



## [Resumen]

El proceso de fresado con copia es una técnica de fabricación precisa y tecnológicamente simple para fabricar prótesis de dióxido de zirconio fijas y removibles. A continuación se presentará la cadena de procesos del fresado de copia a raíz de la fabricación de un puente de 14 piezas y se efectuará una comparación con el procedimiento CAD/CAM.

## Palabras clave

Fresado con copia. CAD/CAM. Ceramill. Cerámica sin metal. Técnica de fresado. Dióxido de zirconio. Puentes.

(Quintessenz Zahntech. 2008;34(3):332-42)

## El fresado con copia, un procedimiento seguro en prótesis dental

**Sascha Cramer von Clausbruch**

Hace tres años se presentó el primer sistema de fresado con copia (Zirkograph, Zirkon-Zahn GmbH, Italia) en el mercado dental. Inicialmente, los expertos no daban grandes expectativas de futuro a la técnica de fresado con copia. La mayoría de los fabricantes dentales y los laboratorios abogaban prioritariamente por la tecnología CAD/CAM, que seguía afianzándose. En los dos últimos años han salido al mercado otros sistemas de fresado con copia (por ejemplo, Ceramill, Amman Girrbach, Pforzheim; Z-System, de dispositivos dentales Schick, Schemmerhofen; Tizian Mill, Schütz Dental, Rosbach), que ya muestran mejoras parciales en comparación con el sistema original.

El fresado con copia (fig. 1) fue adoptado por los protésicos dentales en poco tiempo y se integró en el día a día del laboratorio. Las razones de ello son claras: los protésicos conocen cada uno de los pasos artesanales del procedimiento y pueden aplicarlos rápidamente tras una breve formación. Al mismo tiempo, cada protésico puede replicar la cadena de procesos con facilidad y la curva de aprendizaje es alta tras algunos errores iniciales. La inversión necesaria para implantar la técnica de fresado con copia es muy baja, de modo que los laboratorios pequeños (con un protésico como mínimo) también pueden acceder a la tecnología de dióxido de zirconio. Entretanto, la técnica de

## Introducción



Fig. 1. El fresado con copia.

fresado con copia se puede considerar un procedimiento de acabado estándar. Además de la tecnología CAD/CAM, esta técnica tiene razones suficientes para implantarse en el laboratorio dental y seguirá desarrollándose en los próximos años. A continuación se presentará la cadena de procesos a raíz de la fabricación de un puente de 14 piezas y se efectuará una comparación con el procedimiento CAD/CAM.

## La técnica de fresado con copia

La tecnología de fresado con copia en 3D no es nueva, en principio. Desde hace tiempo se utiliza para construir modelos con muy buenos resultados y destaca por la gran precisión de la transmisión mecánica. La transferencia análoga se desarrolló con la ampliación o la reducción a partir de la técnica de pantografía. El reto consistía en optimizar la acreditada técnica para fabricar coronas, puentes y otras indicaciones con dióxido de zirconio. En este contexto cabe destacar especialmente el mecanismo sincrónico de giro e inclinación del modelo y la pieza bruta de dióxido de zirconio. Con este mecanismo se puede realizar el mecanizado con cinco ejes (fig. 2), necesario para representar las secciones posteriores y las geometrías complejas. De este modo, se pueden fabricar con precisión todas las indicaciones relevantes con dióxido de zirconio. Actualmente, no todos los sistemas CAD/CAM trabajan con cinco ejes dirigidos. La mayoría sólo tienen 3 y un eje funciona como eje de rotación de 180°, por lo que se restringe el ámbito de aplicación de la tecnología CAD/CAM.

Adicionalmente, los sistemas de pantografía de las fresadoras-copiadoras dentales deben diseñarse de modo que la contracción al sinterizar el dióxido de zirconio (que se procesa antes de esta fase, en yeso) esté controlada al transferir el armazón de resina con una relación de 1:1. Según los conocimientos del autor, el factor de ampliación del material solo se puede ajustar en la fresadora-copiadora Ceramill Base (Amann Girrbach)

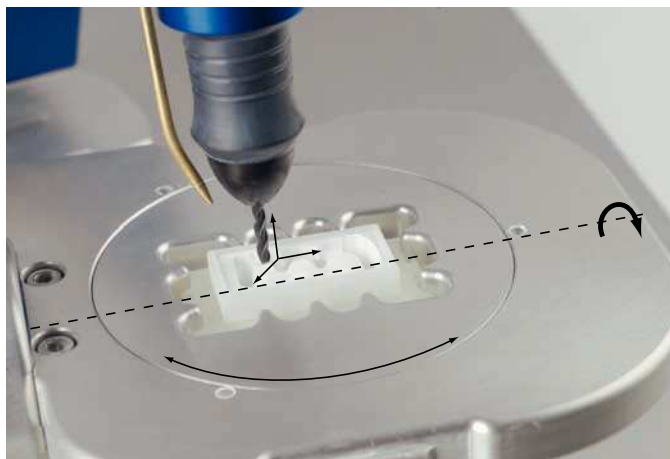


Fig. 2. El mecanizado con cinco ejes durante el fresado con copia con Ceramill base.



Fig. 3. Factor de ampliación variable (Ceramill Base, Amann Girrbach, Pforzheim).

(fig. 3). Así, por un lado, se producen pocas diferencias de contracción entre cada una de las fases; y por otro, el ajuste se puede regular de forma similar a la expansión de la masa de recubrimiento.

Para aprender cada uno de los pasos del proceso de fresado con copia y adquirir las habilidades necesarias para ello es necesario realizar un curso de introducción. En él se explican las bases de la técnica y se fresan las primeras unidades (fig. 4).

En la figura 5 se muestran los componentes del sistema Ceramill. Además de la fresadora-copiadora, se necesitarán resinas de modelado, una lámpara de polimerización ultravioleta, palpadores y fresas de diferentes geometrías, bloques diversos de dióxido de zirconio, soluciones colorantes y un horno de sinterización a alta temperatura. La inversión necesaria para adquirir un kit completo de estas características es mucho menor que la que se necesita para un sistema CAD/CAM. Para mostrar la capacidad de rendimiento de la técnica de fresado con copia, a continuación se presentarán cada uno de los pasos necesarios para crear un armazón para puentes de gran envergadura con 14 unidades. A partir de un modelo convencional de yeso (fig. 6) se modelará el armazón para puentes con resina fotopolimerizable.

Para modelar las coronas hay disponible una resina de modelado fluida, y para los pódicos, una resina moldeable (Ceramill Gel/Pontic), de modo que se puede trabajar de forma similar al utilizar cera. El armazón se crea de forma totalmente individual y anatómica (fig. 7).

Se aplica gel de modelado por partes para minimizar la contracción al polimerizar el armazón y conseguir así un ajuste perfecto. Las regiones tratadas se exponen a la luz de una lámpara ultravioleta durante pocos segundos (fig. 8).

Para acabar se crea el borde de la funda y se polimeriza. Tras el fraguado, la resina se puede retocar y acabar con fresas convencionales.

Tal y como se ha descrito anteriormente, primero se modelan todas las fundas y a continuación los pódicos (fig. 9). Para ello se pueden utilizar moldes de silicona en los que se puede introducir material moldeable para reproducir con facilidad una

El proceso de fresado  
con copia





Fig. 4. Curso de introducción al fresado con copia con el sistema Ceramill, Amann Girrbach.



Fig. 5. Los componentes del sistema Ceramill.



Fig. 6. La situación de partida.

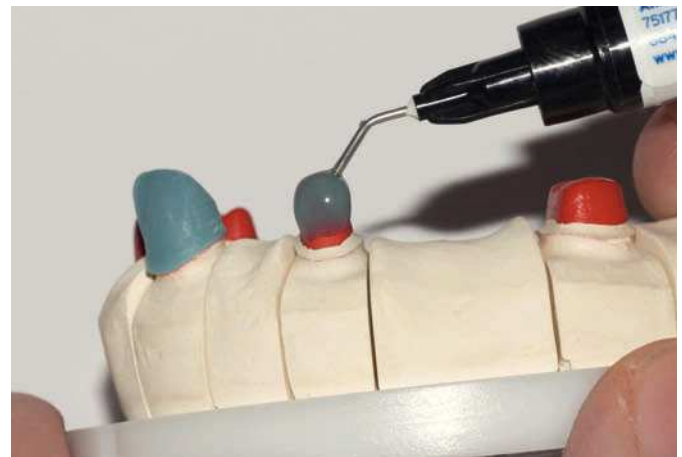


Fig. 7. Recubrimiento de las fundas con resina de modelado.



Fig. 8. Polimerización del modelado.



Fig. 9. Las fundas y los pónicos modelados.



Fig. 10. Unión de cada uno de los elementos del armazón.



Fig. 11. El molde del armazón anatómicamente reducido.

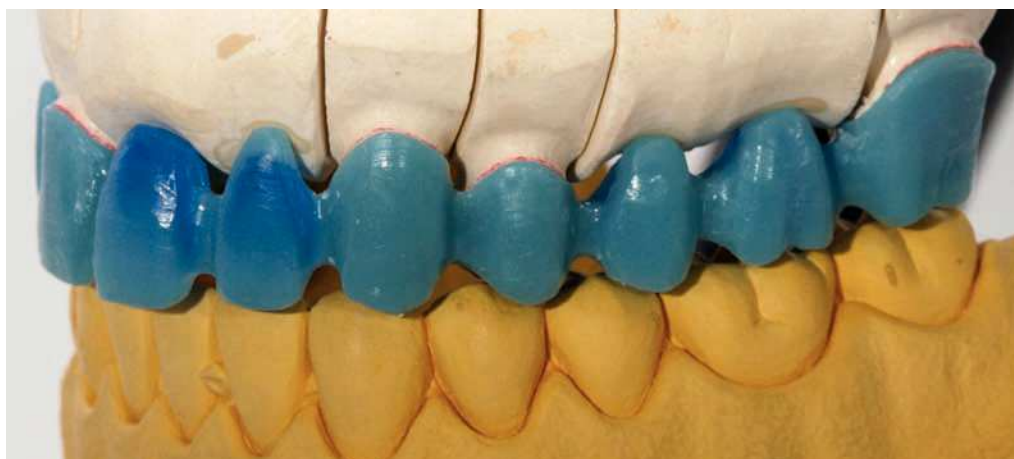


Fig. 12. Control del armazón en el articulador.

forma dental anatómica reducida. También se pueden separar los pónicos ya existentes del armazón y se pueden volver a utilizar. A continuación se unen las fundas y los pónicos con gel de modelado sin que surjan tensiones y se moldean las barras conectoras del puente (fig. 10). A diferencia de los armazones metalocerámicos, aquí es necesario un molde del armazón reducido anatómicamente que apoye las cúspides, puesto que así la probabilidad de que se fracture la cerámica de recubrimiento se reduce y la estabilidad del puente aumenta. En la figura 11 se puede observar el molde del armazón reducido anatómicamente para el puente de 14 piezas, una vez acabado.

Seguidamente, el modelado y el control de la geometría anatómica del armazón se pueden efectuar en el articulador, tal y como se ve en la figura 12. También existe la posibilidad de comprobar las relaciones de espacio y la oclusión estática y dinámica para eliminar posibles interferencias oclusales en esta fase.

Por contraste, en la fabricación CAD/CAM la relación de los contactos se realiza mediante la digitalización adicional del registro de la mordida y el posterior ajuste oclusal de la altura. Aún no se puede conseguir una oclusión dinámica en una construcción



Fig. 13. Prueba en boca del armazón antes del fresado con copia (fotografía: ZTM Martin Liebel, Gelsenkirchen).

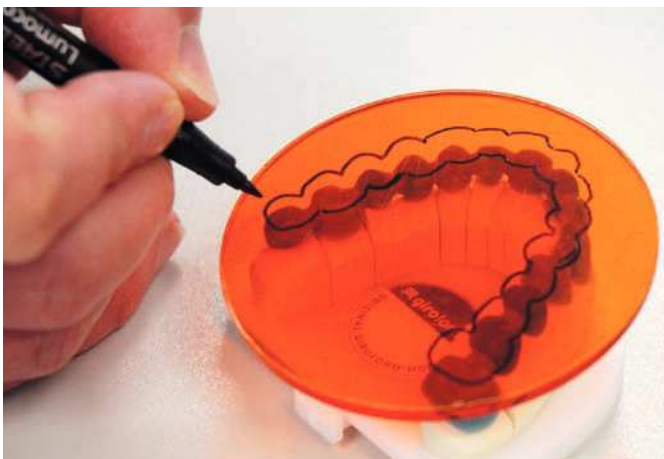


Fig. 14. Preparación de la placa modelo.



Fig. 15. Fijación del armazón en la placa modelo.

digital. Actualmente es demasiado pronto para aplicar los articuladores virtuales, que registran los ajustes específicos de cada paciente, simulan los movimientos dinámicos de masticación, de avance y laterales y ajustan de forma automatizada el diseño del armazón según estos parámetros.

Una gran ventaja de la técnica de fresado con copia es que el ajuste del armazón de resina ya modelado se puede comprobar directamente con una prueba en boca del paciente, sobre todo en el caso de construcciones muy complejas y elaboradas. Este control del armazón se puede observar en la figura 13 a modo de ejemplo (nota: no se trata del caso presentado en este artículo). Si es necesario hay otra posibilidad de aplicar correcciones en los bordes de las fundas, las barras conectoras o las superficies oclusales antes de que empiece el proceso de elaboración en sí.

En el siguiente paso, el armazón de resina se fija en una placa modelo. Para ello se registra el contorno del armazón en la placa de resina (fig. 14) y a continuación se fresa el contorno con las barras de unión para el armazón. A continuación, el armazón se fija en la placa modelo con la resina de modelado (fig. 15).





Fig. 16. La placa modelo y la pieza bruta en la fresadora-copiadora (Ceramill base).



Fig. 17. Proceso sincrónico de palpación y fresado durante el fresado con copia.



Fig. 18. La cara basal tras el alisado.

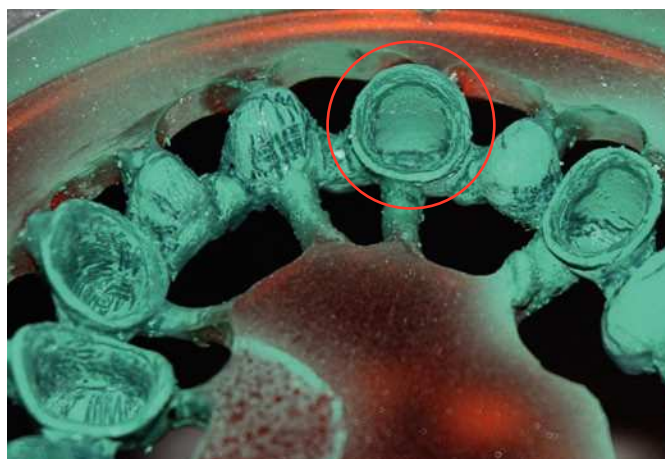


Fig. 19. El armazón con marcador en aerosol durante el proceso de palpado. El círculo rojo alrededor de la funda indica una zona que aún no se ha palpado y que debe repasarse.

Para efectuar todo el modelado del armazón, incluida la incorporación en la placa modelo, se necesitan aproximadamente dos horas y media en el caso de un trabajo de esta envergadura, es decir, unos 10 min por unidad. En principio, el tiempo de trabajo es el mismo que se necesita en el modelado en cera. Para preparar el fresado con copia, la placa modelo se coloca en la fresadora con una pieza bruta correspondiente al tamaño del armazón (fig. 16). Seguidamente empieza el proceso de fresado con copia propiamente dicho. El proceso sincrónico de palpado y fresado es una tarea artesanal (igual que el modelado del armazón descrito más arriba), por lo que cada protésico aplica su propia técnica individual y estrategia de fresado (fig. 17).

Esencialmente, primero se deben crear las partes interiores de las fundas, puesto que la parte inferior no procesada o la superficie exterior de las fundas sirve como base de estabilización (fig. 18).

El procesamiento de desbaste para fresar el material en bruto se realiza después de alisar el contorno del armazón. La elaboración del borde de la funda se realizará con especial



Fig. 20. El surtido de fresas Ceramill roto (diámetro del vástago: 3 mm).

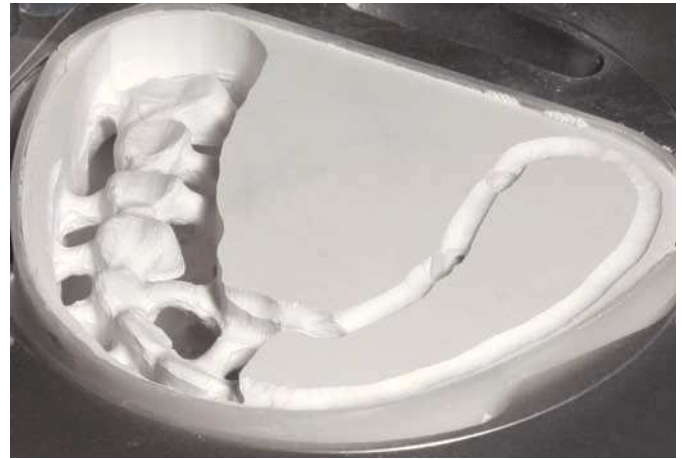


Fig. 21. Elaboración de la cara oclusal.



Fig. 22. El armazón ya elaborado en vista oclusal.



Fig. 23. El armazón ya elaborado en vista basal.

atención y cuidado para evitar roturas y conseguir un buen ajuste. Para asegurarse de que se efectúa un palpado completo del modelado se cubre la superficie con un marcador en aerosol. Las regiones que no se han trabajado (por ejemplo, las zonas retentivas) se pueden distinguir claramente (fig. 19). Tras girar o inclinar de forma adecuada la placa modelo, se pueden seguir fresando.

El número de herramientas empleadas para fresar depende de la geometría del armazón y del proceso que utiliza cada protésico. Para poder representar técnicamente todas las formas individuales posibles y las formas geométricas ya predeterminadas (por ejemplo, supraestructuras y pilares de implantes) se debe disponer de una amplia gama de parejas de palpadores y fresas (fig. 20). Esta variedad de herramientas combinada con el mecanizado con 5 ejes confiere al protésico la máxima libertad para fabricar prótesis.

Tras la elaboración de la cara basal, la plataforma de recepción de la fresadora-copiadora se gira 180° y se fresa la cara oclusal (fig. 21).





Fig. 24. La separación de los puentes de unión en la fresadora-copiadora Ceramill base.



Fig. 25. El armazón con los puentes de unión necesarios para el sinterizado, antes de la separación de la pieza bruta.



Fig. 26. Pulido de los puentes de unión.



Fig. 27. El armazón con la placa intermedia en el bol de sinterización.

En las figuras 22 y 23 se puede ver el armazón ya procesado en vista oclusal y basal. Se puede observar perfectamente que las partes interiores y los bordes de las fundas se han acabado con mucho detalle y no existen marcas de mecanizado. Las barras conectoras del puente también se han elaborado conforme al bloque dimensionador y la forma final. Seguidamente, en la fresadora-copiadora se separan las barras de unión de la pieza bruta, una tras otra (fig. 24). Algunos puentes de unión permanecen en una placa palatina o intermedia que no se fresa, puesto que sirve como refuerzo para sinterizar el armazón sin que se deforme (fig. 25). El proceso de fresado descrito anteriormente dura entre tres y tres horas y media. Para este puente de gran envergadura, en el que se requiere la máxima precisión y concentración, se necesitan como máximo unos 15 min para elaborar cada unidad.

Los pasos de trabajo necesarios tras el fresado con copia son los mismos que se siguen tras la elaboración con CAD/CAM; es decir, se pulen las barras conectoras (fig. 26) y el armazón se pinta con una solución colorante. Seguidamente, el armazón se coloca en un bol de sinterización con esferas de dióxido de zirconio (fig. 27) y se sinteriza en el horno de alta temperatura Ceramill Therm.



Fig. 28. El armazón tras la sinterización.



Fig. 29. El armazón elaborado.



Fig. 30. El armazón elaborado en vista bucal.

El armazón se coloca sobre el modelo de yeso justo después de la sinterización, como se observa en la figura 28. Tras este paso ya se puede admirar la gran precisión de ajuste del trabajo de fresado con copia.

Una vez se han separado y pulido las barras conectoras y se ha ajustado el armazón, hay que observar que durante la sinterización no se haya producido ningún tipo de deformación (fig. 29) y que el ajuste del puente sea excelente (fig. 30).

Para conseguir esta precisión deben darse unas condiciones determinadas. Por un lado, la transferencia de la fresadora-copiadora debe ser muy exacta y el protésico debe proceder con la máxima meticulosidad. Por otro lado, el factor de ampliación de las piezas brutas del fabricante se debe controlar de manera óptima para que la contracción de la pieza bruta durante el proceso de sinterización coincida con el factor de ampliación establecido.

**Conclusión** El procedimiento de fresado con copia es una tecnología de fabricación muy precisa y tecnológicamente simple para fabricar prótesis de dióxido de zirconio fijas y removibles con un coste asequible. Con el mecanizado con 5 ejes y una gran variedad de

herramientas de procesamiento se puede crear toda la gama de indicaciones de este material. Para ello no es necesario tener conocimientos de informática. Con una baja inversión, los laboratorios pequeños también pueden iniciarse fácilmente en la tecnología de dióxido de zirconio. La cadena de procesos es fácil de aprender y replicar, y la curva de aprendizaje es muy alta. El autor aprecia la libertad del modelado y la posibilidad de controlar el armazón en el articulador y en la boca del paciente. Las características mencionadas anteriormente de la técnica de fresado con copia también muestran ventajas fundamentales frente a los procedimientos CAD/CAM. Según el punto de vista del autor, en los próximos años esta tecnología se instaurará como procedimiento estándar en el laboratorio dental.

Dr.-Ing. Sascha Cramer von Clausbruch.  
Amann Girrbach GmbH, Dürrenweg 40, 75177 Pforzheim, Alemania.  
Correo electrónico: [sascha.cramer@amanngirrbach.com](mailto:sascha.cramer@amanngirrbach.com)

Correspondencia