

# Tetric® CAD



Documentazione scientifica

## Indice

1. Introduzione .....	3
1.1 I compositi dentali .....	
2. Restauri indiretti in composito .....	3
2.1 I compositi da laboratorio.....	3
2.2 I blocchetti in composito per la lavorazione CAD/CAM .....	4
3. Tetric CAD .....	5
3.1 Indicazioni .....	5
3.2 Composizione .....	6
3.3 La lavorazione di Tetric CAD .....	8
4. Dati tecnici di Tetric CAD .....	9
5. Ricerche in scienze dei materiali / in vitro .....	10
5.1 Resistenza alla flessione 10 .....	
5.2 Modulo d'elasticità .....	10
5.3 Assorbimento d'acqua 11 .....	
5.4 Resistenza all'usura.....	12
5.5 Resistenza al taglio .....	13
5.6 Resistenza alla frattura .....	16
5.7 Lucidabilità .....	17
5.8 Conclusioni .....	19
6. Caso clinico .....	20
7. Biocompatibilità.....	22
7.1 Citotossicità .....	22
7.2 Irritazione o reattività intracutanea .....	22
7.3 Ipersensibilità e sensibilizzazione.....	22
7.4 Genotossicità .....	22
7.5 Conclusioni .....	23
8. Bibliografia.....	24

## **1. Introduzione**

### **1.1 I compositi dentali**

Come dice già il nome stesso, i compositi sono formati da almeno due diversi materiali. Nella maggior parte dei casi le componenti sono riempitivi inorganici ed organici rivestiti in una matrice resinosa organica, nonché iniziatori, stabilizzatori e schiarenti ottici (1). L'equilibrio fra monomeri e riempitivi caratterizza il materiale.

In odontoiatria i materiali compositi hanno avuto esordio negli anni '60, quando Bowen nel 1962 ha introdotto sul mercato una formula Bis-GMA (2). In odontoiatria, i compositi sono stati utilizzati principalmente nei settori anteriori in quanto le otturazioni in amalgama in queste aree sono inestetiche. Negli anni '90 i materiali compositi hanno iniziato sempre più a sostituire l'amalgama come materiale da restauro universale. In combinazione con innovativi adesivi, questi compositi diretti (cioè inseriti ed induriti direttamente in cavo orale del paziente) hanno dato inizio all'era dell'odontoiatria mininvasiva. Questi compositi diretti però, in seguito alla loro abrasione più rapida ed alla contrazione da polimerizzazione, erano sempre soggetti a dei limiti nell'utilizzo per grandi restauri dei denti posteriori. Quindi negli anni '80 sono stati introdotti i compositi indiretti di prima generazione, seguiti da prodotti della seconda generazione negli anni '90.

## **2. Restauri indiretti in composito**

Contrariamente ai compositi diretti che vengono impiegati, modellati ed induriti intraoralmente dall'odontoiatra, i compositi indiretti, chiamati anche compositi da laboratorio, vengono realizzati, modellati ed induriti extraoralmente dall'odontotecnico. I compositi indiretti possono essere induriti in apparecchiature che offrono un'intensità di luce e/o calore, che supera quella degli apparecchi manuali e che non sarebbe possibile intraoralmente.

### **2.1 Compositi da laboratorio**

#### **Prima generazione**

I compositi indiretti della prima generazione sono stati sviluppati, per eliminare gli svantaggi che derivano dall'utilizzo di compositi diretti. Fra questi svantaggi troviamo: sensibilità alla tecnica usata, modellazione anatomica, contrazione da polimerizzazione, maggiore abrasione e contatti prossimali non ottimali.

Touati (3) e Mörmann (4) sono stati fra i primi ad introdurre una tecnica per l'utilizzo di compositi da laboratorio di prima generazione. I primi prodotti disponibili sono stati SR Isovital/Vivadent e Visio-Gem/ESPE. In generale questi materiali presentavano bassi valori di resistenza alla flessione, un basso modulo di elasticità e tendevano a variazioni cromatiche in seguito al basso contenuto di riempitivi omogenei unitamente ad un'elevata componente di matrice.

#### **Seconda generazione**

Alla metà degli anni '90, sono stati introdotti i primi compositi indiretti della seconda generazione. Questi materiali, per i quali viene usato anche il termine compositi micro-ibridi, contengono riempitivi minerali con un piccolo diametro (meno di 1  $\mu\text{m}$ ), tuttavia la forma, le dimensioni e la distribuzione dei riempitivi, può variare a seconda del materiale composito. Attraverso il maggiore contenuto di riempitivi si sono ottenute migliori caratteristiche meccaniche, inoltre il minore contenuto di matrice organica ha ridotto la contrazione da polimerizzazione (5).

## **2.2 I blocchetti in composito per la lavorazione CAD/CAM**

Grazie al rapido progresso nel campo delle immagini intraorali e della produzione automatizzata, in odontoiatria l'impiego di processi di produzione supportati da CAD/CAM (6) sono notevolmente aumentati sia chairside che labside. Il trattamento di pazienti con restauri in ceramica in una sola seduta è stato possibile per la prima volta nel 1985, quando è stato introdotto il primo sistema CAD/CAM (7). Sebbene siano principalmente le ceramiche ad essere lavorate con i sistemi CAD/CAM, si riscontrano progressi anche nel campo dei materiali compositi per blocchetti da utilizzare nei procedimenti di restauro indiretti.

Il primo blocchetto in composito commercializzato per trattamenti permanenti è stato Paradigm MZ100 della 3M Espe, introdotto sul mercato nell'anno 2.000 (7). Si trattava in tal caso di una variante prepolimerizzata industrialmente del composito Z100 della 3M Espe (6, 7). Questo prodotto è stato successivamente sostituito da Lava Ultimate. Oggigiorno, diversi produttori offrono blocchetti CAD/CAM in materiale composito, prodotti ad elevate temperature e ad alta pressione (HT-HP). In queste condizioni di produzione si ottiene una conversione del monomero significativamente più elevata, rispetto a quanto avviene nei compositi fotoindurenti. Allo stesso tempo si ottimizza l'omogeneità del materiale, cioè il materiale presenta meno irregolarità e pori. Grazie al processo di produzione industriale è possibile aumentare anche il contenuto di riempitivo. Questo non è possibile per i materiali compositi da otturazione stratificabili, che devono essere modellabili nel momento dell'applicazione in cavo orale.

### **I vantaggi dei blocchetti in composito CAD/CAM**

Quale alternativa ai materiali compositi diretti, i blocchetti in composito CAD/CAM presentano una maggiore resistenza. Poiché sono già induriti, si evitano potenziali rischi attraverso l'eventuale liberazione di monomero, come p.es. le dermatiti da contatto.

Mentre le ceramiche dentali presentano superiori caratteristiche meccaniche ed estetiche, i blocchetti in composito presentano notevoli vantaggi in riguardo alla lavorabilità ed all'esecuzione di piccole riparazioni in cavo orale (6). I tempi di fresatura per esempio sono più brevi. Ruse et al (2014) stimano che con una serie di utensili CAD/CAM ad un prezzo di ca. 20 US-Dollari per utensile si possano realizzare solo ca. da 5 a 10 corone in ceramica, ma ben oltre 100 corone in composito (6). Inoltre, la lucidatura e l'adattamento del restauro al momento della cementazione richiedono meno tempo (9). Le riparazioni in cavo orale sono più semplici, perché non è necessaria la mordenzatura con acido fluoridrico. In caso di riparazioni di restauri in composito si sabbia soltanto l'area da riparare applicando poi un materiale composito dalle proprietà meccaniche ed ottiche simili (6). I compositi CAD/CAM possiedono un modulo di elasticità simile a quello della dentina, il che, in caso di corone supportate da impianto, probabilmente risulta un vantaggio in riguardo all'assorbimento di shock (10) oppure in caso di pazienti affetti da bruxismo. I compositi sono particolarmente indicati per il processo di lavorazione supportato da CAD/CAM, in quanto grazie alla loro ridotta fragilità ed alla maggiore tolleranza a danni, risultano meno soggetti a distacchi (11), presentano bordi di fresatura più lisci e possono essere fresati anche in spessori inferiori (10). L'assenza di una cottura supercolori e cristallizzazione aumenta ulteriormente la praticità dei blocchetti in composito.

### **Conclusioni**

I blocchetti in composito cancellano i confini fra la terapia di restauro diretta ed indiretta in quanto vengono preinduriti come i restauri in composito realizzati in laboratorio. Si utilizzano prevalentemente per la realizzazione di restauri nello studio dentistico da cementare rapidamente.

I blocchetti in composito sono robusti ed offrono numerosi vantaggi in riguardo ad aumento dell'efficienza nello studio dentistico e laboratorio odontotecnico.

### 3. Tetric CAD

Tetric CAD è un blocchetto in composito estetico per la realizzazione efficiente di restauri indiretti di denti singoli tramite il procedimento CAD/CAM. I blocchetti vengono prodotti industrialmente e poi fresati. Dopo la realizzazione, i restauri Tetric CAD vengono lucidati extraoralmente e poi cementati adesivamente con Adhese Universal e Variolink Esthetic. Non sono indicati per la cementazione autoadesiva o convenzionale.



Fig. 1: Blocchetti Tetric CAD

Tetric CAD è il completamento digitale del composito stratificabile convenzionalmente della linea Tetric Evo Line. I blocchetti sono disponibili nelle gradazioni di traslucenza MT (Medium Translucency) ed HT (High Translucency), nonché rispettivamente in 5 e 4 colori. I blocchetti sono disponibili in due grandezze: I12 e C14.

#### 3.1 Indicazioni

Tetric CAD è indicato per restauri di denti singoli, cioè per faccette, inlays, onlays (faccette occlusali o corone parziali) nonché per corone anteriori e posteriori.

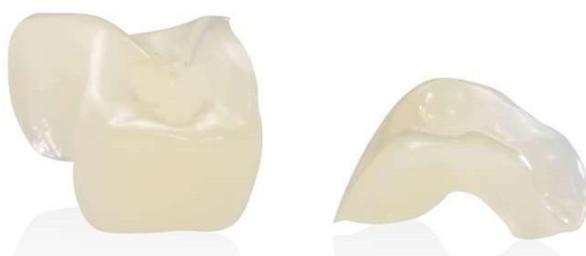


Fig. 2: Tetric CAD onlay (sinistra) ed inlay (destra)

Grazie al suo accentuato effetto camaleontico, i restauri in Tetric CAD si integrano otticamente in modo naturale con la sostanza dentale residua. Grazie alla stabilità del materiale si possono creare senza problemi sottili spessori delle pareti, rendendo possibili tecniche di preparazioni mininvasive. I restauri in Tetric CAD possiedono una buona lucidabilità. Possono essere riparati intraoralmente con compositi come Tetric EvoCeram o Tetric EvoFlow.

### 3.2 Composizione

Come i compositi diretti della linea Tetric Evo-Line, Tetric CAD si basa su una miscela calibrata, ottimizzata di dimetacrilati reticolati e riempitivi inorganici.

#### Monomeri

La matrice di un materiale composito è composta da monomeri. Tetric CAD contiene i sottoelencati monomeri, utilizzabili per gli impieghi dentali.

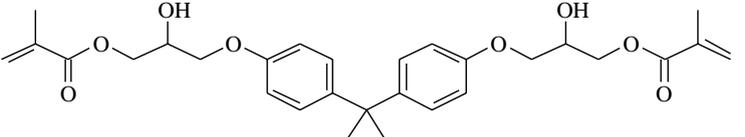
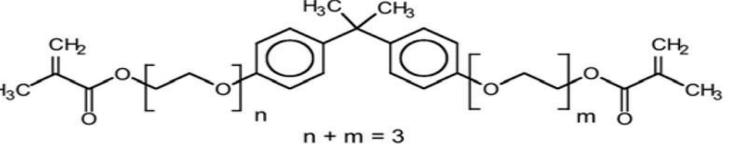
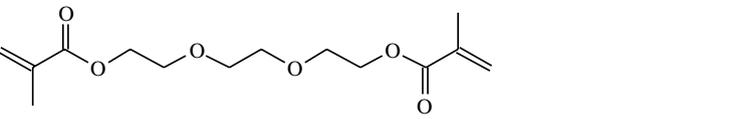
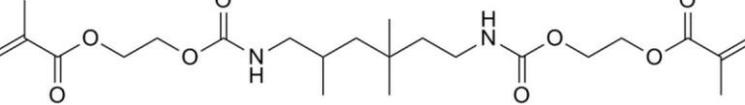
	<p><b>Bis-GMA</b> Bisfenolo A-diglicidil-dimetacrilato</p>
	<p><b>Bis-EMA</b> Etossilato bisfenolo A-dimetacrilato</p>
	<p><b>TEGDMA</b> Trietileneglicoldimetacrilato</p>
	<p><b>UDMA</b> Uretandimetacrilato</p>

Tabella: 1: Rappresentazione delle formule della struttura dei monomeri contenuti in Tetric CAD.

Il Bis-GMA (Bisfenolo A-diglicidil-dimetacrilato) è stato sintetizzato ed introdotto negli anni '60 (1) ed è uno dei monomeri più frequentemente impiegati. UDMA (uretandimetacrilato) e TEGDMA (trietileneglicoldimetacrilato) appartengono anch'essi ai monomeri spesso utilizzati. Bis-EMA è strutturalmente comparabile al Bis-GMA, tuttavia senza i due gruppi idrossili, che sono responsabili dell'elevata viscosità e affinità all'acqua del Bis-GMA.

## I riempitivi

I riempitivi rappresentano la maggior parte del composito. Il loro compito è di rafforzare la matrice monomerica, di provvedere al corretto grado di traslucenza e di controllare la contrazione volumetrica durante la polimerizzazione (13). I riempitivi di vetro provvedono ad una minore usura ed a buone caratteristiche di lucidabilità e pertanto ad una minima ruvidità superficiale e ad un'elevata lucentezza. In Tetric CAD viene impiegato vetro al silicato di bario e alluminio con una granulometria di  $< 1 \mu\text{m}$  e biossido di silicio con una granulometria media di  $< 20 \text{ nm}$ .

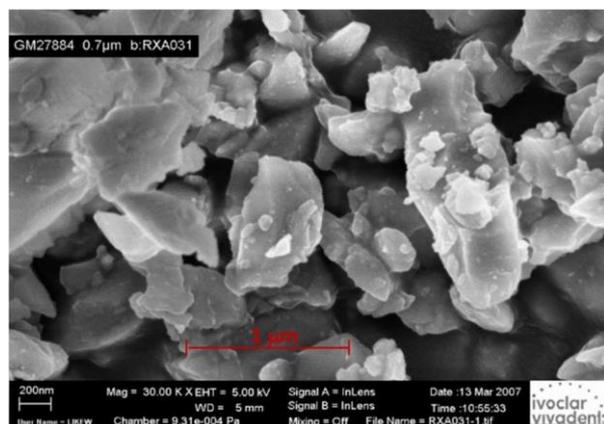


Fig. 3: Immagine SEM del riempitivo di vetro al silicato di bario ed alluminio con una granulometria media di  $0,7 \mu\text{m}$

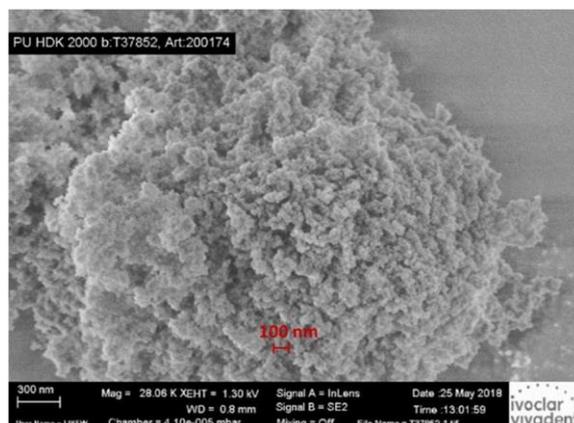


Fig. 4: Immagine SEM del riempitivo di vetro al biossido di silicio con una granulometria media di  $0,7 \mu\text{m}$

Sakaguchi e Powers (13) hanno descritto i vari tipi di riempitivo (a seconda della dimensione delle particelle), che sono stati impiegati nel corso dello sviluppo dei materiali compositi:

Tipo di riempitivo/Classe	Dimensione delle particelle
Macroriempitivi	20-30 $\mu\text{m}$
Ibridi	2-4 $\mu\text{m}$ (particelle fini) PIÙ 0,04 – 0,2 $\mu\text{m}$ (particelle microfini)
Microibridi	0,04 – 0,2 $\mu\text{m}$ (particelle fini) PIÙ (particelle microfini/silice)
Nanoriempitivi	1-100 nm (diverse dimensioni distribuite nell'intera matrice)
Nanoibridi	0,4 - 5 $\mu\text{m}$ (particelle in microscala) E 1-100 nm (particelle in microscala)

Tab. 2: Classi di riempitivi secondo le dimensioni delle particelle. Fonte: Ronald L. Sakaguchi, John M Powers. Craig's Restorative Dental Materials. 13. Edizione Elsevier 2012 (13)

Tetric CAD può quindi essere descritto come composito nanoibrido per la lavorazione CAD/CAM, che contiene come riempitivo vetro di bario ( $< 1 \mu\text{m}$ ) e biossido di silicio ( $< 20 \text{ nm}$ ).

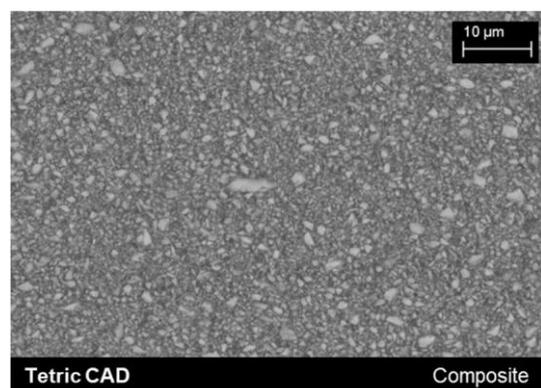


Fig. 5: Immagine SEM di Tetric CAD  
R&S Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Dicembre 2017

### 3.3 La lavorazione di Tetric CAD

Dopo la determinazione del colore in cavo orale, segue il processo CAD/CAM con scansione intraorale ed ultimazione digitale. Non è necessario alcun ulteriore indurimento del restauro fresato. Il restauro può essere lucidato a specchio extraoralmente, p.es. con OptraPol.

Infine segue la messa in prova con gel alla glicerina e, se necessari, i relativi adattamenti.

Per ottenere una ritenzione meccanica, la superficie di adesione viene sabbiata con ossido di alluminio da 50-100 µm ad una pressione di 1-1,5 bar (vedi punto 5.5.1): resistenza al taglio con e senza sabbiatura). Per la creazione di una superficie ritentiva in composito non sono indicati acido fluoridrico e neppure l'acido fosforico.

Dopo la detersione segue il condizionamento del restauro con l'adesivo Adhese Universal. Per evitare problemi della precisione, l'adesivo non viene fotopolimerizzato. I monomeri contenuti in Adhese Universal sono in grado di espandere leggermente la superficie di adesione del restauro in Tetric CAD. Nella seguente polimerizzazione del cemento composito (Variolink Esthetic) e di Adhese Universal, si ottiene quindi un buon legame fra restauro e cemento composito. Per il condizionamento di Tetric CAD non sono indicati il liquido silanizzante Monobond Plus e neppure Monobond Etch & Prime. La loro composizione monomerica è coordinata per l'adesione verso la vetroceramica, ceramica a base di ossidi e metallo, ma non per espandere superficialmente Tetric CAD. Pertanto questi prodotti non possono generare un legame sufficiente.

Il dente da trattare con il restauro in Tetric CAD, viene mordenzato con acido fosforico, p.es. Total Etch. Infine si risciacqua con molta acqua e si applica Adhese Universal, fotopolimerizzandolo. Sono possibili anche l'impiego della mordenzatura selettiva dello smalto o la tecnica di automordenzatura.

Variolink Esthetic si applica sul restauro ed il restauro viene inserito in situ. In generale, il cemento in eccesso viene preindurito con la lampada fotopolimerizzante e poi rimosso. Quindi si procede con il completo indurimento dell'adesivo insieme al cemento.

Si controlla l'occlusione e l'articolazione, effettuando le eventuali correzioni con strumenti di rifinitura e si lucida il restauro intraoralmente p.es. con OptraPol.

Contrariamente ai trattamenti in ceramica, i restauri in composito realizzati al CAD/CAM devono essere cementati adesivamente. Questo significa che fra restauro e cemento composito, rispettivamente fra cemento e sostanza dentale naturale, si deve trovare uno strato di adesivo. A seconda delle indicazioni e dello spessore delle pareti del restauro, sono indicati Variolink DC o Variolink LC. Variolink Esthetic LC può trovare impiego in caso di spessori delle pareti < 2mm e sufficiente traslucenza e pertanto sufficiente passaggio di luce (Tetric CAD HT). I cementi autoadesivi come SpeedCEM Plus non sono indicati per l'impiego con Tetric CAD.

## 4. Dati tecnici di Tetric CAD

### Composizione

Contenuto	Peso%
Riempitivo di vetro di bario*	64,0
Biossido di silicio*	7,1
Dimetacrilati	28,4
Additivi e pigmenti	0,5

Volume totale di riempitivi: ca.51% in vol.

### Caratteristiche fisiche

Proprietà	Esempio valore	Specifiche	Standard
Resistenza alla flessione (MPa)	273,8	$\geq 100$	ISO 6872:2015
Assorbimento d'acqua ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	22,5	$\leq 40$	ISO 10477:2004
Solubilità in acqua ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	0,0	$\leq 7,5$	ISO 10477:2004

## 5. Ricerche in scienze dei materiali / in vitro

Durante la fase di sviluppo di un prodotto dentale le prove in vitro sono la base per tutte le ricerche nel campo della scienza dei materiali. Sebbene questi test non consentano deduzioni sul successo clinico, possono tuttavia fornire utili informazioni in tal senso e rappresentare un efficiente metodo di confronto per prodotti simili. Le comuni ricerche in scienza dei materiali nell'ambito dello sviluppo di materiali da otturazione dentali comprendono la determinazione di resistenza alla flessione, elasticità, resistenza all'usura e lucidabilità del materiale. Qui si riportano i risultati di diversi test eseguiti internamente presso la Ivoclar Vivadent (R&S Schaan) ed esternamente.

### 5.1 Resistenza alla flessione

È stata testata la resistenza alla flessione biassiale di Tetric CAD e di altri sette blocchetti in composito, fra cui Lava Ultimate/3M Espe, Shofu Block HC/Shofu, Vita Enamic/VITA, BRILLIANT Crios/Coltène, CERASMART/GC, LuxaCam Composite/DMG, Grandio blocs/VOCO. Da ogni materiale sono stati prodotti dischi ( $\varnothing = 12-16$  mm, H = 1,2 mm) poi sottoposti a carico fino alla frattura. Fino al test, i campioni sono stati conservati all'asciutto.

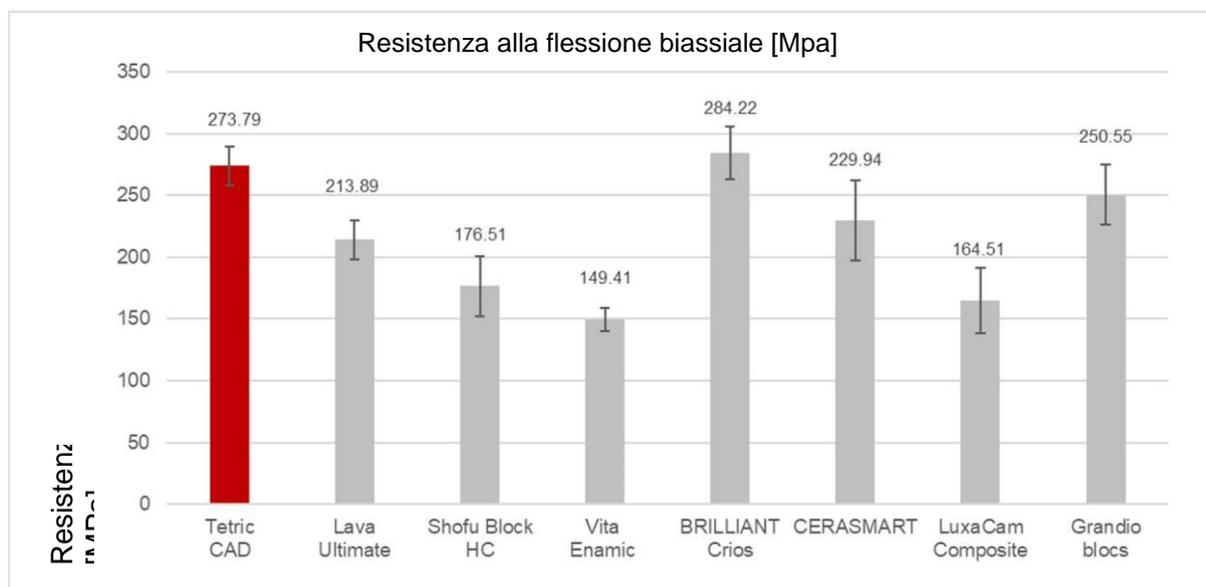


Fig. 6: Confronto della resistenza alla flessione biassiale di Tetric CAD con altri blocchetti in composito. R&S Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, aprile 2018

Tetric CAD presenta un'elevata resistenza alla flessione di ca. 274 MPa. In questo studio, la ceramica ibrida Vita Enamic ha presentato la resistenza alla flessione più bassa.

### 5.2 Modulo d'elasticità

Per i prodotti riportati nel punto 5.1 è stato calcolato anche il modulo di elasticità (Modulo E). Il modulo di elasticità è un metro di misura per la rigidità di un corpo solido, cioè per la resistenza che oppone alla deformazione elastica attraverso forze meccaniche. Un elevato modulo E è indice di un'elevata resistenza alle deformazioni, quindi un'elevata rigidità ed un modulo E basso significa meno resistenza alla deformazione e quindi elevata flessibilità.

Di ogni materiale sono stati realizzati campioni con lati piatti e paralleli in un'altezza di minimo 2 mm. Il modulo E è stato determinato sulla base dei calcoli dei test di durezza Vickers utilizzando un corpo di penetrazione di forma piramidale (diamante) ad una forza normale di 49,03 N. Ogni campione è stato sottoposto per 5 volte al carico. Il modulo E descrive il rapporto fra dilatazione e tensione e viene indicato in Megapascal (MPa = N/mm<sup>2</sup>) oppure Gigapascal (GPa = kN/mm<sup>2</sup>).

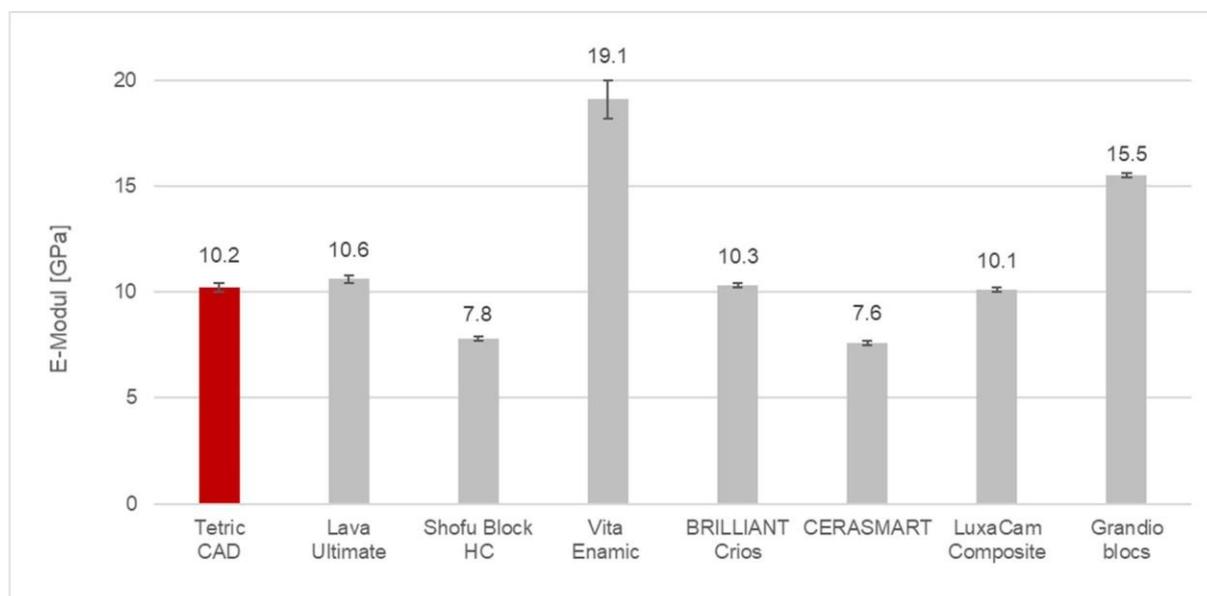


Fig. 7: Confronto del modulo E di Tetric CAD e quello di altri materiali compositi in blocchetto. R&S Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, aprile 2018

Per Tetric CAD è stato rilevato un modulo E simile a quello della maggior parte degli altri materiali compositi in blocchetto. Il valore misurato di 10 GPa è leggermente al di sotto di quello della dentina naturale di ca. 15 GPa. Come previsto, la ceramica ibrida Vita Enamic presentava un modulo E più elevato, cioè una maggiore rigidità dei blocchetti in composito.

### 5.3 Assorbimento d'acqua

L'assorbimento d'acqua di Tetric CAD e di diversi altri blocchetti in composito è stato determinato secondo la norma ISO-Standard 10477:2004. I campioni sono stati asciugati, quindi conservati per 7 giorni in acqua e quindi nuovamente asciugati. Per il calcolo dell'assorbimento d'acqua, la massa del campione asciugato (al termine del test) è stata sottratta dalla massa più elevata dopo la conservazione in acqua e poi divisa per il volume del campione.

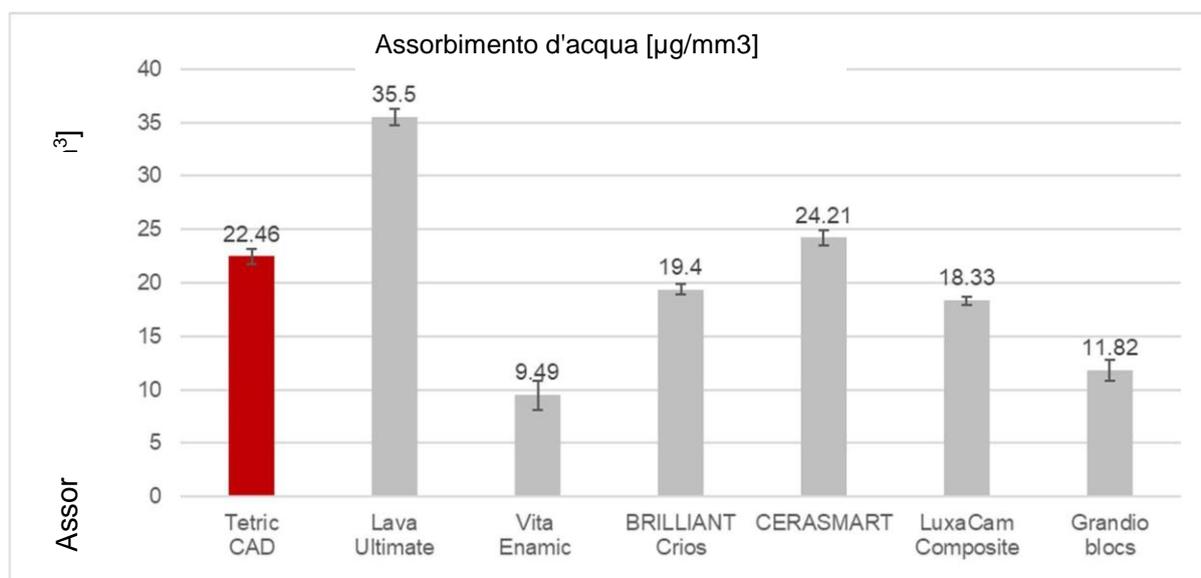


Fig. 8: Confronto dell'assorbimento d'acqua di Tetric CAD e di diversi altri blocchetti in composito. R&S Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, aprile 2018

L'assorbimento d'acqua della maggior parte dei blocchetti in composito, compreso Tetric CAD, si trova molto al di sotto del valore limite standard ( $< 40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ). In questo test Lava Ultimate ha presentato l'assorbimento d'acqua maggiore.

#### 5.4 Resistenza all'usura

Sulla base di prove di usura, si può simulare in laboratorio l'usura clinica di un materiale. L'usura a due corpi si riferisce all'usura, derivante principalmente da altre forze rispetto alle forze masticatorie, come p.es. in caso di bruxismo, cioè l'usura fisiologica di sostanza dentale dura sulla base del contatto dente a dente. L'abrasione a tre corpi comprende un'ulteriore componente, cioè un impasto di particelle abrasive. I simulatori di abrasione a tre corpi simulano l'ambiente intraorale, nel quale l'impasto assume il ruolo dell'alimentazione durante il processo di masticazione (14).

Ivoclar Vivadent misura l'usura per mezzo di un affermato test di usura a due corpi, senza mezzo abrasivo, che si effettua nel simulatore di masticazione. I test di usura sono stati effettuati nel simulatore di masticazione. I campioni piatti vengono sottoposti a 120.000 cicli di masticazione nel simulatore Willytec ad una frequenza di 1,67 Hz e con un carico di 50 N.



Fig. 9: Simulatore di masticazione Willytec

Come antagonista viene impiegata una cuspidine artificiale in ceramica IPS Empress. Non appena l'antagonista viene a contatto con il campione, viene condotto orizzontalmente di 0,7 mm sul campione per simulare l'usura. Allo stesso tempo, i campioni vengono sottoposti a termocicli fra i 5 e 55°C. La perdita di sostanza verticale viene rilevata per mezzo di uno scanner al laser 3D.

Una perdita di sostanza verticale di meno di 200  $\mu\text{m}$  viene considerata un'usura bassa, 200-300  $\mu\text{m}$  come usura media ed un valore oltre i 300  $\mu\text{m}$  vale come usura elevata.

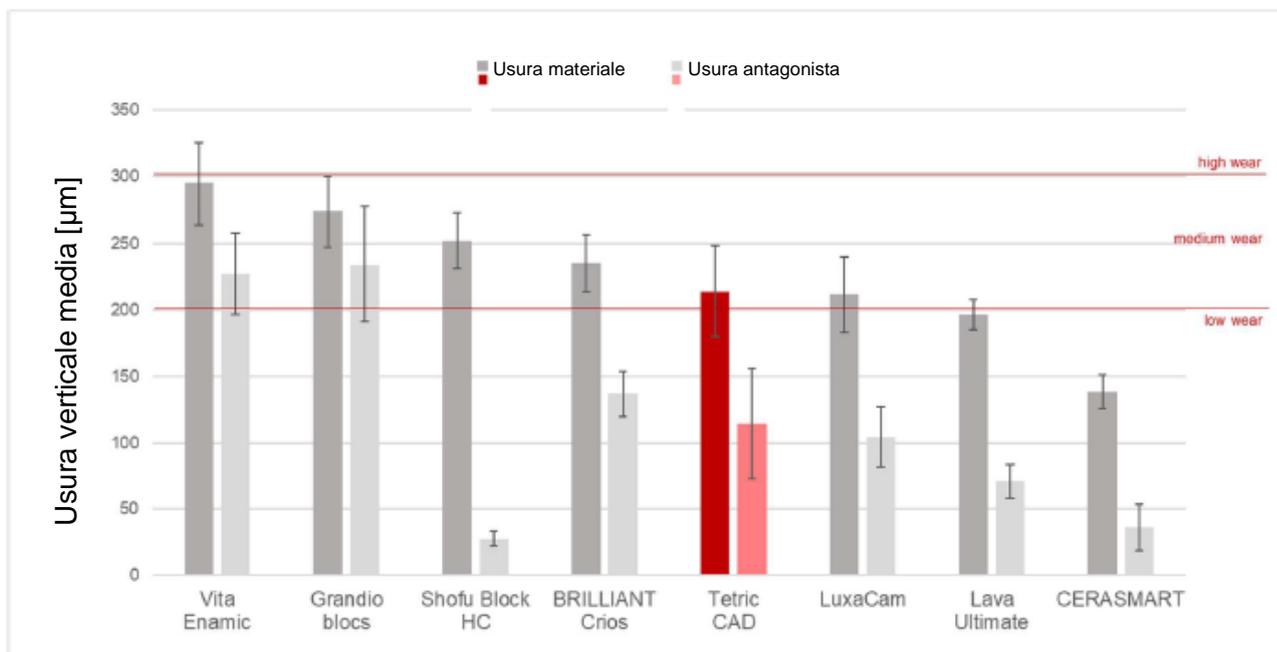


Fig. 10: Confronto della resistenza all'usura (metodo Willytec) di diversi blocchetti in composito. R&S Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, 6 marzo 2018

Il grafico in alto mostra la bassa/media usura di Tetric CAD (215 µm di perdita di sostanza). In questo test, la ceramica ibrida Vita Enamic/Vita ha mostrato la massima usura ed un'usura dell'antagonista relativamente elevata.

### 5.5 Resistenza al taglio

I test di resistenza al taglio di materiali da restauro indiretti avvengono in genere sulla base del test qui sotto descritto. Un cilindro realizzato in materiale da restauro viene cementato con l'adesivo ed il cemento da testare su un substrato (sostanza dentale o materiale dentale). Quindi il cilindro viene tagliato parallelamente alla superficie di adesione. Nelle prove descritte di seguito, Tetric CAD è stato messo in rivestimento in resina e quindi è stata determinata la resistenza al taglio attraverso il taglio del cilindro in composito prepolimerizzato che è stato fissato con Variolink Esthetic ed Adhese Universal su Tetric CAD.

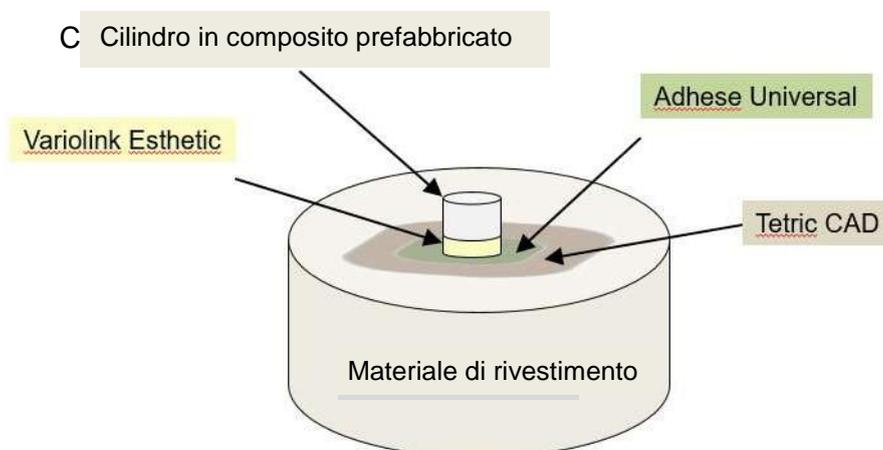


Fig. 11: Rappresentazione schematica del metodo per la misurazione della resistenza al taglio di restauri indiretti

### 5.5.1 Resistenza al taglio con e senza sabbiatura

Come accennato sopra, per generare una superficie ritentiva su composito non sono indicati l'acido fosforico e neppure l'acido fluoridrico. Per ottenere un'ottimale ritenzione meccanica, le superfici in Tetric CAD dovrebbero essere sabbiate. Si consiglia, di sabbiare la superficie di adesione del restauro con ossido di alluminio da 50-100  $\mu\text{m}$  ad 1-1,5 bar. I restauri in Tetric CAD vengono condizionati con Adhese Universal e cementati con Variolink Esthetic.

Per una semplice gestione, i blocchetti Tetric CAD sono stati rivestiti in resina (vedi grafico) e suddivisi in due gruppi. Un gruppo è stato sabbiato come sopra descritto, mentre la superficie dell'altro gruppo è stata irruvidita per 10 secondi con carta abrasiva (p400).

I campioni sabbiati sono stati detersi in bagno ad ultrasuoni per 5 minuti con etanolo, quindi sciacquati con etanolo ed asciugati con aria compressa. I campioni non sabbiati sono stati detersi soltanto con etanolo. Adhese Universal e Variolink Esthetic sono stati utilizzati secondo le istruzioni d'uso. Adhese Universal è stato frizionato per 20 secondi sulla superficie ed asciugato con aria compressa, ma non fotopolimerizzato. Quindi i cilindri in composito prepolimerizzati in Tetric EvoCeram sono stati fissati con Variolink Esthetic DC sulla superficie Tetric CAD e fotopolimerizzati due volte per 10 secondi.

Il grafico mostra gli eccellenti valori di adesione, che si ottengono se le superfici di Tetric CAD vengono sabbiate prima della cementazione. In caso di prolungata conservazione in acqua (37°C) la resistenza al taglio di entrambe i gruppi è diminuita, l'effetto però era minore nel gruppo con le superfici sabbiate.

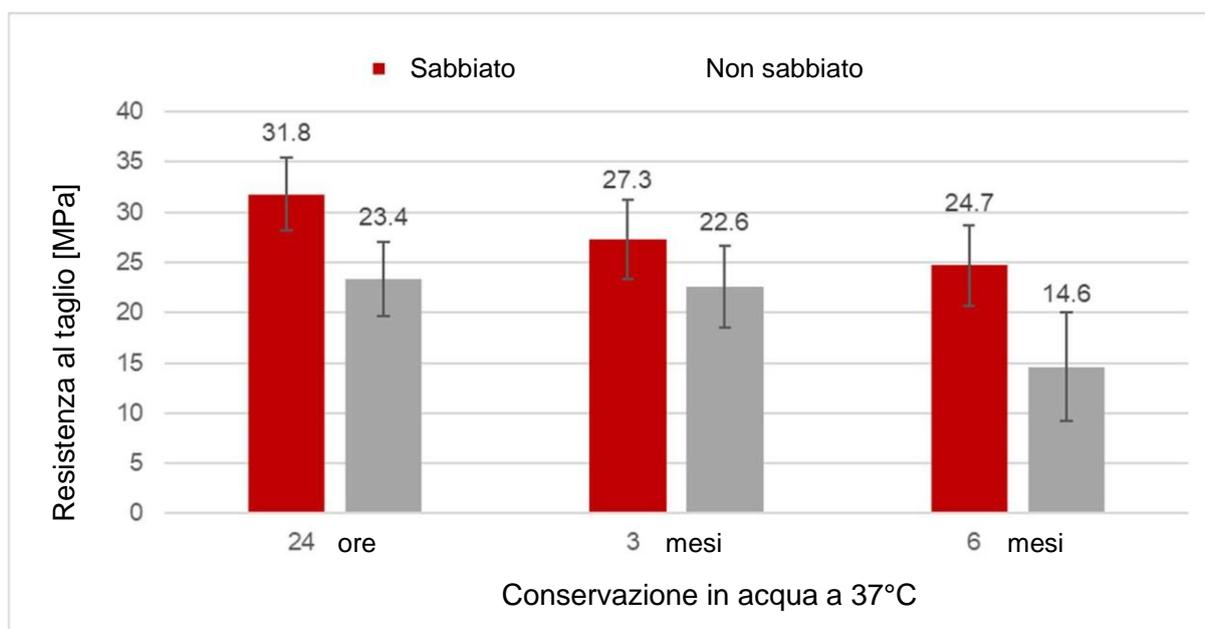


Fig. 12: Resistenza al taglio di Tetric CAD, in combinazione con Adhese Universal e Variolink Esthetic DC con e senza sabbiatura R&S Schaan, Ivoclar Vivadent 2018.

La conservazione in acqua ha influito sui valori di adesione del gruppo sabbiato in misura minore rispetto al gruppo in cui non è stata effettuata la sabbiatura. Nel periodo di studio, il gruppo sabbiato ha ampiamente superato il valore minimo fissato dalla Ivoclar Vivadent di 15 MPa. Anche l'esame del tipo di frattura ha confermato questa tendenza. Nel gruppo sabbiato le fratture erano principalmente coesive, mentre nel gruppo non sabbiato, che presentava minori valori di resistenza al taglio, le fratture sono state principalmente adesive.

## 5.5.2 Resistenza al taglio e conservazione in acqua

Valori di adesione a lungo termine di compositi CAD/CAM in combinazione con un adesivo universale

M. Barbisch, T. Bock, T. Köhler, N. Schneller, T. Milosovac. R&S Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein. Poster IADR London 2018 (15)

### Obiettivo

Valutazione degli effetti della conservazione in acqua (per la simulazione della situazione clinica in cavo orale) sulla resistenza al taglio di Tetric CAD in combinazione con Adhese Universal e Variolink Esthetic DC.

### Metodi

I blocchetti Tetric CAD sono stati sabbati con ossido di alluminio da 50  $\mu\text{m}$  ad 1,5 bar finché la superficie del materiale presentava un aspetto opaco. Quindi è stato applicato Adhese Universal frizionandolo per 20 sec. con un Microbrush nella superficie. Lo strato di adesivo è stato asciugato con aria compressa (4 bar). I campioni sono stati montati nel dispositivo di fissaggio e Variolink Esthetic DC è stato applicato sulla superficie di adesione attraverso il dispositivo. Infine i campioni sono stati fotopolimerizzati con una Bluephase Style a 1200  $\text{mW}/\text{cm}^2$  attraverso un campione Tetric CAD (3 mm, MT A3,5) per 30 secondi. I campioni sono stati conservati in acqua a 37°C per 24 ore, 3 mesi e 6 mesi e quindi sottoposti ad un invecchiamento artificiale. Infine è avvenuto il test di resistenza al taglio in un apparecchio ZWICK-ROELL ad una velocità di traversa di 1 mm/sec.

### Risultati

La resistenza al taglio è stata effettuata secondo ISO 29022.

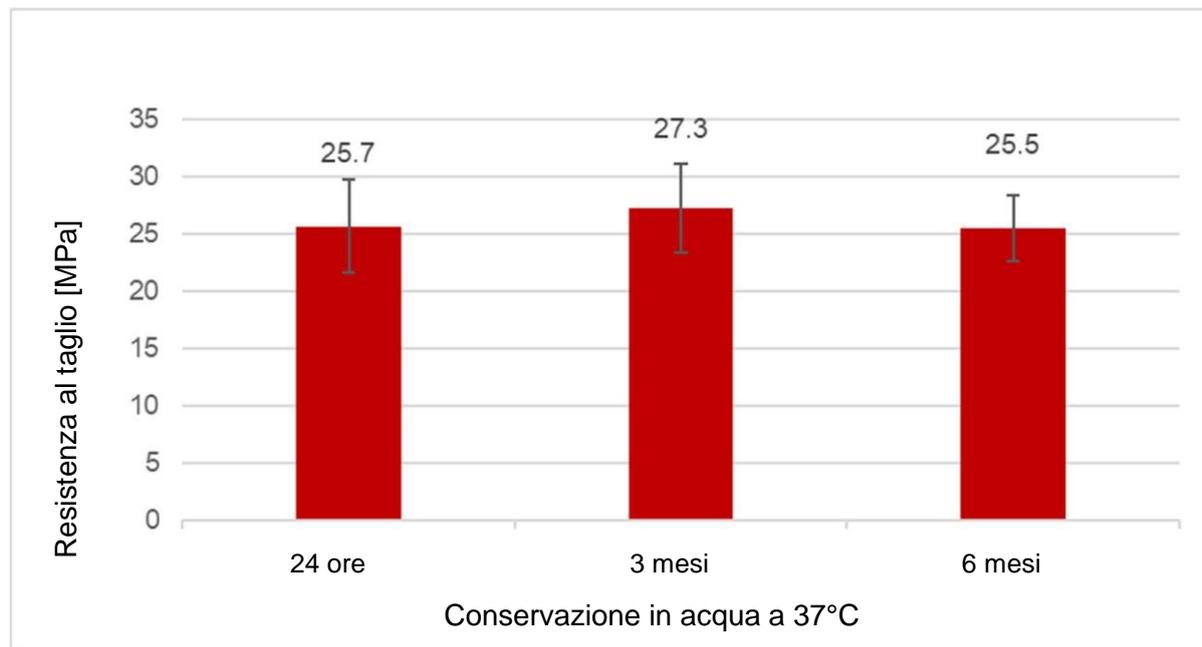


Fig. 13: Resistenza al taglio fra Variolink Esthetic e Tetric CAD dopo 6 mesi di conservazione in acqua M. Barbisch, Poster IADR 2018 (15)

Il grafico mostra che con Adhese Universal e Variolink Esthetic DC su Tetric CAD si possono ottenere elevati valori di adesione che rimangono stabili per almeno 6 mesi. La durata di conservazione non ha presentato un effetto riconoscibile sulla resistenza dell'adesione.

## Conclusioni

I valori di resistenza al taglio erano ampiamente superiori rispetto al valore minimo specificato dalla Ivoclar Vivadent di 15 MPa e sono rimasti ad un livello elevato anche durante i 6 mesi di conservazione in acqua.

## 5.6 Resistenza alla frattura

Corone molari realizzate con blocchetti in composito - Resistenza alla frattura dopo 90 giorni di conservazione e termocicli/carichi meccanici

M. Rosentritt, Clinica Universitaria Regensburg, Germania, 2017 (16)

### Obiettivo

Ricerca della resistenza alla frattura di corone in Tetric CAD cementate su molari umani dopo invecchiamento artificiale comparabile all'impiego clinico di 5 anni

### Metodi

Le radici di denti umani sono state coperte con uno strato di materiale per impronta a base di polietere (1 mm di spessore) per simulare l'elasticità del parodonto umano (apparato di sostegno dentale). I denti sono stati quindi fissati in PMMA e preparati in due diversi modi.

- Buona preparazione: ritentiva, H = 6 - 8 mm, angolo = 6 - 8°, fessura = 100 µm.
- Worst Case: non ritentiva, H = 3,5 - 4 mm, angolo 10 - 15°, fessura = 250 µm.

80 corone molari (n=8 per materiale e per tipo di preparazione) sono state realizzate con i materiali Shofu Block HC/Shofu, Lava Ultimate/3M Espe, Grandio blocs/Voco e Tetric CAD e poi comparate. Le superfici di adesione dei campioni sono state sabbiate e quindi cementate secondo le tecniche di fissaggio consigliate dal produttore. Sono stati testati due gruppi di campioni in Tetric CAD, uno è stato sabbiato (come indicato) mentre l'altro è rimasto non trattato.

Le corone sono state conservate per 90 giorni in acqua distillata a 37°C e poi sottoposte a termocicli/carico meccanico (TCML: 2 x 3000 x 5°C/ 350 mm). Il carico di rottura è stato determinato in un apparecchio di prova universale con un carico meccanico fino alla rottura. Il carico è stato applicato tramite una sfera in acciaio (Ø =12 mm, velocità di traversa = 1 mm/min)

### Risultati

Delle 80 corone d'origine, 8 non hanno potuto essere sottoposte al controllo meccanico di frattura, rispettivamente all'analisi statistica. In 4 corone Tetric CAD del gruppo sabbiato è avvenuta una decementazione durante la conservazione in acqua ed in 4 corone Lava Ultimate del gruppo Worst Case (caso peggiore) è avvenuta una decementazione durante la fase TCML.

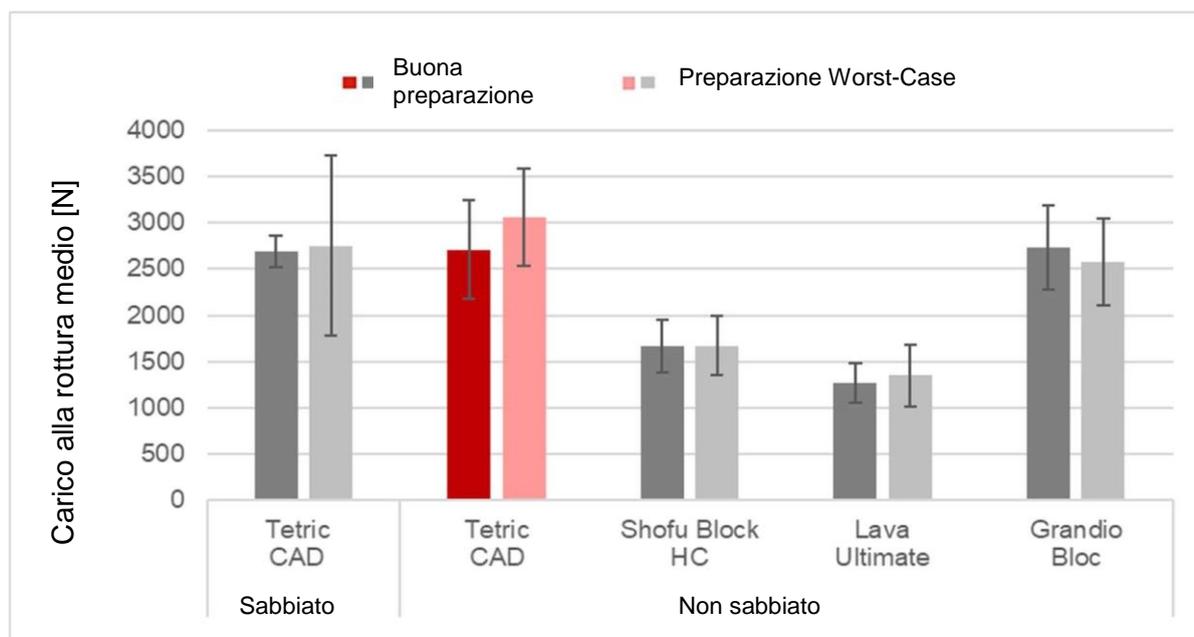


Fig. 14: Carico di rottura medio dopo la conservazione in acqua ed i termocicli/carichi meccanici di diversi blocchetti in composito. Rosentritt 2017 (16)

In nessun prodotto sono state rilevate differenze significative fra la “buona” preparazione e quella Worst Case.

Le corone in Tetric CAD (con o senza sabbiatura) e in blocchetti Grandio hanno presentato valori di carico alla rottura significativamente superiori delle corone in Shofu Block HC e Lava Ultimate. La resistenza alla frattura di Tetric CAD era significativamente superiore nel gruppo sabbiato che in quello non sabbiato.

#### Conclusioni

La probabilità di sopravvivenza e la stabilità di Tetric CAD appaiono idonee per l'impiego clinico, addirittura anche in caso di preparazione Worst-Case. La decementazione sembra sia dipesa sia dal materiale che dalla preparazione ed è avvenuta soltanto nel gruppo di Tetric CAD non sabbiato e nel gruppo Lava Ultimate (preparazione Worst-Case). L'irruvidire la superficie del materiale, cioè la sabbiatura è pertanto un passaggio obbligatorio.

#### 5.7 Lucidabilità

La lucidatura è un passo determinante nell'ambito del trattamento restaurativo. Una corrispondente lucentezza superficiale è determinante per il successo clinico e per l'aspetto estetico dei restauri diretti ed indiretti in composito.

Le superfici del restauro che rispetto al resto della dentatura sono più opachi, sono inestetici e tendono maggiormente a discromie e al deposito di placca.



Fig. 15: Tetric CAD: Non lucidato, direttamente dopo il processo di rifinitura (a sinistra) e dopo la lucidatura con OptraPol (a destra)

Per valutare quantitativamente la lucidabilità di Tetric CAD, sono stati effettuati test di lucentezza e ruvidità superficiali. 8 campioni sono stati realizzati in Tetric CAD ed altri 7 con altri blocchetti in composito. I campioni sono stati irruviditi con carta abrasiva (320) per creare una ruvidità superficiale iniziale definita. Vita Enamic/VITA è stato irruvidito con strumento diamantato fine (Intensiv/Swiss Dental Products, 10'000 U/min/ad acqua/2N).

I campioni sono stati conservati all'asciutto per 24 ore a 37°C. Quindi la loro lucentezza è stata misurata con un Novo-Curve-Glossmeter e la ruvidità superficiale è stata determinata con un misuratore FRT MicroProf.

I campioni sono poi stati lucidati con strumenti per lucidatura OptraPol con raffreddamento ad acqua ed una pressione di 2 N e 10'000 U/min. La durata del processo di lucidatura è stato in totale di 30 sec. La misurazione della lucentezza superficiale e della ruvidità superficiale (Ra) è avvenuta ad intervalli di 10 secondi.

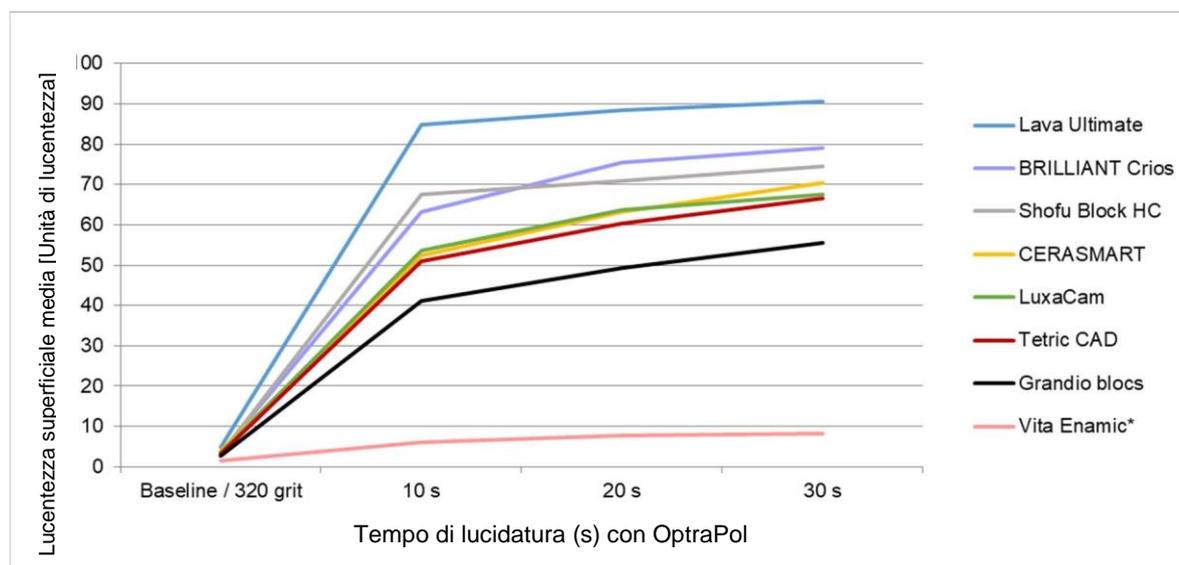


Fig. 16: Lucentezza superficiale media di diversi blocchetti in composito dopo la lucidatura con OptraPol per 30 sec. (Präklinik, R&S Ivoclar Vivadent, Schaan, aprile 2018)

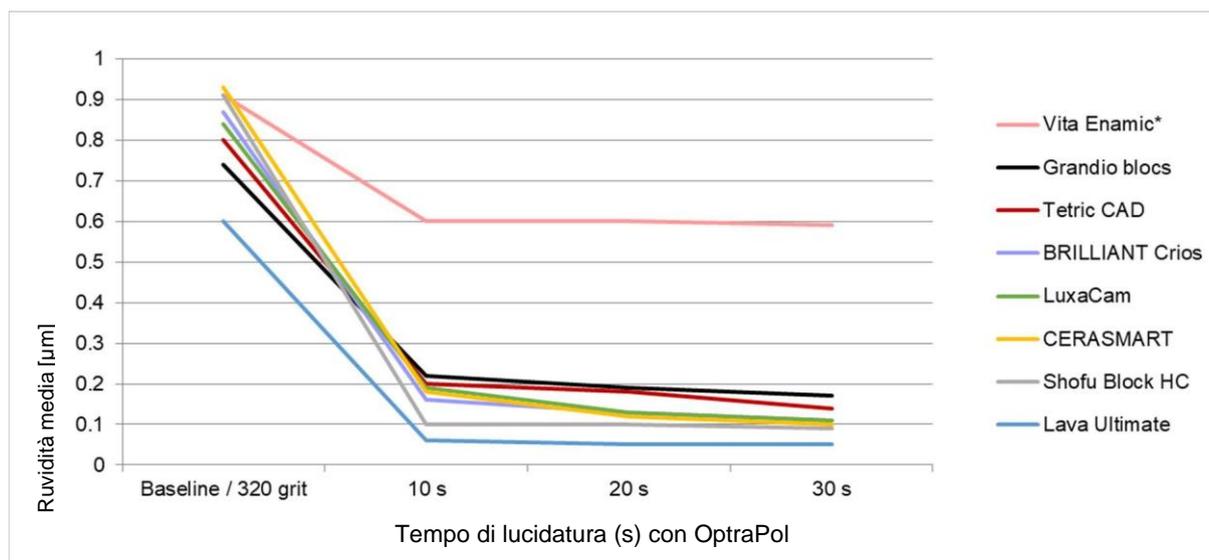


Fig. 17: Ruvosità superficiale media di diversi blocchetti in composito dopo la lucidatura con OptraPol per 30 sec. (Prälinik, R&S Ivoclar Vivadent, Schaan, aprile 2018)

\*Irruviditi con strumento diamantato a 10'000 U/min/ad acqua/2N

Come raffigurato nel grafico qui sopra, la lucidabilità di Tetric CAD si trova nella media. Una ruvidità superficiale di  $< 0,1 \mu\text{m}$  significa eccellente lucidabilità,  $< 0,2 \mu\text{m}$  buona lucidabilità, un valore fra  $0,2 - 0,4 \mu\text{m}$  media lucidabilità ed  $> 0,4 \mu\text{m}$  cattiva lucidabilità.

Dopo 10 secondi di lucidatura, Tetric CAD presentava una buona lucidabilità, un risultato ulteriormente migliorato nel corso dei 30 secondi. In queste prove, Vita Enamic/VITA ha presentato la peggiore lucidabilità con i valori di lucentezza più bassi ed i valori di ruvidità più elevati.

## 5.8 Conclusioni

Tetric CAD possiede buone caratteristiche meccaniche, in particolare per quanto riguarda la resistenza alla flessione, il modulo E, l'assorbimento d'acqua, l'usura e la lucidabilità. I risultati dei test della resistenza al taglio dimostrano l'importanza della sabbatura della superficie di unione.

## 6. Caso clinico

Attualmente sono disponibili relativamente pochi studi clinici sui blocchetti in composito. Fasbinder et al hanno effettuato ricerche sul blocchetto originariamente Paradigm (3M Espe) nel campo di indicazioni inlay realizzati al CAD/CAM comparandoli a quelli realizzati con i blocchetti in ceramica Vitablocs II (VITA). Tre anni dopo la cementazione dei restauri gli autori sono arrivati alla conclusione, che gli inlay in composito presentavano, secondo tutti i criteri USPHS, un comportamento altrettanto buono come gli inlay in ceramica. Allo stesso tempo hanno evidenziato i vantaggi clinici del materiale composito in riguardo a resistenza alla frattura ed alla corrispondenza cromatica.

Lo studio seguente svolto presso l'Università di Monaco si è occupato dell'estetica ottenibile con Tetric CAD.

Valutazione ottica dei blocchetti in composito Tetric CAD per la lavorazione CAD/CAM

J. Schweiger, D. Edelhoff. Policlinico di Odontoiatria Protesica, Università di Monaco, Germania (18)

Tramite tecnologia CAD/CAM sono state realizzate 4 corone/onlays per il trattamento di premolari e molari nel terzo quadrante. I restauri per i denti da 34 a 37 sono stati realizzati con i blocchetti Tetric CAD nei colori A2 e A3.

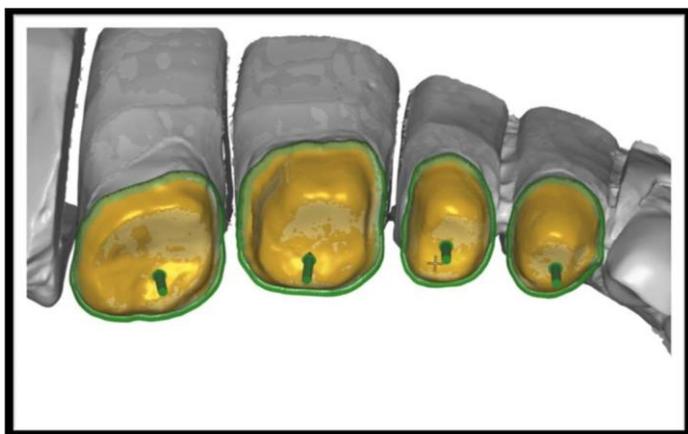


Fig. 18: CAD Design con il software ExoCAD: Monconi preparati



Fig. 19: CAD Design con il software ExoCAD: Visione oclusale dei restauri

I restauri sono stati realizzati con CEREC MCXL, Dentsply Sirona in modalità extrafine. Il risultato di fresatura è stato ottimo. Non si è verificata alcuna scheggiatura nell'area marginale. Le superfici di adesione sono state sabbiate con ossido di alluminio da 50  $\mu\text{m}$  ad 1 bar di pressione. Le superfici lucidate presentavano un aspetto omogeneo, liscio, lucido con un'eccellente traslucenza.



Fig. 20: Restauro Tetric CAD ultimato con luce passante



Fig. 21: Situazione clinica iniziale: i denti dal 34 al 37 presentavano notevole attrito ed abrasione



Fig. 22: Messa in prova di onlays e corone con Variolink Esthetic Try-In del colore "warm"

## Conclusioni

L'estetica di Tetric CAD è stata valutata ottima sia in riguardo alla lucentezza che in riguardo alla traslucenza, dimostrando l'effetto camaleontico del materiale.

## 7. Biocompatibilità

Per minimizzare il rischio di biocompatibilità fin dall'inizio, si utilizzano possibilmente materie prime che vengono già impiegate in altri materiali dentali e che in vivo sono risultati sicuri.

Tetric CAD è un blocchetto in materiale composito prepolimerizzato, che contiene monomeri e riempitivi comparabili ad altri materiali compositi della famiglia Tetric Evo Line. Questi materiali sono consueti in questo settore e sono stati ampiamente testati.

Con dischetti fresati in Tetric CAD sono stati effettuati diversi test di biocompatibilità. Gli estratti sono stati acquisiti secondo EN ISO 10993-1 2009.

### 7.1 Citotossicità

La citotossicità è l'effetto dannoso per le cellule da parte di una sostanza o di una miscela di sostanze.

Nel cosiddetto test di citotossicità XTT, in una cultura di cellule si esamina, se una sostanza determina la morte della cellula o l'inibizione della proliferazione. Il valore  $XTT_{50}$  indica la concentrazione di una sostanza, che è sufficiente a dimezzare il numero di cellule. Tanto più bassa la concentrazione  $XTT_{50}$ , tanto più dannosa per le cellule è una sostanza. Presso un Istituto di ricerca indipendente è stato effettuato un test XTT con estratti di Tetric CAD (in diverse concentrazioni). In nessuna concentrazione questi estratti hanno presentato una citotossicità e pertanto non è stato possibile calcolare alcun valore  $XTT_{50}$ . (19)

### 7.2 Irritazione o reattività intracutanea

Poiché gli estratti non diluiti di Tetric CAD non presentano alcuna citotossicità, si può presupporre che il rischio che Tetric dia origine a irritazioni è molto ridotto. Tetric CAD contiene componenti affermate, che vengono già impiegate in prodotti simili. In Tetric CAD sono contenute allo stato polimerizzato.

### 7.3 Ipersensibilità e sensibilizzazione

Tetric CAD contiene dimetacrilati, che hanno un effetto irritante e che possono causare una sensibilizzazione ai metacrilati. Questa a sua volta, può condurre ad una dermatite allergica da contatto. Mentre nei pazienti le reazioni allergiche sono molto rare, queste reazioni si osservano nel personale di settore, che ha a che fare quotidianamente con il materiale composito non indurito (20). Poiché Tetric CAD viene fornito ed utilizzato allo stato polimerizzato, il rischio di una sensibilizzazione è trascurabile.

### 7.4 Genotossicità

I test di mutagenesi sono un mezzo riconosciuto per la determinazione del potenziale rischio di genotossicità di un materiale/una sostanza. Il test di mutagenesi più noto è il test di Ames, un test di rimutazione batterica, nel quale generalmente si usano ceppi di *Salmonella typhimurium* o di *Escherichia coli*.

Un test di Ames è stato effettuato presso un Istituto di ricerca indipendente con il risultato che gli estratti di Tetric CAD non sono mutageni. Questo significa che gli estratti di Tetric CAD, nel genoma dei ceppi utilizzati, non hanno azionato mutazioni genetiche attraverso variazioni di coppie di basi o frameshifts (21).

### 7.5 Conclusioni

Secondo lo stato attuale delle conoscenze, le prove tossicologiche di Tetric CAD portano alla conclusione che il materiale offre in grande misura una sicurezza, che è addirittura superiore a quella degli affermati compositi da otturazione, che si applicano allo stato non indurito. Le esperienze cliniche con blocchetti in composito risalgono fino all'anno 2000. Fino ad oggi, non sono presenti rapporti in riguardo ad effetti indesiderati riguardanti la biocompatibilità. Secondo lo stato attuale delle conoscenze, Tetric CAD, con un uso conforme alle indicazioni, non rappresenta alcun rischio per pazienti, operatori o terzi. I vantaggi del prodotto superano un rischio residuo.

## 8. Bibliografia

1. Hopfauf S. SR Adoro - A modern indirect composite. R&D Report No. 15, August 2004: Ivoclar Vivadent AG
2. Bowen R L. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction produce to Bis phenol and glycidyl acrylate. 1962: Patent no. 3066112
3. Touati B, Pissis P. Bonded inlays of composite resins. *Cah Prothese* 1984; 12 (48): 29-59 (French)
4. Mörmann W H, Ameye C, Lutz F. Komposit Inlays: Marginale Adaptation, Randdichtigkeit, Porosität und okklusaler Verschleiss. *Dtsch Zahnärztl Z.* 1982; 37: 438-441
5. Miara P. Aesthetic Guidelines for second generation indirect inlay and onlay composite restorations. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998; 10 (4): 423-431
6. Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res* 2014; 93 (12): 1232-1234
7. Fasbinder D. Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2010: Nov-Dec; 31 (9): 702-4, 706, 708-9
8. Mainjot AK, Dupont NM, Oudkerk JC, Dewael TY, Sadoun MJ. From artisanal to CAD/CAM blocks: State of the art of indirect composites. *J Dent Res* 2016; 95 (5) 487-495
9. Fasbinder D. Restorative material options for CAD/CAM restorations. *Compendium* 2002: Vol 23, No 10: 911-922
10. Rohr N, Coldea A, Zitzmann NU, Fischer J. Loading capacity of zirconia implant supported hybrid ceramic crowns. *Dent Mater* 2015; 31 (12) e279-e288
11. Tsitrou EA, Helvatjoglu-Antoniades M, van Noort R. A preliminary evaluation of the structural integrity and fracture mode of minimally prepared resin bonded CAD/CAM crowns. *J Dent* 2010; 38:16-22
12. Moraes RR, Goncalves LS, Ogliari FA, Piva E, Sinhoreti A, Correr-Sobrinho L. Development of dental resin luting agents based on Bis-EMS4: bond strength evaluation. *eXPRESS Polymer Letters* 2008; Vol 2. No 2: 88-92. Available online at [www.expresspolymlett.com](http://www.expresspolymlett.com) DOI: 10.3144/expresspolymlett.2008.12
13. Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's Restorative Dental Materials*. 2012. 13<sup>th</sup> Edition
14. Lambrechts P, Debels E, Van Landuyt K, Peumans M, Van Meerbeek B. How to simulate wear? Overview of existing methods. *Dent Mater* 2006; 22: 693–701
15. Barbisch M, Bock T, Köhler T, Schneller N, Milosovac T. Long term bond strength of CAD/CAM composite samples and a universal adhesive. *IADR abstract, London 2018*
16. Rosentritt M. CAD/CAM composite molar crowns: Fracture resistance after 90 days' storage and thermocycling/mechanical loading. University Clinic Regensburg, Germany. 2017. Study Report for Ivoclar Vivadent. Data on file
17. Fasbinder D, Dennison JB, Heys DR, Lampe K. The clinical performance of CAD/CAM-generated composite inlays. *JADA* 2005: Vol 136:1714-1723
18. Schweiger J, Edelhoff D. Kurzbericht zu einem neuen CAD/CAM-Composite-Material der Firma Ivoclar Vivadent. Report for Ivoclar Vivadent. Data on file
19. Naumann S. CAD Block A3 HT: Cytotoxicity Assay in vitro (XTT-Test) – Extracts. ENVIGO Study Number: 1846813 (2017). Report for Ivoclar Vivadent. Data on file
20. Kiec-Swierczynska M. Occupational allergic contact dermatitis due to acrylates in Lodz. *Contact Derm* 1996; 34: 419-422
21. Chang S. CAD Block A3 HT: Salmonella typhimurium and Escherichia coli reverse mutation assay. ENVIGO Study Number 1846814 (2017). Report for Ivoclar Vivadent. Dati disponibili

---

La presente documentazione contiene una panoramica di dati (“informazioni”) scientifici interni ed esterni. La presente documentazione è stata preparata esclusivamente per uso interno della Ivoclar Vivadent AG ed uso esterno per i partner della Ivoclar Vivadent. Non è previsto alcun uso diverso. Tutte le informazioni si ritengono attuali, tuttavia non tutte le informazioni sono state revisionate e non è possibile garantire la loro accuratezza, veridicità o attendibilità. Non siamo responsabili dell’uso delle informazioni, anche in caso di avvertenza del contrario. L’uso delle informazioni è a proprio rischio. L’informazione è fornita in quanto tale, in quanto disponibile e senza alcuna garanzia espressa o implicita, compresa (senza limitazione) l’utilizzabilità o l’idoneità per uno scopo particolare.

Le informazioni sono disponibili gratuitamente. Ivoclar Vivadent ed i propri partner non possono essere ritenuti responsabili per qualsiasi danno diretto, indiretto, immediato o specifico (inclusi, ma non esclusivamente, danni risultanti dalla perdita di informazioni, perdita di uso o costi risultanti dalla raccolta di informazioni comparabili) o per danni penali risultati dall’uso o dal mancato uso di queste informazioni, anche qualora noi o i nostri rappresentanti vengano informati sulla possibilità di questi danni.

Ivoclar Vivadent AG  
Ricerca & Sviluppo  
Entwicklung Servizio  
Scientifico  
Bendererstrasse 2  
FL - 9494 Schaan  
Liechtenstein

Inhalt: Joanna-C. Todd  
Stato: Luglio 2018

---