

XEBEC Brush™ Surface

THE BOOK

POLISHING

CONTENIDOS

1. ¿Qué diferencia hay entre Ra y Rz?
2. ¿En qué tipo de acabados se puede aplicar el cepillo XEBEC?
3. ¿Cuánto mejoran los cepillos XEBEC la rugosidad superficial?
4. ¿Qué dureza de material puede pulir un cepillo XEBEC?
5. ¿Qué geometrías y condiciones de pieza son las apropiadas?
6. ¿Qué casos son los adecuados para pulir?
7. Como desplazar los cepillos eficientemente.
8. Como maximizar el poder abrasivo del cepillo XEBEC.
9. Como pulir uniformemente para evitar superficies onduladas.
10. Como no dejar marcas superpuestas
11. Como decidir la trayectoria del cepillo circular
12. Como hacer la trayectoria del cepillo en CAM
13. Como ajustar las condiciones de proceso
14. ¿Qué parámetro cambiar para una mejora eficiente de la rugosidad de la superficie?
15. ¿Qué tipo de información se debe recopilar?
16. Caso práctico - Pulido de moldes
17. Caso práctico - Dispositivo de vacío
18. Caso práctico - Pala de turbina
19. Caso práctico - Prótesis articulares 1
20. Caso práctico - Prótesis articulares 2

01. ¿Cuál es la diferencia entre Ra y Rz?

Ra es la altura media entre los picos y los valles. Rz es la distancia desde el pico más alto hasta el valle más bajo.

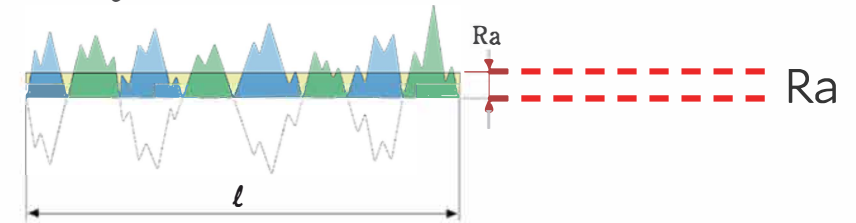
Ra

La altura media entre los picos y los valles.

Menos afectado por arañazos, polvo, ruido de medición

- Capaz de obtener resultados estables
- El cepillo XEBEC funciona mejor con Ra que con Rz

$$Ra = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} |Z(x)| dx$$

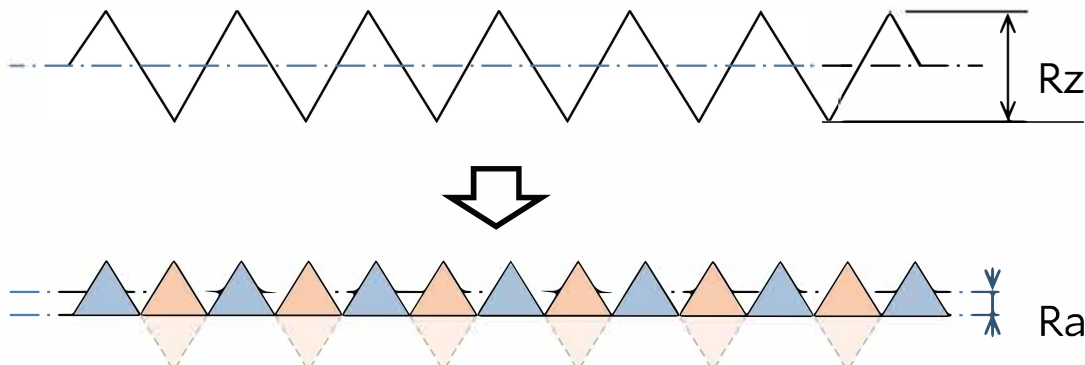
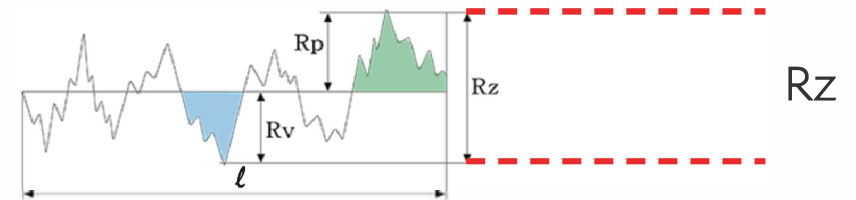


Rz

La distancia desde el pico más alto hasta el valle más bajo

Fácilmente afectado por arañazos, polvo, ruido de medición

$$Rz = Rp + Rv$$



Rz se puede convertir aprox. **4 veces** Ra si los picos y los valles están alineados uniformemente.

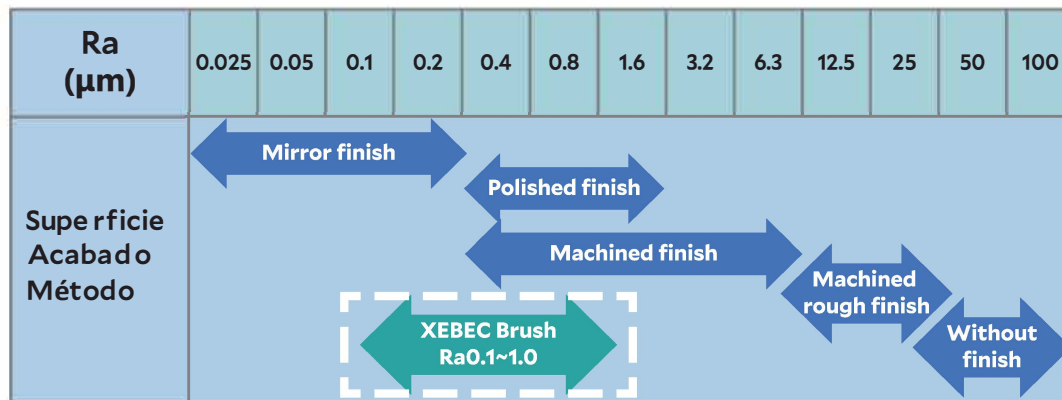
Casos en los que no se aplica esta regla

- * hay abundantes arañazos profundos en toda la superficie
- la forma de onda está distorsionada debido a las vibraciones producidas por las herramientas

02. ¿En qué tipo de acabados se puede aplicar el cepillo XEBEC?

El cepillo XEBEC es aplicable para la eliminación y pulido de marcas de corte, pero no para el esmerilado de precisión con acabado de espejo.

Niveles de acabado superficial



Es eficiente usar el cepillo XEBEC cuando la rugosidad de la superficie es Ra 0.1 ~1.0μm.

Acabados superficiales donde se pueden aplicar los cepillos XEBEC



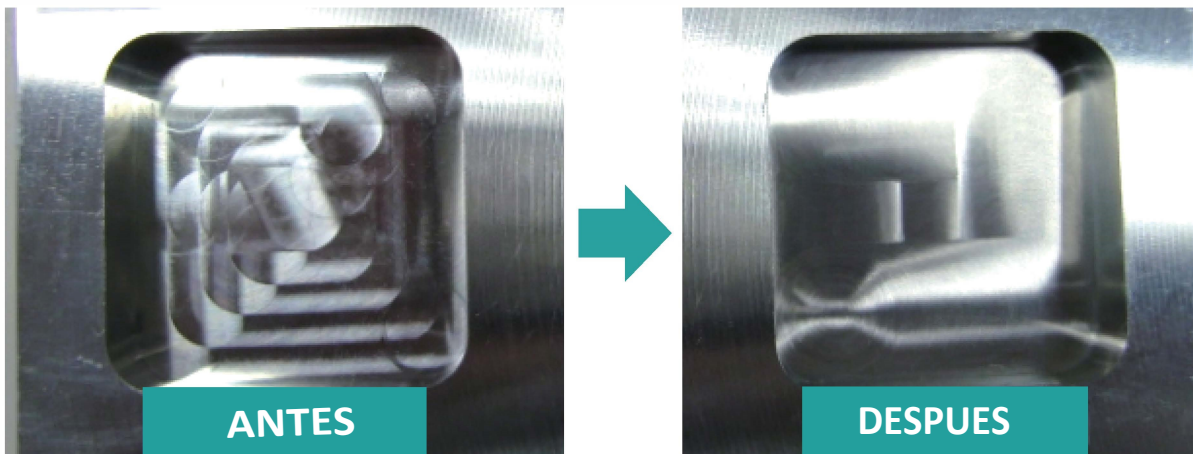
- Eliminación de marcas de corte
- Pulido

Superficies donde no son aplicables los cepillos XEBEC



- Acabados espejo
- Rectificado de precisión

Pulido de aluminio con cepillo XEBEC



*El rectificado de precisión incluye el proceso de hacer que la superficie sea plana con exactitud.

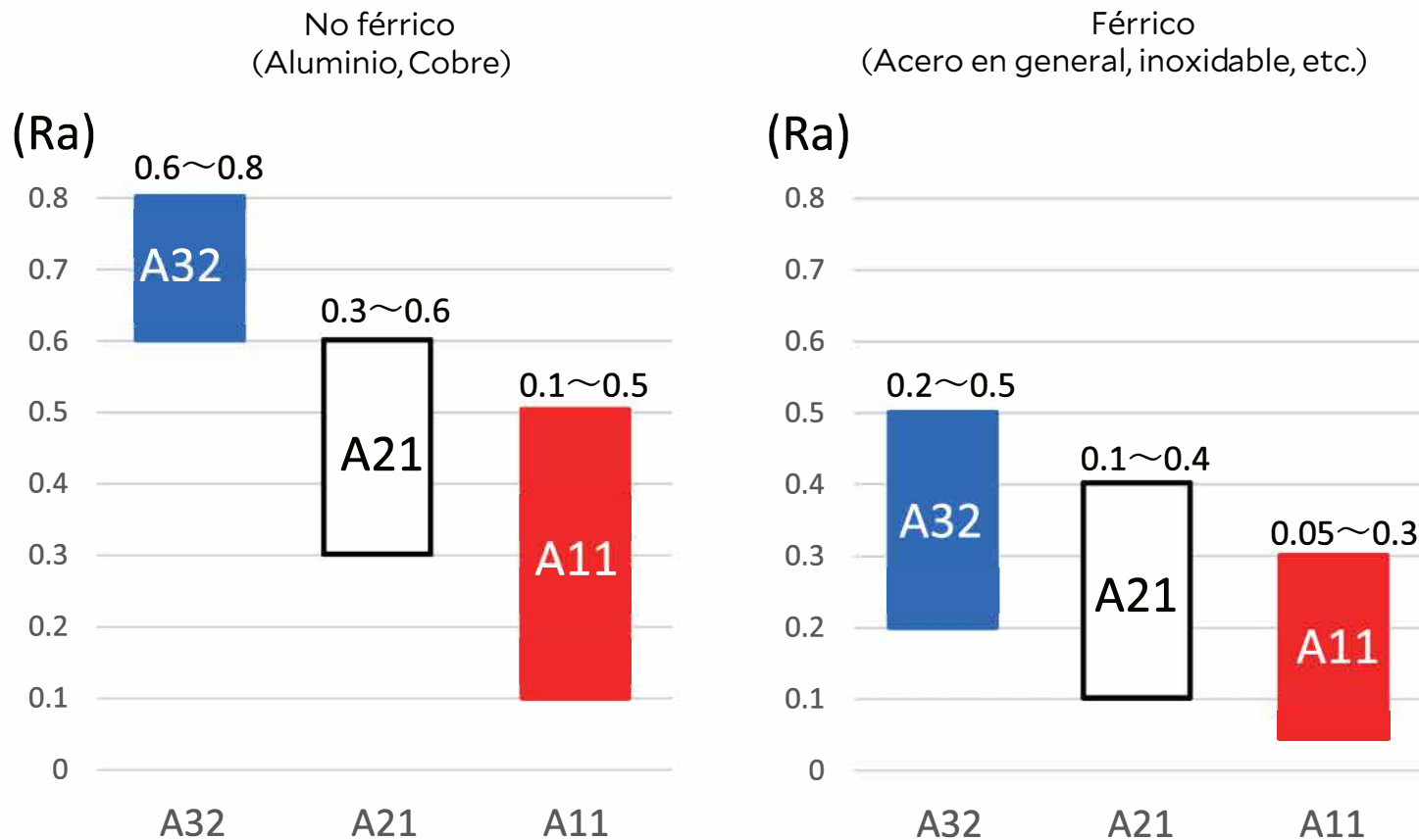
El cepillo XEBEC no es adecuado para la precisión dimensional de la superficie objetivo.

03. ¿Cuánto mejoran los cepillos XEBEC la rugosidad superficial?

Depende del tipo/color del cepillo y del material de la pieza de trabajo.

La mejor rugosidad superficial lograda por el cepillo XEBEC es Ra 0.029 μ m en material férrico.

Rugosidades de las superficies tratables por el cepillo XEBEC según color:



(Ejercicio)

Seleccionemos el color de cepillo adecuado

Material de la pieza: Acero inoxidable
Rugosidad antes del cepillado: Ra 0,8
Rugosidad objetivo: Ra 0,1

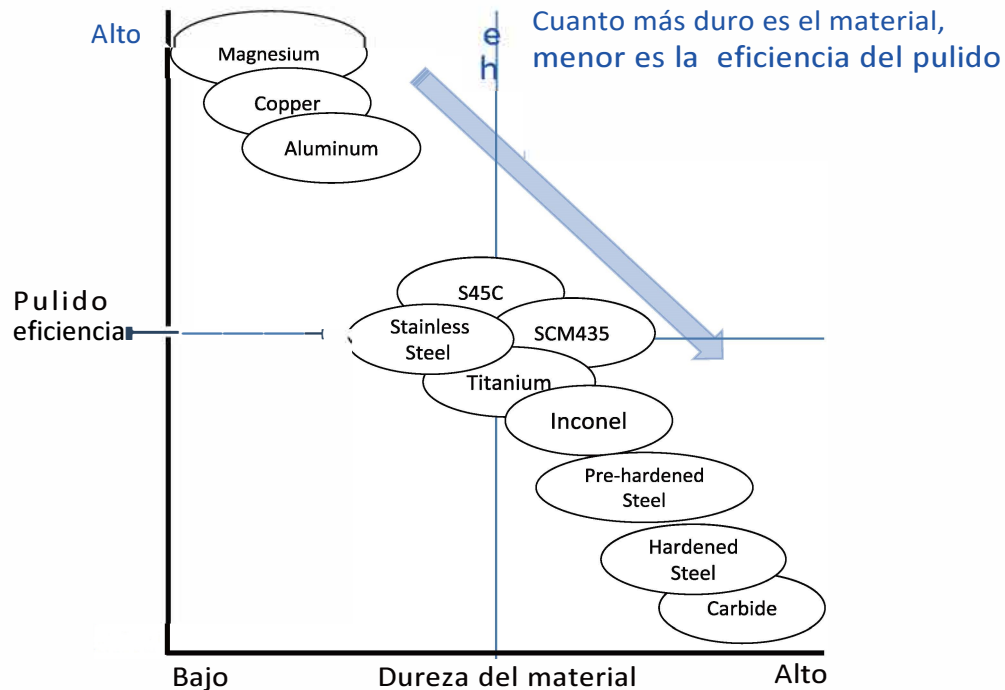
Respuesta:
Cepillo azul (A32) -> Cepillo rojo (A11)

*Usar solamente el cepillo rojo es ineficiente. Usar el cepillo azul hará el proceso eficiente.

04. ¿Qué dureza de material puede pulir un cepillo Xebec?

Pulir materiales más duros lleva más tiempo y pasadas. Sin embargo, es más fácil lograr una mejor rugosidad de la superficie que pulir materiales más blandos.

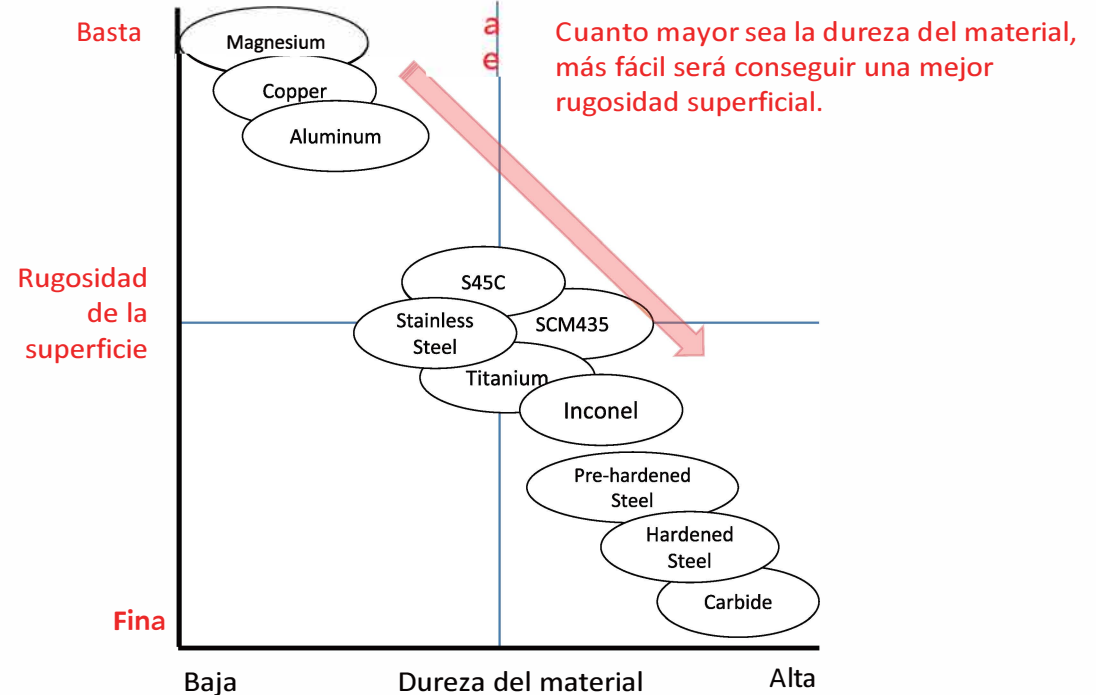
Dureza del material vs eficiencia de pulido



Cuando la eficiencia de pulido es baja, **se necesita más tiempo y pasadas para lograr la rugosidad requerida.**

Cuando la eficiencia de pulido es alta, **se necesita menos tiempo y pasadas para lograr la rugosidad requerida.**

Dureza del material vs eficiencia de pulido



Los materiales blandos se rayan con más facilidad con las cerdas del cepillo. Los materiales duros son menos propensos a sufrir arañazos, es fácil conseguir una superficie mas lisa (fina).

Al pulir materiales blandos, intente lo siguiente:

- menor profundidad de corte
- menor velocidad de rotación
- mayor velocidad de avance

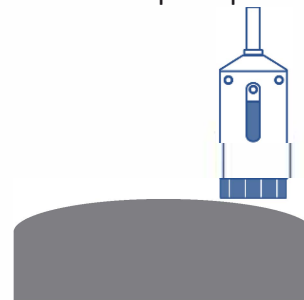
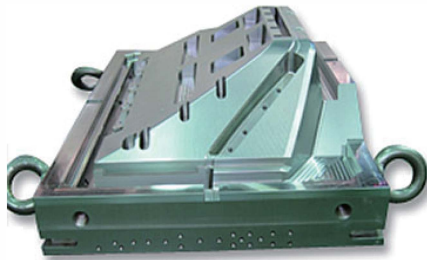
05. ¿Qué geometrías y condiciones superficiales de pieza son apropiadas?

El cepillo es aplicable siempre que la punta pueda hacer contacto con la superficie objetivo.

El cepillo no funciona para superficies con rasguños profundos. En este caso mejora con el rectificado

Forma de la pieza

La dimensión del área debe ser más ancha que el diámetro del cepillo para que éste pueda acercarse.



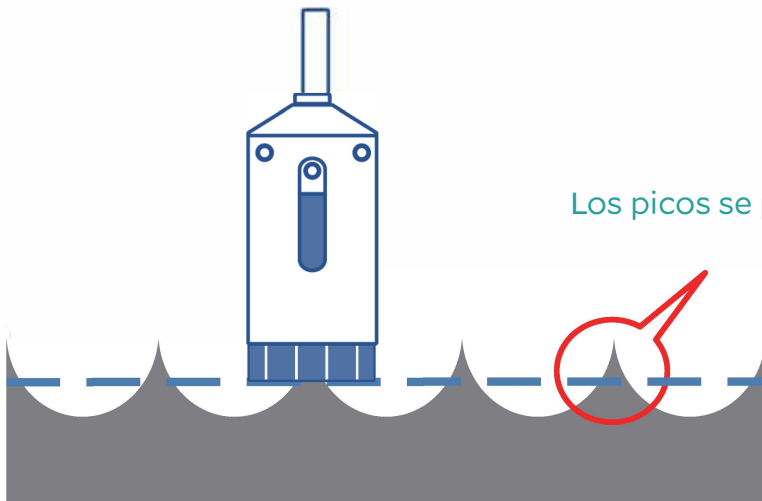
○ Aplicable



× No aplicable

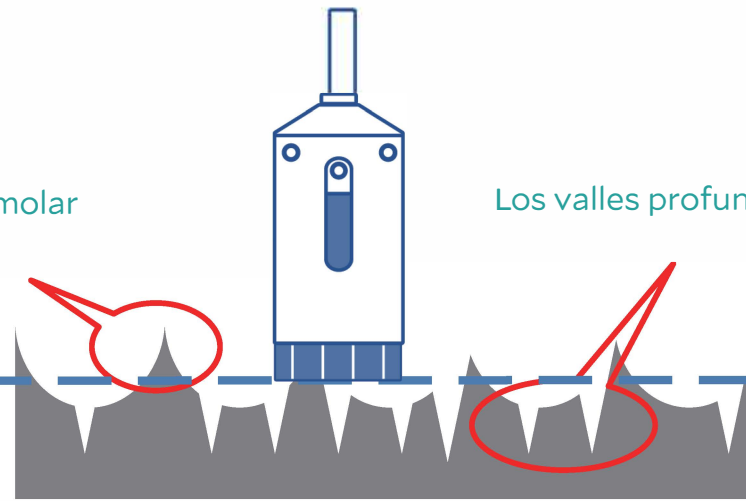
Condiciones de la superficie de la pieza

La curva de rugosidad de la superficie debe ser mecanizada



Los picos se pueden amolar

○ Aplicable: superficie mecanizada



Los valles profundos no se pueden amolar

× No aplicable: Superficie con arañazos profundos (valles)

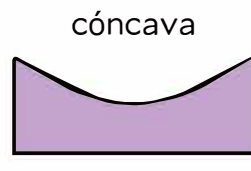
06. ¿Qué casos son adecuados para pulir?

Depende de la máquina. Con una máquina de 5 ejes, el cepillo puede acceder a diferentes tipos de superficies. Con máquina de 3 ejes, el cepillo está limitado a algunas superficies.

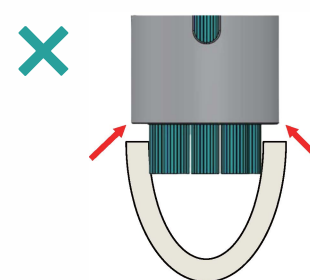
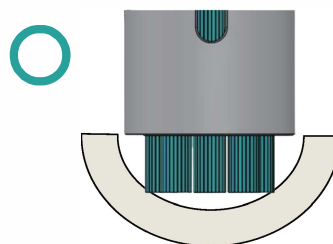
Objetivo	Máquina de 3 ejes		Máquina de 5 ejes Máquina de 3 ejes con eje adicional	
	Herramienta	Pulido Marcas corte	Herramienta	Pulido - Eliminación de marcas de corte
Superficie plana	Cepillo para superficies XEBEC	✓	Cepillo para superficies XEBEC	✓
Superficie lateral	Cepillo XEBEC Circular	✓		✓
Superficie inclinada más de 45 grados		△		✓
Superficie inclinada menos de 45 grados	Cepillo para superficies XEBEC Cepillo XEBEC circular	△		✓
Superficie convexa		△		✓
Superficie cóncava		△		✓
Superficie posterior	-	×		✓
Diámetro interno	Cepillo XEBEC para agujeros cruzados	✓	Cepillo Orificio transversal Cepillo circular	✓

✓ : Aplicable
 △ : Aplicable en condiciones
 × : No aplicable

Superficie convexa y cóncava



Ejemplos de superficies cóncavas aplicables

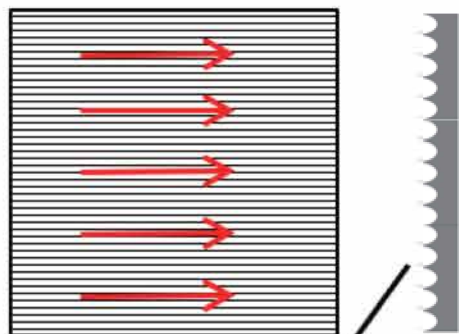


interfiere con el manguito del cepillo

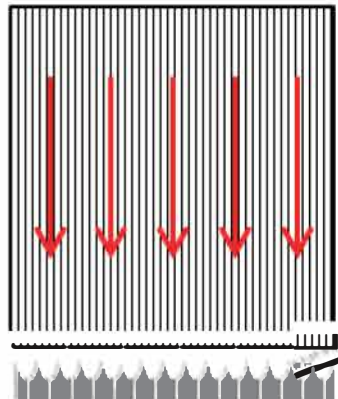
07. Como desplazar los cepillos eficientemente

El cepillo XEBEC pule de manera más eficiente cuando el cepillo se mueve perpendicularmente en la dirección de las herramientas de corte.

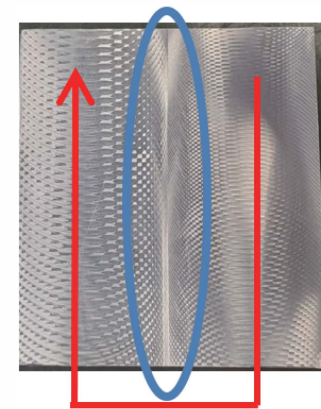
Dirección de las herramientas de corte.



Cúspides



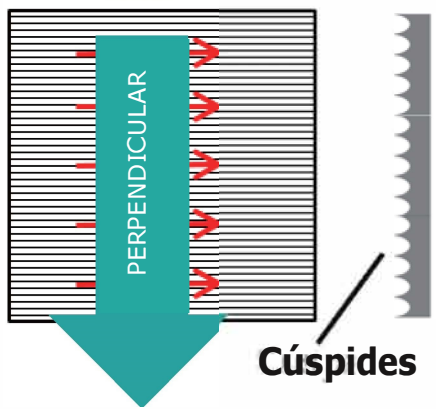
Cúspides



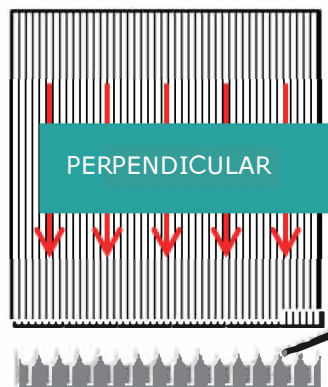
Ejemplos de superficie cóncava.



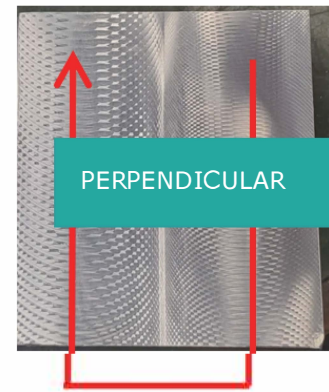
Mueva el cepillo perpendicularmente en la dirección de las herramientas de corte



Cúspides



Cúspides



Mueva el cepillo perpendicularmente a la marca circular de las herramientas de corte

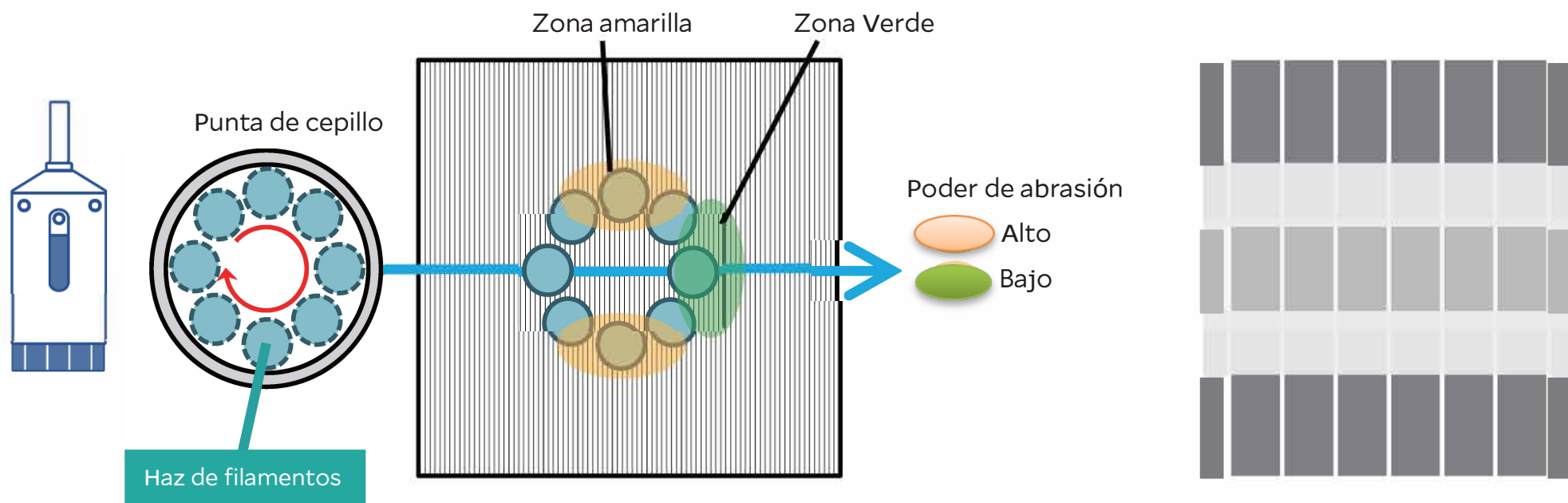
Flechas rojas: la dirección de la herramienta de corte
Flechas verdes: la dirección del cepillo

08 Como maximizar el poder abrasivo del cepillo XEBEC

El centro del haz de filamentos tiene el mayor poder de abrasión. Asegúrese de que la zona central del cepillo haga contacto con la superficie de pulido cuando decida la ruta de la herramienta.

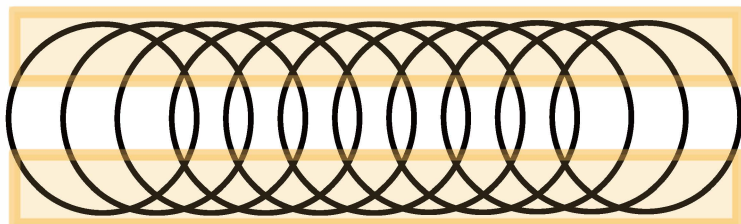
Cuando el cepillo se mueve de izquierda a derecha

Superficie después del proceso de cepillado

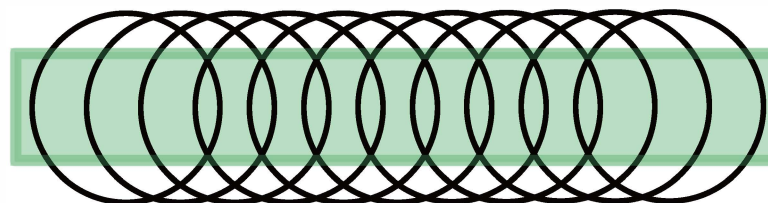


Cantidad de acciones de corte

Más cantidad de acciones de corte.



Menos cantidad de acciones de corte.

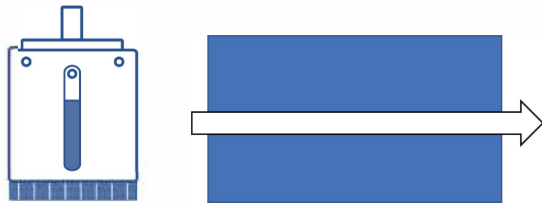


09. ¿Cómo pulir uniformemente y evitar superficies onduladas?

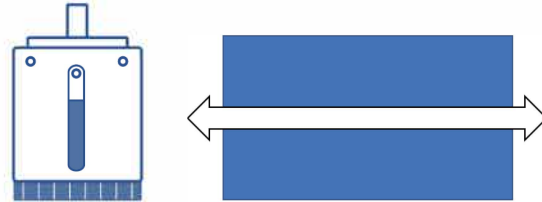
Se recomienda ajustar la programación del paso de avance.

Tipos de trayectoria de herramienta

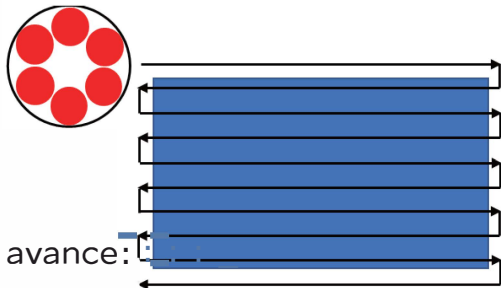
1 pasada



2 Pasadas



Paso

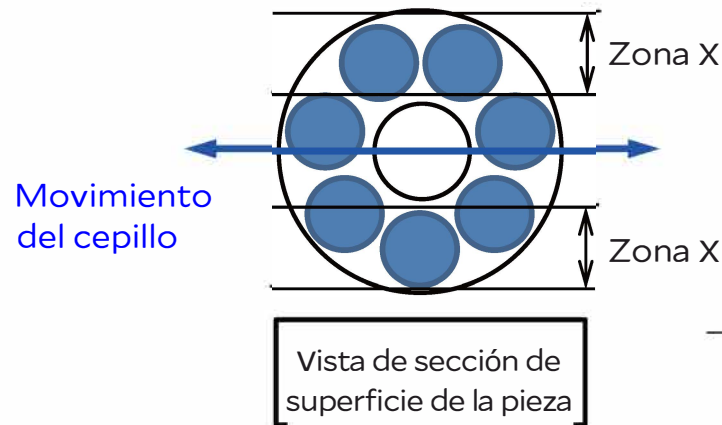


Elija paso de avance:

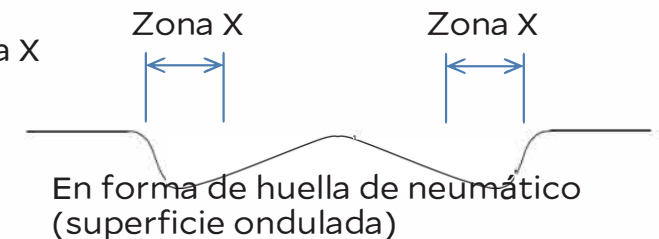
- Ajustar el paso de avance es necesario cuando:

- Hay que minimizar las marcas de superposición del cepillo.
- Hay que pulir superficies curvas.
- Se requieren varias pasadas debido al mayor requisito de superficie (Ra0.2 o menos).
- El tamaño del cepillo es más pequeño que el ancho de la superficie de la pieza a trabajar.

1 Cuando el cepillo se mueve de izquierda a derecha

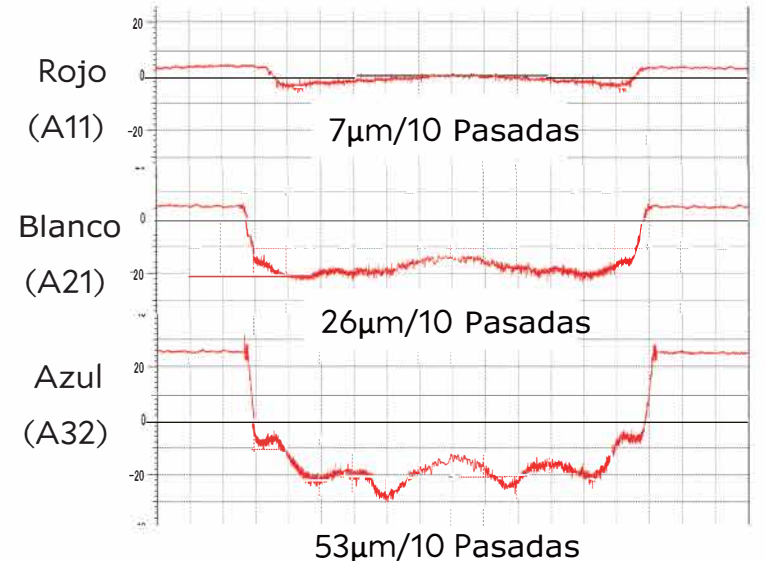


Zona X:
La parte del cepillo que tiene el mayor poder de rectificación.



Después de 10 pasadas de cepillo

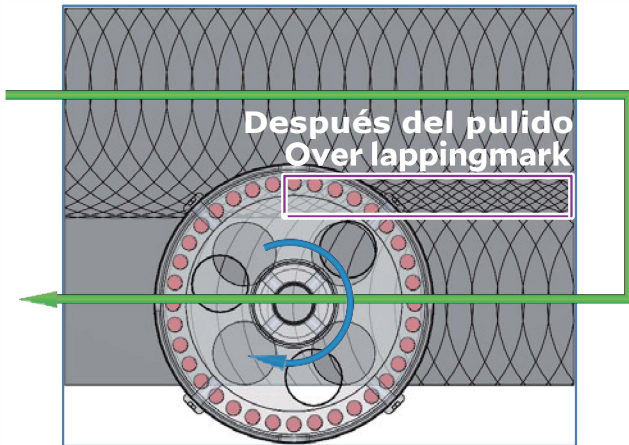
Las marcas del cepillo se notan al repetir pasadas sobre la misma superficie



10. ¿Cómo no dejar marcas solapadas?

Una trayectoria trocoidal no deja marcas solapadas en la pieza de trabajo.

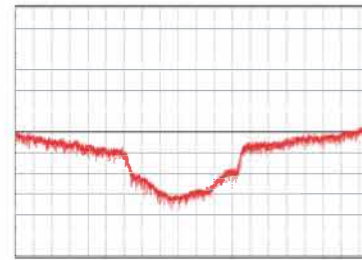
Trayectoria estándar



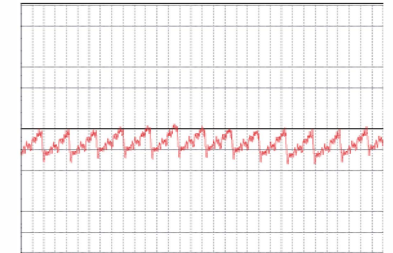
Estado de la superficie tras la trayectoria estándar con el cepillo A11.



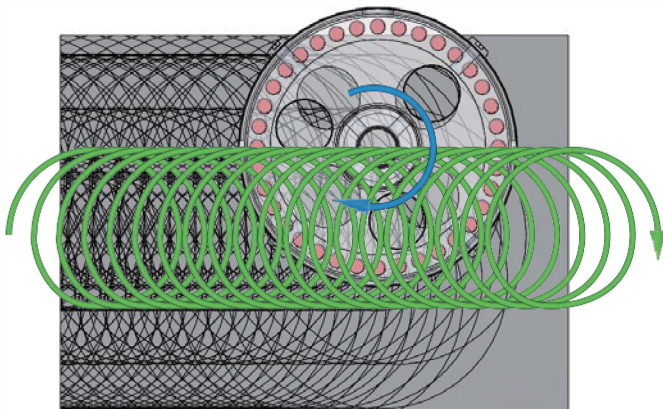
Ra 0.3 μ m Rz 3.1 μ m



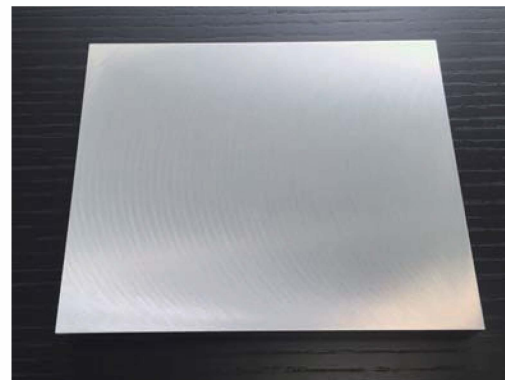
Estado de la superficie original después del fresado frontal
Ra 0,6 μ m Rz 3,7 μ m



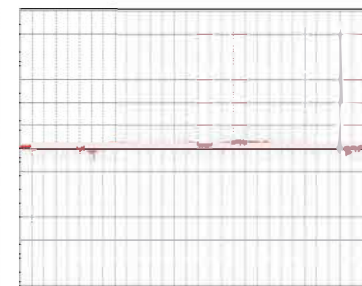
Trayectoria trocoidal



Estado de la superficie tras la trayectoria trocoidal con el cepillo A11



Ra 0.1 μ m Rz 1.3 μ m



11. ¿Cómo decidir la trayectoria del cepillo circular?

Se recomienda el tratamiento del paso a 45° cuando la rugosidad objetivo es Ra0.1 o menos.

Condiciones de la prueba

Material : Acero inoxidable 304

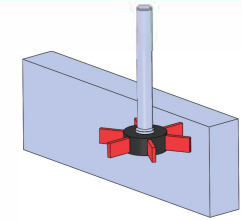
Herramienta : W-A11-50

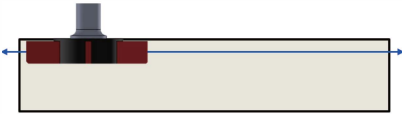

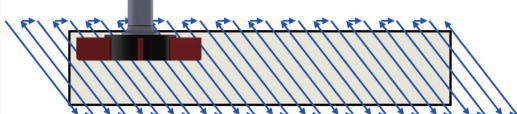
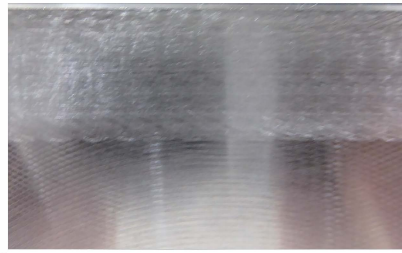
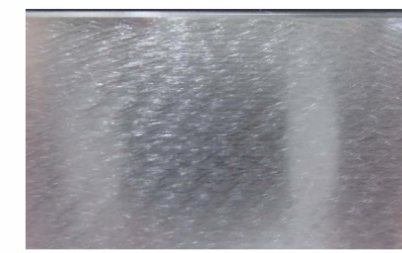

Rugosidad antes del cepillo: Ra0.56, Rz3.78

Velocidad de rotación: 1600 min⁻¹

Velocidad de avance: 4800 mm/min

Profundidad de corte: 0,2 mm



Tipos de trayectoria	Mecanizado horizontal sin tratamiento de paso	Mecanizado horizontal con tratamiento de paso	Tratamiento de paso a 45 grados
Imagen del proceso			
Aspecto de la pieza de trabajo después del proceso			
Número de pasadas	10	10	20
PICK FEED	-	1	1
Ra(μm)	0.17	0.14	0.12
Rz(μm)	1.71	1.39	1.28
Rectificado (mm)	0.002	0.004	0.004
Desgaste de la hta. (mm)	0.01	0.01	0.005

En el mecanizado horizontal, la punta de las cerdas del cepillo se divide en dos al pasar el cepillo sobre el mismo sitio repetidamente. Eso provoca arañazos profundos y el valor de Rz tiende a ser mayor..

12. ¿Cómo hacer la trayectoria del cepillo en CAM?

Los 3 pasos para hacer la trayectoria de la herramienta por CAM son: registrar una herramienta, preparar el modelo 3D y seleccionar el patrón de corte.

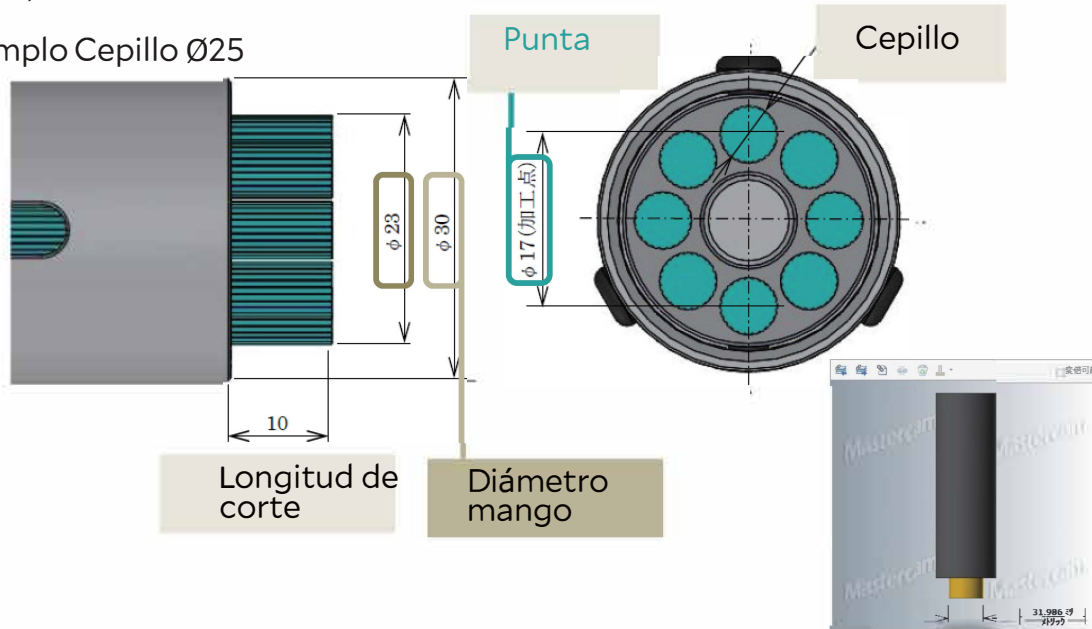
Pasos para hacer la trayectoria de la herramienta

1. Registrar una herramienta
2. Preparar el modelo 3D
3. Seleccione el patrón de corte

PASO 1 Registrar una herramienta

Seleccionar **planeado** en lugar de cepillo
 En el caso de un cepillo de Ø25, coloque 17mm como diámetro de corte (Ø de la punta)

Ejemplo Cepillo Ø25



Editando imagen

Dimensiones globales

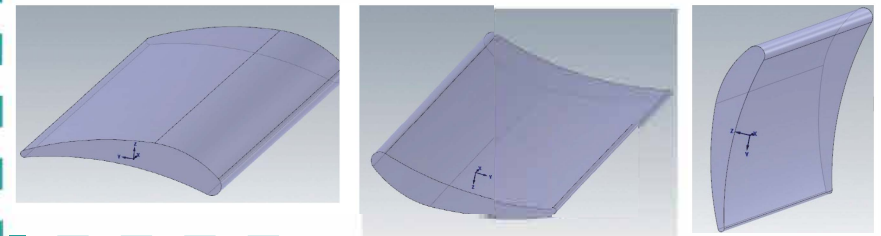
Ø de la punta	17
Longitud total	100
Longitud de corte	10
Geometría no cortante	
L casquillo	10
Ø casquillo	30
Ø del vástago	30

PASO 2 Preparar modelo 3D

Escanee el modelo 3D y seleccione la superficie de destino
 Ejemplo de pala de turbina

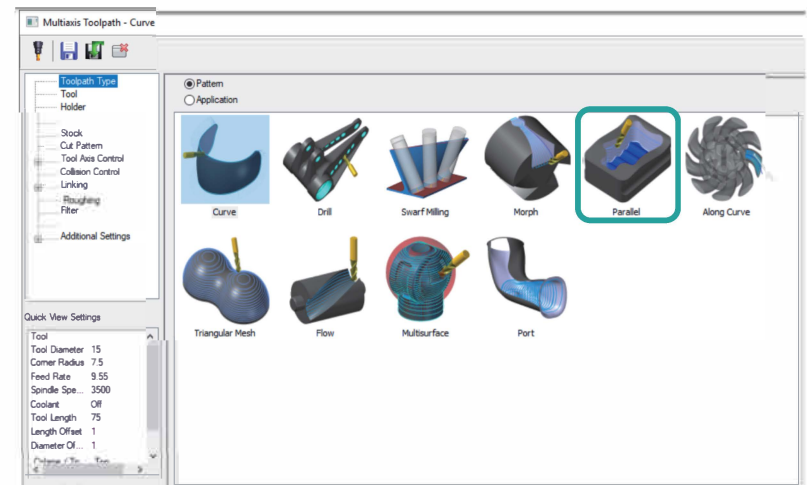
Superficie convexa

Superficie cóncava



PASO 3 Seleccione el patrón de corte

Elija el patrón de corte "paralelo" de trayectoria de herramienta multi eje



13. ¿Cómo ajustar las condiciones del proceso?

Las formas efectivas de ajustar las condiciones para el pulido difieren de las del desbarbado. En el pulido, la profundidad de corte pequeña y las pasadas múltiples son cruciales.

Formas efectivas de ajustar las condiciones.

Sirve para desbarbado

Sirve para pulido

Condiciones de procesamiento		Poder de rectificado	Mejora de la rugosidad
Velocidad de rotación	Arriba	↗	↗
	Abajo	↘	↘
Avance	Arriba	↘	↗
	Abajo	↗	
profundidad del corte	Mas	↗	↘
	Menos	↘	↗
Paso de avance	Ancho	↘	↘
	Estrecho	↗	↗
Número de pasadas	Mas	↗	↗
	Menos	↘	↘

Mejores condiciones de procesamiento para mejorar la rugosidad de la superficie.

- alta velocidad de rotación
- alta velocidad de avance
- pequeña profundidad de corte
- paso de avance estrecho
- más pasadas

14. ¿Qué parámetro cambiar para mejorar la rugosidad de la superficie?

El avance alto + la profundidad de corte pequeña + las pasadas múltiples son efectivos no solo para mejorar la rugosidad sino también para reducir el desgaste de la herramienta.

Condiciones de la prueba

Material: A5052, inoxidable 304

Herramienta: A11-CB25M/ A32-CB25M

Velocidad de rotación: 5000min⁻¹

Condición

A

B

Avance: 300mm/min

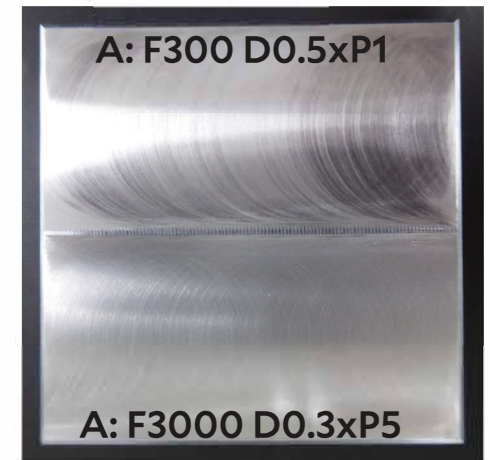
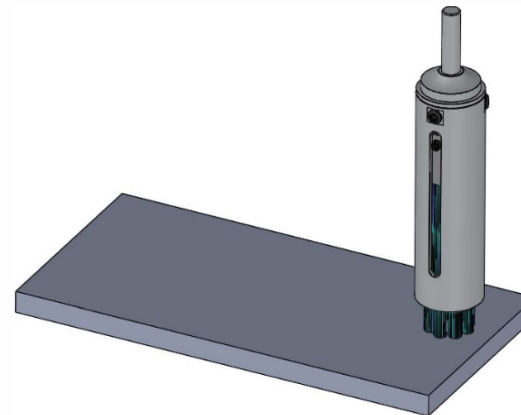
3000mm/min

Pasadas: 1

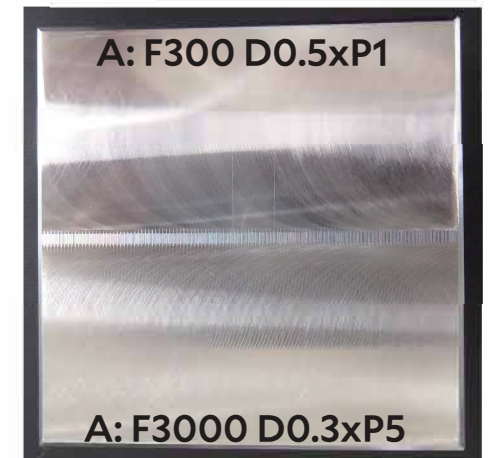
5

Profundidad de corte : 0.5mm

0.3mm



A5052



Acero inoxidable 304

Material (Cepillo)		Rugosidad antes del cepillo	A F300 D0.5xP1	B F3000 D0.3xP5
A5052 (A11)	Ra	0.64	0.39	0.36
	Rz	3.48	2.96	2.46
	Variación medida pza (mm)	-	-0.008	-0.004
	Desgaste de la hta. (mm)	-	0.048	0.008
Inoxidable Acerol 304 (A32)	Ra	0.6	0.19	0.18
	Rz	3.88	2.05	1.89
	Variación medida pza (mm)	-	0.001	0.002
	Desgaste de la hta.(mm)	-	0.031	0.004

La profundidad de corte pequeña y las pasadas múltiples son cruciales al pulir.

Ajuste la velocidad de avance y el número de pasadas teniendo en cuenta la productividad.

15. ¿Qué tipo de información se debe recopilar?

Superficie final especificada, rugosidad objetivo, rugosidad de la superficie antes del proceso con cepillo, las especificaciones de la máquina nos ayudan a seleccionar las herramientas y las condiciones de proceso adecuadas para sus clientes.

Envíenos una consulta con la siguiente información

- Superficie objetivo a pulir
(superficie/superficie lateral/diámetro interior, etc.)
- Material de la pieza
- Rugosidad de la superficie antes del procesamiento del cepillo (Ra/Rz)
- Rugosidad de la superficie objetivo (Ra/Rz)
- Máquina
(máquina de 3 ejes/máquina de 5 ejes/robot)

Asesoramiento técnico que podemos ofrecer

- Herramienta adecuada
- Condiciones de proceso
 - Velocidad de rotación
 - Avance
 - Profundidad corte
 - Paso de avance
- Tiempo de proceso aproximado

16. Caso práctico - Pulido de moldes

Industria

Pulido

Material

NAK55 (HRC40)

Proceso previo

Fresado de acabado



Proceso



<Herramientas>

Cepillo XEBEC

A32-CB25M + S25M (Azul $\varnothing 25$)

A11-CB25M + S25M (Rojo $\varnothing 25$)

<Condiciones de proceso>

Velocidad de rotación: 5000min⁻¹

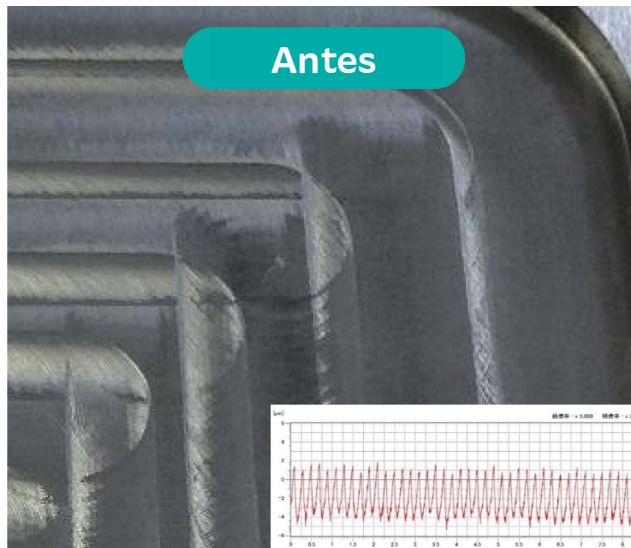
Velocidad de avance: 500mm/min

Profundidad del corte: 0,3mm Cepillo Azul

0,2mm Cepillo Rojo

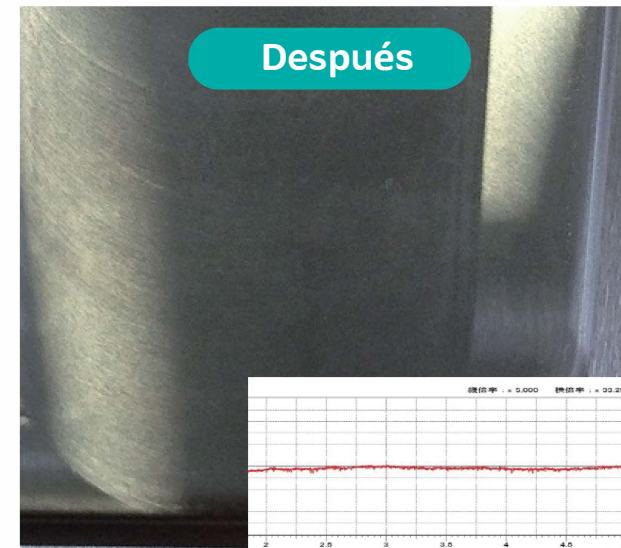
Refrigerante: sí

Resultado



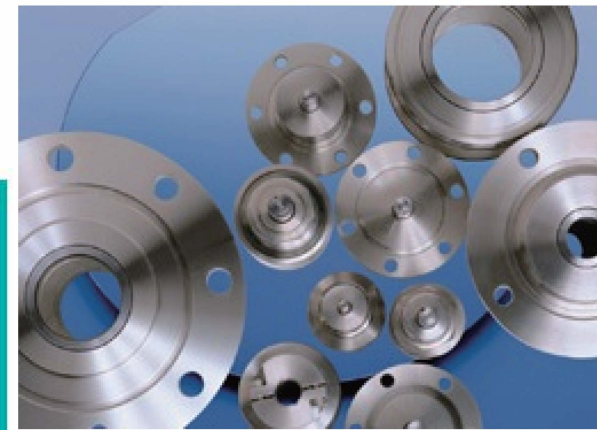
Ra1.4µm Rz6.1µm

▶
Tiempo de
proceso
50 sec



Ra0.029µm Rz0.337µm

17. Caso práctico: dispositivo de vacío



Industria	Semiconductor
Pieza de Trabajo	Dispositivo de vacío (ranura de junta tórica)
Material	Aluminio (equivalente a A5000)
Detalles del proceso	Eliminar marcas corte y pulido tras fresado

Problema

El pulido manual tardaba 75 minutos por pieza de trabajo. El proceso de pulido dependía de la habilidad de los trabajadores. Solo el número limitado de piezas de trabajo se ha terminado de pulir en un día.

Proceso

Herramienta	XEBEC A11-CB06M
Velocidad de rotación	5000min-1
Avance	1500 mm/min
Profundidad de corte	0,1mm
Proyección del cepillo	10mm
Mecanizado húmedo/seco	húmedo

Resultado



Pulido Manual
75min/Pieza de trabajo



CNC Pulido
41min/pieza de trabajo (reducida en un 46%)

El pulido de basto a medio se realizó con éxito en la máquina y el tiempo de pulido manual se redujo de 75 minutos a 41 minutos.

18. Caso práctico - Pala de turbina

Industria	Aeroespacial
Material	Inoxidable
Proceso Previo	Fresado de bola
Area de pulido	A60 x L 125 mm
Tiempo de pulido	9 min

Problema

<Herramientas>

XEBEC Cepillo

A32-CB25M + S25M

A11-CB25M + S25M

<Condiciones de procesamiento>

Velocidad de rotación 5000min⁻¹

Velocidad de avance 5000mm/min

Profundidad del corte 0,5mm

Paso de avance 1,0mm

Refrigerante Sí

Resultado

Tras fresado
Ra 4.912
Rz 21.181

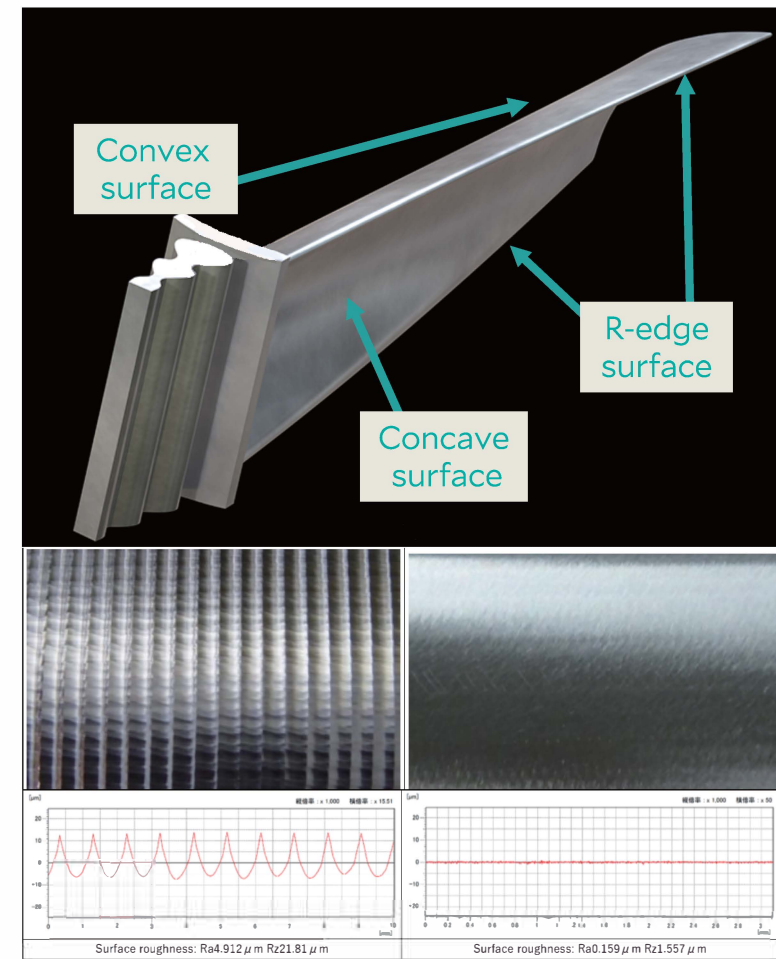
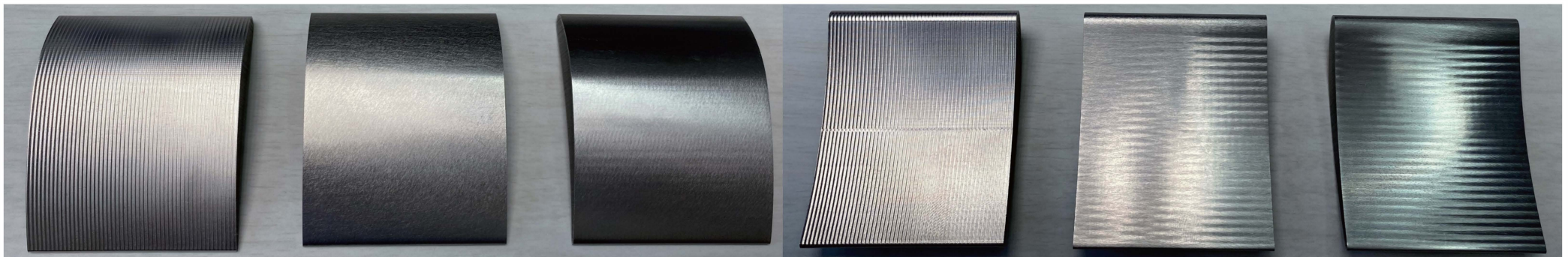
Tras semiacabado
(A32-CB25M)
Ra 0.336
Rz 2.974

Tras acabado
(A11-CB25M)
Ra 0.159
Rz 1.557

Tras fresado
Ra 5.024
Rz 20.763

Tras semiacabado
(A32-CB25M)
Ra 0.245
Rz 2.180

Tras acabado
(A11-CB25M)
Ra 0.100
Rz 0.856



19. Caso práctico - Prótesis articulares

Industria	Médica
Material	Acero Inoxidable
Proceso previo	Fresado de bola
Medida	70 mm
Tiempo de pulido	18 min

<Condiciones de procesamiento>

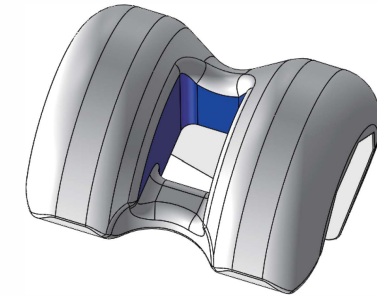
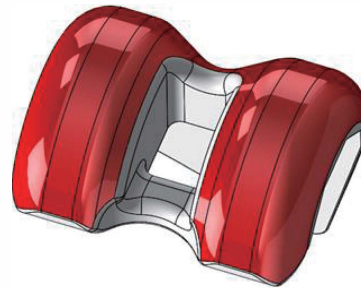
Velocidad de rotación	9000min ⁻¹
Velocidad de avance	2000 mm/min (A32)
	2500 mm/min (A 11)
Paso de avance	0,5 mm
Resorte de soporte flotante	2 mm empujado
	(estándar y baja presión)



Proceso

Herramientas

A32-CB06M
A11-CB06M
FH-ST12-SL10
CH-PO-4R/ CH-PB-4R



Resultado

Tras fresado
Ra 0,7758
Rz 3,8375



Superficie frontal
Tras semiacabado
(A32-C0806M)
Ra 0,2572
Rz 2,1832



Tras acabado
(A11-C0806M)
Ra 0,1345
Rz 1,2643

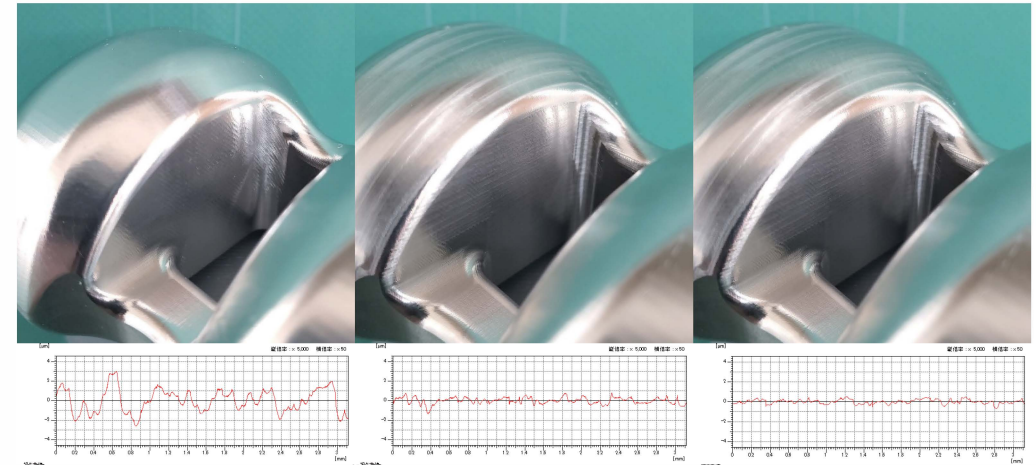
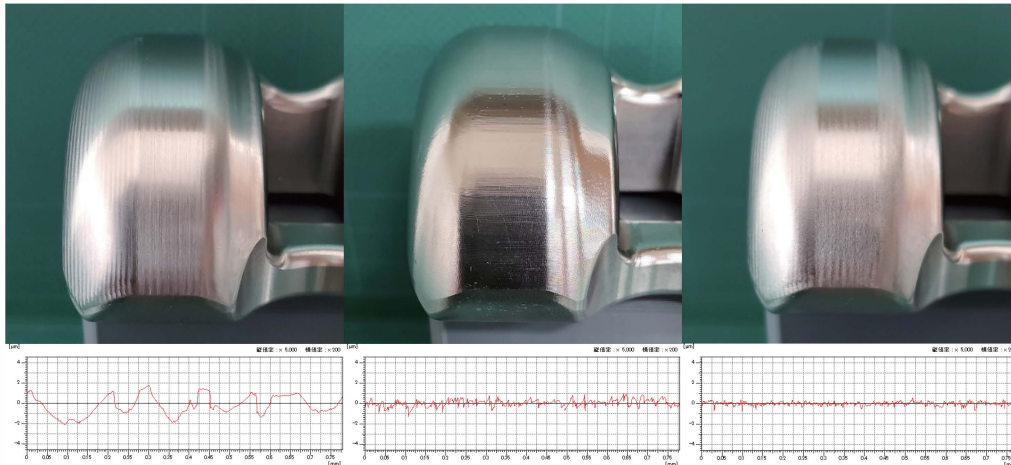
Tras el fresado
Ra 1,0119
Rz 4,2554



Superficie Interior
Tras semiacabado
(CH-PO-4R)
Ra 0,3309
Rz 1,8558

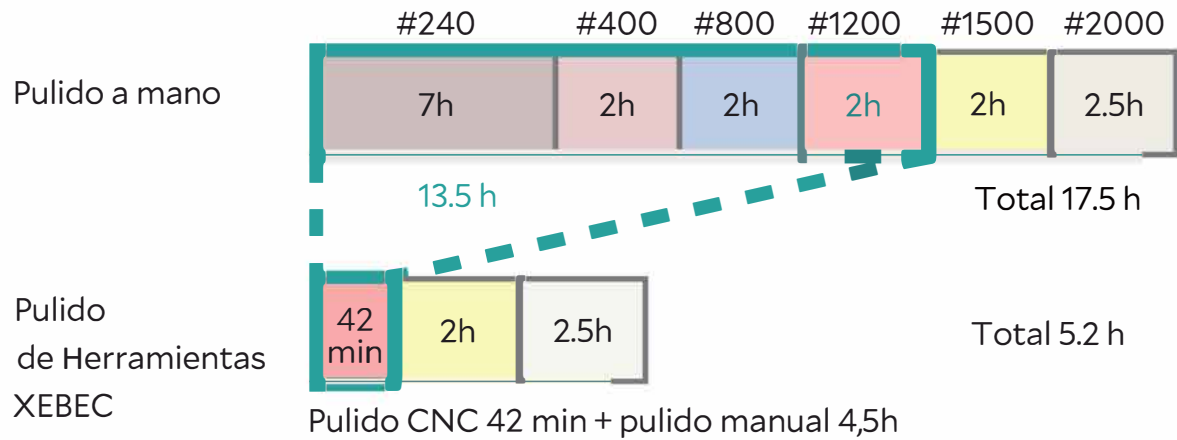


Tras acabado rugoso
(CH-PB-4R)
Ra 0,1811
Rz 1,0191



20. Caso práctico - Prótesis articulares

Comparación de pulido con cepillo y pulido manual



*Rugosidad superficial alcanzable con XEBEC Tools : aprox. Ra0.1-0.2 (Equivalente a #1200)

Ventajas de Pulido CNC

1: El tiempo del ciclo se redujo en un 70%

Efecto significativo en la productividad

2: Precisión dimensional de la pieza

El pulido CNC se programa a partir del modelo 3D, no hay posibilidad de sobrepulido por parte de los trabajadores

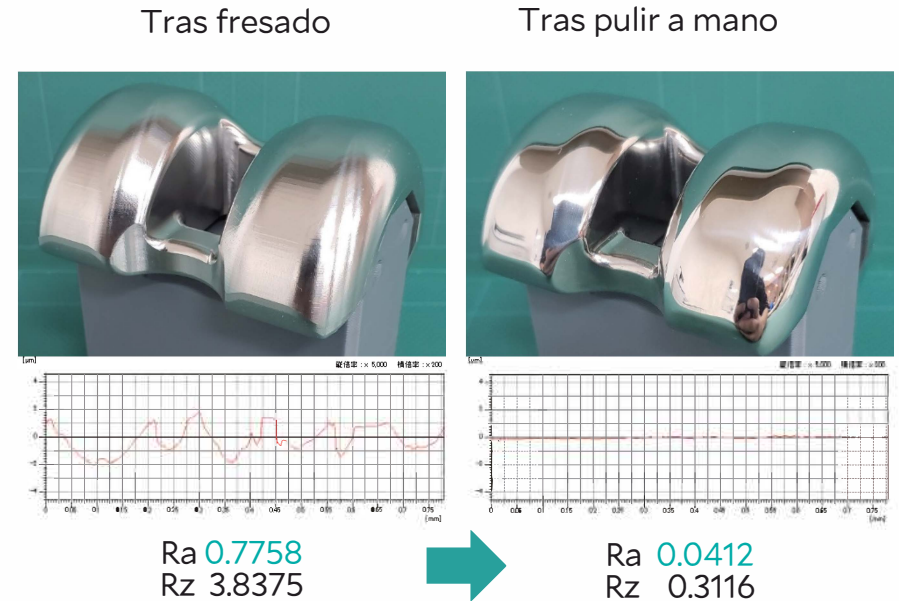
3: Estabilizar la calidad del producto

El pulido CNC evita la inestabilidad debido a la diferencia de habilidades entre los trabajadores

4: Plan de producción más fácil de programar

El plan de producción se puede programar sin depender de los horarios de los trabajadores o turnos de trabajo

Antes/Después Pulido manual



Tiempo de pulido manual 17.5h

Para una mejor comprensión, recomendamos que vea los vídeos a continuación (junto con la contraseña).

<https://vimeo.com/566482224>

password : p5xp3TH)RbrF



<https://vimeo.com/649754997>

password : p5xp3TH)RbrF

