

NANOCERAMICA PER L'INDUSTRIA



Relatore: Mauro Andreoli

Queste tecnologie sono nate e sviluppate a partire dalla metà degli anni novanta per applicazioni speciali nei settori aeronautico ed aerospaziale. La necessità primaria era di incrementare le qualità dei materiali base, aumentandone le caratteristiche generali rispetto alle condizioni standard degli stessi. A questo proposito nacque il progetto “**HNCF™**” (hard nano-ceramic finishing), con l’obiettivo di sviluppare “pellicole” o “strati” da apportare sulle superfici, che potessero veramente permettere di effettuare un salto di qualità ai componenti trattati, senza variarne le caratteristiche intrinseche. Dalla ricerca si sono ottenuti diversi “layers” nanostrutturati che conferiscono ai componenti trattati caratteristiche superficiali molto più performanti rispetto alle condizioni base. Le caratteristiche acquisite dalle superfici e quindi dai componenti sono molteplici soprattutto alla riduzione/eliminazione delle principali cause di seguito elencate:

Usura	Erosione	Sfondamento
Corrosione	Abrasione	Cavitazione
Tensocorrosione	Microcriccatura	Biocompatibilità Alimentare
Grippaggio	Pirocriccatura	Biocompatibilità Umana
Incollaggio	Shock Termico	Bioneutralità
Attrito	Tenuta a pressione	Sterilizzazione
Scorrimento	Rottura	



I componenti “nanoceramizzati” con le tecnologie **HNCF™**, aumentano in maniera considerevole la durezza superficiale (fino a quasi 9 volte superiore alla cromatura dura), oltre che per la gran parte permettono la preservazione dagli agenti corrosivi ed ossidanti presenti in natura, hanno un bassissimo coefficiente d’attrito (fino ad una riduzione del -60÷85% rispetto al corrispettivo non trattato), una forte resistenza termica (per alcuni tipi di nanoceramica fino a temperature di oltre 1.000°C).

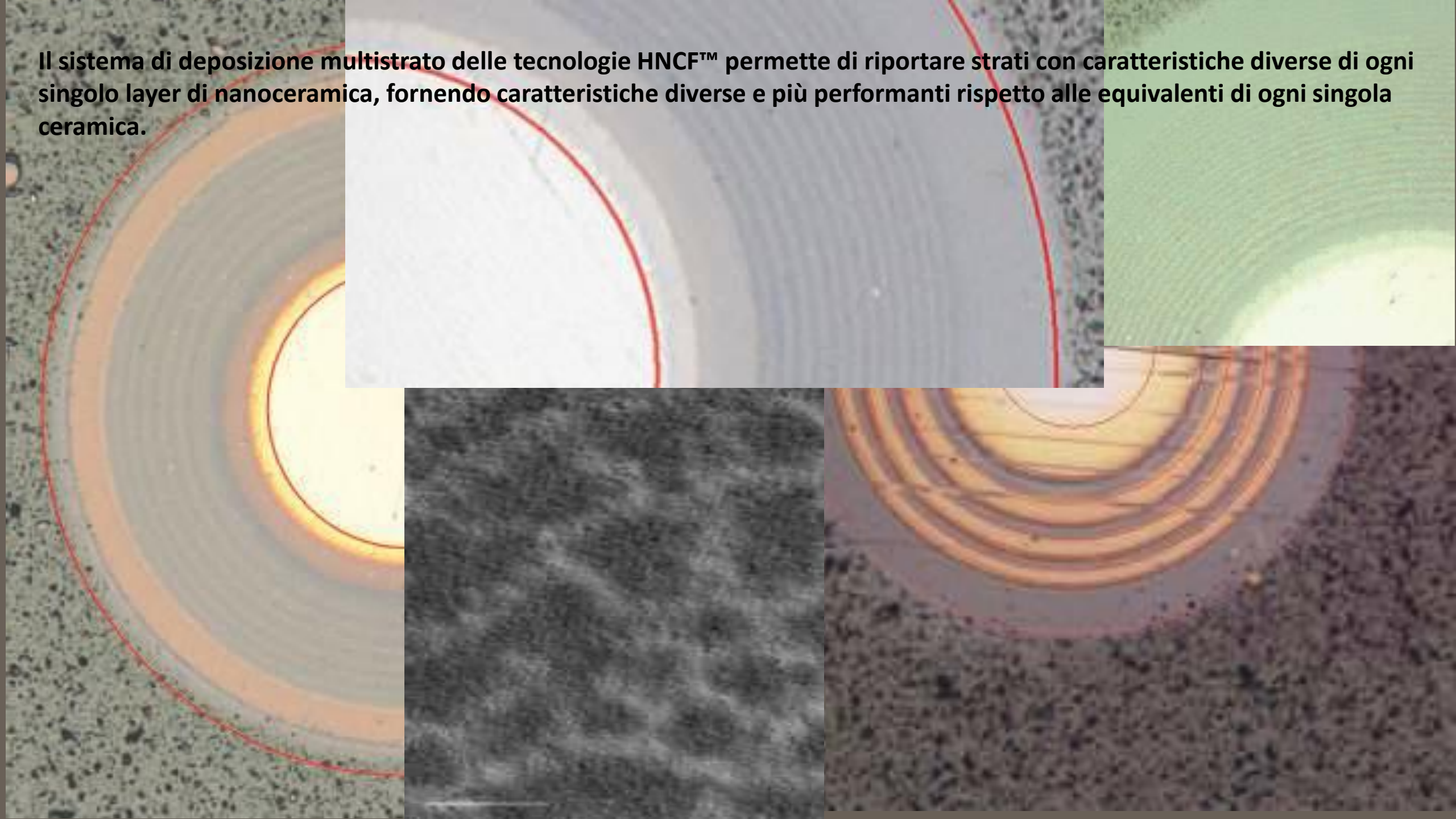
- ☐ OTTIMA RESISTENZA CHIMICA E AGLI AGENTI ATMOSFERICI
- ☐ BUONA RESISTENZA ALLA CORROSIONE/INGIALLIMENTO
- ☐ BUONA RESISTENZA ALL’UMIDITA’ E RAGGI ULTRAVIOLETTI
- ☐ CONFERISCE BUONE CARATTERISTICHE MECCANICHE
- ☐ RESISTENTISSIMI ALL’ATTACCO DI LUBRIFICANTI O CARBURANTI

Conferiscono inoltre una maggior produttività al componente trattato e per alcuni anche la biocompatibilità col corpo umano e gli alimenti (per una perfetta chiusura dei pori del materiale a livello molecolare, riducendone la formazione di germi e batteri).

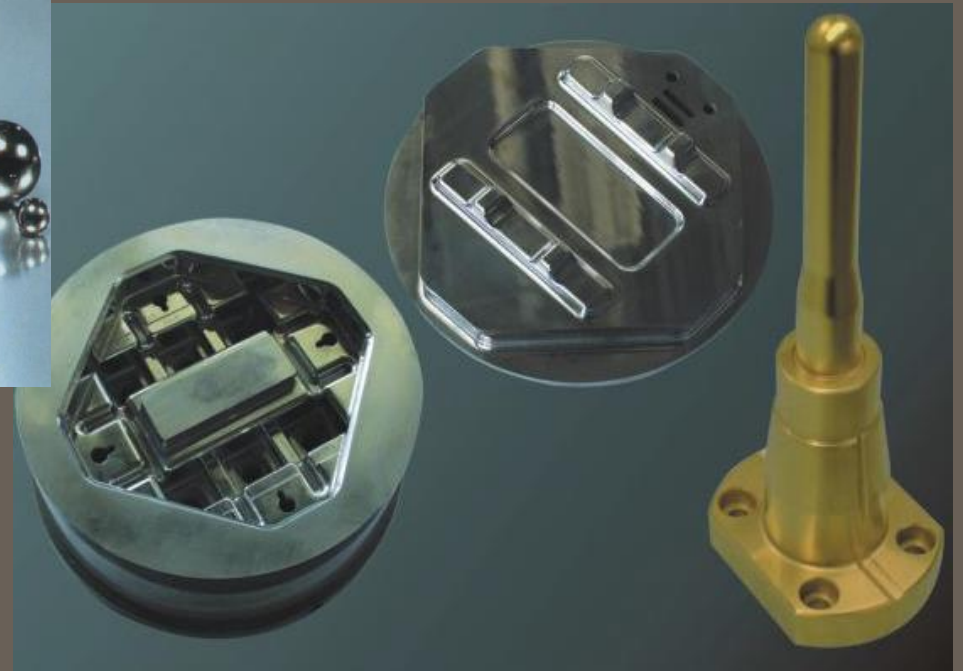


I vantaggi dell'applicazione di queste tecnologie stanno nel fatto che gli strati nanoceramici depositati, non hanno nessun tipo di legante tra le particelle, ma si fondono per impatto col materiale base dei componenti trattati.

Il sistema di deposizione multistrato delle tecnologie HNCF™ permette di riportare strati con caratteristiche diverse di ogni singolo layer di nanoceramica, fornendo caratteristiche diverse e più performanti rispetto alle equivalenti di ogni singola ceramica.



Le nanoceramiche HNCF™ si dividono attualmente in due branchie o versioni: nella prima “branchia” gli spessori raggiungono valori variabili in accrescimento tra gli $1,8\div 26\text{ }\mu\text{m}$. per parete, questo a seconda del tipo di operatività che avranno i pezzi trattati, senza alterarne le caratteristiche base e quasi mai la dimensionalità.



Nella seconda definita “OXID-TT”, viene applicata solo(per ora) per le leghe leggere come l’Alluminio ed in alcuni casi il Magnesio; interagisce col materiale base miscelandosi ed integrandosi nella struttura, formandone una “crosta” o meglio una corazza con caratteristiche superficiali di durezza e resistenza all’abrasione notevolmente più elevate del materiale stesso(fino a $7\div 9$ volte più duro sul cristallo di Alluminio).



Gli spessori che si raggiungono tra trasformazione($\sim 50\div 55\%$) della struttura e successivo accrescimento ($\sim 45\div 50\%$), sono riscontrabili in un range di misura che varia tra i $28\div 110\text{ }\mu\text{m.}/\text{parete}$. In questa versione la tecnologia tende a chiudere maggiormente la strutturalità dei “pori” rendendo il materiale stesso resistente agli agenti corrosivi ed ossidanti presenti in natura.



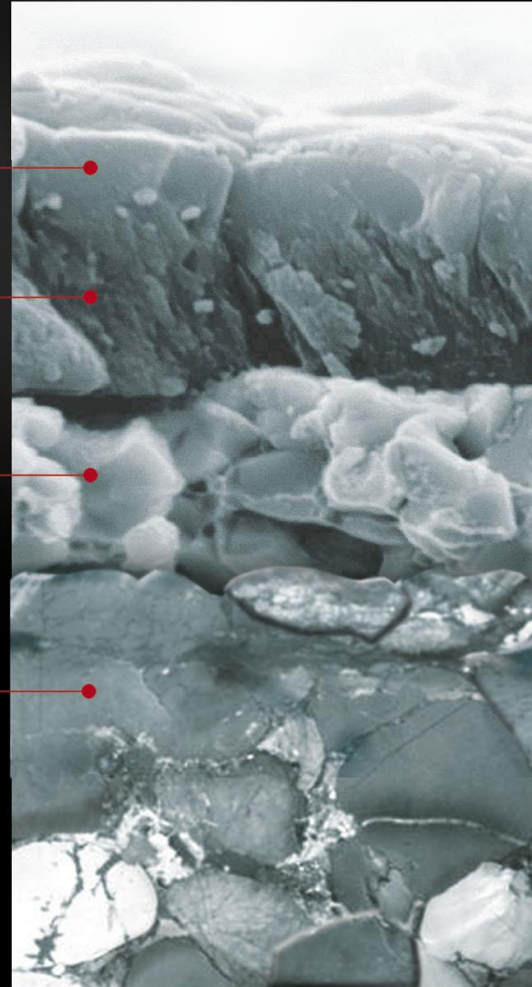
Nell'immagine seguente si vede molto bene come cambia la strutturalità molecolare delle tecnologie **HNCF™** (ceramiche e nanoceramiche), equiparate a tecnologie tradizionali considerate ad oggi avanzate. Tra queste troviamo i depositi metallici PVD (Physical Vapor Deposition) o la strutture degli Acciai o Superrapidi (HSS – High Speed Steel) sinterizzati a caldo con la tecnologia delle polveri(HIP):

HNCF - NANOCERAMIC

HNCF - CERAMIC

PVD

HSS (basic material)



VANTAGGI

Le “nanoceramiche” **HNCF™** hanno contribuito a risolvere parecchie problematiche nei comparti produttivi industriali.

Nel dettaglio possiamo riassumere i principali vantaggi derivanti da esse in:

- MAGGIOR DENSITÀ E COESIONE MOLECOLARE.
- MINOR SPAZIO INTERSTIZIALE TRA GLI ELEMENTI.
- MAGGIOR LONGEVITÀ DEI COMPONENTI NANOCERAMIZZATI.
- BASSO STRESS STRUTTURALE.
- OTTIMA RESISTENZA ALLA CORROSIONE/OSSIDAZIONE/ABRASIONE.
- ALTISSIMA DUREZZA SUPERFICIALE 2.950÷7.100 HV.
- FORTE RESISTENZA TERMICA TRA I 700°÷1.250°C.
- BASSISSIMO COEFFICIENTE DI ATTRITO.
- BASSA CONDUTTIVITÀ E RIFLETTENZA.
- ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO CON LUBRIFICAZIONE MINIMALE(MQL).
- ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO A SECCO.

CAMPI APPLICATIVI

I settori dove vengono applicate maggiormente le tecnologie nanoceramiche **HNCF™** sono riportati nella tabella sottostante:

UTENSILERIA	AUTOMOTIVE	MECCANICO	METROPOLITANE
STAMPI & MATRICI	MOTOCICLISTICO	CHIRURGICO	NUCLEARE
NAUTICO	PETROLCHIMICO	DENTALE	GIOIELLERIA
NAVALE	ENERGETICO	ORTOPEDICO	OROLOGERIA
AERONAUTICO	ELICOTTERISTICO	BIOMEDICO	OCCHIALERIA
AEROSPAZIALE	CHIMICO	AGRICOLO	FASHION
CICLISTICO	AMBIENTALE	BUS & TRENI	

MATERIALI

Le tecnologie nanoceramiche **HNCF™** sono depositabili su una vasta gamma di materiali.

Si consiglia sempre di avere come base un buon “supporto di spinta” da fornire alle “nanoceramiche” onde evitare uno sfondamento delle stesse e conseguente microfratturazione e sfogliamento della nanoceramica.

Nel dettaglio nella tabella sottostante, vediamo i materiali che possono essere nanoceramizzati con le due principali versioni delle tecnologie HNCF™:

DEPOSIZIONE SUPERFICIALE		DEPOSIZIONE STRUTTURALE + SUPERFICIALE
FERRO	VETRO	ALLUMINIO
ACCIAIO	DIAMANTE	MAGNESIO
ACCIAIO INOX	RUBINO	
METALLO DURO	ORO	
CERMET	ARGENTO	
TITANIO	PLATINO	
ALLUMINIO	ABS	
OTTONE	PLASTICA	
RAME	BERILLIO	
CROMO	CARBOCERAMICA (NERA- VERDE)	
MAGNESIO	CERAMICA (BIANCA-GRIGIA)	
ALPACCA	NITRURO DI SILICIO (GRIGIO)	

TABELLA COMPARATIVA CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE.

Per una maggior comprensione delle caratteristiche chimico-fisiche delle principali tecnologie nanoceramiche HNCF™, riportiamo una tabella comparativa con alcune delle tecnologie standard presenti attualmente sul mercato e comunemente utilizzate in modo da avere un quadro indicativo delle potenzialità di questi depositi nanostrutturati, tenendo presente che le “basi” su cui poggiano queste tecnologie sono preferibilmente gli Acciai in generale, gli Inossidabili(INOX), il Titanio, i Metalli Duri e le Ghise, oltre alle Leghe Leggere come l’Alluminio ed il Magnesio:

	BRUNITURA	CROMATURA DURA	PVD	HNCF™	OXID-TT OXIMYL
Thickness (µm.)	Std.	800	1 ÷ 10	2 ÷ 26	45 ÷ 110
Hardness (HV)	0	975	1.100 ÷ 3.850	3.100 ÷ 7.100	560 ÷ 2.100
Corrosion Resistance (h)	20	55 ÷ 110	22	75 ÷ 300	1.100 ÷ 2.500
T°max. work (°C)	Std.	?	480° ÷ 800°	695° ÷ 1.250°	n.d.
Friction coefficent	1	1	0,35 ÷ 0,60	0,10 ÷ 0,27	n.d.

I valori sopra riportati per le tecnologie nanoceramiche HNCF™, sono stati testati e forniti da laboratori e centri di analisi secondo le normative militari “MIL 3301C” e “MIL STD 810F” e la normativa civile “ASTM B117”.



Esistono altre tecnologie a base nanoceramica in fase di sviluppo che verranno approfondite prossimamente. Le ricordiamo soltanto in questo elenco:

DEPOSIZIONE SUPERFICIALE “CERAMICA GOMMATA”(10÷50 µm.) (pigmentabile)

DEPOSIZIONE SUPERFICIALE “GUNTEK+RESOX” (28÷110 µm.) (pigmentabile)

TECNOLOGIA DEL CARBONIO RICICLATO “TNT-CARBON” E FIBRE DI VETRO-ARAMIDICHE + HNCF™ (70÷2.000 gsm)

Per i campi applicativi visti sopra, si elencano alcuni dei principali componenti che vengono abitualmente nanoceramizzati con le tecnologie HNCF™:

UTENSILERIA Frese, Punte, Maschi, Alesatori, Inserti, Brocche.

STAMPI/MATRICI Stampi, Matrici e Punzoni per Imbutitura, Coniatura, Stampaggio, Estrusione.

NAUTICO/NAVALE Alberi, Timoni, Eliche, Corrimano, Winch, Sovrastrutture, Motori, Leveraggi.

AERONAUTICO Ingranaggi, Componenti Motore, Alberi, Rotori, Turbine, Superfici Alari, Longheroni.

DIFESA Armi leggere e pesanti, componentistica e leveraggi, Involucri per uso marino.

CICLISTICO Deragliatori, Corone, Pignoni, Telai, Pedaliere.

AUTOMOTIVE Ingranaggi, Alberi, Valvole, Bilancieri, Forcelle, Steli, Parti Motore, Iniettori, Pedaliere.

PETROLCHIMICO Valvole, Seggi di tenuta, Sedivalvole, Sfere, Tubi e Raccordi.

ENERGETICO Componentistica in generale.

ELICOTTERISTICO Rotori, Ingranaggi, Strutture portanti, Lamierati.

CHIMICO Contenitori, Involucri.

MECCANICO Palette per Turbine, Cuscinetti, Componentistica in generale.

CHIRURGICO Strumenti Chirurgici, Protesi, Bisturi, Componenti Strutturali.

DENTALE Scheletrati, Ponti dentali, Perni, Curettes.

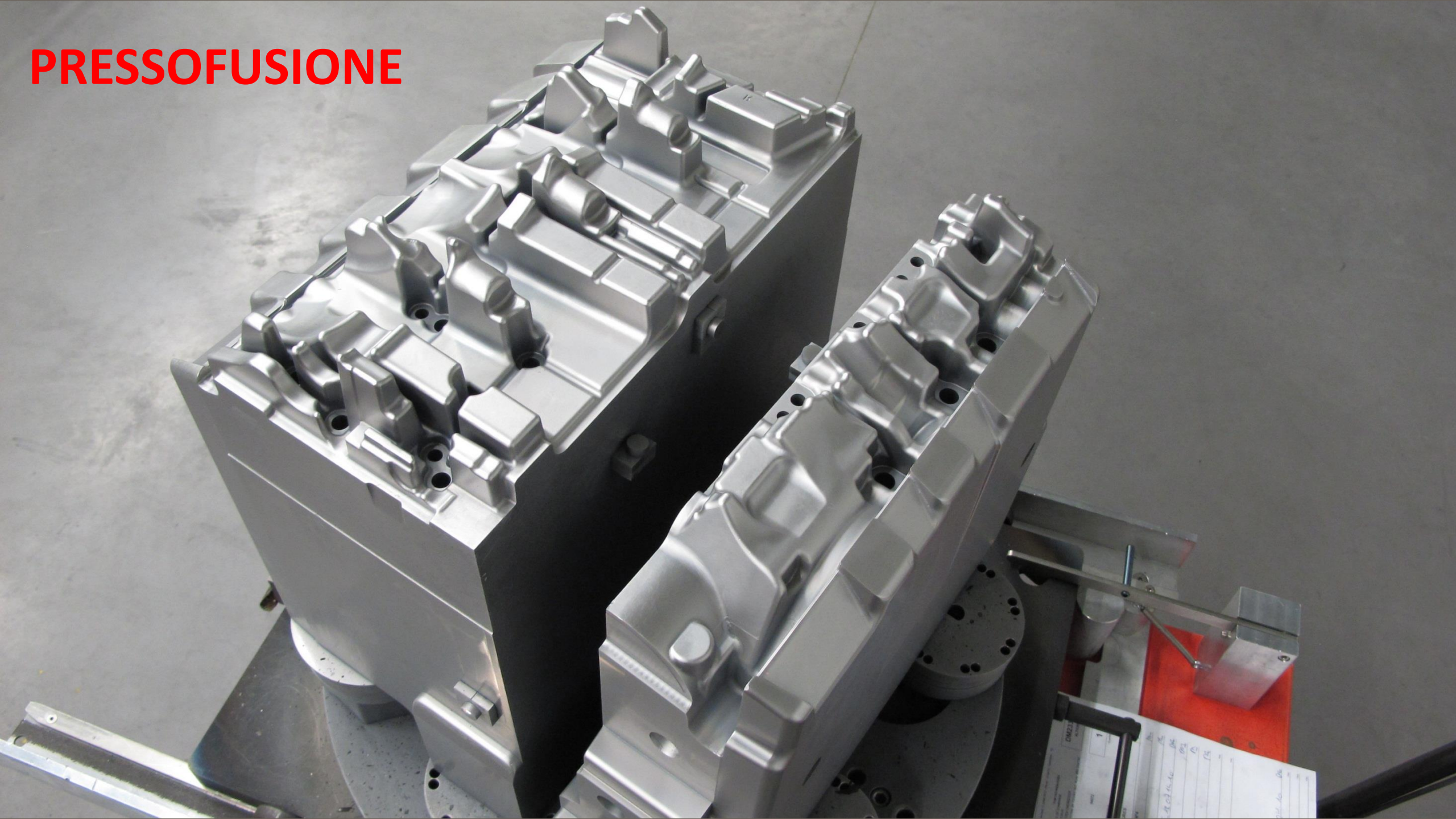
GIOIELLERIA Braccialetti, Anelli, Monili, Collane.

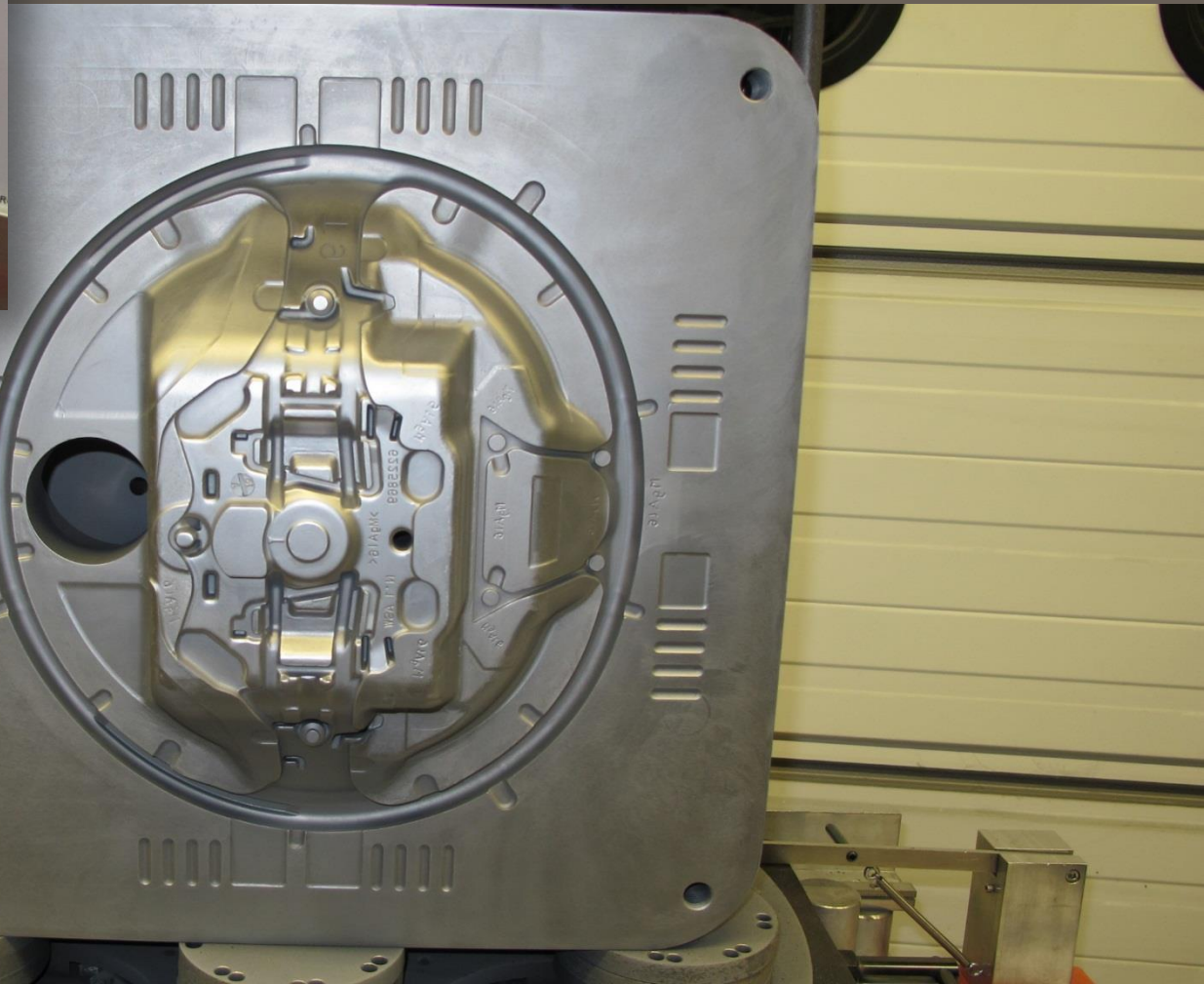
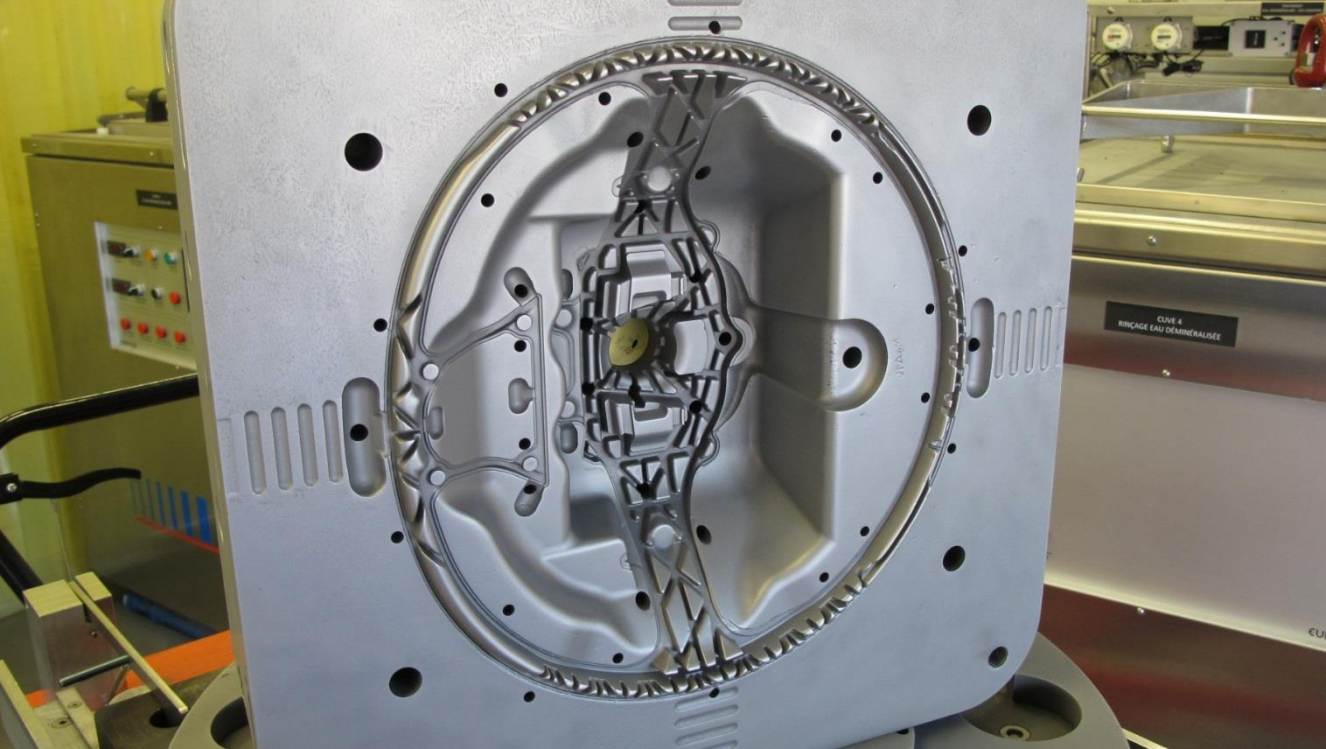
OROLOGERIA Casse, Fondelli, Lunette, Ghiere, Ardiglioni, Levette, Ingranaggi.

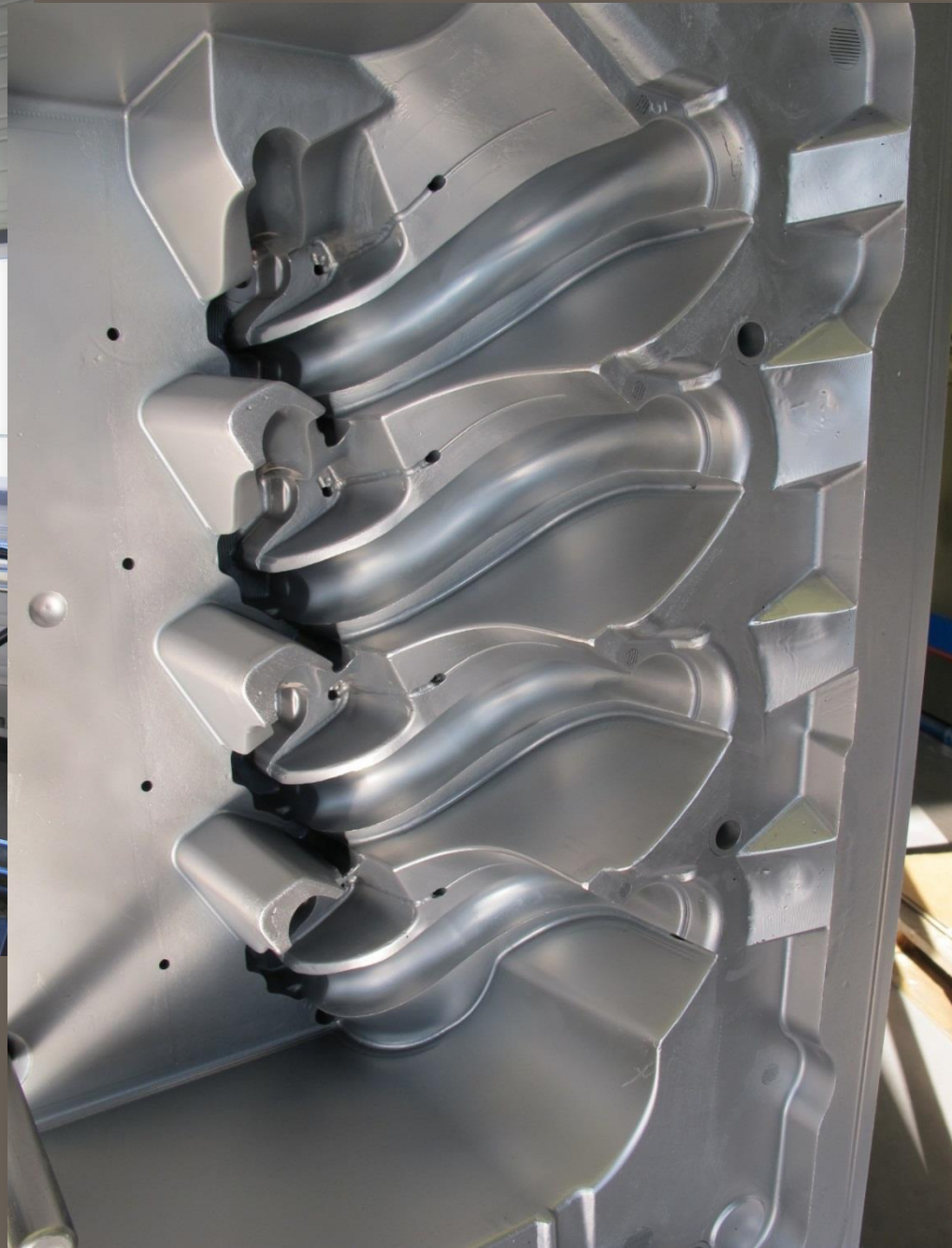
OCCHIALERIA Montature, Lenti.

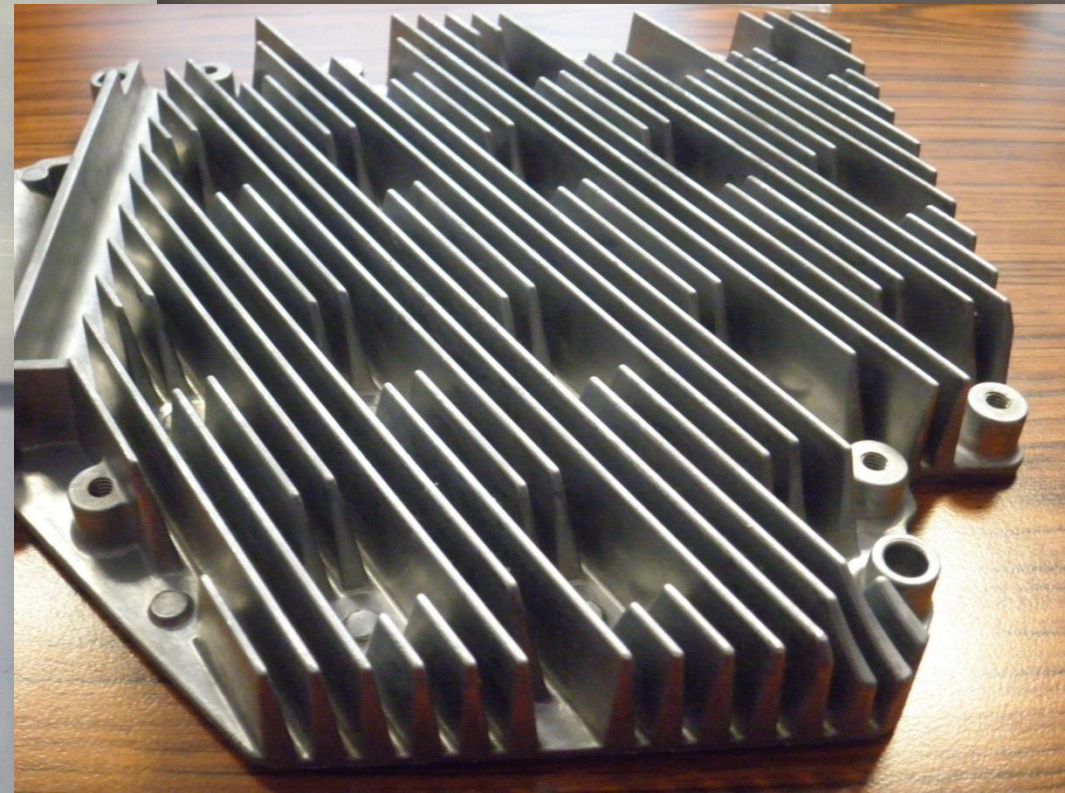
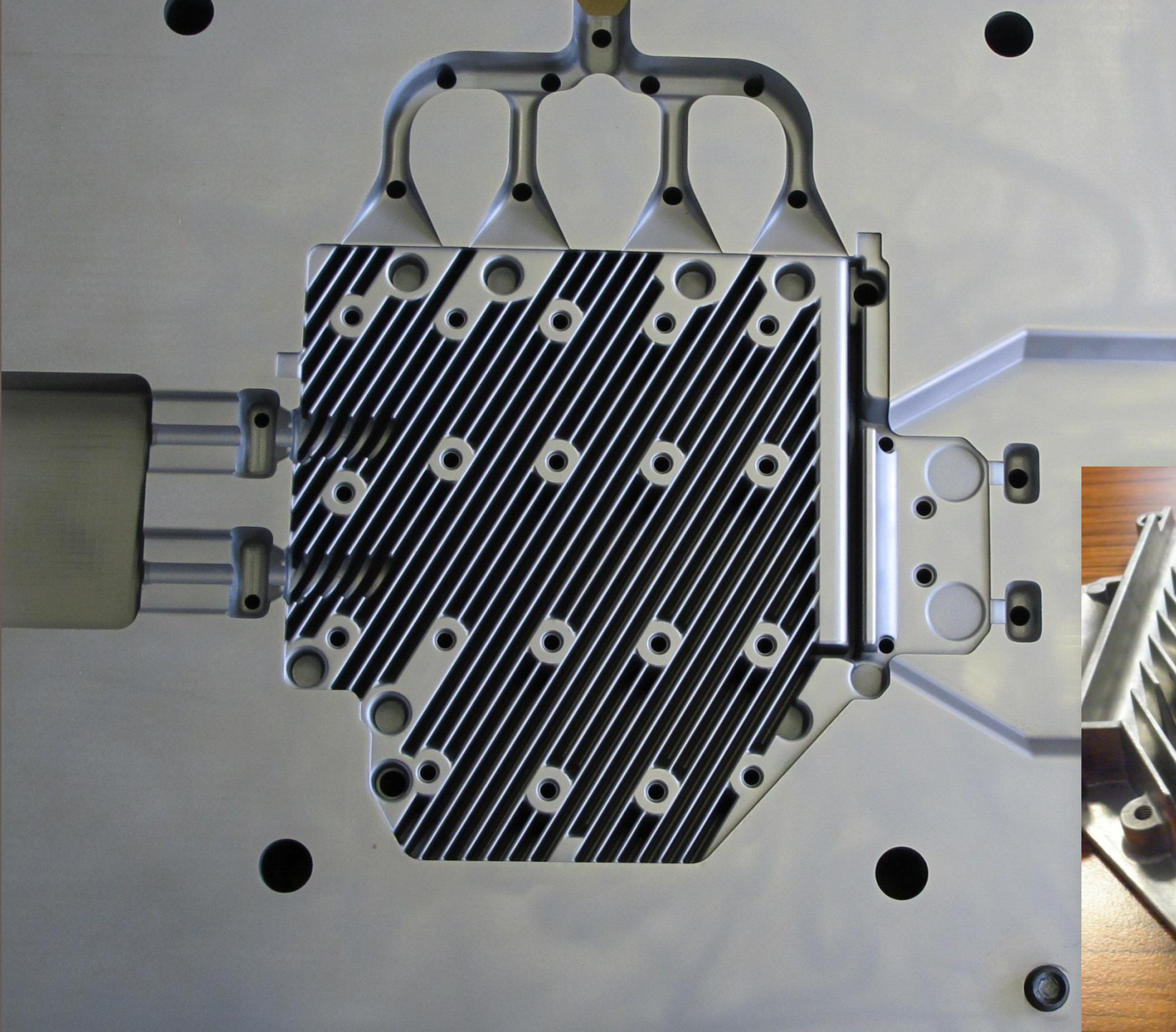
FASHION Accessori moda. Coltelli, Scarpe, Bicchieri, Cristalli, Vetri.

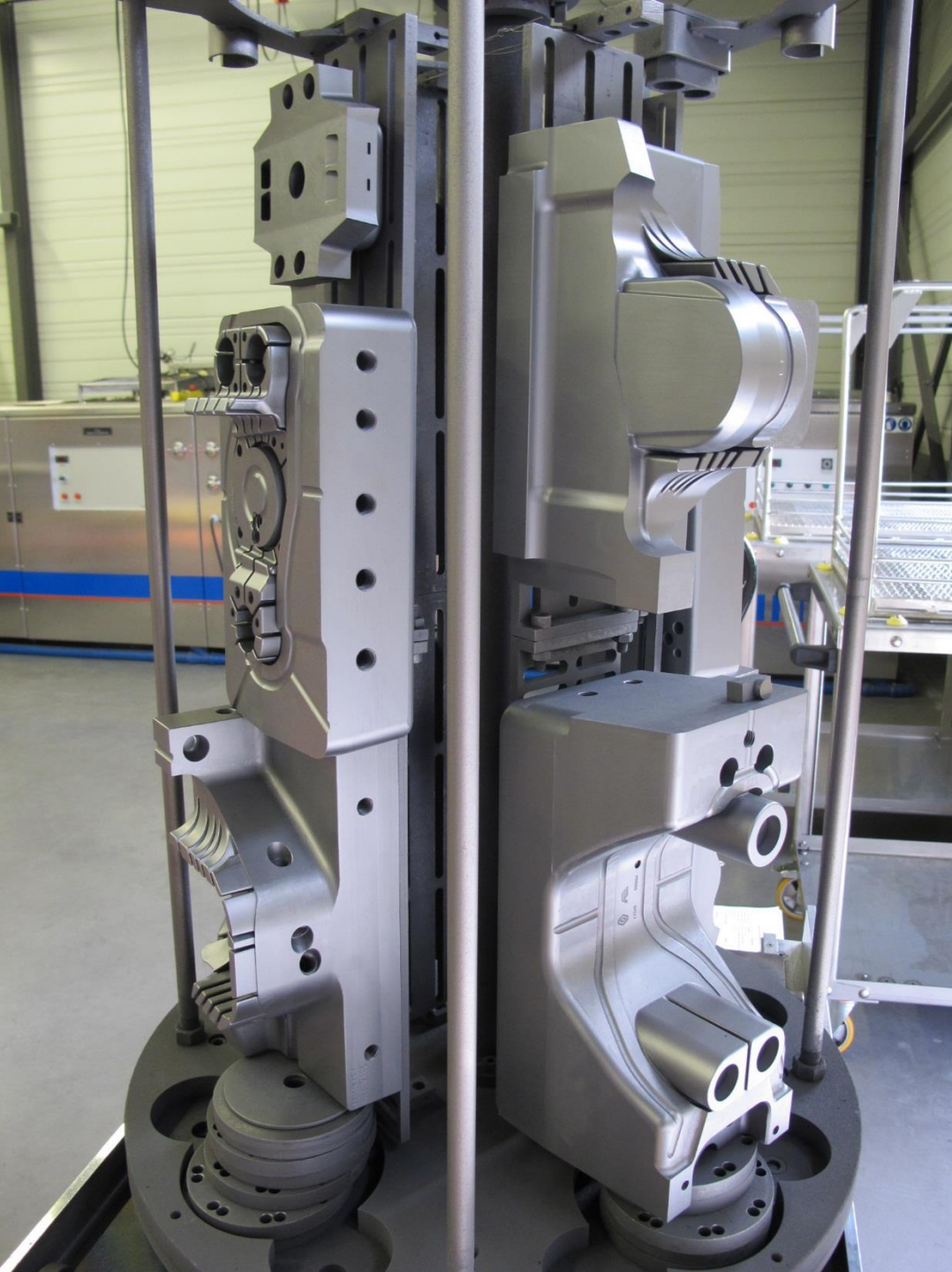
PRESSOFUSIONE







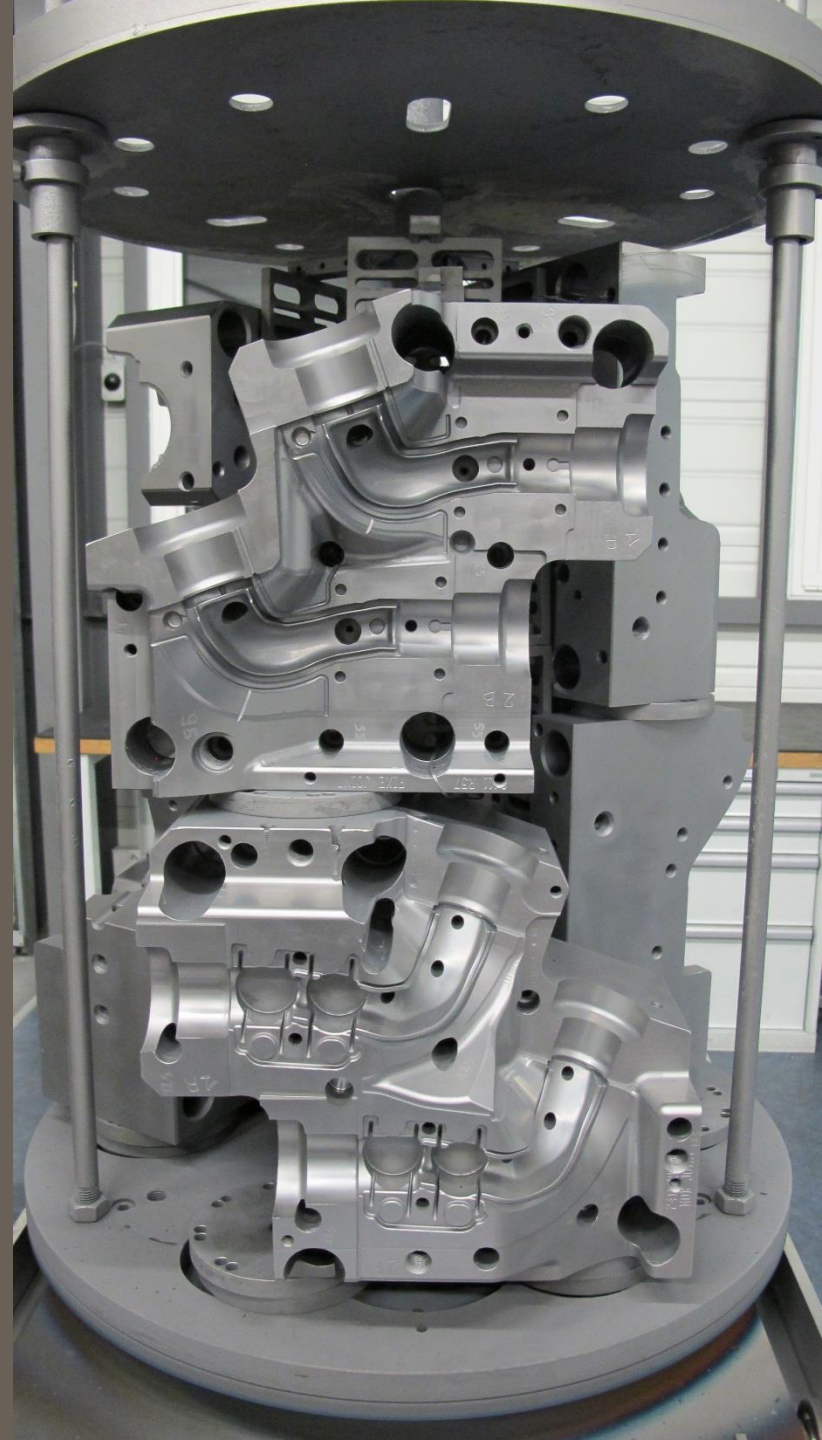


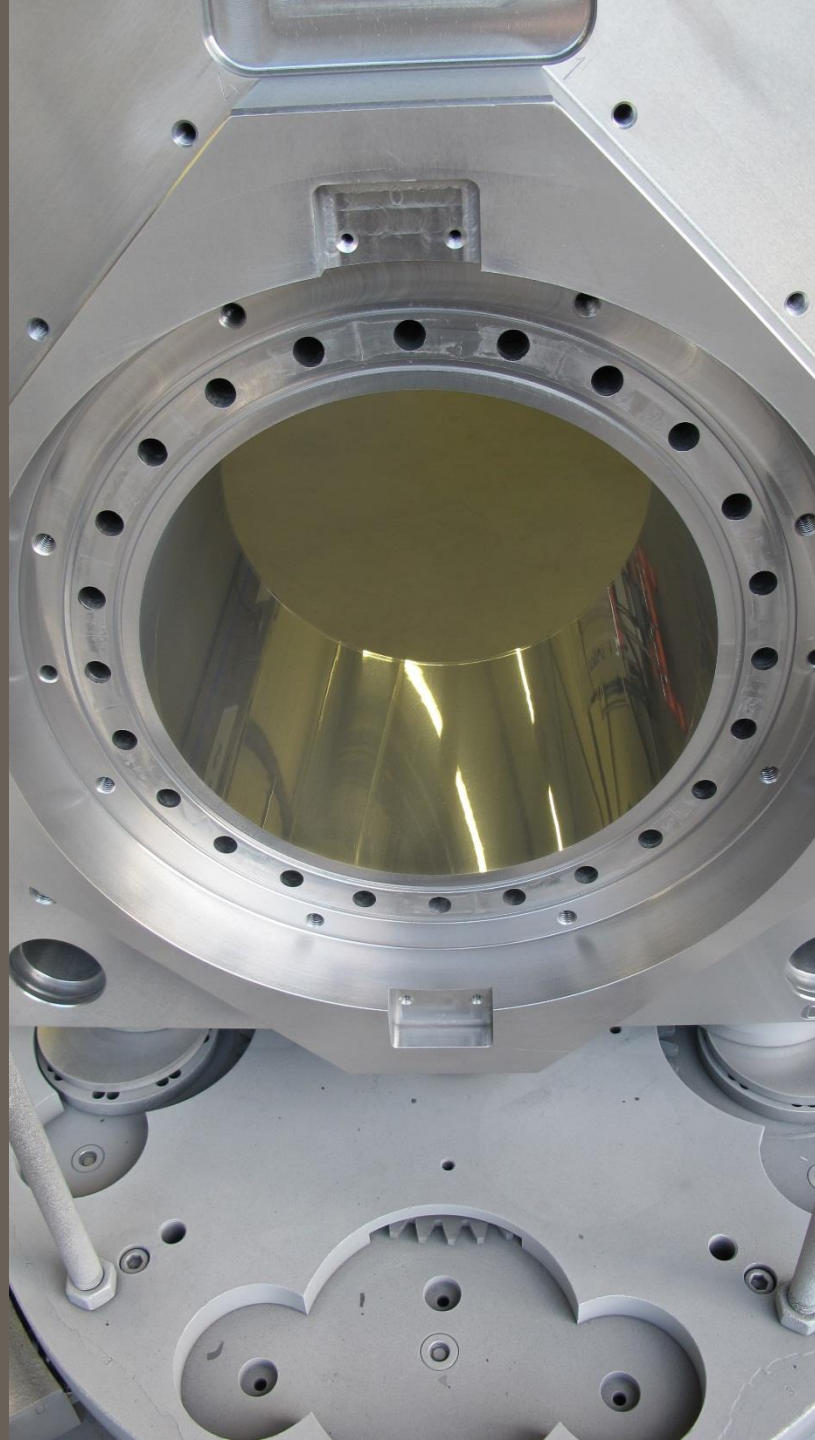
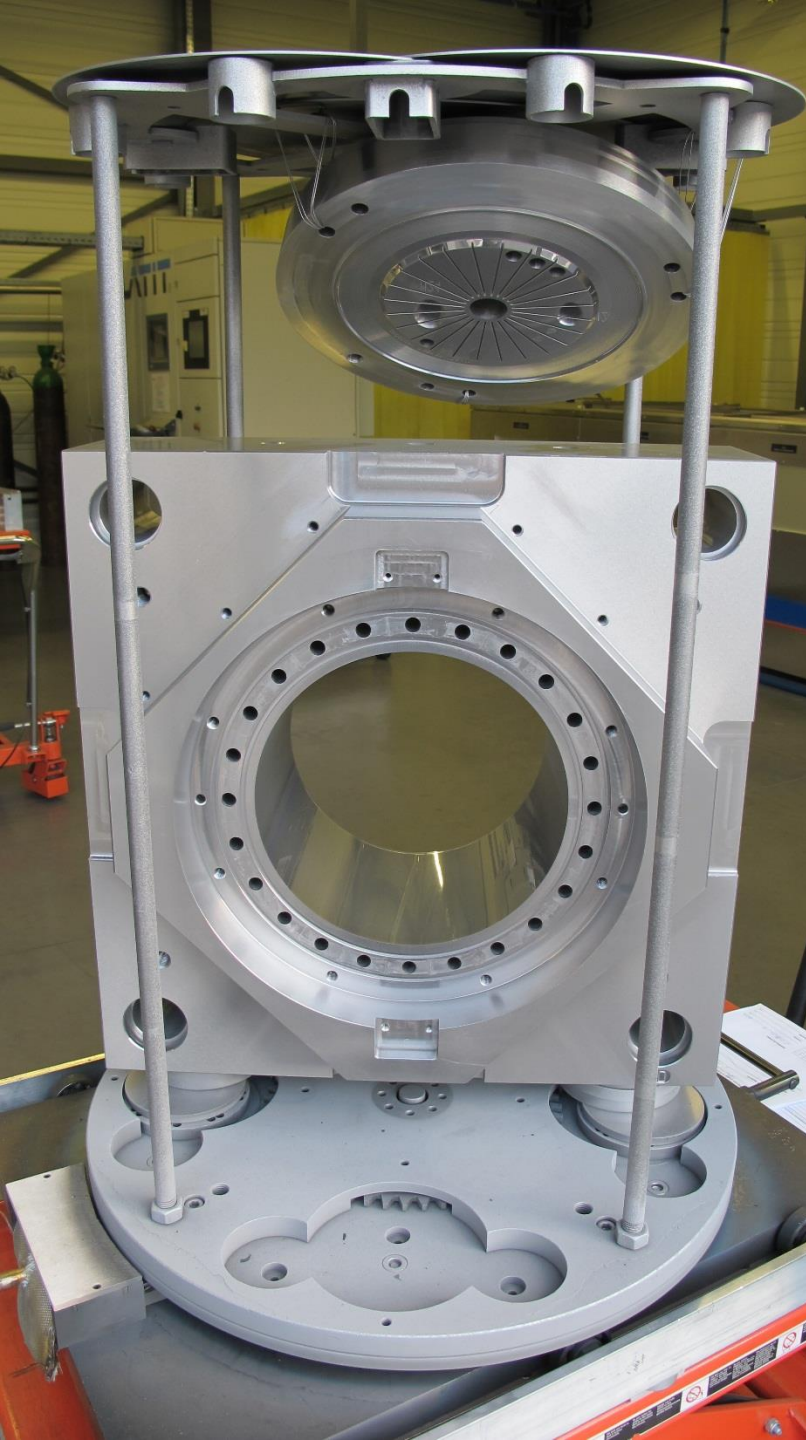


S
T
A
M
P
A
G
G
I
O

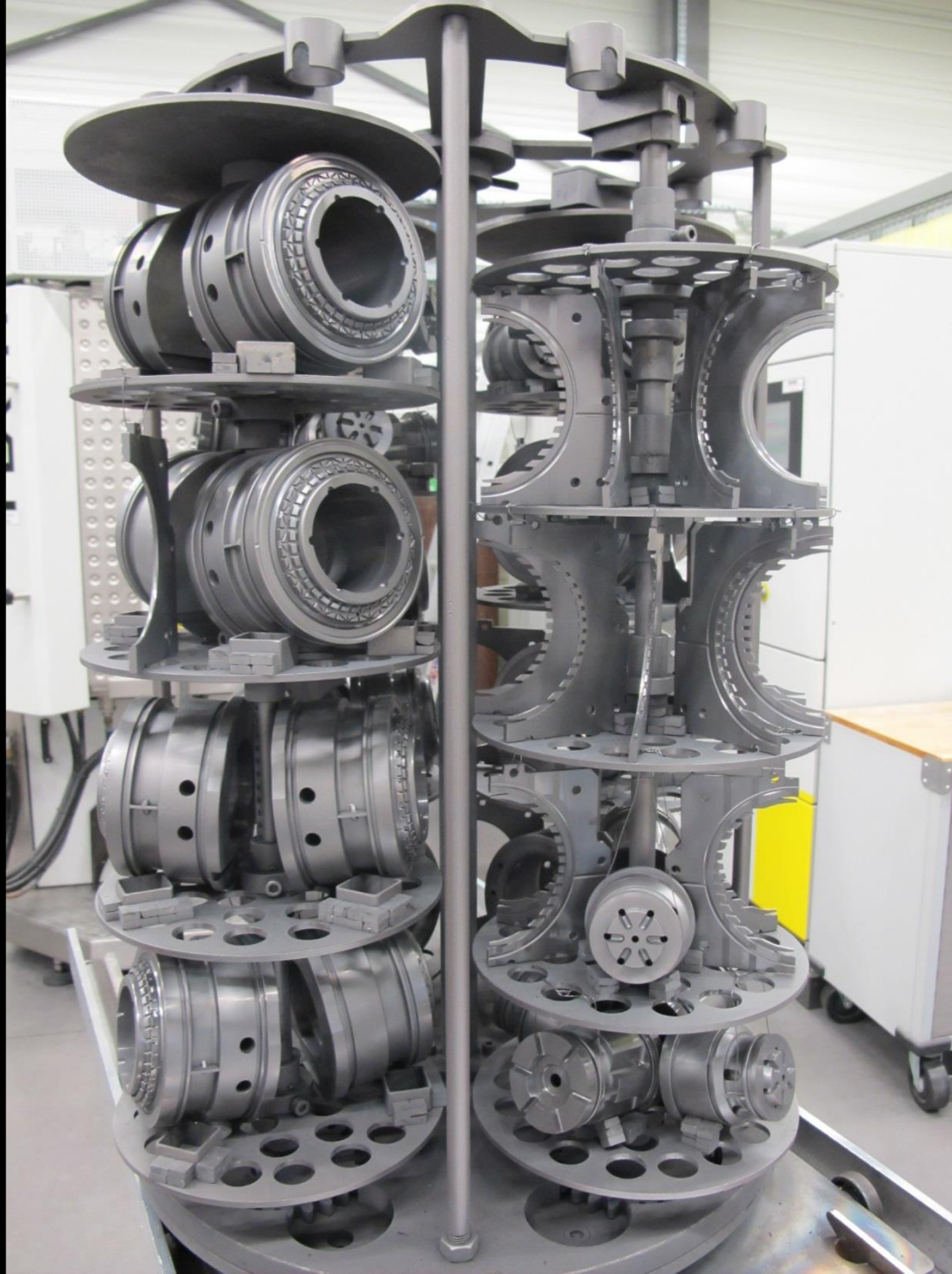
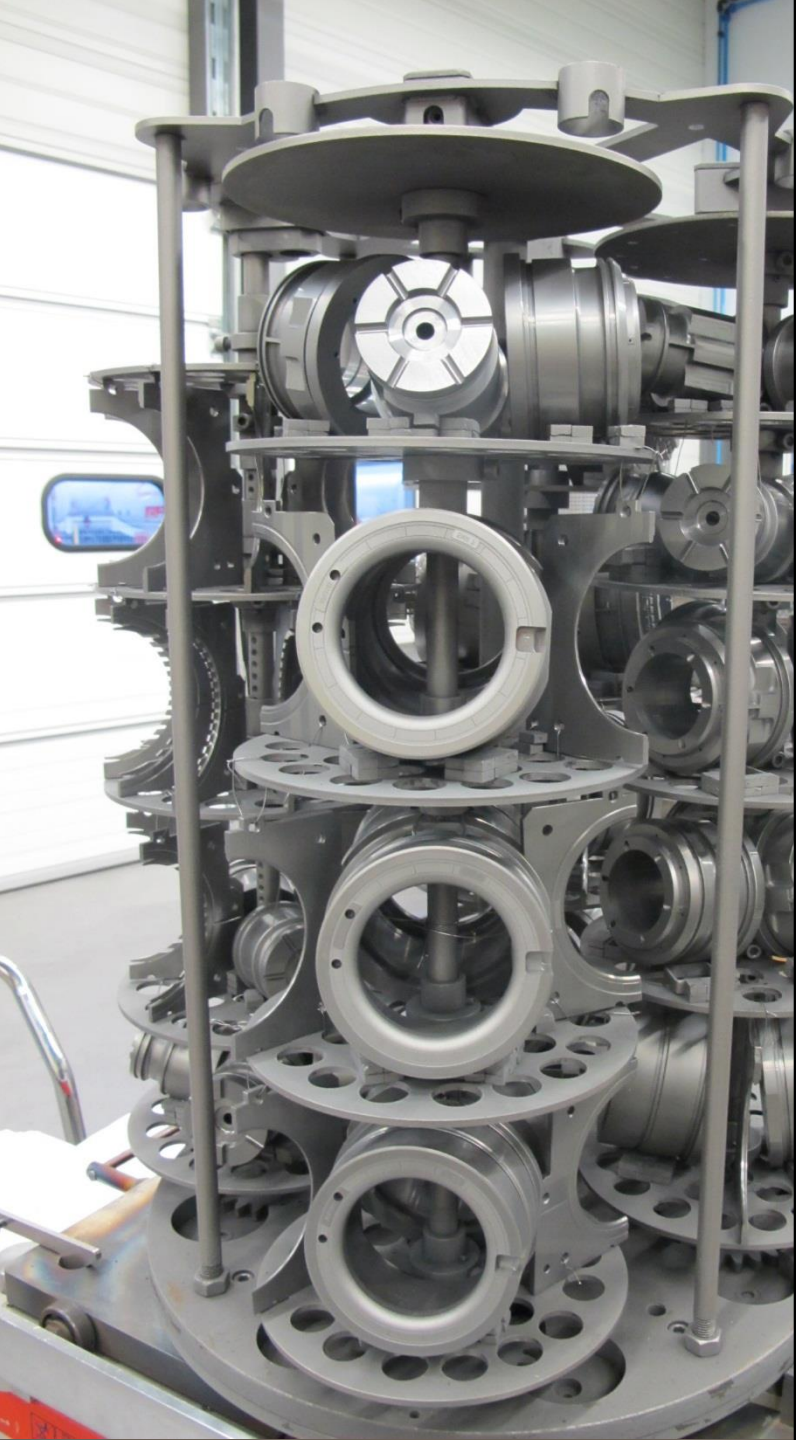
M
A
T
E
R
I
E

P
L
A
S
T
I
C
H
E

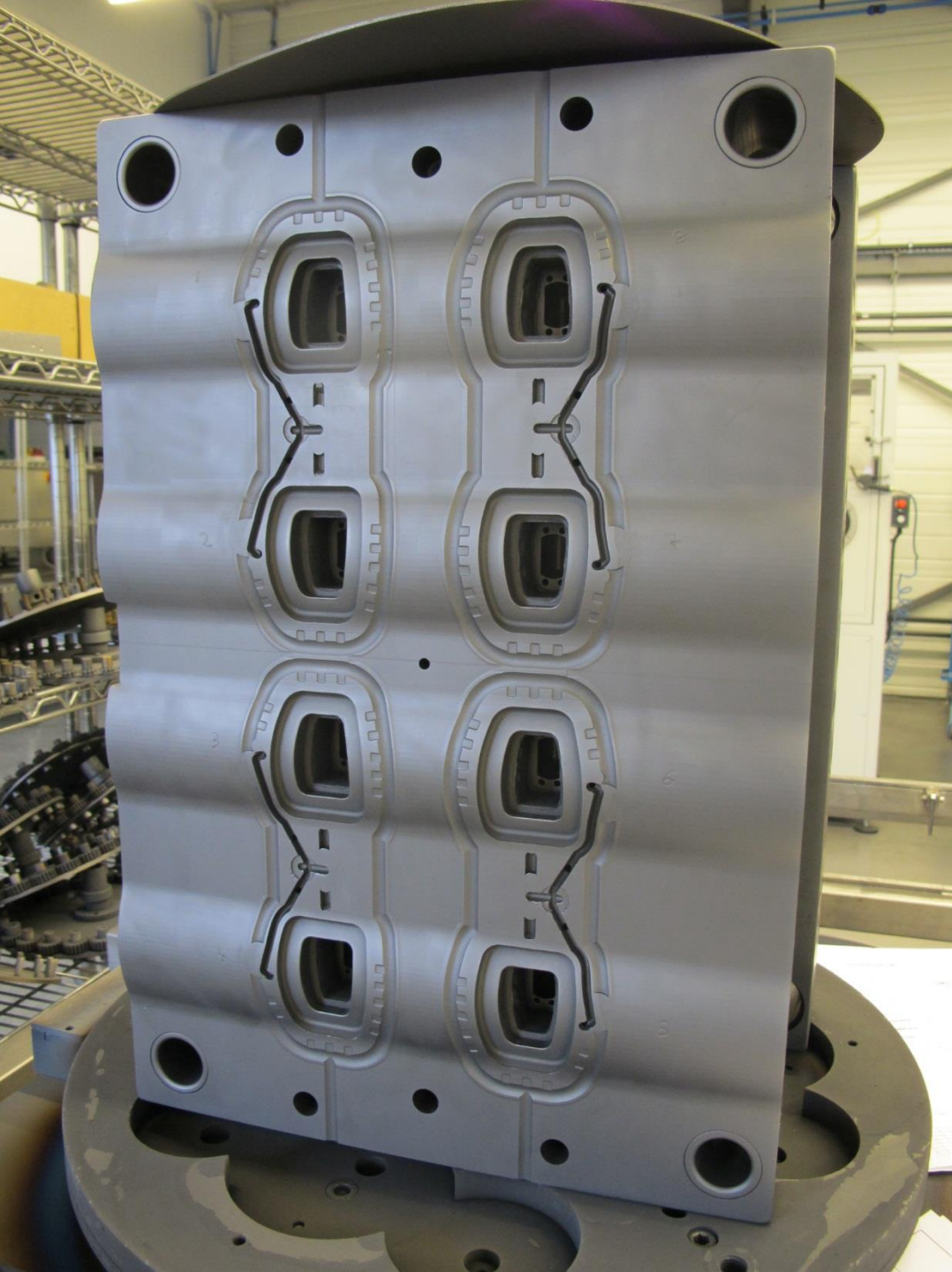








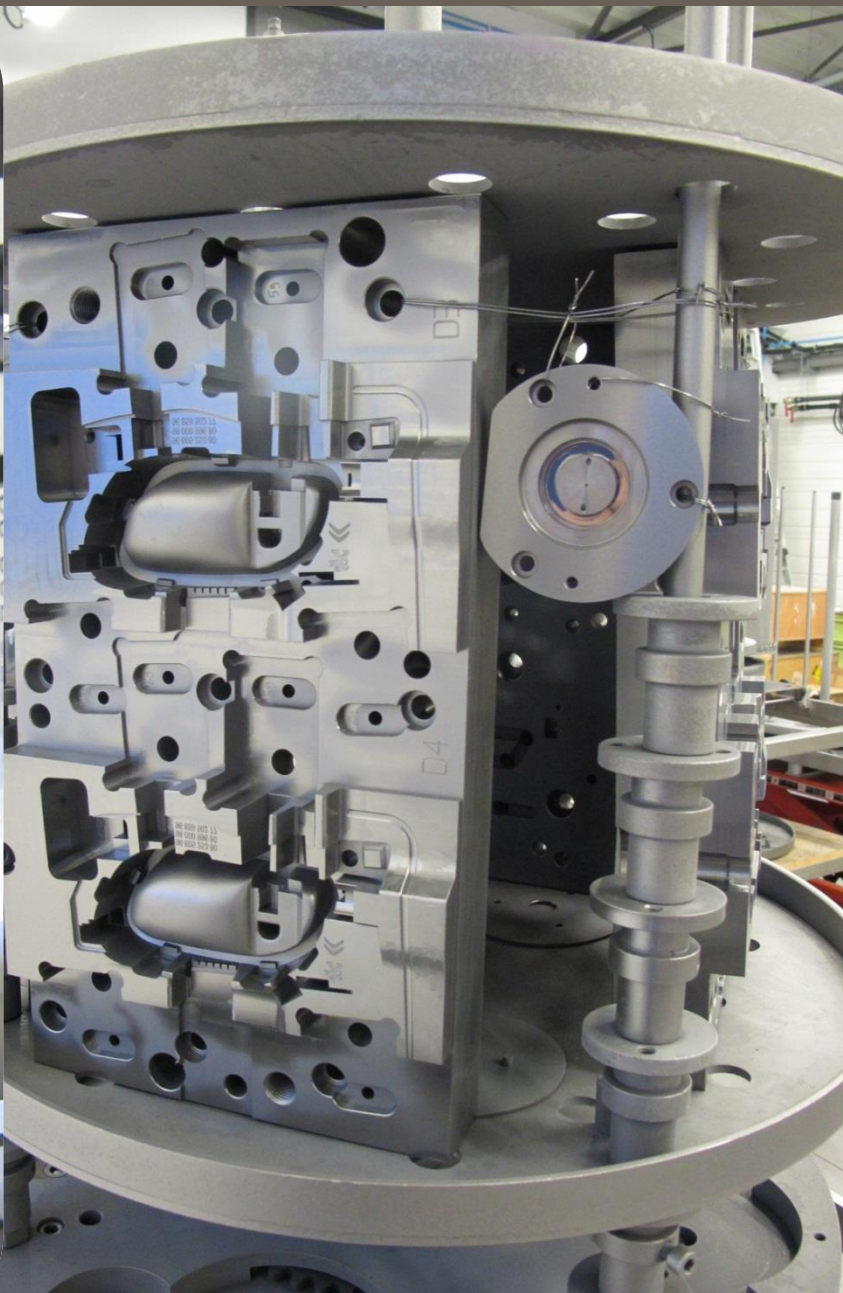
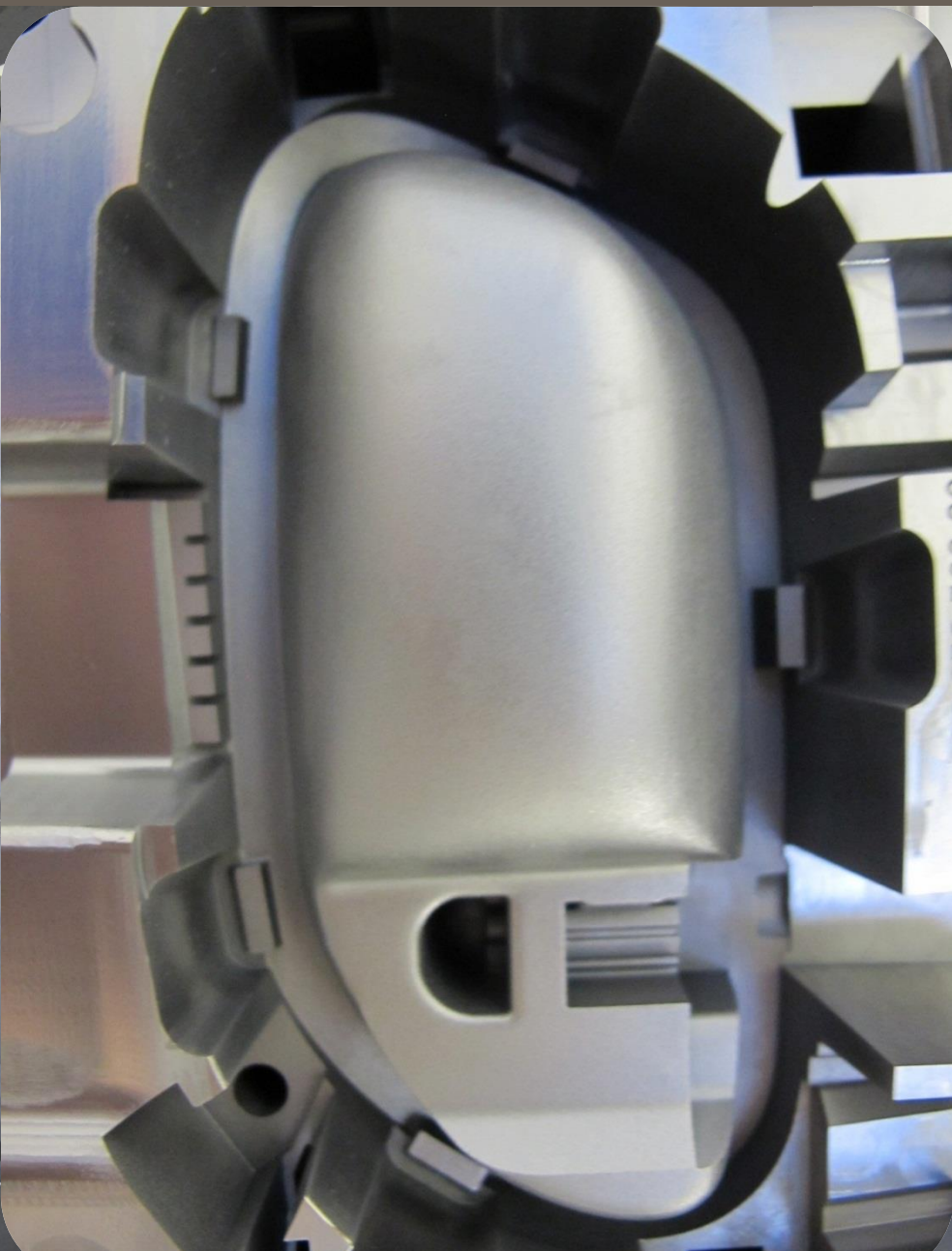
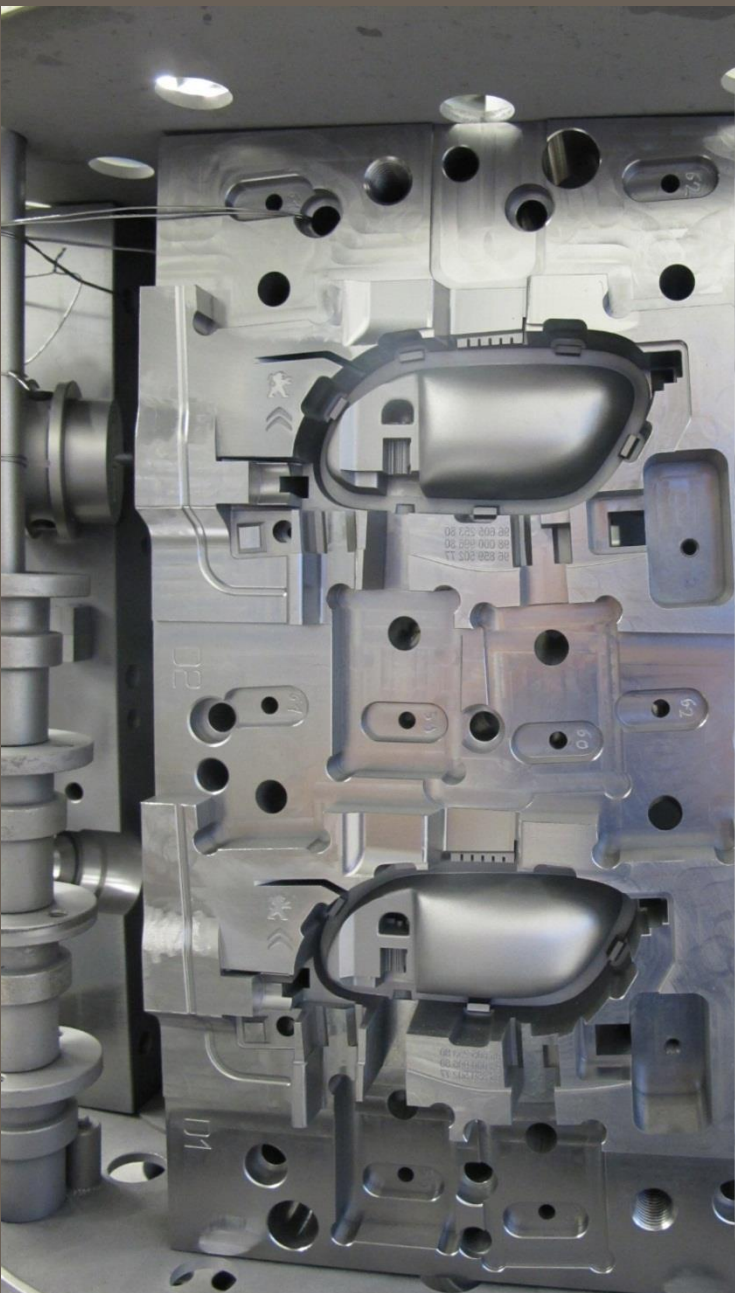




S
T
A
M
P
A
G
G
I
O

R
E
S
I
N
E
A
C
E

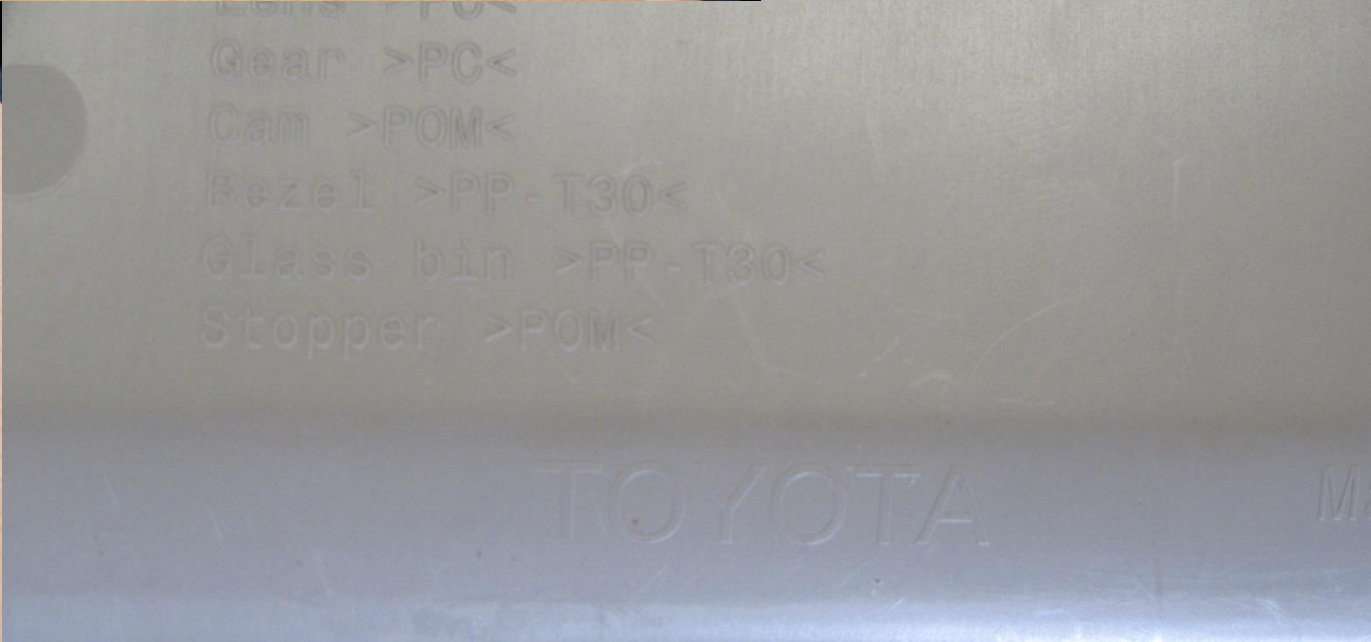
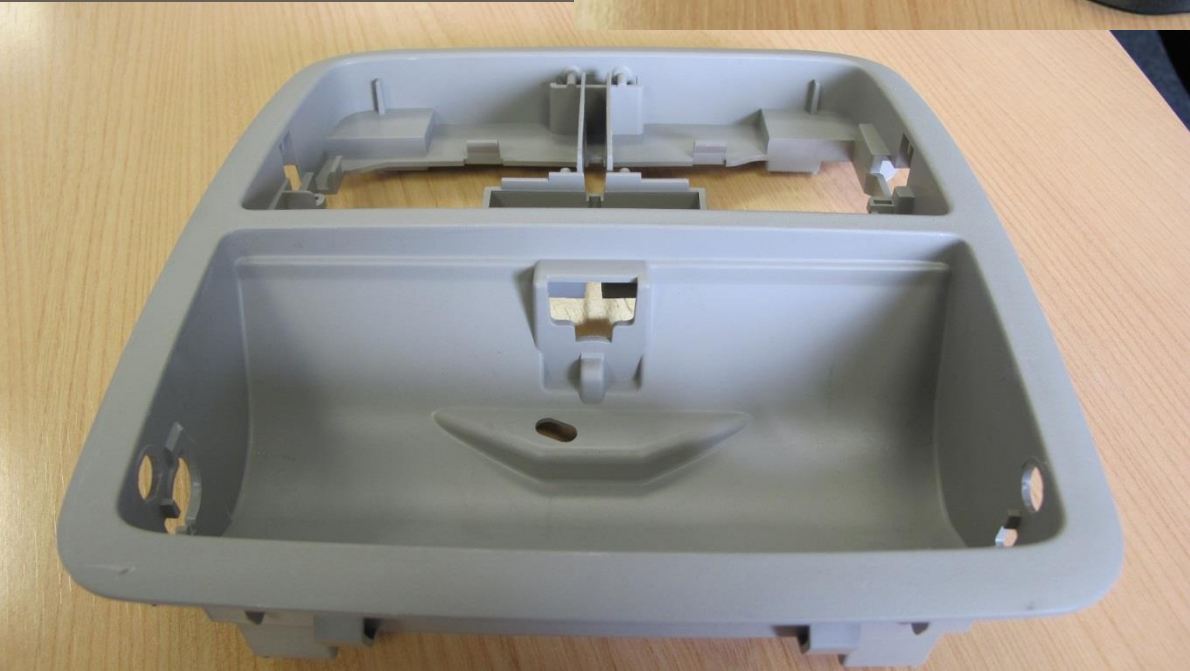








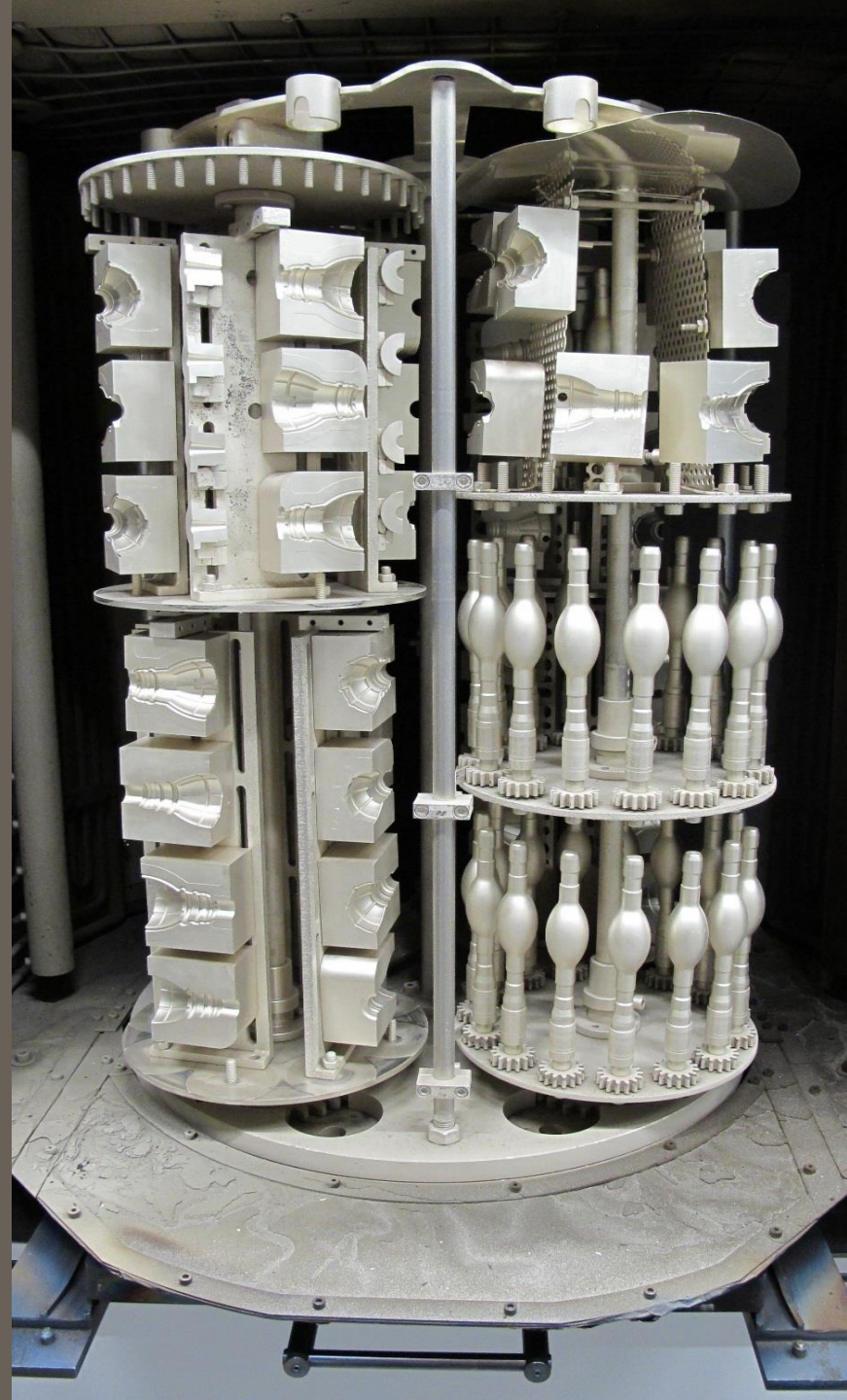
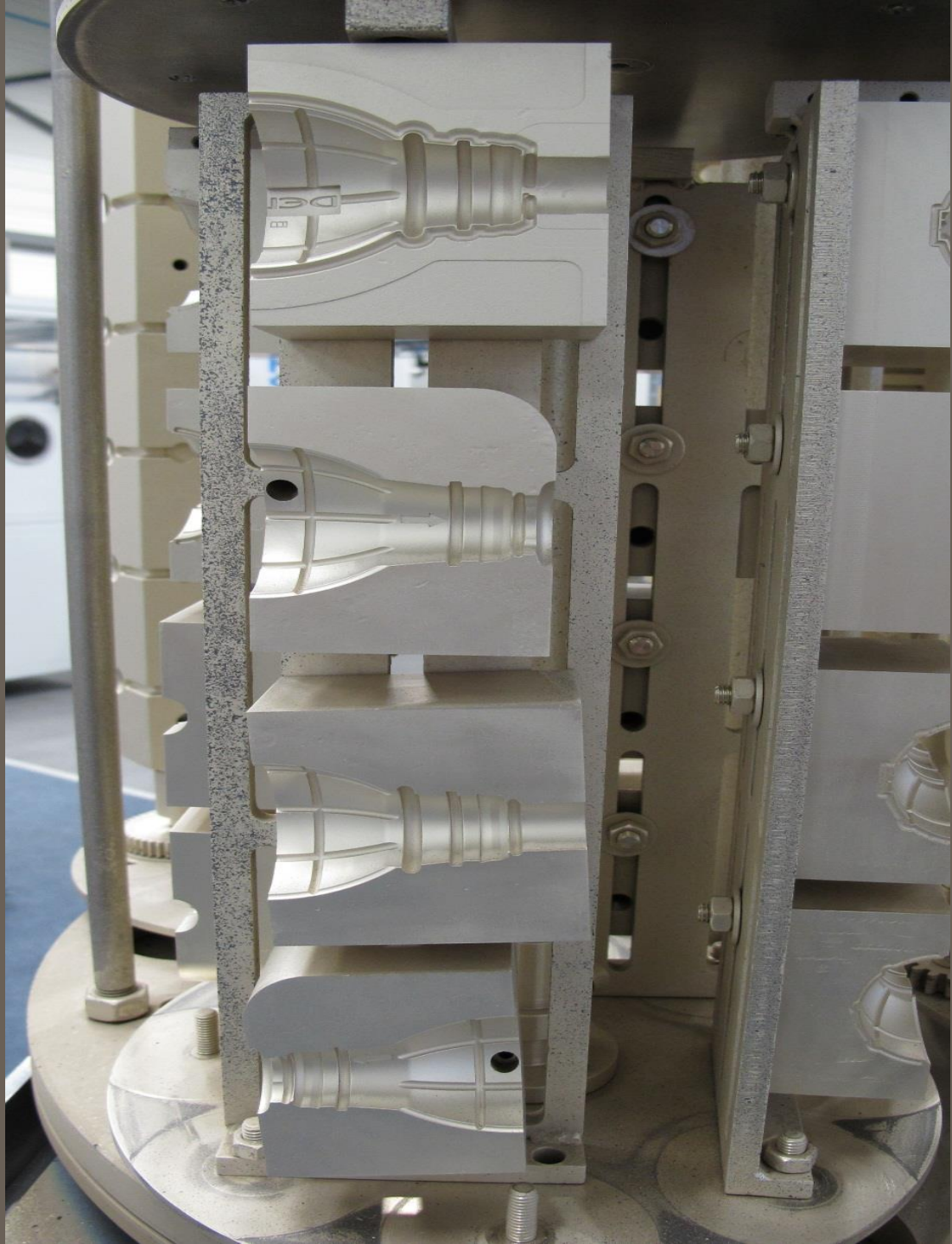


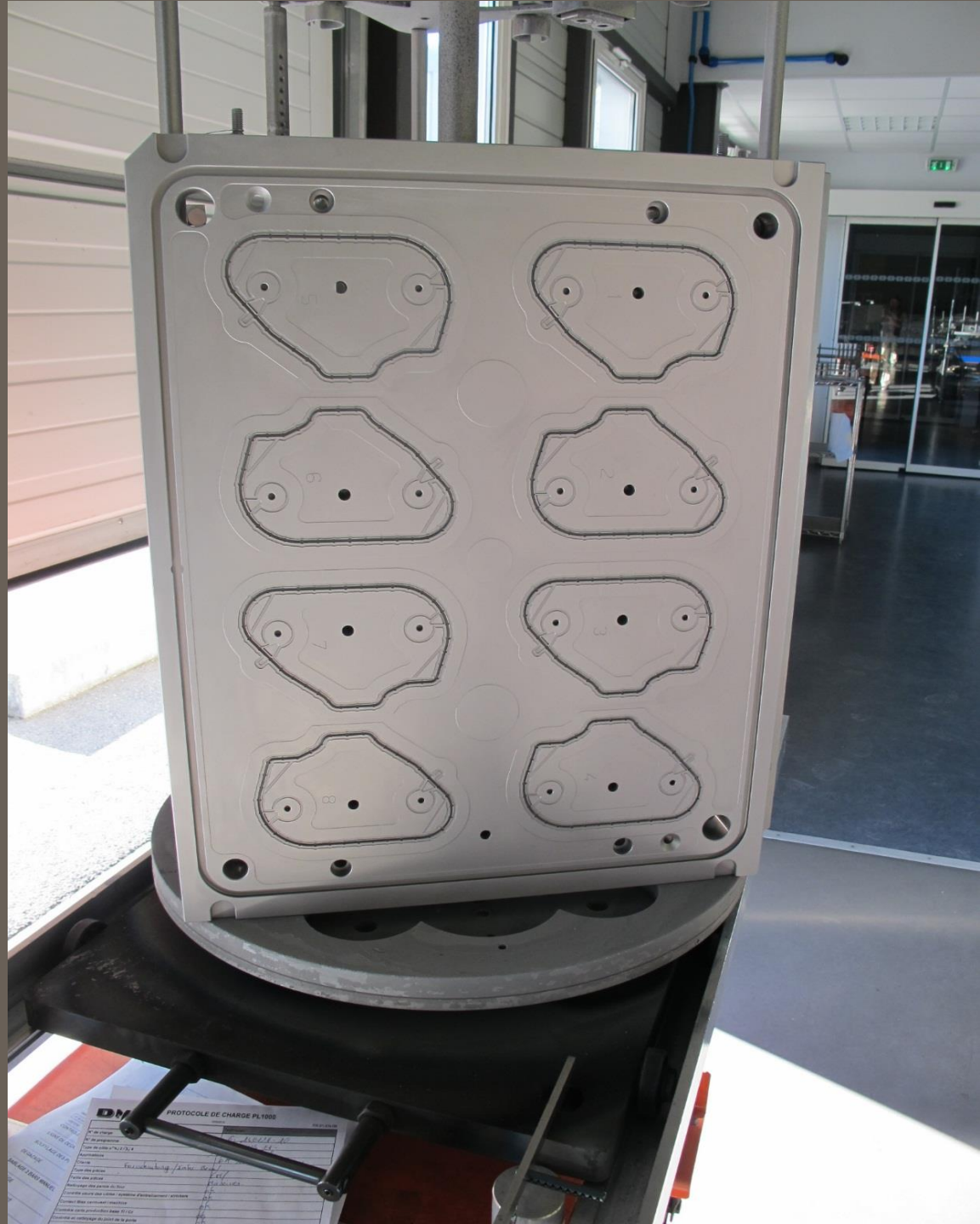


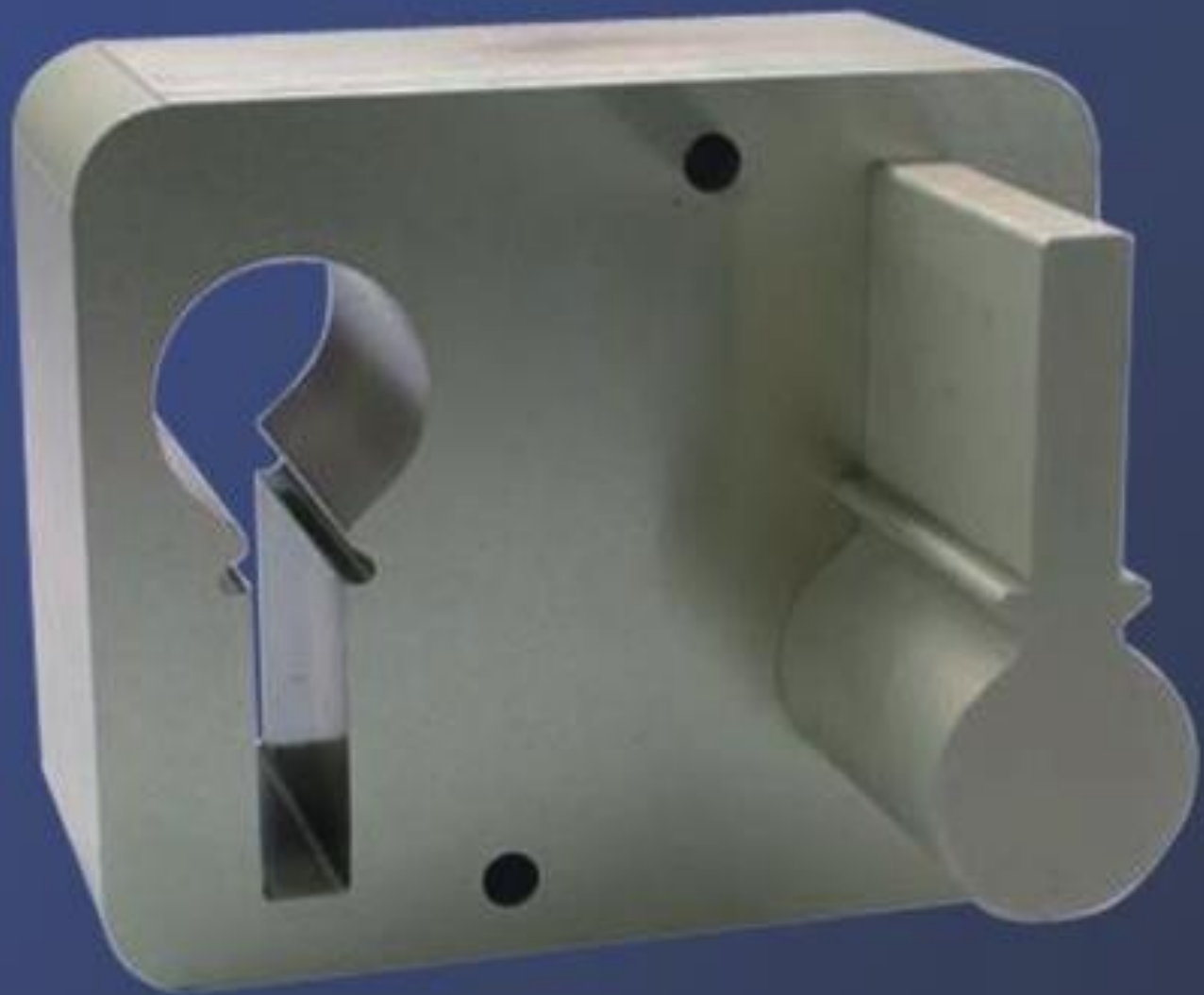
Lens >PC<
Gear >PC<
Cam >POM<
Bezel >PP-T30<
Glass bin >PP-T30<
Stopper >POM<

TOYOTA

MA



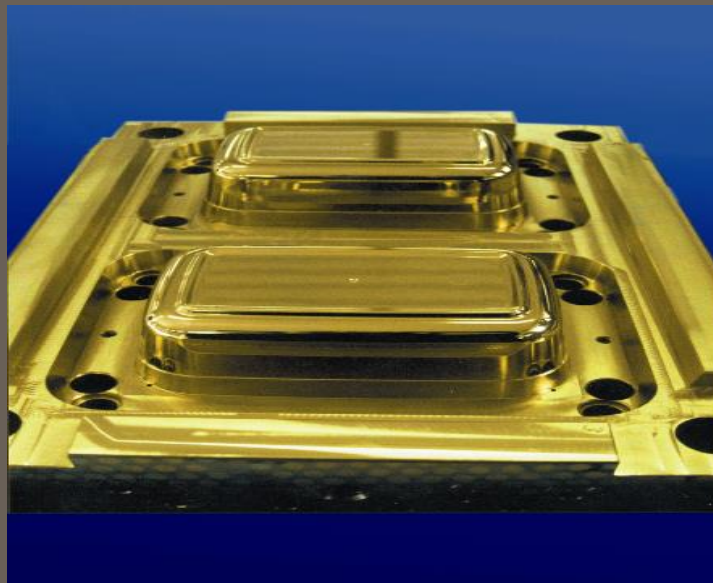
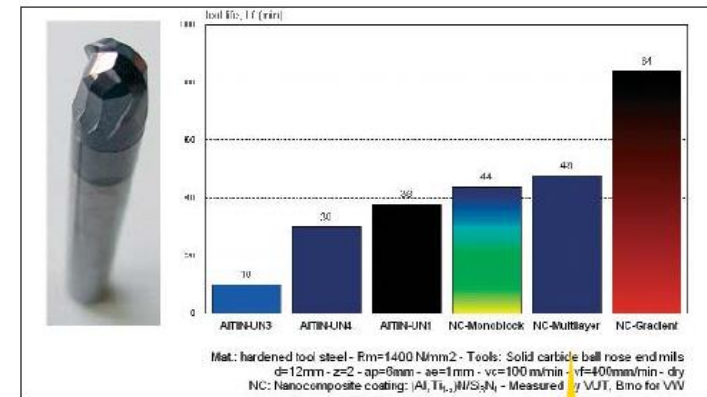
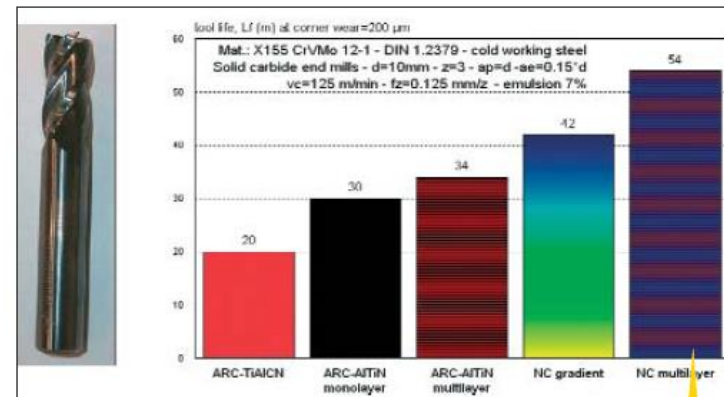


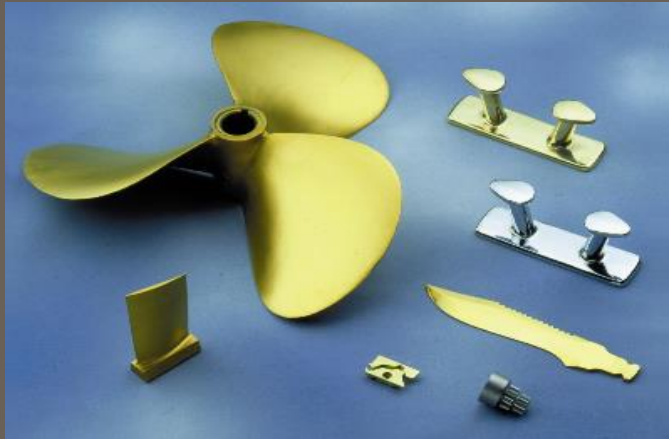


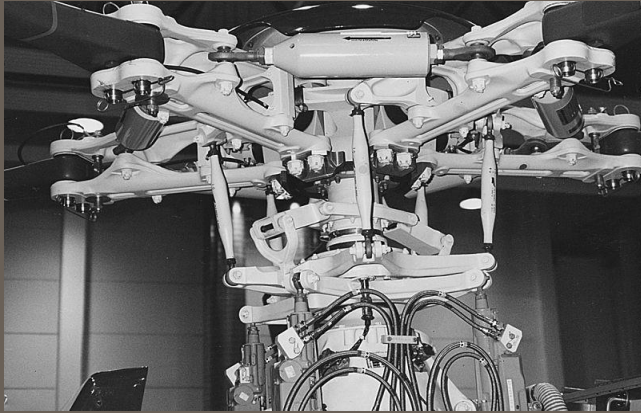
IMBUTITURA E TRANCIATURA

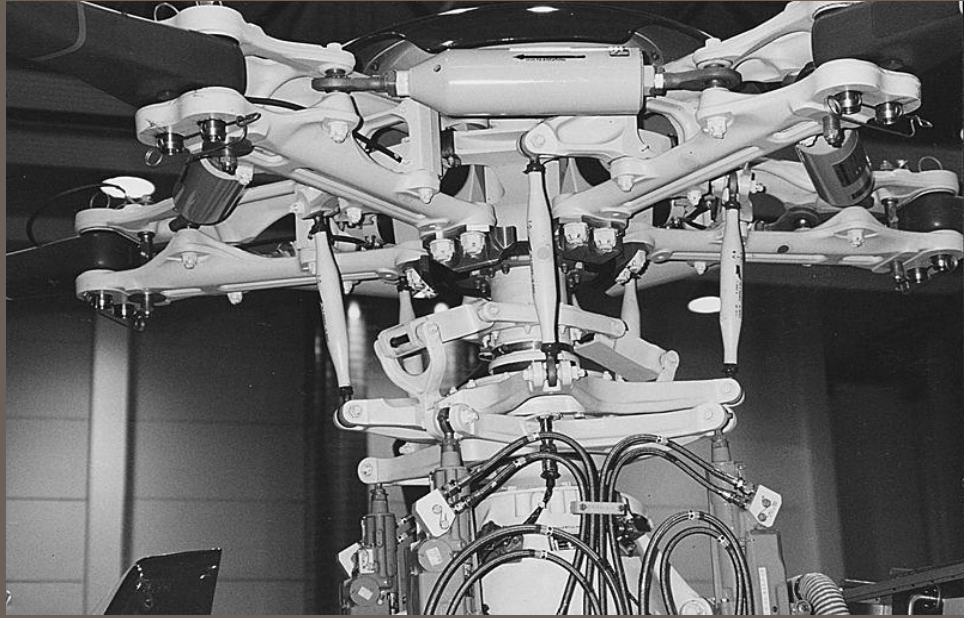


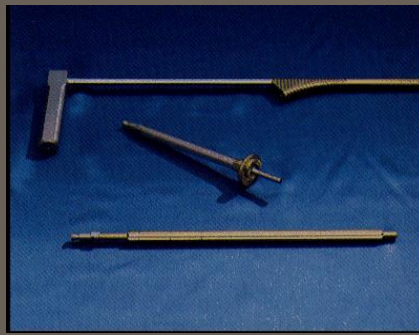
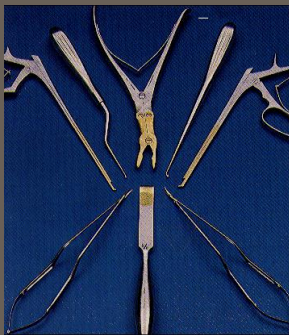
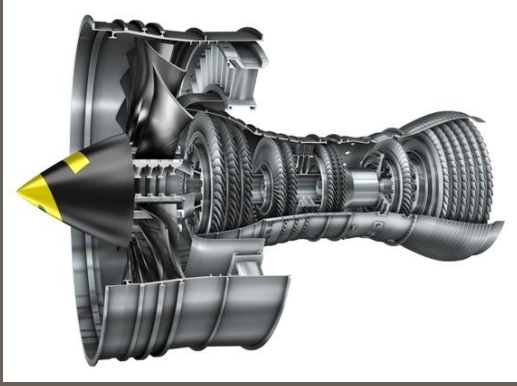
COLTELLERIA

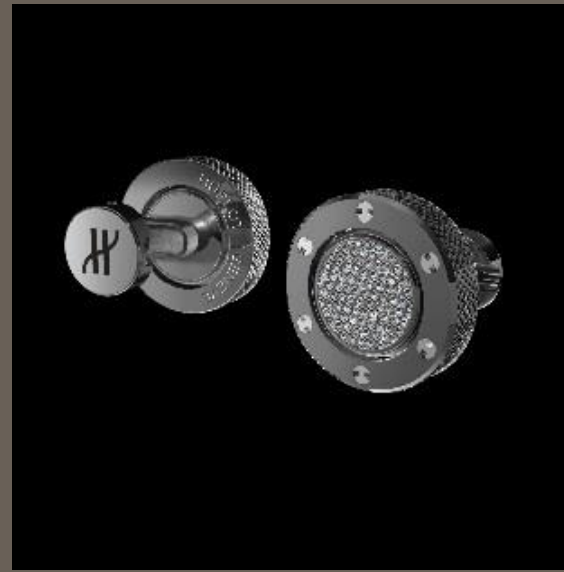


















GRAZIE PER L'ATTENZIONE