

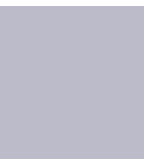


DENTALE: CARATTERIZZAZIONE DI MATERIALI PER LA STAMPA 3D

Webinar 3 Ottobre 2023

Valutazione clinica, prove e test sui materiali per la stampa additiva dei DM dentali: l'esperienza di Nobil Metal

Dipl. Ing. (FH) Christine Langenohl



DA SEMPRE PROMOTORI DI PRODOTTI E PROCESSI CERTIFICATI

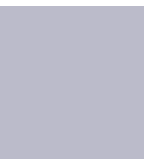
Il laboratorio Ricerca & Sviluppo Nobil Metal (certificato sin dal 1997) al servizio del laboratorio odontotecnico.

Come l'esperienza di oltre 70 anni nel settore dentale, lo sviluppo e produzione di nuovi materiali e tecnologie possono dare una garanzia di sicurezza al tecnico ed al paziente.

L'importanza delle analisi, controllo qualità, dei test e dei certificati in uno scambio continuo di informazioni ed esperienze con altre aziende del settore.

In data 12 Aprile 2023 l'azienda Nobil Metal S.p.A. ha ottenuto la certificazione della piena compliance ai requisiti del Regolamento (UE) 2017/745 (MDR).

Si tratta di una delle prime aziende del settore dentale con sede, progettazione e produzione in Italia a ricevere questa certificazione per tutti i dispositivi.



RICERCA & SVILUPPO A VILLAFRANCA D'ASTI



VICKERS



UNIVERSAL TESTING
MACHINE



CORROSION

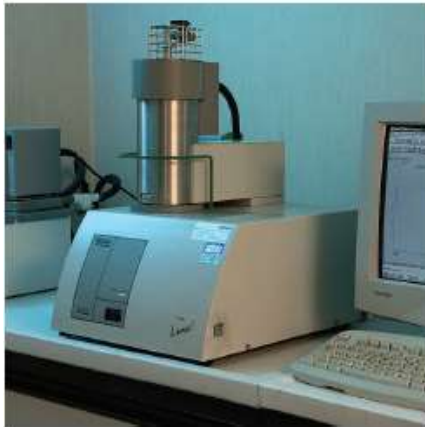


XRF

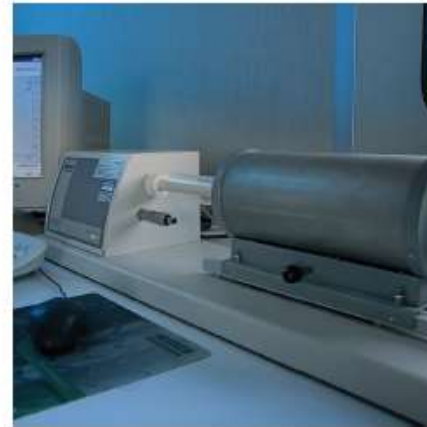


PARTICLE SIZER

IL LABORATORIO DI RICERCA E SVILUPPO PIU' ATTREZZATO NEL SETTORE DENTALE ITALIANO



DTA



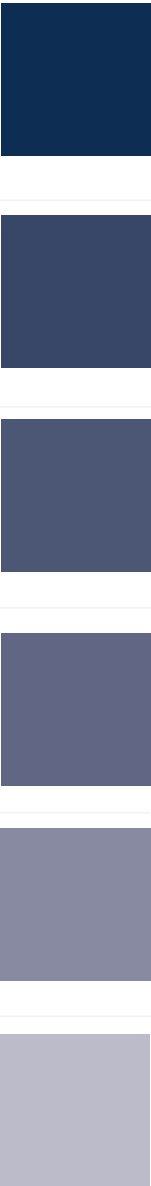
DILATOMETER



SEM & EDX



IPC



DA 20 ANNI PIONIERI NEL DIGITALE E ADDITIVE MANUFACTURING

- 1999 introduzione nel mondo CAD/CAM con vendita di scanner e stampanti 3D
- 2005 la prima macchina dedicata al laser melting di leghe dentali
- 2007 SINERGIA PRODUZIONE:
laser melting, DP casting, resina prototipata, Gold Milling
- Attrezzature: manutenzione costante e sostituzione con tecnologie sempre al passo con i tempi
- Collaborazioni con aziende e università

Esempio di conferenza e pubblicazioni nati in progetti sulla tematica laser melting di leghe dentali:

Direct metal printed PdAg dental crowns

Maria Averyanova Phenix Systems, 3D Systems - France ; Christine Langenohl, Vincenzo Galati, Nobil Metal S.p.A - Italia

2005



CONTROLLO DEI PROCESSI PRODUTTIVI

LASER
melting

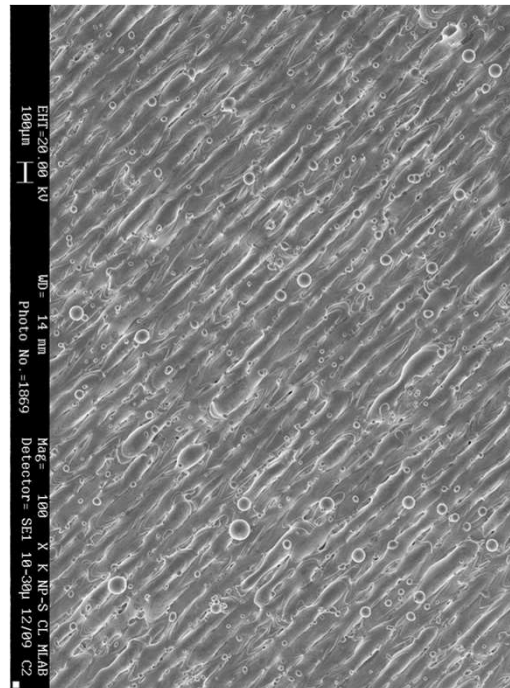
Kermit NP-S

NOBIL-METAL <small>DENTAL ALLOYS & SOLDERS</small>		lotto 12NMT0459	
		08/05/2012 15:51	
		S3000/S3500 S/N: S4081	

Distribution:	Volume:	Run Time:	30 Sec	Point:	NA108	Loadng Factor:	0.817
Progression:	Standard:	Run Rate:	Avg of 3	Fluid Ref. Index:	1.330	Transmission:	0.995
Up Edge(s):	1418	Particle:	CURRENT PARTICLE	Above Residual:	0	MIB Standard:	1.1176
Low Edge(s):	3.33	Transparency:	Transparency	Below Residual:	0	Final:	60%
Residual:	Disabled	Part. Ref. Index:	1.53	Cell ID:	003	Usable Power:	NA
Run Channel:	16	Part. Shape:	Spherical	MultiScan Delay:	0 Sec	Usable Time:	NA
Analysis Mode:	SPRINT	File:	DB Record	Record Index:	019181	Serial Num:	34081
Analysis Gain:	NA	Database:	C:\Programmi\SPRINT\FLEX 15.3.11\SEM\abaco\modl\research\MDS				

Data Item	Value	% Tile	Size(um)	Dia(um)	Vo%	Width
MV(um):	11.43	10.00	4.66	14.56	57.0	8.11
MN(um):	4.92	20.00	5.50	7.81	15.2	1.83
MA(um):	8.42	30.00	6.88	4.99	27.8	1.94
CS:	7.12E-01	40.00	8.63			
SD:	5.97	50.00	10.89			
Mz:	11.05	60.00	12.66			
al:	5.72	70.00	14.29			
Ski:	0.1418	80.00	16.16			
Kg:	0.817	90.00	19.04			
		95.00	22.11			

Granulometria – particelle perfettamente disossidate e sferiche con distribuzione adatta alla tecnologie usata



SEM - Controllo del processo PRODUZIONE SINERGIA slm



Regolare manutenzione e calibrazione delle macchine

IN STRETTO CONTATTO CON IL LABORATORIO

Post-sorveglianza e gestione reclami

Reclamo tecnico 1-2019
Data: 07.11.2019

NOBIL-METAL

Allegato analisi XRF

SPECTRO X-LabPro Job Number: 2019_10_18

— Present Sample Data

Sample Name	Ponte Benato	Dilution Material	
Description	Pal Keramit GM	Sample Mass (g)	0.0000
Method	ZPM	Dilution Mass (g)	0.0000
Job Number	2019_10_18	Dilution Factor	1.0000
Sample Type	Alloy, 32 mm	Sample rotation	No
Sample Size	Alloy	Date of Receipt	16/10/2019 09:28:15
Sample Status	A.X.X.X.X.X.X	Date of Evaluation	16/10/2019 09:28:17

— Results

The error is the statistical error with 1 sigma confidence interval

Z	Symbol	Element	Concentration	Abs. Error	
79	Au	Gold	< 0.020 %	(0.0)	%
79	Au	Gold	< 0.001 wt	(0.0)	wt
75	Pt	Platinum	0.0483 %	0.0094	%
46	Pd	Palladium	87.68 %	0.08	%
47	Ag	Silver	32.91 %	0.04	%
50	Sn	Tin	7.83 %	0.37	%
49	In	Indium	1.32 %	0.21	%
31	Ga	Gallium	1.708 %	0.006	%
44	Ru	Ruthenium	0.05823 %	0.00058	%
29	Cu	Copper	0.8498 %	0.0011	%
30	Zn	Zinc	< 0.010 %	(0.0037)	%

Allegato immagini SEM - ponte 3 elementi

400 µm EHT = 20.00 kV Mag = 40 X Date: 4 Oct 2019
WD = 10.00 mm Signal A = SE1 ZEISS

Pag. 3 di 5 *„A smile makes the difference“*

Analisi XRF

Reclamo tecnico 1-2019
Data: 07.11.2019

NOBIL-METAL

100 µm EHT = 20.00 kV Mag = 250 X Date: 4 Oct 2019
WD = 10.00 mm Signal A = SE1 ZEISS

50 µm EHT = 20.00 kV Mag = 500 X Date: 4 Oct 2019
WD = 10.00 mm Signal A = SE1 ZEISS

Pag. 4 di 5 *„A smile makes the difference“*

Analisi SEM

Reclamo tecnico 1-2019
Data: 07.11.2019

NOBIL-METAL

OSSERVAZIONI

- Il lotto del materiale analizzato risulta conforme alle specifiche di prodotto;
- La lega Pal Keramit è perfettamente compatibile con la ceramica DIVA e sono utilizzate in combinazione da ormai diversi anni senza problemi;
- La struttura è stata fresata da lingotto ottenuto in colata continua, che garantisce una perfetta compattezza ed omogeneità della lega;
- La struttura non è stata realizzata tramite processo di fusione a cera persa, pertanto non può avere eventuali inclusioni di gas dovute a porosità, alla metodica di fusione e alla tendenza delle leghe ad alto tenore di Palladio di assorbire gas;
- Nelle immagini sul ponte di sette elementi (analizzato tal quale come ricevuto), si nota una diffusa "spugnosità" della ceramica anche in zone lontane dalla struttura metallica;

Alla luce di quanto verificato si traggono le seguenti conclusioni:

- La formazione di bolle all'interfaccia non è dovuta alla qualità non idonea né della struttura in Pal Keramit, né della ceramica Diva;
- Capire esattamente l'origine del problema analizzando semplicemente il manufatto non è possibile, sicuramente è dovuta alla generazione di gas in fase di cottura;
- La causa della generazione di gas e di conseguenza della formazione di bolle può essere dovuta a uno o più eventi:
 - inquinamento della superficie metallica con materiale di tipo organico
 - asciugatura/pulitura con aria compressa non perfettamente disoleata
 - fono contaminato
 - uso di frese non idonee o inquinate (es. punte montate)
 - liquido di modellazione e/o isolante del modello non idoneo
 - il non rispetto dei tempi previsti per la cottura dell'opaco in pasta in quanto è importante che il legante organico si decomponga completamente prima della cottura. Si deve prestare molta attenzione alla fase di asciugatura (tempo e temperatura).

Restiamo a disposizione chiarimenti.

R&D Christine Langenohl
LAB Vincenzo Galati
ASQ Aldo Mantovani

Pag. 2 di 5 *„A smile makes the difference“*

Osservazioni e conclusione

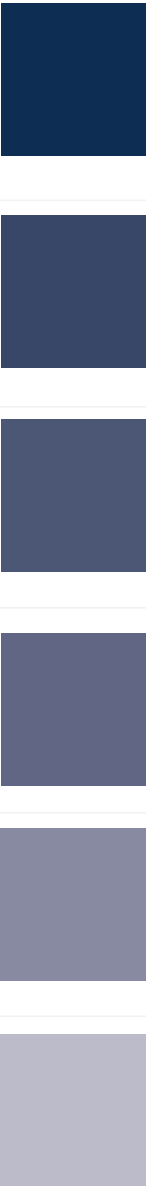
TRANSFER DELL'ESPERIENZA SU NUOVE TECNOLOGIE

Una lega tre tecnologie – protocolli approvati

LASER
melting



[1] C. Monaco*, C. Langenohl#, M. Pasquinelli, A. Llukacej, N. Ragazzini, E. Evangelisti, R. Scotti. IN VITRO STUDY OF BOND STRENGTH BETWEEN TWO CERAMICS AND COBALT CHROMIUM-BASED SUBSTRUCTURE PRODUCED THROUGH THREE DIFFERENT TECHNOLOGIES. Journal of Dentistry (*University of Bologna, Division of Prosthodontics and Maxillo-Facial Rehabilitation, Department of Biomedical and Neuromotor Sciences, Bologna, Italy. #. Research and Development, Nobil Metal, Villafranca D'Asti, Italy).



SINERGIA 3D RESINS

Certificati come dispositivi medici di classe IIa

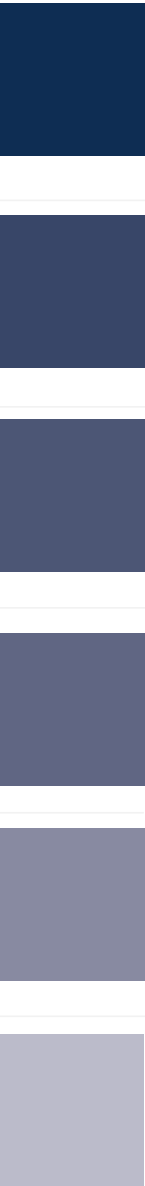
Frutto della sinergia con il produttore di resine 3D più innovativo nel settore dentale: pro3dure GmbH.

Resine biocompatibili con caratteristiche fisiche elevate grazie all'utilizzo di materie prime di alta qualità e purezza.

Tutte le prove meccaniche, chimiche e di biocompatibilità sono state condotte secondo le corrispondenti norme dentali dove applicabile

Proprietà	Riferimento	Requisiti
Massima resistenza a flessione	ISO 20795-1	≥ 65 MPa
Modulo a flessione	ISO 20795-1	≥ 2000 MPa
Stabilità del colore	ISO 10477	≤ 3 (CIELAB, dE)
Solubilità in acqua	ISO 20795-1	≤ 1.6 µg/mm ³
Assorbimento acqua	ISO 20795-1	≤ 32 µg/mm ³
Durezza Shore	ISO 48-4	n.a.
Viscosità (23 °C)	DIN 53019-1	n.a.
Massimo fattore di intensità	ISO 20795-1	≥ 1,9 MPa √m
Tenacità totale a frattura	ISO 20795-1	≥ 900 J/m ²

Biocompatibilità	
ISO 10993-1 ISO 10993-10	<i>Irritazione e sensibilizzazione ritardata</i>
	<i>Irritazione orale (buccale) primaria</i>
ISO 10993-1 ISO 10993-3	<i>Genotossicità, Cancerogenicità e Tossicità riproduttiva</i>
ISO 10993-1 ISO 10993-11	<i>Tossicità sistemica</i>
ISO 10993-1 ISO 10993-5	<i>Citotossicità</i>



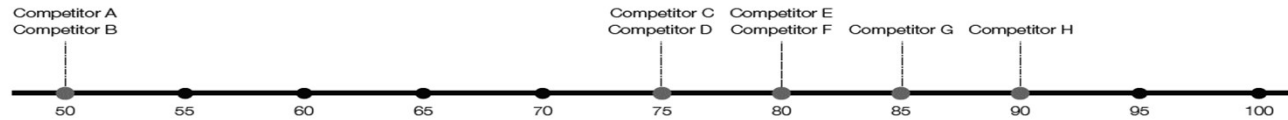
INTERPRETAZIONE DEI DATI TECNICI

Attenzione al riferimento usato

FLEXURAL MODULUS (MPa)



FLEXURAL STRENGTH (MPa)



Descrizione			SINERGIAGUIDE	A	B	C	D	E
Resistenza a flessione	ISO 20795-2	≥ 50 MPa	64 MPa		60-65 MPa	95 MPa	> 75 MPa	≥ 90 MPa
Modulo a flessione	ISO 20795-2	≥ 1500 MPa	1584 MPa		1510 - 1600 MPa	2660 MPa	> 1650 MPa	≥ 1900 MPa
Resistenza a flessione	ASTM 790	> 50 MPa		106 MPa	100 - 110 MPa			
Modulo a flessione	ASTM 790	> 1500 MPa		2400 MPa	2300 - 2400 MPa			

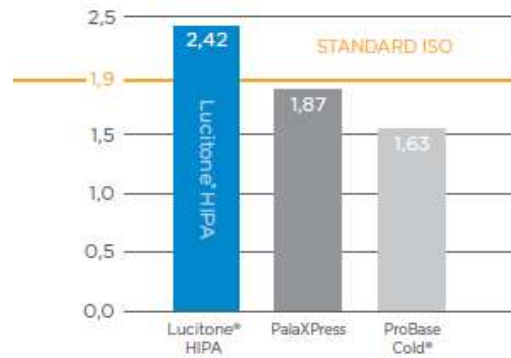
MATERIALI TRADIZIONALI COME «GOLD STANDARD»

Esempio resina per basi per protesi

Proprietà	Riferimento	Requisiti	SINERGIADENTURE	Dentsply Sirona Lucitone HIPA	Kulzer PalaXtreme
Massimo fattore di intensità degli sforzi	ISO 20795-1	≥ 1.9 MPa √m	3.2 MPa √m	2.42 MPa √m	2.39 MPa √m
Tenacità totale alla frattura	ISO 20795-1	≥ 900 J/m ²	1700 J/m ²	1378 J/m ²	1128 J/m ²



Resistenza alla frattura²
Fattore di massima intensità degli stress uguale o superiore a 1,9 MPa/m^{1/2}



Carico di rottura²
Carico di rottura complessivo superiore a 900 J/m²

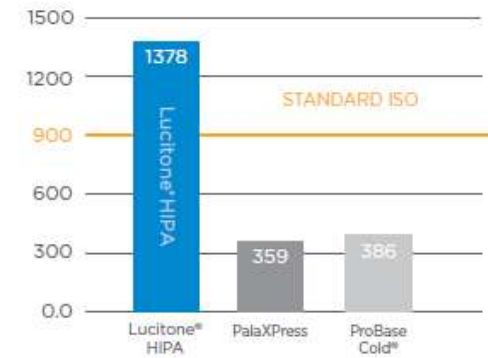


Fig. 1: Estratto di «Depliant_Lucitone_HIPA Rev. 10-2017» di Dentsply Sirona

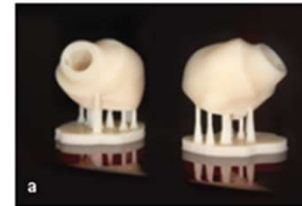
RESINE 3D PER CORONE E PONTI: esempio SINERGIA TEMP

1. Destinazione d'uso: provvisorio a lungo termine



[1] La cementazione: parametro determinante per il successo

Lankes V, Reymus M, Liebermann A, Stawarczyk B. Bond strength between temporary 3D printable resin and conventional resin composite: influence of cleaning methods and air-abrasion parameters. Clin Oral Investig. 2023 Jan;27(1):31-43. doi: 10.1007/s00784-022-04800-7



Provvisorio a lungo termine stampato con SINERGIA TEMP



Provvisorio a lungo termine stampato con SINERGIA TEMP incollato su un T-Base [1]



Provvisorio a lungo termine avvitato su un impianto in sito per modellare i tessuti molli



Rimozione del restauro provvisorio dopo 12 settimane: la gengiva priva di infiammazioni e perfettamente modellata riflette l'eccellente compatibilità tissutale

Foto: Dr. Walter Denner (Fulda)

SINERGIA *TEMP* – doppia destinazione d’uso

2. Destinazione d’uso: denti per protesi



Protesi rimovibili

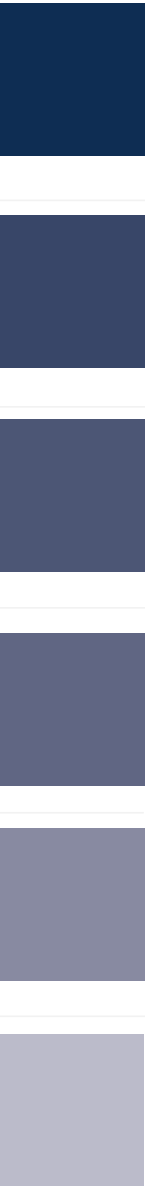


Protesi avvitate (es. Aesthetic Duo)



Protesi con attacchi (es. Combo Bar)

*Le foto sono solo a scopo esemplificativo e non sono oggetti stampati in 3D



3D RESINS PER CORONE E PONTI

3D RESINS	Destinazione d'uso	Riempitivi inorganici	Resistenza a flessione	Sforzo a flessione	Modulo a flessione
Nobil Metal <i>SINERGIATEMP</i>	provvisori a lunga durata denti per protesi	40 %	ISO 4049 112 MPa	ISO 178 169 MPa	ISO 178 5528 MPa
A	provvisori anteriori	20 %	ISO 10477 91 MPa	ISO 10477 113 MPa	ISO 178 2442 MPa
B	provvisori a lunga durata	26 %	ISO 10477 132 MPa		ISO 178 4417 MPa
C	corone singole permanenti, denti per protesi e provvisori	-	ISO 10477 > 100 MPa		ISO 10477 > 2799 MPa
D	corone singole permanenti, intarsi, onlays and faccette	30 - 50 %	116 - 150 MPa		4090 MPa
Composito Flow	restauri minimamente invasivi; Riparazione di restauri in composito fratturati; Cementazione adesiva di restauri indiretti [1]	37 - 53 %			

[1] Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. J Clin Diagn Res. 2015 Jun;9(6):ZE18-24. doi: 10.7860/JCDR/2015/12294.6129. Epub 2015 Jun 1. PMID: 26266238; PMCID: PMC4525629.

[2] Andreas Kessler, Marcel Reymus, Reinhard Hickel, Karl-Heinz Kunzelmann, Three-body wear of 3D printed temporary materials, Dental Materials, Volume 35, Issue 12, 2019, Pages 1805-1812

PROCESSO VALIDATO

L'intero flusso di lavoro

Stampante 3D
- Hardware / tipologia
- Parametri

Resina 3D

Metodo di lavaggio
- macchinario / metodo
- agente di pulizia
- parametri

Post-polimerizzazione
- Hardware / tipologia
- Parametri [1,2]

[1] Effect of 3D Printer Type and Use of Protection Gas during Post-Curing on Some Physical Properties of Soft Occlusal Splint Material

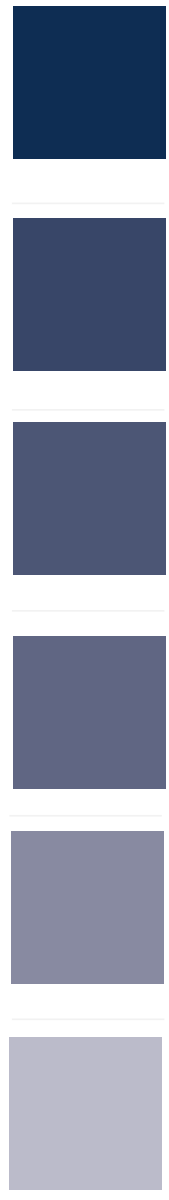
[2] 3D printing and post-curing optimization of photopolymerized structures: Basic concepts and effective tools for improved thermomechanical properties 3.3. The effect of post photo-curing time

ASIGA MAX		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	○	✓	✓
ASIGA MAX UV		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ASIGA PRO 2		✓	○	○	○	✓	✓	✓	✓	✓	✓	○	○	✓	✓	○	○	○	○	○	✓	✓
ASIGA PRO 4K		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SprintRay Pro 95		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MiiCraft Ultra		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MiiCraft Prime		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MiiCraft Profession 4K		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MiiCraft Alpha		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Organical X15		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Organical X1N		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
phrozen ShuffleSonic		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tab.1: esempio di elenco con stampanti validate



GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE!



NOBIL-MET
ALLOYS & DENTAL SOLUTIONS