

# VISUALIZZAZIONE ASSISTITA E AUGMENTED REALITY NELL'ERA DELL'INDUSTRY 4.0



Prof. Ing. Alfredo Liverani

# Industry 4.0: la genesi



## Quattro rivoluzioni industriali

### **PRIMA**

nel 1784 con la nascita della macchina a vapore e di conseguenza con lo sfruttamento della potenza di acqua e vapore per meccanizzare la produzione

### **SECONDA**

nel 1870 con il via alla produzione di massa attraverso l'uso sempre più diffuso dell'elettricità, l'avvento del motore a scoppio e l'aumento dell'utilizzo del petrolio come nuova fonte energetica

### **TERZA**

nel 1970 con la nascita dell'informatica, dalla quale è scaturita l'era digitale destinata ad incrementare i livelli di automazione avvalendosi di sistemi elettronici e dell'IT (Information Technology)

### **QUARTA**

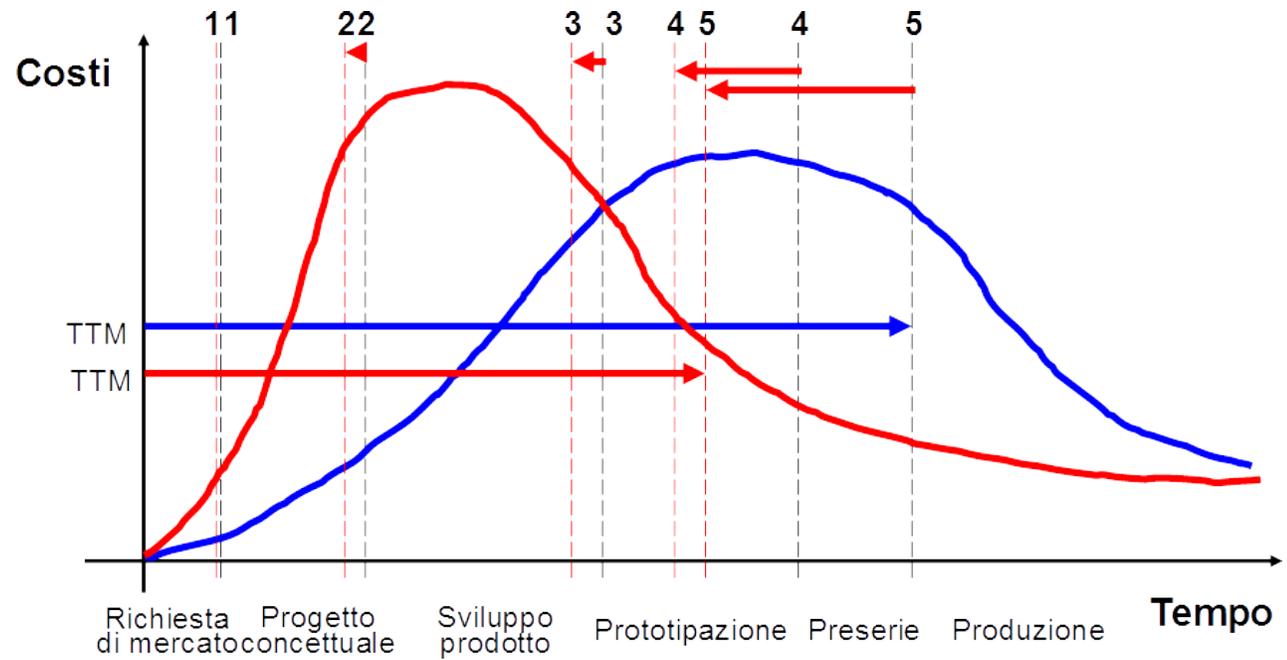
integrazione progettazione-produzione, tecnologie interattive di controllo e sviluppo, virtualizzazione, open data, Internet of Things, machine-to-machine, 3D printing, cloud computing... "product-in-the-loop"

# Il progetto/prodotto



## Concurrent (simultaneous) Engineering

Le fasi successive della progettazione e produzione classica si compattano e si parallelizzano per ridurre i tempi e ottimizzare il prodotto.



## PDM/PLM – strumenti necessari per realizzare la CE

Gli strumenti informatici permettono la connessione, l'integrazione delle informazioni, la rapidità di scambio, la digitalizzazione del processo progetto/prodotto.

[terza rivoluzione industriale]

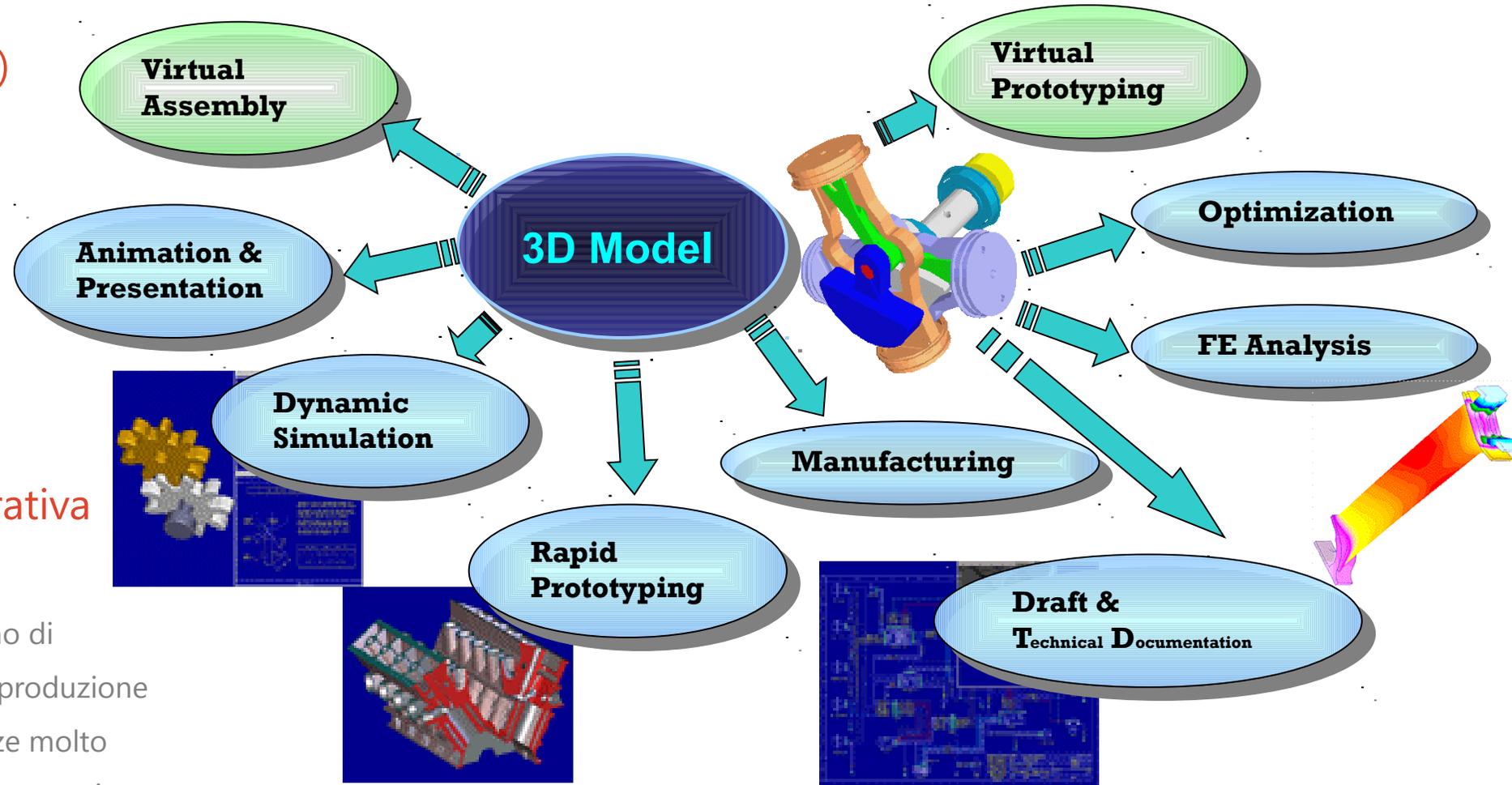
# La progettazione integrata e collaborativa

## DMU (Digital Mock-up)

La centralità del CAD 3D per la progettazione e simulazione del prodotto in tutti i suoi dettagli.

## Progettazione collaborativa (co-design)

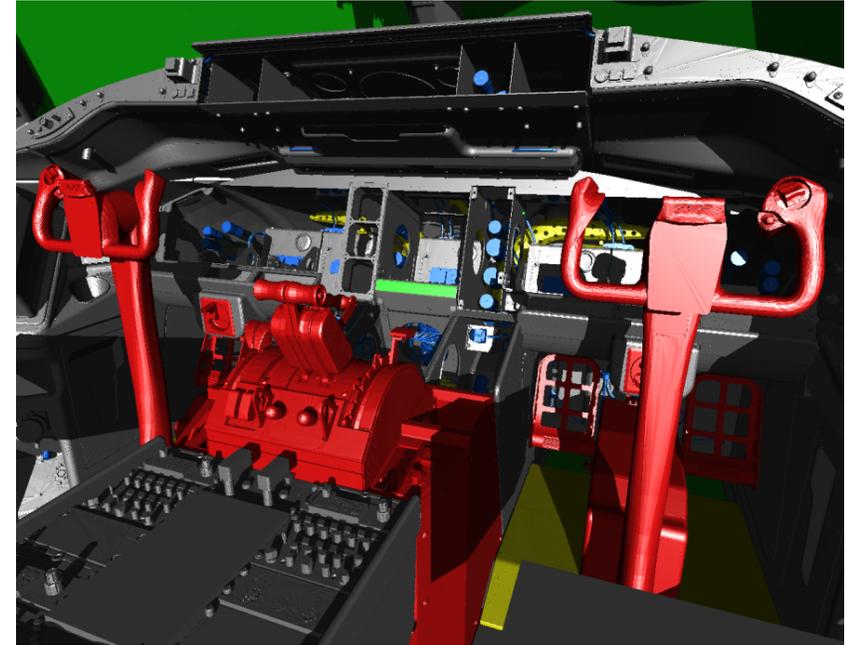
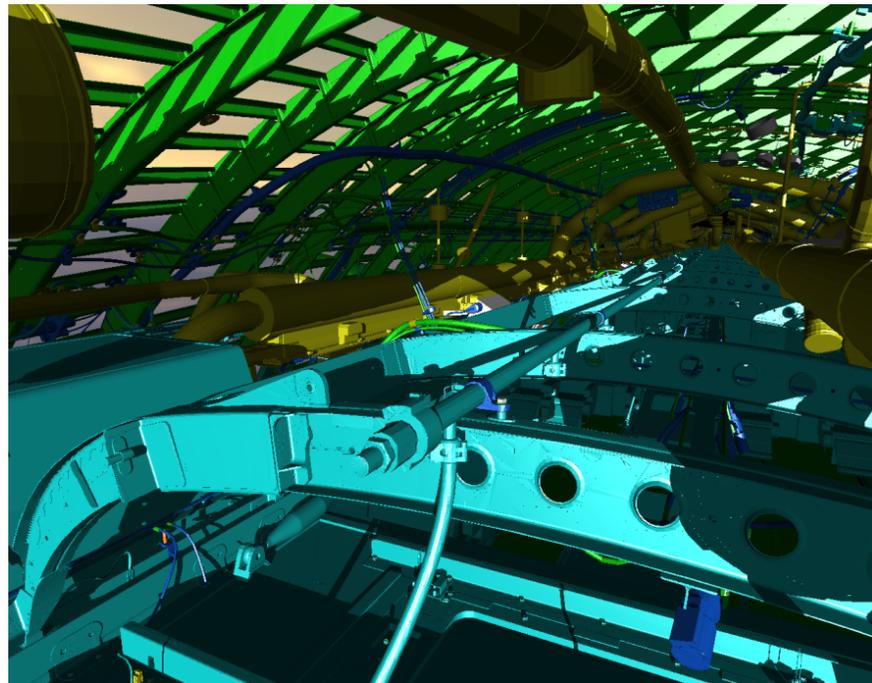
Le tecnologie digitali permettono di far collaborare progettazione e produzione e team di lavoro con competenze molto diverse in fasi, parallelizzando i processi.



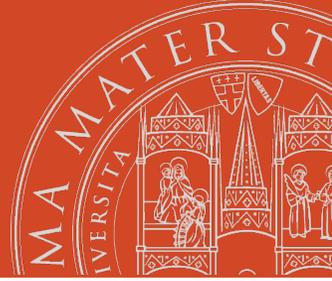
# Il "human-in-the-loop" (HITL)

Simulazioni complesse e interattive e sistemi uomo-macchina integrati

Un sistema complesso uomo-macchina dedicato alla simulazione di prodotto/processo che richiede l'intervento **interattivo** dell'uomo.

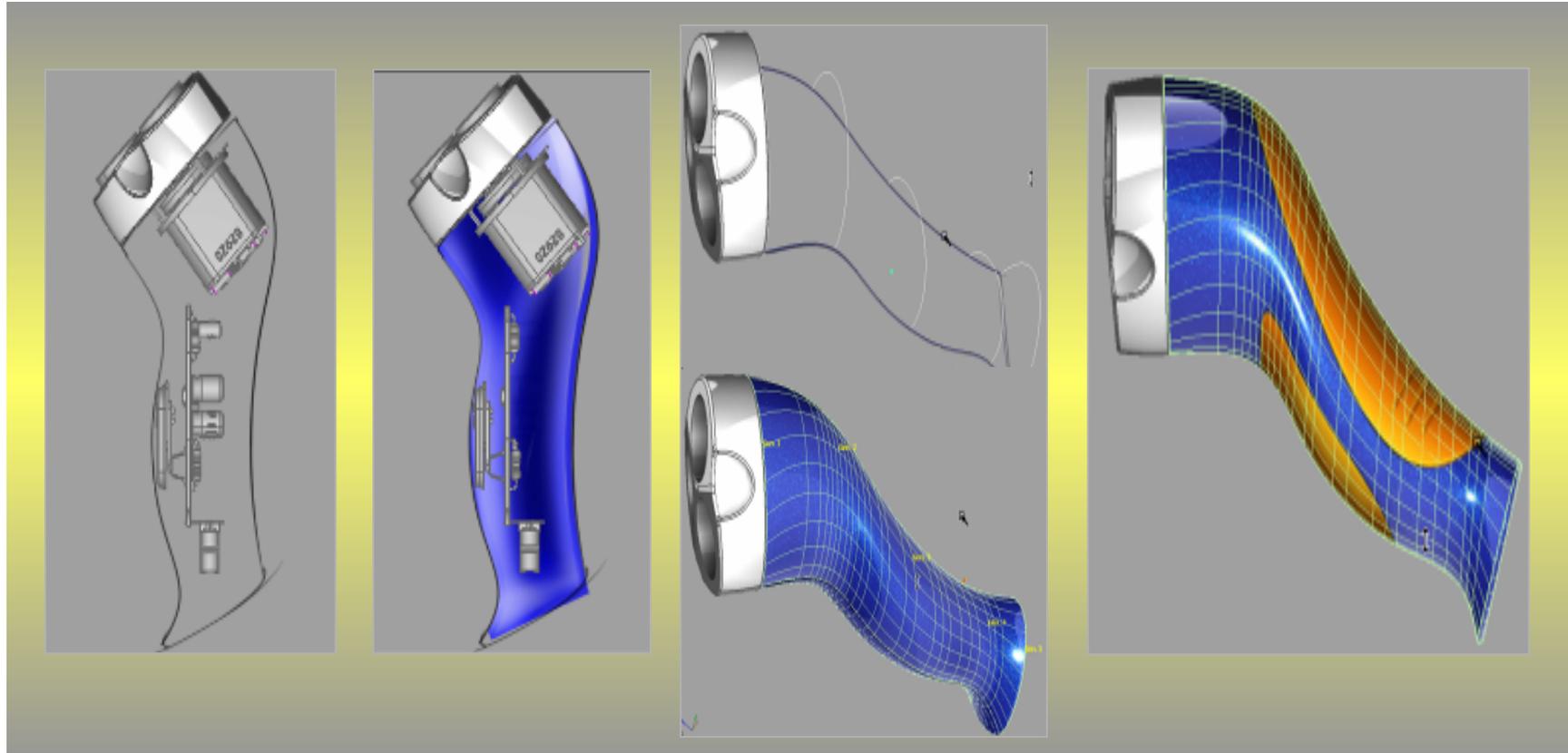


# Da "human-in-the-loop" al "product-in-the-loop"



## Il concetto di "product-in-the-loop" (PITL)

Il prodotto / prototipo virtuale e i sistemi di produzione entrano nel processo produttivo in modo collaborativo e interattivo sia nella fase di progetto sia in quella di produzione, al fine di migliorare il prodotto stesso, correggerne gli errori, eseguire la manutenzione rapidamente, diminuire i costi...

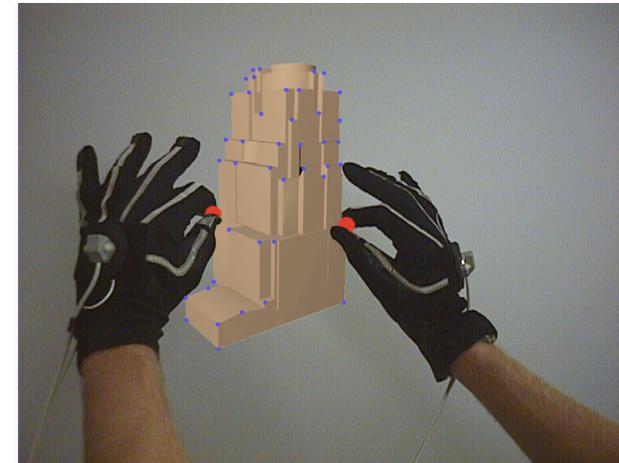


# L'interattività e la Realtà Virtuale

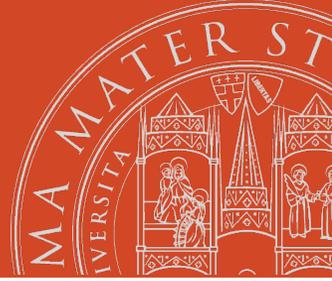


“La Realtà Virtuale è un modo per gli umani di visualizzare, manipolare e interagire con dati complessi elaborati da computers”.

in "The Silicon Mirage: The Art and Science of Virtual Reality " by Steve Aukstakalnis & David Blatner



# L'interattività e la Realtà Virtuale



## Immersività e Interattività: definizioni

### **Immersività:**

sensazione di essere all'interno di un ambiente.

### **Immersività mentale:**

stato mentale di presenza.

### **Immersività fisica:**

sensazione di presenza fisica nell'ambiente.

### **Interattività:**

ciò che ci sta di fronte risponde alle nostre richieste immediatamente (real-time): l'utilizzatore ha così un feedback immediato.



# L'interattività e la Realtà Virtuale



## Tipi di immersività

**Immersione Visuale** – ricrea a video la percezione della profondità.

**Immersione Spaziale** – ricrea la posizione del corpo dell'operatore attraverso i sistemi di tracciamento.

**Immersione Sonora** – il suono aggiunge realismo.

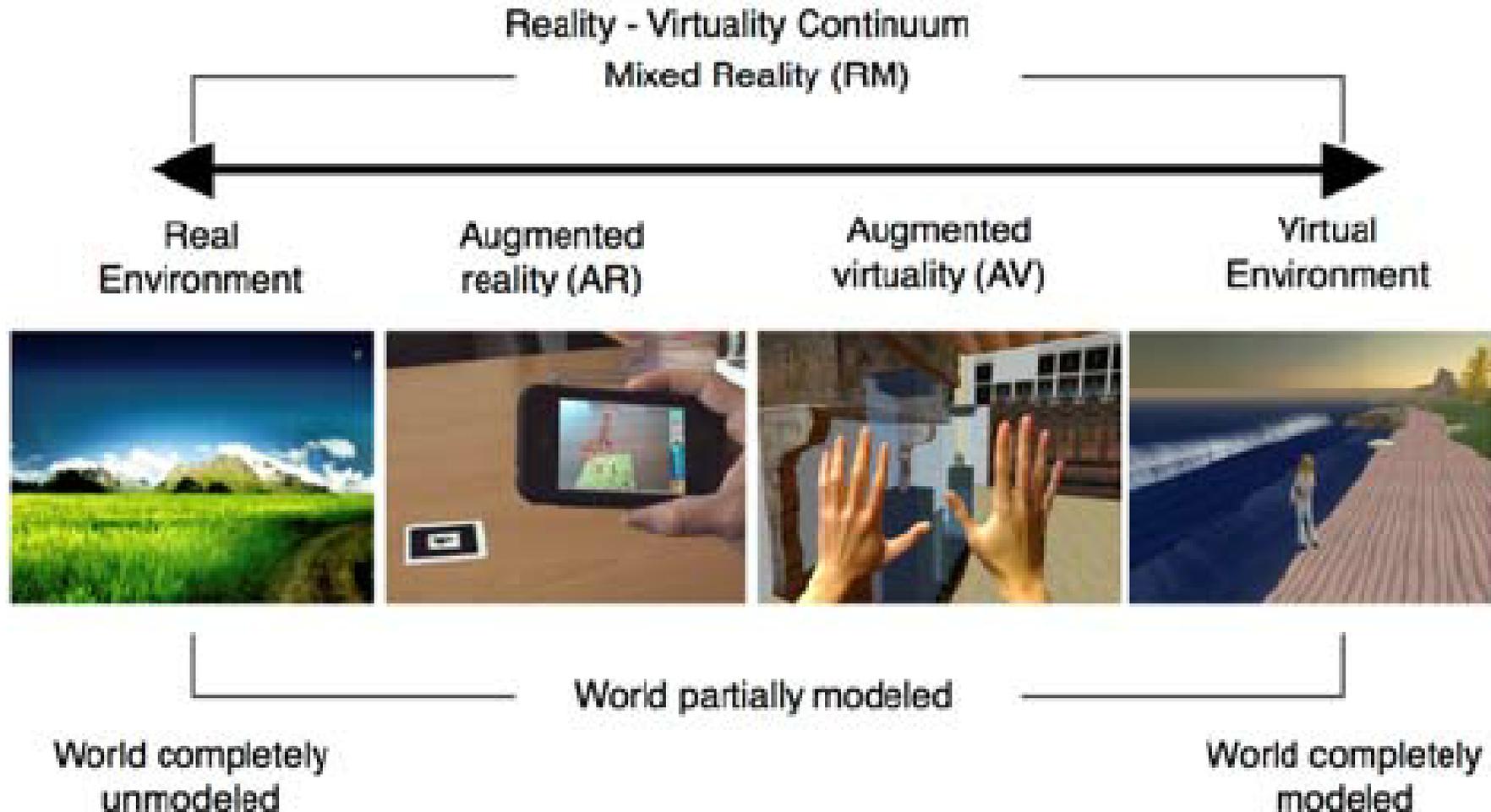
**Immersione di reazione (Haptic)** – ricostruisce il senso di fisicità del corpo applicando sulle mani dell'operatore una forza di reazione all'azione dell'operatore stesso.



# Il continuo di Milgram



L'interazione  
virtuale e reale



Milgram, Paul; H. Takemura; A. Utsumi; F. Kishino (1994). "Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum" (pdf). Proceedings of Telem manipulator and Telepresence Technologies. pp. 2351–34. Retrieved 2007-03-15.

# L'Augmented Reality



La scena è visualizzata attraverso una telecamera.

Contemporaneamente viene generata una immagine virtuale da un computer grafico.

Immagine reale e virtuale vengono fuse in una unica immagine che viene proiettata all'operatore.

Deve essere calcolata la posizione nel mondo reale della telecamera posizionata sul visore che ha capacità di visualizzazione **see-through**.



# L'Augmented Reality



## Tablet and Smartphone based Augmented Reality

Lo sviluppo di sistemi tablet e smartphone con buone capacità di rendering grafico ha permesso l'impiego di questi dispositivi al posto di uno scomodo visore da indossare. Viene meno però il concetto di immersività. La fotocamera integrata è in grado di fornire immagini con alto frame rate, adatte al tracking ottico.



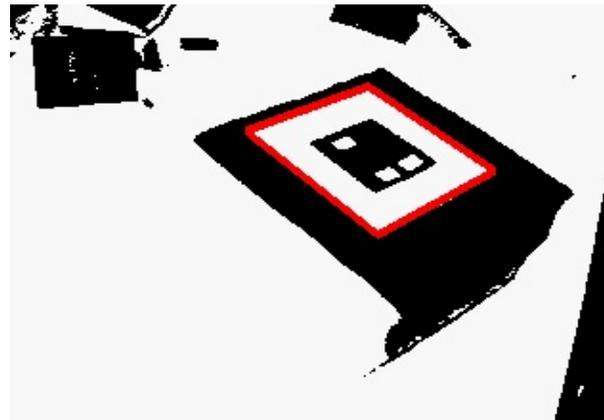
# L'Augmented Reality



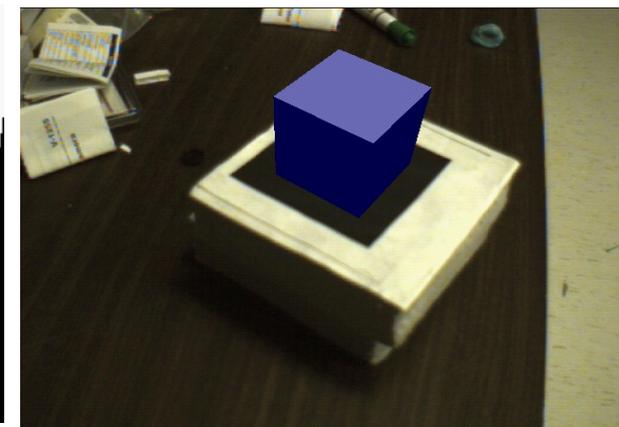
## Il tracking ottico



*Input Video*



*Thresholded Video*

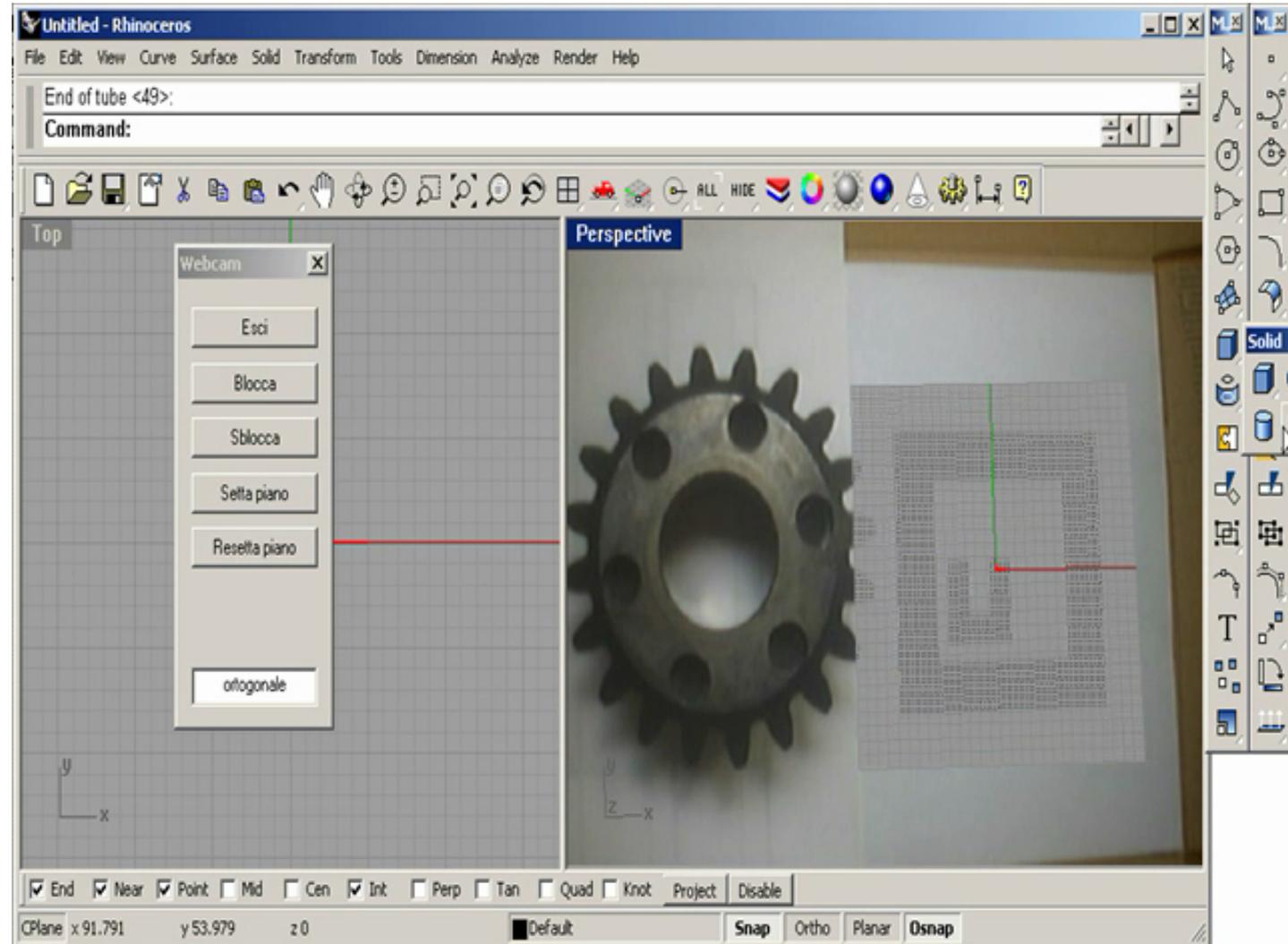


*Virtual Overlay*

# Integrazione reale/virtuale



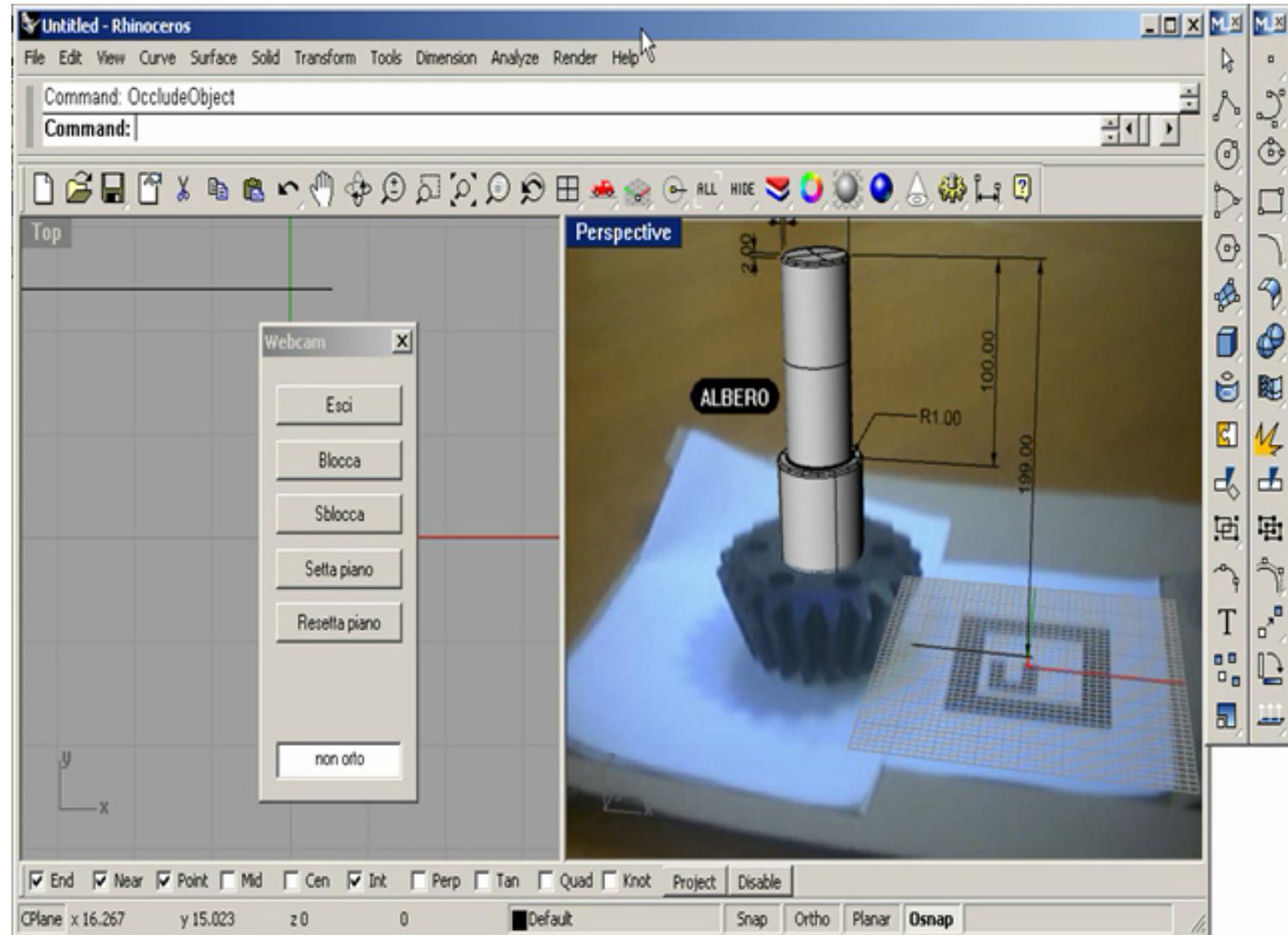
Un sistema CAD  
in Augmented Reality



# Integrazione reale/virtuale



Un sistema CAD  
in Augmented Reality



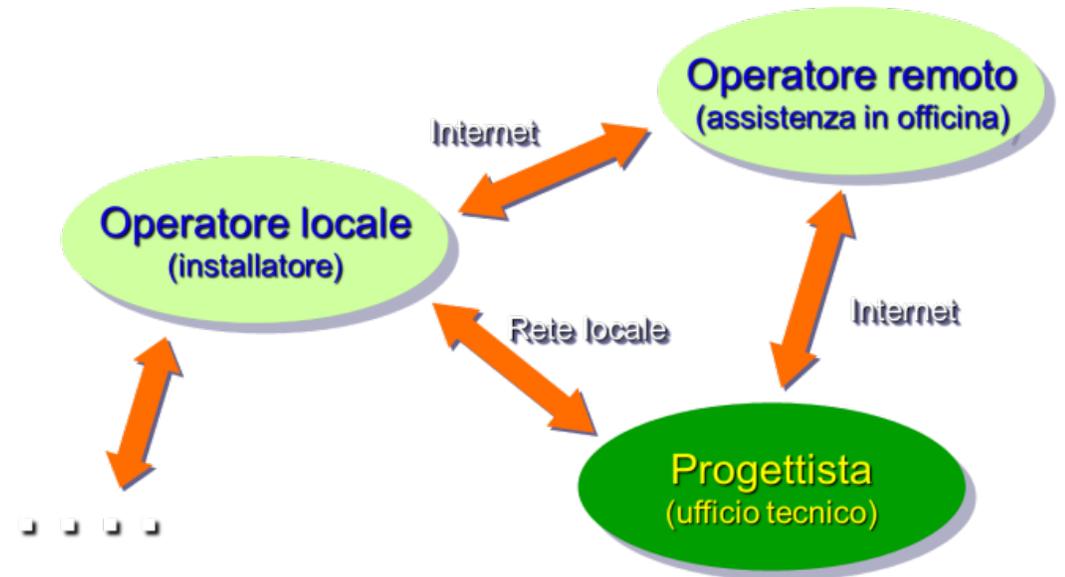
- Training virtuale remoto
- Manuali tecnici interattivi
- Assistenza virtuale interattiva al montaggio/smontaggio
- ...



# Training/assistenza remota



Attraverso l'uso di rete dati veloce e' possibile eseguire assistenze con tracking video usando anche un sistema



# Conclusioni



- La visualizzazione interattiva, sia come Realtà virtuale, sia come Augmented Reality è uno strumento importante nella quarta rivoluzione industriale.
- 
- Le applicazioni industriali sono state solo in parte sviluppate.
- 
- Le caratteristiche di interattività e immersività si sposano perfettamente con il concetto di “product-in-the-loop” fortemente sviluppato in Industry 4.0.

Prof. Ing. Alfredo Liverani

[alfredo.liverani@unibo.it](mailto:alfredo.liverani@unibo.it)

DIN – School of Engineering and Architecture  
University of Bologna

+39 051 2093452

*<http://diem1.ing.unibo.it/personale/liverani>*