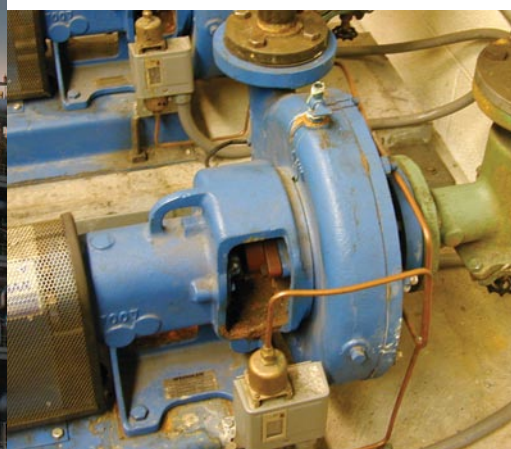


DuPont™ Vespel® CR-6100

GUÍA DE APLICACIÓN E INSTALACIÓN PARA COMPONENTES DE DESGASTE ESTACIONARIOS EN BOMBAS CENTRIFUGAS



The miracles of science™



Antecedentes

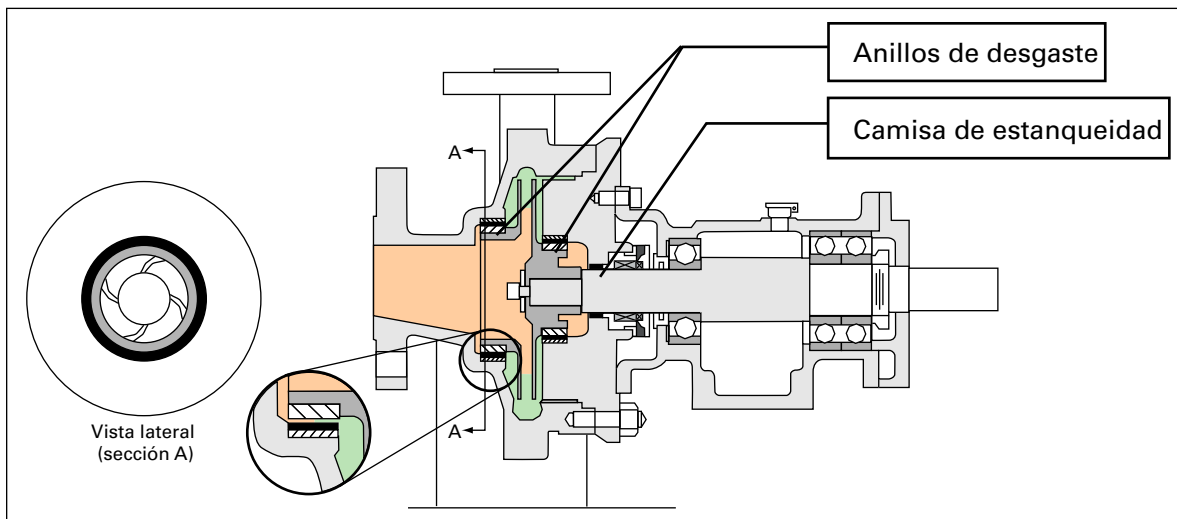
El CR-6100 para piezas y elementos de DuPont™ Vespel® es un material compuesto consistente en fibras de carbono retenidas en una matriz de resina de fluorocarbono de Teflon®. El CR-6100 de Vespel® ha sido instalado en miles de bombas en refinerías, plantas químicas, plantas generadoras de energía y otras instalaciones de procesamiento de fluidos desde 1996. Ha reemplazado al metal y otros materiales compuestos usados en anillos de desgaste de bombas, camisas de estanqueidad y rodamientos de eje de transmisión para ayudar a los usuarios a incrementar la fiabilidad y prestaciones de la bomba. Las propiedades del Vespel® CR-6100 ayudan a reducir los riesgos de agarrotamiento de la bomba y permiten que las tolerancias entre partes dinámicas y estacionarias internas sean reducidas en un 50% o más.

Las industrias procesadoras de fluidos han adoptado el uso de materiales compuestos en bombas para reducir vibraciones, incrementar la vida del sellado mecánico y MTBR (tiempo medio entre reparaciones), reducir el riesgo de agarrotamientos, incrementar la eficiencia y reducir costos de reparación. El API 610, 10ª edición (norma ISO 13709), la norma más reciente para bombas centrífugas del Instituto Americano del Petróleo (API), reconoce el uso de compuestos para alcanzar estos beneficios.

La función de los anillos de desgaste

Los anillos de desgaste están instalados separando con espacios radiales reducidos secciones de bomba de alta y baja presión, dinámicas y estacionarias. Cuando ocurren desviaciones del eje por uso no previsto, los anillos de desgaste pueden experimentar contacto. Históricamente, los anillos de desgaste han sido hechos de metal, los cuales se pueden dañar y agarrotar de modo abrupto y averiar gravemente la bomba bajo condiciones de contacto o puestas en servicio en frío. Con los anillos de desgaste de metal, las tolerancias de diseño son incrementadas para prevenir averías, lo cual tiene un efecto negativo en la eficiencia, condiciones de succión y vibración general de la bomba. El Vespel® CR-6100 puede ser instalado con tolerancias reducidas, sin incrementar el riesgo de agarrotamiento a la vez que mejora el rendimiento de la bomba. (Vea la **Figura 1.**)

Figura 1 La función del anillo de desgaste



Beneficios Operacionales y de Seguridad de Vespel® Partes de Desgaste del CR-6100

El Vespel® CR-6100 de DuPont™ mitiga el riesgo de averías ocasionadas por contacto del anillo de desgaste, lo cual puede deberse a fallos mecánicos, a operaciones inadecuadas o funcionamiento en seco. Cuando los anillos de desgaste de metal hacen contacto, la fricción extrema genera calor, los materiales se dañan (se sueldan por fricción) y la bomba se puede bloquear. Ésta es una situación potencialmente peligrosa y de alta energía, lo que puede resultar en daños importantes en el equipo y la liberación potencial de fluido de proceso a la atmósfera. Los anillos de desgaste de Vespel® CR-6100 minimizan el riesgo de daños o agarrotamientos, reduciendo por lo tanto las consecuencias de averías y el riesgo de inutilizar componentes de metal modelado muy costosos, reduciendo los costes de reparación.

Los anillos de desgaste Vespel® CR-6100 minimizan el impacto del funcionamiento en seco. Las bombas resisten los agarrotamientos durante periodos de pérdida de succión, manejos inadecuados, regímenes bajos de revoluciones o condiciones de arranque. Cuando las malas condiciones han sido corregidas, la bomba frecuentemente puede continuar en servicio sin daño posterior o pérdida de prestaciones. Por el contrario, las bombas con anillos de desgaste de metal expuestos a estas condiciones experimentan frecuentemente daños y agarrotamientos, requiriendo su retirada de servicio, desensamblaje y reparación.

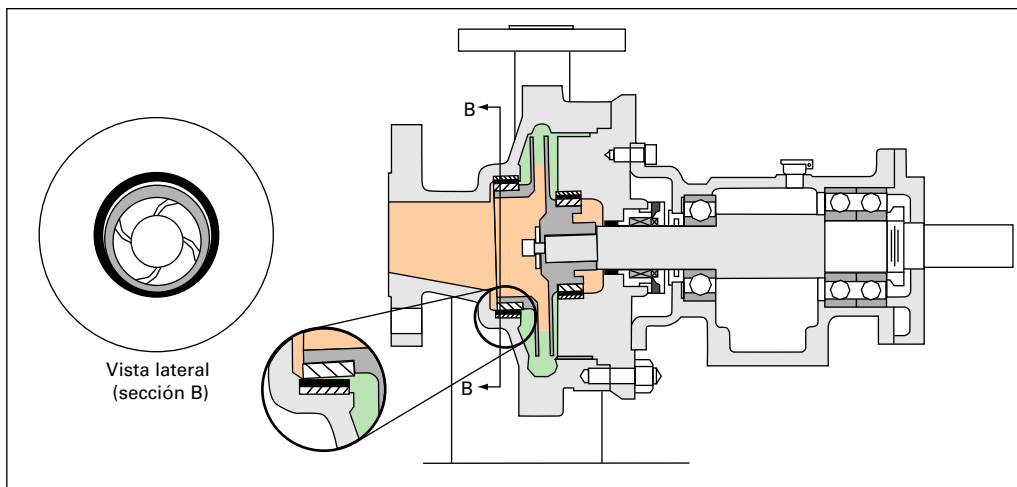
Consecuencias de operaciones inadecuadas

Las operaciones fuera de norma hidráulica o los fallos mecánicos provocan flexiones en el eje y que los anillos de desgaste trabajen fuera de su centro, resultando frecuentemente en contacto de los anillos de desgaste. Cuando esto ocurre, los anillos de desgaste de metal pueden bloquearse causando averías en la bomba. No consta que el Vespel® CR-6100 presente este tipo de bloqueos, permitiendo que la bomba continúe operando bajo estas condiciones. (Vea la **Figura 2.**)

Beneficios en el mantenimiento

Para el personal que está reparando bombas, la fácil instalación del Vespel® CR-6100 reduce el tiempo de reparación. Esto aumenta la disponibilidad del equipo en servicio y reduce las tensiones operacionales de las reparaciones de equipo a largo plazo. El tiempo de reparación es reducido debido a que las partes pueden ser fabricadas y ajustadas rápidamente. El Vespel® CR-6100 puede ser mecanizado en piezas con paredes radiales delgadas de 1/8 de pulgada (hasta 10 pulgadas de diámetro) permitiendo su aplicación en casi cualquier configuración de bomba. Las propiedades del material del Vespel® CR-6100 permiten su mecanizado a velocidades y ritmo de alimentación altos así como el uso de herramientas de mecanizado estándar. No requiere tratamiento térmico o templado como algunos materiales de metal para desgaste. Además, la selección de material es sencilla, ya que el Vespel® CR-6100 tiene una compatibilidad química casi universal y se puede usar en contacto con materiales de anillos de desgaste metálicos.

Figura 2 El efecto de la operación fuera de diseño



Propiedades del Vespel® CR-6100 de DuPont™ para piezas de desgaste de bombas centrífugas

El Vespel® CR-6100 ofrece una combinación de propiedades, que permiten una estandarización de material en un amplio rango de medios de proceso debido a su bajo coeficiente de dilatación térmica, límite alto de temperatura, compatibilidad química, características de mecanizado, alta resistencia al impacto, bajo coeficiente de fricción y alta capacidad PV (presión-velocidad). El bajo coeficiente de dilatación térmica, bajo coeficiente de fricción, bajo tasa de desgaste y el alto PV se combinan para proporcionar buenas prestaciones en condiciones de funcionamiento en seco. El Vespel® CR-6100 se mecaniza fácilmente y la alta resistencia al impacto reduce el riesgo de ruptura durante la instalación y bajo condiciones de operación de la bomba tales como cavitación extrema, fallos de rodamientos o alta vibración.

Beneficio de los espaciamentos reducidos

Cuando se mitiga el riesgo de agarrotamientos, el espaciamento del anillo de desgaste puede reducirse. Al reducir las tolerancias en el anillo de desgaste se incrementa el rendimiento y las prestaciones. La **Tabla A** muestra las tolerancias de espaciamento del Vespel® CR-6100 comparados con espaciamentos API estándar.

Las tolerancias reducidas incrementan la fiabilidad de la bomba debido a que los anillos de desgaste actúan como rodamientos hidrodinámicos dentro de la bomba, un fenómeno conocido como el Efecto Lomakin. La fuerza radial de los anillos de desgaste es función del diferencial de presión, velocidad, las propiedades del fluido de proceso y el inverso del espaciado de anillos de desgaste. Por lo tanto, la reducción en el espaciado del anillo de desgaste incrementa la fuerza radial hidráulica en el rotor. En muchos tipos de bomba, esta fuerza hidráulica adicional tendrá como efecto la reducción de la vibración general de la bomba, de la deflexión del eje y el incremento de la vida de la bomba.

El espaciamiento reducido también reduce la re-circulación interna de la bomba, lo cual da un flujo de producción equivalente con un rango menor de potencia (es decir, incremento en la eficiencia). Aplicado en bombas grandes o cuando se trata de una cantidad elevada de equipos, se pueden lograr ahorros anuales sustanciales. Alternativamente, el espaciamiento reducido puede incrementar la capacidad de producción del equipo existente. Un beneficio adicional del espaciamiento reducido es que la Carga Neta Positiva de Succión requerida (NPSHR) de la bomba puede reducirse hasta en 2–3 pies, proporcionando a menudo el margen requerido en aplicaciones difíciles.

Tabla A: Tolerancias de espaciamento del Vespel® CR-6100 comparado con espaciamentos diametrales API estándar mínimos.

Diámetro Interior (pulgadas)	Diámetro Interior (mm)	Espaciamento Vespel® CR-6100	Espaciamento Mínimo API
4,001–5,000	101,6–127,0	0,007 in (0,187 mm)	0,015 in (0,381 mm)
5,001–6,000	127,0–152,4	0,008 in (0,203 mm)	0,017 in (0,4381 mm)
6,001–7,000	152,4–177,8	0,009 in (0,2286 mm)	0,018 in (0,4572 mm)
7,001–8,000	177,8–203,2	0,010 in (0,254 mm)	0,019 in (0,4826 mm)
8,001–9,000	203,2–228,6	0,011 in (0,2794 mm)	0,020 in (0,508 mm)

Guía de Aplicación

El Vespel® CR-6100 de DuPont™ es adecuado para anillos de desgaste de bombas, casquillos de estanqueidad y rodamientos del eje de transmisión.

Límites de Servicio

El Vespel® CR-6100 puede ser usado en temperaturas desde criogenia hasta 500°F (260°C). El bajo crecimiento térmico en el plano x-y del Vespel® CR-6100 permite mantener espaciamentos cercanos en todo el rango de temperatura. (La **Figura 3** muestra la orientación del plano x-y y la dirección z.) Note que los ajustes de interferencia y espaciado axial necesitan ser ajustados con la temperatura. La mejor prestación se logra en medios no abrasivos. El Vespel® CR-6100 ha sido instalado con éxito en medios con bajas concentraciones de sólidos, aunque el rendimiento puede no ser óptimo debido a muchas variables, que pueden causar un desgaste prematuro. El sarro de tubería y otros desechos comunes en bajas concentraciones habitualmente no son un problema. Los usuarios deberán confiar en la experiencia en campo y aplicarla adecuadamente, la cual puede ser adaptada al Vespel® CR-6100.

Tabla B: Partes de la bomba que pueden ser convertidas a Vespel® CR-6100.

Tipo de Bomba	Partes Vespel® CR-6100
Colgadas y Verticales en Línea (Bombas API)	Anillos de desgaste estacionarios* y camisas de estanqueidad
Etapa sencilla entre rodamientos	Anillos de desgaste estacionarios* y camisas de estanqueidad
Horizontal multi-etapas	Anillos de desgaste estacionario, camisas de estanqueidad, bujes inter-etapa y bujes de reducción de presión
Vertical	Anillos de desgaste estacionario, camisas de estanqueidad, bujes inter-etapa y bujes de reducción de presión

* El Vespel® CR-6100 deberá ser montado en compresión, que en casi todas las bombas serán los anillos estacionarios, de cajón y del cabezal.

Anillos de desgaste

El Vespel® CR-6100 es usado para anillos de desgaste estacionarios en un amplio rango de tipos de bombas de centrifugado (**Tabla B**). Para bombas en medios no abrasivos por debajo de 500°F (260°C), el Vespel® CR-6100 puede ser aplicado para reducir el espaciamento del anillo de desgaste, resultando en una fiabilidad y prestaciones mejoradas. El Vespel® CR-6100 también puede ser aplicado en medios propensos a

Figura 3 Orientación del material en el plano

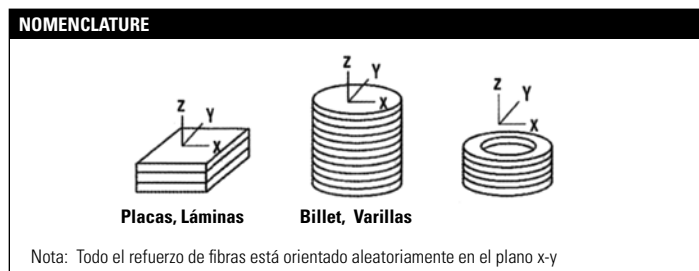
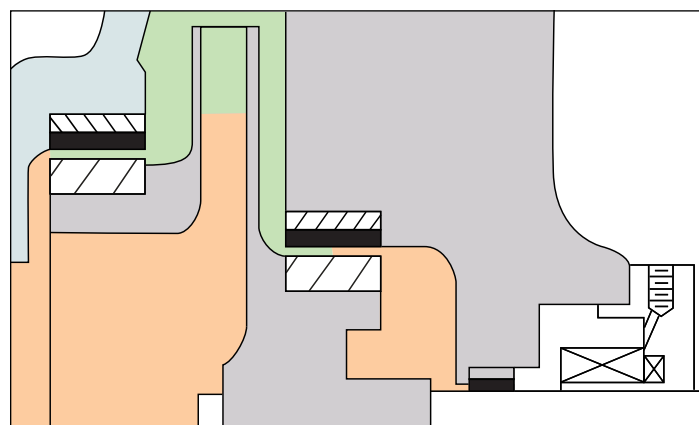


Figura 4 Instalación de anillo de desgaste y buje de garganta de Vespel® CR-6100 en bomba en voladizo



operación fuera de norma, minimizando el riesgo de incidentes por agarrotamientos asociados con anillos de desgaste de metal y permitiendo a la bomba continuar en servicio después de condiciones temporales de funcionamiento en seco.

Camisas de estanqueidad

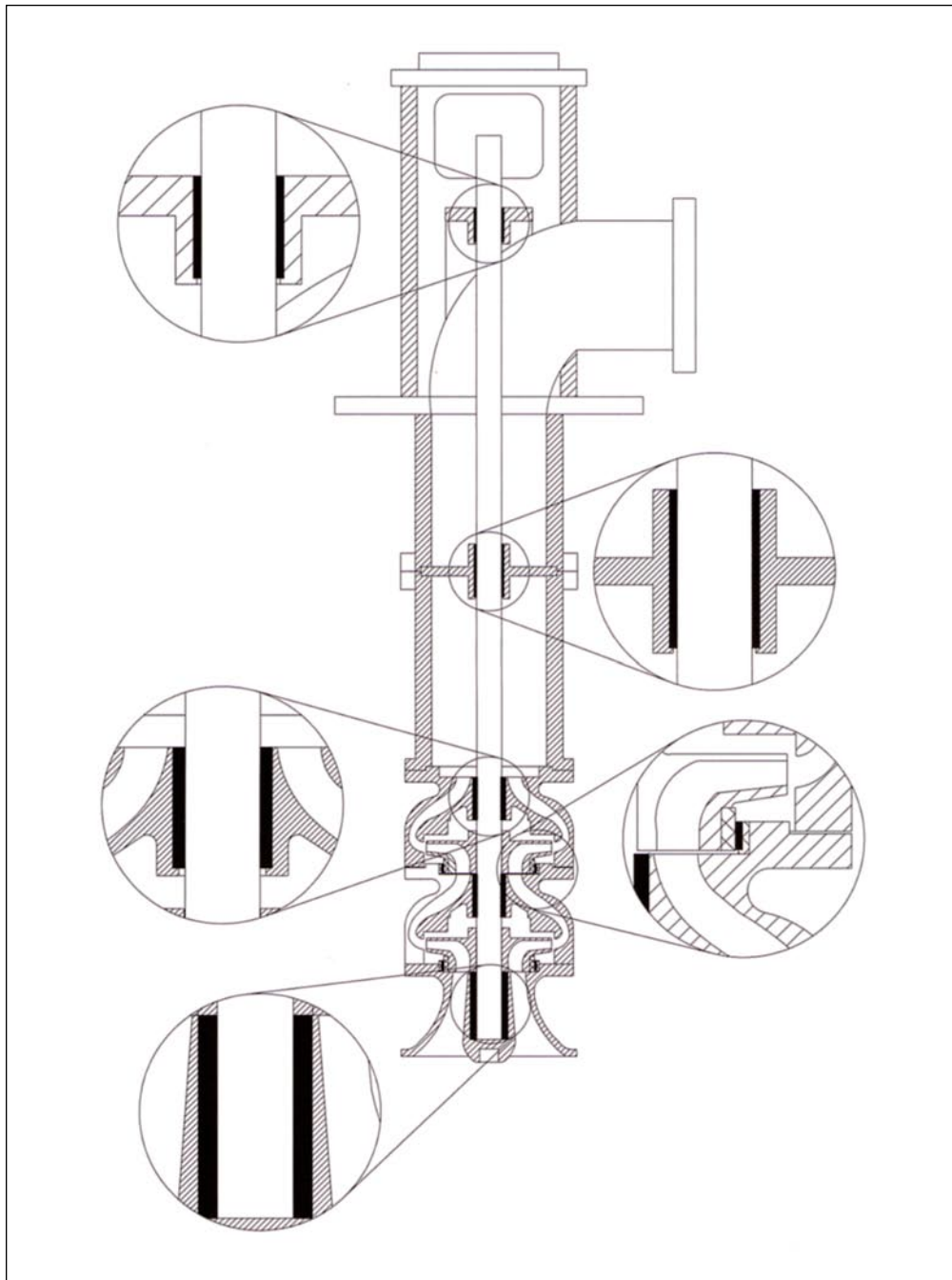
Los sellos mecánicos requieren generalmente un nivelado con una camisa de estanqueidad instalada a un pequeño espaciado para controlar el medio del fluido en el sello mecánico. El espaciamento forma una barrera, la cual aísla el entorno del sello mecánico del fluido de proceso. Las camisas de estanqueidad de Vespel® CR-6100 pueden ser usadas en lugar de sellos de carbono, equipados con resorte, fabricados especialmente para aplicaciones de espaciamento reducido. Las camisas de estanqueidad de Vespel® CR-6100 son más económicos, más fáciles de instalar y más duraderos que los sellos especiales. El Vespel® CR-6100 instalado con un espaciamento mínimo mejora el rendimiento de varios tipos comunes de planes de nivelación de sellos ampliamente usados en la industria del procesamiento de fluidos.

Componentes de bombas verticales

El Vespel® CR-6100 de DuPont™ puede ser usado para rodamientos de ejes de transmisión de bomba vertical, anillos de desgaste, camisas de estanqueidad (**Figura 5**). Habitualmente, estas piezas están hechas de caucho, bronce, carbono u otros materiales, los cuales pueden ser reemplazados por el Vespel®

CR-6100. En medios de hidrocarburos ligeros, condensados y otros con lubricación limitada, el Vespel® CR-6100 mejora la fiabilidad de la bomba. (Un espaciado adicional puede ser requerido para algunos componentes de bombas verticales; vea "Nota sobre Bombas Verticales" en la sección de instalación.)

Figura 5 Vespel® CR-6100 instalado en una bomba vertical



Guía de Instalación



Los componentes de bomba de Vespel® CR-6100 de DuPont™ son fáciles de mecanizar e instalar. Los componentes son ajustados en soportes mecanizados o directamente en las cajas de la bomba, lo que sea más fácil y más económico. Dado que el Vespel® CR-6100 puede ser instalado con paredes delgadas radiales (**Apéndice A, Tabla 5**) los usuarios finales a menudo encuentran que instalar una “camisa” de Vespel® CR-6100 dentro de un componente de desgaste de metal existente es la forma más fácil de usar el material. Ya sea el Vespel® CR-6100 como una camisa o sea como componente sólido, es esencial que sea instalado con el ajuste de interferencia, espaciado y espaciado final adecuados para crecimiento axial.

Paso 1: Seleccione el ajuste de interferencia de la Tabla 1 o Tabla 2

Como los metales tienen un coeficiente de dilatación térmica superior al del Vespel® CR-6100 en el plano x-y (el D.I./D.E. de un anillo de desgaste), el ajuste de interferencia a temperatura ambiente será diferente que el ajuste de interferencia a temperatura de proceso. Use la temperatura máxima del fluido de proceso y el diámetro del componente para determinar los ajustes.

A. Apéndice A, Tabla 1 (Acero al Carbono): muestra los ajustes de instalación para un rango de temperaturas de aplicación cuando el Vespel® CR-6100 se instala en bombas hechas de acero al carbono (u otros metales con un coeficiente de dilatación térmica similar).

B. Apéndice A, Tabla 2 (Acero Inoxidable): muestra los ajustes de instalación para rangos de temperaturas de aplicación cuando el Vespel® CR-6100 es instalado en componentes metálicos hecho de de acero inoxidable serie 300 (u otros metales con un coeficiente de dilatación térmica similar).

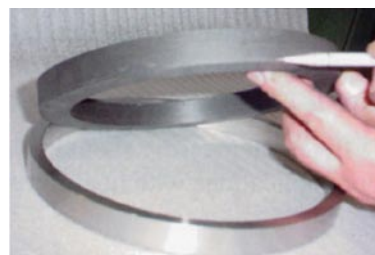
Nota: En general, los componentes con secciones de menos de 0,250 pulgadas (6,35 mm) el taladro disminuirá en una proporción de 1 a 1 con el ajuste de interferencia (es decir, si el ajuste de interferencia es de 0,015 pulgadas (0,381 mm), el taladro disminuirá en 0,015 pulgadas -0,381 mm- después de la operación).

Paso 2: Seleccione el espaciado de funcionamiento de la Tabla 3

Apéndice A, Tabla 3 muestra los espaciados de funcionamiento recomendados basados en el diámetro del componente. A diferencia de los materiales con altos coeficientes de dilatación térmica, el espaciado Instalado del Vespel® CR-6100 permanece constante para el rango completo de temperaturas de aplicación. Esto es porque al incrementarse la temperatura, las tensiones en el material son mitigadas y el D.I. se incrementará con el mismo coeficiente que el material del taladro con el que se está presionando. La corrección por temperatura sólo es requerida cuando el impulsor y el cajón son de diferentes materiales (lo cual se cumple para todos los materiales para anillos de desgaste). Simplemente identifique el D.I. del componente de Vespel® CR-6100 y seleccione el espaciado adecuado de la tabla.

Nota: Cuando sea posible se recomienda que el mecanizado final del D.I. del componente de Vespel® CR-6100 se realice después de la operación de ajuste de presión. Esta práctica garantiza la mejor precisión, acabado de superficie y concentricidad posible del taladro del componente.

Nota sobre Bombas Verticales: Muchas bombas verticales multi-etapas son ensambladas en secciones con ajustes piloto que pueden ser mayores que el espaciado mínimo recomendado para Vespel® CR-6100. En estas situaciones, es esencial que el servicio de reparación o bien instale los rodamientos del eje de transmisión de Vespel® CR-6100 con espaciado adicional, o bien reajuste los ajustes piloto entre secciones para asegurar una concentricidad de rotor adecuada.



Piloto o bisel como está indicado

Paso 3: Establecer espaciamento terminal

El Vespel® CR-6100 de DuPont™ tiene fibras de carbono direccional, el cual proporciona un bajo CTE en el plano x-y. En la dirección z, el CTE es alto (similar al de la resina), lo cual requiere que los componentes se instalen con espaciamento terminal adecuado. El **Apéndice A, Tabla 4** muestra el espaciamento terminal requerido por pulgada de longitud axial para un componente dado en aplicaciones a 500°F (260°C).

Paso 4: Calaje mediante prensa

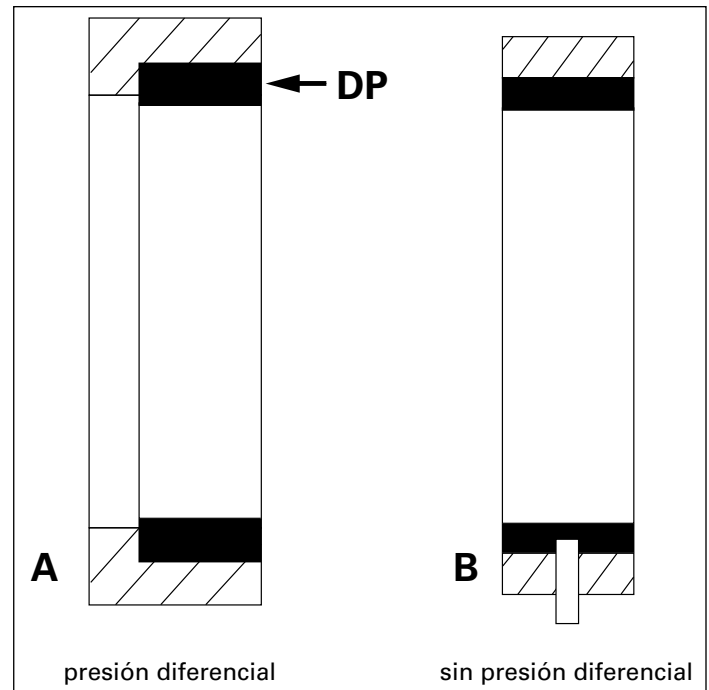
Usando una prensa hidráulica o de árbol, instale el componente Vespel® CR-6100 de DuPont™. Antes de presionar, asegúrese de que el diámetro interior tiene un bisel de introducción y todas las esquinas afiladas han sido rebabadas. Muchos usuarios encuentran la operación de prensado más fácil si el borde principal del anillo de desgaste Vespel® CR-6100 ha sido mecanizado con un radio de 0,125 pulgadas (3,175mm), con ajuste piloto de interferencia cero.

Paso 5: Bloqueo

Instalado con el ajuste de interferencia adecuado, la experiencia en campo indica que no se requiere ningún dispositivo de bloqueo mecánico adicional con los anillos de desgaste Vespel® CR-6100. De cualquier manera, el diferencial de presión debe estar empujando el Vespel® CR-6100 contra el reborde (**Figura 6, A**) para prevenir el movimiento axial del componente Vespel® CR-6100. Para aplicaciones sin diferencial de presión, se puede usar prisioneros radiales para retención (**Figura 6, B**).

Habitualmente, se proporciona un reborde de espesor mínimo de 0,120 pulgadas (3,048 mm) para prevenir que el anillo de desgaste estacionario se vaya a desalojar axialmente del soporte debido al diferencial de presión. El espesor de la pared radial del soporte normalmente es como mínimo de 0,125 pulgadas. Para aplicaciones donde los diferenciales de presión son muy altos (>250 psig [>1,73 MPa] por etapa) o la bomba tiene otras características únicas, la solución debe ser diseñada para ajustarse a ellas. Contacte su representante de Vespel® CR-6100 de DuPont™ para ayuda adicional.

Figura 6 Retención para presión diferencial



Appendix A

Tabla 1A: Cajón/Cabeza de Acero al Carbón—Unidades Inglesas CTE = $6,5 \times 10^{-6}$ in/in/F
Estos son los ajustes de interferencia para la instalación recomendados.

Diámetro de Taladro (pulg.)	Temperatura de Funcionamiento de la Bomba, °F									
	Ambiente o inferior	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,001–1,000	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
1,001–2,000	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008
2,001–3,000	0,007	0,007	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012
3,001–4,000	0,008	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
4,001–5,000	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019
5,001–6,000	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,018	0,019	0,021	0,022	0,023
6,001–7,000	0,014	0,015	0,016	0,018	0,019	0,021	0,023	0,024	0,026	0,027
7,001–8,000	0,016	0,017	0,019	0,021	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0,031
8,001–9,000	0,018	0,019	0,021	0,023	0,025	0,027	0,029	0,031	0,033	0,035
9,001–10,000	0,020	0,021	0,024	0,026	0,028	0,030	0,033	0,035	0,037	0,039
10,001–11,000	0,022	0,023	0,026	0,028	0,031	0,033	0,036	0,038	0,041	0,043
11,001–12,000	0,024	0,026	0,028	0,031	0,034	0,036	0,039	0,042	0,045	0,047
12,001–13,000	0,026	0,028	0,031	0,034	0,037	0,040	0,042	0,045	0,048	0,051
13,001–14,000	0,028	0,030	0,033	0,036	0,039	0,043	0,046	0,049	0,052	0,056
14,001–15,000	0,030	0,032	0,035	0,039	0,042	0,046	0,049	0,052	0,056	0,059
15,001–16,000	0,032	0,034	0,038	0,041	0,045	0,048	0,052	0,056	0,059	0,063

Tabla 1B: Cajón/Cabeza de Acero al Carbón—Unidades SI CTE = $11,8 \times 10^{-6}$ cm/cm/C
Estos son los ajustes de interferencia para la instalación recomendados.

Diámetro de Taladro (mm)	Temperatura de Funcionamiento de la Bomba, °C									
	Ambiente o inferior	38	66	93	121	149	177	204	232	260
0,0–25,4	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
25,4–50,8	0,127	0,127	0,152	0,152	0,152	0,178	0,178	0,178	0,203	0,203
50,8–76,2	0,178	0,178	0,203	0,229	0,229	0,254	0,254	0,279	0,279	0,305
76,2–101,6	0,203	0,203	0,229	0,254	0,279	0,305	0,330	0,330	0,356	0,381
101,6–127,0	0,254	0,279	0,305	0,330	0,356	0,381	0,406	0,432	0,457	0,483
127,0–152,4	0,305	0,330	0,356	0,381	0,432	0,457	0,483	0,533	0,559	0,584
152,4–177,8	0,356	0,381	0,406	0,457	0,483	0,533	0,584	0,610	0,660	0,686
177,8–203,2	0,406	0,432	0,483	0,533	0,559	0,610	0,660	0,711	0,737	0,787
203,2–228,6	0,457	0,483	0,533	0,584	0,635	0,686	0,737	0,787	0,838	0,889
228,6–254,0	0,508	0,533	0,610	0,660	0,711	0,762	0,838	0,889	0,940	0,991
254,0–279,4	0,559	0,584	0,660	0,711	0,787	0,838	0,914	0,965	1,041	1,092
279,4–304,8	0,610	0,660	0,711	0,787	0,864	0,914	0,991	1,067	1,143	1,194
304,8–330,2	0,660	0,711	0,787	0,864	0,940	1,016	1,067	1,143	1,219	1,295
330,2–355,6	0,711	0,762	0,838	0,914	0,991	1,092	1,168	1,245	1,321	1,422
355,6–381,0	0,762	0,813	0,889	0,991	1,067	1,168	1,245	1,321	1,422	1,499
381,0–406,4	0,813	0,864	0,965	1,041	1,143	1,219	1,321	1,422	1,499	1,600

Tabla 2A: Cajón/Cabeza Inoxidable Serie 300—Unidades Inglesas CTE = $9,60 \times 10^{-6}$ in/in/F
Estos son los ajustes de interferencia para la instalación recomendados.

Diámetro de Taladro (pulg.)	Temperatura de Funcionamiento de la Bomba, °F									
	Ambiente o inferior	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,001–1,000	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
1,001–2,000	0,005	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010
2,001–3,000	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015
3,001–4,000	0,008	0,009	0,010	0,012	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018	0,020
4,001–5,000	0,010	0,011	0,013	0,015	0,016	0,018	0,020	0,022	0,023	0,025
5,001–6,000	0,012	0,013	0,015	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030
6,001–7,000	0,014	0,016	0,018	0,021	0,023	0,026	0,028	0,031	0,033	0,036
7,001–8,000	0,016	0,018	0,021	0,024	0,027	0,029	0,032	0,035	0,038	0,041
8,001–9,000	0,018	0,020	0,023	0,027	0,030	0,033	0,037	0,040	0,043	0,047
9,001–10,000	0,020	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037	0,041	0,044	0,048	0,052
10,001–11,000	0,022	0,024	0,029	0,033	0,037	0,041	0,045	0,049	0,053	0,057
11,001–12,000	0,024	0,027	0,031	0,036	0,040	0,045	0,049	0,054	0,058	0,063
12,001–13,000	0,026	0,029	0,034	0,039	0,044	0,048	0,053	0,058	0,063	0,068
13,001–14,000	0,028	0,031	0,036	0,042	0,047	0,052	0,057	0,063	0,068	0,073
14,001–15,000	0,030	0,033	0,039	0,046	0,050	0,056	0,061	0,067	0,072	0,078
15,001–16,000	0,032	0,036	0,042	0,048	0,056	0,060	0,066	0,072	0,078	0,084

Tabla 2B: Cajón/Cabeza Inoxidable Serie 300—Unidades SI CTE = $17,4 \times 10^{-6}$ cm/cm/°C
Estos son los ajustes de interferencia para la instalación recomendados.

Diámetro de Taladro (mm)	Temperatura de Funcionamiento de la Bomba, °C									
	Ambiente o inferior	38	66	93	121	149	177	204	232	260
0,0–25,4	0,102	0,102	0,102	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,152
25,4–50,8	0,127	0,127	0,152	0,178	0,178	0,203	0,203	0,229	0,229	0,254
50,8–76,2	0,178	0,203	0,229	0,254	0,279	0,279	0,305	0,330	0,356	0,381
76,2–101,6	0,203	0,229	0,254	0,305	0,330	0,356	0,406	0,432	0,457	0,508
101,6–127,0	0,254	0,279	0,330	0,381	0,406	0,457	0,508	0,559	0,584	0,635
127,0–152,4	0,305	0,330	0,381	0,457	0,508	0,559	0,610	0,660	0,711	0,762
152,4–177,8	0,356	0,406	0,457	0,533	0,584	0,660	0,711	0,787	0,838	0,914
177,8–203,2	0,406	0,457	0,533	0,610	0,686	0,737	0,813	0,889	0,965	1,041
203,2–228,6	0,457	0,508	0,584	0,686	0,762	0,838	0,940	1,016	1,092	1,194
228,6–254,0	0,508	0,559	0,660	0,762	0,838	0,940	1,041	1,118	1,219	1,321
254,0–279,4	0,559	0,610	0,737	0,838	0,940	1,041	1,143	1,245	1,346	1,448
279,4–304,8	0,610	0,686	0,787	0,914	1,016	1,143	1,245	1,372	1,473	1,600
304,8–330,2	0,660	0,737	0,864	0,991	1,118	1,219	1,346	1,473	1,600	1,727
330,2–355,6	0,711	0,787	0,914	1,067	1,194	1,321	1,448	1,600	1,727	1,854
355,6–381,0	0,762	0,838	0,991	1,168	1,270	1,422	1,549	1,702	1,829	1,981
381,0–406,4	0,813	0,914	1,067	1,219	1,422	1,524	1,676	1,829	1,981	2,134

Tabla 3A: Espaciamento de Funcionamiento Recomendado— Unidades Inglesas

Diámetro de Taladro (pulg.)	Espaciamento Diametral (pulg.)
0,001–1,000	0,004
1,001–2,000	0,004
2,001–3,000	0,005
3,001–4,000	0,006
4,001–5,000	0,007
5,001–6,000	0,008
6,001–7,000	0,009
7,001–8,000	0,010
8,001–9,000	0,011
9,001–10,000	0,012
10,001–11,000	0,013
11,001–12,000	0,014
12,001–13,000	0,015
13,001–14,000	0,015
14,001–15,000	0,016
15,001–16,000	0,016

Tabla 3B: Espaciamento de Funcionamiento Recomendado— Unidades SI

Diámetro de Taladro (mm)	Espaciamento Diametral (mm)
0,0–25,4	0,102
25,4–50,8	0,102
50,8–76,2	0,127
76,2–101,6	0,152
101,6–127,0	0,178
127,0–152,4	0,203
152,4–177,8	0,229
177,8–203,2	0,254
203,2–228,6	0,279
228,6–254,0	0,305
254,0–279,4	0,330
279,4–304,8	0,356
304,8–330,2	0,368
330,2–355,6	0,381
355,6–381,0	0,394
381,0–406,4	0,406

Tabla 4A: Espaciamento Terminal Axial— Unidades Inglesas

Proceso Temperatura, °F	Dilatación axial a temperatura en pulgadas por pulg. (temperatura ambiente a 68°F)
-100	-0,030
-50	-0,020
0	-0,012
50	-0,003
100	0,006
150	0,015
200	0,024
250	0,033
300	0,042
350	0,054
400	0,067
450	0,092
500	0,118

Tabla 4B: Espaciamento Terminal Axial— Unidades SI

Proceso Temperatura, °C	El crecimiento axial térmico en mm/mm de la longitud axial (temperatura ambiente a 20°C)
-73	-0,762
-46	-0,508
-18	-0,305
10	-0,076
38	0,152
66	0,381
93	0,610
121	0,838
149	1,067
177	1,372
204	1,702
232	2,337
260	2,997

Tabla 5A: Espesor de Pared Mínimo— Unidades Inglesas

Diámetro de Taladro (pulg.)	Espesor de Pared Mínimo (pulg.)
0,000–2,000	0,062
2,001–4,000	0,087
>4,000	0,125

Tabla 5B: Espesor de Pared Mínimo— Unidades SI

Diámetro de Taladro (mm)	Espesor de Pared Mínimo (mm)
0,0–50,8	1,575
50,8–101,6	2,210
>101,6	3,175



DuPont de Nemours
(Belgium) BVBA-SPRL
Engineered Parts Center
A. Spinoystraat 6
B-2800 Mechelen
Belgium
Tel: ++32 15 441384
Fax: ++32 15 441408

Teléfono: 800-222-VESP (8377)
Fax: 302-999-2311
E-mail: web-inquiries.DDF@usa.dupont.com
Web: vespel.dupont.com

La información aquí citada está dentro del rango normal de propiedades, pero no debe ser usada para establecer límites de especificación ni ser usada por sí sola como base de diseño. La compañía DuPont no asume ninguna obligación o responsabilidad por cualquier consejo dado o por cualquier resultado obtenido con respecto a esta información. Todos esos consejos son dados y aceptados bajo riesgo del comprador. La información aquí desvelada no constituye una licencia para operar bajo, o una recomendación para infringir cualquier patente de DuPont u otras. Dado que DuPont no puede anticipar todas las variaciones en las condiciones de uso final actual, DuPont no asume ninguna garantía ni responsabilidad alguna en conexión con cualquier uso de esta información.

PRECAUCIÓN: No está permitida la venta de este producto para uso en aplicaciones médicas que impliquen cualquier implantación en el cuerpo humano o en contacto con fluidos corporales o tejido interno que iguale o exceda las 24 horas. Para aplicaciones que supongan el contacto por menos de 24 horas, vea la "Declaración de Precaución Médica de DuPont" H-50102 o contacte a su representante de ventas DuPont.



The miracles of science™

Copyright © 2007 DuPont. El Logo Oval de DuPont, DuPont™, The miracles of science™, Teflon®, y Vespel® son marcas comerciales registradas o marcas comerciales de E. I. du Pont de Nemours and Company o sus afiliadas. Derechos reservados.

K-16392-2 (05/07) Impreso en los E.U.A.