GUIDA PRATICA

Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria

Guida completa per progettisti

esum®
new product development

INDICE

04 INTRODUZIONE

05 I 6 vantaggi dell'utilizzo della CERAMICA nella STAMPA 3D

06 VANTAGGIO 1
PRECISIONE DIMENSIONALE

07 VANTAGGIO 2
SUPERFICI LISCE E PRIVE DI DIFETTI

08 VANTAGGIO 3
RIPETIBILITA' DEL PROCESSO

09 VANTAGGIO 4
VERSATILITA' DEL PROCESSO

10 VANTAGGIO 5
EFFICIENZA DEI MATERIALI

11 VANTAGGIO 6
MATERIALI AVANZATI

12 ZIRCONIA
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

13 ZIRCONIA
APPLICAZIONI TIPICHE

INDICE

14 ALUMINA
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

15 ALUMINA
APPLICAZIONI TIPICHE

16 6 FASI
DEL PROCESSO

17 FASE 1
PROGETTAZIONE CAD

18 FASE 2
PREPARAZIONE
DELLA RESINA

19 FASE 3
STAMPA 3D

20 FASE 4
RIMOZIONE
DEL MATERIALE DI SUPPORTO

21 FASE 5
SINTERIZZAZIONE

22 FASE 6
FINITURA

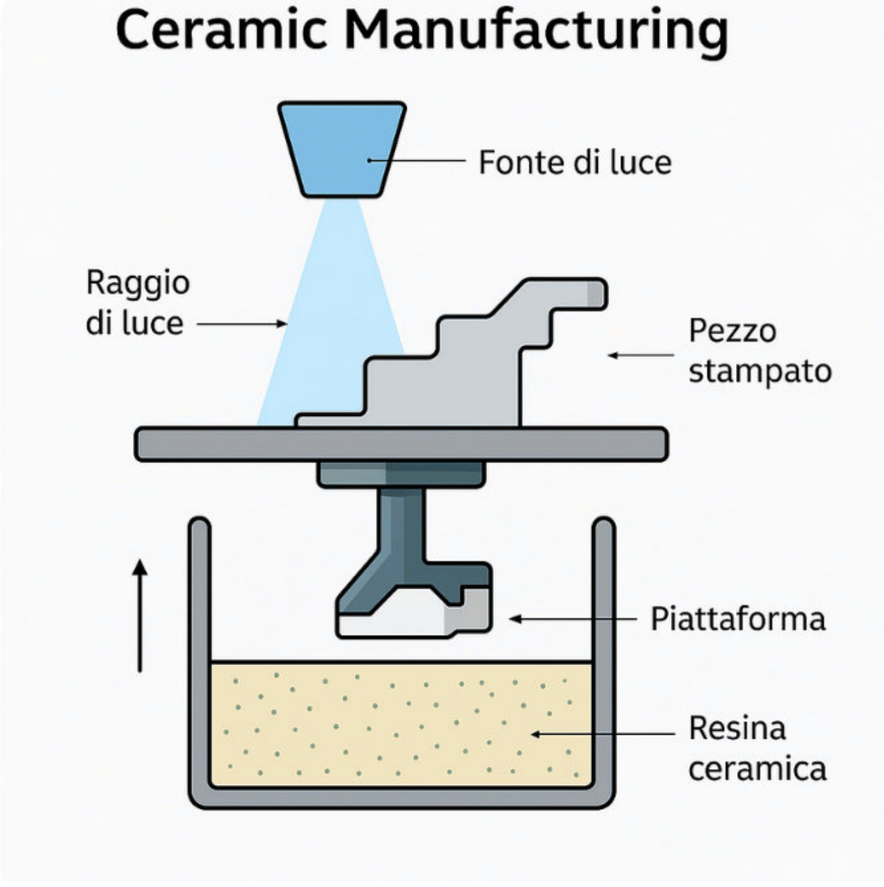
23 SETTORI
INDUSTRIALI

24 CONCLUSIONI

L’INNOVAZIONE DELL’UTILIZZO DELLA CERAMICA NELLA STAMPA 3D PER PROTOTIPI DI PRECISIONE

La stampa 3D con la ceramica rappresenta un'innovazione cruciale per progettisti e aziende che necessitano di prototipi ad alte prestazioni o di componenti con proprietà uniche.

Grazie alla ricerca e all’innovazione costante molte delle tecnologie disponibili, sono una risposta concreta per chi cerca precisione, qualità superficiale e ripetibilità con un materiale ceramico puro al 99%.



6 VANTAGGI dell'utilizzo della CERAMICA nella STAMPA 3D

1 **PRECISIONE DIMENSIONALE**

Consente di ottenere **tolleranze fino a pochi centesimi**, ideale per applicazioni che richiedono elevata accuratezza.

2 **SUPERFICI LISCE E PRIVE DI DIFETTI**

Il processo garantisce una **finitura eccellente**, riducendo la necessità di lavorazioni post-stampa.

3 **RIPETIBILITÀ DEL PROCESSO**

Ogni pezzo è prodotto con **caratteristiche identiche**, cruciale per settori come il biomedicale e l'elettronica.

4 **VERSATILITÀ DEL PROCESSO**

Consente di realizzare geometrie complesse, incluse **strutture reticolari** e **dettagli intricati**, difficilmente ottenibili con altre tecnologie.

5 **EFFICIENZA DEL MATERIALE**

Il processo **utilizza solo il materiale necessario** per il pezzo, **riducendo gli sprechi** rispetto a tecnologie come le lavorazioni meccaniche di fresatura

6 **MATERIALI AVANZATI**

Zirconia e **Alumina** offrono **prestazioni superiori** in termini di **resistenza meccanica, stabilità termica** e **isolamento elettrico**.

6 vantaggi dell'utilizzo della CERAMICA nella STAMPA 3D

PRECISIONE DIMENSIONALE

Questo processo consente di ottenere tolleranze fino a pochi centesimi, ideale per applicazioni che richiedono elevata accuratezza.

Il **livello di precisione** è fondamentale per settori come il **biomedicale**, per **l'industria aerospaziale**, **automotive** , **elettronica e microelettronica**, **industria chimica e farmaceutica**, **settore dei semiconduttori** dove i componenti devono adattarsi a sistemi complessi senza margini di errore, oltre che per l'elettronica.
Le **tecnologie di stampa 3D** come **jetting technology** ed **LCM** garantiscono una maggiore **uniformità nei dettagli** e nelle **superfici**, minimizzando i **difetti dimensionali**.
Un esempio pratico è la produzione di **microstrutture reticolari** per **scambiatori di calore**, in cui la **tolleranza dimensionale** influisce direttamente sull'**efficienza del trasferimento termico.**

6 vantaggi dell'utilizzo della CERAMICA nella STAMPA 3D

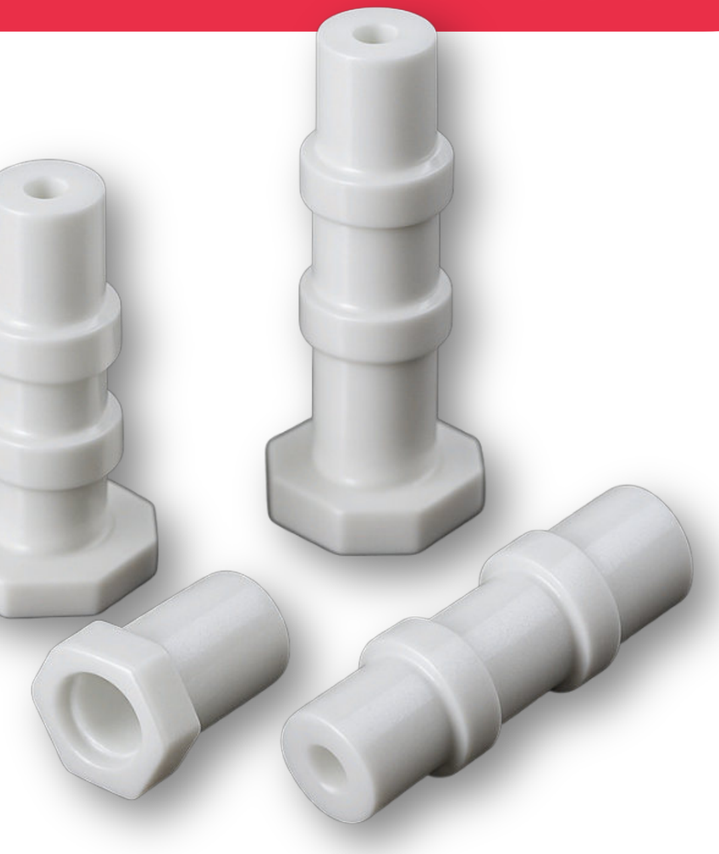
SUPERFICI LISCE E PRIVE DI DIFETTI

Il processo di stampa 3D ceramica consente di ottenere superfici lisce e prive di difetti, riducendo o eliminando le lavorazioni post-stampa

Nell' industria aerospaziale, viene usato per realizzare **ugelli** e **isolatori termici** ad alte prestazioni.
Nel settore dell'elettronica e microelettronica, si producono **substrati ceramici e microisolatori** con precisione estrema.
Nell'automotive, componenti come **anelli di guida** e **sensori ceramici** beneficiano di tolleranze strette e ottima finitura.
L'industria chimica e farmaceutica impiega **micro-reattori** resistenti alla corrosione.
Nel settore dei semiconduttori, si stampano **supporti per wafer.**
Infine, nel medicale, strumenti come punte per frese dentali in zirconia richiedono solo minime finiture.
Nel medicale, strumenti come **punte per frese dentali** in zirconia richiedono solo minime finiture.

6 vantaggi dell'utilizzo della CERAMICA nella STAMPA 3D

RIPETIBILITA' DEL PROCESSO



La ripetibilità del processo di stampa 3D ceramica consente di produrre componenti ceramici con caratteristiche identiche anche su geometrie complesse, garantendo coerenza funzionale e prestazionale in applicazioni critiche.

Nella **stampa 3D ceramica** la **ripetibilità dimensionale** è un requisito essenziale per garantire **prestazioni costanti**.

L'uso di **zirconia** e **alumina** consente la produzione di **componenti complessi** con **elevata stabilità geometrica**, anche in ambienti aggressivi.

In particolare, la **zirconia** offre **resistenza meccanica fino a 1000 MPa, isolamento elettrico e resistenza chimica**.

Un esempio concreto è la realizzazione di **isolatori ceramici per microchip**, dove la **ripetibilità del processo** garantisce prestazioni elettriche costanti, una **drastica riduzione degli scarti** rispetto ai metodi convenzionali e **qualità industriale certificabile**.

6 vantaggi dell'utilizzo della CERAMICA nella STAMPA 3D

VERSATILITA' DEL PROCESSO

La versatilità progettuale nella stampa 3D ceramica è la capacità di realizzare forme complesse, dettagli intricati e funzioni integrate senza vincoli geometrici.

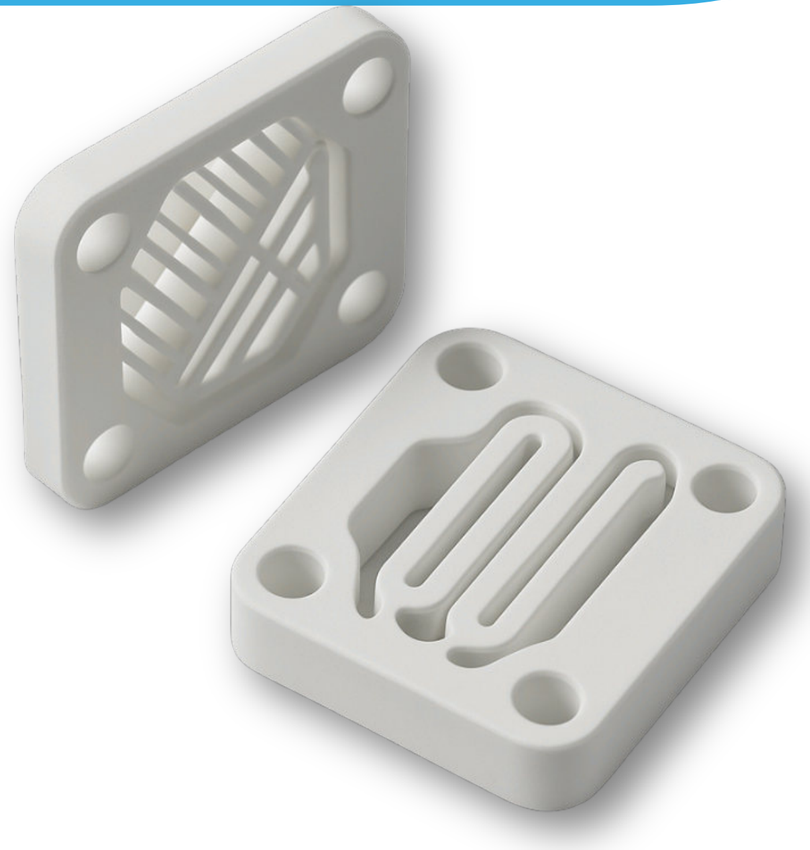
E' possibile sviluppare **componenti ceramici ad alte prestazioni** con **canali interni, strutture reticolari e micro-cavità** difficilmente ottenibili con processi convenzionali.
Questa libertà progettuale consente di ottimizzare la funzionalità dei componenti, migliorare la gestione termica e ridurre l'ingombro complessivo dei sistemi.

Nell'ambito dell'**industria aerospaziale**, tali vantaggi si traducono in **minore peso, efficienza nei flussi termici e maggiore affidabilità operativa.**

In ambito industriale, la capacità di creare **canali interni complessi** consente di progettare strumenti avanzati per l'industria aerospaziale, come **ugelli o componenti di sistemi di raffreddamento ad alte prestazioni.**

6 vantaggi dell'utilizzo della CERAMICA nella STAMPA 3D

EFFICIENZA DEI MATERIALI



L'efficienza del materiale nella stampa 3D ceramica si riferisce alla capacità di utilizzare solo la quantità necessaria di materia prima per produrre il componente.

Otteniamo **componenti tecnici complessi** senza generare scarti da lavorazione o sfridi, come accade nei processi sottrattivi.

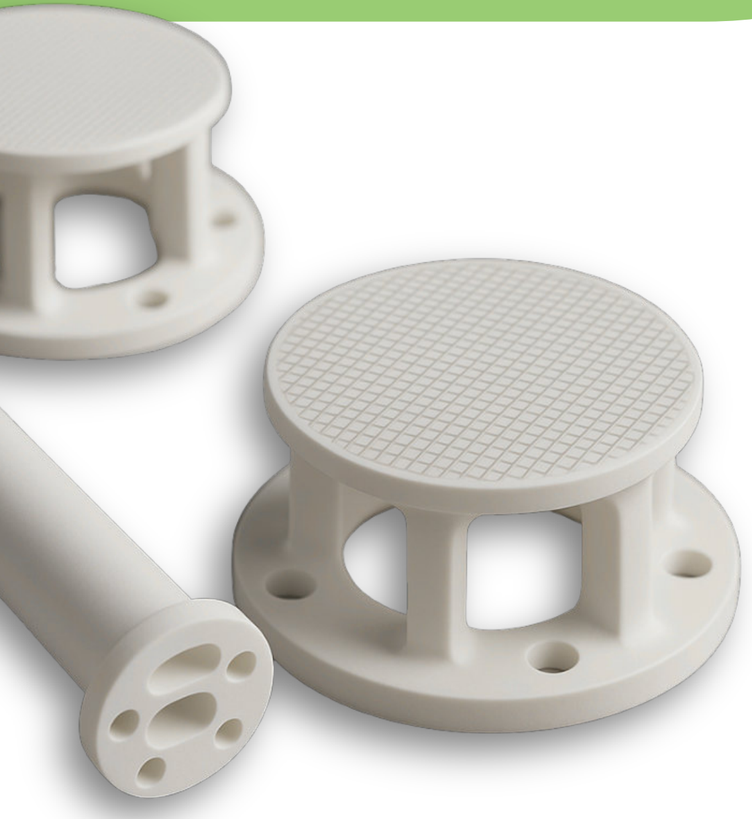
Questo approccio riduce il consumo di materiale, i costi legati allo smaltimento e l'impatto ambientale.

La **precisione** del processo fotolitografico garantisce inoltre un uso ottimizzato di **zirconia** e **alumina**, materiali pregiati e costosi.

Nel settore **farmaceutico**, ad esempio, la produzione di **micro-reattori ceramici** per la gestione di fluidi aggressivi avviene con **massima efficienza di materiale**, mantenendo geometrie interne complesse e tolleranze strette senza sprechi.

6 vantaggi dell'utilizzo della CERAMICA nella STAMPA 3D

MATERIALI AVANZATI



I materiali avanzati nella stampa 3D ceramica sono formulazioni ad alte prestazioni come zirconia e alumina, ideali per applicazioni industriali critiche.

La stampa 3D ceramica processa questi materiali con **elevata precisione e ripetibilità**, ottenendo **forme complesse** senza compromettere le proprietà funzionali.

La **zirconia** offre **ottima stabilità dimensionale, è biocompatibile, resistente agli agenti chimici, insensibile ai campi magnetici, con una temperatura massima di esercizio: fino a 1500 °C**

L'**alumina**, invece, è apprezzata per **l'eccellente isolamento** elettrico e l'**elevata rigidità**, con una **temperatura massima di esercizio: fino a 1650 °C**.

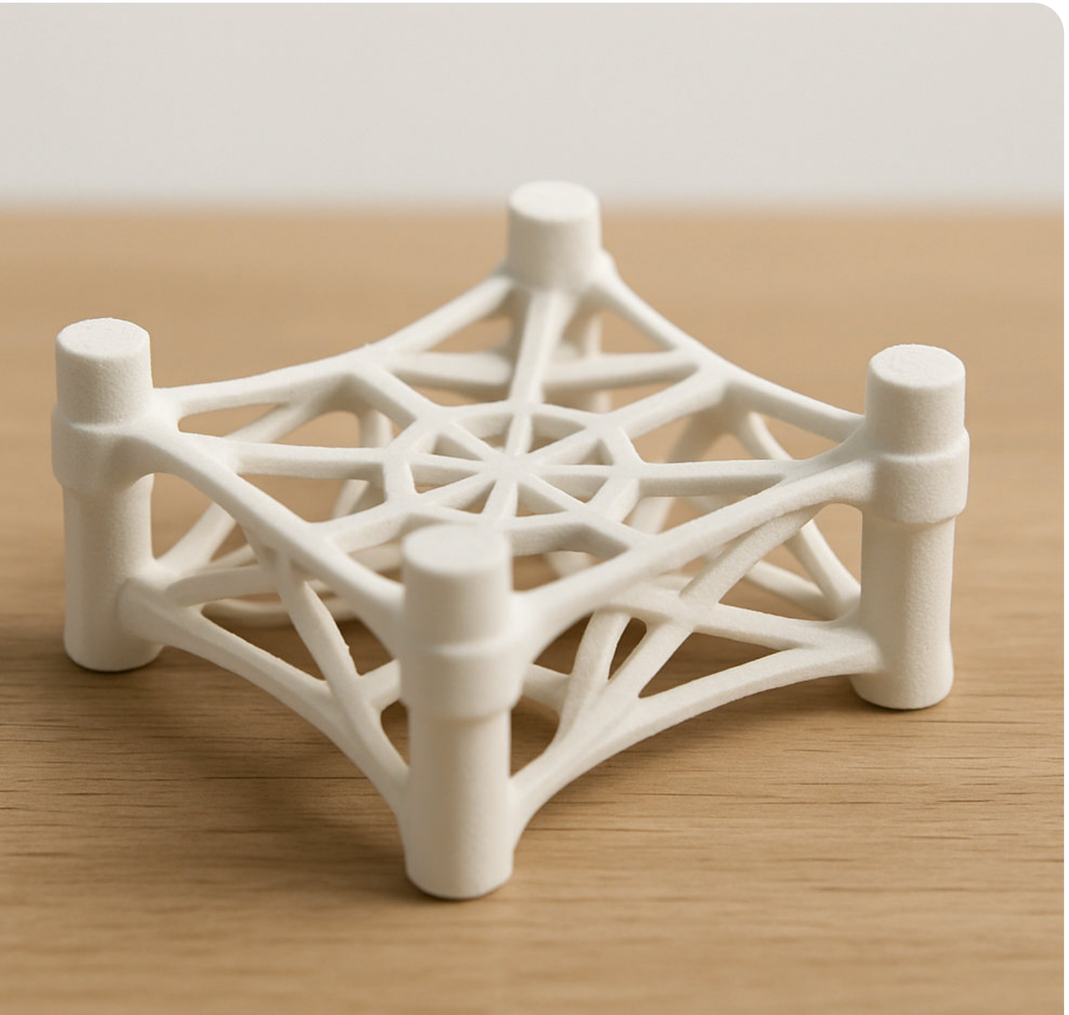
Nel settore dei **semiconduttori**, queste caratteristiche rendono l'alumina perfetta per la produzione di **guide ceramiche per wafer**, dove precisione, isolamento e resistenza meccanica sono requisiti fondamentali.

ZIRCONIA
(ZR02)

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- **Colore Naturale**: Bianco
- **Punto di fusione**: 2680-2700 °C
- **Purezza**: Fino al 99,8%
- **Densità teorica**: >99,5% >6,02 g/cm³
- **Precisione dimensionale**: ± 0,05 mm, stabilità dimensionale ottima
- **Precisione geometrica**: ±0,1 mm (in funzione della geometria)
- **Grado di biocompatibilità**: Eccellente, conforme ISO 10993 e USP
- **Isolamento elettrico**: Buono, resistività fino a 10^{11} Ω·cm
- **Magneticamente inerte**: ossia insensibile ai campi magnetici
- **Autolubrificante**: attrito minimo superficiale
- **Resistenza chimica**: Molto alta, escluso acido fluoridrico

ZIRCONIA
(ZR02)



APPLICAZIONI TIPICHE

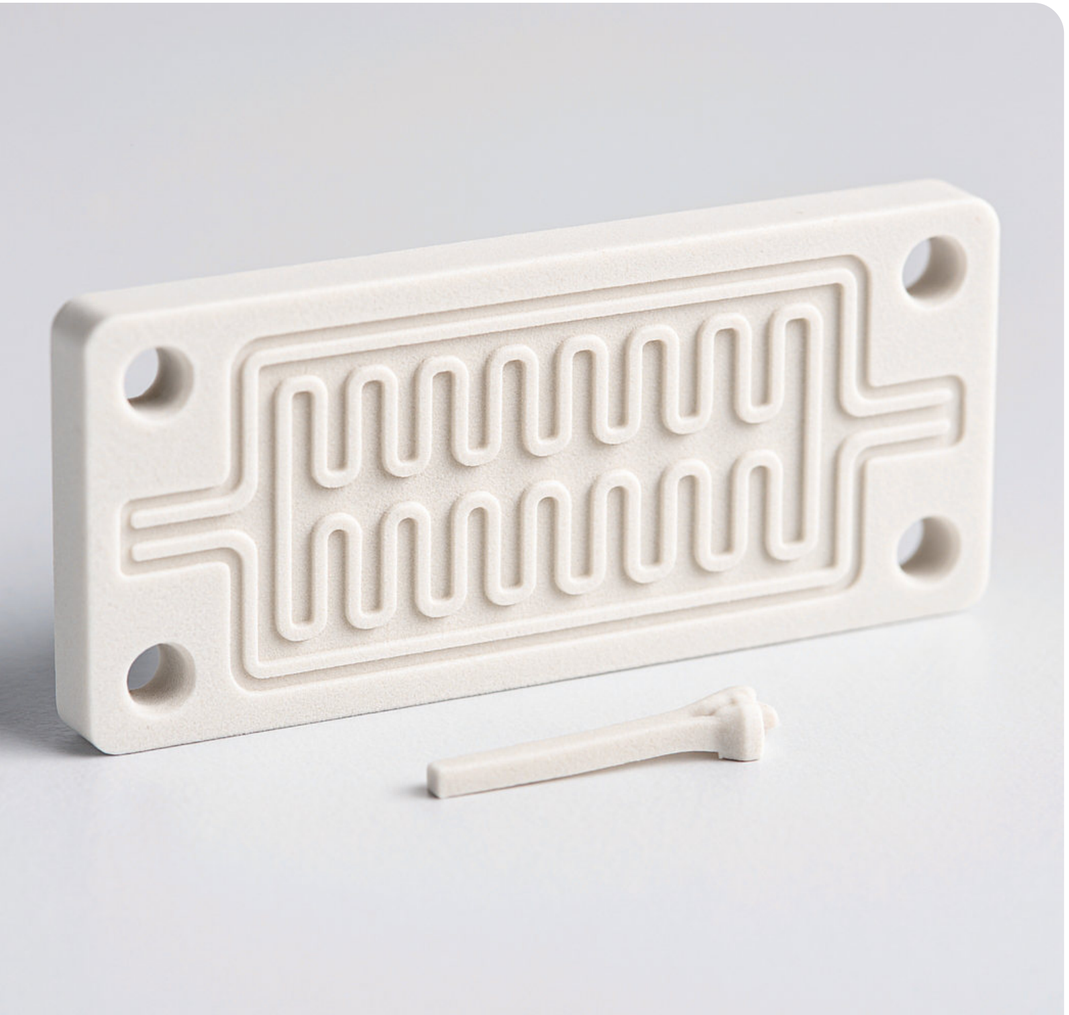
- **Aerospaziale**: isolatori termici, componenti di motori a gas, piastre di scudo termico.
- **Automotive**: sensori di temperatura, collettori di scarico, camere di combustione resistenti al calore.
- **Elettronico e Telecomunicazioni**: substrati ceramici per circuiti, dissipatori di calore, isolatori ad alta frequenza.
- **Medicale**: corone dentali, ponti, impianti ortopedici, guide chirurgiche, strumenti chirurgici
- **Energia e Chimico**: valvole e tubazioni resistenti alla corrosione, supporti per reattori e celle a combustibile.
- **Refrattario e Fonderia**: rivestimenti di forni industriali, mattoni da fonderia, scudi termici.
- **Settore Abrasivi e Stampi**: mole diamantate, carte vetrate ad alta precisione, inserti per stampi.
- **Lusso e Design**: gioielli personalizzati, quadranti di orologi, scacchi e oggetti decorativi.

ALUMINA
(AI203)

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- **Colore Naturale**: Bianco
- **Punto di fusione**: 2050 °C
- **Purezza**: Fino al 99,8%
- **Densità teorica**: >99,5% >3,93 g/cm³
- **Precisione dimensionale**: ± 0,05 mm, stabilità dimensionale ottima
- **Precisione geometrica**: ±0,1 mm (in funzione della geometria)
- **Grado di biocompatibilità**: Elevato, conforme ai requisiti ISO 10993 e USP Class VI
- **Isolamento elettrico**: Ottimo, con resistività ≈10^{14} Ω·cm e bassa perdita dielettrica tan δ
- **Resistenza chimica**: Molto alta, escluso acido fluoridrico
- **Rigidità elevata**: modulo di Young = 387 GPa

ALUMINA
(Al2O3)

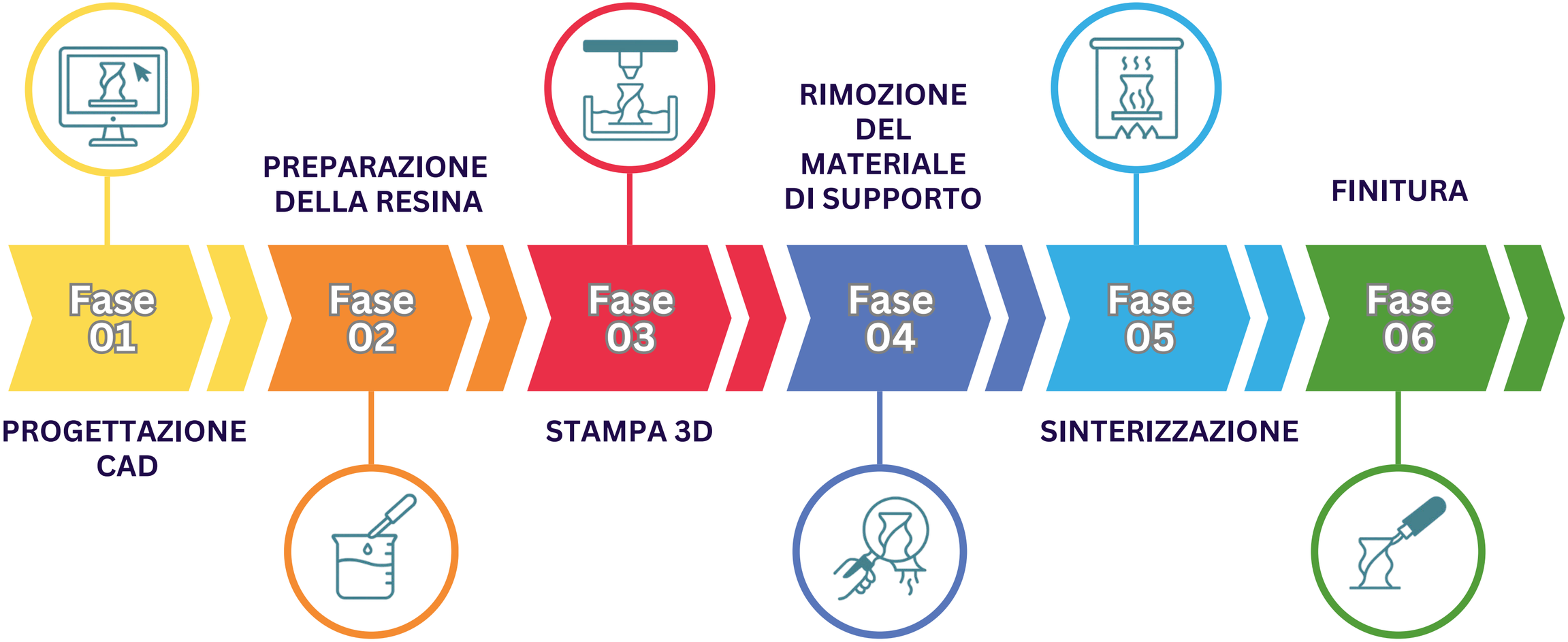


APPLICAZIONI TIPICHE

- **Aerospazio**: parti soggette ad alte temperature e attrito come ugelli di microspinta, isolatori termici, guide per sensori ottici.
- **Automotive**: componenti porosi per diffusione gas, microcanali per fuel cell, isolatori e supporti termici per sensori e convertitori
- **Componenti per l'elettronica:** isolatori elettrici, supporti, substrati ceramici.
- **Biomedicale**: guide chirurgiche, componenti per strumenti medici.
- **Chimico-industriale**: ugelli, inserti resistenti a corrosione.
- **Applicazioni micro-meccaniche**: ingranaggi, sensori, valvole

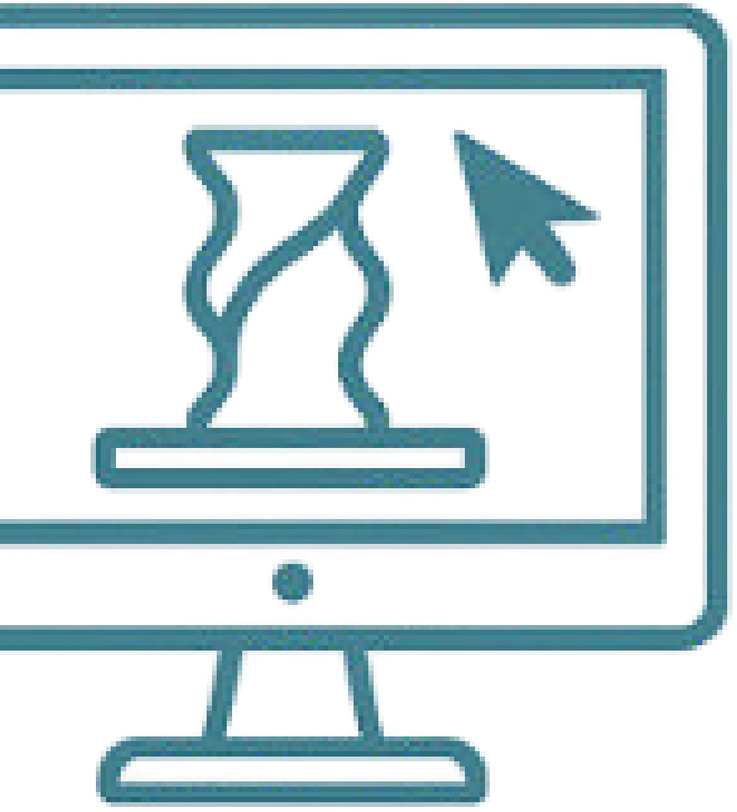
Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria

6 FASI DEL PROCESSO



Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria

FASE 1



PROGETTAZIONE CAD

Utilizza software CAD per progettare il modello 3D, tenendo conto dei limiti geometrici della tecnologia di produzioene. Ad esempio, pareti sottili e dettagli intricati devono rispettare i valori di tolleranza per garantire la resistenza.

Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria

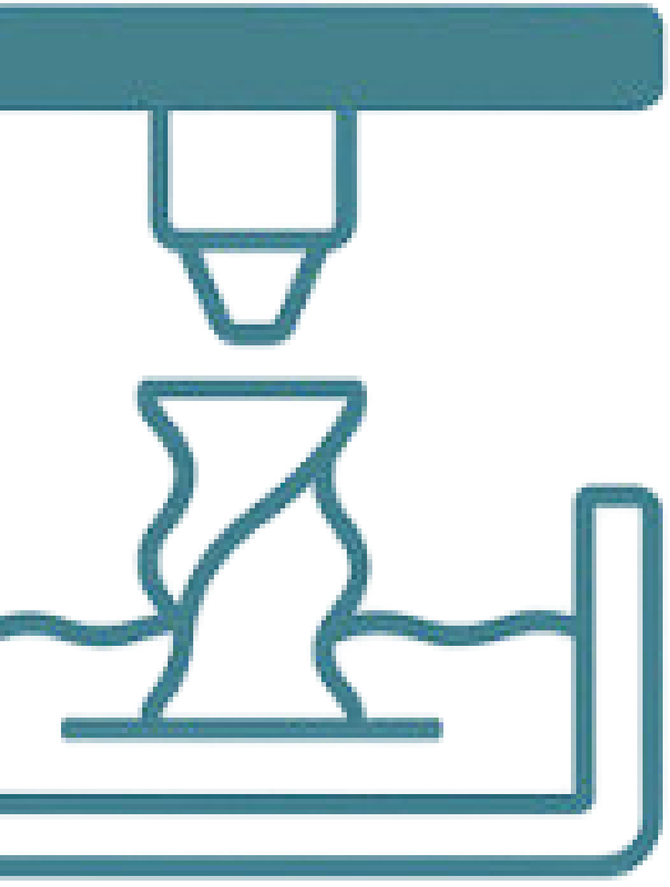
FASE 2

PREPARAZIONE DELLA RESINA

Le resine utilizzate nella stampa 3D ceramica sono miscele di fotopolimeri liquidi con polveri ceramiche disperse in modo omogeneo. Questo step è fondamentale per ottenere un prodotto uniforme.

Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria

FASE 3



STAMPA 3D

La resina viene esposta a una sorgente luminosa per polimerizzare uno strato alla volta. Il processo consente una risoluzione estremamente elevata, adatta a prototipi di precisione.

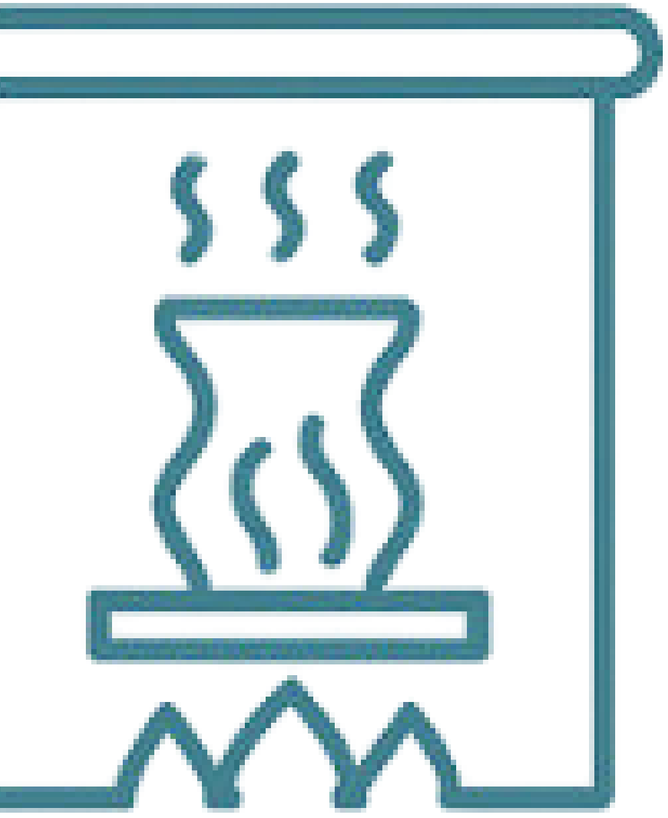
FASE
4

RIMOZIONE DEL MATERIALE DI SUPPORTO

Una volta terminata la stampa, il materiale non polimerizzato e i supporti vengono rimossi meccanicamente o chimicamente.

Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria

FASE 5



SINTERIZZAZIONE

Il pezzo stampato viene sottoposto a un trattamento termico controllato che elimina i residui polimerici e densifica le particelle ceramiche. In questo modo migliorano sia la resistenza che le proprietà meccaniche del pezzo.

Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria

FASE 6

FINITURA

Rifiniture come la lucidatura o la smaltatura possono essere applicate per migliorare l'aspetto estetico e le prestazioni del prodotto.

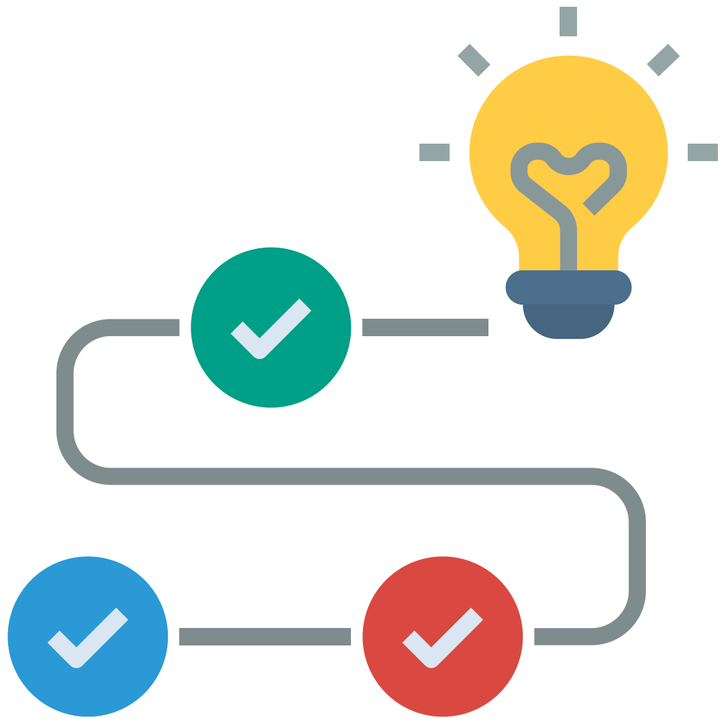
Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria

SETTORI INDUSTRIALI

La **stampa 3D ceramica** trova applicazione in **numerosi settori industriali**, risolvendo criticità legate a precisione, complessità geometrica e resistenza dei materiali rispetto ai processi produttivi tradizionali:

- **Aerospaziale:** permette la realizzazione di isolatori termici per motori e turbine, ugelli di precisione, scambiatori di calore, parti refrattarie per sistemi di propulsione. Rispetto alle tecniche tradizionali, la stampa 3D consente di creare canali interni complessi, migliorando l'efficienza termica;
- **Medicale:** consente di produrre protesi dentali, impianti ortopedici e strumenti chirurgici con geometrie personalizzate, elevata biocompatibilità e superfici lisce. Ad esempio, impianti dentali in zirconia offrono un'aderenza perfetta e riducono il rischio di rigetti;
- **Elettronica:** supporti e substrati isolanti ad alta precisione, componenti per sensori e microchip, parti per connettori e alloggiamenti schermati; ideale per isolatori elettrici e substrati ceramici grazie alla loro capacità di combinare isolamento termico ed elettrico. Gli isolatori in alumina offrono prestazioni elevate anche in ambienti critici;
- **Automotive:** utilizzata per produrre Sensori lambda e sensori di ossigeno, Dischi freno ceramici (Carbon-Ceramic Brake Discs), Isolatori termici e supporti per turbine, celle a combustibile (Fuel Cell), Candele di accensione;
- **Settore dei semiconduttori:** componenti strutturali per camere di deposizione, parti per manipolatori e pinze robotiche ceramiche, barriere protettive per ambienti ad alto vuoto

Stampa 3D in materiali ceramici per l'industria



CONCLUSIONI

La **stampa 3D ceramica** rappresenta oggi una delle tecnologie più avanzate per chi opera nei settori ad alte prestazioni, offrendo **versatilità progettuale**, **ripetibilità** di processo e **materiali tecnici** in grado di soddisfare requisiti meccanici, chimici ed elettrici estremi.

Grazie a queste tecnologie è possibile superare i limiti della manifattura tradizionale e realizzare componenti funzionali in **alumina** e **zirconia** con geometrie complesse e proprietà costanti. Dalla prototipazione alla piccola serie, le applicazioni sono concrete e **in rapida espansione nei settori aerospaziale, microelettronico, automotive, farmaceutico e medicale.**

Per progettisti e tecnici, significa poter **anticipare le prestazioni** già in fase di sviluppo, accelerando l'innovazione e riducendo tempi e costi. La stampa 3D ceramica non è solo un'alternativa: è una **risorsa strategica per il futuro dell'ingegneria industriale**.

info@coesum.com

+39 0871 250230

Via Erasmo Piaggio, 75 - 66100 Chieti - ITALY

www.coesum.it

Seguici su:

Questo documento e le informazioni contenute in esso sono proprietà di IDEA & SVILUPPO Srl.