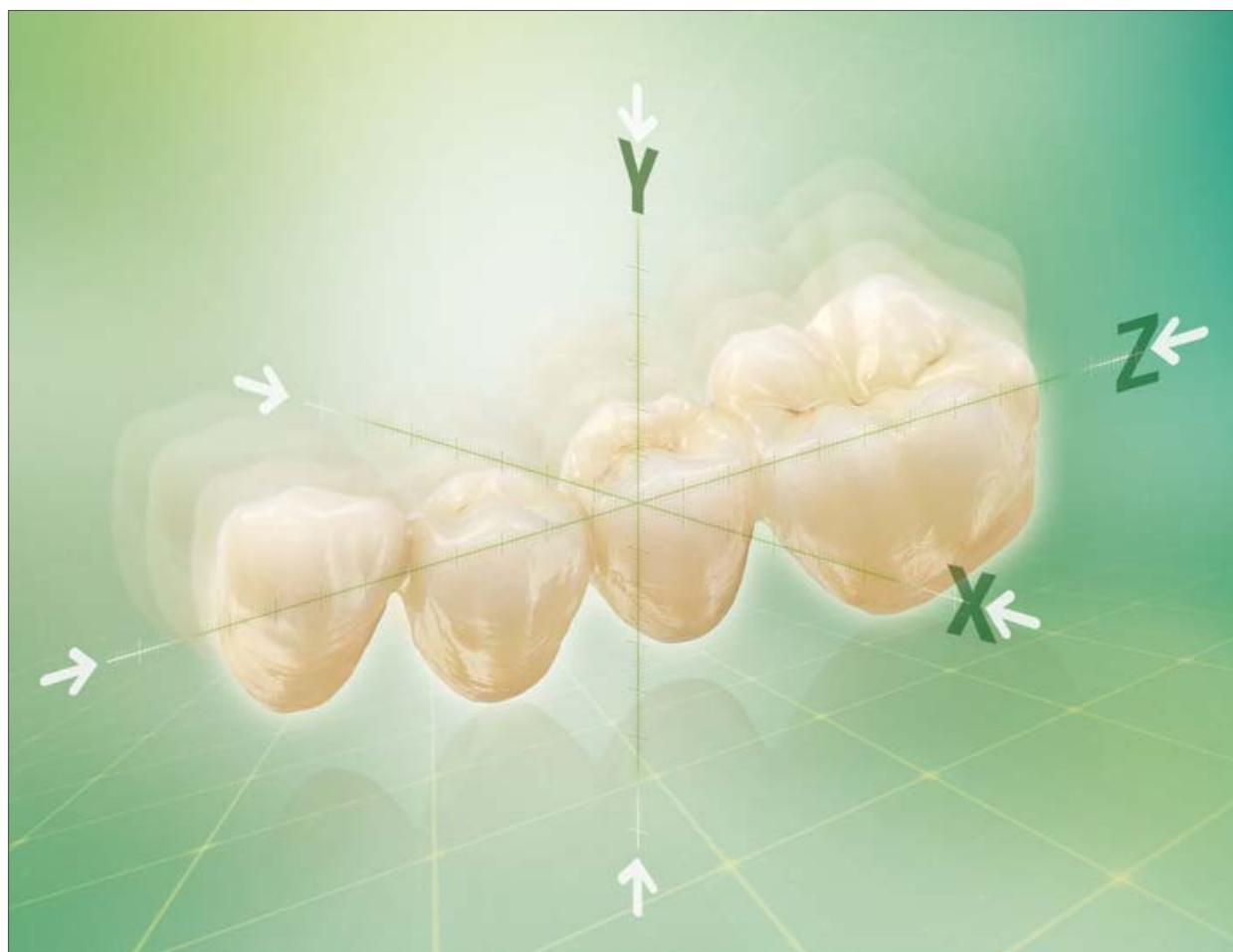


VITA YZ[®] SOLUTIONS

Documentación científico-técnica



Determinación del color VITA

Comunicación del color VITA

Reproducción del color VITA

Control del color VITA

Versión 2024-12



VITA – perfect match.

VITA

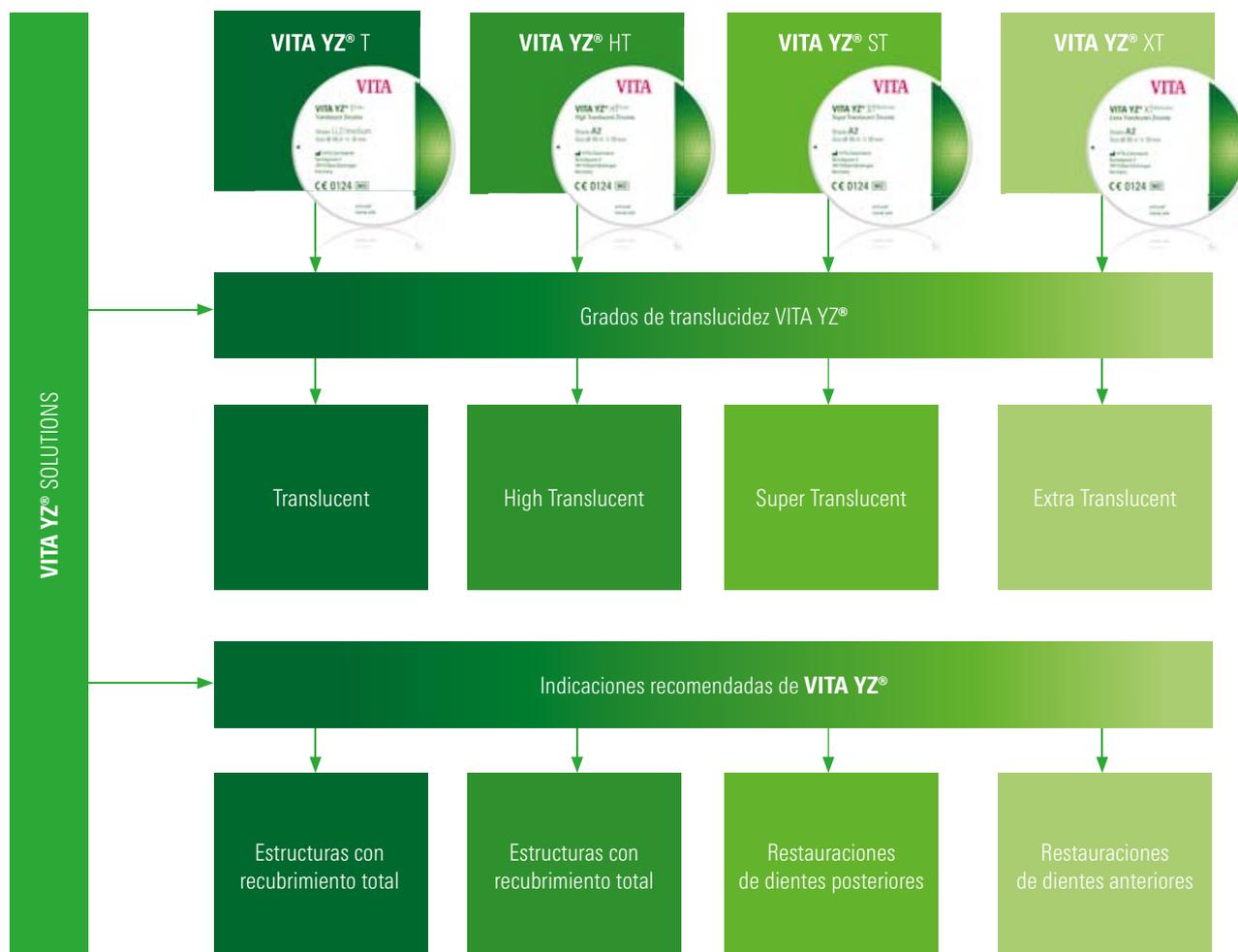
1. Introducción	3
1.1 Composición química	5
1.2 Propiedades físicas y mecánicas	5
1.3 Estándares de fabricación y de calidad	6
1.4 Control del comportamiento de sinterización	7
1.5 Calidad del material y de la microestructura	9
1.6 Estudio de la microestructura	10
1.7 Microestructura de diferentes tipos de translucidez	11
2. Propiedades físicas y mecánicas (in vitro)	12
2.1 3-Resistencia a la flexión de tres puntos de VITA YZ	12
2.2 Comparativa de la resistencia a la flexión de tres puntos	13
2.3 Carga de rotura estática con diversos grosores de los conectores	14
2.4 Carga de rotura estática antes y después del envejecimiento hidrotermal	15
2.5 Tenacidad de rotura	16
2.6 Fiabilidad / módulo de Weibull	17
2.7 Translucidez	18
2.8 Ajuste tras el proceso de sinterización	19
2.9 Verificación de la mecanización CAM mediante geometrías de corona/estructura	20
2.10 Verificación de la mecanización CAM mediante geometrías tipo “merlón”	21
2.11 Influencia de la mecanización CAM sobre la capacidad de carga	22
2.12 Comportamiento de sinterización	23
2.12.1 Influencia de la temperatura de sinterización	23
2.12.2 Influencia del proceso de sinterización de alta velocidad	24
2.13 Acabado manual / mecanización de la superficie	25
2.13.1 Influencia de sistemas de fresado de cerámica	25
2.13.2 Influencia del arenado	26
2.14 Ensayo de calidad de la unión adhesiva	27
2.15 Comportamiento de abrasión	28
2.16 Biocompatibilidad	29
3. Cerámica de recubrimiento VITA VM 9	29
3.1 Propiedades físicas y mecánicas	29
3.2 Composición química	29
3.3 Coeficiente de expansión térmica	30
3.4 Resistencia a los cambios de temperatura	31
3.5 Calidad de la unión de VITA YZ T y VITA VM 9	32
3.6 Zona de unión entre VITA YZ T y VITA VM 9	33
4. Referencias	34

1. Introducción

Actualmente existe una gama muy amplia de materiales CAD/CAM para el uso en la clínica y el laboratorio. Uno de los hitos más importantes en el desarrollo de materiales dentales a principios de este milenio fue el uso de dióxido de circonio (ZrO_2), que permitió por primera vez la realización de puentes de cerámica sin metal de varias piezas.

VITA Zahnfabrik fue uno de los pioneros en este ámbito y ofrece ya desde 2002 piezas en bruto de dióxido de circonio para la confección de prótesis dentales de cerámica sin metal con el método CAD/CAM (entonces lanzadas al mercado como VITA In-Ceram YZ).

Hoy en día, la oferta de materiales abarca cuatro grados de translucidez (T, HT, ST, XT) para puentes monolíticos con recubrimiento total y parcial.



Resistencia a la flexión de tres puntos de VITA YZ T en el control de calidad

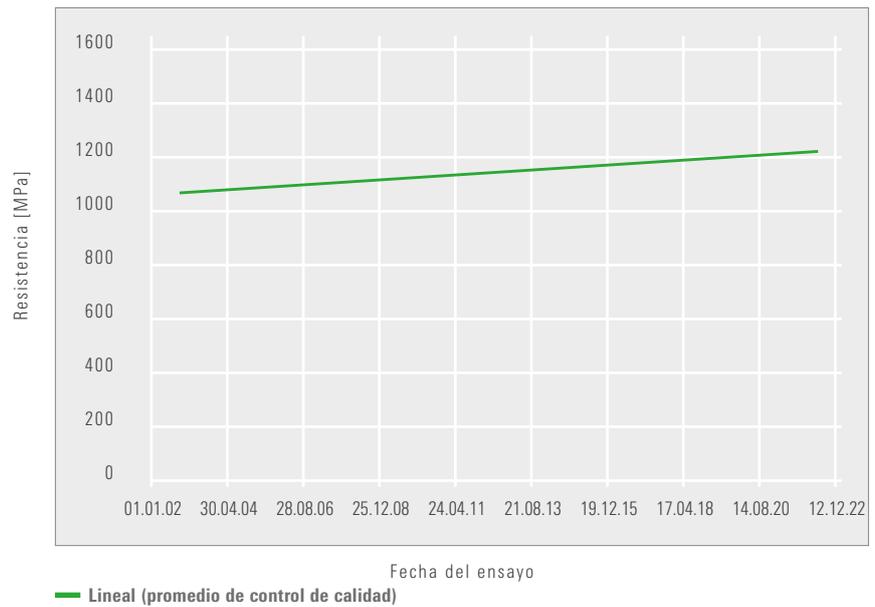


Figura 1: Valores de resistencia a la flexión de 2002 a 2022, obtenidos en los controles internos de calidad
Fuente: análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 12/2022, [1], véase la pág. 35)

VITA Zahnfabrik se compromete a seguir unos estándares de calidad muy elevados. Ello incluye la mejora continua de los materiales y los procesos.

Un buen ejemplo es la mejora de las propiedades mecánicas de VITA YZ T, como la resistencia a la flexión de tres puntos (véase la fig. 1). A continuación, la presente documentación proporciona una visión de conjunto de la información científico-técnica más relevante sobre VITA YZ SOLUTIONS.

1.1 Composición química

Componentes [% en peso]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
ZrO ₂	90 – 95	90 – 95	88 – 93	86 – 91
Y ₂ O ₃	4 – 6	4 – 6	6 – 8	8 – 10
HfO ₂	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3
Al ₂ O ₃	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1
Pigmentos	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1

1.2 Propiedades físicas y mecánicas

Componentes [Unidad]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
CET ¹⁾ [10 ⁶ /K]	10.5	10.5	10.3	10.0
Solubilidad química ¹⁾ [µg/cm ²]	< 20	< 20	< 20	< 20
Densidad de sinteriza- ción ²⁾ [g/cm ³]	6.05	6.08	6.05	6.03
Resistencia a la flexión de tres puntos ¹⁾ [MPa]	1350	1350	1200	850
Tenacidad de rotura ³⁾ (método CNB) [MPa·m ^{0.5}]	4.5	4.5	3.5	2.5
Módulo de elasticidad ⁴⁾ [GPa]	210	210	210	210
Dureza ⁵⁾ [HV 10]	12	12	13	13
Módulo de Weibull ¹⁾	14	14	13	11

¹⁾ Determinación conforme a DIN EN ISO 6872:2015

²⁾ Determinación conforme a DIN EN 623-2:1993

³⁾ Determinación conforme a ISO 24370:2005

⁴⁾ Determinación conforme a DIN EN 843-2:2007

⁵⁾ Determinación conforme a DIN EN 843-4:2005

1.3 Estándares de fabricación y de calidad

Actualmente existe un gran número de empresas que ofrecen piezas en bruto de dióxido de circonio. Por esta razón, muchas clínicas y laboratorios se preguntan si todos los dióxidos de circonio son iguales. Aunque, a primera vista, muchas piezas en bruto no muestran prácticamente ninguna diferencia óptica ni táctil, un examen de la calidad y las propiedades del material revela algunas diferencias considerables.

VITA Zahnfabrik ha optimizado de forma continua el proceso de fabricación del dióxido de circonio de calidad VITA, empleando unos elevados estándares de proceso y unos rigurosos criterios de comprobación. En la producción de VITA YZ se emplean únicamente materias primas de excelente calidad. A fin de garantizar su elevada calidad, no solo se realizan mediciones estándar de la distribución granulométrica, la fluidez y el comportamiento de sinterización en cada nuevo lote de materia prima, sino que también se llevan a cabo análisis detallados de calidad para garantizar la fiabilidad.

Mediciones dilatométricas de diversos granulados en el intervalo de la temperatura de presinterización

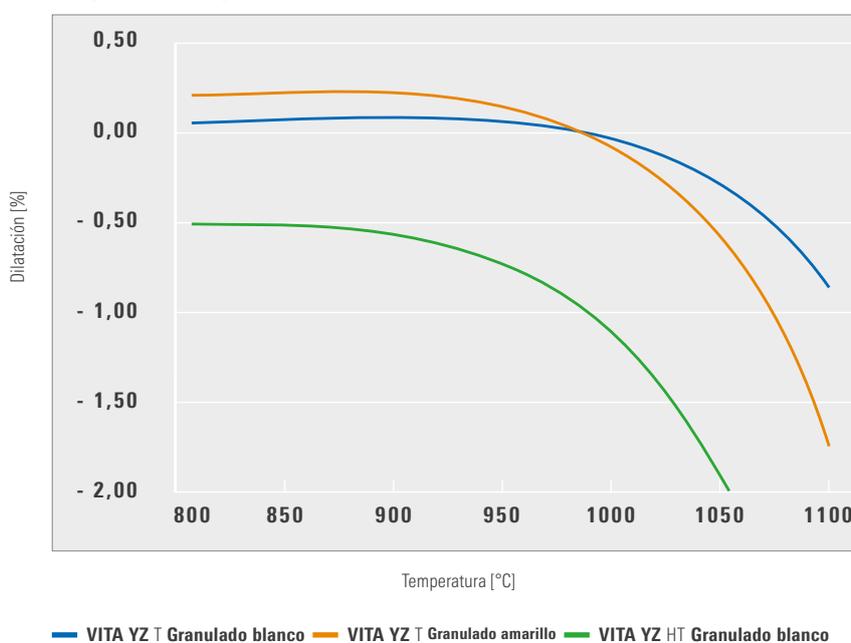


Figura 2: Análisis del comportamiento de sinterización de diversos granulados de VITA YZ
Fuente: análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 11/2014, [1], véase la pág. 35)

Con sus elevados estándares de calidad, VITA Zahnfabrik persigue el objetivo de que los usuarios de clínicas y laboratorios dentales puedan conseguir unos resultados fiablemente reproducibles, con independencia de la variante de material utilizada. Así, los granulados de dióxido de circonio sin colorear (p. ej., VITA YZ HT White) y precoloreado industrialmente (p. ej., VITA YZ HT Color) muestran diferencias en el comportamiento de sinterización, ya que la adición de pigmentos colorantes influye en este.

De ahí que VITA opte por modernos procesos y técnicas de medición (véase la fig. 2) para poder determinar con precisión las diferencias y, a continuación, optimizar los granulados en un proceso industrial previo (p. ej. mediante una presinterización específica de cada variante) de forma que las distintas variantes de piezas no difieran en cuanto al comportamiento de sinterización y a la facilidad de mecanización al utilizarse en la clínica y el laboratorio.

1.4 Control del comportamiento de sinterización

Controlar o ajustar el comportamiento de sinterización del dióxido de circonio de modo que las clínicas y los laboratorios puedan conseguir unos resultados de sinterización de gran precisión y reproducibles constituye uno de los grandes desafíos para cualquier fabricante. Para ello, algunos parámetros esenciales son la calidad de la materia prima y el control de los procesos de conformación y de presinterización.

Paso 1: proceso de prensado uniaxial bilateral

Paso 2: proceso de prensado isostático

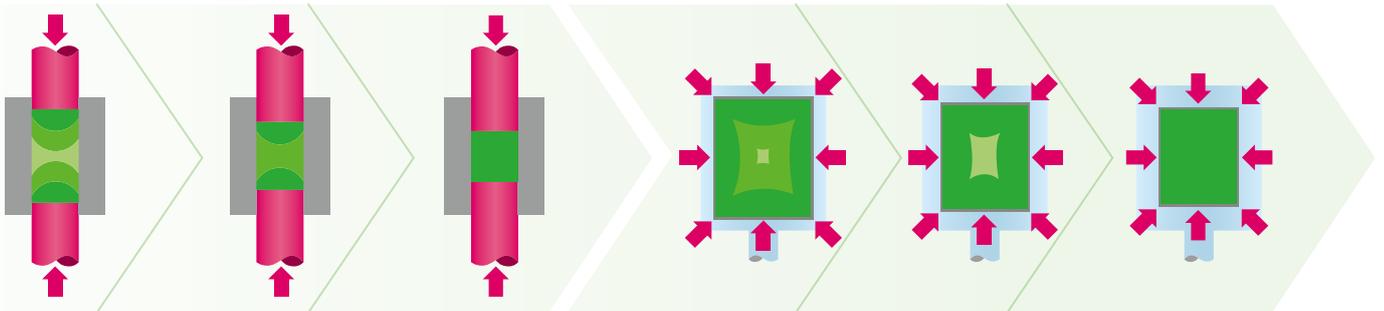


Figura 3: Representación esquemática del proceso de prensado para fabricar piezas en bruto VITA YZ SOLUTIONS

Las piezas en bruto de dióxido de circonio de VITA Zahnfabrik primero se dotan de su forma básica mediante un proceso de prensado uniaxial y después son compactadas isostáticamente en un recipiente de alta presión. La densidad homogénea resultante es un requisito fundamental para un comportamiento de sinterización homogéneo. Además, el proceso de presinterización, es decir, el proceso de cocción industrial, se ajusta de forma precisa a cada lote y a la geometría de las piezas en bruto.



Figura 4: Representación ilustrativa de la contracción por sinterización (ejes X, Y, Z)

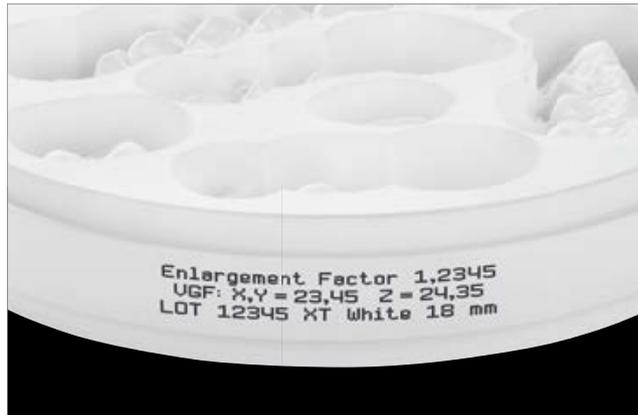


Figura 5: Ejemplo de datos del factor de aumento de una pieza en bruto

Otro paso esencial del proceso para obtener unos resultados de sinterización de gran precisión es el cálculo exacto del factor de aumento. VITA Zahnfabrik calcula este factor en función del lote de producción en las tres dimensiones del espacio (ejes X, Y, Z) y posteriormente incluye esta información en la etiqueta de la pieza en bruto (como código de barras o texto sin codificar). Algunos fabricantes, en cambio, indican únicamente los valores promedio. La determinación exacta de la contracción por sinterización y, en consecuencia, la precisión de ajuste de la pieza dental sinterizada a la densidad máxima se observan de forma especialmente evidente en los puentes de varias piezas.



Figura 6: Ejemplo de contracción por sinterización de dióxido de circonio de un 20 %, aprox.



Figura 7: Ejemplo de comprobación del ajuste con un modelo de comprobación metálico

En VITA, la comprobación final de la calidad se lleva a cabo mediante un control del ajuste. Para ello se confecciona mediante CAD/CAM una estructura de puente máxima indicada para el material respectivo aplicando el factor de aumento calculado para cada lote, se sinteriza a la máxima densidad y se comprueba el ajuste (véase el apartado 2.8) sobre un modelo de acero normalizado (véase la fig. 7).

1.5 Calidad del material y de la microestructura

Un factor importante para la capacidad de carga de restauraciones de dióxido de circonio es la microestructura, que viene determinada, sobre todo, por la calidad de la materia prima y por un proceso de confección ajustado a esta materia prima. Si se coordinan entre sí pasos del proceso como la conformación, el desligado y la presinterización, se obtiene una microestructura homogénea y sin poros. De este modo, los usuarios de clínicas y laboratorios reciben una pieza en bruto de gran calidad. De no garantizarse esto, pueden aparecer defectos en la microestructura que podrían afectar a la estabilidad a largo plazo de la pieza en el uso clínico.

1.6 Estudio de la microestructura

a) Material y método

Análisis de imágenes en el MEB de la microestructura de muestras sinterizadas a la densidad máxima de VITA YZ T y de dióxido de circonio de un fabricante de la competencia después del pulido y el grabado térmico.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 11/2014, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

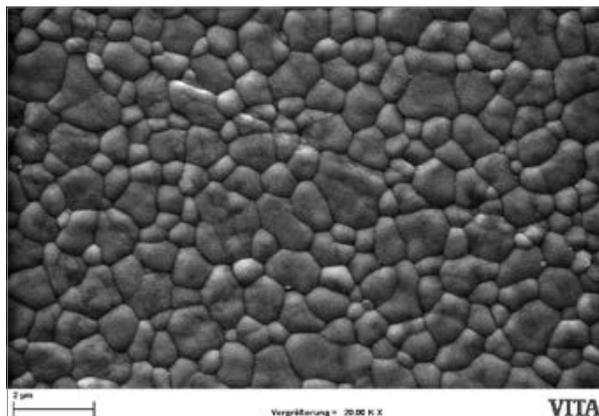


Figura 8: VITA YZ T con 20.000 aumentos

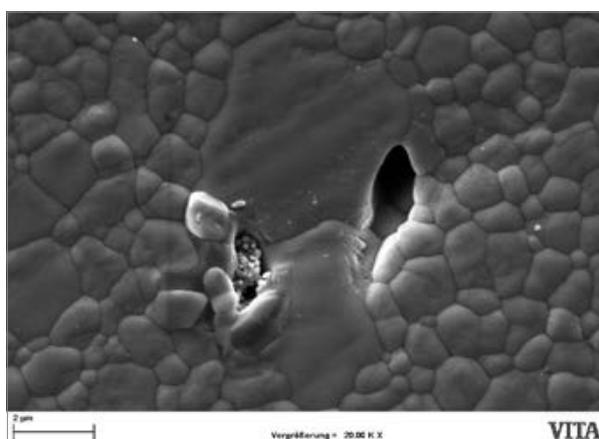


Figura 9: Dióxido de circonio de la competencia con 20.000 aumentos

d) Conclusión

Gracias a sus estándares de calidad tan elevados, VITA YZ presenta una microestructura homogénea sin poros ni defectos (véase la fig. 8). La microestructura sinterizada tiene un tamaño medio de partícula de aprox. 500 nm.

En las piezas en bruto de dióxido de circonio de baja calidad (por lo general productos de bajo precio), en algunos casos se observan impurezas y defectos en la microestructura (véase la fig. 9). Generalmente, estos posibles defectos solo son detectables con un gran aumento.

Según el tamaño y la posición de los defectos en la microestructura, estos pueden reducir las propiedades mecánicas.

1.7 Microestructura de diferentes tipos de translucidez

a) Material y método

Análisis de imágenes en el MEB de la microestructura de muestras sinterizadas a la densidad máxima de VITA YZ T, HT, ST y XT después de la sinterización a la densidad máxima según las instrucciones del fabricante. El análisis se efectuó después del pulido y el grabado térmico.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 03/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

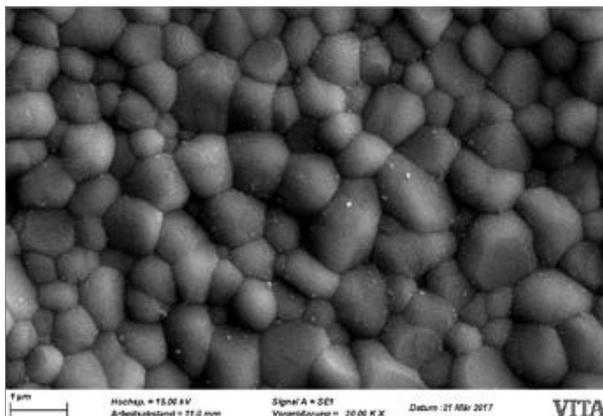


Figura 10: VITA YZ T con 20.000 aumentos

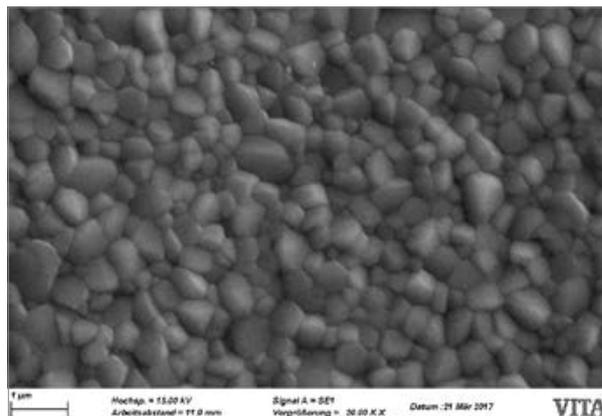


Figura 11: VITA YZ HT con 20.000 aumentos

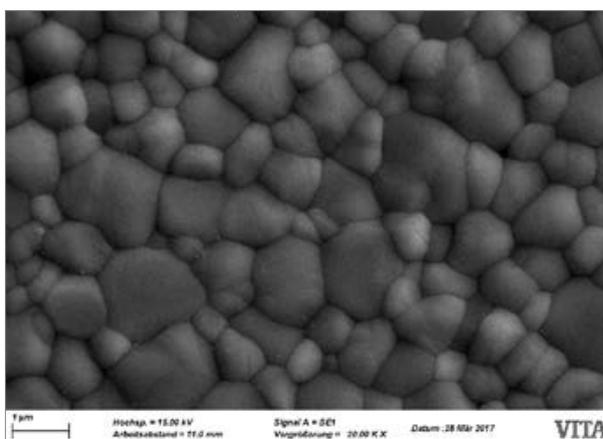


Figura 12: VITA YZ ST con 20.000 aumentos

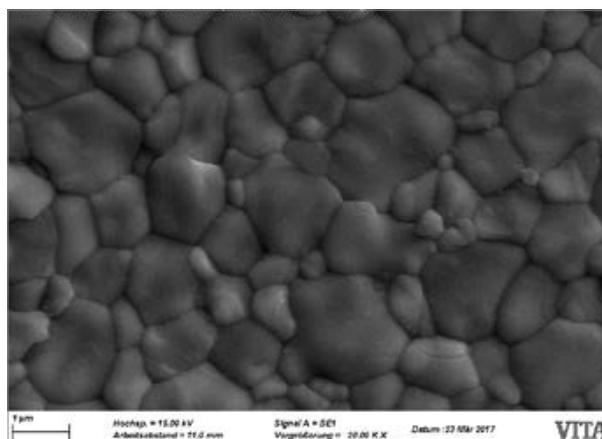


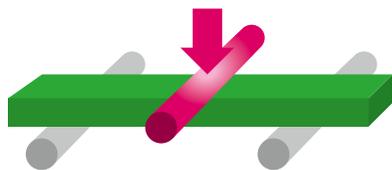
Figura 13: VITA YZ XT con 20.000 aumentos

d) Conclusión

Los tamaños de partícula (y con ellos, la proporción de las superficies limítrofes del grano) influyen de forma directa en la refracción de la luz y, por tanto, en la translucidez de los diferentes materiales. Cuanto mayor sea la partícula, más reducido será el número de las superficies limítrofes en las que se refracta la luz. Por esta razón, el aspecto de los materiales como VITA YZ XT (tamaño de partícula ~ 1,0 µm) es comparativamente translúcido. Además, la composición química, especialmente el contenido de óxido de itrio y el enriquecimiento de óxido de aluminio (Al_2O_3) en los límites del grano, también afecta al comportamiento de la refracción de la luz. Con aprox. un 0,25 % en peso, VITA YZ T contiene una proporción de Al_2O_3 mucho mayor que las otras tres variantes de VITA YZ y presenta un tamaño de partícula de aprox. 0,5 µm. En consecuencia, esta variante tiene una apariencia relativamente opaca.

2. Propiedades físicas y mecánicas (in vitro)

2.1 Resistencia a la flexión de tres puntos de VITA YZ



a) Material y método

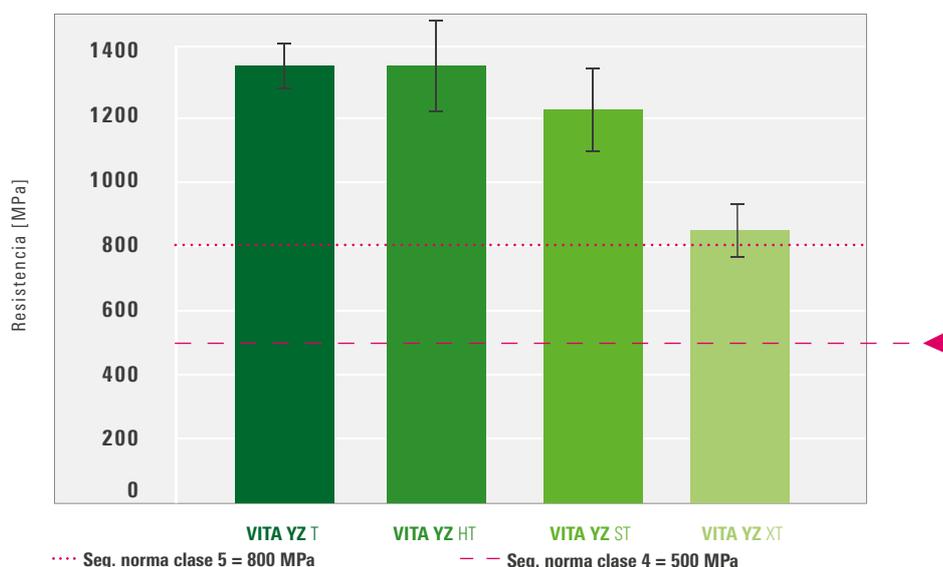
Con ayuda de una sierra de alambre de diamante, se prepararon muestras con forma de paralelepípedo a partir de las piezas en bruto de dióxido de circonio de VITA. A continuación, las muestras se desbastaron manualmente con papel de SiC (granulación P1200). Además, se incorporó un chaflán de 45° en ambos bordes del lado sometido a carga de tracción. Después de la sinterización conforme a las instrucciones del fabricante, las muestras presentaron las dimensiones finales de 20,0 x 4,0 x 1,2 mm³. De cada material se utilizaron 36 muestras que se sometieron a carga mediante una máquina de ensayo universal hasta conseguir la rotura, para determinar así la resistencia media a la flexión de tres puntos.

b) Fuente

Fuente: análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, resistencia a la flexión de tres puntos de los diferentes materiales VITA YZ conforme a la norma DIN EN ISO 6872:2015/A1:2018, (Gödiker, 08/2022), [1] véase pág. 35

c) Resultado

Resistencia a la flexión de tres puntos de los diferentes materiales VITA YZ



Seg. norma clase 4¹⁾: ≥500 MPa
Coronas o estructuras de coronas monolíticas
Puentes o estructuras de puentes monolíticas con ≤ tres piezas
Seg. norma clase 5¹⁾: ≥800 MPa
Puentes o estructuras de puentes monolíticas con ≥ cuatro piezas

1) Conforme a DIN EN ISO 6872:2015/A1:2018

d) Conclusión

VITA YZ T y VITA YZ HT alcanzaron en esta serie de ensayos unos valores de resistencia de 1350 MPa en promedio, y VITA YZ ST alcanzó 1200 MPa en promedio. Estos valores se sitúan por encima de los requisitos establecidos por la norma para indicaciones de la clase 5, de modo que los tres materiales pueden utilizarse para construcciones de puentes de cuatro o más piezas.

En este diseño de ensayo, VITA YZ XT alcanza un valor promedio de 850 MPa.

Debido a la menor tenacidad de rotura (v. punto 2.5), las indicaciones recomendadas se corresponden con la clase 4.

2.2 Resistencia a la flexión de tres puntos en comparación

a) Material y método



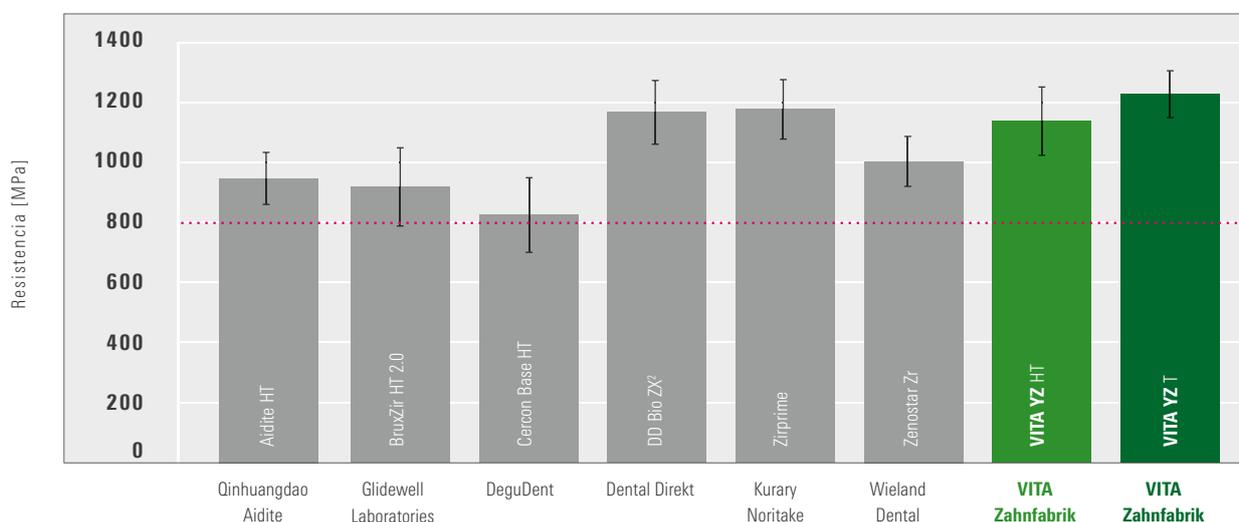
Con ayuda de una sierra de alambre de diamante, se prepararon muestras con forma de paralelepípedo a partir de las piezas en bruto de dióxido de circonio. A continuación, las muestras se desbastaron manualmente con papel de SiC (granulación P1200). Además, se incorporó un chaflán de 45° en ambos bordes del lado sometido a carga de tracción. Después de la sinterización conforme a las instrucciones del fabricante, las muestras presentaron las dimensiones finales de 20,0 x 4,0 x 1,2 mm³. De cada material se utilizaron 10 muestras que se sometieron a carga mediante una máquina de ensayo universal hasta conseguir la rotura, para determinar así la resistencia media a la flexión de tres puntos.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 01/2014, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Resistencia a la flexión de tres puntos en comparación

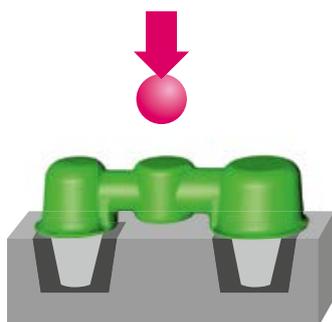


..... Seg. norma clase 5 = 800 MPa

d) Conclusión

Todos los dióxidos de circonio estudiados en este ensayo alcanzaron valores superiores al requisito normativo (> 800 MPa) para la clase 5. En comparación con la competencia, los valores de resistencia obtenidos para VITA YZ SOLUTIONS se situaron en un nivel muy elevado. Las diferencias obtenidas en cuanto a resistencia pueden deberse, entre otras cosas, a que los diversos materiales están presinterizados de manera desigual, lo que puede dificultar la preparación de las muestras. A fin de analizar este aspecto, también se calculó la resistencia a la rotura en bruto (= resistencia de las muestras en estado de presinterización) de los materiales. Esta se situó entre 40 y 90 MPa, lo que sugiere diferencias en las propiedades de manipulación.

2.3 Carga de rotura estática con diversos grosores de los conectores



a) Material y método

Se confeccionaron puentes posteriores de 3 piezas estilizados a partir de VITA YZ T, HT, ST y XT con el equipo CAM y se sinterizaron a la densidad máxima conforme a las instrucciones del fabricante.

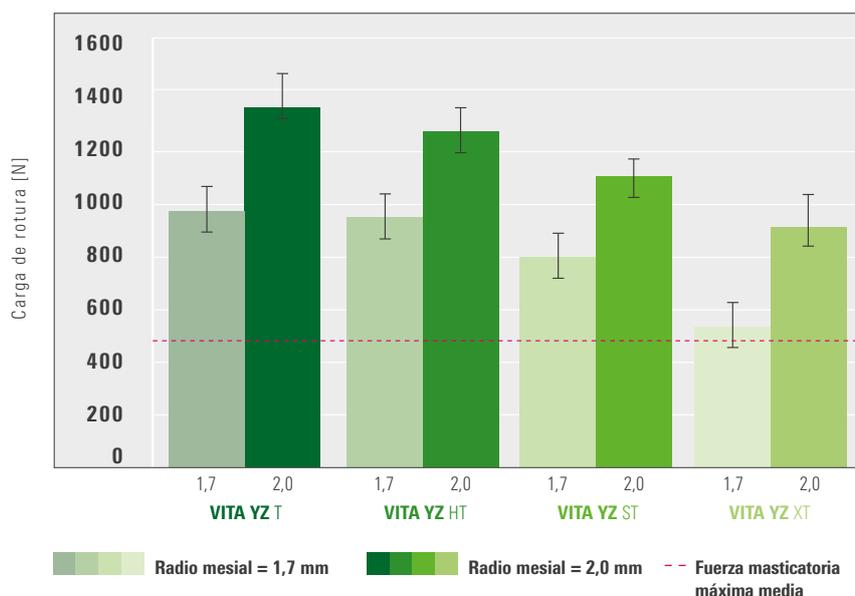
El conector “mesial” más fino presentó un radio de 1,7 mm (~ 9,0 mm² de área de la sección transversal); el conector “distal” más grueso, un radio de 2,0 mm (~ 12,0 mm²). De forma análoga, los puentes con mayor grosor de los conectores presentaron radios de 2,0 mm (“mesial”) y 2,3 mm (“distal”). Todos los pilares contaban con un grosor de pared uniforme de 0,5 mm. Todos los puentes se fijaron a muñones de acero con cemento de fosfato de cinc. De cada material se sometieron a carga hasta la rotura mediante máquina de ensayo universal seis puentes con grosor de conector reducido y seis con grosor de conector elevado.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA (Kolb, 08/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Carga de rotura de puentes de VITA YZ con distinto grosor de los conectores

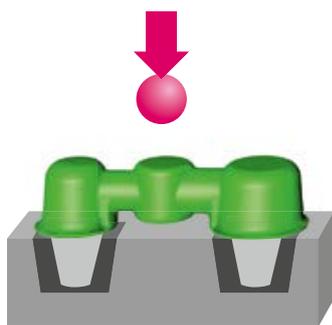


d) Conclusión

Todos los valores promedio medidos en este ensayo — también los de los puentes con grosores de conector reducidos — se situaron por encima de la fuerza masticatoria máxima media, que es de aprox. 490 N [5]. De forma análoga al ensayo de flexión en tres puntos, la rotura siempre se produjo en la zona sometida a carga por tracción (“gingival”) del conector (“mesial”) más fino.

El leve aumento del grosor del conector se traduce en un incremento claro de la carga de rotura. Por lo tanto, es recomendable aprovechar al máximo las condiciones de espacio existentes a la hora de configurar los conectores, a fin de obtener una estructura con una elevada carga de rotura. Sobre la base de esta batería de ensayos, para VITA YZ XT se recomienda un grosor de conector en la zona de los molares de al menos 12 mm² (véase la recomendación de confección en las Instrucciones de uso 10446M/1).

2.4 Carga de rotura estática antes y después del envejecimiento hidrotérmico



a) Material y método

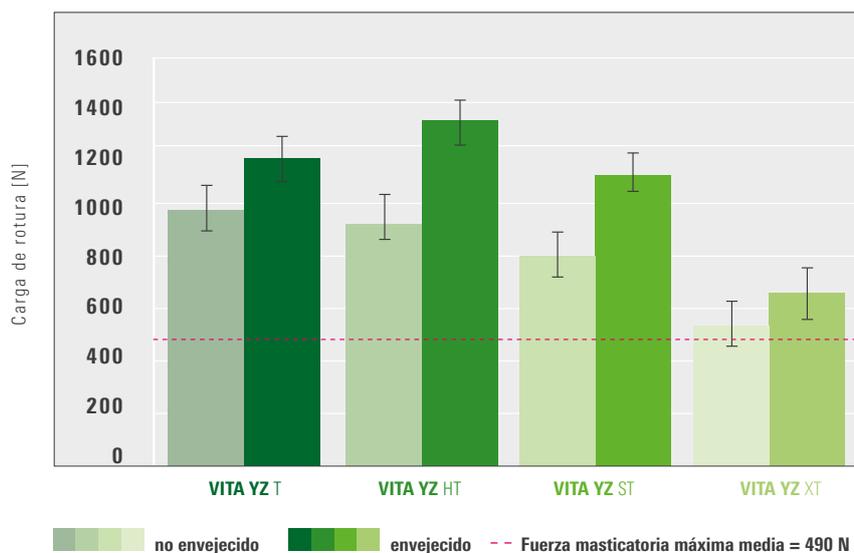
En este ensayo se simuló el uso clínico del material mediante envejecimiento, a fin de comprobar su resistencia en el medio bucal. Se confeccionaron puentes posteriores de 3 piezas estilizados a partir de VITA YZ T, HT, ST y XT con el equipo CAM y se sinterizaron a la densidad máxima conforme a las instrucciones del fabricante. El conector "mesial" más fino presentó un radio de 1,7 mm (~ 9,0 mm² de área de la sección transversal); el conector "distal" más grueso, un radio de 2,0 mm (~ 12,0 mm²). Todos los pilares contaban con un grosor de pared uniforme de 0,5 mm. La mitad de las muestras de cada material se envejeció en el autoclave durante un periodo de 72 horas en vapor de agua a 134 °C. Todos los puentes se fijaron a muñones de acero con cemento de fosfato de cinc. De cada material se sometieron a carga hasta la rotura mediante máquina de ensayo universal seis puentes envejecidos y seis no envejecidos.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA (Kolb, 08/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Carga de rotura de puentes de VITA YZ antes y después del envejecimiento



d) Conclusión

Tanto para muestras tras un envejecimiento simulado como para muestras no envejecidas se alcanzaron valores promedio que se situaron por encima de la fuerza masticatoria máxima esperada [5], lo que permite prever una buena resistencia a largo plazo en el medio bucal. El fenómeno de la mayor carga de rotura tras el envejecimiento hidrotérmico será el objeto de futuros ensayos.

2.5 Tenacidad de rotura



a) Material y método

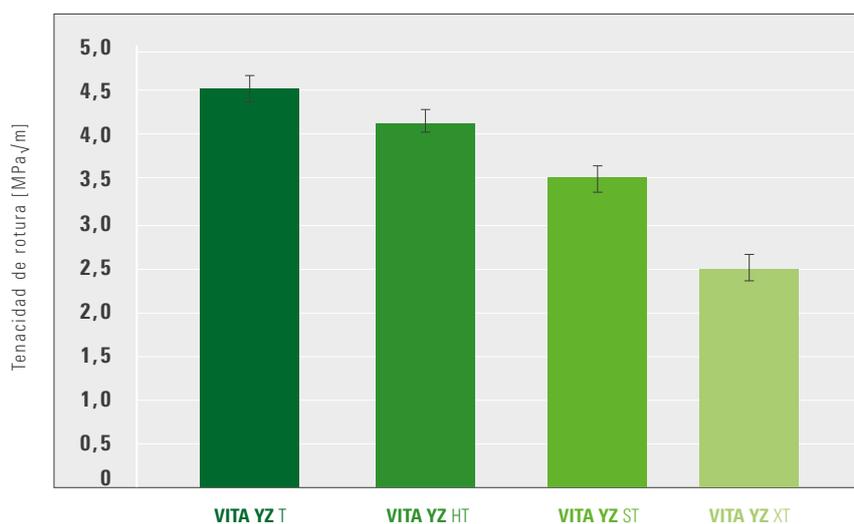
Puesto que, de conformidad con la DIN EN ISO 6872:2015, no se debe usar el método SEVNB para medir la tenacidad de rotura de materiales de grano fino con tamaños de grano inferiores a 1 μm , el ensayo de tenacidad de rotura se llevó a cabo mediante el método "Chevron-notched beam" (CNB) o método del haz de entallas triangulares conforme a ISO 24370 (Fine ceramics [advanced ceramics, advanced technical ceramics] – Testmethod for fracture toughness of monolithic ceramics at room temperature by chevron-notched beam [CNB] method). Para ello se realizaron unas muescas (véase el dibujo a la izquierda) en muestras de flexión (3 x 4 x 30 mm³) mediante sierra de diamante y, a continuación, se sometieron a carga hasta la rotura mediante máquina de ensayo universal. Para cada serie se probaron cinco muestras.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 07/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Tenacidad de rotura de VITA YZ con el método CNB conforme a ISO 24370



d) Conclusión

El ensayo pone de manifiesto una relación entre la composición química y la capacidad de resistencia mecánica. De manera análoga al aumento del porcentaje de óxido de itrio (véase la tabla 1.1 Composición química), la tenacidad de rotura de las diferentes variantes disminuye constantemente. Esto también se refleja en la carga de rotura o la resistencia a la flexión de los materiales. En la actualidad existen ensayos [12] que estudian de manera intensiva los factores de influencia y los métodos de ensayo para la tenacidad de rotura.

2.6 Fiabilidad/módulo de Weibull

a) Material y método

“La dispersión de la resistencia de los materiales cerámicos puede describirse muy bien matemáticamente con la teoría desarrollada por Weibull basada en el concepto de fallo por el eslabón más débil. [...] De este modo, si se conocen los parámetros de distribución, se obtiene una relación clara entre la carga y la probabilidad de rotura.” [2] El módulo de Weibull de VITA YZ T, HT, ST y XT se calculó a partir de los valores de resistencia a la flexión en tres puntos de 30 muestras de cada material.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 08/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Módulo de Weibull de los diferentes materiales VITA YZ



d) Conclusión

En este ensayo se obtuvieron unos valores excelentes para los diferentes materiales VITA YZ, con módulos de Weibull de casi 11 a 16 de media. La reducida variación de los valores de medición indica una alta fiabilidad y una calidad constante del material. Si se miden solo desviaciones reducidas respecto al valor medio (en relación con los valores mínimos obtenidos), es de esperar que el material podrá usarse con una fiabilidad muy alta en la gama de indicaciones recomendada en cada caso.

2.7 Translucidez

a) Material y método

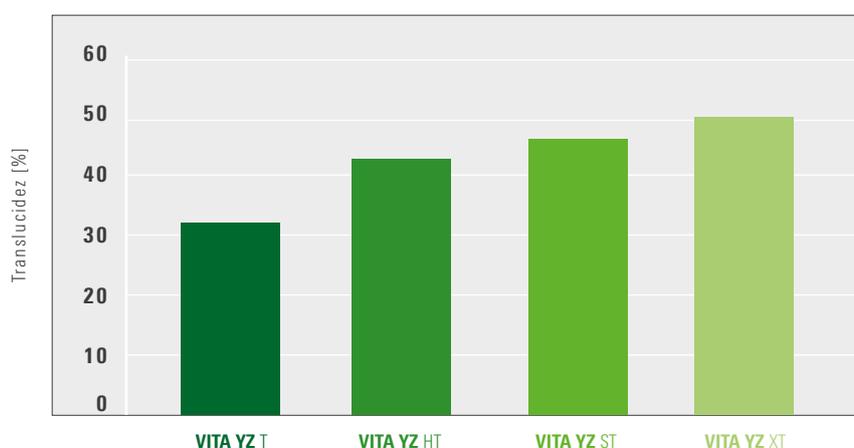
La medición de la translucidez se realizó con un fotospectrómetro. Las muestras empleadas de los materiales presentaban un grosor de material de 1,0 mm y fueron pulidas a alto brillo por ambos lados. El valor de medición es en cada caso el valor medio obtenido de cinco muestras por cada serie.

b) Fuente

Análisis externo, Tosoh Corporation, (Technical Report, 08/2017, [10] véase la pág. 35)

c) Resultado

Translucidez de los diferentes materiales VITA YZ



Valores medios de la translucidez obtenida		
VITA YZ T	32 %	
VITA YZ HT	42 %	
VITA YZ ST	46 %	
VITA YZ XT	50 %	

d) Conclusión

Los valores obtenidos en este ensayo solo son comparables en el marco de este tipo de ensayos, ya que los valores de medición dependen del grosor de las muestras, del aparato de medición y de los diafragmas empleados. Además, la coloración también influye en la transmisión, por lo que resulta difícil efectuar una comparación directa con la cerámica vítrea.

Sin embargo, los valores de medición para VITA YZ XT se encuentran a un nivel similar.

2.8 Ajuste tras el proceso de sinterización

a) Material y método

Se diseñaron distintas restauraciones a partir de un modelo digital (diseño CAD). A continuación se fresó el modelo de ajuste correspondiente a partir de aluminio con una máquina CNC. Con esta máquina se confeccionaron también las restauraciones con los aumentos pertinentes teniendo en cuenta la contracción por sinterización. De esta manera se evitan posibles imprecisiones de medición que pueden producirse en el proceso de escaneo. Por último se examinó visualmente y al tacto el ajuste de las estructuras sinterizadas con un modelo de ajuste, así como virtualmente con un software de ajuste superponiendo la estructura real y la digital. En esta documentación se muestra a modo de ejemplo un puente de VITA YZ de 14 piezas.

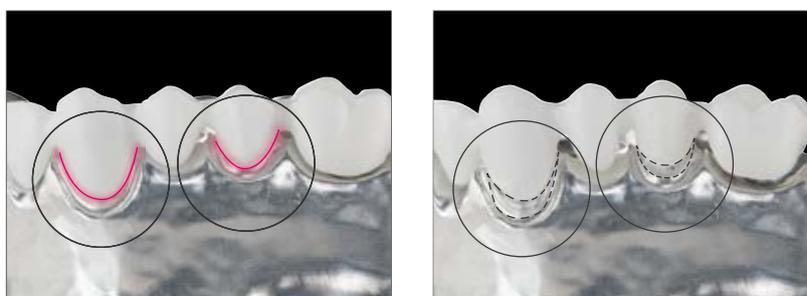
b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 10/2014, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado



Figura 14a/b/c: a) Modelo; b) estructura de varias piezas fresada a partir de VITA YZ; c) software de ajuste con las estructuras superpuestas (de izquierda a derecha)



VITA YZ T

ZrO₂ de la competencia

Figura 15/16: Control visual del ajuste de VITA YZ del material de la competencia tras el proceso de sinterización utilizando un modelo de ajuste

d) Conclusión

En el caso de VITA YZ SOLUTIONS el factor de aumento se calcula con exactitud en las tres dimensiones del espacio para cada lote de fabricación empleando técnicas de medición, de modo que se consigue también un excelente ajuste en el caso de estructuras de puentes de varias piezas de VITA YZ. Todas las tolerancias calculadas en este análisis se encontraban al mismo nivel del intersticio de cemento (50 µm). En cambio, el dióxido de circonio de la competencia analizado ya muestra un ajuste deficiente en el control visual (véase la fig. 16).

2.9 Verificación de la mecanización CAM mediante geometrías de corona/estructura

a) Material y método

A fin de comprobar la mecanización CAM y la precisión de reproducción de las zonas limítrofes diseñadas virtualmente, se confeccionaron de forma mecánica varias restauraciones a partir de VITA YZ T y de un dióxido de circonio de la competencia. Después se analizaron las restauraciones en cuanto a la calidad de los ángulos con el microscopio óptico. Dado que los pigmentos colorantes pueden influir en el comportamiento de sinterización y en la resistencia a la rotura en bruto de un material, en este caso se atendió especialmente a la facilidad de mecanización de las piezas en bruto precoloreadas.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 01/2014, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado



Figura 17: VITA YZ T (material precoloreado)



Figura 18: Dióxido de circonio de la competencia (material precoloreado)

d) Conclusión

Este ensayo demuestra con el ejemplo de una estructura de corona que con VITA YZ T es posible confeccionar restauraciones con una gran precisión y, por ello, con un ajuste perfecto gracias a la elevada estabilidad de los ángulos (véase la fig. 17). En cambio, el material de la competencia estudiado presenta roturas en los márgenes después del proceso CAM (véase la fig. 18). En VITA Zahnfabrik, la resistencia a la rotura en bruto de la pieza en bruto desligada y presinterizada de las variantes de VITA YZ sin colorear y precoloreadas se ajusta a un nivel similar mediante la tecnología de procesos, a fin de permitir a los usuarios de clínicas y laboratorios obtener unos resultados reproducibles con independencia de la variante que utilicen.

2.10 Verificación de la mecanización CAM mediante geometría tipo "merlón"



a) Material y método

Para una mejor evaluación de la mecanización CAM y de la precisión de reproducción de las zonas marginales diseñadas virtualmente de las distintas variantes VITA YZ (T, HT, ST, XT), se confeccionaron con un equipo CAD/CAM siete "merlones" (geometría de ensayo con cuatro almenas, véase la fig. a la izquierda) con grosores de pared de 0,2 mm, 0,3 mm y 0,4 mm, respectivamente (véase la fig. 19). Para todas las muestras se empleó la misma estrategia de fresado. Finalmente se inspeccionaron visualmente las geometrías de las muestras con los tres grosores de pared y se comprobó si las almenas presentaban defectos. El gráfico de los resultados muestra para cada variante de material y grosor de pared la "tasa de éxito" de las almenas por cada geometría de muestra.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 08/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Mecanizabilidad CAM de los diferentes materiales VITA YZ

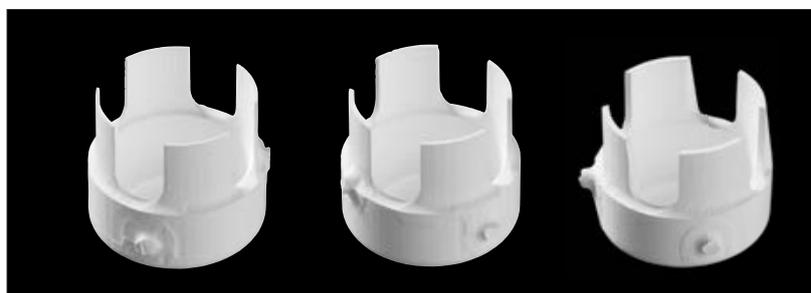
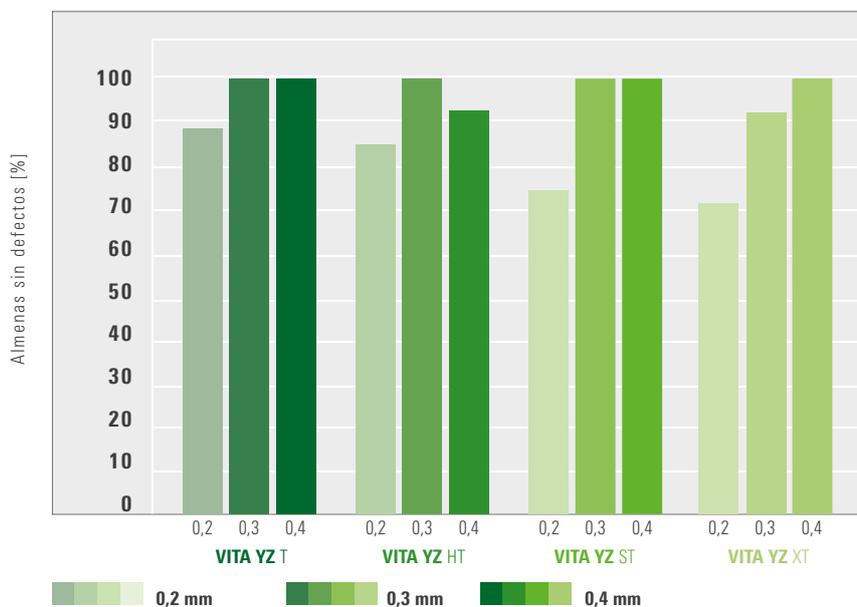
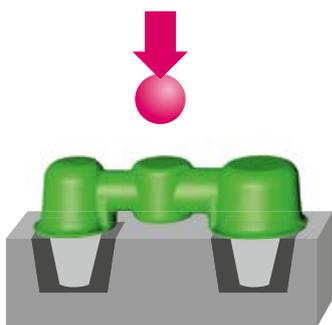


Figura 19: Geometrías tipo "merlón" a partir de VITA YZ con grosores de pared de 0,2 mm, 0,3 mm y 0,4 mm (de izquierda a derecha)

d) Conclusión

Este ensayo demuestra que con todas las variantes VITA YZ SOLUTIONS es posible confeccionar restauraciones con una gran precisión y, por ello, con un ajuste perfecto gracias a la elevada estabilidad en general de los ángulos (véase la fig. 19). Sin embargo, con una resistencia propia menor, en las geometrías con grosores de pared especialmente finos (véase 0,2 mm) se reduce el "índice de supervivencia" y, en consecuencia, se incrementa la probabilidad de un defecto tras la mecanización CAM.

2.11 Influencia de la mecanización CAM sobre la capacidad de carga



a) Material y método

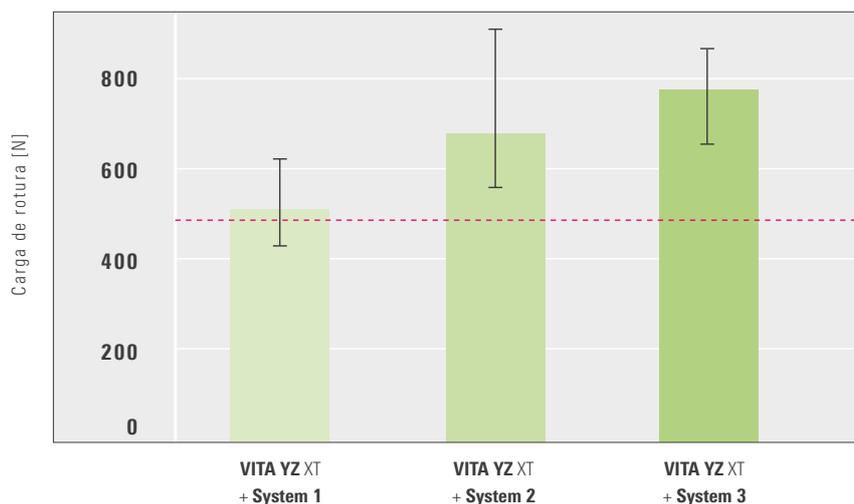
A fin de analizar la influencia de la mecanización CAM (p. ej., mediante diversas estrategias de fresado) sobre la capacidad de carga de puentes, se fresaron puentes posteriores estilizados de VITA YZ XT mediante tres sistemas CAD/CAM diferentes y se sinterizaron a la densidad máxima conforme a las instrucciones del fabricante. El conector "mesial" más fino presentó un radio de 1,7 mm (~ 9,0 mm² de área de la sección transversal); el conector "distal", un radio de 2,0 mm (~ 12,0 mm²). Las cofias de anclaje contaban con un grosor de pared uniforme de 0,5 mm. Todos los puentes se fijaron a muñones de acero con cemento de fosfato de cinc. Por cada sistema CAD/CAM se sometieron a carga hasta la rotura mediante máquina de ensayo universal seis puentes.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA (Kolb, 11/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Carga de rotura tras la confección CAM con diferentes sistemas



-- Fuerza masticatoria máxima media = 490 N

d) Conclusión

El resultado del ensayo muestra que el sistema CAD/CAM empleado para la confección puede influir de manera significativa sobre la carga de rotura de un puente. Tanto los parámetros del software (velocidad de giro, avance, aproximación) como las herramientas de fresado (tipo, estado) o la fresadora, por ejemplo, pueden influir en la calidad superficial de la restauración y, por tanto, en su capacidad de carga. Así, para obtener unas restauraciones resistentes es necesario observar con exactitud las instrucciones de los fabricantes (del material y del sistema). Pueden consultarse recomendaciones para el uso de VITA YZ en www.vita-zahnfabrik.com

2.12 Comportamiento de sinterización

2.12.1 Influencia de la temperatura de sinterización

a) Material y método

Los estudios de Piconi [4] dieron a conocer la influencia de la temperatura de sinterización en el tamaño de las partículas. Si la temperatura es demasiado baja, no es posible sinterizar completamente la microestructura a la densidad máxima. Si la temperatura es demasiado alta, el material muestra una tendencia al crecimiento del grano. Este tipo de desviaciones de temperatura afectan tanto óptica como mecánicamente al resultado final. Los materiales sinterizados de forma insuficiente presentan una apariencia opaca. Los materiales sinterizados en exceso tienen un aspecto translúcido, pero generalmente adolecen de propiedades mecánicas reducidas. Para realizar el estudio comparativo directo, se sinterizaron muestras de VITA YZ HT y XT a una temperatura máxima de 1370 °C, 1450 °C, 1530 °C y 1600 °C. La temperatura respectiva se mantuvo durante dos horas. A continuación se analizaron las microestructuras con el microscopio electrónico de barrido (MEB).

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA (Kolb, 10/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

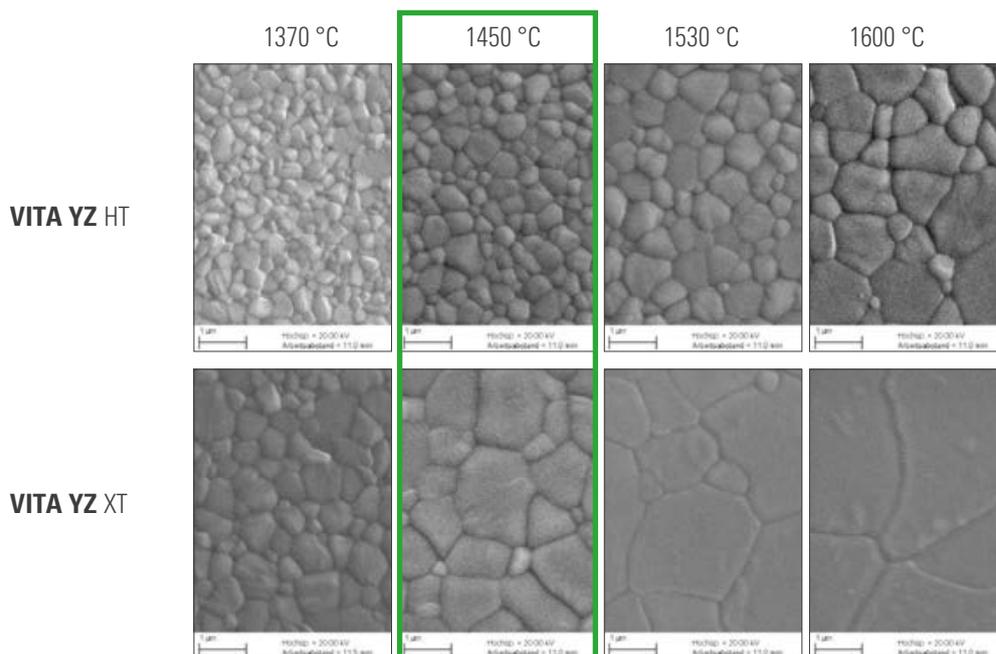


Figura 20: Microestructura de VITA YZ a diferentes temperaturas, 20.000 aumentos

d) Conclusión

Conforme a las recomendaciones del fabricante, la temperatura de sinterización ideal para VITA YZ HT y XT es de 1450 °C. Con esta temperatura se pueden alcanzar unas propiedades ópticas y mecánicas ideales para las variantes VITA YZ citadas. Si se sinteriza VITA YZ a una temperatura superior (p. ej., a 1600 °C), se produce un crecimiento claramente visible del grano. De este modo se puede incrementar la translucidez del material, pero al mismo tiempo también se reducen las propiedades mecánicas. En el caso de VITA YZ XT, el incremento de temperatura se traduce en una reducción de la resistencia en 100 mPA aproximadamente. Además, cabe temer que el enorme crecimiento del grano también afecte negativamente a la capacidad de carga continua.

2.12.2 Influencia del proceso de sinterización de alta velocidad

a) Material y método

Las restauraciones de VITA YZ T y HT pueden sinterizarse a la densidad máxima con el horno VITA ZYRCOMAT 6000 MS en 80 minutos. Esto es posible gracias a la coordinación de los parámetros de calentamiento y enfriamiento. Con todo, un proceso de sinterización de alta velocidad no debe afectar negativamente a la calidad de la microestructura, las propiedades mecánicas ni el ajuste. En la siguiente batería de ensayos se sinterizaron muestras de material VITA YZ T utilizando el proceso tanto convencional como el rápido. A continuación se analizó la microestructura en el MEB y en diversos ensayos más.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 10/2011, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

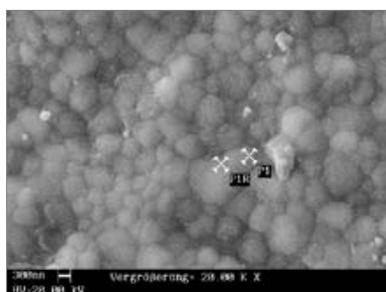


Figura 21a: Microestructura de VITA YZ T sinterizada de forma convencional, 20.000 aumentos

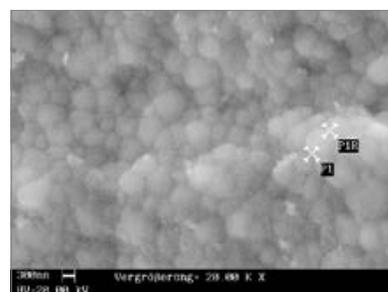


Figura 21b: Microestructura de VITA YZ T sinterizada de forma rápida, 20.000 aumentos

Valores característicos/datos de VITA YZ	Proceso de sinterización convencional	Proceso de sinterización de alta velocidad
Densidad de sinterización [g/cm ³]	6,06	6,07
Resistencia a la flexión de tres puntos [MPa]	1.200	1.278
Estructura cristalina	tetragonal	tetragonal
Tamaño de las partículas [nm]	500	500
Ajuste de los puentes	Muy buena	Muy buena

d) Conclusión

Tanto el proceso de sinterización convencional (17 °C/min, 2 h de tiempo de mantenimiento) como el de alta velocidad permiten conseguir para VITA YZ T y VITA YZ HT resultados igual de buenos en cuanto a microestructura, propiedades mecánicas y ajuste. Tras la sinterización de alta velocidad, en las variantes VITA YZ ST y XT, más translúcidas, se observa un claro aumento de la opacidad debido a su mayor contenido de itrio, por lo que se desaconseja este proceso de sinterización por razones estéticas.

2.13 Acabado manual / mecanización de la superficie

2.13.1 Influencia de sistemas de fresado de cerámica

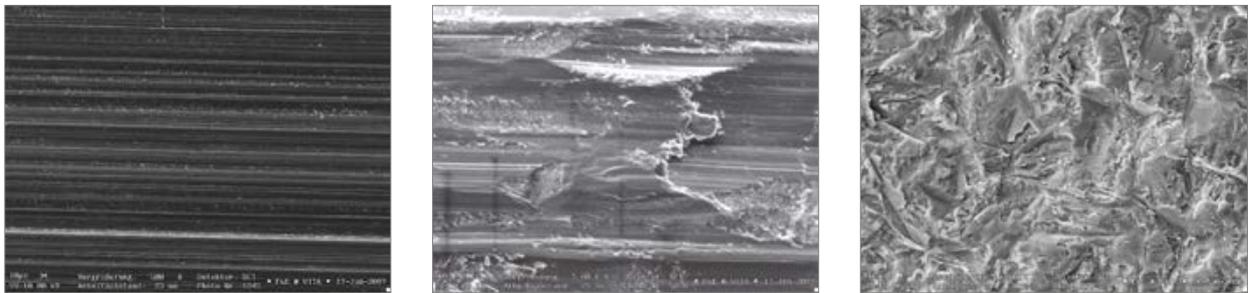
a) Material y método

Como parte del estudio, se analizó la influencia de las fresas y del arenado en el material de estructura VITA YZ T. Para ello se utilizaron un total de 158 fresas de 12 fabricantes diferentes. A fin de asegurar un proceso de fresado normalizado, para este ensayo se desarrolló un sistema de prueba específico. Después de mecanizar la superficie (fresa o arenado), se analizaron las muestras del material en el MEB.

b) Fuente

Einfluss Keramikschleifersysteme, Quintessenz Zahntechnik 2009 ([6], véase la pág. 35)

c) Resultado



Figuras 22 a 24: Superficies de VITA YZ pulidas, acabadas con fresas y arenadas (de izquierda a derecha); 5.000 aumentos en todos los casos

d) Conclusión

Las distintas herramientas y métodos causan daños superficiales de diversa gravedad en el dióxido de circonio (véanse las figs. 22 a 24). Se recomienda trabajar siempre la pieza dental de gruesa a fina en el estado presinterizado. Lo ideal es que el último paso sea el pulido de las superficies con el fin de minimizar los “defectos” presentes en la superficie. El proceso de arenado empleado con fines comparativos da como resultado una superficie visiblemente quebrada. Los “defectos” producidos de esta forma podrían reducir las propiedades mecánicas y provocar tensiones en la zona de unión con la cerámica de recubrimiento.

2.13.2 Influencia del arenado

a) Material y método

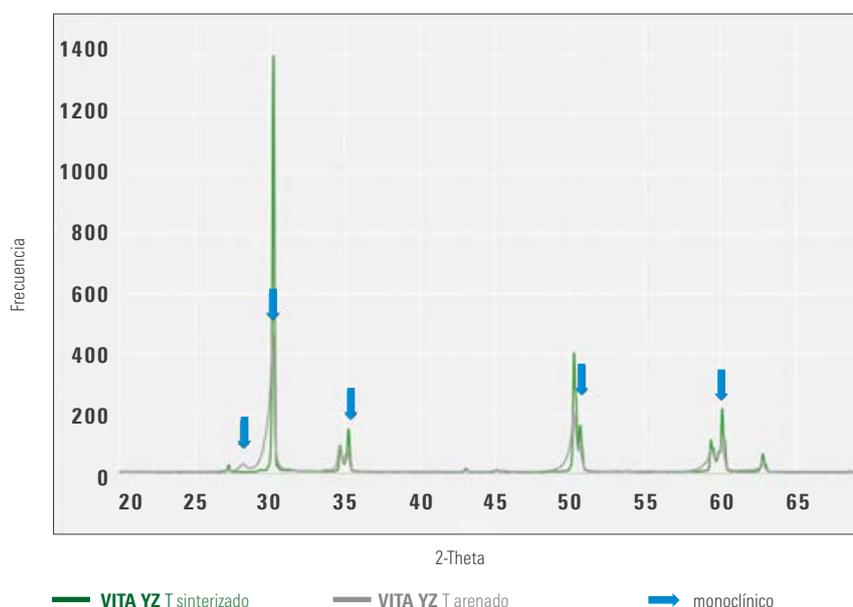
Para este ensayo se confeccionaron y sinterizaron unas muestras idénticas a partir de VITA YZ T. En el caso de la primera serie, no se realizó ningún tipo de acabado de las muestras. Las muestras de la segunda serie se retocaron superficialmente en el aparato de arenado (corindón de 50 μm , 2 bares). A continuación se analizaron las estructuras cristalinas presentes en el difractómetro de rayos X. Los picos de las muestras no tratadas que se observan en la representación de abajo indican que en la superficie solo se detectan estructuras cristalinas tetragonales. El resto de picos y la ampliación de los picos tras el arenado apuntan a la existencia de tensiones en la microestructura y de partes en fase monoclinica.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 12/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Medición con el difractómetro de VITA YZ T antes y después del arenado

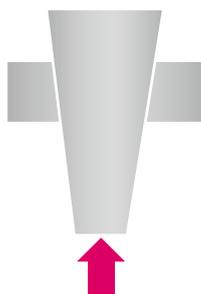


d) Conclusión

Bajo la acción del arenado, la red cristalina tetragonal del dióxido de circonio se transforma en una estructura cristalina monoclinica. En este caso ya no es posible garantizar algunas propiedades positivas del material, como la tenacidad de rotura y la resistencia al envejecimiento, que son atribuidas a la modificación tetragonal. Por otro lado, la fase monoclinica presenta otro valor CET que, junto con la cerámica de recubrimiento, puede causar tensiones perjudiciales en la zona de unión.

Los probables efectos positivos del arenado, como el aumento de la rugosidad superficial, no se han podido demostrar comparando con una estructura sin tratar después del proceso CAM. Así pues, no cabe esperar ninguna mejora de la humectabilidad con cerámica de recubrimiento gracias al arenado. Por esta razón se recomienda no tratar las superficies a recubrir mediante arenado. Sin embargo, es posible e incluso conveniente arenar las superficies interiores para mejorar la unión adhesiva.

2.14 Ensayo de calidad de la unión adhesiva



a) Material y método

Se comprobó la resistencia al cizallamiento de dos composites de cementado con VITA YZ SOLUTIONS. A este fin se introdujeron y pegaron muñones cónicos definidos a partir de VITA YZ T y XT en discos de material idéntico provistos de un orificio, y después los conos se sometieron a carga hasta la rotura en una máquina de ensayo universal.

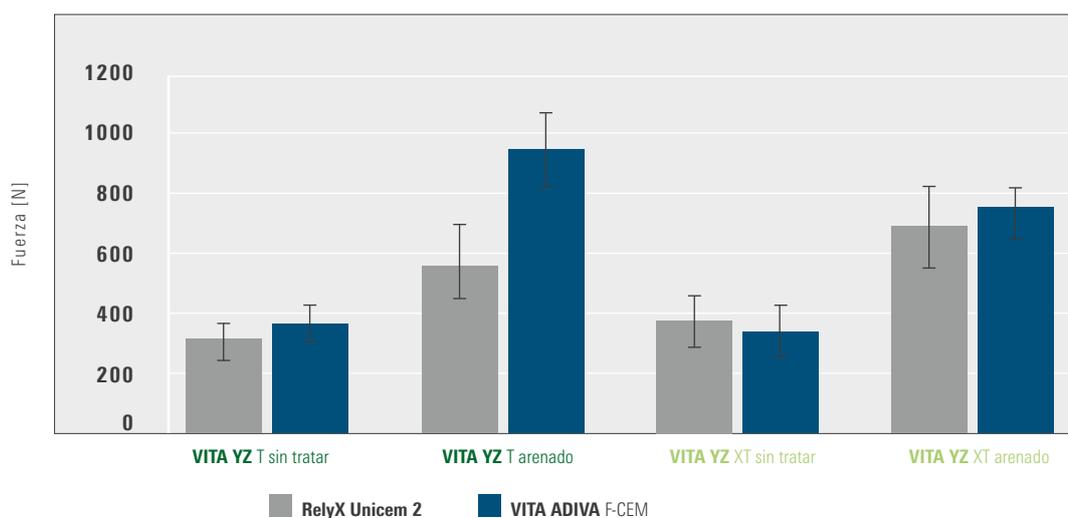
Para fijarlos se utilizaron el composite de cementado RelyX™ Unicem 2 (3M ESPE) y VITA ADIVA F-CEM (VITA Zahnfabrik). Una parte de las muestras se fijó sin tratar y la otra parte, preacondicionada. Las muestras sin tratar mostraron la típica superficie de mecanización que se obtiene en el proceso de fresado. La otra serie de muestras se sometió a un arenado con partículas de Al_2O_3 de 50 μm a una presión de 2,0 bar. Por cada serie se analizaron un total de 10 muestras.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 10/2017, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

Resistencia al cizallamiento del composite de cementado con variantes de VITA YZ

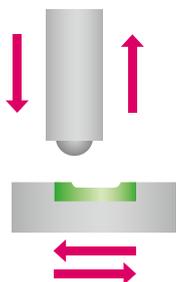


d) Conclusión

Los resultados del ensayo demuestran que la resistencia al cizallamiento a VITA YZ se incrementa de manera significativa tras el preacondicionamiento mediante arenado. Por tanto, se recomienda arenar las superficies interiores de las coronas con una presión de 2,0 bar y partículas de Al_2O_3 de 50 μm . En la resistencia al cizallamiento a VITA YZ T y VITA YZ XT, el ensayo no reveló diferencias significativas. Solo en las muestras de VITA YZ T arenadas en combinación con VITA ADIVA F-CEM se obtuvieron unos valores de resistencia al cizallamiento más elevados en la comparación. En general, no obstante, no se detectó una diferencia sustancial entre los dos sistemas de fijación en lo que respecta a la unión adhesiva con VITA YZ.

2.15 Comportamiento de abrasión

Abrasión de dos medios



a) Material y método

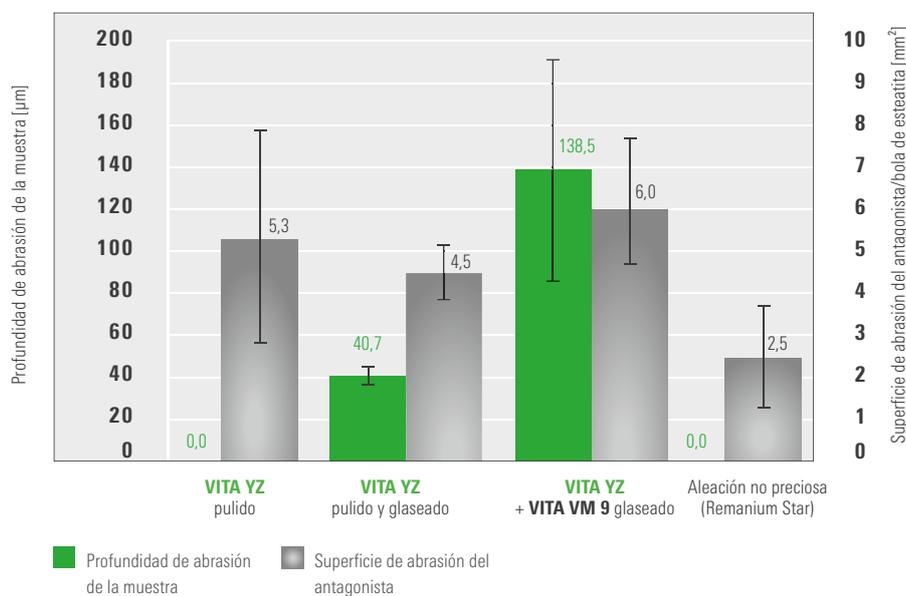
Para determinar la abrasión del dióxido de circonio en comparación con una aleación no preciosa, se realizó un ensayo de desgaste "pin-on-block" en el articulador (EGO, Ratisbona) con los siguientes parámetros: bolas de esteatita como antagonista; carga: 50 N; 1,2 x 105 ciclos; 1,6 Hz y 600 ciclos térmicos a 5-55 °C. Después de realizar la simulación de la masticación, se midió la abrasión. Por cada serie se analizaron ocho muestras.

b) Fuente

Universidad de Ratisbona, informe (Rosentritt, 09/2011, [3], véase la pág. 35)

c) Resultado

Estudio de la abrasión



d) Conclusión

En el caso de las muestras de dióxido de circonio pulidas a alto brillo (véanse los resultados de ensayo antes indicados de VITA YZ), no se produce una abrasión medible, al igual que ocurre con la aleación sin metales nobles. Si se aplica una capa de glaseado en las muestras de VITA YZ, sí que es posible medir la abrasión. La aplicación del glaseado tiene como objetivo que las piezas dentales de dióxido de circonio se adapten al comportamiento de abrasión similar al del esmalte (véanse las muestras de VITA YZ glaseadas). Nuevos estudios in vivo indican que no cabe esperar un mayor desgaste tanto en la restauración de dióxido de circonio como en el antagonista si la calidad superficial es la adecuada.

Estudios in vitro actuales con dióxido de circonio de diversa composición química han arrojado resultados similares en función del tratamiento superficial [11].

2.16 Biocompatibilidad

VITA YZ es comprobada y valorada por institutos independientes según la batería de Normas ISO 10993 Calificación biológica de productos sanitarios. VITA YZ recibió la calificación de biocompatible en todas las variantes. Con controles detallados de calidad de cada nuevo lote, como p. ej., mediciones de radioactividad, se garantiza la biocompatibilidad en cada momento.

3. Cerámica de recubrimiento VITA VM 9

3.1 Propiedades físicas y mecánicas

VITA VM 9	Unidad de medida	Valor
Coefficiente de expansión térmica (25–500 °C)	$10^{-6} \cdot K^{-1}$	8,8 – 9,2
Punto de reblandecimiento	°C	670
Temperatura de transformación (Tg)	°C	600
Solubilidad química (ISO 6872)	$\mu g/cm^2$	9,9
Tamaño medio de los granos	$\mu m (d_{50})$	18
Resistencia a la flexión de tres puntos (ISO 6872)	MPa	102
Dureza Vickers (Transpa Dentine)	HV1	670

Determinación conforme a DIN EN ISO 6872

3.2 Composición química

Componentes	% en peso
SiO ₂	60 – 64
Al ₂ O ₃	13 – 15
Na ₂ O	4 – 6
K ₂ O	7 – 10
CaO	1 – 2
ZrO ₂	0 – 1
B ₂ O ₃	3 – 5

3.3 Coeficiente de expansión térmica

a) Material y método

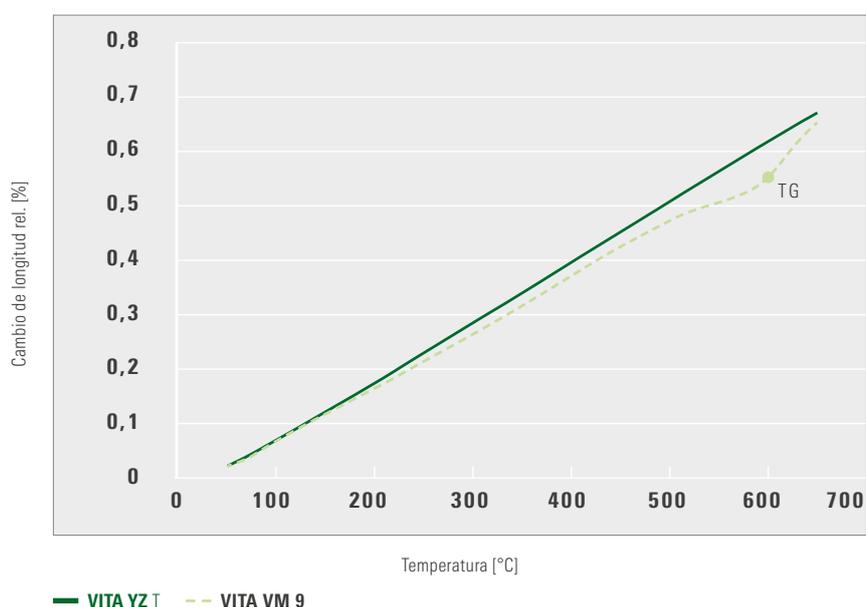
Se midieron muestras de VITA YZ T y de VITA VM 9 en el dilatómetro (Netzsch) y se compararon los resultados. Ambos materiales se calentaron con una tasa de 5 °C/min hasta el punto de reblandecimiento. Mediante la dilatación medida hasta una temperatura predefinida (en este caso: 500 °C) se obtiene el coeficiente de expansión térmica (CET) del material en cuestión.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 10/2009, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

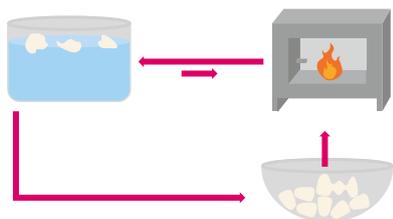
Expansión térmica de VITA YZ T y VITA VM 9



d) Conclusión

VITA YZ T tiene un CET de $10,5 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$, aprox. A fin de garantizar unas tensiones óptimas, el CET de VITA VM 9, de aprox. $9,2 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$, se sitúa ligeramente por debajo. El objetivo es asegurar que se pueda conseguir una unión estable y, por lo tanto, resistente a largo plazo entre la estructura de recubrimiento y la de soporte. Con este método de medición, la temperatura de transición vítrea (TG) obtenida de la cerámica de recubrimiento se sitúa en los 600 °C, aprox.

3.4 Resistencia a los cambios de temperatura



a) Material y método

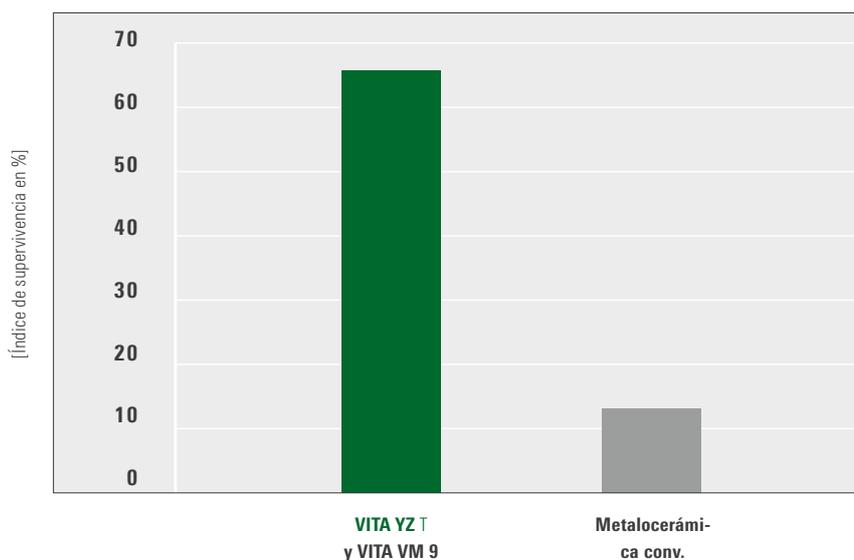
La resistencia a los cambios de temperatura (RCT) es un método de ensayo interno de VITA, de probada eficacia, utilizado para valorar la interacción entre el material de estructura y la cerámica de recubrimiento y detectar tensiones residuales en el conjunto del sistema. Para este ensayo se confeccionaron seis coronas y una estructura de tres piezas de VITA YZ T de acuerdo con las instrucciones de uso del fabricante y a continuación se recubrieron con VITA VM 9. En el siguiente paso se calentaron las restauraciones en un horno a 105 °C, manteniendo la temperatura durante 30 minutos. Finalmente, las restauraciones se enfriaron bruscamente en agua helada y se examinaron en busca de formación de grietas y de desconchamiento de la cerámica. Las restauraciones que no presentaban daños se calentaron al siguiente nivel de temperatura (120 °C) en etapas de 15 °C, hasta una temperatura máxima de 165 °C.

b) Fuente

Análisis interno, Dpto. de I+D de VITA, (Gödiker, 10/2009, [1], véase la pág. 35)

c) Resultado

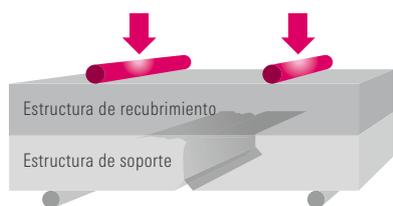
Índice de supervivencia en el ensayo de resistencia a los cambios de temperatura



d) Conclusión

Según la experiencia clínica de muchos años en la práctica diaria de la clínica y el laboratorio, cuanto mayor sea el índice de supervivencia de las restauraciones obtenido en este ensayo, menor será el riesgo de que se formen grietas o se desconche la cerámica de recubrimiento. Combinada con VITA VM 9, VITA YZ T presenta en este diseño de ensayo un índice de supervivencia claramente superior al de la metalocerámica recubierta. Los valores obtenidos de VITA YZ en combinación con VITA VM 9 se comparan con los resultados medios de los ensayos con metalocerámica (distintas generaciones de metalocerámica en combinación con diversas aleaciones metálicas) de años pasados.

3.5 Calidad de la unión de VITA YZ T y VITA VM 9



a) Material y método

Los ensayos de unión son métodos de ensayo utilizados para evaluar la calidad de la unión, es decir, la capacidad de carga de la unión del material de estructura con el material de recubrimiento. Entre ellos se encuentra el "test de Schwickerath" (véase la norma ISO 9693), que es empleado como ensayo de flexión de tres puntos de la metalocerámica. Para los sistemas de cerámica sin metal no existe ninguna prueba estándar según la norma ISO. En el diseño de ensayo aquí utilizado se llevó a cabo un ensayo de flexión de cuatro puntos con el objetivo de hacer penetrar una grieta en la zona de unión para calcular la energía que se libera durante la proliferación de grietas (véase el índice de liberación de energía). Este método (consolidado por Charalambides et al. [7]) lo utiliza, por ejemplo, la NASA (National Aeronautics and Space Administration) con el revestimiento externo de los cohetes.

b) Fuente

Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen [Mecanismos de unión adhesiva en los sistemas de estratificación dentales] (Tholey, 2007, [8], véase la pág. 35)

c) Resultado

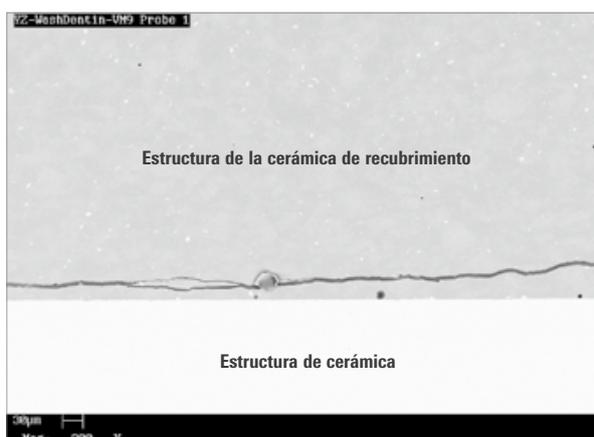
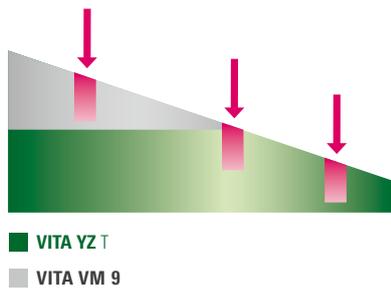


Figura 25: VITA YZ T recubierto con VITA VM 9, recorrido de la grieta en el recubrimiento, 300 aumentos

d) Conclusión

La unión de VITA YZ T con VITA VM 9 puede calificarse de excelente, puesto que en la batería de ensayos aplicada en ningún caso apareció la grieta en la zona de unión, sino que esta transcurrió a través de la capa de cerámica de recubrimiento (véase la imagen del MEB; estructura en color gris claro y estructura de recubrimiento en color gris oscuro). En consecuencia, no es posible obtener ningún valor (de energía) medible de la unión real.

3.6 Zona de unión entre VITA YZ T y VITA VM 9



a) Material y método

Para analizar detalladamente la zona de unión entre VITA YZ T y VITA VM 9 se recubrieron muestras de VITA YZ T con VITA VM 9 y luego se serraron en cuñas. A continuación se trataron las muestras durante 20 segundos con VITA CERAMICS ETCH (gel de ácido fluorhídrico al 5 %) y se examinaron las superficies en un microscopio electrónico de barrido (MEB).

b) Fuente

SEM observations of porcelain YTZP interface (Tholey, 2009, [10], véase la pág. 35)

c) Resultado

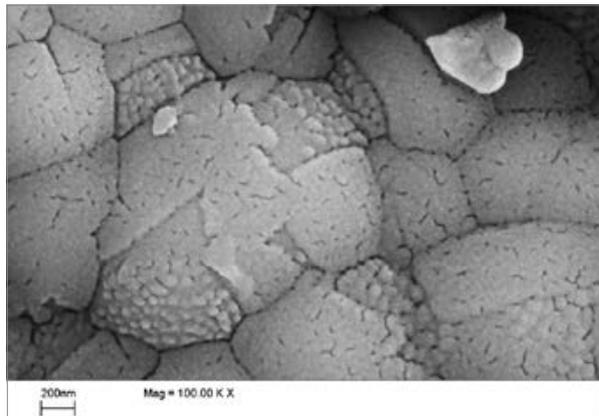


Figura 26: Estructura de VITA YZ T tras el recubrimiento, 100.000 aumentos

d) Conclusión

El proceso de recubrimiento (aplicación de la cerámica y cocción) modifica la microestructura cristalina de la estructura de VITA YZ T en la zona de unión, formándose una nueva estructura cristalina. En la imagen del MEB se observa esta nueva superficie con 100.000 aumentos. De acuerdo con los resultados, cabe esperar que esta nueva estructura presente una unión química excelente con la estructura de cerámica de recubrimiento de VITA VM 9, consiguiéndose así una unión de gran resistencia entre la estructura y el recubrimiento.

4. Referencias

1. Análisis internos, Dpto. de I+D de VITA:
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG
Departamento de Investigación y Desarrollo
Spitalgasse 3
79713 Bad Säckingen
Michael Gödiker, ingeniero, director de proyectos del Dpto. de I+D, Bad Säckingen
Eva Kolb, máster en Ciencias, directora de proyectos del Dpto. de I+D, Bad Säckingen
2. Brevier Technische Keramik, Verband der Keramischen Industrie e.V., 2003
3. Análisis de abrasión, Clínica universitaria de Ratisbona. Informe: Pin-on-block wear test of different ceramics, 09/2011, Dr. Martin Rosentritt, jefe del área de investigación, Clínica universitaria de Ratisbona, Policlínica de Prostodoncia, Ratisbona
4. Piconi, C., Maccauro, G. (1999). Review Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 1999, 1–25.
5. Körber, K., Ludwig, K. (1983). Maximale Kaukraft als Berechnungsfaktor zahntechnischer Konstruktionen [La fuerza masticatoria máxima como factor de cálculo de restauraciones dentales]. *Dent Lab*, 1983, 55–60.
6. Coldea, A. et al. (2009). Untersuchung des Einflusses verschiedener Keramikschleifersysteme auf Zirkoniumdioxid [Análisis de la influencia de diferentes sistemas de fresado de cerámica sobre el dióxido de circonio], *Quintessenz Zahntech*, 2009, 470–483.
7. Charalambides P. G. et al. Near-Tip Mechanics of Stress-Induced Microcracking in Brittle Materials, *J. Am. Ceram. Soc.* 1988, 465–472.
8. Tholey M. J., Stephan M. Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen [Mecanismos de unión adhesiva en los sistemas de estratificación dentales]. *Quintessenz Zahntech*, 2007; 160–168.
9. Tholey M. J., Swain M. V., Thiel N. SEM observations of porcelain YTZP interface. *Dental Materials*, 2009, 857–862.
10. Tosoh Corporation, Japan, Technical Report, 2017
11. Preis V. et al. Cycle-dependent in vitro wear performance of dental ceramics after clinical surface treatments, *Dental Materials*, 2015, 49–58
12. Kailera A., Stephan M. On the feasibility of the Chevron Notch Beam method to measure fracture toughness of fine-grained zirconia ceramics *Dental Materials*, 2016, 1256–1262

ESTAREMOS ENCANTADOS DE AYUDARLE

› También encontrará información adicional sobre los productos y su manipulación en www.vita-zahnfabrik.com

Línea directa de apoyo a las ventas

Si desea hacer un pedido o una consulta sobre envíos, datos de productos o material publicitario, Udo Wolfner y su equipo del servicio comercial interno estarán encantados de atenderle.

▶ **Tel. + 49 (0) 7761 / 56 28 90**
Fax + 49 (0) 7761 / 56 22 33
De 8:00 a 17:00 h CET
E-mail: info@vita-zahnfabrik.com

Encontrará más datos de contacto internacionales en www.vita-zahnfabrik.com/contacts

Línea directa de asistencia técnica

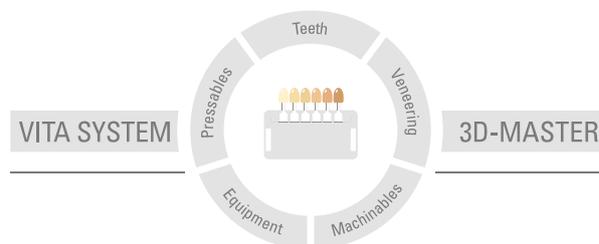
Si desea realizar consultas técnicas sobre los productos de VITA, no dude en ponerse en contacto con el Dr. Michael Tholey y su equipo del servicio técnico.

▶ **Tel. + 49 (0) 7761 / 56 22 22**
Fax + 49 (0) 7761 / 56 24 46
De 8:00 a 17:00 h CET
E-mail: info@vita-zahnfabrik.com

Más información sobre VITA YZ SOLUTIONS: www.vita-zahnfabrik.com/cadcam



Encontrará información adicional sobre las **VITA YZ SOLUTIONS** en www.vita-zahnfabrik.com/cadcam



Nota importante: Nuestros productos deben utilizarse con arreglo a las instrucciones de uso. Declinamos cualquier responsabilidad por daños derivados de la manipulación o el tratamiento incorrectos. El usuario deberá comprobar, además, la idoneidad del producto para el ámbito de aplicación previsto antes de su uso. Queda excluida cualquier responsabilidad por nuestra parte por daños derivados de la utilización del producto en una combinación incompatible o no admisible con materiales o aparatos de otros fabricantes. La VITA Modulbox no es necesariamente parte integrante del producto. Publicación de estas instrucciones de uso: 2023-02

Con la publicación de estas instrucciones de uso pierden su validez todas las ediciones anteriores. La versión actual puede consultarse en www.vita-zahnfabrik.com.

VITA Zahnfabrik está certificada y los siguientes productos llevan el marcado

CE 0124

VITA YZ® T, VITA YZ® HT, VITA YZ® ST, VITA YZ® XT, VITAVM®9

VITA YZ® y **VITAVM®9** son marcas registradas de VITA Zahnfabrik.

Los productos de otros fabricantes mencionados en este documento son marcas registradas de los fabricantes respectivos.

MD

VITA

VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG
Spitalgasse 3 · D-79713 Bad Säckingen · Germany
Tel. +49(0)7761/562-0 · Fax +49(0)7761/562-299
Hotline: Tel. +49(0)7761/562-222 · Fax +49(0)7761/562-446
www.vita-zahnfabrik.com · info@vita-zahnfabrik.com
[facebook.com/vita.zahnfabrik](https://www.facebook.com/vita.zahnfabrik)