

POR PUGLIA FESR – FSE 2014 – 2020
ASSE X - Avviso Pubblico n. 6/FSE/2017, DGR n. 1417 del 05/09/2017 (BURP n. 107/2017)
Corso ITS VII Ciclo “Tecnico superiore per la Valorizzazione delle
Produzioni Locali di Qualità”
(Acronimo: AGRO LOCAL QUALITY)

Docente: Gianluca Percoco

AREA: Manufacturing

UF: Industria 4.0



Prof. Gianluca Percoco

Politecnico di Bari

Dipartimento di Meccanica, Matematica e
Management

Viale Japigia 182

70126 Bari

gianluca.percoco@poliba.it

+390805962712



Rivoluzione Industriale?

*Cambiamento (pervasivo e) radicale
dei modelli di produzione e consumo
che determina un cambiamento profondo della società*



Perché I4.0?



**Alcune cifre sul settore industriale
(al netto di *mining, construction, energy*)**
2 mln di imprese (10%) e 33 mln di persone
Oltre 80% di export
80% di ricerca privata e innovazione
1 lavoro → da 1,5 a 2 lavori in altri settori

Trend e prospettive

Quota valore aggiunto in calo (15,3% nel 2014):
concorrenza esterna (Cina) e crescita % dei servizi

Target EU 2020 (definito nel 2012): 20% (grazie a
Industry 4.0)



Industry 4.0 (2011)



Industry 4.0 è la trasformazione globale di tutta la produzione industriale attraverso la convergenza fra tecnologia digitale e Internet con l'industria convenzionale

Tutte le entità relative alla produzione (fornitori, stabilimento, distributori, persino lo stesso prodotto) sono fra loro digitalmente connesse →

→ Integrazione elevata della *value chain*

Altre denominazioni o concetti collegati

- Smart factories
- The Industrial Internet of Things
- Smart industry
- Advanced manufacturing
- ...

Connessione digitale delle entità di produzione?
Persone e oggetti hanno un'entità corrispondente nel mondo virtuale e ciascuna entità è potenzialmente connessa con ogni altra.



Industry 4.0 – Un Focus Italiano

Produzione in cui è crescente la connessione tra mondo virtuale (software) e mondo reale (prodotti e produzione) – **IoT**

grazie a

- Sensori e attuatori piccoli, poco costosi, con consumi ridotti
- Connessioni a internet (anche wireless) a basso costo e ubiquo
- Disponibilità di indirizzi in rete in numero ~ illimitato

La connessione tra oggetti genera un'enorme massa di dati (**big data**)

utili per

- Aumentare l'efficienza dei processi
- Conoscere l'utilizzo dei prodotti
- Progettare nuovi servizi

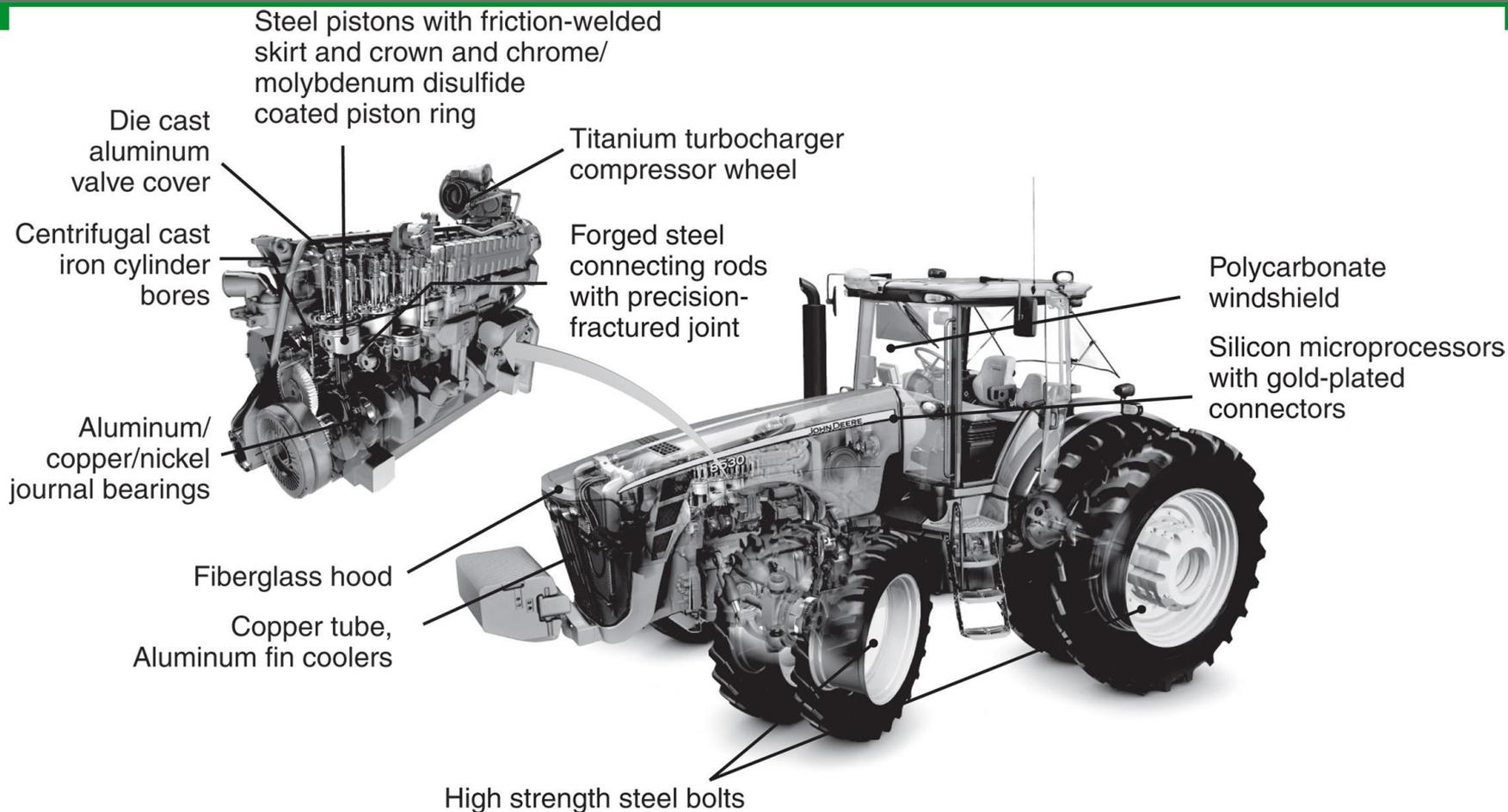
In una ricerca su google la domanda porta a galla la risposta che è già nel web.

Allo stesso modo è il modello che estrae la risposta dai big data!

FARE LA DOMANDA GIUSTA!



FIGURE I.1 Model 8430 John Deere tractor, with detailed illustration of its diesel engine, showing the variety of materials and processes incorporated. *Source:* Courtesy of John Deere Company.



Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



Development of Materials, Tools, and Manufacturing

TABLE I.2

Historical Development of Materials, Tools, and Manufacturing Processes

Period	Dates	Metals and casting	Various materials and composites	Forming and shaping	Joining	Tools, machining, and manufacturing systems	
Greece: ~ 1100 B.C.- 146 B.C. Roman Empire: ~ 500 B.C.-476 A.D.	Egypt: ~3100 B.C.- ~300 B.C.	~ 4000 B.C.	Gold, copper, meteoric iron	Earthenware, glazing, natural fibers	Hammering	Tools of stone, flint, wood, bone, ivory, composite tools	
		3000	Copper casting, stone and metal molds, lost-wax process, silver, lead, tin, bronze		Stamping, jewelry	Soldering (CuAu, CuPb, PbSn)	Corundum (alumina, emery)
		2000	Bronze casting and drawing, gold leaf	Glass beads, potter's wheel, glass vessels	Wire by slitting sheet metal	Riveting, brazing	Hoe making, hammered axes, tools for ironmaking and carpentry
		1000	Wrought iron, brass				
		1 B.C.	Cast iron, cast steel	Glass pressing and blowing	Stamping of coins	Forge welding of iron and steel, gluing	Improved chisels, saws, files, woodworking lathes
		1 A.D.	Zinc, steel	Venetian glass	Armor, coining, forging, steel swords		Etching of armor

Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



Historical Development of Materials, Tools, and Manufacturing Processes

TABLE 1.2 (continued)

Historical Development of Materials, Tools, and Manufacturing Processes

Period	Dates	Metals and casting	Various materials and composites	Forming and shaping	Joining	Tools, machining, and manufacturing systems
Middle ages: ~ 476–1492 Renaissance: 1400–1600	1000	Blast furnace, type metals, casting of bells, pewter	Crystal glass	Wire drawing, gold-and silversmith work		Sandpaper, windmill driven saw
	1500	Cast-iron cannon, tinplate	Cast plate glass, flint glass	Waterpower for metalworking, rolling mill for coinage strips		Hand lathe for wood
	1600	Permanent-mold casting, brass from copper and metallic zinc	Porcelain	Rolling (lead, gold, silver), shape rolling (lead)		Boring, turning, screw-cutting lathe, drill press

Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



Historical Development of Materials, Tools, and

TABLE I.2 (continued)

Historical Development of Materials, Tools, and Manufacturing Processes						
Period	Dates	Metals and casting	Various materials and composites	Forming and shaping	Joining	Tools, machining, and manufacturing systems
First Industrial Revolution: ~1780–1850	1700	Malleable cast iron, crucible steel (iron bars and rods)		Extrusion (lead pipe), deep drawing, rolling		
	1800	Centrifugal casting, Bessemer process, electrolytic aluminum, nickel steels, babbitt, galvanized steel, powder metallurgy, open-hearth steel	Window glass from slit cylinder, light bulb, vulcanization, rubber processing, polyester, styrene, celluloid, rubber extrusion, molding	Steam hammer, steel rolling, seamless tube, steel-rail rolling, continuous rolling, electroplating		Shaping, milling, copying lathe for gunstocks, turret lathe, universal milling machine, vitrified grinding wheel
	1900		Automatic bottle making, bakelite, borosilicate glass	Tube rolling, hot extrusion	Oxyacetylene; arc, electrical-resistance, and thermit welding	Geared lathe, automatic screw machine, hobbing, high-speed-steel tools, aluminum oxide and silicon carbide (synthetic)
WWI						

Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



Historical Development of Materials Tools and

TABLE I.2 (continued)

Historical Development of Materials, Tools, and Manufacturing Processes

Period	Dates	Metals and casting	Various materials and composites	Forming and shaping	Joining	Tools, machining, and manufacturing systems
Second Industrial Revolution: 1947–	WWII	1920 Die casting	Development of plastics, casting, molding, polyvinyl chloride, cellulose acetate, polyethylene, glass fibers	Tungsten wire from metal powder	Coated electrodes	Tungsten carbide, mass production, transfer machines
	1940	Lost-wax process for engineering parts	Acrylics, synthetic rubber, epoxies, photosensitive glass	Extrusion (steel), swaging, powder metals for engineering parts	Submerged arc welding	Phosphate conversion coatings, total quality control
	1950	Ceramic mold, nodular iron, semiconductors, continuous casting	Acrylonitrile-butadiene-styrene, silicones, fluorocarbons, polyurethane, float glass, tempered glass, glass ceramics	Cold extrusion (steel), explosive forming, thermomechanical processing	Gas metal arc, gas tungsten arc, and electroslag welding; explosion welding	Electrical and chemical machining, automatic control

Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



Historical Development of

TABLE I.2 (continued)

Historical Development of Materials, Tools, and Manufacturing Processes

Period	Dates	Metals and casting	Various materials and composites	Forming and shaping	Joining	Tools, machining, and manufacturing systems
Space age	1960–1970	Squeeze casting, single-crystal turbine blades	Acetals, polycarbonate, cold forming of plastics, reinforced plastics, filament winding	Hydroforming, hydrostatic extrusion, electroforming	Plasma-arc and electron-beam welding, adhesive bonding	Titanium carbide, synthetic diamond, numerical control, integrated circuit chip
	1970–1990	Compacted graphite, vacuum casting, organically bonded sand, automation of molding and pouring, rapid solidification, metal-matrix composites, semisolid metalworking, amorphous metals, shape-memory alloys (smart materials), computer simulation	Adhesives, composite materials, semiconductors, optical fibers, structural ceramics, ceramic-matrix composites, biodegradable plastics, electrically conducting polymers	Precision forging, isothermal forging, superplastic forming, dies made by computer-aided design and manufacturing, net-shape forging and forming, computer simulation	Laser beam, diffusion bonding (also combined with superplastic forming), surface-mount soldering	Cubic boron nitride, coated tools, diamond turning, ultraprecision machining, computer-integrated manufacturing, industrial robots, machining and turning centers, flexible-manufacturing systems, sensor technology, automated inspection, expert systems, artificial intelligence, computer simulation and optimization

Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



Historical Development of Materials, Tools, and

TABLE I.2 (continued)

Historical Development of Materials, Tools, and Manufacturing Processes

Period	Dates	Metals and casting	Various materials and composites	Forming and shaping	Joining	Tools, machining, and manufacturing systems
Information age	1990–2010	Rheocasting, computer-aided design of molds and dies, rapid tooling, TRIP and TWIP steels	Nanophase materials, metal foams, advanced coatings, high-temperature superconductors. machinable ceramics, diamondlike carbon, carbon nanotubes, graphene	Rapid prototyping, rapid tooling, environmentally friendly metalworking fluids, digital manufacturing	Friction stir welding, lead-free solders, laser butt-welded (tailored) sheet-metal blanks, electrically conducting adhesives, linear friction welding	Micro- and nano fabrication, LIGA (a German acronym for a process involving lithography, electroplating, and molding), dry etching, linear motor drives, artificial neural networks, six sigma, three-dimensional computer chips, blue-arc machining, soft lithography

Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



TABLE I.1

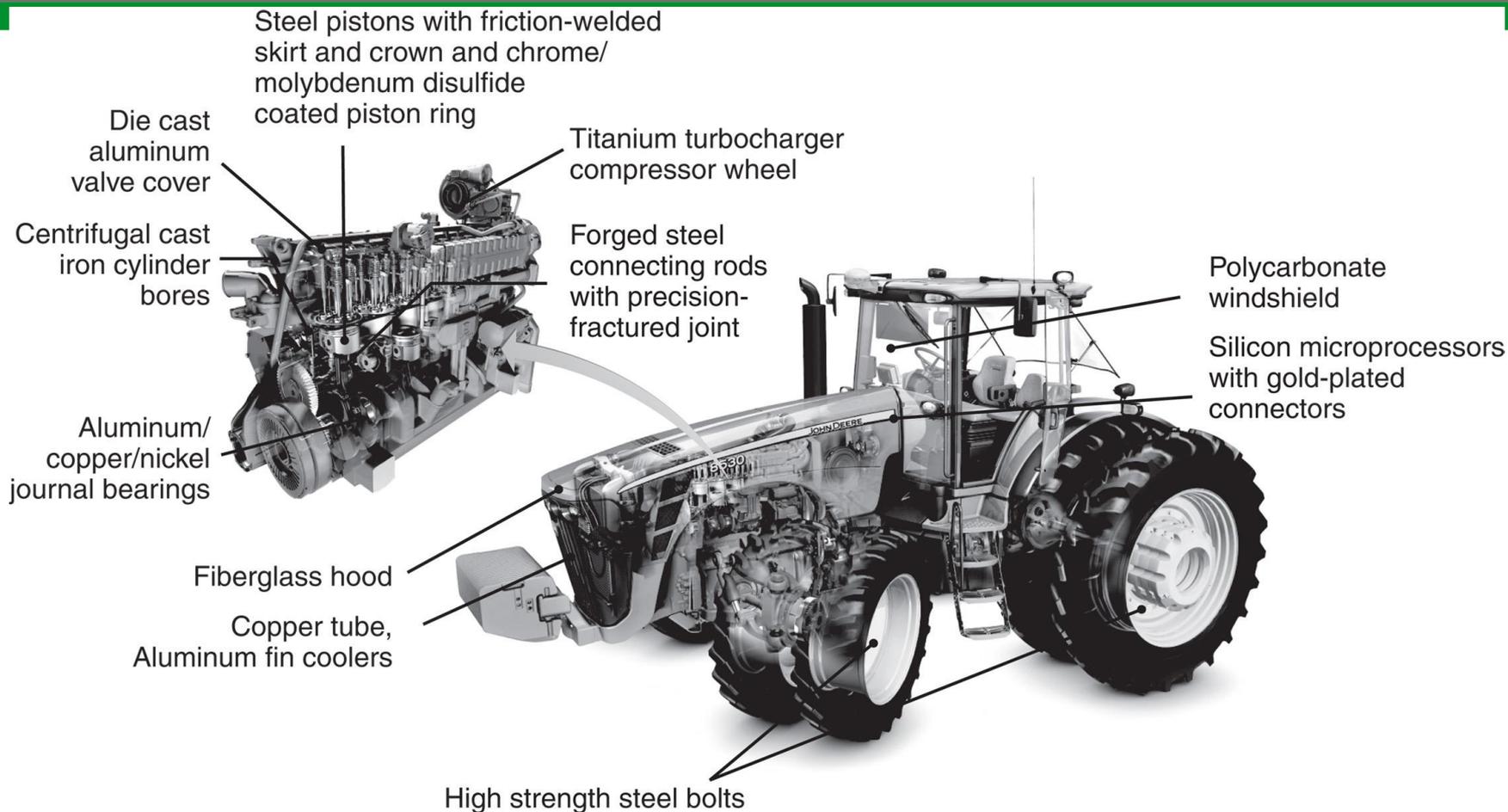
Approximate Number of Parts in Products

Common pencil	4
Rotary lawn mower	300
Grand piano	12,000
Automobile	15,000
Boeing 747-400	6,000,000

Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



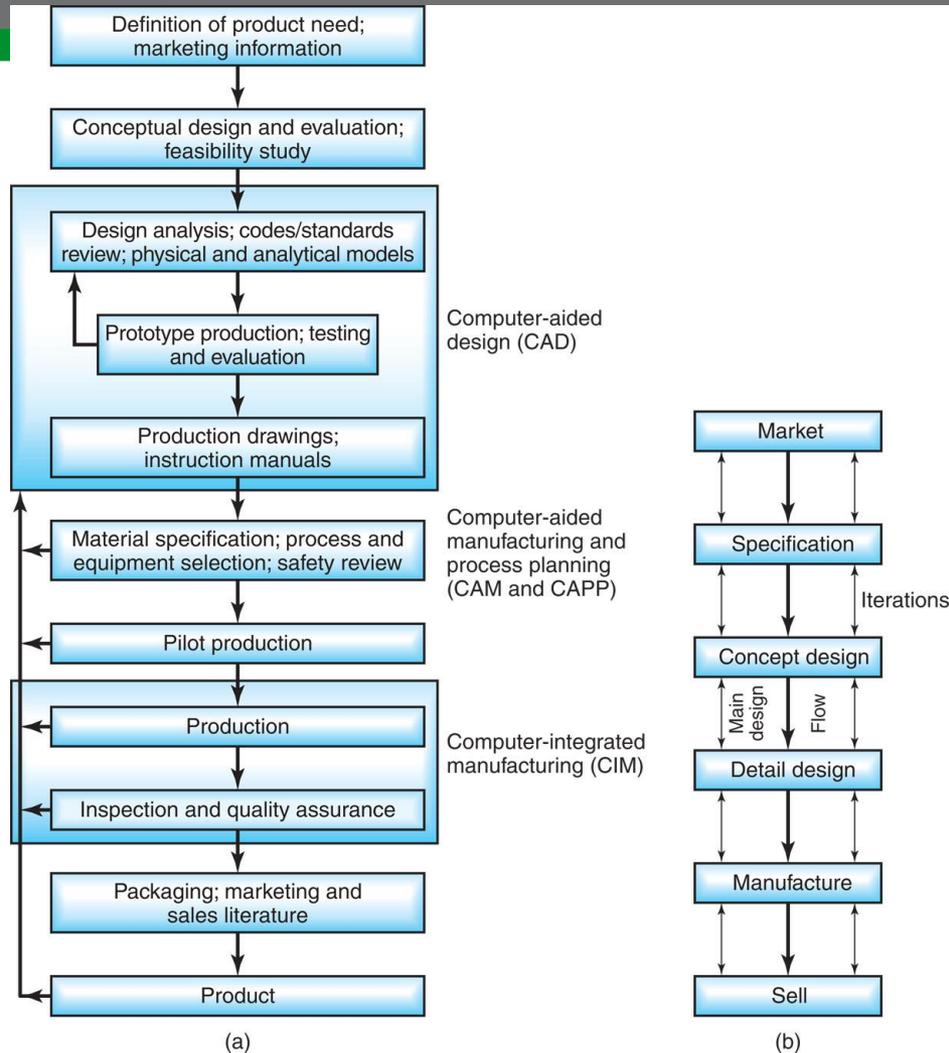
FIGURE I.1 Model 8430 John Deere tractor, with detailed illustration of its diesel engine, showing the variety of materials and processes incorporated. *Source:* Courtesy of John Deere Company.



Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



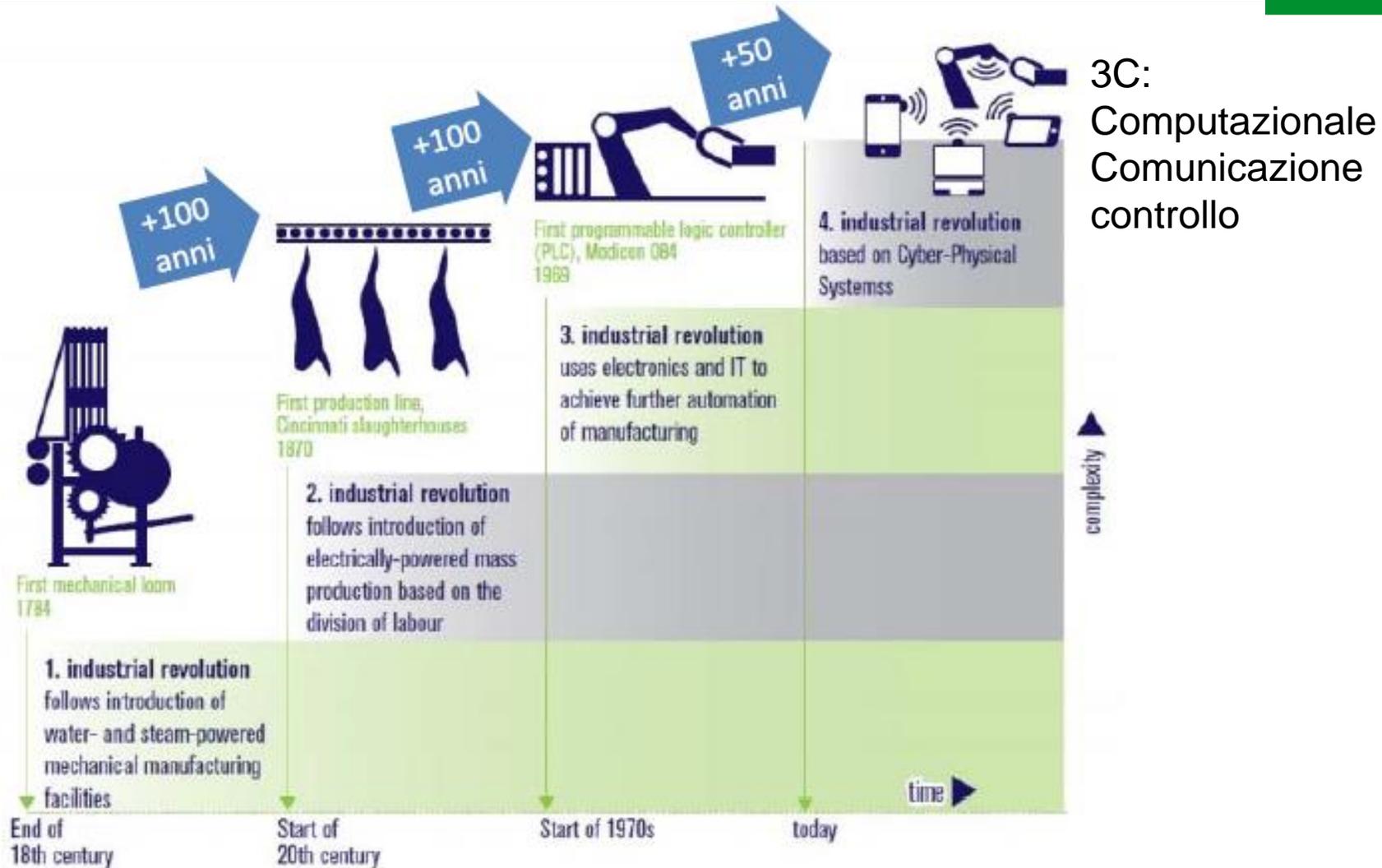
Ingegnerizzazione di un nuovo prodotto



Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved



Le 4 Rivoluzioni Industriali



Tecnologie I4.0 per l'UE



ICT - Integrazione sistemi nel ciclo di vita del prodotto (produzione e uso) e lungo la supply chain

Cyber-physical systems - Sensori incorporati, robot intelligenti e autoconfigurabili, manufacturing additivo, ...

Network communications (IoT) - Wireless e internet (IoT, ...) per connettere macchine, manufatti, sistemi e persone lungo la supply chain

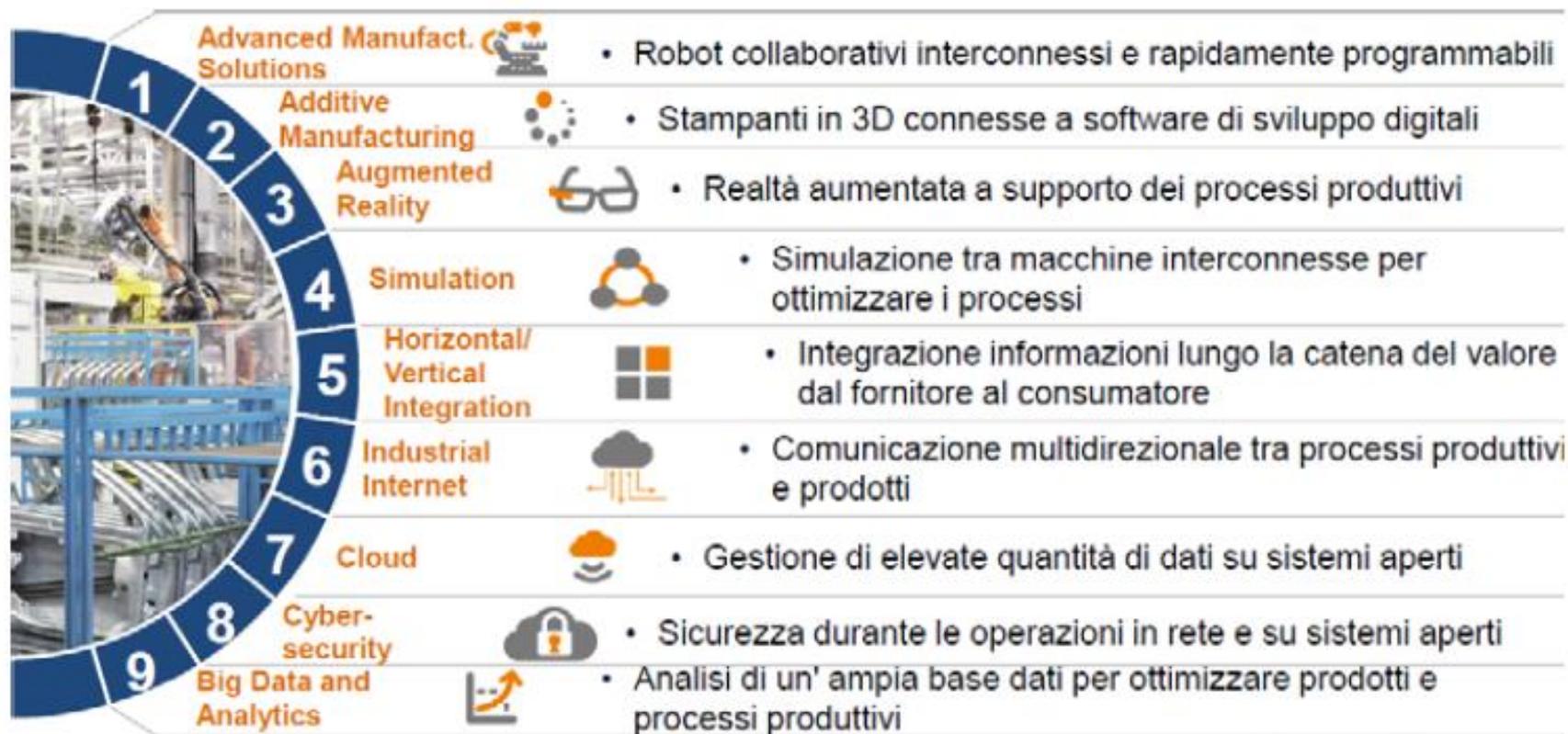
Simulazione (modellazione e virtualizzazione) a supporto della progettazione di prodotti e processi

Big data, data analytics, cloud computing – Utilizzo in produzione o fasi successive

Realtà aumentata (e tool intelligenti) a supporto degli operatori



Tecnologie I4.0 per il MISE



Neutralità tecnologica

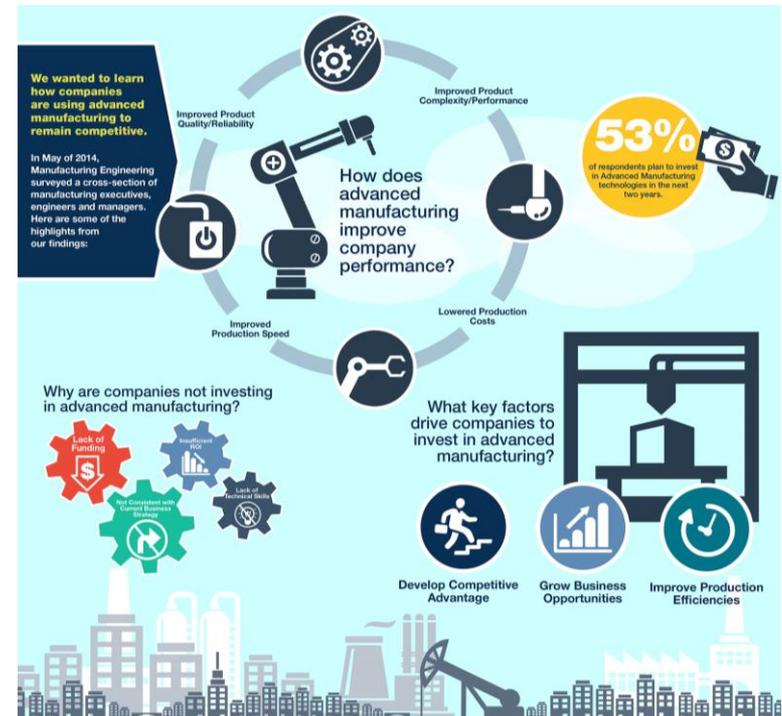
Attenzione alla «libidine tecnologica»! Prima la strategia (goal e use case)!



Advanced Manufacturing

Definizione

Sistemi avanzati di produzione, ovvero sistemi interconnessi e modulari che permettono flessibilità e performance. In queste tecnologie rientrano i sistemi di movimentazione dei materiali automatici e la robotica avanzata, che oggi entra sul mercato con i robot collaborativi



- <https://www.youtube.com/watch?v=KEQdn57Kz1Q>



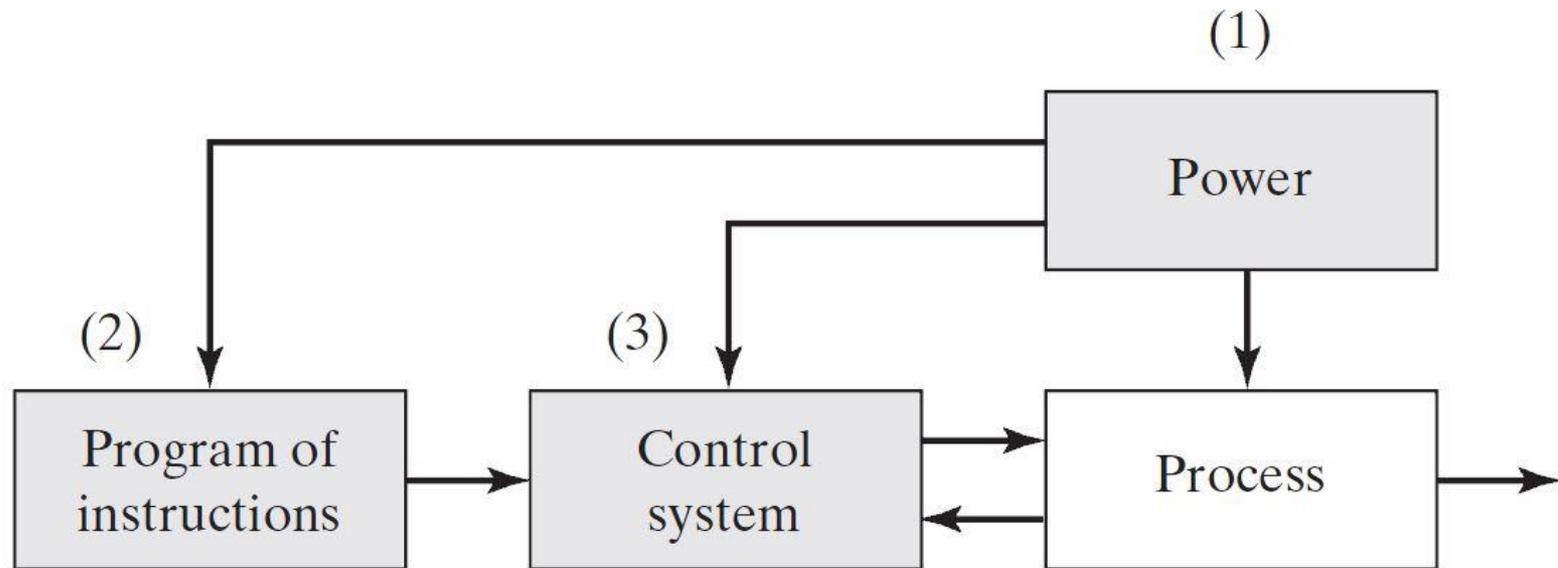
Automation Defined

Automation is the technology by which a process or procedure is accomplished without human assistance

- Basic elements of an automated system:
 1. Power - to accomplish the process and operate the automated system
 2. Program of instructions – to direct the process
 3. Control system – to actuate the instructions



Elements of an Automated System



Electricity - The Principal Power Source

- Widely available at moderate cost
- Can be readily converted to alternative forms, e.g., mechanical, thermal, light, etc.
- Low level power can be used for signal transmission, data processing, and communication
- Can be stored in long-life batteries



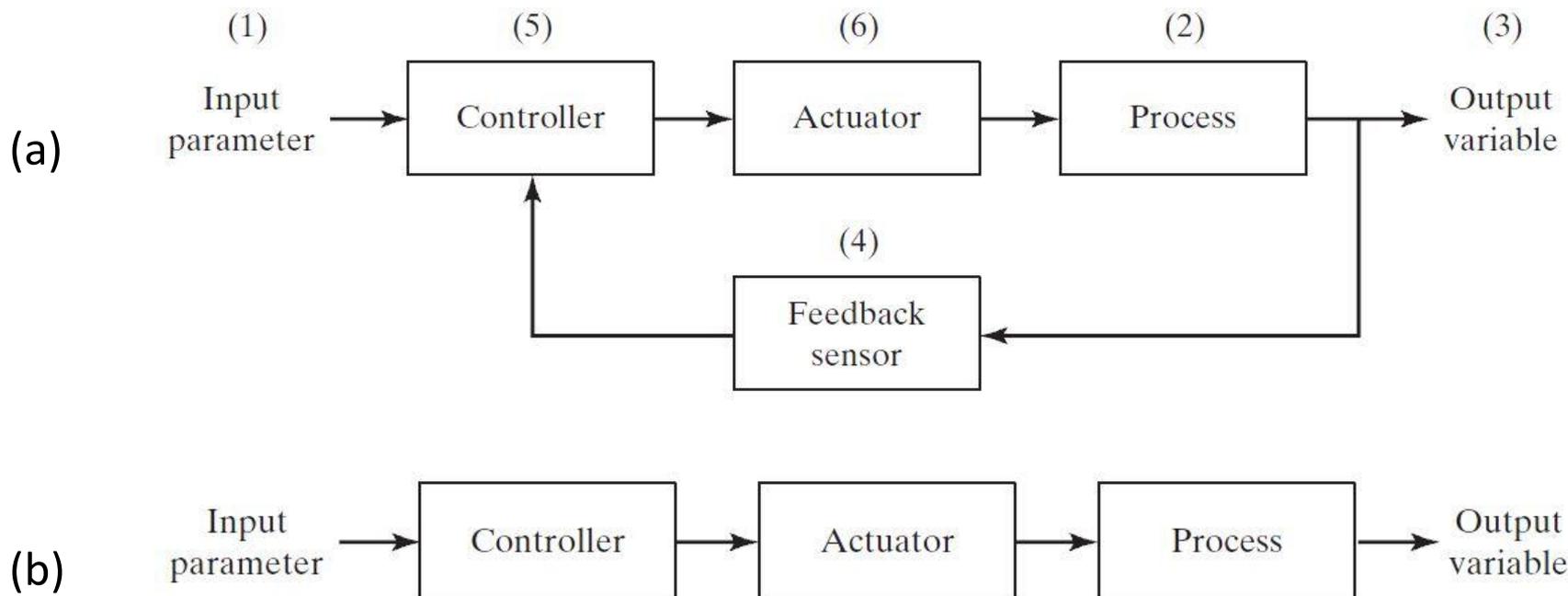
Program of Instructions

Set of commands that specify the sequence of steps in the work cycle and the details of each step

- Example: NC part program
- During each step, there are one or more activities involving changes in one or more process parameters
 - Examples:
 - Axis position in a positioning system
 - Motor on or off

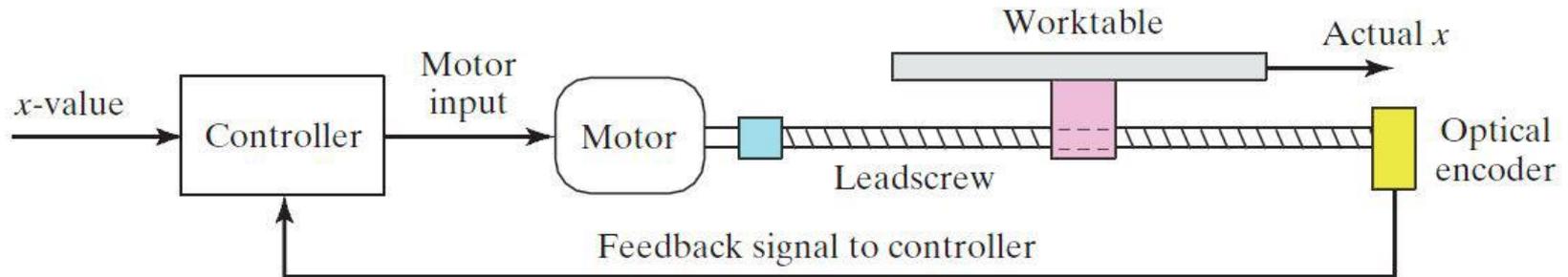


(a) Feedback Control System and (b) Open-Loop Control System



Positioning System Using Feedback Control

A one-axis position control system consisting of a leadscrew driven by a dc servomotor and using an optical encoder as the feedback sensor



- Motore elettrico
- Encoder
- Controllore



- Applicazioni di ricerca applicata: Agribot
- Google and youtube: robot and drones in agriculture, robotic farming



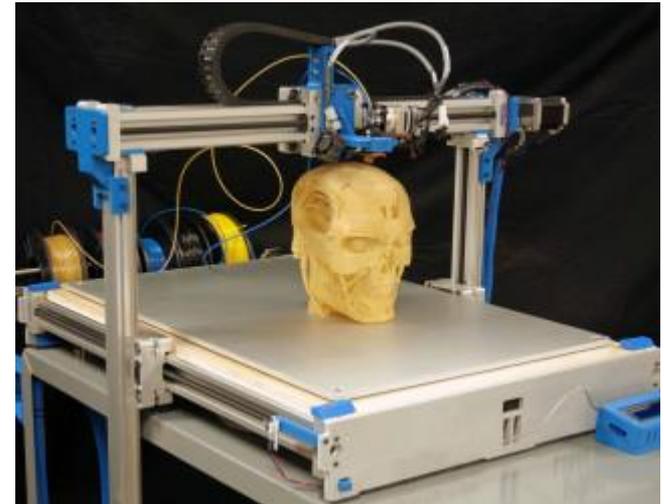
Additive Manufacturing

Definizione

L'insieme di tutte le tecnologie, dei processi produttivi e di fabbricazione additiva che partono da modelli digitali. L'utilizzo delle stampanti 3D per la prototipazione è il principale esempio di tecnologia additiva. Si parte da un modello CAD 3D che viene suddiviso in strati da un sistema integrato (o online) nella stampante o nella macchina che deposita il materiali secondo la stratificazione definita per fabbricare il prodotto

ADDITIVE MANUFACTURING

3D Printing of Ideas



Parole chiave

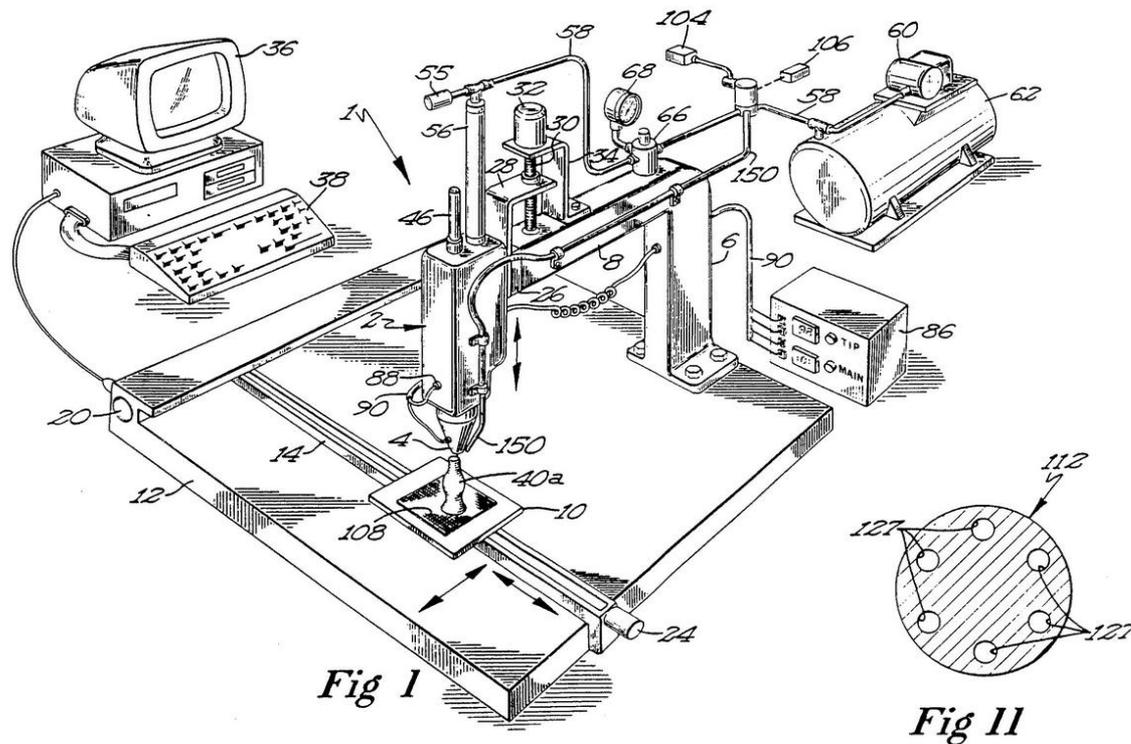
- Prototipazione rapida
- Three Dimensional Printing (3DP),
- **3D Printing** ≠ Fused Deposition Modeling (FDM)
- Solid Freeform Fabrication
- Layered or **Additive Manufacturing**
- Time Compression

Esempi di tecnologie AM

- Stereolithography (SLA)
- Fused Deposition Modeling (FDM)
- Three Dimensional Printing (3DP)
- Selective Laser Sintering (SLS)
- Shape Deposition Manufacturing (SDM)

...

Perché questa esplosione di interesse?



U.S. Patent

June 9, 1992

Sheet 1 of 3

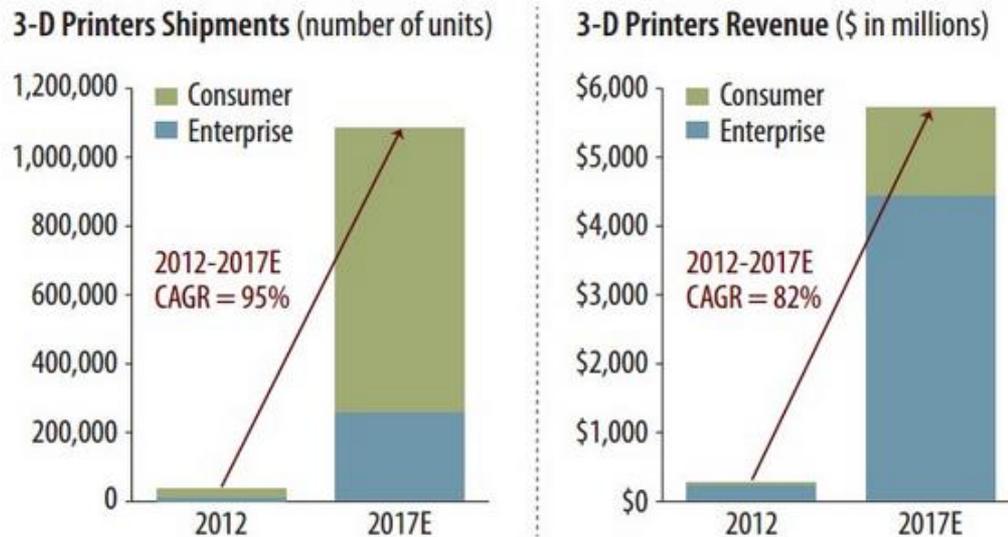
5,121,329

<http://www.3dprintingcreative.it/wp-content/uploads/2014/02/Brevetto->



Previsioni commerciali

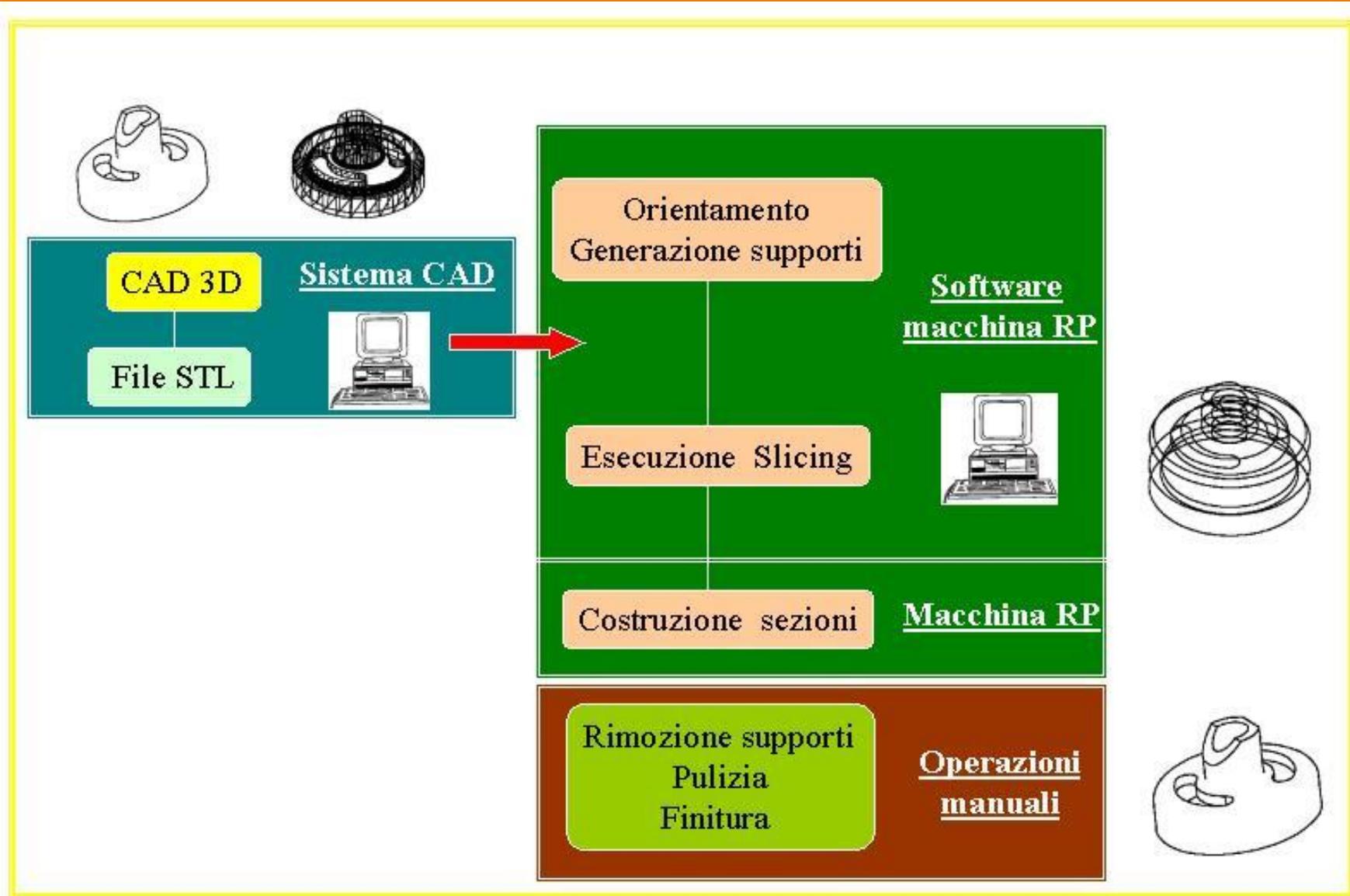
Chart 6: 3-D Printer Use is Migrating from Hobbyists to Commercial Manufacturers



Source: "3-D Printers, Worldwide" Gartner, September, 2013, Wells Fargo Wealth Management, 2014

<http://www.techeconomy.it/2014/08/11/stampa-3d-principali-previsioni-per-mercato-futuro/>

Le fasi del processo di Prototipazione Rapida



Disegno CAD

- Il prototipo deve essere disegnato al CAD utilizzando un modellatore tridimensionale solido o superficiale, soprattutto nel caso dei modellatori superficiali bisogna porre particolare attenzione alla chiusura e alla connessione di tutte le superfici, onde evitare che siano presenti gap o sovrapposizioni che vadano a inficiare il risultato del lavoro di modellazione.



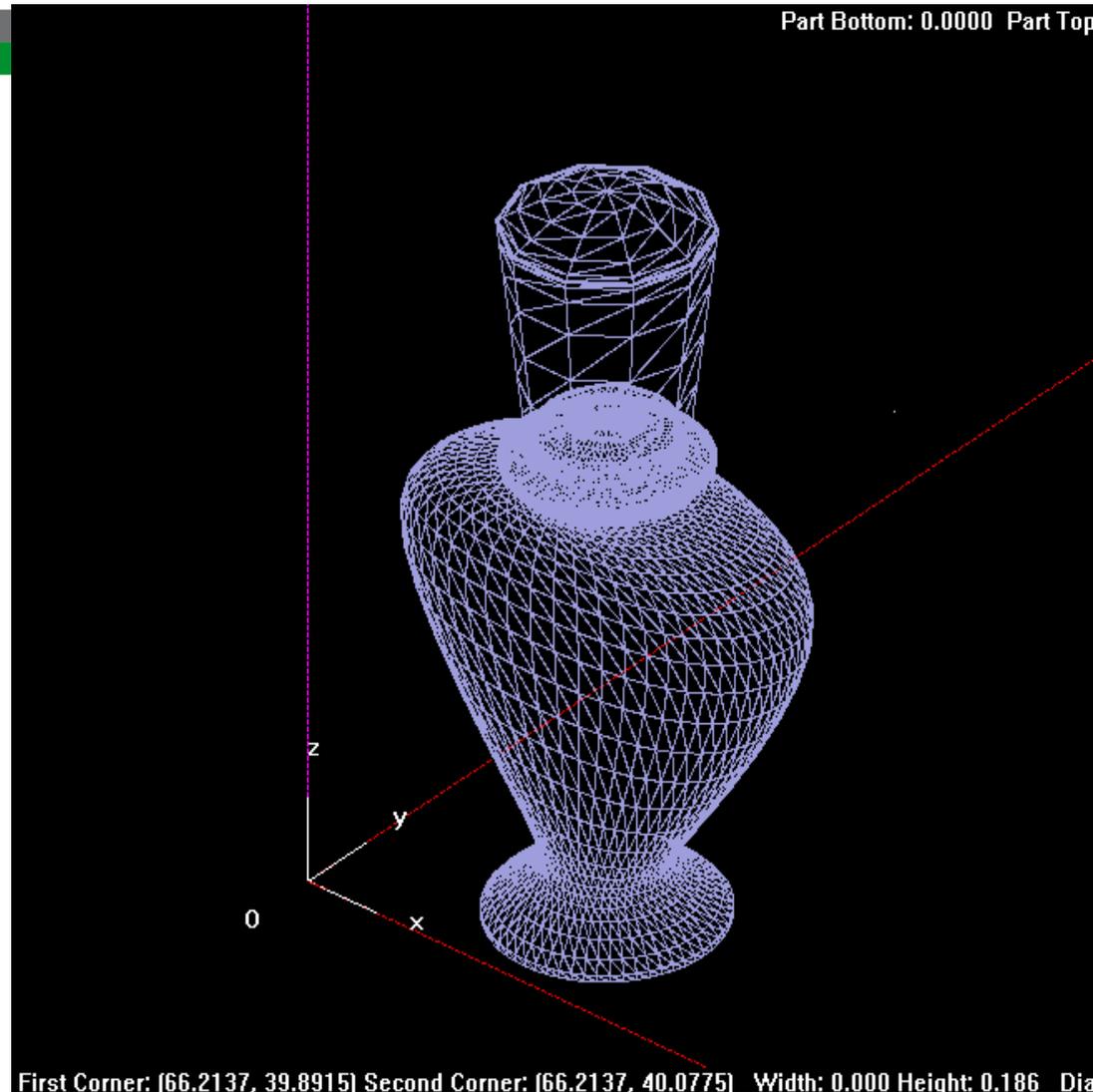
Traduzione in formato STL

- il modello CAD viene elaborato in un formato compatibile con il software di gestione della macchina RP.
- Lo standard grafico attualmente accettato da tutti i costruttori è l'STL (*solid to layer*), introdotto dalla società 3D Systems.
- Tale formato prevede la tassellazione (o *mesh*) delle superfici interna ed esterna del pezzo attraverso elementi triangolari.
- L'approssimazione di superfici curve attraverso facce triangolari introduce inevitabilmente un errore, valutato misurando la distanza tra il baricentro del triangolo e la superficie originaria.
- E' possibile infittire il numero dei triangoli in presenza di una superficie curva del modello per raggiungere l'approssimazione richiesta.



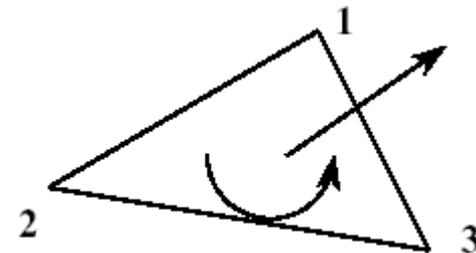
Tassellizzazione o Meshatura

- Si realizza approssimando tutte le superfici a una distesa di triangoli, l'uno accostato all'altro. Inevitabilmente questo passaggio introduce un errore che viene valutato misurando la distanza tra il baricentro del triangolo e la superficie (solitamente una calotta).
- Questa scelta permette di infittire il numero dei triangoli in presenza di una superficie curva del modello e di conseguenza di raggiungere una approssimazione migliore.



StL format

✉ “StereoLithography”
file



✉ Tessellated triangular
facet model.

```
solid name
    facet normal ni nj nk
        outer loop
            vertex v1x v1y v1z
            vertex v2x v2y v2z
            vertex v3x v3y v3z
        endloop
    endfacet
endsolid name
```



File STL

- L'STL è un formato molto banale e ridondante, nel quale sono indicati per ogni triangolo le tre coordinate spaziali dei tre vertici ed i tre coseni direttori della normale esterna alla superficie così definita.
- La meshatura generata viene salvata in un file detto STL (da STereoLithography) di tipo ASCII o binario. Nel primo caso, l'aspetto è di questo genere:

```
solid ascii
facet normal 1.000000e+00 -0.000000e+00 0.000000e+00
outer loop
vertex 5.750587e+01 4.543194e+01 -2.884441e+01
vertex 5.750587e+01 3.943194e+01 -2.884441e+01
vertex 5.750587e+01 4.243194e+01 -2.900000e+01
endloop
endfacet
...
facet normal 1.000000e+00 0.000000e+00 0.000000e+00
outer loop
vertex 5.750587e+01 3.943194e+01 2.884441e+01
vertex 5.750587e+01 4.543194e+01 2.884441e+01
vertex 5.750587e+01 4.243194e+01 2.900000e+01
endloop
endfacet
end solid
```



Software Architecture:

STL format: STereoLithography format

Mesh of connected “3D triangles”.

Use ray-tracing algorithm to slice the model on a given z-level.

Problems resulted from CAD to STL translation:

gaps between triangles

incorrectly oriented normals on adjacent triangles

Mobius strip conditions



Part Orientation

Build time is a function of the height of the part.

Stair-step effect on slanted surface.

No negative values allowed.

Avoid trapped volumes (right side up cup trap resin)

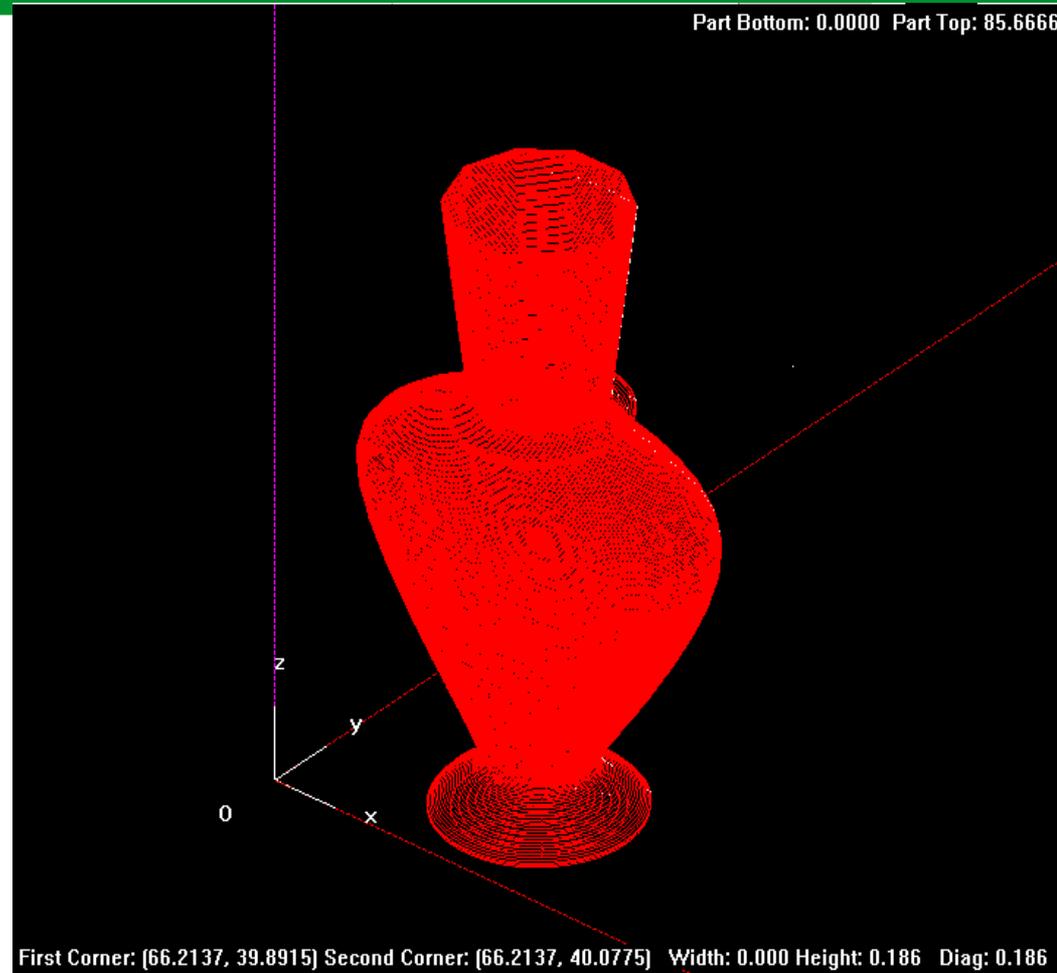
Sometimes need drain hole



Slicing

Il file STL che rappresenta il modello discretizzato, deve essere poi sezionato con piani paralleli per ottenere le coordinate del contorno di ciascuna sezione.

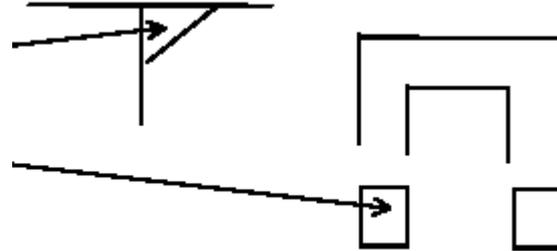
Lo *slicing* è un'operazione critica perché condiziona in modo determinante la precisione del prototipo. In alcune tecnologie può essere **uniforme**, dando origine a strati di spessore costante oppure **adattivo** ed in tal caso lo spessore verrà scelto in funzione della curvatura superficiale, per limitare al massimo l'aspetto a gradini della superficie esterna. In questo secondo caso, quindi, la precisione del modello è sostanzialmente migliore, senza aver appesantito il file contenente i punti del contorno delle sezioni.





Supports

- Gussets
- Projected feature edges
- Single webs
- Webs
- Columns



Features have greater than 6 mm (0.24”) overhang must be supported.

Better be less than 3mm.

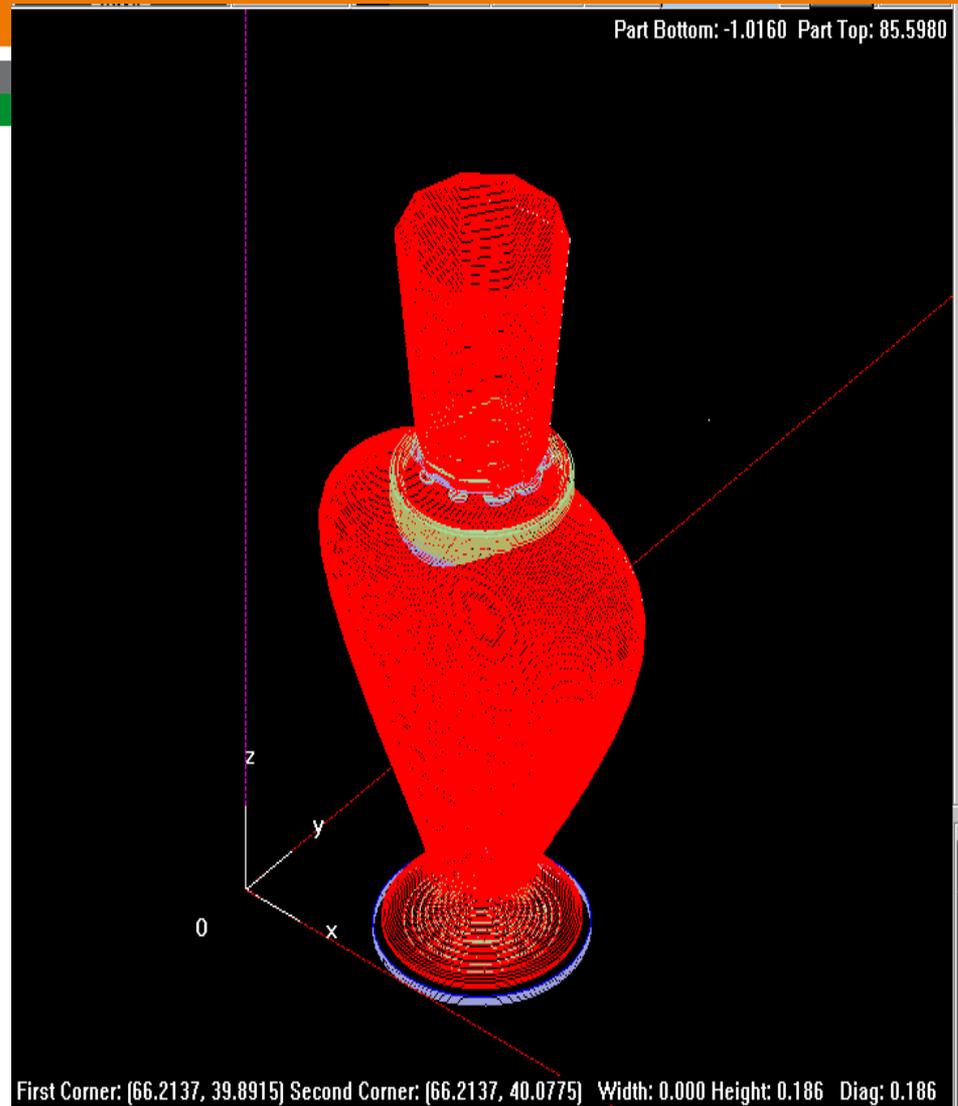
No unsupported span should exceed 12 mm.

A support should be at least 16 mm wide, else, it may fall over due to recoating forces.

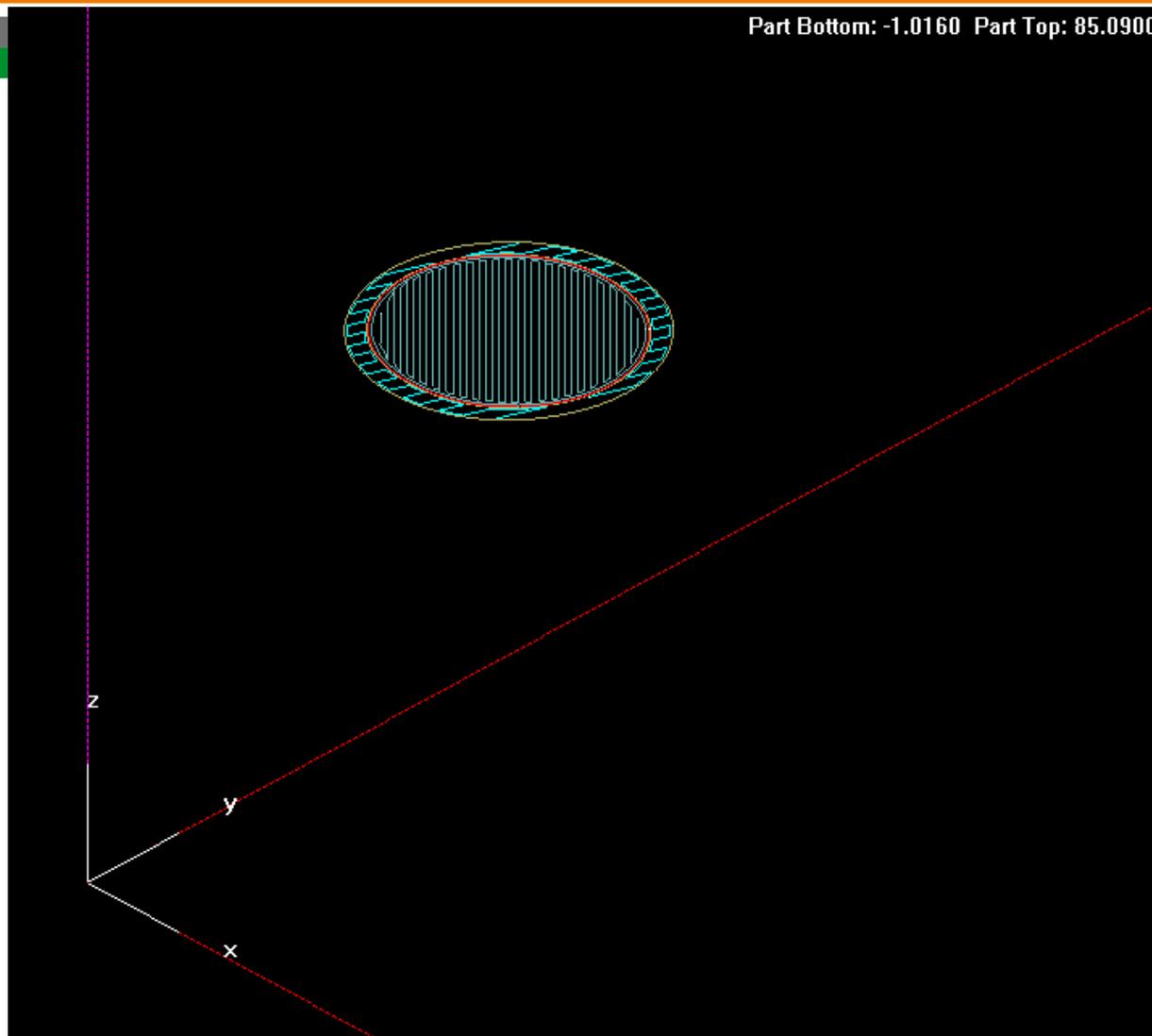


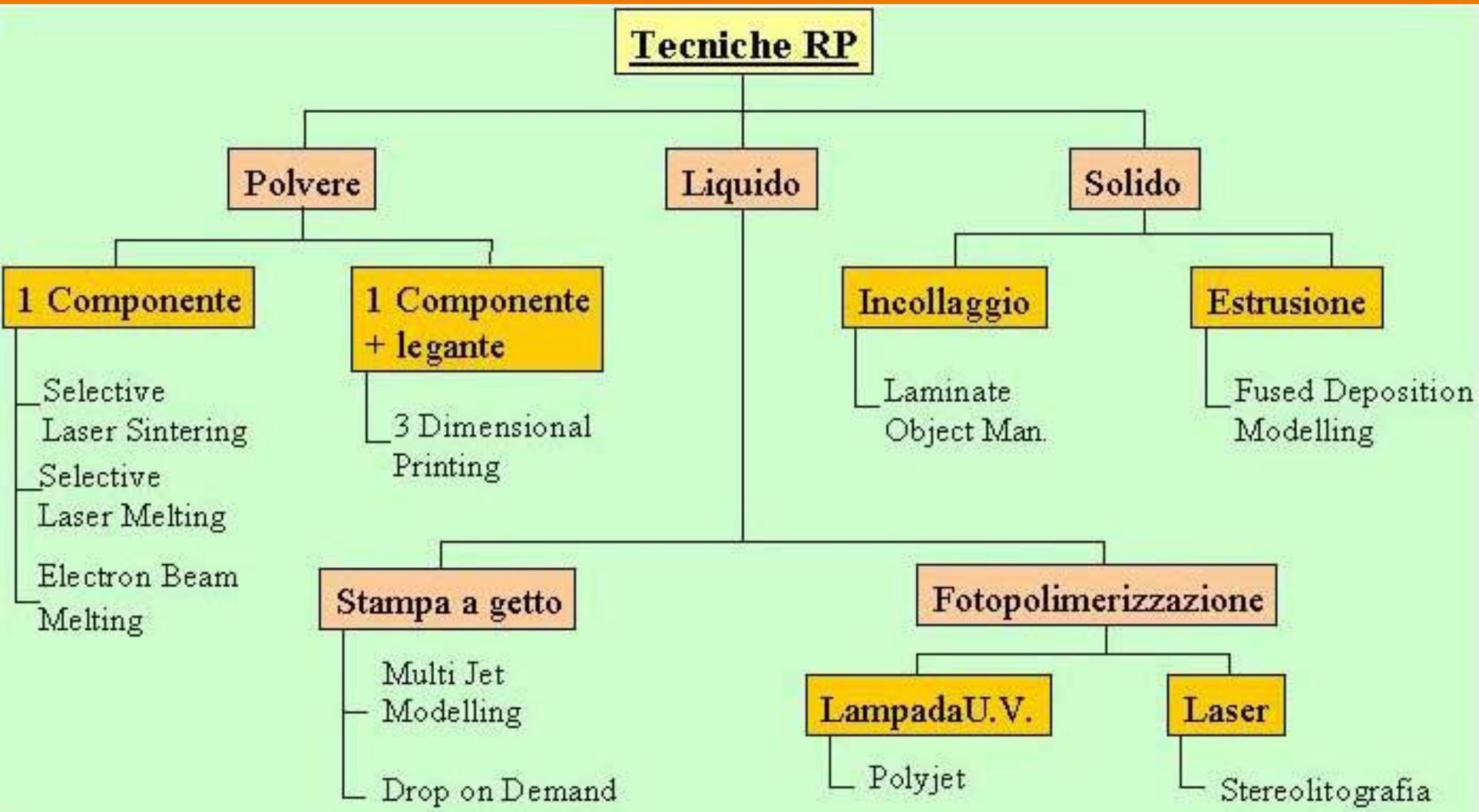
Creazione della base

- La creazione della base avviene dopo la generazione del supporto.



Creazione delle Roads





Processi di PR

CAD modelli solidi

Trasformazione in formato STL

Slicing – tagliare il modello in fette (slices), da 0.001 a 0.005 pollici (da 0.025mm a 0.125mm)

Preparare per la fabbricazione

Livellamento

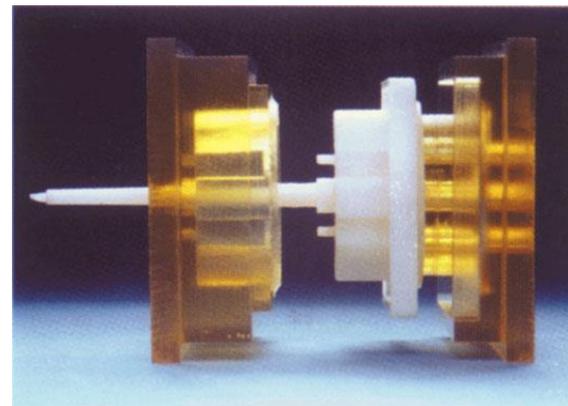
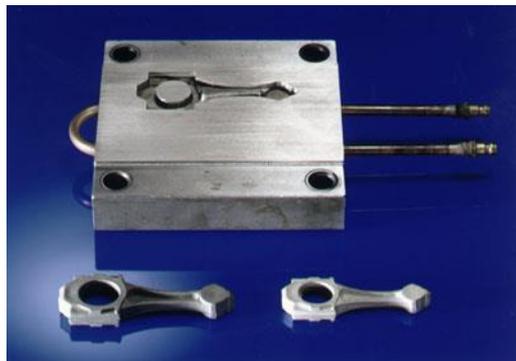
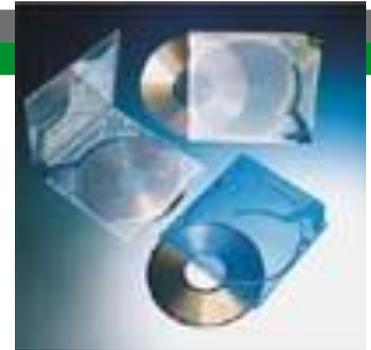
Processo per strati sovrapposti

Draining - removal, cleaning, rinsing, postcure, finishing



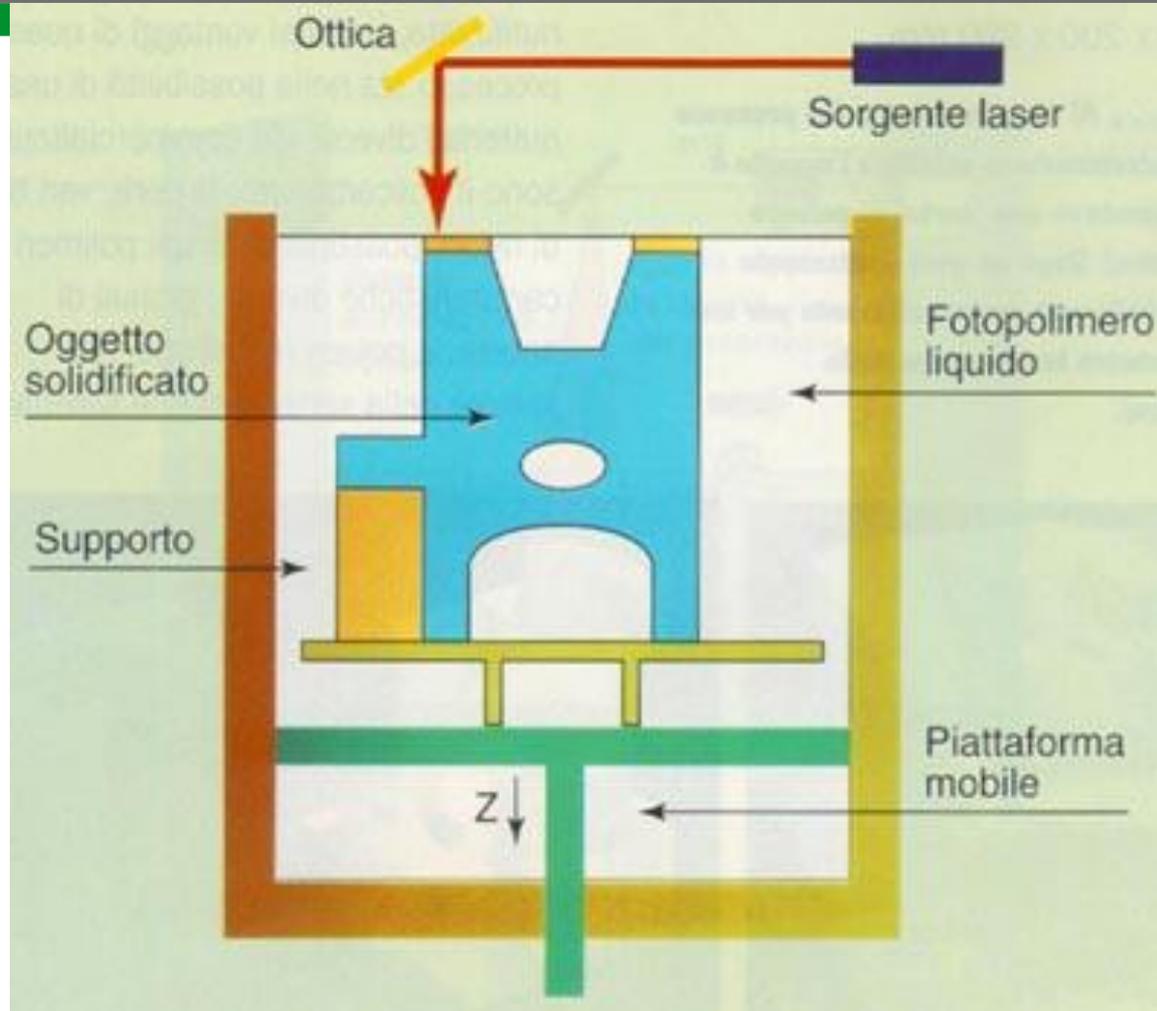
Le principali tecnologie di Fabbricazione Additiva per le plastiche

- Stereolitografia
- Laser Sintering
- Fused Deposition Modeling
- Laminated Object Manufacturing
- 3D printing



Stereolitografia (SLA)

- La tecnica della stereolitografia coinvolge quattro differenti aspetti: laser, ottica, chimica dei fotopolimeri e software.
- Il processo è suddiviso in quattro fasi principali:
- preparazione,
- costruzione,
- pulizia
- post-trattamento.



La stereolitografia (SLA)

- coinvolge quattro differenti tecnologie: laser, ottica, chimica dei fotopolimeri e software, ed è il primo e più importante sistema di RP commercialmente diffuso. Il processo è suddiviso in quattro fasi principali: preparazione, costruzione, pulizia e post-trattamento.
- La preparazione, che avviene su workstation, prevede (ove necessario) anche la predisposizione dei supporti necessari per il sostegno del particolare durante la sua realizzazione.
- La fase di costruzione del prototipo è controllata dal calcolatore. Il fascio laser (con potenze dell'ordine di qualche decina di mW) viene localizzato, mediante un opportuno sistema di ottica, sulla superficie della vasca contenente il monomero epossidico (allo stato liquido). Il fascio laser innesca una reazione chimica a catena che ha per effetto la polimerizzazione e perciò la creazione di una particella solida. Il movimento nel piano di focalizzazione del laser consente la realizzazione della prima sezione del prototipo. L'elevatore si abbassa di una quantità pari allo spessore di fotopolimero solidificato e una lama, o un sistema di ricopertura di precisione, ricopre la sezione appena costruita di un film liquido di monomero. Il processo riprende con la solidificazione di uno stato successivo, che aderisce stabilmente alla sezione sottostante.



SLA (2)

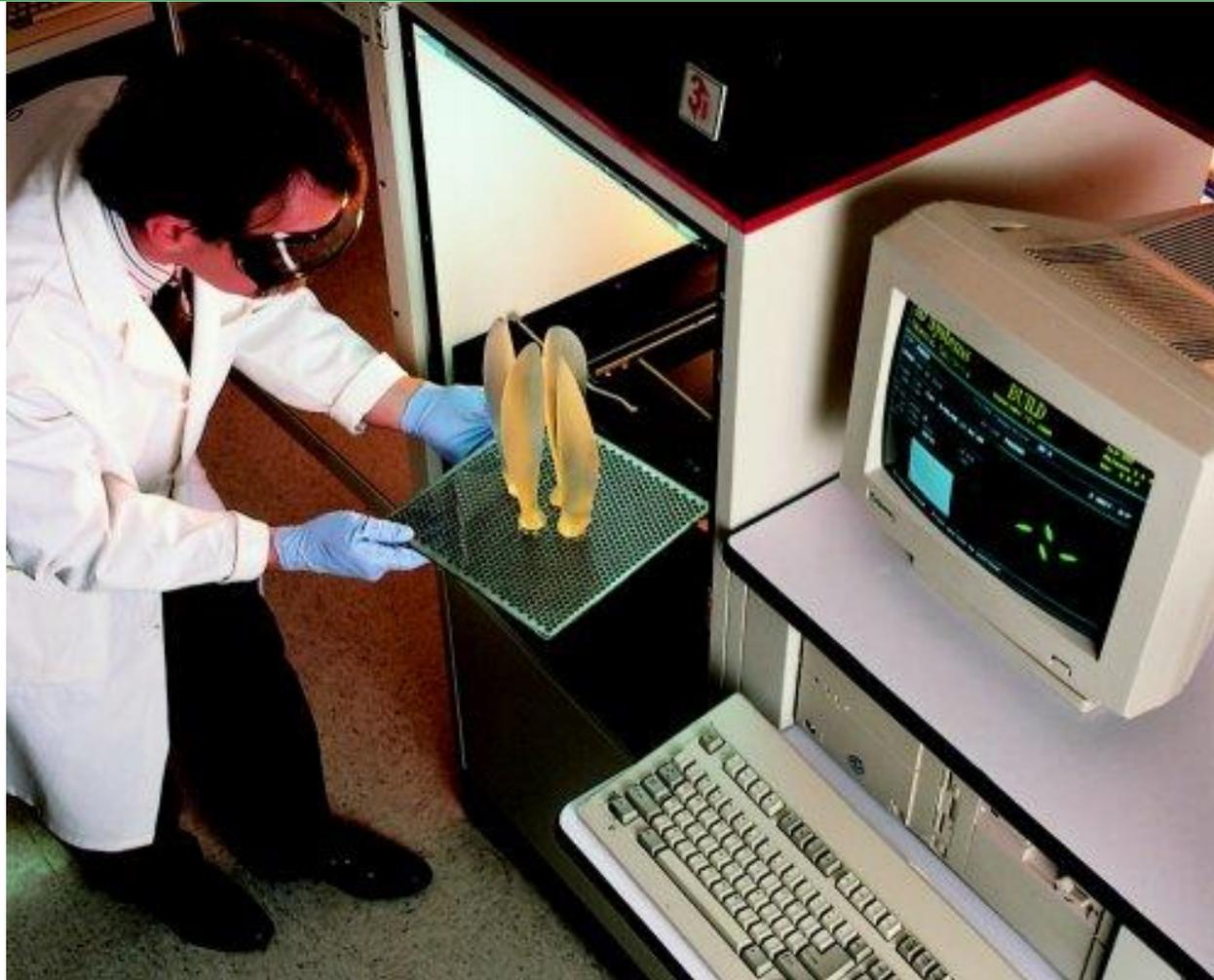
- Il processo continua fino alla completa realizzazione del prototipo, che verrà estratto dalla vasca sollevando l'elevatore e pulito per la fase successiva.
- per contenere il tempo di costruzione, il laser non può solidificare integralmente la sezione, ma si limiterà al suo profilo e ad un certo numero di linee che congiungono il perimetro interno con quello esterno, creando una struttura a nido d'ape.
- Al termine di questa fase, il particolare (*green part*) è solidificato all'esterno ma non completamente all'interno. Essendo la consistenza fisica non ancora accettabile, dovrà subire un post-trattamento per completare il processo di polimerizzazione. Quest'ultimo consiste nell'esposizione del particolare ad una lampada ad ultravioletti: la durata di questo processo è funzione delle dimensioni del particolare.
- In questo modo si completa la polimerizzazione della resina liquida ancora intrappolata all'interno del pezzo (che viene a questo punto chiamato *red part*). Completato il post-trattamento si provvede all'asportazione degli eventuali supporti e alla finitura del pezzo.



A large stereolithography part built by a 3D Systems SLA-7000 stereolithography system. Note the supports connecting the bottom of the part to the building platform.



Post-Processing (curing)



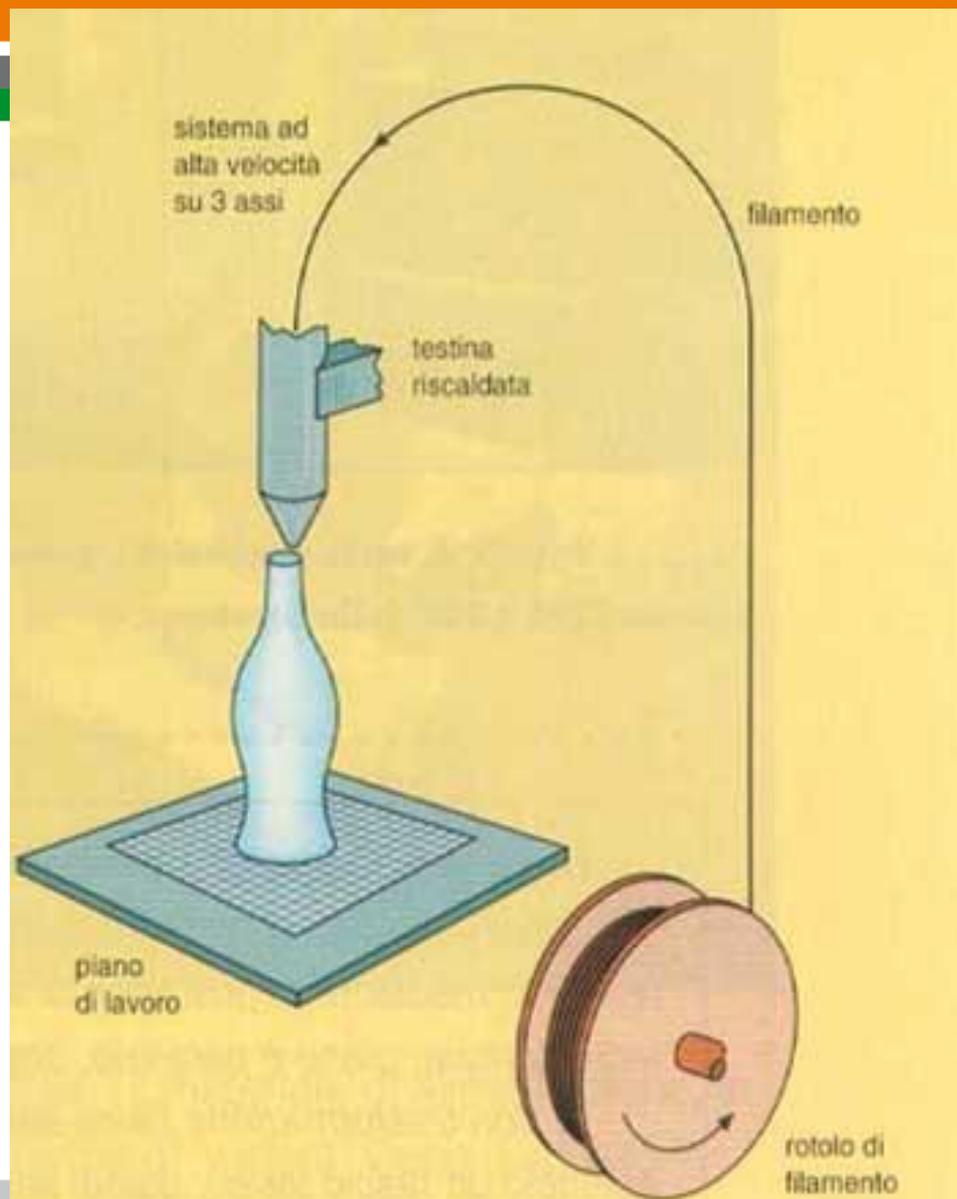
Caratteristiche fotopolimero

- elevata reattività alla radiazione laser utilizzata
- viscosità stabile e controllabile
- limitata volatilità
- limitata tossicità
- basso ritiro
- bassa energia di attivazione
- buone proprietà meccaniche dopo la polimerizzazione
- La sinergia tra i costruttori dei sistemi per la stereolitografia e i fabbricanti delle resine, concretizzatasi in una lunga e costosa sperimentazione, ha consentito la messa a punto di fotopolimeri ad alte prestazioni che ottimizzano queste caratteristiche.

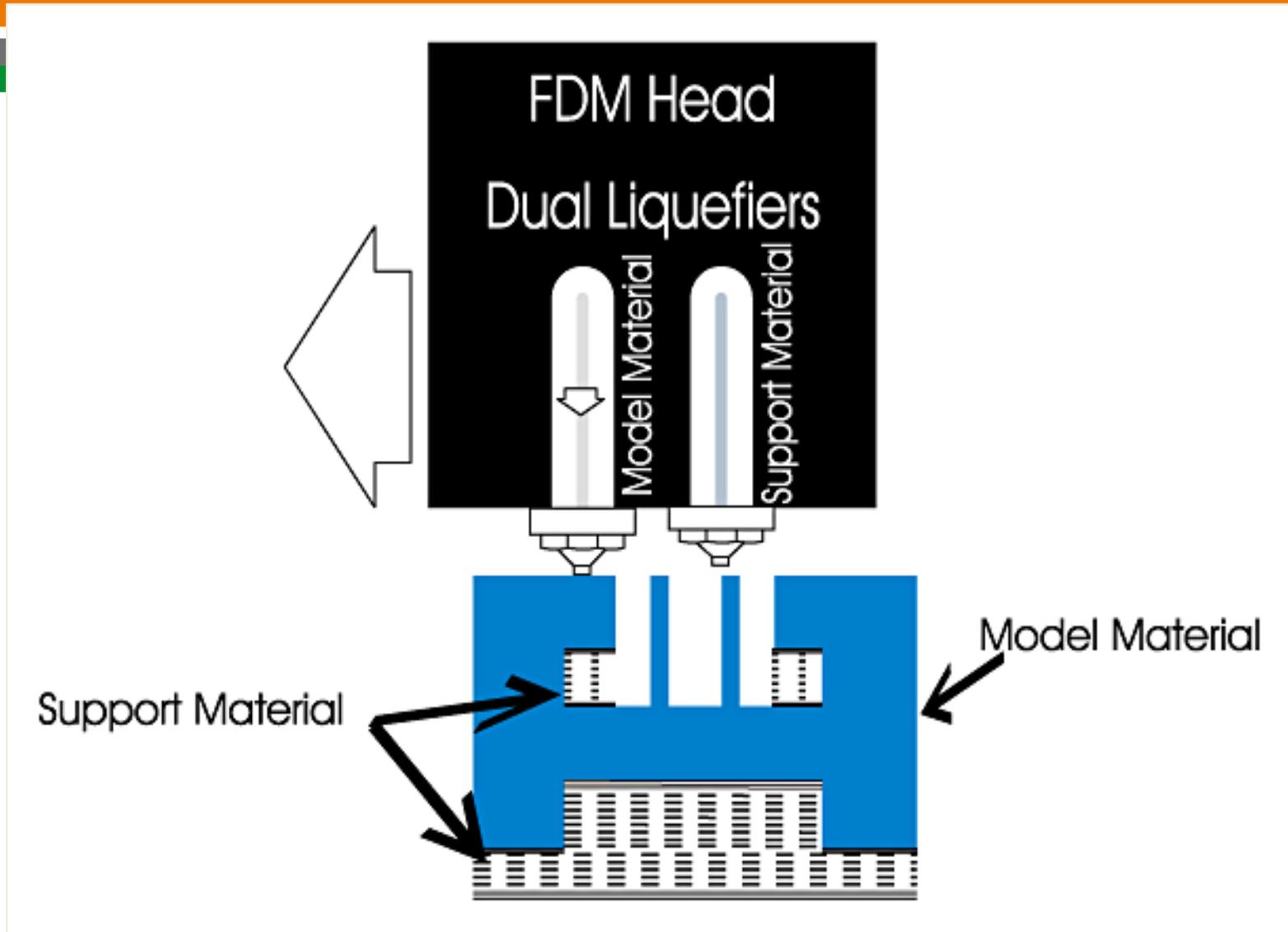


Fused Deposition Modeling

- Il cuore del sistema è la testa di estrusione che fonde il materiale (ad una temperatura che dipende dal materiale stesso, ad esempio per l'ABS circa 270°C) e lo deposita in sottili strati tramite un ugello calibrato.



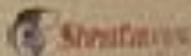
Procedimento del sistema FDM



Prototipi ottenuti con sistema FDM



FDM 3000



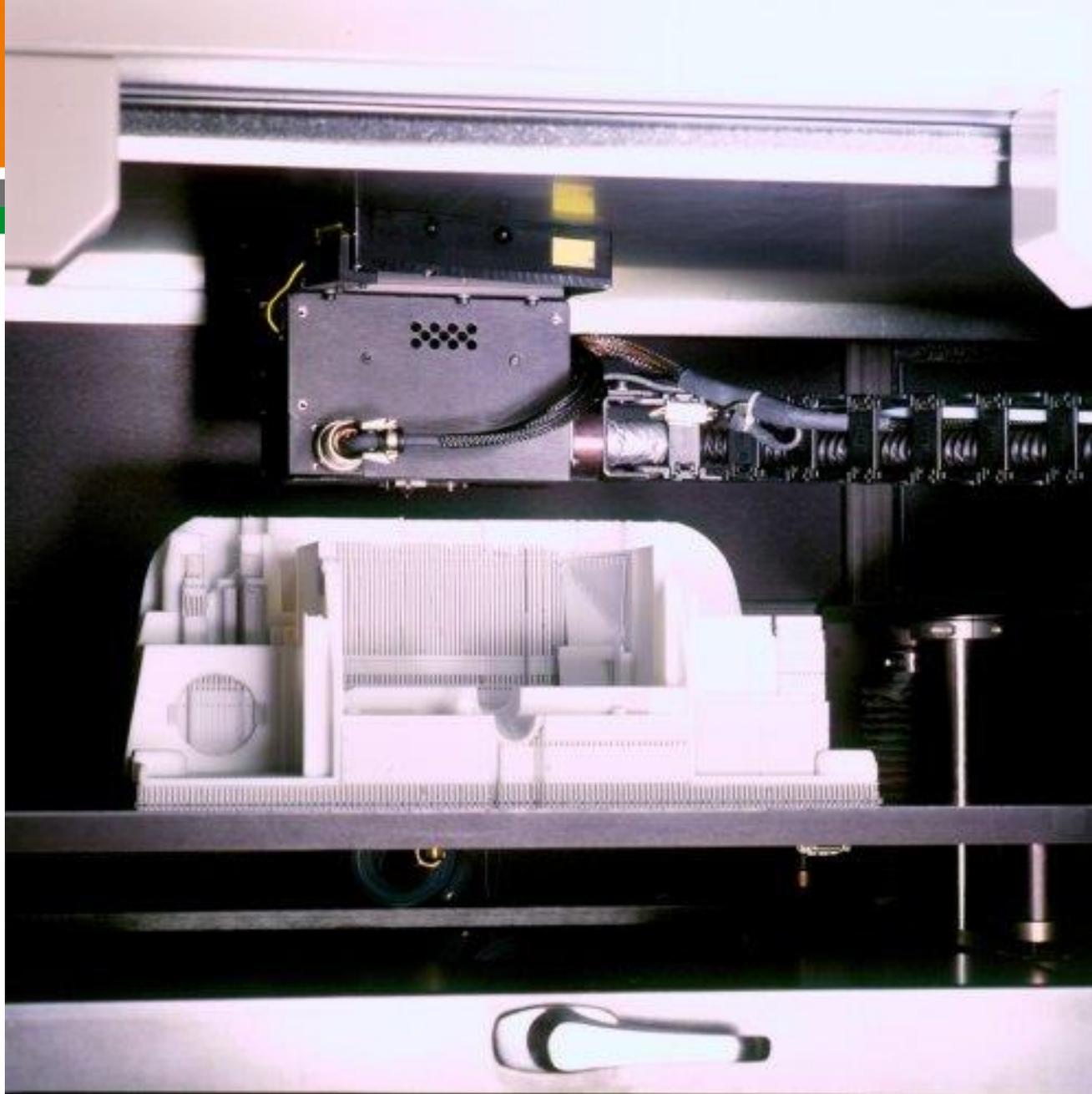
FDM Stratasys 3000



Caratteristiche FDM

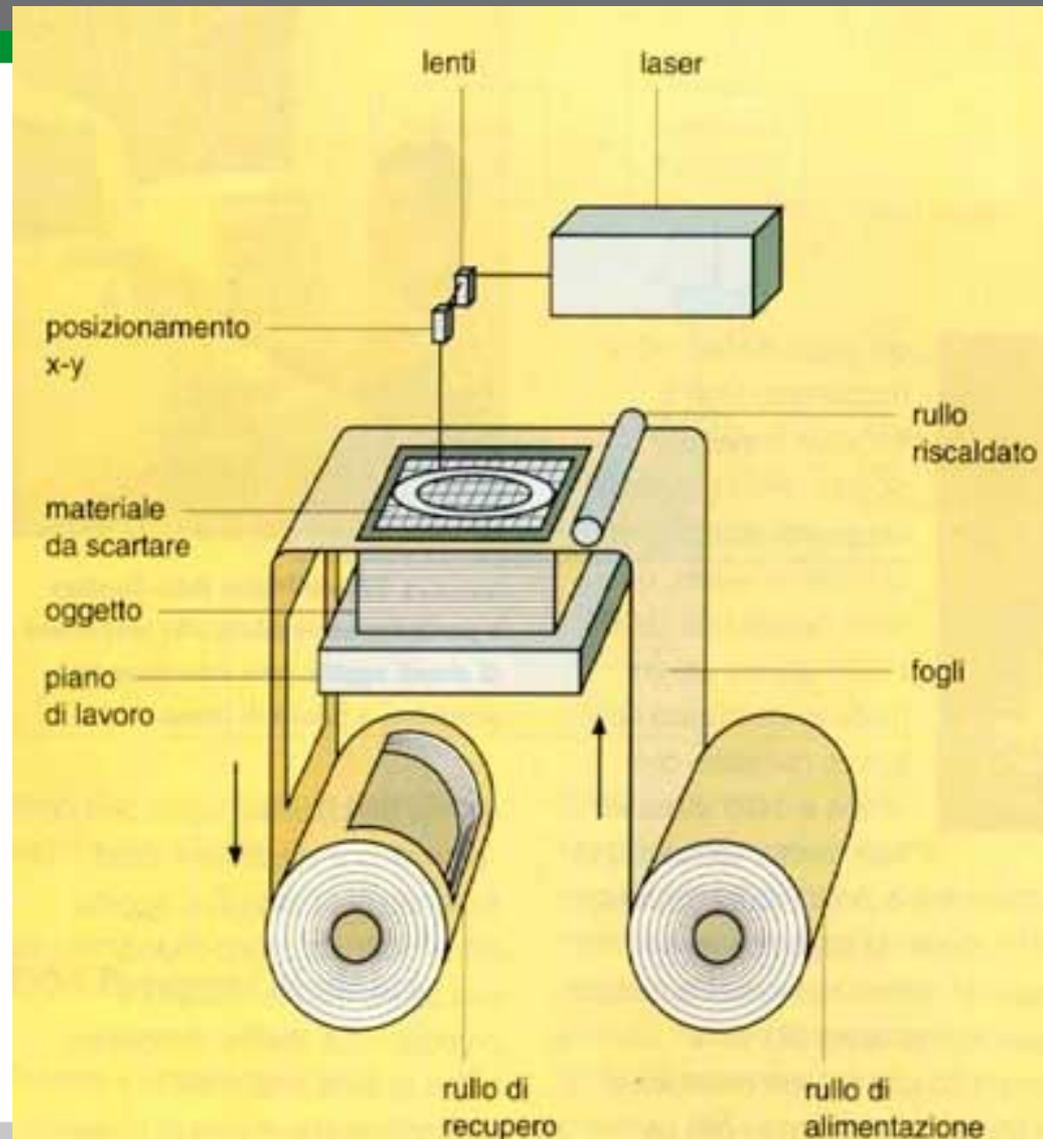
- E' l'unico sistema che impiega fili e barrette di materiali differenti per costruire il prototipo.
- Il cuore del sistema è la testa di estrusione che fonde il materiale (ad una temperatura che dipende dal materiale stesso, ad esempio per l'ABS circa 270°C) e lo deposita in sottili strati tramite un ugello calibrato. La testa di estrusione si muove nel piano per poter generare il contorno della sezione in lavorazione. La prima sezione viene realizzata su un supporto che si muove verticalmente e consente la costruzione del prototipo. La testa di estrusione, una volta realizzati i perimetri interno ed esterno della sezione, dovrà riempire lo spazio compreso tra questi per incrementare le proprietà meccaniche del prototipo.
- Il particolare non necessita di post-trattamento, gli eventuali supporti vengono generati automaticamente dal software di gestione.
- Il controllo della temperatura della testa di estrusione e della zona di lavoro è di fondamentale importanza per la corretta costruzione del particolare.
- Il processo ha il vantaggio di essere "pulito" dal punto di vista dell'impatto ambientale e la stazione di lavoro può essere installata a fianco di un CAD.
- I materiali impiegati sono a basso punto di fusione e alcuni di questi sono cera, ABS, lega ABS-metacrilato. Le dimensioni di lavoro dei sistemi FDM variano da 250x250x250 mm a 600x500x600 mm.





Laminated Object Manufact.

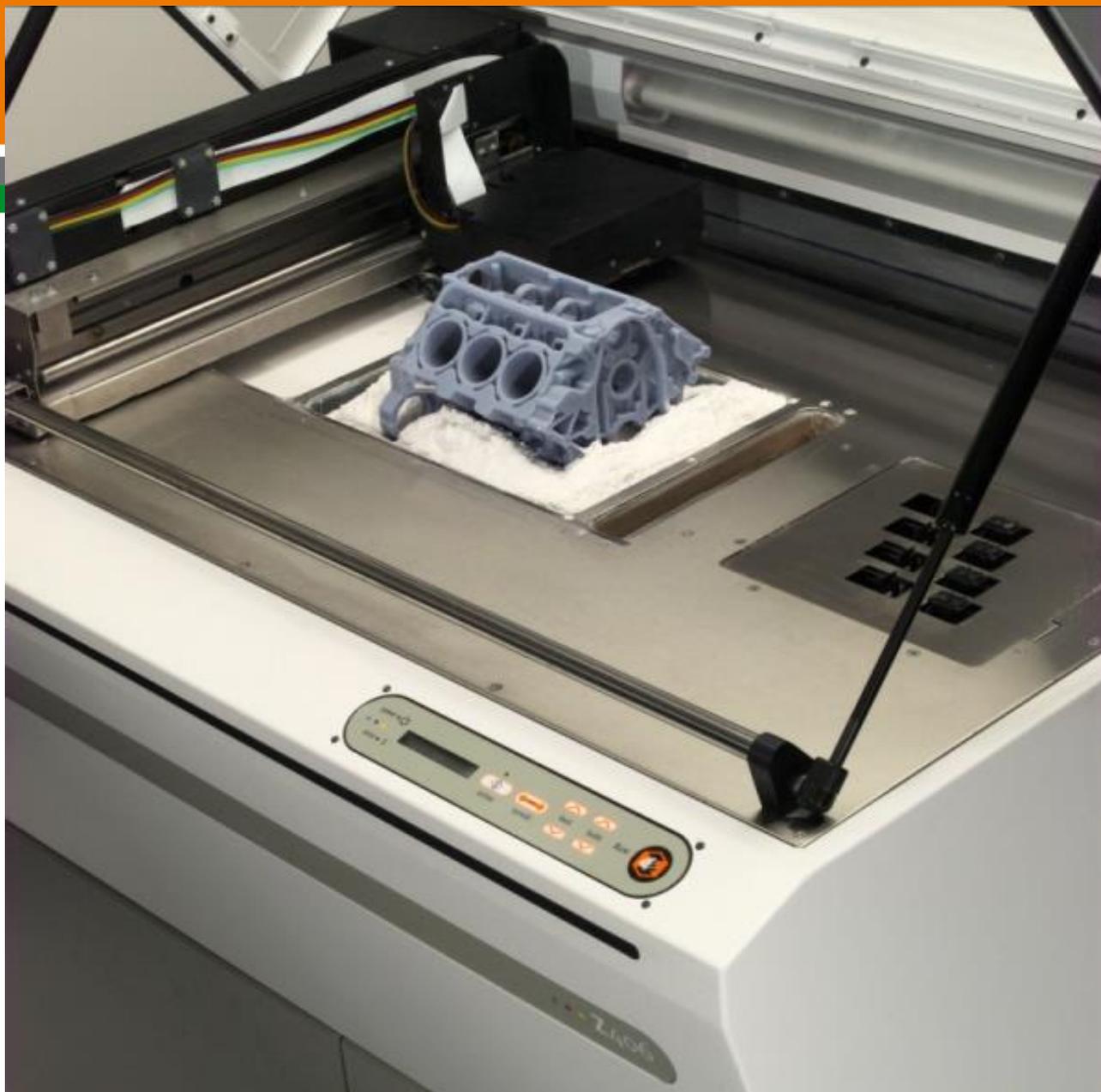
- Il sistema LOM permette la produzione di modelli per successiva sovrapposizione di strati di carta termoadesiva.

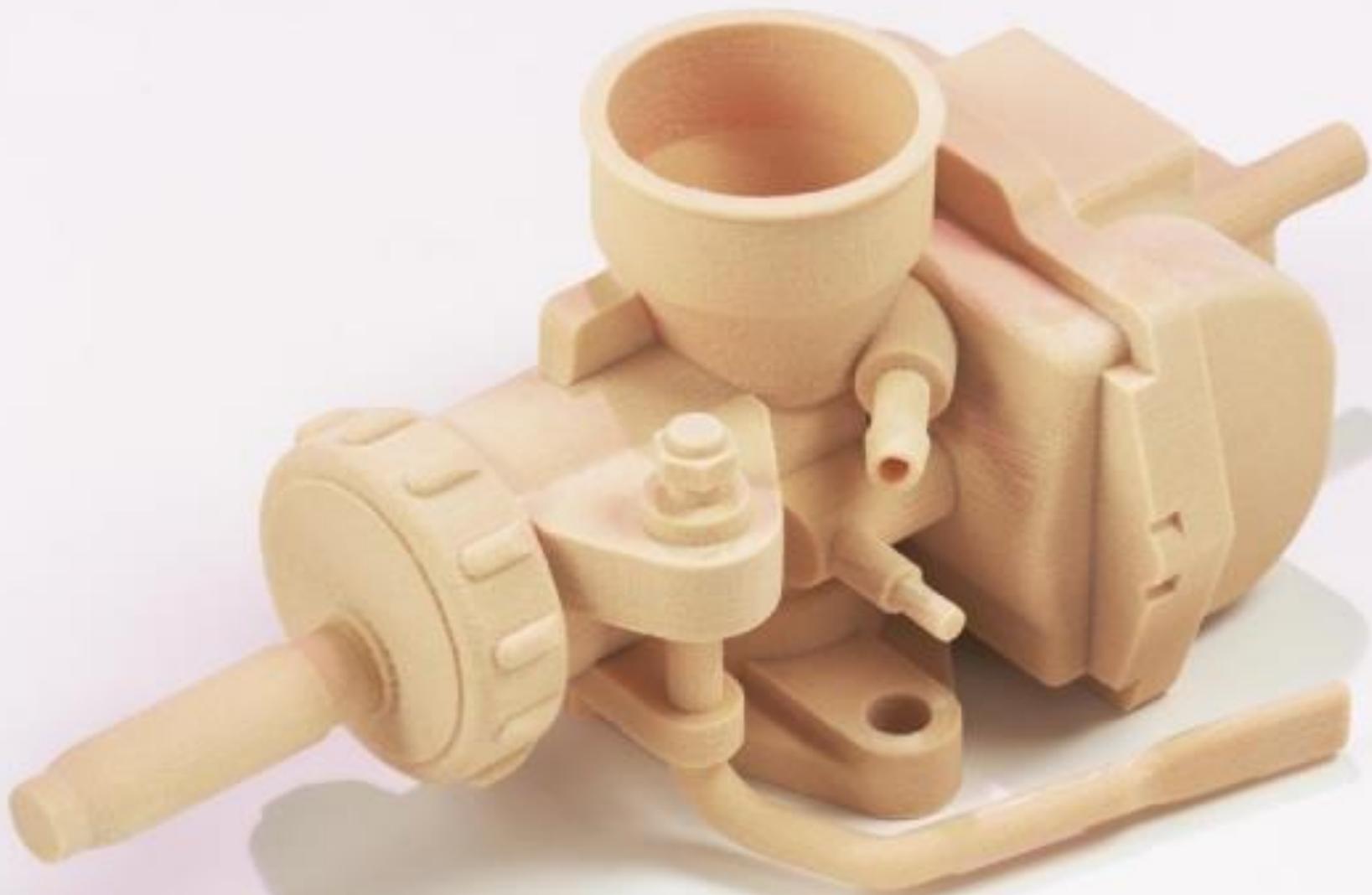


3D Printing

- La sequenza di operazioni necessarie per la preparazione di un prototipo è del tutto simile a quella della sinterizzazione laser e si differenzia da quest'ultima per il metodo impiegato nell'unione delle polveri.
- In tale tecnologia vengono unite mediante un collante spruzzato con la tecnica della stampa a getto d'inchiostro.
- Non sono necessari supporti per il particolare che però, deve essere estratto delicatamente dalle polveri.
- È necessaria, poi, una fase di post-trattamento di tipo combinato termico e chimico, al fine di evitare disgregazioni e per conferire migliori caratteristiche meccaniche all'elemento prodotto.

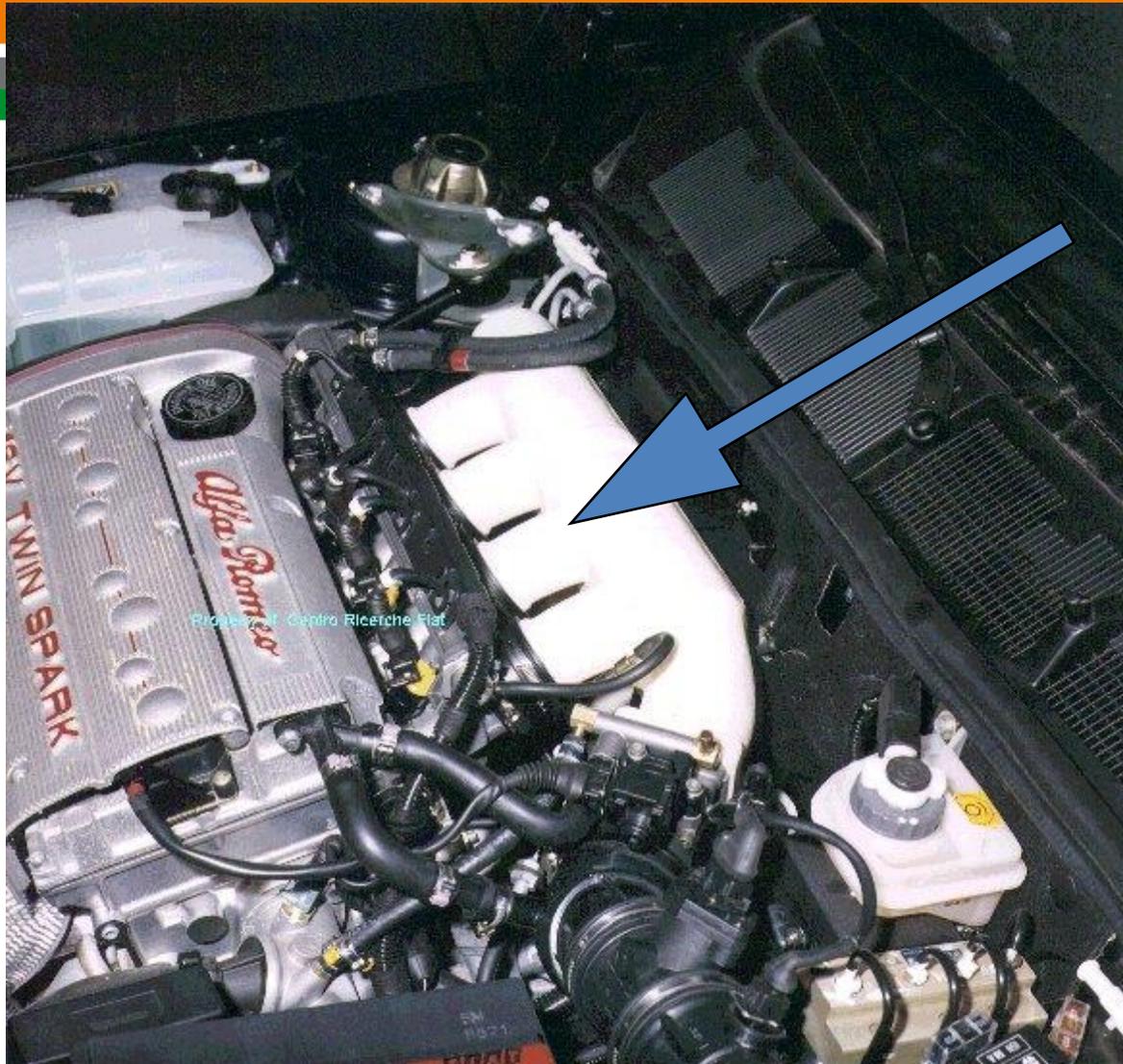








Esempi di manufatti prototipali ottenuti con tecniche RP

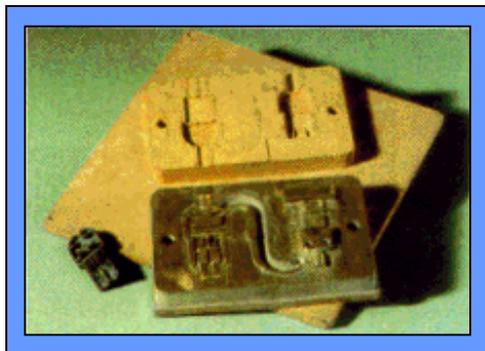


Collettore di aspirazione

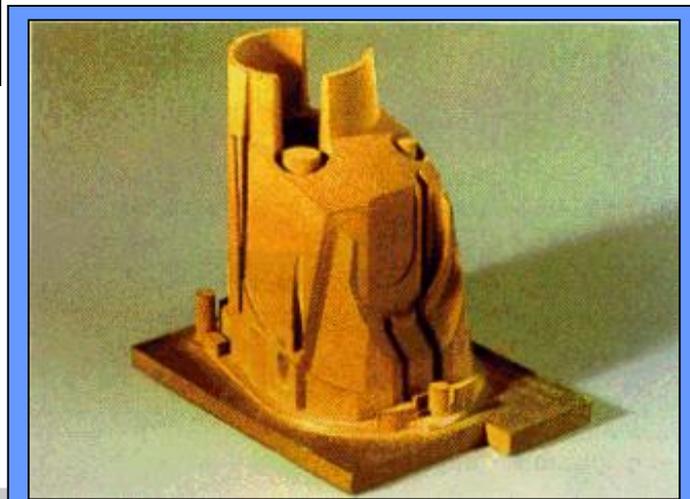


ESEMPI DI PRODOTTI OTTENIBILI MEDIANTE SELECTIVE LASER SINTERING

(A)



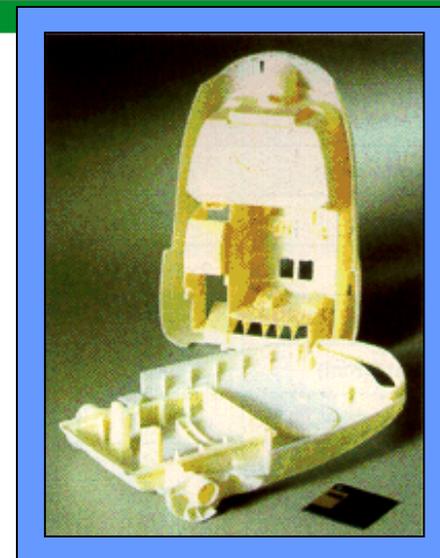
(C)



(D)



(E)



(A, B, C) Elementi metallici

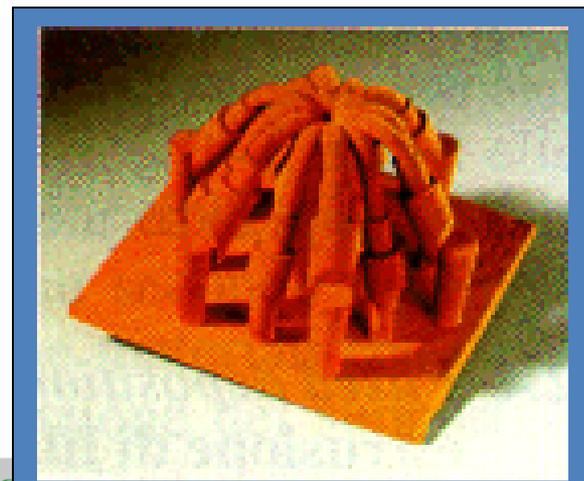
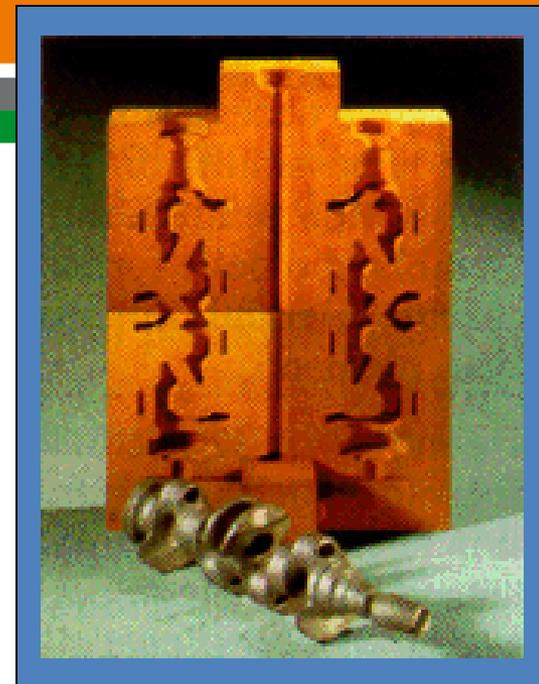
(D) Poliestere con relativo pezzo metallico ottenuto per microfusione

(E) Policarbonato e nylon

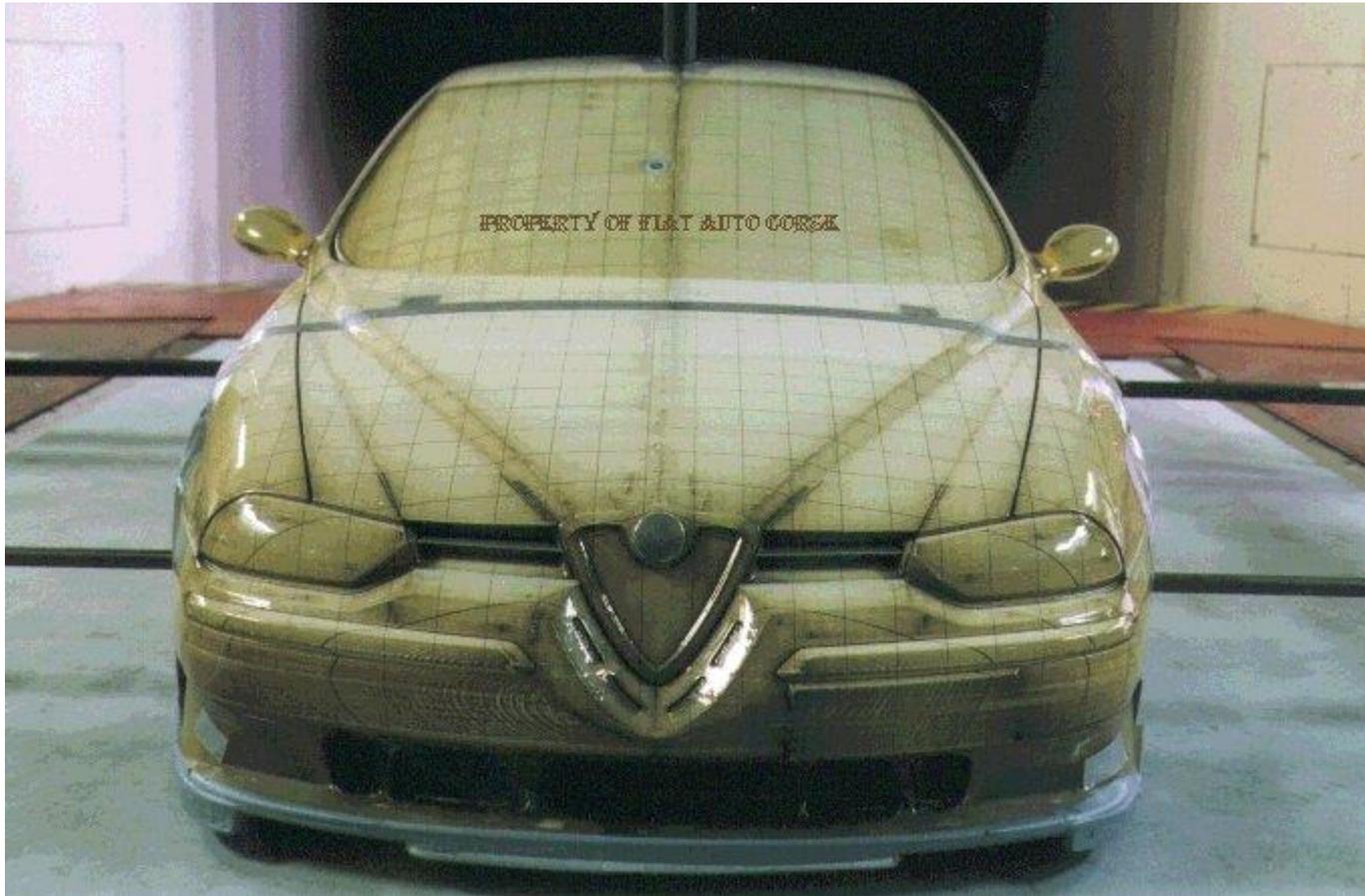
(B)



ESEMPI DI FORME OTTENUTE MEDIANTE SLS SU SABBIA



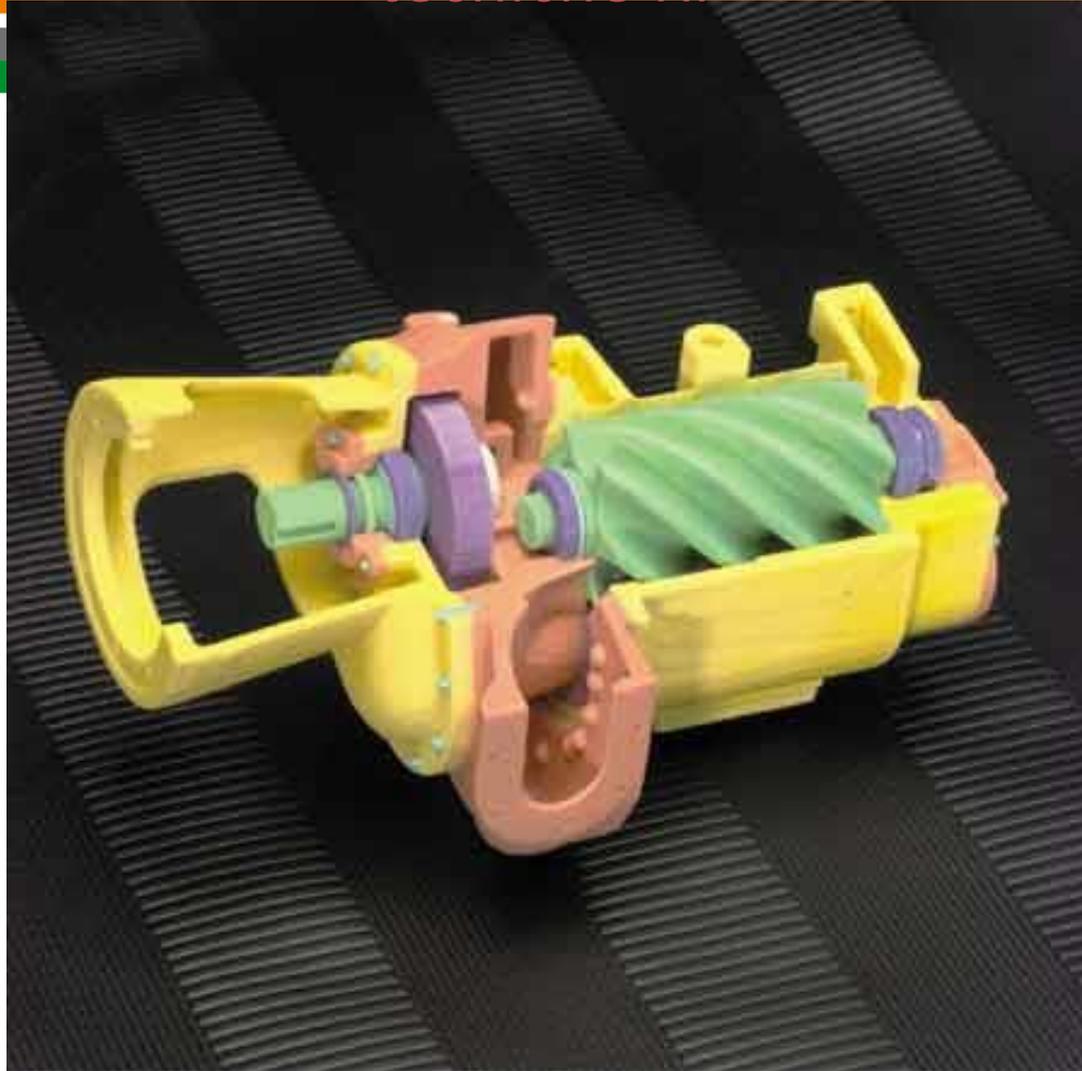
Esempi di manufatti prototipali ottenuti con tecniche RP



LOM



Esempi di manufatti prototipali ottenuti con tecniche RP



3 D Printing

FONDAZIONE ITS AGROALIMENTARE PUGLIA

Corso ITS VII Ciclo 2017-19 "Tecnico Superiore la Valorizzazione delle Produzioni Locali di Qualità"



Commercial Systems

- ✉ 3D Systems - StereoLithography
- ✉ Cubital - Solid Ground Curing
- ✉ DTM - Selective Laser Sintering
- ✉ Stratasys - Fused Deposition Modeling
- ✉ Helisys - Laminated Object Manufacturing
- ✉ Landfoam Topographics - (Laminated Object Manufacturing)
- ✉ Sparx - Hot Plot
- ✉ Light Sculpting - Design-Controlled Automated Fabrication
- ✉ DuPont/Teijin Seiki - SOMOS/Soliform
- ✉ Sony - Solid Creation System
- ✉ Mitsubishi - Solid Object Ultra-Violet Laser Plotting
- ✉ Mitsui - Computer Operated Laser Active Modeling
- ✉ Electro-Optical Systems - Stereos



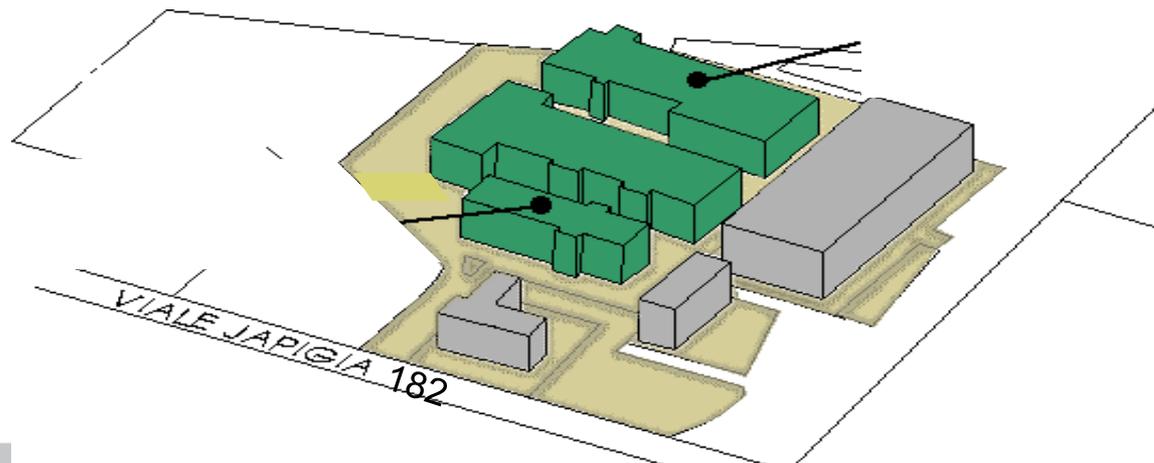
LABORATORIO

Prototipazione Rapida e Reverse Engineering

Realizzato grazie ad un finanziamento del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (D.M.21/6/99, prot.9929 del 17/7/2000) relativo al piano triennale di sviluppo 1998/2000. Il laboratorio è coordinato dal Prof. Luigi Galantucci e conta attualmente circa 10 persone in staff.

Attivo dal 2000 presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Gestionale (DIMEG) del Politecnico di Bari nei settori strategici della **DIGITALIZZAZIONE 3D** e **FABBRICAZIONE RAPIDA**.

Opera nella ricerca, trasferimento tecnologico e servizi alle imprese sulle tecniche di **RAPID MANUFACTURING** e **TIME COMPRESSION**, collaborando con aziende e centri di ricerca a livello regionale, nazionale e internazionale.



LABORATORIO

Prototipazione Rapida e Reverse Engineering

Macchine di Stampa 3D di più recente acquisizione:

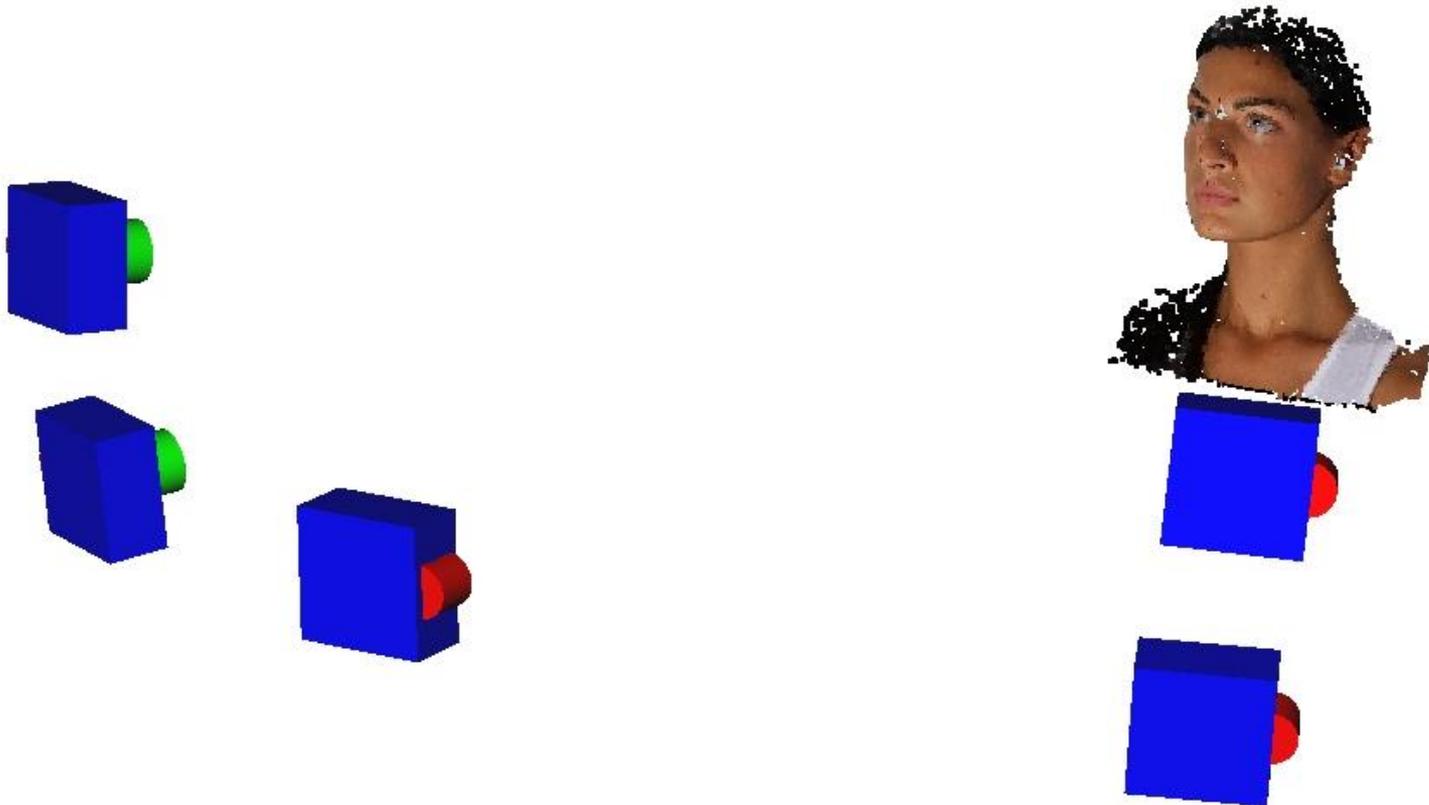
- <https://zortrax.com/printers/zortrax-m200/>, <http://www.crea-3d.com/store/it/home/89-zortrax-m200.html> Zortrax M200, macchina specifica per ABS basata su tecnologia FDM, lavora molto bene grazie alla grande ottimizzazione (SW proprietario) e consente di stampare utilizzando il policarbonato grazie ad un estrusore che arriva a 380°C.
- <http://www.personalfab.it/shop/deltawasp-40x70/> Wasp 40x70, nel link trova tutte le caratteristiche. E' stata scelta perché è molto veloce (il deltarobot abbassa drasticamente vibrazioni ed inerzie) riuscendo ad arrivare a 250 mm/s e offre un volume di lavoro molto elevato rispetto alla concorrenza.
- <http://www.crea-3d.com/store/it/stampanti-3d/190-makex-m-one-dlp.html> Makex M-One è uno stereolitografo DLP, è stato scelto perché è l'unico in commercio basato su firmware opensource. Ha il grande vantaggio di poter utilizzare tutte le resine in commercio (permette di modificare frequenze e tempi di esposizione del proiettore) comprese quelle molto economiche marchiate Makerjuice che costano 100 euro a Lt, mediamente meno della metà della di quasi tutti i marchi concorrenti.



LABORATORIO

Prototipazione Rapida e Reverse Engineering

Il laboratorio ha inoltre ampia dotazione di macchine per la scansione 3D



CASI DI STUDIO

Beni culturali



Ricostruzione di tipo Rapid Surfacing



- Piccola statua Illirica del IV sec. A. C.



Scansione 3D dell'oggetto



- Scansione lungo direzioni preferenziali



Nuvola di Punti



- Nuvola di Punti costituita da circa 350000 punti.



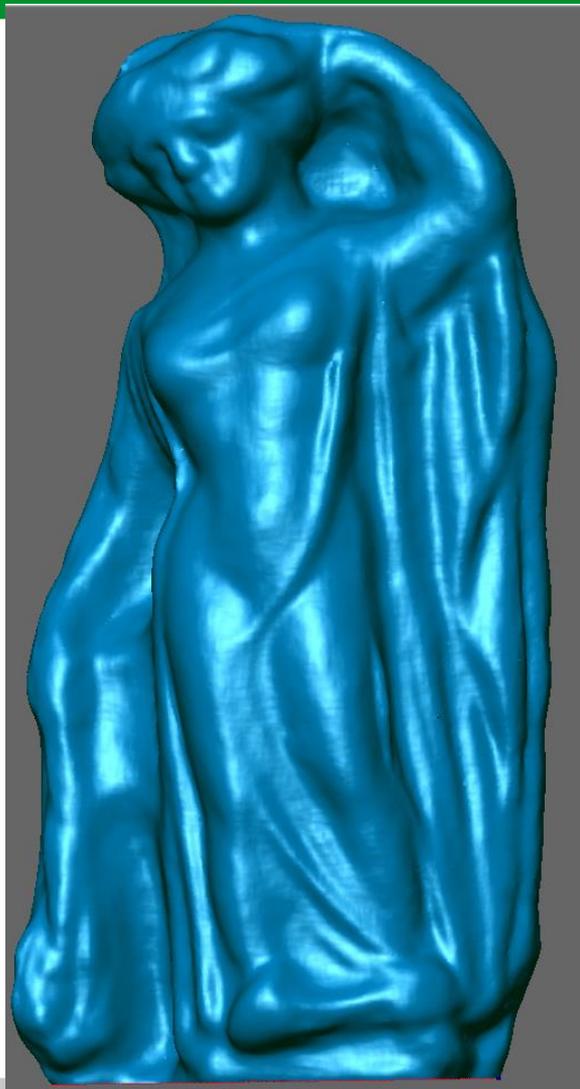
Poligonizzazione di primo livello



- Il modello digitalizzato presenta rumore indotto dal sistema di scansione.



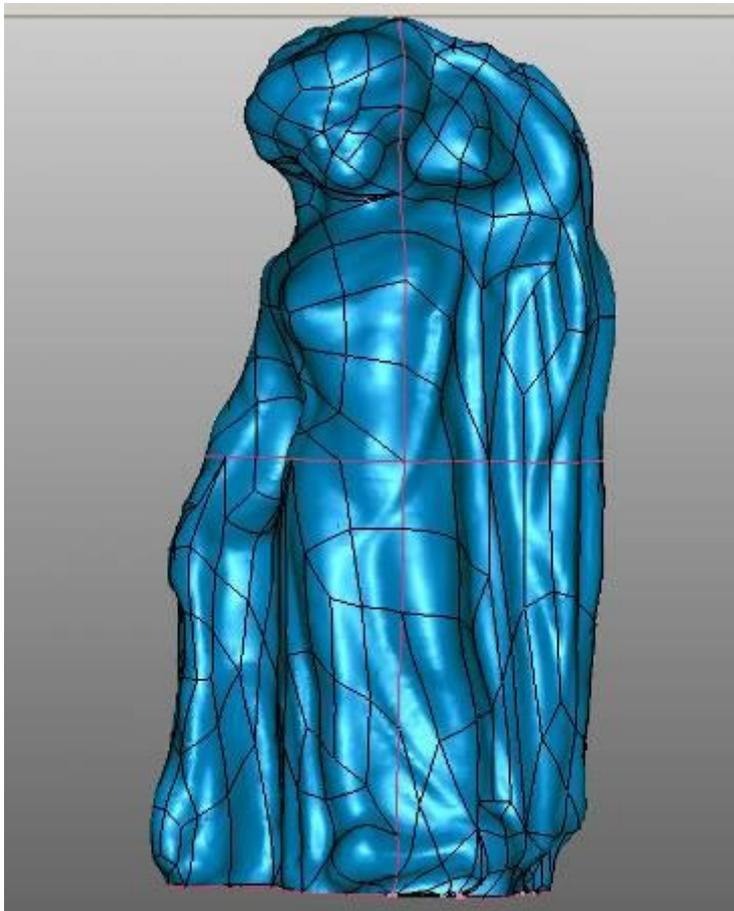
Poligonizzazione di secondo livello



- Dopo una fase di hole filling e noise reduction.



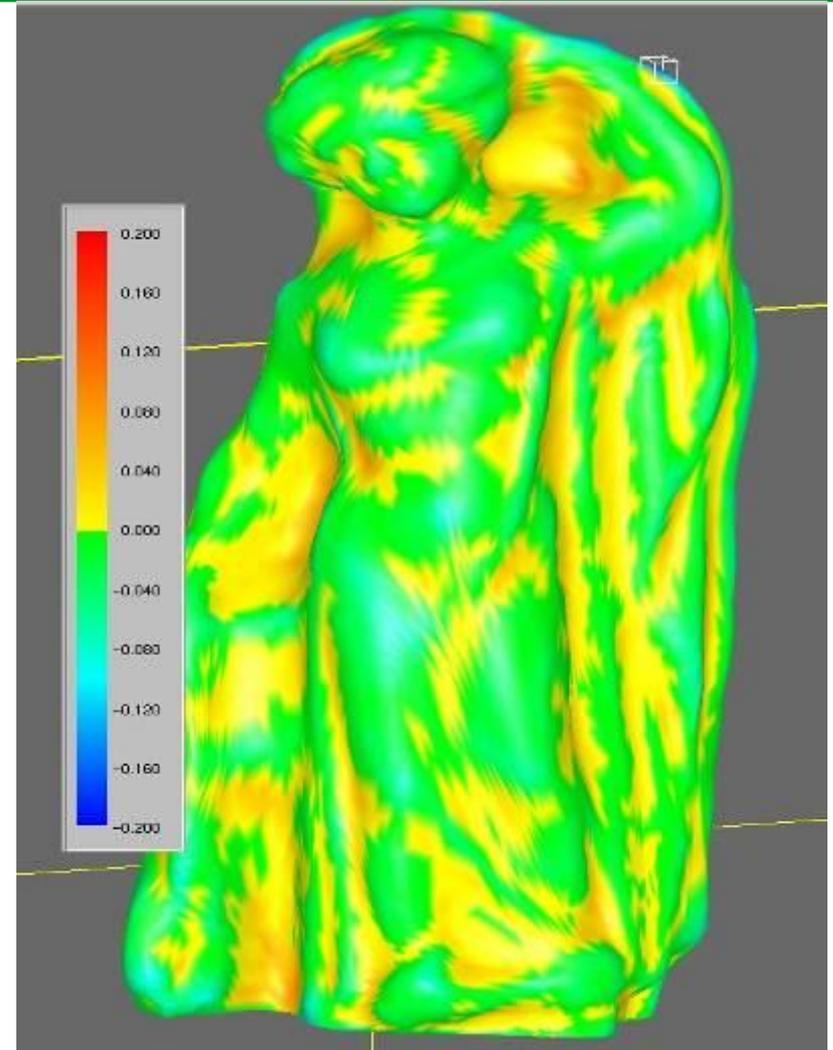
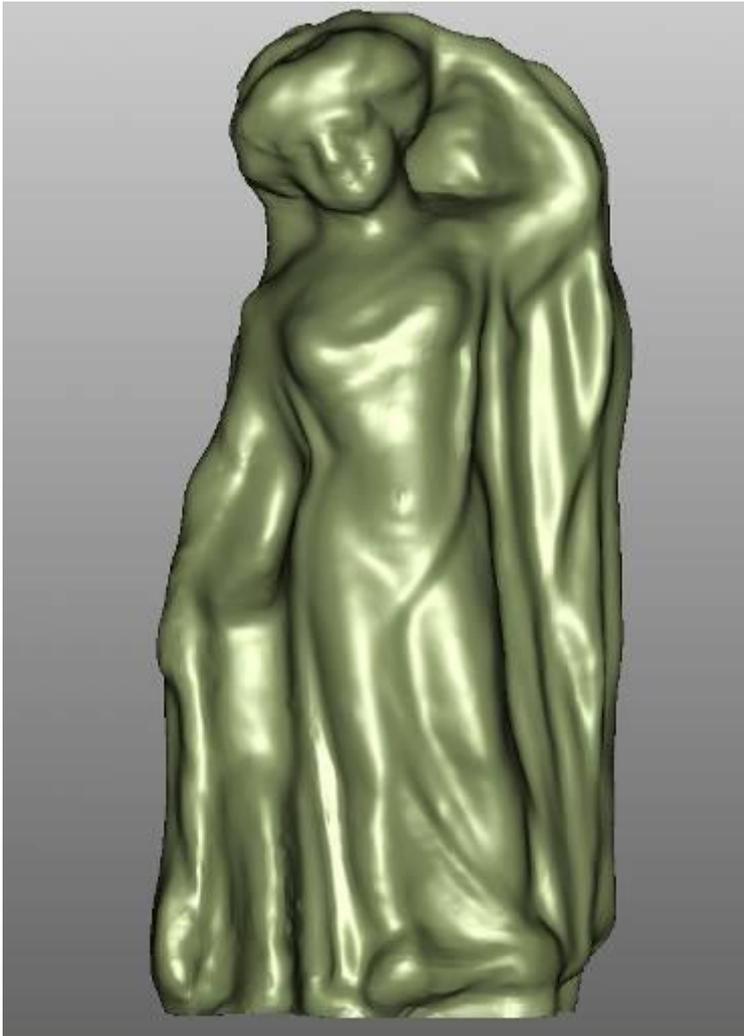
Suddivisione in patches



- Le patches cercano di seguire l'andamento del modello e di seguirne le variazioni di curvatura.



Superfici NURBS e scostamento



CASI DI STUDIO

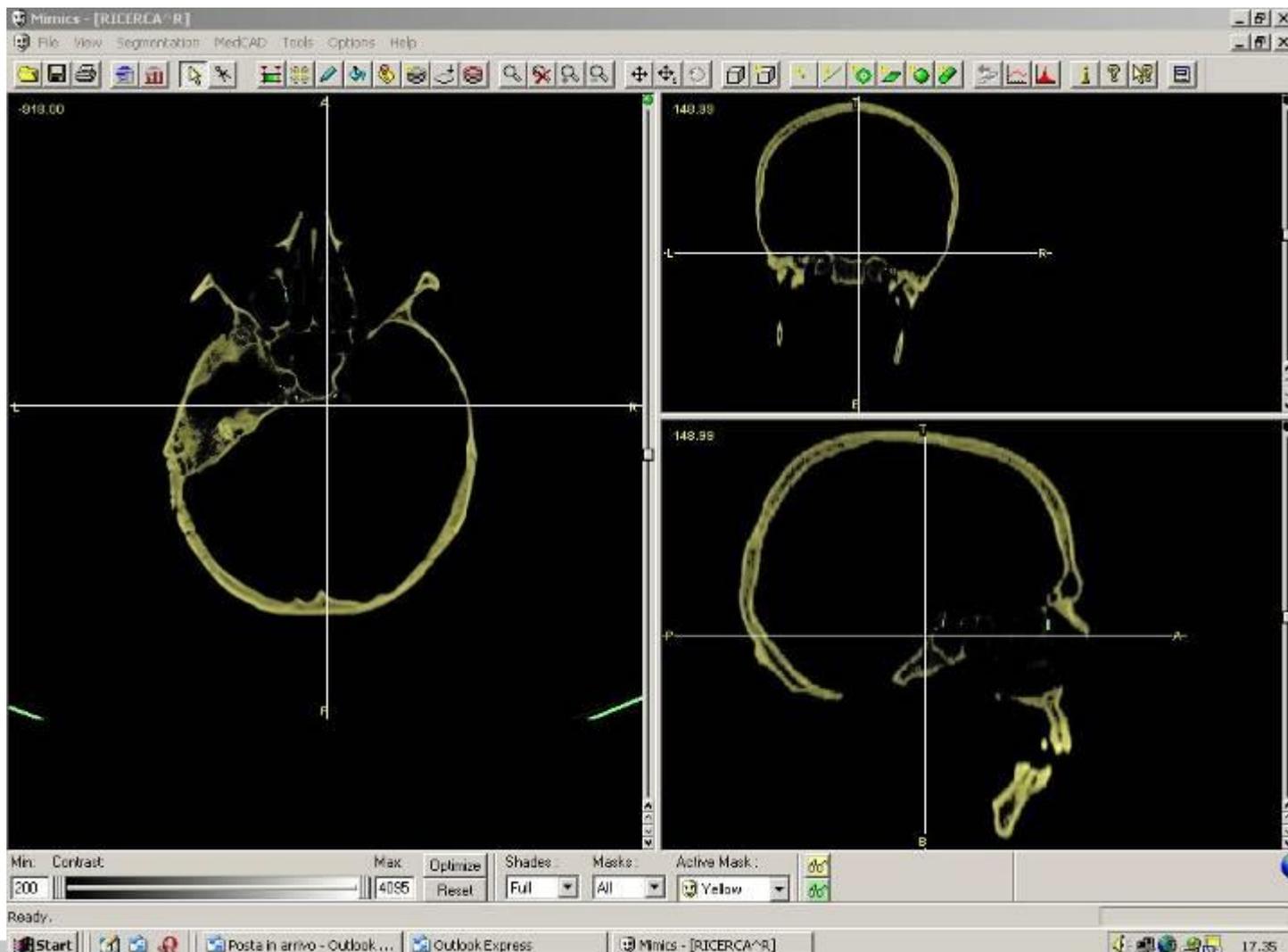
Biomedicale



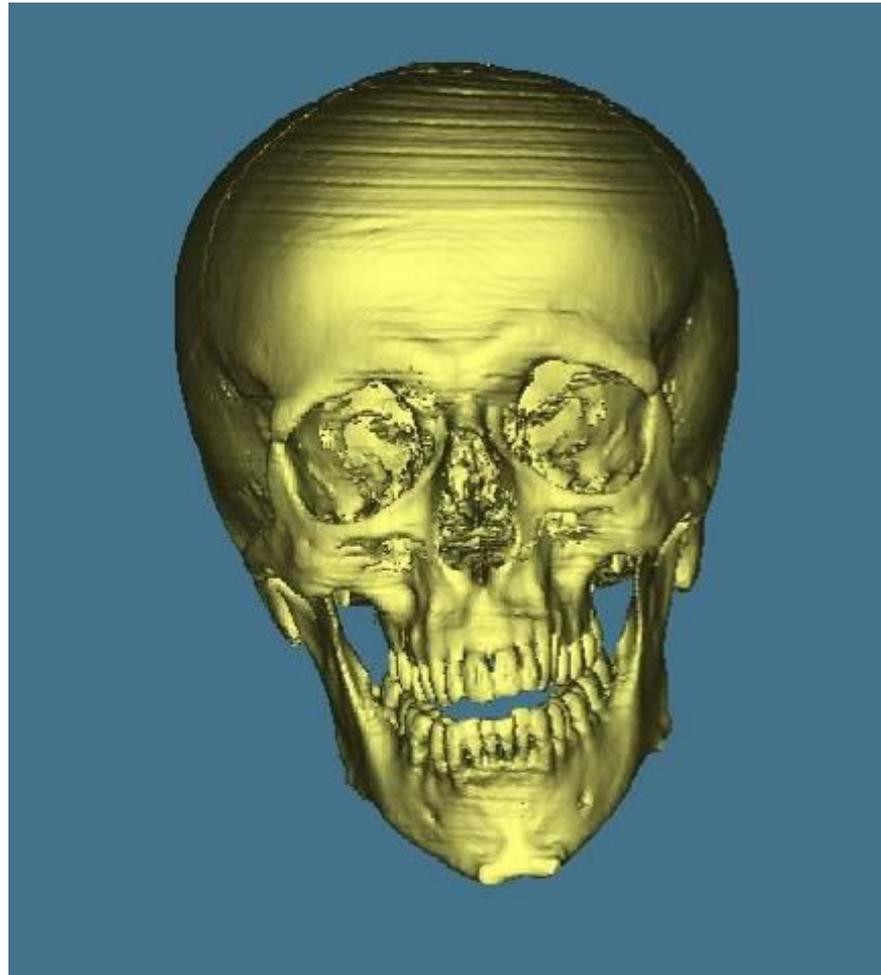
Riproduzione FDM di un cranio



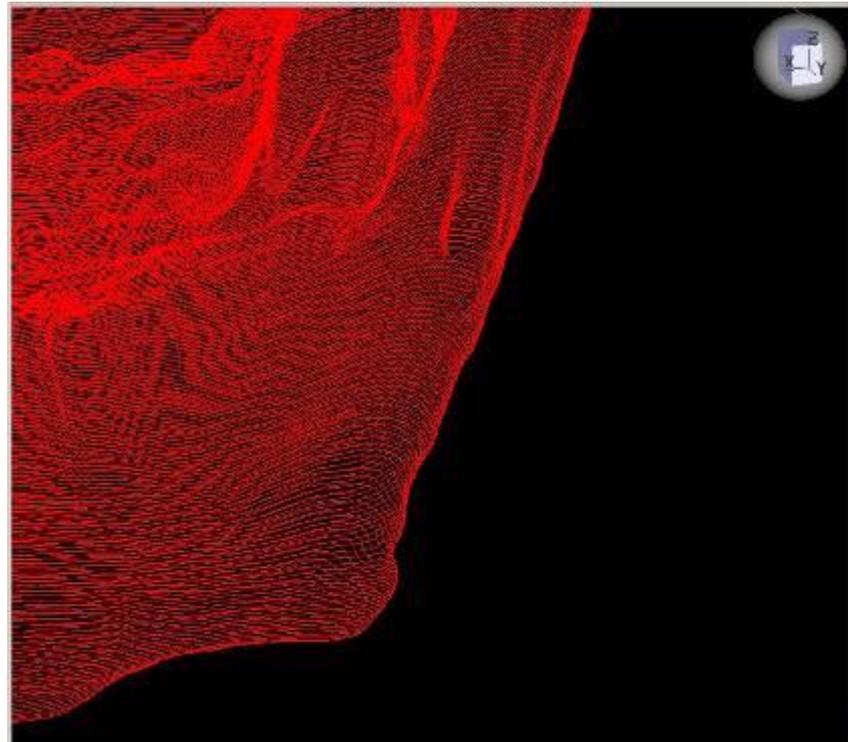
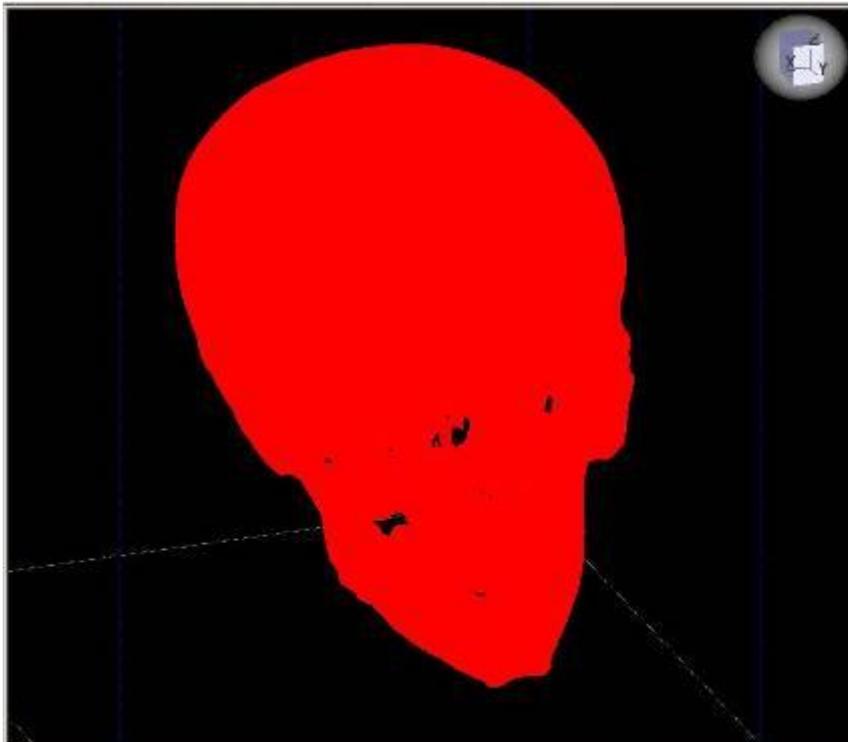
Immagine TAC



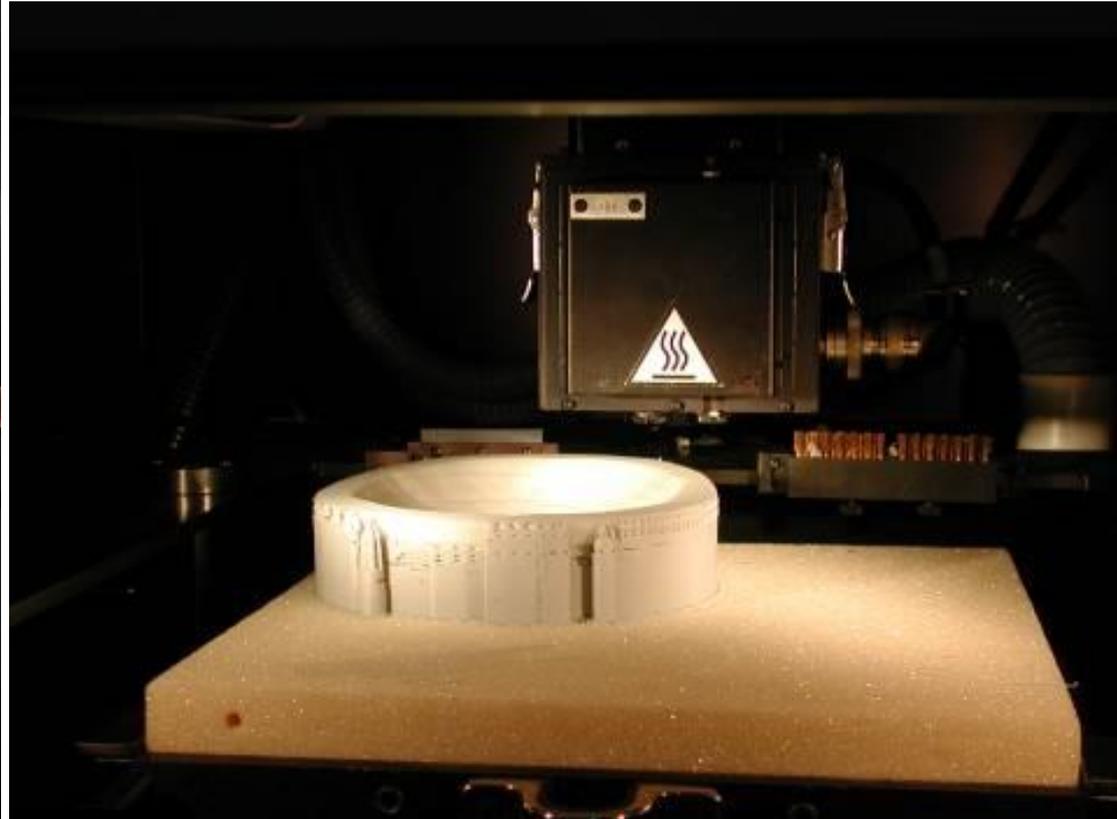
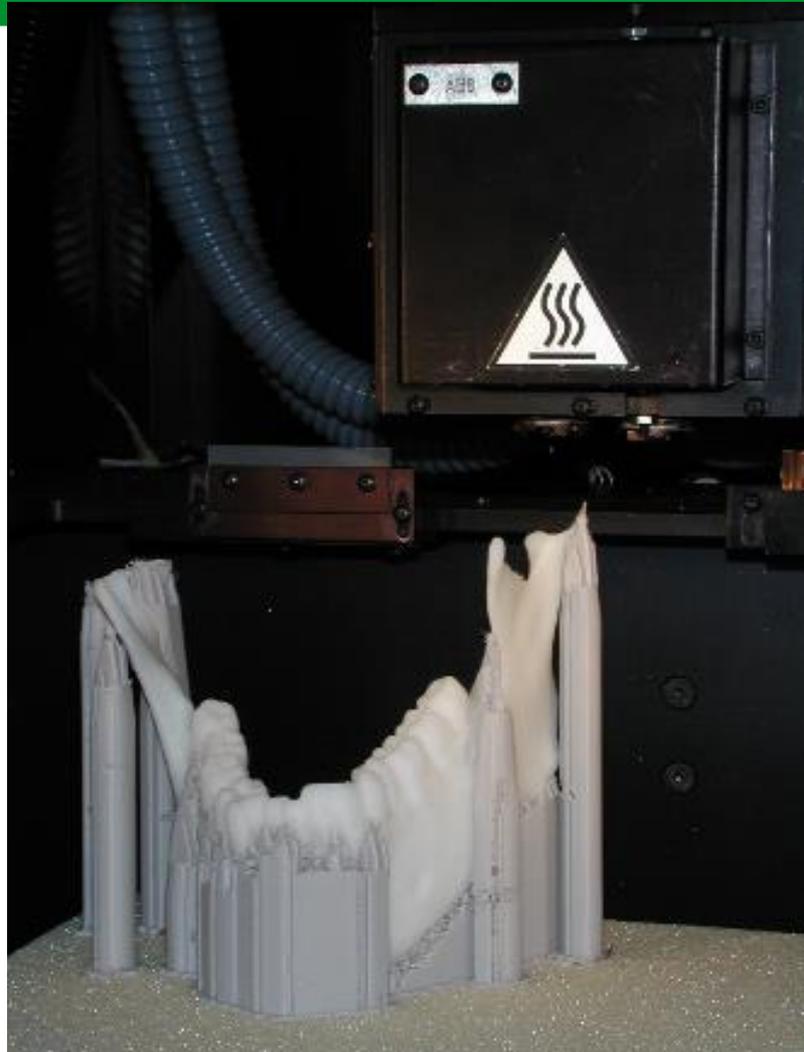
STL ottenuto per Region Growing



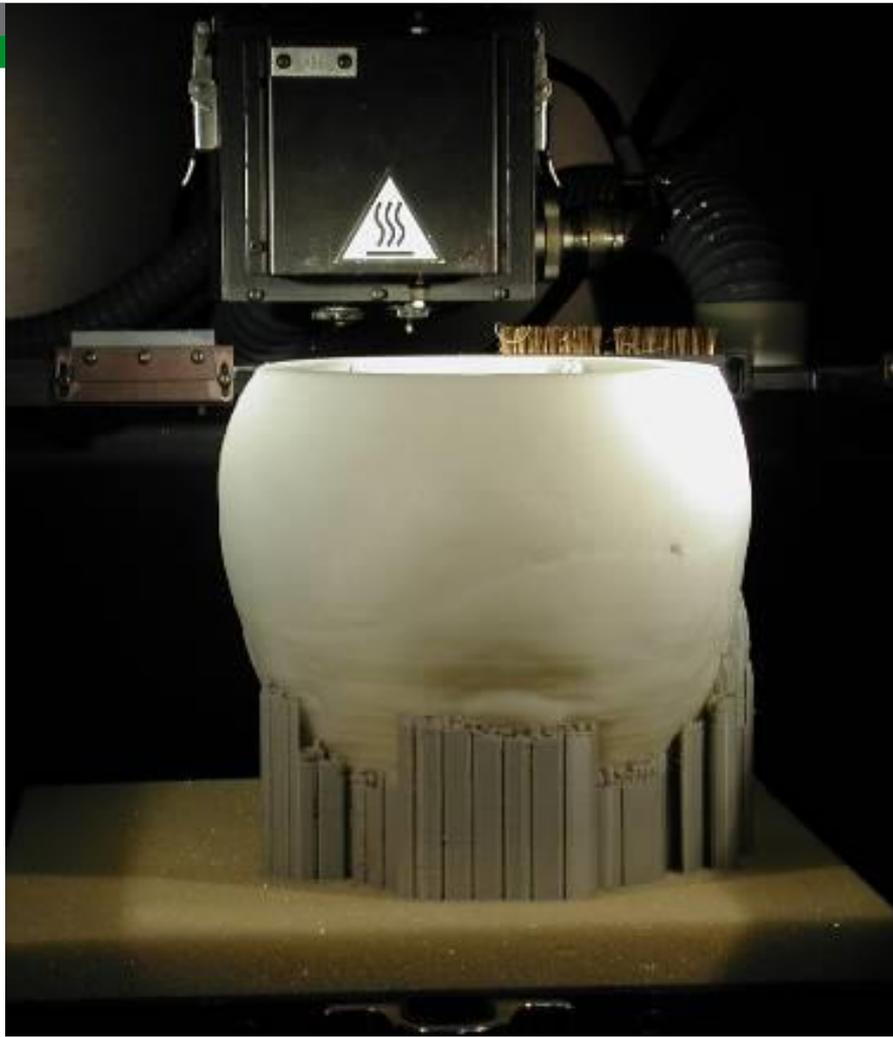
Slicing



Realizzazione prototipi



Lavorazione parte centrale



Confronto



- 3d printing in agriculture
- <https://3dprint.com/tag/3d-printing-agricultural-uses/>
- Food printing



Augmented Reality

Definizione

Per realtà aumentata (o "AR"), si intende l'arricchimento della percezione sensoriale umana mediante informazioni, in genere manipolate e convogliate elettronicamente, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi

Il cruscotto dell'automobile, l'esplorazione della città puntando lo smartphone o la chirurgia robotica a distanza sono tutti esempi di realtà aumentata



Simulation

Definizione

La simulazione numerica è uno strumento sperimentale di analisi, utilizzato in vari ambiti scientifici e tecnologici, grazie al quale è possibile superare le difficoltà o le impossibilità che si affrontano in un laboratorio reale. Questa tecnologia è, quindi, assimilabile, ad una sorta di laboratorio virtuale che consente anche un abbattimento dei costi di studio rispetto ad esperimenti complessi realizzati in laboratorio reale. In fase di progettazione vengono già utilizzate simulazioni 3-D di prodotti, materiali e processi produttivi

- **Tecnologie di simulazione a supporto delle decisioni:**
 - *DSS (Decision Support System)*: la funzionalità dominante è fornita dall'utilizzo di modelli matematici e analitici che consentono di simulare il comportamento (per esempio, la dinamica temporale) di un sistema sottoposto a differenti opzioni di gestione, e di calcolare gli indicatori per la valutazione quantitativa dei criteri (analisi multicriterio).
- **Tecnologie di simulazione a supporto della progettazione e ingegnerizzazione dei prodotti:**
 - *MBS Simulation* (Modellazione MultiCorpo o Multibody simulation)
 - *BEM Simulation* (Modellazione degli elementi al contorno)
 - *SEA Simulation (Statistical energy analysis)*
 - *CFD Simulation* (Analisi fluidodinamiche numeriche)
 - *FEM Simulation (Finite Element Method)*
- **Tecnologie di simulazione a supporto dell'analisi dei processi dell'industria manifatturiera e di processo:**
 - *CAM (Computer Aided Manufacturing)*
 - *CAPP (Computer Aided Process Planning)*
 - *Virtual Commissioning*



Horizontal/Vertical Integration

Definizione

La vertical integration riguarda i processi di ottimizzazione della logistica e produzione. Se le procedure di produzione nel sistema ERP e nel controllo macchine in stabilimento erano finora aree divise tra loro e spesso distribuite tra diversi sistemi IT, nell'integrated industry i processi informatici e di comando vengono sempre più spesso messi in rete ed eseguiti in modo integrato. In tal modo, tutti i reparti aziendali hanno accesso ai dati di produzione e logistici. L'effetto: una horizontal integration nell'intera azienda. Risulta, quindi, sempre più opportuno poter rilevare e tracciare un prodotto e il suo ciclo di vita con tutti i dati pertinenti (conformità alle specifiche, presenza di difetti di cui identificare le cause, tempi di evasione degli ordini)



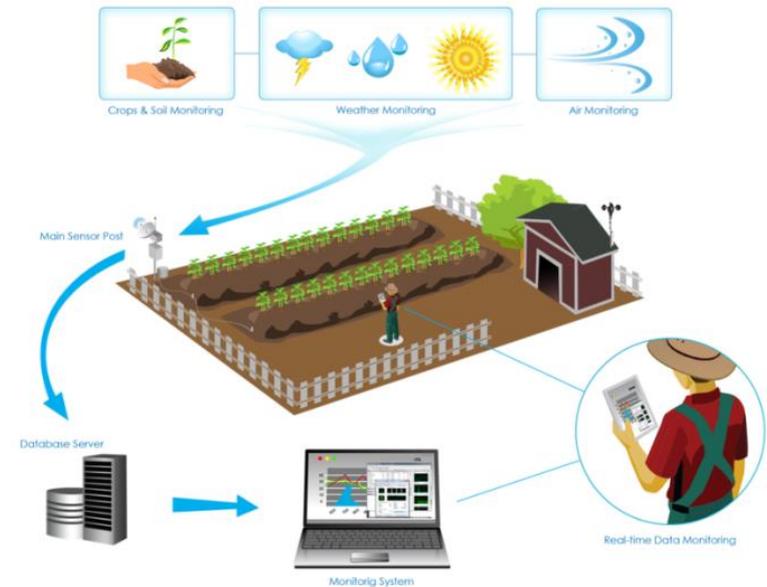
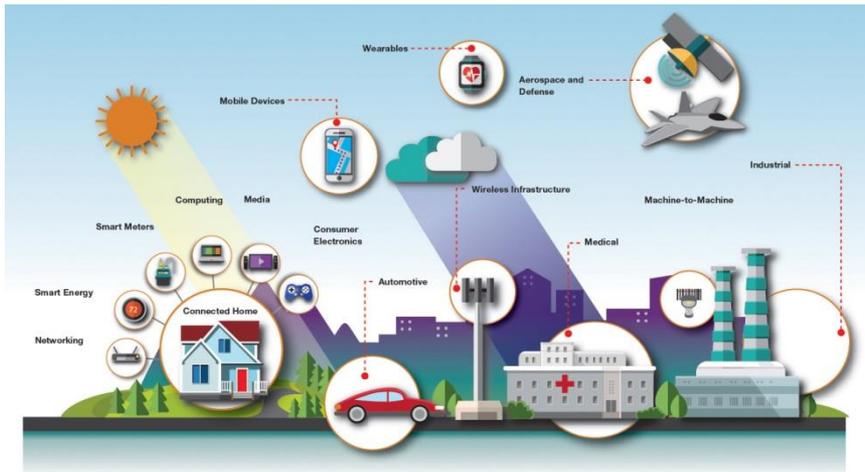
BLOCKCHAIN



Industrial Internet

Definizione

Comunicazione tra elementi della produzione, non solo all'interno dell'azienda, ma anche all'esterno grazie all'utilizzo di internet – Industrial Internet of Things (IIoT)



www.ansa.it/sito/notizie/tecnologia/software_app/2018/04/13/iot-in-italia-vale-37-mld-di-euro_a5fca59b-d92b-4001-9c2f-136dc064543b.html

Partners Service Hom Postdoctoral fellowsh Jobs - EURAXESS - El Accordi di cooperazi NMP Partnersearch Li General Disassembly 3-D Point Cloud Regi 3D Biotek 3D Insert™ CS_Katalog_07_2015 Stanford University FTN - UIEM Call For Papers Microfluidics tutorial Which company can

Trova nella pagina Immetti il testo da cercare Nessun risultato < > Opzioni v

Cronaca Politica Economia Regioni+ Mondo Cultura **Tecnologia** Sport FOTO VIDEO Tutte le sezioni +

PRIMOPIANO + HI-TEC
 ANSA.it - Tecnologie
Internet delle Cose
 PoliMi, traina il settore
 Redazione ANSA
 ROMA
 13 aprile 2018
 17:16
 NEWS

Suggerisci
 Facebook
 Twitter
 Google+
 Altri
 Stampa
 Scrivi alla redazione

Notizie Correlate

Internet delle Cose in Italia (Politecnico di Milano)
 RIPRODUZIONE RISERVATA © Copyright ANSA

1 of 6

Scrive qui per eseguire la ricerca

18:10
 16/04/2018

IL MERCATO DELL'INTERNET OF THINGS IN ITALIA NEL 2017	
3,7 MILIARDI €	
+32% vs. 2016	
CELLULAR 2,2 MLD +29%	NON CELLULAR 1,5 MLD +36%
SMART METERING & SAM (UTILITY) 990 milioni € (+3%)	SMART CAR 810 milioni € (+47%)
SMART BUILDING 520 milioni € (+2%)	SMART LOGISTICS 360 milioni € (+45%)
SMART CITY 320 milioni € (+40%)	SMART HOME 250 milioni € (+35%)
SMART ASSET MANAGEMENT 210 milioni € (+75%)	SMART FACTORY 150 milioni € (NEW)

www.ansa.it/sito/notizie/tecnologia/software_app/2018/04/13/iiot-in-italia-vale-37-mld-di-euro_a5fca59b-d92b-4001-9c2f-136dc064543b.html

Partners Service Hom Postdoctoral fellowsh Jobs - EURAXESS - Et Accordi di cooperazi NMP Partnersearch Li General Disassembly 3-D Point Cloud Regi 3D Biotek 3D Insert™ CS_Katalog_07_2015 Stanford University FTN - UIEM Call For Papers Microfluidics tutoriali Which company can

Trova nella pagina Immetti il testo da cercare Nessun risultato < > Opzioni v

Cronaca Politica Economia Regioni+ Mondo Cultura **Tecnologia** Sport FOTO VIDEO Tutte le sezioni +

PRIMOPIANO + HI-T

ANSA.it - Tecnol

Internet delle Cose

PoliMi, traina

Redazione ANSA

ROMA

13 aprile 2018
17:16
NEWS

Suggerisci

Facebook

Twitter

Google+

Altri

Stampa

Scrivi alla redazi

Notizie Correlate

Internet delle Cose in Italia (Politecnico di Milano)
RIPRODUZIONE RISERVATA © Copyright ANSA

2 of 6

Categoria	Applicazione	Prevalenza (%)
LE APPLICAZIONI PIU' DIFFUSE	Controllo Avanzamento Produzione	31%
	Manutenzione Preventiva	28%
	Supporto Operatori in Linea	22%
	Material Handling	20%
	Energy Management	17%
	Controllo Qualita	14%
LE APPLICAZIONI MENO DIFFUSE	Manutenzione Predittiva	11%
	Sicurezza sul Lavoro	8%
	Smart Lifecycle	5%

...E SI PUO' PAGARE SOLO QUELLO CHE SI CONSUMA

Internet delle Cose in Italia (Politecnico di Milano)
RIPRODUZIONE RISERVATA © Copyright ANSA

2 of 6

Scrive qui per eseguire la ricerca

18:14
16/04/2018

Messeri_J4.0.ppt - Modalità compatibilità - Salvato in questo PC

Gianluca Percoco

File Home Inserisci Progettazione Transizioni Animazioni Presentazione Revisione Visualizza Cosa vuoi fare?

www.ansa.it/sito/notizie/tecnologia/software_app/2018/04/13/iot-in-italia-vale-37-mld-di-euro_5fca59b-d92b-4001

Partners Service Hom ovc Postdoctoral fellowsh Jobs - EURAXESS - El Accordi di cooperazi NMP Partnersearch Li General Disassembly 3-D Point Cloud Regi

Trova nella pagina Immetti il testo da cercare Nessun risultato Opzioni

I PROGETTI SMART CITY DEI COMUNI ITALIANI

● % PROGETTI REALIZZATI 2015/2017
● % PROGETTI DA REALIZZARE 2018

smart city

GESTIONE PARCHEGGI 36%
MONITORAGGIO AMBIENTALE 37%
ILLUMINAZIONE INTELLIGENTE 52%
SERVIZI TURISTICI 43%
GESTIONE TRAFFICO 40%
RACCOLTA RIFIUTI 41%
SICUREZZA 40%
TRASPORTO PUBBLICO LOCALE 39%

22%
18%
26%
12%
21%
12%
36%
14%

I COMUNI NEGLI ULTIMI 3 ANNI

1-2 PROGETTI SMART CITY	3 O PIU PROGETTI SMART CITY	NESSUN PROGETTO SMART CITY
25%	23%	52%

Internet delle Cose in Italia (Politecnico di Milano)

3 of 6

Fare clic per inserire il titolo

- Fare clic per inserire testo

FONDAZIONE ITS AGROALIMENTARE PUGLIA
Corso ITS VII Ciclo 2017-19 "Tecnico Superiore la Valorizzazione delle Produzioni Locali di Qualità"

Fare clic per inserire le note

italiano (italia)

Note

Download
Immagini
Musica

12 elementi 1 elemento selezionato 11,3 MB

Scrive qui per eseguire la ricerca

18:15
16/04/2018



Messeri_J4.0.ppt - Modalità compatibilità - Salvato in questo PC

Gianluca Percoco

File Home Inserisci Progettazione Transizioni Animazioni Presentazione Revisione Visualizza Cosa vuoi fare?

Layout - Reimposta Copia formato Copia Appunti

Layout - Reimposta Copia formato Copia Appunti

Layout - Reimposta Copia formato Copia Appunti

Fare clic per inserire il titolo

Fare clic per inserire il titolo

Fare clic per inserire testo

PROGETTO SMART CITY DEI COMUNI ITALIANI

COMUNI DELLA REGIONE PUGLIA

FONDAZIONE ITS AGROALIMENTARE PUGLIA

Corso ITS VII Ciclo 2017-19 "Tecnico Superiore la Valorizzazione delle Produzioni Locali di Qualità"

Fare clic per inserire le note

Internet of Things: connessi o estinti!

mercato intelligenza artificiale smart city industrial smart home

Internet delle Cose in Italia (Politecnico di Milano)

4 of 6

16/04/2018 18:15



Salvataggio automatico Messeri_J4.0.ppt - Modalità compatibilità - Salvato in questo PC Gianluca Percoco

File Home Inserisci Progettazione Transizioni Animazioni Presentazione Revisione Visualizza Cosa vuoi fare?

Layout - Reimposta Copia formato Copia Taglia Incolla

Font: Arial, 18

Paragrafo

Industria4.0.ppt - Mo... Gianluca Percoco

Inserisci Progettazione Transizioni Animazioni Presentazione Revisione Visualizza Formato Dimmi

Layout - Reimposta Copia formato Copia Taglia Incolla

Font: Arial, 32

Paragrafo

Disegno Modifica

Fare clic per inserire il titolo

Fare clic per inserire il titolo

Internet of Things: connessi o estinti?

mercato Intelligenza artificiale smart city industrial smart home

FONDAZIONE ITS AGROALIMENTARE PUGLIA
Corso ITS VII Ciclo 2017-19 "Tecnico Superiore la Valorizzazione delle Produzioni Locali di Qualità"

Fare clic per inserire le note

italiano (italia)

Note

Download Immagini Musica

12 elementi 1 elemento selezionato 11.3 MB

Diapositiva 8 di 36 italiano (italia)

Scrivi qui per eseguire la ricerca

www.ansa.it/sito/notizie/tecnologia/software_app/2018/04/13/iot-in-italia-vale-37-mld-di-euro_a5fca59b-d92b-4001

Partners Service Hom Postdoctoral fellowsh Jobs - EURAXESS - El Accordi di cooperazi NMP Partnersearch Li General Disassembly 3-D Point Cloud Regi

Trova nella pagina Immetti il testo da cercare Nessun risultato Opzioni v

L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE INCONTRA L'INTERNET OF THINGS

Intelligenza artificiale

SUPERAMENTO DELLE BARRIERE DI ADOZIONE

ESPERIENZA D'USO SEMPRE PIU' INTEGRATA

NUOVE LOGICHE PER GESTIRE GLI OGGETTI SMART

CON IMPATTI SU:

AI

AZIENDE PA CONSUMATORI

Internet delle Cose in Italia (Politecnico di Milano)

5 of 6

18:15 16/04/2018



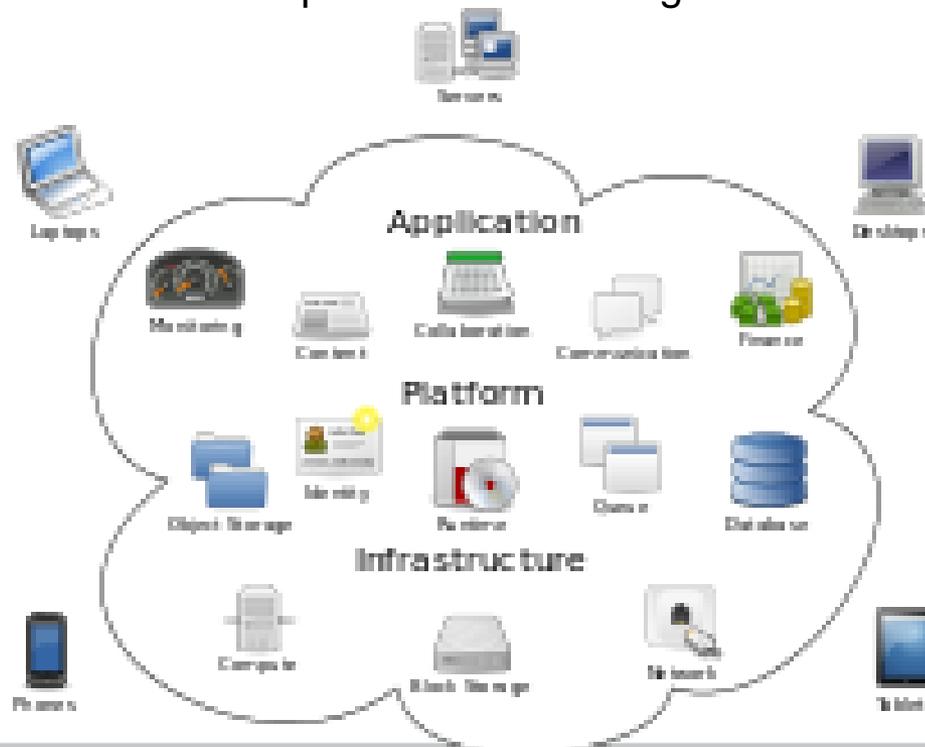
The image shows a composite screenshot of a computer desktop. On the left, a Microsoft PowerPoint window titled 'Messeri_J4.0.ppt' is open, displaying a slide with the text 'Fare clic per inserire il titolo'. Below the slide, the footer of the presentation reads 'FONDAZIONE ITS AGROALIMENTARE PUGLIA Corso ITS VII Ciclo 2017-19 "Tecnico Superiore la Valorizzazione delle Produzioni Locali di Qualità"'. On the right, a web browser window shows a news article from ANSA with the headline 'IoT, in Italia vale 3,7 mld di euro' and the sub-headline 'RIPRODUZIONE RISERVATA © Copyright ANSA'. The article features a photograph of a man in a blue suit wearing a VR headset and holding a controller, standing next to a large monitor displaying a 3D model of a mechanical part. The browser's address bar shows the URL 'www.ansa.it/sito/notizie/tecnologia/software_app/2018/04/13/iot-in-italia-vale-37-mld-di-euro_a5fca59b-d92b-4001'.



Cloud

Definizione

In informatica con il termine inglese cloud computing si indica un paradigma di erogazione di risorse informatiche, come l'archiviazione, l'elaborazione o la trasmissione di dati, caratterizzato dalla disponibilità on demand attraverso Internet a partire da un insieme di risorse preesistenti e configurabili



Cyber-security

Definizione

Con il termine sicurezza informatica si intende quel ramo dell'informatica che si occupa delle analisi delle minacce, delle vulnerabilità e del rischio associato agli asset informatici, al fine di proteggerli da possibili attacchi (interni o esterni) che potrebbero provocare danni diretti o indiretti di impatto superiore ad una determinata soglia di tollerabilità (es. economico, politico-sociale, reputazionale, ecc...) ad una organizzazione aziendale

1. Broker della sicurezza per l'accesso al cloud

La visibilità limitata sulle capacità di sicurezza dei provider di cloud esterni è da tempo fonte di preoccupazioni, ma ora è possibile riacquisire il controllo della sicurezza del cloud utilizzando un broker della sicurezza per l'accesso al cloud (CASB). Questo software si colloca fra il provider e il consumatore di cloud, offrendo una serie di funzionalità per la sicurezza aziendale, come ad esempio autenticazione, crittografia, rilevamento di malware, audit e gestione dei dispositivi.

2. Controllo adattivo degli accessi

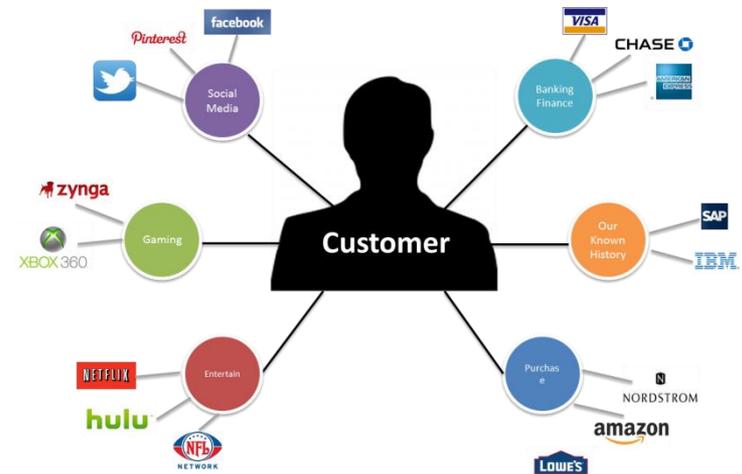
Se il direttore finanziario è in vacanza in Spagna e desidera controllare le finanze a bordo piscina dall'hotel, un sistema di controllo adattivo degli accessi può essere utile. Questo rileverà la posizione dell'utente ed effettuerà un duplice controllo dell'identità mediante la richiesta di ulteriori informazioni di autenticazione, come ad esempio un codice PIN. Tale approccio alla sicurezza sensibile al contesto permette agli utenti di accedere ai loro dati da qualsiasi dispositivo e luogo, garantendo la sicurezza qualora la password primaria cada nelle mani sbagliate.



Big Data

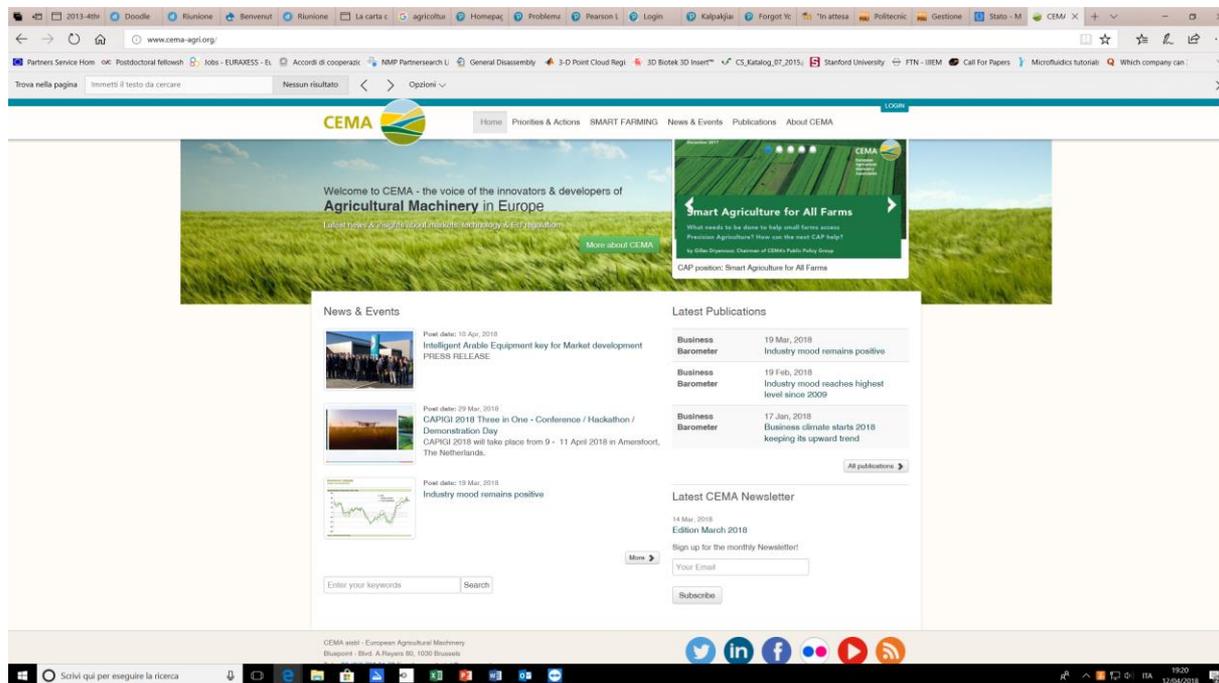
Definizione

Descrive una raccolta di dati eterogenei, strutturati e non strutturati, definita in termini di volume, velocità, varietà e veridicità



Agricoltura 4.0





- **Anche l'agricoltura diventa "Smart"** – Così è anche chiamata l'Agricoltura 4.0: *smart* o *digital*, proprio per sottolineare il legame fondamentale delle tecnologie sul campo a internet e all'uso di computer, alla condivisione di dati e informazioni non solo tra macchine, ma anche tra operatori diversi della filiera. Cosa caratterizza l'Agricoltura 4.0?
- Il documento di CEMA evidenzia alcuni punti, tra cui:
- l'arrivo sul mercato di sensori, microprocessori e strumenti di comunicazione a minor costo e, quindi, più accessibili;
- un migliorato accesso alla rete internet e un sempre maggiore lavoro con il cloud in cui si accumulano dati da condividere;
- l'avvento di tecnologie in grado di analizzare grosse quantità di dati;
- l'arrivo sul mercato di macchinari agricoli dotati di strumenti informatici come computer di bordo, sensori, e processori in grado di fare comunicare tra loro le macchine operatrici;
- l'ottimizzazione nell'automatismo delle operazioni in molte macchine;
- la possibilità di monitorare in tempo reale l'operato sul campo e quindi adeguare, se necessario, il piano di lavoro per raggiungere una maggiore efficienza;
- la cooperazione tra diversi attori della filiera alimentare – tra clienti e fornitori, ad esempio – che permette maggiore sicurezza, tracciabilità, ottimizzazione dei costi.
- Agricoltura 4.0 sta dunque per cooperazione e condivisione in termini di dati e informazioni, tra macchine diverse, tra operatori diversi, lungo tutta la filiera. Si guarda a tutto il processo, non più al singolo passaggio: il trattore comunica con la mietitrice e magari manda un segnale al fornitore locale, ad esempio quando un componente non funziona. L'imprenditore agricolo può avere una visione completa di tutte le attività delle macchine sul campo e assicurarsi che esse stiamo lavorando al meglio; può monitorare risultati e costi delle operazioni, in ogni fase del processo, mettendoli in relazione al possibile prezzo finale del suo prodotto sul mercato. Questa è, almeno in teoria, l'Agricoltura 4.0



- <https://www.youtube.com/watch?v=jZffi5fLH8k>
- Riempi con filmati e slides sia industria 4.0
- Sia agricoltura 4.0



- Telecamere multispettrali
- Agrobots
- Trattori a guida autonoma

