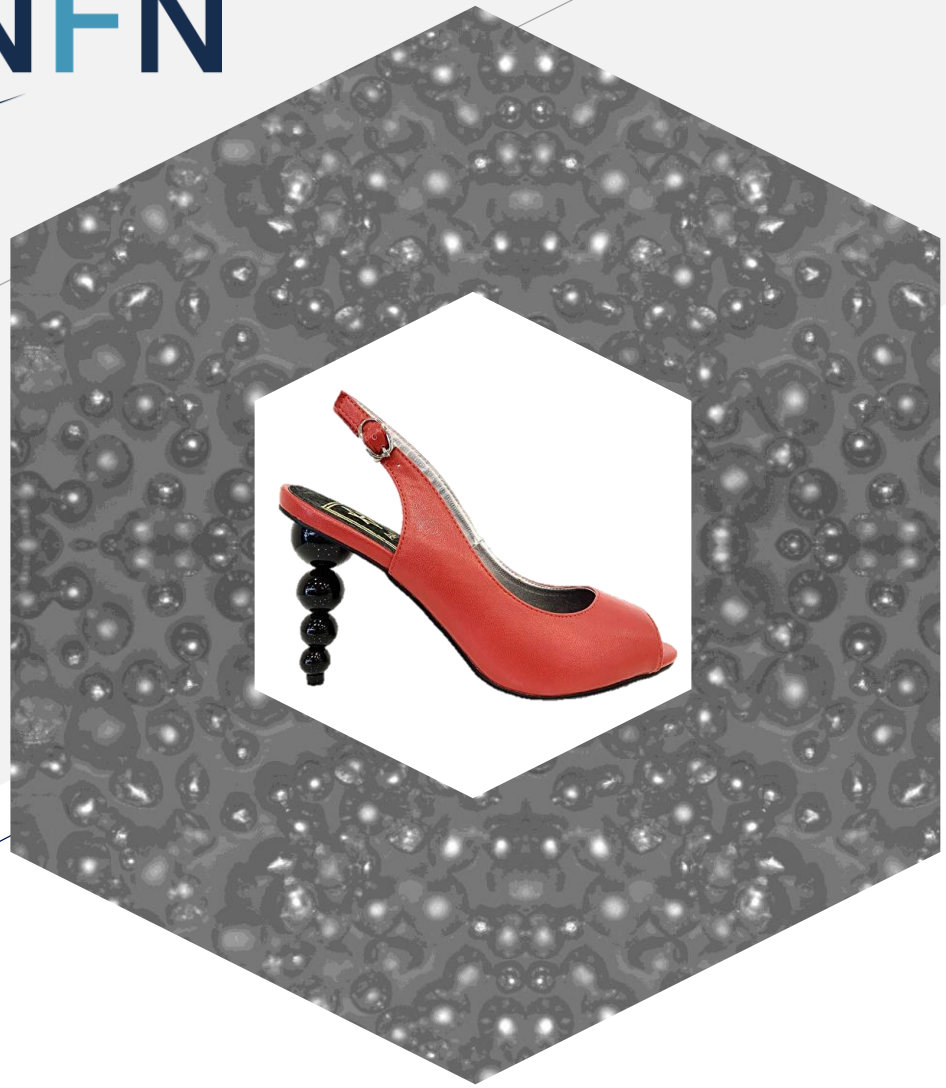


Tecnologie additive manufacturing di metalli applicate al settore calzaturiero

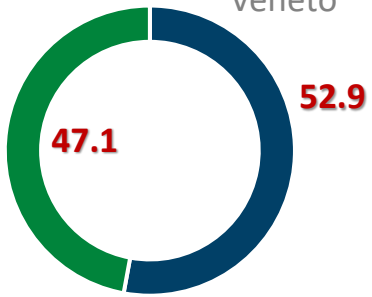
Ing. Marco Marigo – INFN Padova

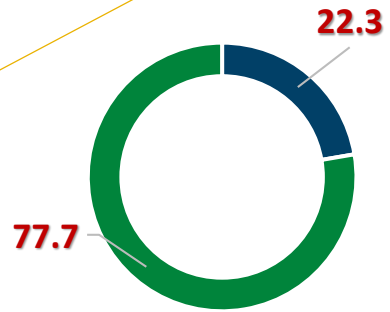
POR FSE 2014 -2020
REGIONE DEL VENETO

Progetto

La Riviera del Brenta costituisce un famoso distretto dell'eccellenza **calzaturiera a livello mondiale.**

	Venezia	Padova	Totale
Calzaturifici	829.39	568.03	1397.42
Accessori	227.41	127.12	354.53
Modellisti	43.64	56.15	99.79
Ditte commerciali	132.14	102.69	234.83
Totale	1232.58	853.99	2086.57



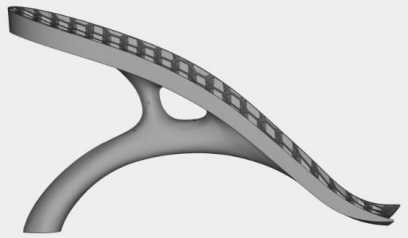


Obiettivi

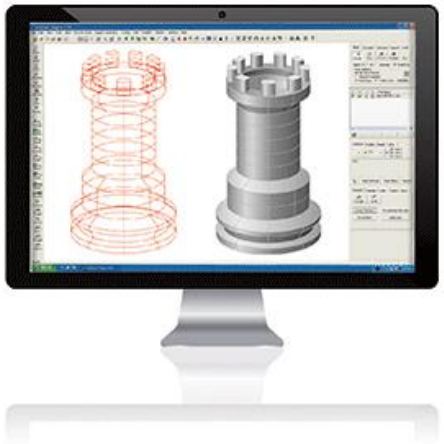
Dal progetto alla realizzazione...

La moda, in continua innovazione, è sempre alla ricerca di nuove forme e materiali.

- La tecnologia additive permette di realizzare forme assai complesse
  - nessun vincolo geometrico
  - totale personalizzazione
  - ottima prototipia
  - svincolo uso stampi
  - progettazione in assenza di sottoassemblaggi



Technical data	EOS M100
Building volume	Ø 100 mm x 95 mm (height incl. Build plate)
Laser type	Yb-fiber laser; 200 W
Precision optics	F-theta-lens; high-speed scanner
Scan speed	up to 7.0 m/s (23 ft./sec)
Focus diameter	40 µm
Power supply	200 - 240 V
Power consumption	max. 1.7 kW
Inert gas supply	max. 4,000 hPa, 50 l/min



Tecnologia SLM

- R&D
- Piccoli componenti

Materiale 316L

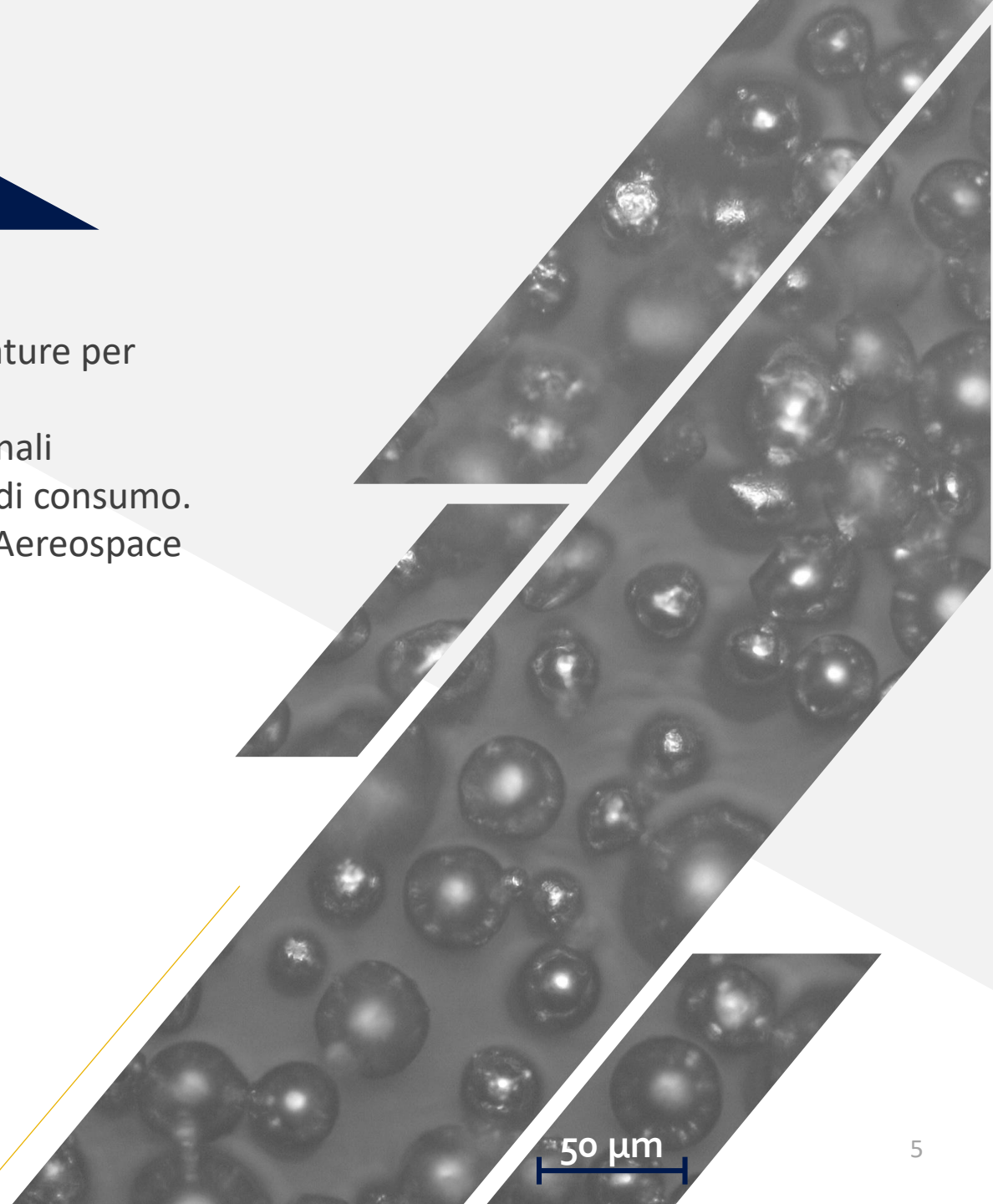
- Diametro massimo particelle 63 µm
  - **ottima resistenza meccanica**
  - **ottima resistenza a corrosione**

Applicazioni

- Orologi e montature per occhiali
- Elementi funzionali nell'elettronica di consumo.
- Automotive ed Aereospace

Physical and chemical properties of parts

	EOS StainlessSteel 316L		
Material composition	Element	Min	Max
	Fe	balance	
	Cr	17.00	19.00
	Ni	13.00	15.00
	Mo	2.25	3.00
	C		0.030
	Mn		2.00
	Cu		0.50
	P		0.025
	S		0.010
	Si		0.75
	N		0.10
Relative density with standard parameters	approx. 100 %		
Density with standard parameters	min. 7.9 g/cm³ min. 0.285 lb/in³		

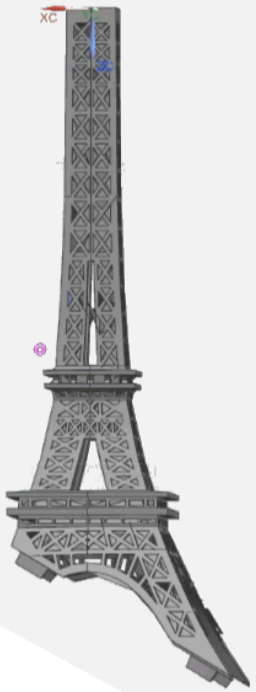


I/II
Torre Eiffel

DEL BRENTA

Riprogettazione AM

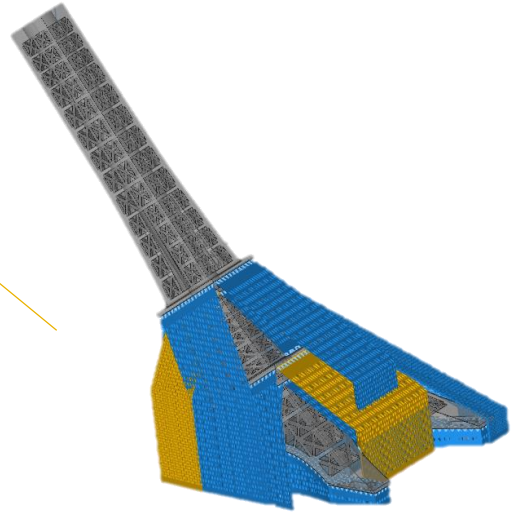
- Nessun uso di assemblaggio
  - Si limitano le debolezze del componente nella trasmissione dei carichi
    - Si mantiene il design originale incrementando la resistenza meccanica



Riprogettazione AM

I supporti sono progettati con Materialise Magics

- L'inserimento dei supporti serve a sostenere il peso del componente durante la fase di stampa
  Per preservare spigoli e particolari, alcuni supporti sono inseriti manualmente.



Prodotto finito

Elettroerosione a filo

↓

Rimozione manuale dei supporti

↓

Trattamenti meccanici di
Pallinatura Sabbiatura

↓

Trattamenti superficiali di
rifinitura

Torre Eiffel

II/II
YSL

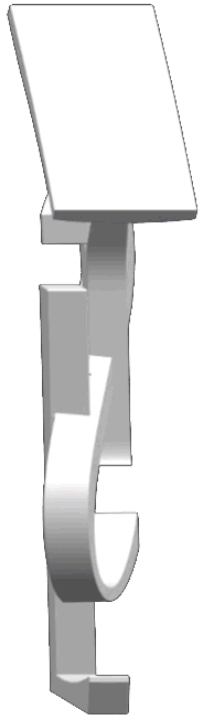
DEL BRENTA

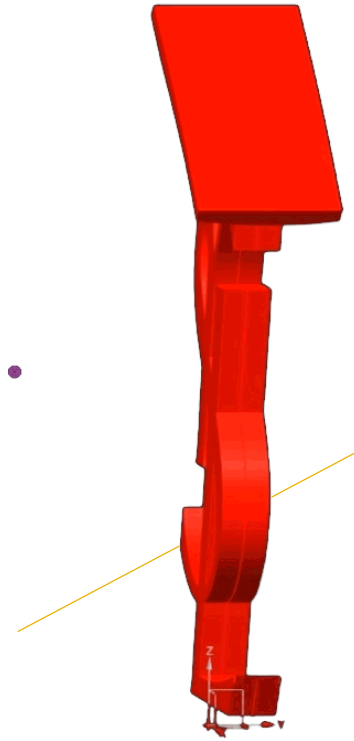
Riprogettazione AM

L’additive permette di stravolgere l’uso dello spazio

- le lettere Y e S ruotate
- la lettera L traslata

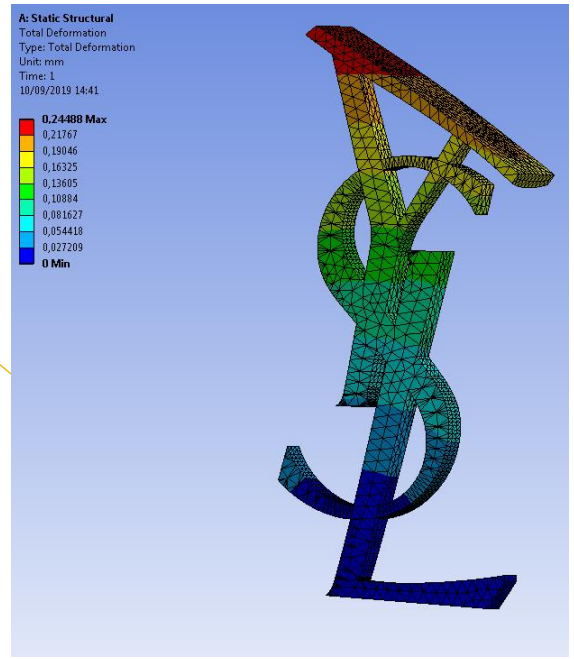
Miglior prospettiva senza stravolgere il marchio

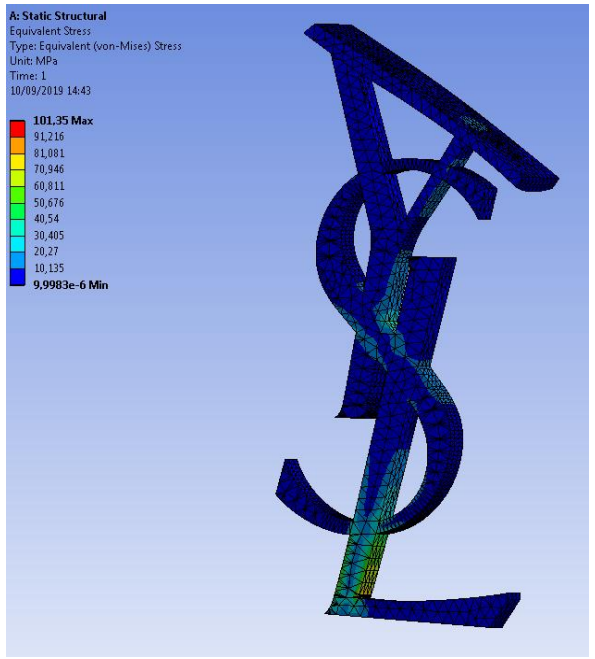




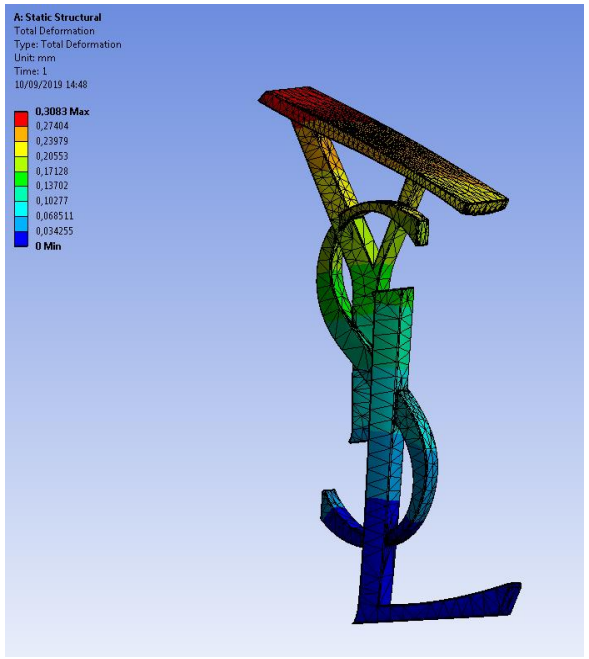
Simulazione Ansys

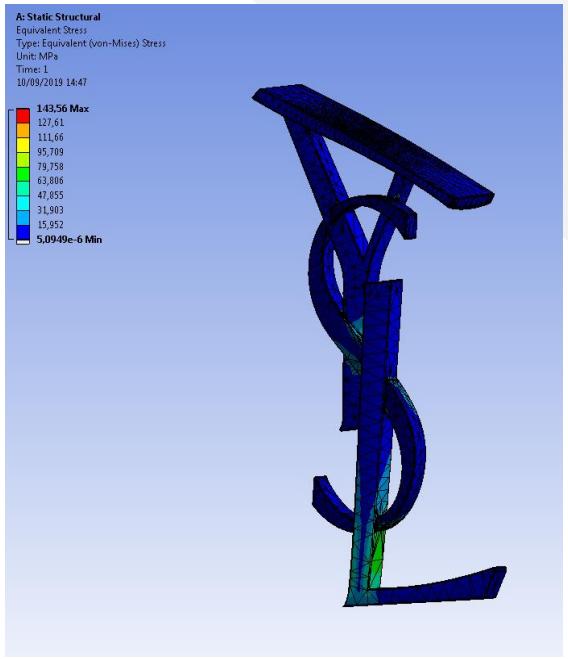
Campione tradizionale





Campione additive



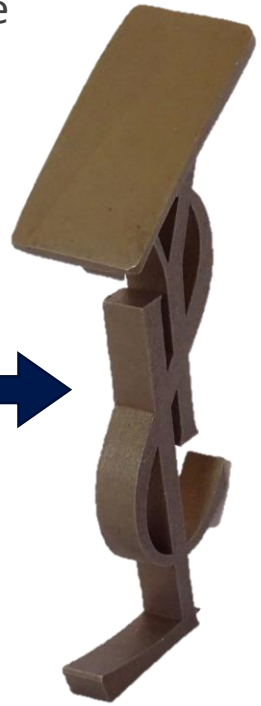


- Nel caso AM si evidenzia uno sforzo maggiore
- Minore volume resistente alla sollecitazione
- Passa la prova statica $\sigma_{eq} < \sigma_S$

YSL: confronto campioni

Post-processing

- Le zone a contatto sono difficoltose da lavorare meccanicamente



- Ulteriori trattamenti chimici ed elettrochimici per uniformare la superficie

- Elettrolucidatura
- Polverizzazione anodica

YSL a confronto

Tacco Spina

Realizzazione additive del prototipo → Assenza di saldature delle boccole

↓

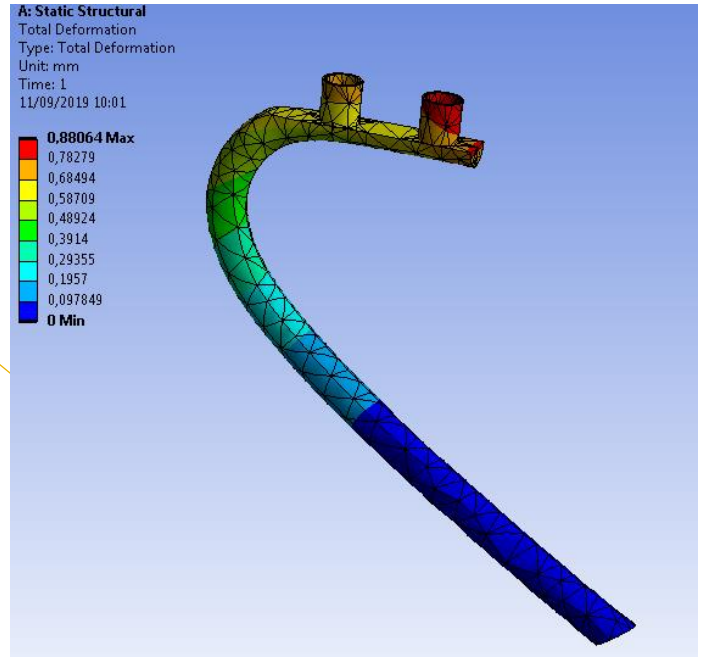
Versatilità nella realizzazione delle diverse misure

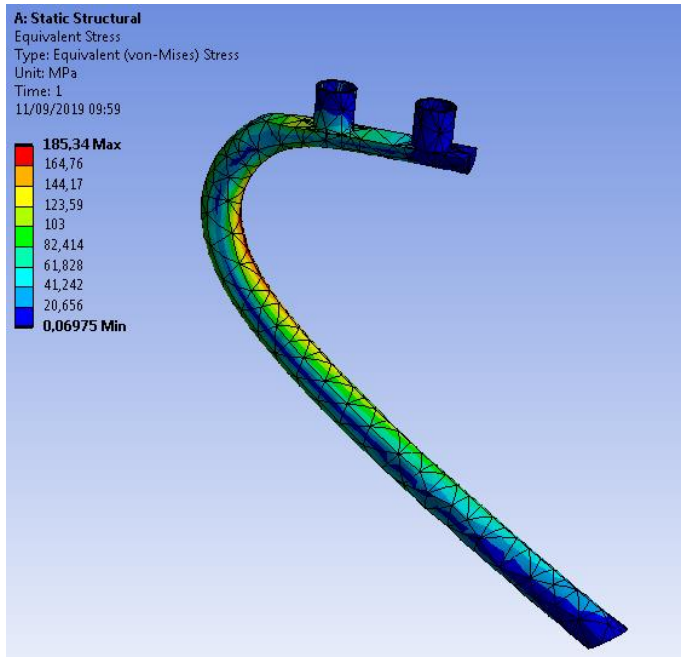
↓

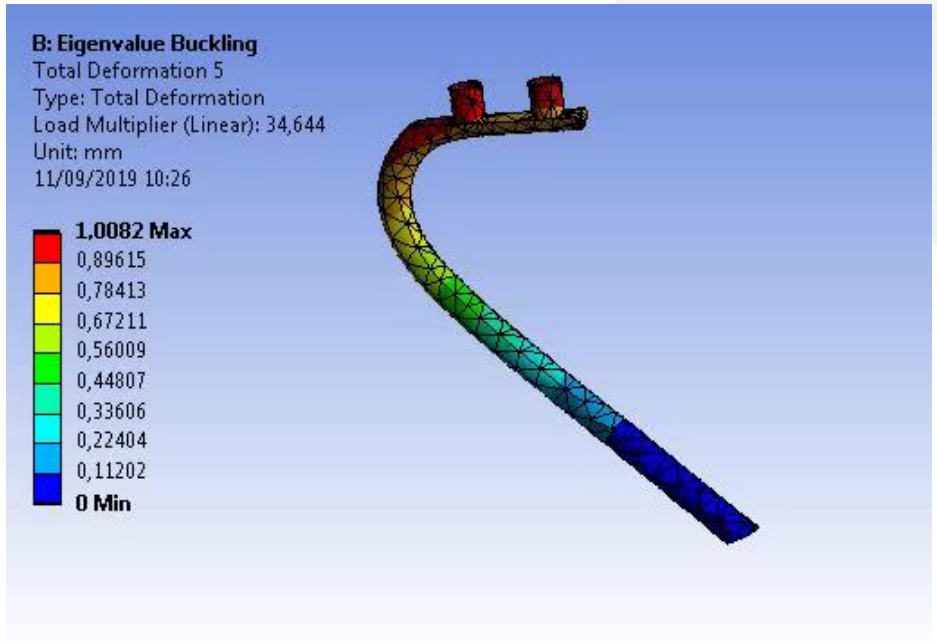
Riduzione presenza di difetti

- Porosità
- Impurezze
- Microstrutture indesiderate

Simulazione Ansys



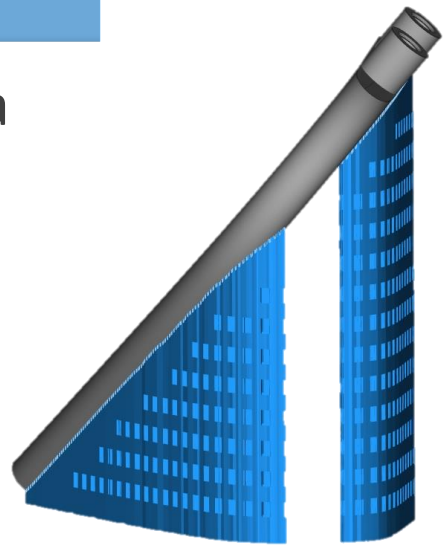




- Passa la prova statica $\sigma_{eq} < \sigma_S$
- L'analisi al buckling evidenzia il moltiplicatore di carico rispetto allo sforzo applicato

Processo additive

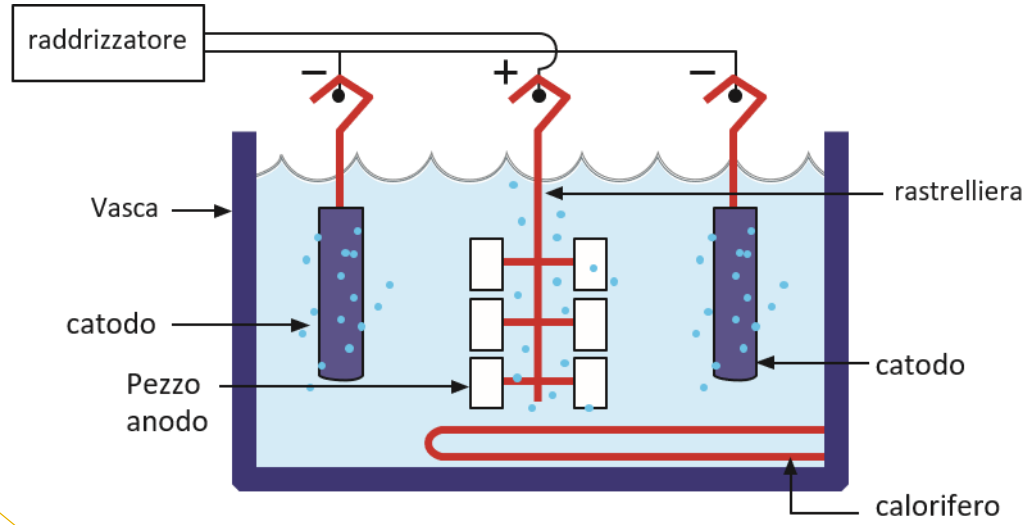
- I **supporti** minimizzano la massa necessaria per i sostegni e permettono il recupero della polvere in eccesso



Prodotto finito

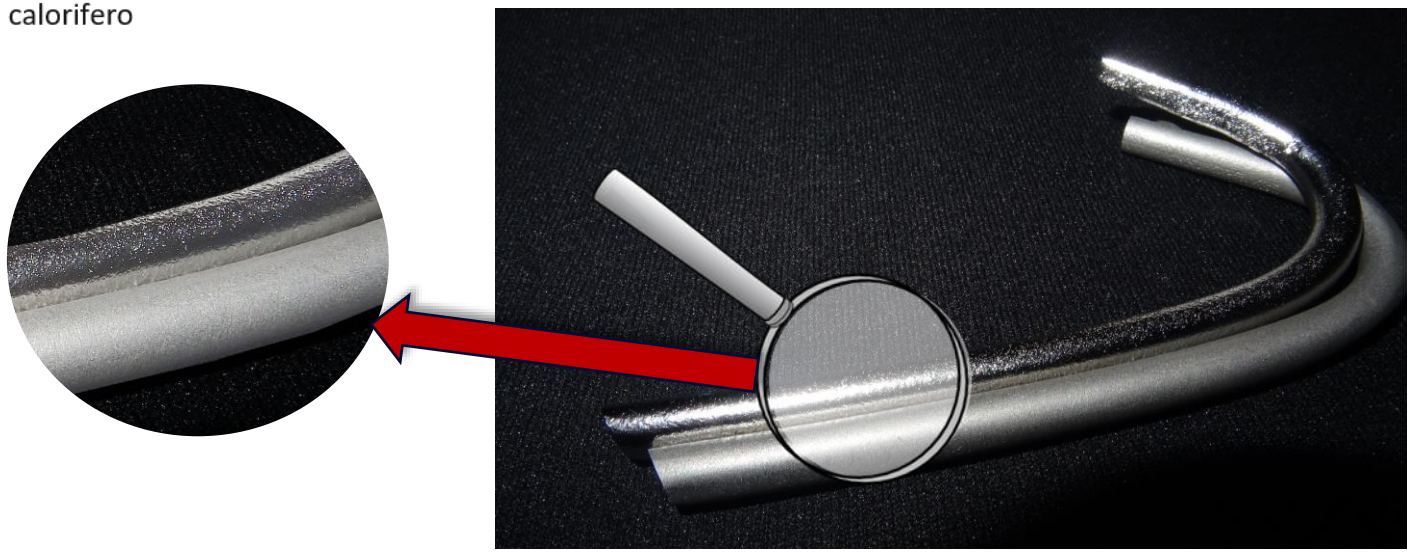
Sviluppi futuri

Elettrolucidatura



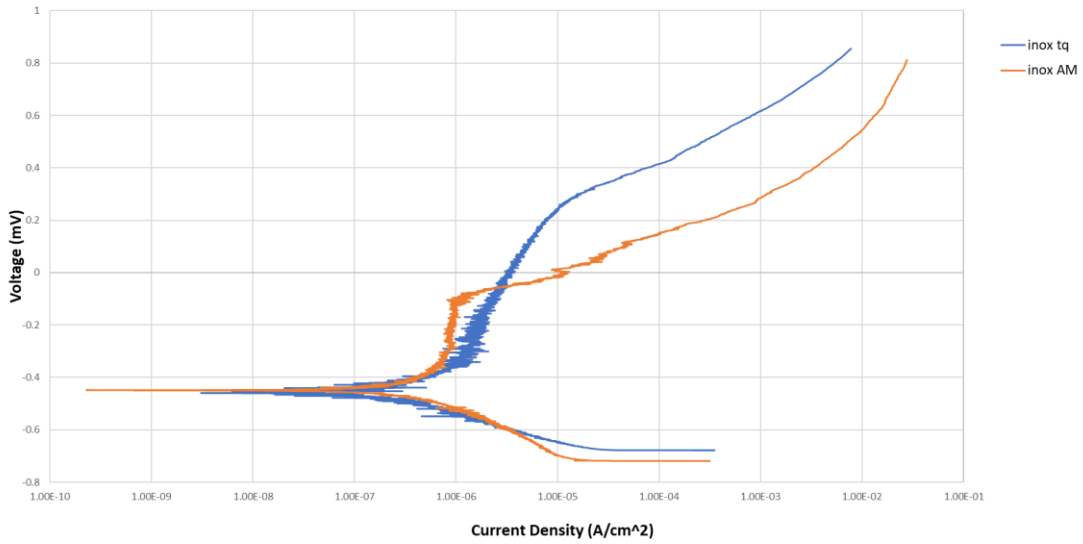
- Tecnica chimica di finitura superficiale, con la quale il metallo viene rimosso elettroliticamente.
  - Riduce microrugosità
  - I componenti trattati non sono soggetti a stress termico o meccanico

- **La minore rugosità aumenta la vita a fatica del componente**
- **Lo strato superficiale si arricchisce in cromo, aumentando la resistenza alla corrosione**



Caratterizzazione 316L

	316L
$\sigma_{0.2}$ (XY)	640 ± 50 MPa
$\sigma_{0.2}$ (Z)	540 ± 50 MPa
σ_R (XY)	530 ± 60 MPa
σ_R (Z)	470 ± 90 MPa
E (XY)	185 GPa
E (Z)	180 GPa
ε_R (XY)	40 %
ε_R (Z)	50 %
Durezza	100
Densità	10



Conclusioni

- L’ additive manufacturing stravolge il rapporto stilista-progettista ribaltandolo in un perfetto rapporto di simbiosi collaborativa.
- Produzione di forme complesse
- Ottimizzazione dell’uso dello spazio
- Elimina punti deboli della tecnologia tradizionale (es. assemblaggi e saldature)
- Versatilità nella personalizzazione dei prodotti
- Prodotti meccanicamente performanti