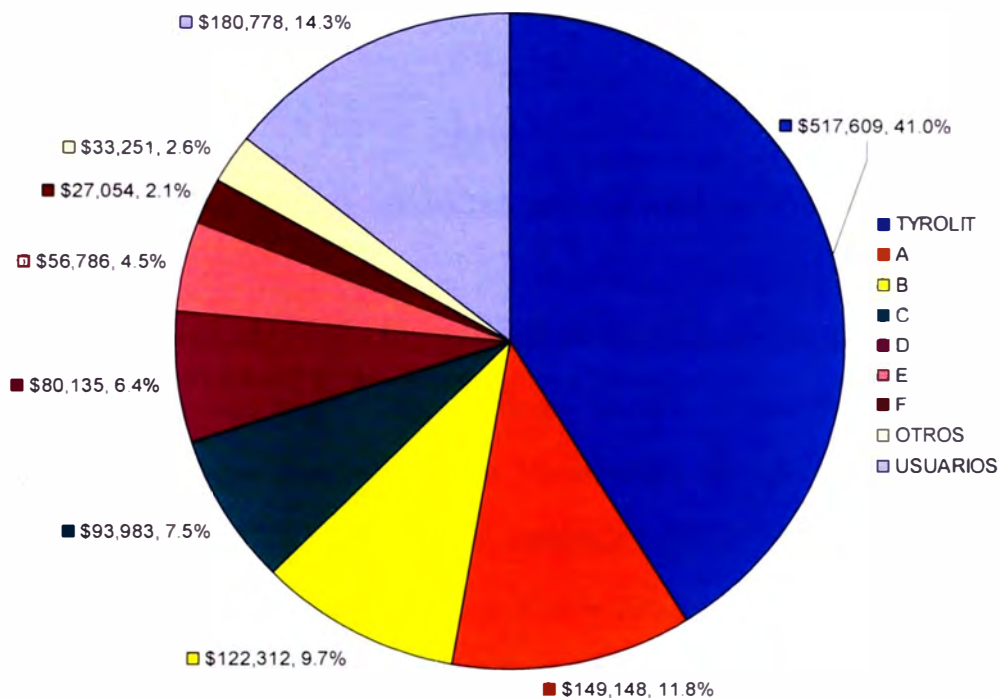


Fig. 3.4.- Detalle de productos en el sector industrial

3.4 Oportunidades de mercado

Como podemos observar, la marca Tyrolit se encuentra liderando el mercado de productos abrasivos sólidos para el sector industrial. Sin embargo, la empresa se plantea metas de crecimiento año a año, por ello la utilidad del análisis. Con la información podemos decidir aumentar la participación de la marca en un 5% para el siguiente periodo, aumentando nuestra participación en discos de corte y desbaste para metal y ruedas abrasivas. Cabe resaltar que el 5% de aumento en la participación de mercado no se obtiene al aumentar en 5% las ventas. Esto es debido a que se debe estimar un incremento en el mercado total de abrasivos sólidos para el año 2007, como consecuencia del gran número de proyectos industriales a desarrollarse en este periodo.

CAPITULO 4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ABRASIVOS SÓLIDOS

Una de las piedras angulares que harán posible el cumplimiento de los objetivos de la empresa, es el claro conocimiento de las ventajas competitivas del producto. Para conocer cuales son las ventajas competitivas de los productos que nos interesan, discos de corte y desbaste, debemos conocer primero cuales son las características técnicas mas importantes en este tipo de productos. Por ello en este capitulo explicaremos parte de la teoría de los abrasivos sólidos.

4.1 Conceptos generales de los abrasivos sólidos

Los abrasivos sólidos son aquellas herramientas empleadas como consumible en muchos de los procesos abrasivos que se practican en la industria, como son: esmerilado, corte, rectificado, pulido, etc. En todos estos procesos que implican remoción de material, las partículas abrasivas contenidas en el cuerpo de la herramienta, se desplazan a velocidades altas sobre la superficie a trabajar, de esta manera logran un arranque de material.

4.1.1 Descripción del proceso de esmerilado y procesos similares

El esmerilado es un proceso de remoción de material en el cual las partículas abrasivas están contenidas en una rueda disco aglutinado que opera a velocidades superficiales muy altas. La rueda tiene por lo general la forma de disco balanceado con toda precisión par soportar las altas velocidades de rotación. La rueda rotatoria consiste en muchos dientes

cortantes (partículas abrasivas) y el trabajo avanza hacia esta rueda para lograr la remoción del material. La rueda de esmeril es autoafilante: al desgastarse la rueda, las partículas abrasivas pierden el filo y se fracturan para crear nuevos bordes cortantes, o se eliminan de la superficie de la rueda para dejar expuestos nuevos granos. A continuación presentamos las graficas que representan el proceso.

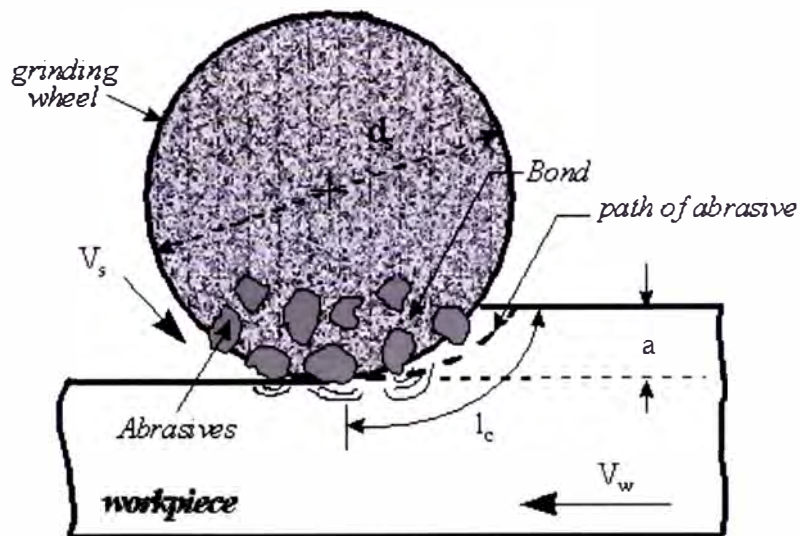


Fig. 4.1.- El proceso de esmerilado

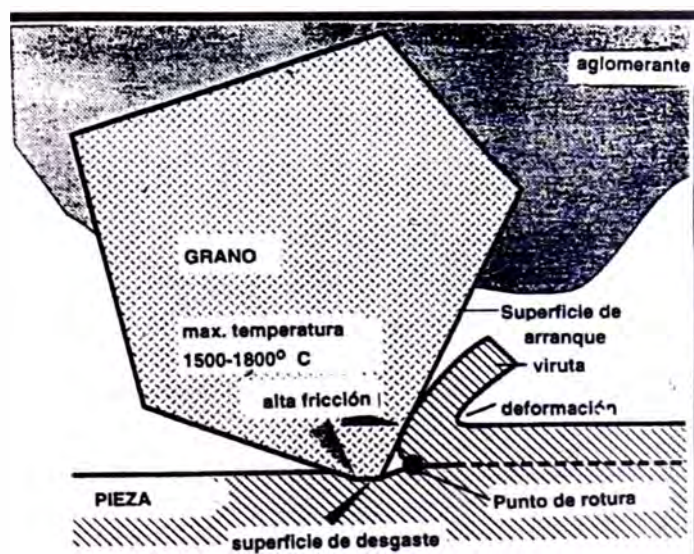


Fig. 4.2.- Detalle del proceso

4.1.2 Elementos que conforman los abrasivos sólidos

Un abrasivo sólido consiste en partículas abrasivas y material aglutinante. Los materiales aglutinantes mantienen a las partículas en su lugar y establecen la forma y estructura de la herramienta. Estos 2 ingredientes, y la forma en que se fabrican, determinan los parámetros del abrasivo sólido, que son los siguientes:

- Material abrasivo.
- Tamaño de grano.
- Material aglutinante.
- Grado de la rueda.
- Estructura de la rueda.

Para lograr el desempeño adecuado de la herramienta en una aplicación dada, debe seleccionarse cuidadosamente cada parámetro.

4.1.2.1 Material abrasivo

Los diferentes materiales abrasivos se adecuan para esmerilar diferentes materiales de trabajo. Las propiedades generales de un material abrasivo para las ruedas y discos abrasivos incluyen alta dureza, resistencia al desgaste, tenacidad y fragilidad. Las 3 primeras características son convenientes para cualquier material de herramienta de corte. La fragilidad (*friability*) se refiere a la capacidad del material abrasivo a fracturarse cuando el filo cortante del grano se desgasta, exponiendo así un nuevo filo de corte.

Los principales materiales abrasivos empleados en la actualidad son:

- Oxido de aluminio (Al_2O_3). Se usa para esmerilar acero y otras aleaciones ferrosas de alta resistencia.
- Carburo de silicio (SiC). Es mas duro que el oxido de aluminio pero no tan tenaz. Se aplica para metales dúctiles como el aluminio, latón, acero inoxidable, así como materiales frágiles como algunas fundiciones de hierro y ciertos cerámicos.
- Nitruro de boro cúbico (CBN). Cuando se usa como abrasivo este material se conoce como Borazón. Se usa para materiales duros como aceros de herramienta endurecidos y aleaciones aeroespaciales.
- Diamante. Los abrasivos de diamante se dan en forma natural y también pueden sintetizarse. Las ruedas de diamante se usan generalmente en aplicaciones de esmerilado de materiales abrasivos duros como cerámicos, carburos cementados y vidrio.



Fig. 4.3.- Propiedades de los diferentes abrasivos.

4.1.2.2 Tamaño de los granos

El tamaño de los granos de las partículas abrasivas es un parámetro importante en la determinación del acabado superficial y de la velocidad de remoción del material. El tamaño de grano pequeño produce mejores acabados, mientras que los mayores tamaños de grano permiten velocidades de remoción de material más grandes. Por tanto, cuando se seleccionan el tamaño de granos abrasivos, deben tomarse en cuenta ambos parámetros. La selección del tamaño de grano depende también, hasta cierto punto, del tipo de material de trabajo. Los materiales de trabajo más duros requieren tamaño de grano más pequeño para un corte efectivo, mientras que los materiales más suaves requieren tamaños de grano más grandes.

4.1.2.3 Materiales aglutinantes

Los materiales aglutinantes sujetan los granos abrasivos y establecen la forma y la integridad estructural del abrasivo. Las propiedades convenientes del material aglutinante son: resistencia, tenacidad, dureza y resistencia a la temperatura. El material aglutinante debe ser capaz de soportar las fuerzas centrífugas y las altas temperaturas experimentadas por el cuerpo abrasivo, resistir sin quebrarse ante los impactos del cuerpo abrasivo, asimismo deben sostener los granos abrasivos rigidamente en su lugar para alcanzar la acción de corte y permitir el desalojo de los granos gastados, de manera que se expongan los nuevos granos. Los materiales aglutinantes comúnmente usados en la industria son los siguientes:

- Vitificados. Consisten principalmente en arcilla cocida y materiales cerámicos. La mayoría de las ruedas de afilado y esmerilado de uso

común, son vitrificados, fuertes y rígidas, resistentes a las altas temperaturas y casi no se afectan con el agua o los refrigerantes que se usan.

- **Silicato**.- Este material aglutinante consiste en silicato de sodio (Na_2SiO_3). Sus aplicaciones se limitan generalmente a situaciones en que debe limitarse la generación de calor, como en el esmerilado de herramientas de corte.
- **Hule**.- EL hule es el más flexible de los materiales aglomerantes. Se usa como material aglutinante en las ruedas de corte.
- **Resina**.- Se hace de varias resinas termofijas, como fenol-formaldehído. Tiene gran resistencia y se usan para esmerilado de desbaste y corte.
- **Laca**.- Las ruedas aglutinadas con laca son relativamente fuertes pero no rígidas. Se usan en aplicaciones donde se requiere un buen acabado.
- **Aglutinante metálico**.- Los aglutinantes metálicos, bronce por lo general, son los materiales mas comunes para las ruedas de diamante y de nitruro de boro cúbico.

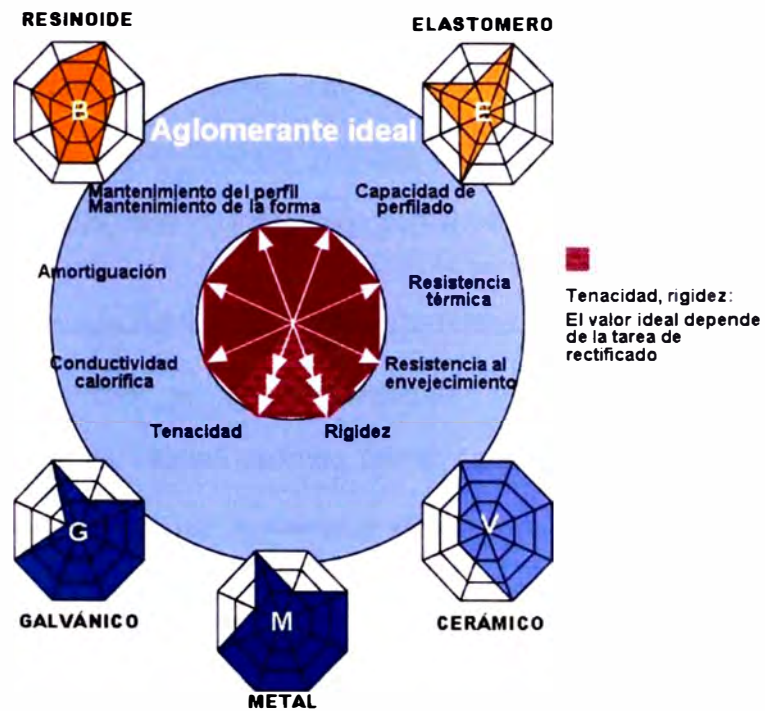


Fig. 4.4.- Propiedades comparativas de los tipos de aglomerantes vs el aglomerante ideal

4.1.2.4 Estructura de la rueda

La estructura de la rueda se refiere al espaciamiento relativo de los granos abrasivos en la rueda. Además de los granos abrasivos y el material aglutinante, las herramientas abrasivas contienen huecos de aire o poros. La estructura de una ruda se mide en una escala que va de abierta a densa. Generalmente se recomiendan estructuras abiertas en situaciones donde se debe proveer claro para la viruta. Las estructuras densas se emplean cuando se requiere un mejor acabado superficial y control dimensional.

4.1.2.5 Grado de la rueda

Indica la resistencia del aglutinante de la rueda de esmeril para retener los granos abrasivos durante el corte. El grado se mide en una escala que va de suave a duro. Las ruedas "suaves" pierden los granos fácilmente, mientras que las ruedas duras retienen los granos abrasivos.

4.2 Especificación para la ruedas de esmeril convencionales

Los elementos precedentes se pueden designar usando un sistema de especificación de ruedas de esmeril definido por la American National Standard Institute (ANSI). Este sistema usa números y letras para identificar el tipo de abrasivo, el tamaño de grano, el grado, la estructura y el material aglutinante. A continuación una descripción del ANSI B74.13:

Prefijo	Tipo de abrasivo	Tamaño de grano	Grado	Estructura	Tipo de aglutinante	Registro del fabricante
30	A	46	H	6	V	XX

Donde:

Prefijo: Símbolo del fabricante para el abrasivo

Tipo de abrasivo: A = Óxido de aluminio
C = Carburo de silicio

Tamaño de grano: Burdo = 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24
Mediano = 30, 36, 46, 54, 60
Fino = 70, 80, ..., 120
Muy fino = 220, 240, ..., 600

Grado: Escala de la A (suave) - Z (duro)

Estructura: Escala del 1 (denso) - 15 (abierto)

Tipo de aglutinante: B = Resinoide
E = Laca
R = Hule
S = Silicato
V = Vitrificado

Registro del fabricante: Marca privada de identificación de la rueda (opcional)

4.3 Velocidad de remoción

Es una de las características de los abrasivos, se mide en gramos por minuto. Siempre es conveniente tener la mayor velocidad de remoción en cualquier proceso abrasivos, por que con esto ahorraremos costos de energía y mano de obra. La velocidad de remoción, que en adelante llamaremos simplemente *remoción*, se define de la siguiente manera:

$$V = \frac{\Delta Md}{t} \left(\frac{g}{\text{min}} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

V = Velocidad de remoción o cuota de remoción (g / min).

ΔMd = Cantidad de material desbastado en el tiempo "t" (g).

t = Tiempo (min).

Para los procesos de corte con discos abrasivos, se prefiere evaluar la velocidad de corte (V') en función del área de cortada en un tiempo dado, como sigue:

$$V' = \frac{Ac}{t} \left(\frac{cm^2}{\text{min}} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

V' = Velocidad de corte (cm² / min).

Ac = Área de material cortado en un tiempo "t" (cm²).

t = Tiempo (min).

En el siguiente capítulo se mostrará como obtener ΔMd mediante una prueba de desbaste. El valor de Ac se obtiene en la prueba de corte.

La velocidad de remoción se ve influenciada por:

- Tipo de grano.
- Tamaño de grano: mayor tamaño da mayor velocidad de remoción.

- Grado: a mayor suavidad mayor velocidad.
- Estructura: a menor densidad mayor remoción.

4.4 Rendimiento

Es la otra característica igualmente importante de los abrasivos, esta definida como la cantidad de material que puede remover el abrasivo por la cantidad de abrasivo consumido o desgastado. Un producto con buen rendimiento nos va a permitir ahorrar costes en la compra de abrasivos. El rendimiento se define de la siguiente manera:

$$G = \frac{\Delta Md \left(\frac{g}{g} \right)}{\Delta Ma \left(\frac{g}{g} \right)} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

G = Parámetro de rendimiento (adimensional).

ΔMd = Cantidad de material desbastado, en gramos, en un tiempo "t".

ΔMa = Cantidad de abrasivo consumido, en gramos, en el mismo tiempo "t".

Para los procesos de corte con discos abrasivos, se prefiere evaluar el parámetro de rendimiento en corte (G') en función del área de cortada y el área desgastada del disco, como sigue:

$$G' = \frac{Ac \left(\frac{cm^2}{cm^2} \right)}{Ad \left(\frac{cm^2}{cm^2} \right)} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

G' = Parámetro de rendimiento (adimensional).

Ac = Área de material cortado en un tiempo "t".

Ad = Área de disco abrasivo desgastado en el mismo tiempo "t".

En el siguiente capítulo se indicará como es que se obtiene ΔMd , ΔMa , Ac y Ad mediante pruebas de corte.

El rendimiento se ve influenciado por:

- Tipo de grano
- Tamaño de grano: menor tamaño da mayor rendimiento.
- Grado: a mayor dureza mayor rendimiento.
- Estructura: a mayor densidad mayor rendimiento.

4.5 El producto correcto

El producto correcto se obtiene al hacer un buen balance de las 2 propiedades fundamentales del abrasivo para la aplicación dada. En concreto, un buen abrasivo tiene una velocidad de remoción aceptable y un rendimiento aceptable también. No es posible tener altos valores de rendimiento y velocidad de remoción, por cuanto estas características van condicionadas a las propiedades que hemos visto. En el siguiente gráfico quiero ilustrar como están balanceadas estas propiedades.

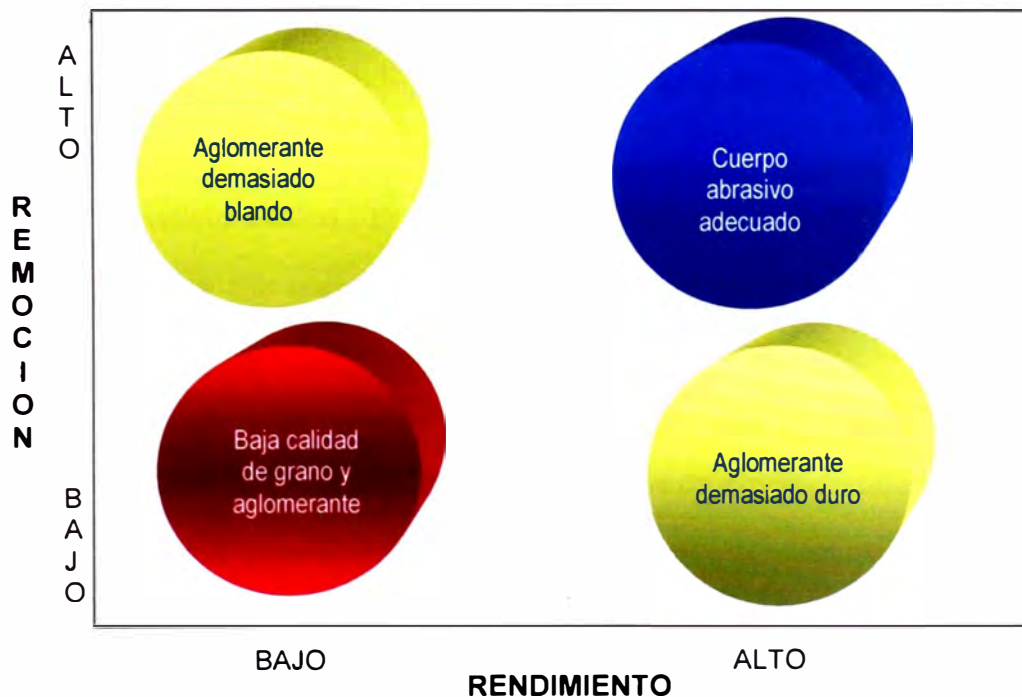


Fig. 4.5.- Balance de propiedades en un abrasivo sólido.

CAPITULO 5

MERCADOTECNIA INDUSTRIAL

5.1 La mercadotecnia industrial y la ingeniería

El elemento mas importante de la mercadotecnia industrial es el producto. Se define el producto de la siguiente manera: *Un producto es cualquier cosa que se ofrezca en un mercado para su atención, adquisición, uso o consumo, y que pudiera satisfacer una necesidad o deseo.*

En el caso de un producto industrial, como son los abrasivos, el producto es un bien físico que es el medio para producir un servicio: el esmerilado y/o corte de materiales. Al plantear una oferta de mercado, se debe pensar en 5 niveles de producto:

- **Beneficio básico.**- Es el beneficio fundamental que el cliente en realidad adquiere. Por ejemplo, ene. Caso de un hotel, el cliente adquiere “descanso y sueño”.
- **Producto genérico.**- Es una versión básica del producto. Por ejemplo, un hotel consta de un edificio con habitaciones de alquiler.
- **Producto esperado.**- Es el conjunto de atributos y condiciones que por lo general los clientes esperan del producto. Por ejemplo, los huéspedes de un hotel esperan una cama limpia, jabón y toalla, teléfono, ropero y

tranquilidad. Debido a que la mayoría de hoteles cumple con ese requerimiento el viajero no tendrá preferencia y se quedará en cualquier hotel.

- **Producto aumentado.**- Es el producto con beneficios y servicios adicionales que lo distinguen del producto ofrecido por los competidores. En el ejemplo del hotel se elevará el producto al incluir un televisor, champú, flores frescas, servicio a la habitación, etc.
- **Producto potencial.**- Incluye todos los aumentos y transformaciones futuros por los que podría pasar el producto a la larga, es decir, señala la posible evolución del producto. Algunas empresas exitosas agregan a la oferta beneficios que deleiten a los clientes. En el ejemplo del hotel podría ser que el huésped encuentre un caramelo en la almohada, un tazón de frutas o una colección de películas de estreno.

Ahora bien, vemos que los conceptos de mercadotecnia se aplican perfectamente a un producto industrial, a continuación mostraremos los distintos niveles de producto que existen referidos a los discos de corte y desbaste para metal.

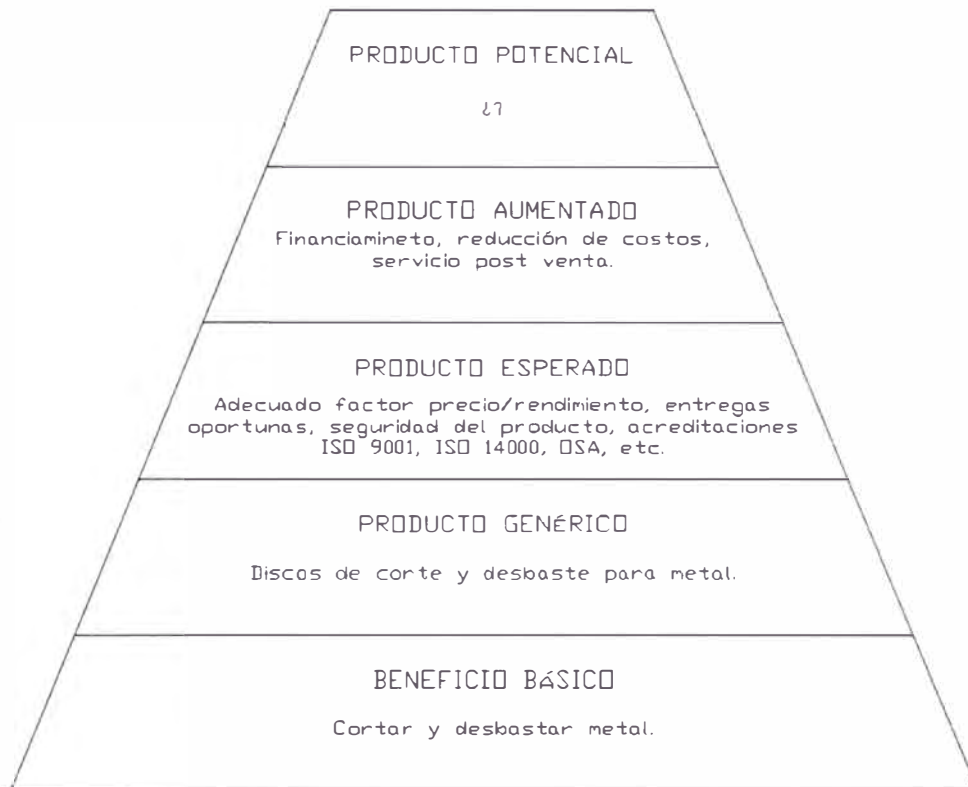


Fig. 5.1.- Tipos de producto en discos de corte y desbaste.

En nuestro mercado los proveedores más serios de este tipo de productos, se encuentran ubicados con productos de nivel "*producto esperado*". Es por ello que la estrategia de SEDISA apunta a ubicar productos del nivel "*incrementado y potencial*", añadiendo valor agregado a los mismos.

5.2 Valor agregado al producto

Esta estrategia para dar valor agregado al producto tiene elementos que incluyen beneficios financieros y técnicos muy tangibles: financiamiento adecuado para el suministro de productos durante la duración de las obras en ejecución, capacitación del personal involucrado en el uso de los productos, valorización certera de los costos en los procesos abrasivos involucrados en la obra, asistencia técnica para disminuir los costos de la obra, etc.

Asimismo el estar compitiendo en un mercado industrial nos ha hecho desarrollar herramientas técnicas que nos permitan cuantificar los beneficios de usar nuestros productos. Estas mismas herramientas nos permiten conocer también los productos con que cuenta la competencia y en bases a eso poder plantear nuestra estrategia comercial. Lo que vamos a presentar a continuación, son hojas de calculo desarrolladas específicamente par a las operaciones de corte y desbaste con discos abrasivos. El mismo concepto del costeo de la operación de desbaste, se aplica para costear operaciones de esmerilado, rectificado y pulido con ruedas abrasivas.

5.3 Valorización de los procesos de desbaste con discos abrasivos

El esquema de valorización de los procesos de desbaste de metal es aplicable, con ligeras modificaciones, a una amplia gama de abrasivos sólidos. El punto de partida para proceder a valorizar un proceso de desbaste es conocer los parámetros de rendimiento y velocidad de remoción de un determinado producto en un proceso específico.

Antes de proceder con el la valorización del proceso que me interesa analizar debo tener los siguientes datos:

- Costo de eliminación del desperdicio (\$/kg).
- Tiempo de recambio del abrasivo (min).
- Costo laboral (\$/Hora – hombre + \$/costo energía por H – h).
- Peso del disco nuevo en gramos.
- Dimensiones del disco en milímetros (espesor “e”, diámetro “D”, agujero “H”).
- Unidades de abrasivos empleadas actualmente en un año (unid).

- Precio unitario de los abrasivos (\$/unid).

A continuación mostramos una tabla ejemplo donde ordenamos los datos:

VALORIZACIÓN DE ESMERILADO CON DISCOS DE DESBASTE 4 1/2"			
Cliente		Responsable	
Fecha		RPM	
Maquina		Tipo Maquina	
Prueba No.		Operador	

Datos Generales	FABRICANTE				
	Costo del desperdicio		U\$/kg	0.10	
	Tiempo de recambio		min	5.00	
	Costo Laboral/Hr		US\$	4.00	
	Peso disco nuevo		g	162.00	
	Diámetro del deshecho		mm	75.00	
Datos de rueda	Forma			27	
	Dimensiones	D	mm	115.00	
		e		6.00	
		H		22.20	
	Especificación				
	Ruedas usadas por año		Pzs	6000	
	Precio por rueda		US\$	1.40	

Tabla 5.1.- Datos iniciales para la valorización del esmerilado.

El "diámetro de desecho" es el diámetro mínimo hasta donde puede emplearse un disco abrasivo. Esto es por consideraciones de uso en la amoladora angular. Con los datos de dimensión y peso del disco nuevo, procedemos a calcular el "peso útil" del disco. Observamos la figura:

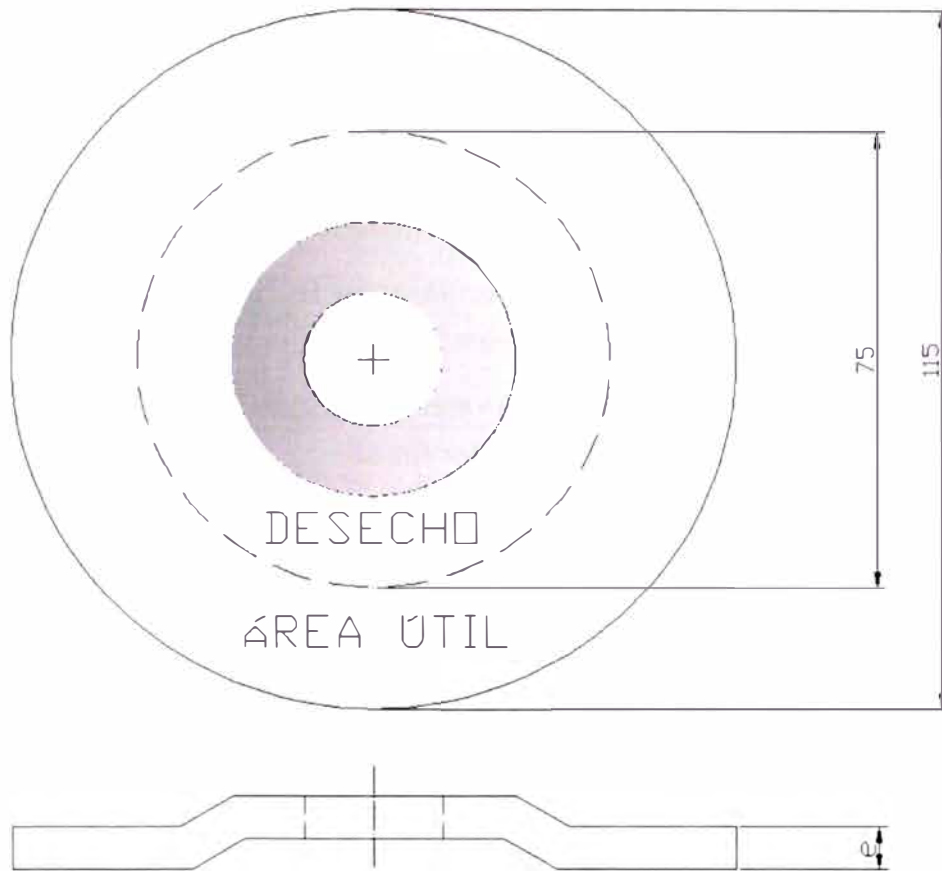


Fig. 5.2.- Dimensiones del disco de desbaste

La densidad del disco ρ sería aproximadamente:

$$\rho = \frac{\text{PesoDisco} * 1000}{\frac{\pi}{4} * e * (D^2 - H^2)} \text{ [g/cm}^3\text{]} \dots\dots\dots (5)$$

Teniendo la densidad calculamos el “peso útil” de abrasivo en un disco:

$$P_{\text{útil}} = 0.001 * \rho * e * \frac{\pi}{4} * (D^2 - Dd^2) \text{ [g]} \dots\dots\dots (6)$$

Ahora, con el rendimiento del disco “G” calculamos la cantidad de metal que puede remover un disco, lo que llamaremos “posible remoción por rueda:

$$\text{Re mocionxrueda} = G * P_{\text{útil}} \text{ [kg]} \dots\dots\dots (7)$$

Calculamos el peso de material “desperdiciado” en cada disco.

$$DesperdicioxRueda = 0.001 * \rho * e * \frac{\pi}{4} * (Dd^2 - H^2) \quad [g] \dots \dots \dots (8)$$

Ahora procedemos a calcular los costos en \$ por kilogramo de metal removido:

$$CostoRueda = \frac{PrecioRueda}{Remocionxrueda} \quad [$/kg] \dots \dots \dots (9)$$

$$CostoLaboral = \frac{(CostoLaboral - h) * 1000}{V * 60} \quad [$/kg] \dots \dots \dots (10)$$

$$CostoxRecambio = \frac{TiempoRecambio * (CostoLaboral - h)}{RemocionxRueda * 60} \quad [$/kg] \dots \dots \dots (11)$$

Con esto, el costo total de esmerilado por kilogramo de metal removido será:

$$Costo\ total\ x\ kilogramo = Costo\ Rueda + Costo\ Laboral + CostoxRecambio \quad [$/kg] \dots \dots (12)$$

Calculamos el metal removido en el periodo de un año, tomando como base las ruedas consumidas en un año y la posible remoción por rueda:

$$Metal\ Removido\ Anual = Número\ de\ ruedas * Remoción\ por\ rueda \quad [$/] \dots \dots (13)$$

Finalmente, el costo total de esmerilado sería:

$$Costo\ Anual\ Total\ de\ Esmerilado = Costo\ total\ x\ kilogramo * Metal\ removido\ Anual \dots \dots (14)$$

A continuación mostramos una tabla completa donde se calculan los costos de esmerilado según los parámetros de velocidad de remoción y rendimiento obtenidos por ensayo. El esmerilado se realizó el canto de una probeta de acero ASTM A36 de ½" de espesor.

VALORIZACIÓN DE ESMERILADO CON DISCOS DE DESBASTE 4 1/2"

Cliente		Responsable	
Fecha		RPM	
Maquina		Tipo Maquina	
Prueba No.		Operador	

Datos Generales	FABRICANTE			KLINGSPOR		
	Costo del desperdicio		US\$/kg	0.10		
	Tiempo de recambio		min	5.00		
	Costo Laboral/Hr		US\$	4.00		
	Peso disco nuevo		g	162.00		
	Diámetro del deshecho		mm	75.00		
Datos de rueda	Forma			27		
	Dimensiones	D	mm	115.00		
		e		6.00		
		H		22.20		
	Especificación			KRONEFLEX EXTRA		
	Ruedas usadas por año		Pzas	6000		
Precio por rueda		US\$	1.40			
Datos de prueba	Rueda	Peso inicial	g	162		
		Peso final	g	147		
	Probeta	Peso inicial	g	2909		
		Peso final	g	2836		
	Tiempo de contacto			min	8.00	
Resultados	Densidad		g/cm ³	2.70		
	Peso útil de disco		g	96.70		
	Cuota de remoción		g/min	9.13		
	G-eficiencia		G	4.87		
	Posible remoción/rueda		kg	0.47		
	Desperdicio (rueda)		g	65.30		
Costos de esmerilado	Costo rueda/kg		US\$	2.97		
	Costo laboral/kg			7.31		
	costo de recambio/kg			0.71		
	Costo total/Kg			10.99		
Costo Total estimado	Costo de rueda		US\$	8.400		
	Costo laboral			20,629		
	Costo de recambio			2,000		
	Costo del desperdicio			39.18		
	Costo Total			31,069		
				100%		

Tabla 5.2.- Valorización de un proceso de esmerilado.

5.3.1 Prueba de disco de desbaste

La prueba del disco de desbaste se hace simulando la operación de esmerilado en probetas del material empleado en el proceso real.

La prueba consiste, entonces, en esmerilar durante un tiempo preestablecido la probeta. Se pesa la probeta antes de comenzar el esmerilado y al finalizar el mismo. De igual forma se procede con el disco.

La prueba será tanto mejor en la medida que se controlen las condiciones simuladas del trabajo real. A continuación las principales recomendaciones:

- Escoger al operario esmerilador más experimentado.
- Escoger una amoladora en buen estado, de preferencia tipo eléctrico.
- Controlar que el esmerilador mantenga una posición uniforme durante el tiempo de la prueba.
- Controlar la presión que el esmerilador ejerce sobre el disco. Esto se consigue con la ayuda de un amperímetro que mida el amperaje consumido por la amoladora, el cual es directamente proporcional a la presión del operario.
- Cuando se hace una prueba comparativa entre productos tener el cuidado de escoger el mismo material para probar ambos discos: misma composición, espesor, en el caso de piezas de fundición tener especial cuidado de que las zonas a esmerilar tengan la misma dureza.
- Para hacer prueba comparativa entre producto mantener las mismas condiciones descritas líneas arriba.

Con la prueba de desbaste obtendremos los valores de ΔMd y ΔMa como sigue:

Md = Masa inicial de la probeta – Masa final de la probeta

ΔMa = Masa de disco inicial – Masa de disco final

Con estos valores podremos obtener un valor de la velocidad de remoción "V" (ecuación 1) y del rendimiento "G" (ecuación 3).

A continuación una foto que representa el proceso de prueba de discos de desbaste, en condiciones controladas.



Fig. 5.3.- Probeta de pruebas en posición de trabajo.

5.3.2 Caso de aplicación de valorización del proceso de desbaste para la selección del producto mas económico

Una de las principales aplicaciones de un cálculo de costos en el proceso de esmerilado, es la selección del disco abrasivo que resulte más económico para la aplicación deseada. En este caso particular – la selección de disco de desbaste para uno de los procesos abrasivos que emplea una importante

metalmecánica del país - se hace una valorización comparativa entre los productos que se deseen evaluar para su empleo en un mismo tipo de proceso abrasivo (esmerilado de acero estructural con amoladoras eléctricas de 4 ½").

Sin embargo, pueden estar en evaluación diferentes procesos abrasivos que empleen diferentes herramientas (por ejemplo comparar la conveniencia de desbastar determinadas superficies de fundición con discos de desbaste de oxido de aluminio, de zirconio o el empleo de copas abrasivas. A continuación mostramos la tabla comparativa:

PRUEBA DE RENDIMIENTO DISCOS DE DESBASTE 4 1/2"

Ciente		Responsable	
Fecha		RPM	
Maquina		Tipo Maquina	
Prueba No.		Operador	

Datos Generales	FABRICANTE			KLINGSPOR	TYROLIT
	Costo del desperdicio		U\$/kg	0.10	0.10
	Tiempo de recambio		min	5.00	5.00
	Costo Laboral/Hr		US\$	4.00	4.00
	Peso disco nuevo		g	162.00	160.00
Diametro del deshecho		mm	75.00	75.00	
Datos de rueda	Forma			27	27
	Dimensiones	D	mm	115.00	114.00
		e		6.00	7.00
		H		22.20	22.20
	Especificación			KRONEFLEX EXTRA	SECUR EXTRA
	Ruedas usadas por año		Pzas	6000	4435
Precio por rueda		US\$	1.40	1.67	
Datos de prueba	Rueda	Peso inicial	g	162	160
		Peso final	g	147	144
	Probeta	Peso inicial	g	2909	2836
		Peso final	g	2836	2728
	Tiempo de contacto		min	8.00	8.00
Resultados	densidad		g/cm ³	2.70	2.33
	Cuota de remoción		g/min	9.13	13.50
	G-eficiencia		G	4.87	6.75
	Posible remoción/rueda		kg	0.47	0.64
	Desperdicio (rueda)		g	65.30	65.68
Costos de esmerilado	Costo rueda/kg		US\$	2.97	2.62
	Costo laboral/kg			7.31	4.94
	costo de recambio/kg			0.71	0.52
	Costo total/Kg			10.99	8.08
Costo Total estimado	Costo de rueda		US\$	8.400	7,406
	Costo laboral			20,629	13,944
	Costo de recambio			2,000	1,478
	Costo del desperdicio			39.18	29.13
	Costo Total			31,069	22,858
			100%	74%	

Tabla 5.3.- Valorización comparativa entre discos de desbaste para metal.

El análisis de esta tabla arroja conclusiones sobre el desempeño de 2 productos similares de marcas diferentes, en determinada aplicación.

Podemos resaltar lo siguiente:

- Diferencia de 47% en la velocidad de remoción entre productos.
- Diferencia de 38% en el rendimiento entre productos.
- El costo total arroja una diferencia de 26% entre productos. Tomando en cuenta un consumo anual de este abrasivo eso significa una diferencia de \$8,211 en el costo de esmerilado.
- Los costos laborales representan alrededor del 63% de los costos totales. Por ello, en un proceso de esmerilado me conviene seleccionar productos con la mayor velocidad de remoción.

5.4 Valorización de los procesos de corte con discos abrasivos

El punto de partida para proceder a valorizar un proceso de corte es conocer los parámetros de rendimiento y velocidad de corte de un determinado producto en un proceso específico.

Antes de proceder con el la valorización del proceso que me interesa analizar debo tener los siguientes datos:

- Costo de eliminación del desperdicio (\$/kg).
- Tiempo de recambio del abrasivo (min).
- Costo laboral (\$/Hora – hombre + \$/costo energía por H – h).
- Peso del disco nuevo en gramos.
- Dimensiones del disco en milímetros (espesor “e”, diámetro “D”, agujero “H”).
- Unidades de abrasivos empleadas actualmente en un año (unid).

- Precio unitario de los abrasivos (\$/unid).

A continuación mostramos una tabla ejemplo donde ordenamos los datos:

VALORIZACIÓN DE PROCESO DE CORTE CON DISCOS DE 4 1/2"			
Cliente	FIMA S.A.	Responsable	Ing. Luis Postigo
Fecha	17/04/2007	RPM	12000 rpm
Maquina	DE WALT	Tipo Maquina	amoladora manual
Prueba No.	2	Operador	

Datos Generales	FABRICANTE		KLINGSPOR		
	Tiempo de recambio	min	5.00		
	Costo Laboral/Hr	US\$	4.00		
	Diámetro del deshecho	mm	75.00		
Datos de rueda	Forma		27		
	Dimensiones	D	115.00		
		e	2.50		
		H	22.20		
	Especificación		CORTE		
	Ruedas usadas por año	Pzas	25.000		
Precio por rueda	US\$	0.91			

Tabla 5.4.- Datos iniciales para la valorización del corte.

El diámetro de deshecho es el mismo que el explicado en el punto 5.3 cuando nos referimos a la valorización del proceso de desbaste.

La densidad del disco ρ seria aproximadamente:

$$\rho = \frac{\text{Peso Disco} * 1000}{\frac{\pi}{4} * e * (D^2 - H^2)} \text{ [g/cm}^3\text{]} \dots\dots\dots(5)$$

Teniendo la densidad calculamos el "área útil" de abrasivo en un disco de corte:

$$S_{\text{útil}} = 0.01 * \frac{\pi}{4} * (D^2 - Dd^2) \text{ [cm}^2\text{]} \dots\dots\dots(6')$$

Ahora, con el rendimiento del disco "G" calculamos la "superficie o área de metal" que esta en capacidad de cortar un disco, lo que llamaremos "posible superficie de corte":

$$S_{\text{corte rueda}} = G' * S_{\text{útil}} \text{ [cm}^2\text{]} \dots\dots\dots(7')$$

Calculamos el peso de material “desperdiciado” en cada disco.

$$DesperdicioxRueda = 0.001 * \rho * e * \frac{\pi}{4} * (Dd^2 - H^2) \quad [g] \dots\dots\dots(8')$$

Ahora procedemos a calcular los costos en \$ por área de metal cortada de metal removido:

$$CostoRueda = \frac{PrecioRueda}{Scortexrueda} \quad [$/cm^2] \dots\dots\dots(9')$$

$$CostoLaboral = \frac{(CostoLaboral - h) * 1000}{V * 60} \quad [$/cm^2] \dots\dots\dots(10')$$

$$CostoxRecambio = \frac{TiempoRecambio * (CostoLaboral - h)}{ScortexRueda * 60} \quad [$/cm^2] \dots\dots\dots(11')$$

Con esto, el costo total de esmerilado por cm² de metal cortado será:

$$Costo\ total\ x\ cm^2 = Costo\ Rueda + Costo\ Laboral + CostoxRecambio \quad [$/cm^2] \dots\dots(12')$$

Calculamos el área de metal cortado en el periodo de un año, tomando como base las ruedas consumidas en un año y la posible área de corte por rueda:

$$Metal\ cortado\ Anual = Número\ de\ ruedas * Scortexrueda \quad [cm^2] \dots\dots(13')$$

Finalmente, el costo total de esmerilado sería:

$$Costo\ Anual\ Total\ de\ corte = Costo\ total\ x\ cm^2 * Metal\ cortado\ anual \dots \quad [\$] \dots(14')$$

A continuación mostramos una tabla completa donde se calculan los costos de corte según los parámetros de velocidad de corte y rendimiento obtenidos por ensayo. El corte se realizó a lo largo de una probeta de 250 mm x200 mm y 9.0 mm de espesor de material acero ASTM A36.

VALORIZACIÓN DE PROCESO DE CORTE CON DISCOS DE 4 1/2"

Cliente		Responsable	
Fecha		RPM	
Maquina		Tipo Maquina	
Prueba No.		Operador	

Datos Generales	FABRICANTE			KLINGSPOR		
	Tiempo de recambio		min	5.00		
	Costo Laboral/Hr		US\$	4.00		
	Diámetro del deshecho	Dd	mm	75.00		
Datos de rueda	Forma			27		
	Dimensiones	D	mm	115.00		
		e		2.50		
		H		22.20		
	Especificación			CORTE		
	Ruedas usadas por año		Pzas	25,000		
Precio por rueda		US\$	0.91			
Datos de prueba	Rueda	Φ Inicial	mm	115.00		
		Φ Final	mm	81.00		
	Probeta	Largo	mm	250		
		Espesor	mm	9		
	Número de cortes			2		
	Tiempo de contacto	t	min	3.23		
Resultados	Cuota de remoción	V'	cm ² /min	16.19		
	G-eficiencia	G'	cm ² /cm ²	0.68		
	Posible corte/rueda	Scortexrueda	cm ²	40.31		
Costos de esmerinado	Costo de rueda/cm ²		US\$	22.58		
	Costo laboral/cm ²			4.12		
	Costo recambio/cm ²			8.27		
	Costo total/cm ²			34.97		
Costo Total estimado	Costo de rueda		US\$	22,750		
	Costo laboral			4,150		
	Costo de recambio			8,333		
	Costo Total			35,233		
				100%		

Tabla 5.5.- Valorización del proceso de corte.

5.4.1 Prueba de disco de corte

La prueba del disco de corte se hace simulando la operación de corte en probetas del material empleado en el proceso real. Se marca en la probeta los cortes a efectuar. La prueba consiste en efectuar un determinado número de cortes en la probeta, midiéndose el tiempo efectivo de corte, también el diámetro del disco al inicio y al concluir los cortes.

La prueba será tanto mejor en la medida que se controlen las condiciones simuladas del trabajo real. A continuación las principales recomendaciones:

- Escoger al operario cortador más experimentado.
- Escoger una amoladora en buen estado, de preferencia tipo eléctrico.
- Controlar que el esmerilador mantenga una posición uniforme durante el tiempo de la prueba.
- Controlar la presión que el cortador ejerce sobre el disco. Esto se consigue con la ayuda de un amperímetro que mida el amperaje consumido por la amoladora, el cual es directamente proporcional a la presión del operario.
- Cuando se hace una prueba comparativa entre productos tener el cuidado de escoger el mismo material para probar ambos discos: misma composición, espesor, en el caso de piezas de fundición tener especial cuidado de que las zonas a cortar tengan la misma dureza.
- Para hacer prueba comparativa entre producto mantener las mismas condiciones descritas líneas arriba.

Con la prueba de desbaste obtendremos los valores de A_c y A_d como sigue:

$A_c = \text{Número de cortes} \cdot \text{espesor de la probeta} \cdot \text{largo de corte}$

$$A_d = 0.01 * \frac{\pi}{4} * (D^2 - D_{final}^2)$$

Con estos valores podremos obtener un valor de la velocidad de corte "V" (ecuación 2) y del rendimiento "G" (ecuación 4).

A continuación una foto que representa el proceso de prueba de discos de corte, en condiciones controladas.



Fig. 5.4.- Probeta de pruebas en posición de trabajo.

5.4.2 Caso de aplicación de valorización de proceso de corte para la selección del producto mas económico

Una de las principales aplicaciones de un cálculo de costos en el proceso de corte, es la selección del disco abrasivo que resulte más económico para la aplicación deseada. En este caso particular – la selección de disco de corte de uso general en una importante metalmecánica del país - se hace una valorización comparativa entre los discos de corte de diámetro 4 ½" que desea evaluar para su empleo en el corte de acero estructural con amoladoras eléctricas de 4 ½"). En este caso particular, se comparan discos de espesores diferentes (2.5mm y 3.2mm) y de fabricantes diferentes.

A continuación mostramos la tabla comparativa:

PRUEBA DE RENDIMIENTO DISCOS DE CORTE 4 1/2"

Cliente	FIMA S.A.	Responsable	Ing. Luis Postigo
Fecha	17/04/2007	RPM	12000 rpm
Maquina	DE WALT	Tipo Maquina	amoladora manual
Prueba No.	2	Operador	

Datos Generales	FABRICANTE			KLINGSPOR	TYROLIT
		Tiempo de recambio	min	5.00	5.00
	Costo Laboral/Hr	US\$	4.00	4.00	
	Diámetro del deshecho	mm	75.00	75.00	
Datos de rueda	Forma			27	27
	Dimensiones	D	mm	115.00	115.00
		e		2.50	3.20
		H		22.20	22.20
	Especificación			CORTE	CORTE
	Ruedas usadas por año		Pzs	25,000	18,293
Precio por rueda		US\$	0.91	1.11	
Datos de prueba	Rueda	Φ Inicial	mm	115.00	115.50
		Φ Final	mm	81.00	92.00
	Probeta (área de corte)	Largo	mm	250	250
		Espesor	mm	9	9
	Número de cortes			2	2
	Tiempo de contacto		min	3.23	2.02
Resultados	Cuota de remoción		cm ² /min	16.19	18.99
	G-eficiencia		cm ² /cm ²	0.68	0.92
	Posible corte/rueda		cm ²	40.31	55.08
Costos de esmerilado	Costo de rueda/cm ²		US\$	22.58	20.15
	Costo laboral/cm ²			4.12	3.51
	Costo recambio/cm ²			8.27	6.05
	Costo total/cm ²			34.97	29.71
Costo Total estimado	Costo de rueda		US\$	22,750	20,306
	Costo laboral			4,150	3,537
	Costo de recambio			8,333	6,098
	Costo Total			35,233	29,941
			100%	85%	

Tabla 5.6.- Valorización comparativa entre discos de corte para metal.

El análisis de esta tabla arroja conclusiones sobre el desempeño de 2 productos similares de marcas diferentes, en determinada aplicación.

Podemos resaltar lo siguiente:

- Diferencia de 17% en la velocidad de corte entre productos.

- Diferencia de 35% en el rendimiento entre productos.
- El costo total arroja una diferencia de 15% entre productos. Tomando en cuenta un consumo anual de este abrasivo eso significa una diferencia de \$5,292 en el costo de corte.
- Los costos de rueda (disco) representan alrededor del 65% de los costos totales. Por ello en procesos de corte es preferible contar con productos de buen rendimiento.

5.5 Otros casos de aplicación

Los ejemplos de valorización descritos en los acápite precedentes se efectúan realizando pruebas piloto que simulan el proceso real. Sin embargo, en muchos casos no es posible efectuar este tipo de pruebas. Por ejemplo, cuando se tiene piezas fundidas producidas en serie y se quiere evaluar los abrasivos empleados para eliminar las rebabas y/o dimensionar las piezas. Las piezas fundidas tienen la particularidad de presentar diferentes durezas según su geometría, así como diferente masa de rebabas.

Por el tema de las diferentes durezas no podemos “hacer” una probeta representativa; por motivo de la cantidad de rebabas diferentes entre pieza y piezas, es difícil saber cuanto material se va a tener que desbastar en un determinado periodo. Finalmente, si quisiéramos hacer la prueba con la misma pieza fundida, su gran masa hace difícil e inexacto pesar el “antes” y el “después” de una hipotética prueba de desbaste. Condiciones similares se presentan cuando queremos evaluar procesos abrasivos posteriores a la recuperación por soldadura de grandes elementos. En estos casos, solamente se puede recurrir a una cuidadosa estadística de producción para obtener la productividad (asociada a la

velocidad de remoción) y la eficiencia del proceso (asociada al rendimiento del abrasivo).

5.5.1 Ruedas para desbaste en recuperación de rodetes Pelton

El proceso de recuperación de ruedas Pelton es extenso. Consiste en una recuperación dimensional con soldadura para llevar a las dimensiones de diseño del rodete. Luego de aplicar los cordones de soldadura y antes de aplicar el tratamiento térmico final a la pieza, se debe iniciar una secuencia de esmerilado. En la etapa inicial de esmerilado se emplean abrasivos resinoides en forma de rueda recta, como el que se muestra en la foto. Se recomendó el uso de una rueda resinoides de estas características:

Dimensiones: 150x25X15.9 mm

Especificación: 10A16.3Q4B34



Fig. 5.5.- Rueda resinoides TY-914

Lo que el cliente busca es poder tener un rendimiento del producto (consumo de ruedas) no excesivo y que la velocidad de remoción de material (desbaste) sea lo mas rápido posible.

5.5.1.1 Prueba de desbaste

Para comprobar la correcta selección del producto propuesto se hizo una prueba comparativa con la rueda con la que trabajaban en ese momento. La prueba consistió en esmerilar dos caras contiguas de una cuchara de rodete Pelton hasta que las ruedas se consuman por completo. A continuación una fotografía de la prueba.

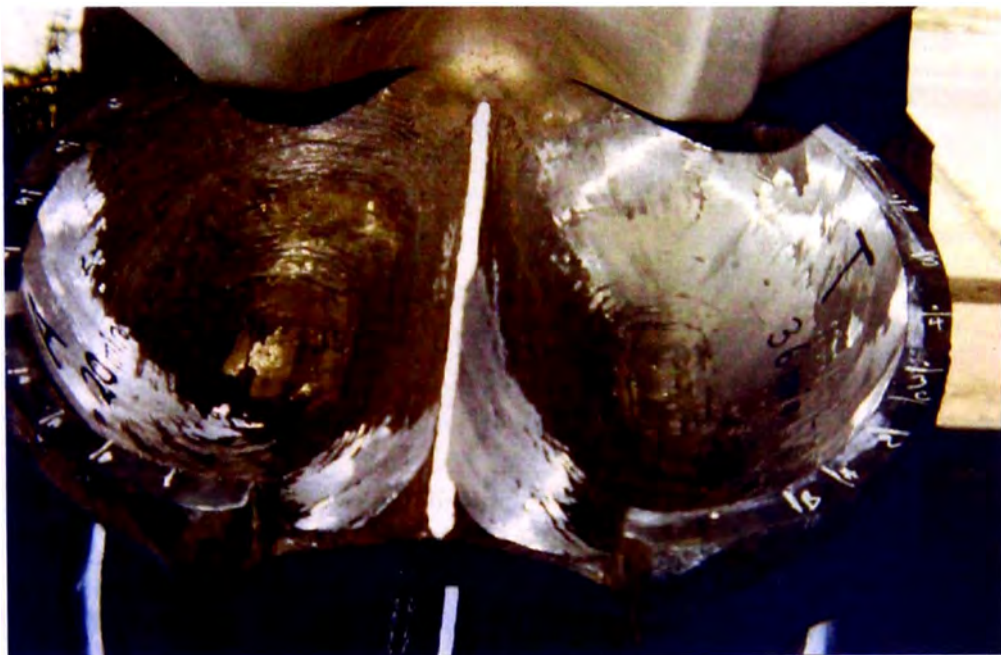


Fig. 5.6.- Prueba de ruedas abrasivas para rodete Pelton.

En la figura se ve, en el lado izquierdo la parte esmerilada con la rueda de marca "A" y al lado derecho la parte esmerilada con la rueda marca "T". Como no es posible "pesar" el metal removido se establece una relación directa entre masa removida y área desbastada, luego se hace una

medición de las áreas desbastadas para hallar una razón entre rendimientos de productos. La medición arroja lo siguiente:

Área removida producto marca "A" = 2.5 unidades de área.

Área removida producto marca "T" = 5.5 unidades de área.

Asimismo la rueda marca "A" tuvo un tiempo de vida de 20 minutos. La rueda marca "T" tuvo un tiempo de vida de 36 minutos.

5.1.1.2 Cálculo de los parámetros

Como los pesos de las ruedas marcas "A" y "T" son aproximadamente iguales y estableciéndose una relación directa entre área removida con peso removido, entonces la relación de rendimientos (G) entre productos sería:

$$\frac{G_T}{G_A} = \frac{5.5}{2.5} = 2.2$$

Ahora la relación entre velocidades de remoción (V) se obtiene en base al área desbastada durante la vida de la rueda, esto es:

$$\frac{V_T}{V_A} = \frac{\frac{5.5 \text{ unidades de área}}{36 \text{ min}}}{\frac{2.5 \text{ unidades de área}}{20 \text{ min}}} = 1.224$$

5.1.1.3 Resultados

Actualmente el cliente consume 2,400 ruedas al año en la marca "T" con un precio de \$12.51 la unidad.

En la marca "A" debería consumir aproximadamente $2,400 \times 2.2 = 5,280$ unidades. Como el precio de la rueda marca "A" es de \$9.50 la unidad podemos calcular el ahorro en ruedas de la siguiente manera:

Costo en ruedas marca "T":

$$C_{RUEDAS^T} = 2,400[rueda] * 12.51 \left[\frac{US\$}{rueda} \right] = 30,024[US\$]$$

Costo en ruedas marca "A" :

$$C_{RUEDAS^A} = 5,280[rueda] * 9.50 \left[\frac{US\$}{rueda} \right] = 50,160[US\$]$$

Ahorro en ruedas = \$20,136

Ahora estimamos el costo de las horas hombre de la siguiente manera:

Tiempo de trabajo anual con la rueda marca "T" :

$$t_T = 2,400[rueda] * \frac{36 \left[\frac{\text{min}}{rueda} \right]}{60 \left[\frac{\text{min}}{\text{hora}} \right]} = 1,440[horas]$$

Tiempo de trabajo con la rueda marca "A":

$$t_A = 5,280[rueda] * \frac{20 \left[\frac{\text{min}}{rueda} \right]}{60 \left[\frac{\text{min}}{\text{hora}} \right]} = 1,760[horas]$$

La diferencia de tiempo es de 320 horas, valorizando la hora hombre y maquina en \$6.00 la hora tenemos un ahorro en horas hombre y máquina de US\$1,920.

CONCLUSIONES

1. Se propone una metodología para valorizar los procesos de corte y desbaste con discos metálicos.
2. En un proceso de corte metálico con discos abrasivos, los costos de adquisición de herramientas representan alrededor del 65% de los costos totales.
3. En un proceso de corte metálico con discos abrasivos, los costos en tiempos muertos por recambio de discos representan más del 20% de los costos totales.
4. En un proceso de desbaste con discos metálicos, los costos laborales son mayores al 60% de los costos totales.
5. Dicha valorización sirve comercialmente para demostrar la conveniencia económica de usar un determinado producto.
6. El ingeniero a cargo de la producción de cualquier empresa que emplee procesos abrasivos, puede adaptar las herramientas aquí propuestas para valorizar un proceso abrasivo en particular.
7. Las condiciones de uso seguro de los abrasivos sólidos son sumamente importantes y deben realizarse respetando la norma ANSI B7.1.

BIBLIOGRAFIA

1. ANSI B7.1-2000 – Safety Requeriments for Use, Care and Protection of Abrasive Wheels, American National Standards Institute, April 27, 2000.
2. Fundamentals of Modern Manufacturing: Material, Processes and Systems, Mikell P. Groover, Wiley 2nd Edition 2001.
3. Páginas de internet:
 - www.tyrolit.com
 - www.sedisa.com.pe
 - www.fepa-abrasives.org