



Transizione Digitale nei Settori Energia, Trasporto e Agricoltura



Tecnologie e strumenti abilitanti:

ARTIFICIAL INTELLIGENCE & MACHINE LEARNING

AI and ML is creating opportunities for efficient and productive manufacturing processes

INTERNET OF THINGS (IOT)

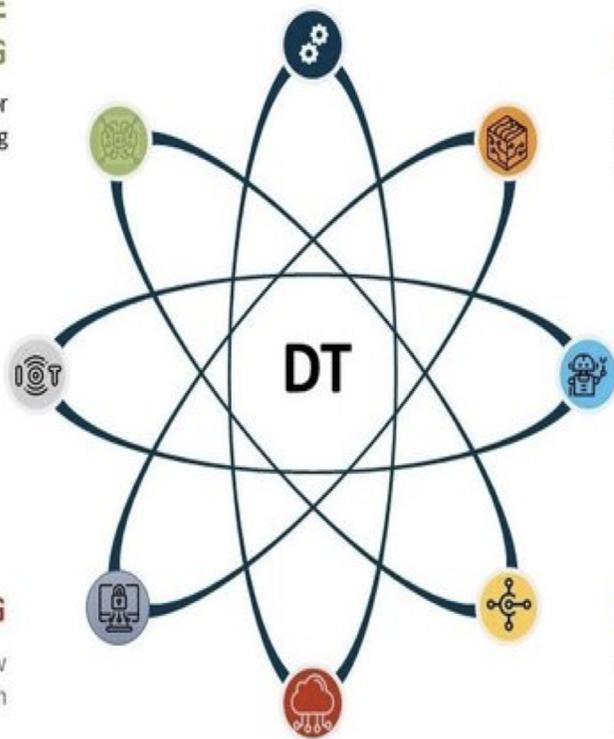
The internet of things is helping to connect the digital and the physical world together.

CYBER SECURITY

sustaining business integrity, data safety and protection of cyber assets is of prime importance

CLOUD COMPUTING

Cloud is the foundation for this new agile business world. It's the platform for enabling agile applications.



BIG DATA ANALYTICS

leading businesses to generate better insights and right decisions in efficient time.

DIGITAL TWIN

New technology that make a whole different manufacturing ecosystem

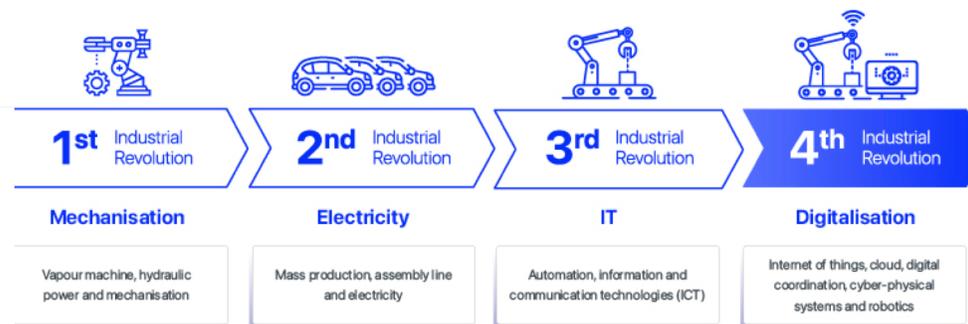
ROBOTICS AUTOMATION

Provides flexibility and scalability, Prevents employee burnout.

ENTERPRISE RESOURCE PLANNING

ERP has a major impact on digital transformation. It has the capability of bringing revolutionary changes in various processes of modern business.

La **transizione digitale** è considerata come la crescente interazione e convergenza tra il





THREE PILLARS FOR IMPLEMENTATION



IL PROGRAMMA NAZIONALE PER LA RICERCA 2021-2027 (1/2)



Agricoltura

- **Precision Farming:** Agricoltura di precisione, trattamenti di irrorazione e fertilizzazione variabili e localizzati. Decision Support Systems per la gestione dei campi.
- **Robotica agricola.** Macchine ad elevata automazione, nuova sensoristica con AI e ML
- **Modelli IFSM (Integrated Farm System Model).** Banche Dati per formare mappe digitalizzate per migliorare la produttività e la sostenibilità dei campi.

Energia

Strumenti di supporto alla gestione e ottimizzazione dei sistemi energetici, meccanici e di processi termo-chimici avanzati mediante:

- **Modellazione numerica** di processi termo-chimici, meccanici e sistemi energetici
- **High performance computing e big data**
- **Data Analytics** di basi dati cinetico-chimici, energetici o legati alla produzione e consumo di energia
- **Metodi di riduzione** per lo sviluppo di **digital-twins** (PCA, GPR, etc...) e di analisi statistica del comportamento dinamico di sistemi reali;
- **Reti Neurali Artificiali (ANN)** e sviluppo di modelli di **apprendimento automatico** (sviluppo di modelli real-time per il controllo predittivo di sistemi reali)

Trasporti

- **Smart City e Digital Twin** applicati a porti, aeroporti o grandi scali ferroviari, mobilità urbana. Piattaforme digitali della mobilità.
- **Mobilità automatizzata, connessa e sicura** (*vehicle sharing, living labs, ...*)
- **Logistica 4.0** (pianificazione, attraverso tecnologie digitali, del flusso di stoccaggio di materie prime, semilavorati e prodotti finiti al fine di soddisfare le esigenze del cliente).



Agricoltura

- **Human out of the loop**, trattamenti programmati e gestiti in autonomia dai sistemi informatici con strategie autonome di controllo e decisionali (AI-based), basate su nuovi sensori e mappe satellitari
- Tecniche di **biocontrollo** e strumenti di **agricoltura digitale**. Riduzione del 50% di fertilizzanti e trattamenti.

Energia

- **Sustainability-by-design**. Capacità di controllare il decorso dei processi di conversione energetica ricorrendo a strumenti diagnostici e a tecniche di simulazione predittiva avanzata.
- **Digital Twin** e **Modelli di ordine ridotto (MOR)** per il supporto alla progettazione, controllo real-time e sviluppo di tecnologie a basse emissioni operanti con vettori energetici rinnovabili (simulazione cinetico-chimica e CFD di processi termo-chimici innovativi). Utilizzo di sensoristica pervasiva avanzata per l'integrazione di informazioni tra il modello fisico e quello virtuale. **Soft Sensing** (sviluppo di sensori virtuali combinando dati fisici e modelli AI) per il controllo attivo e real-time.
- **Digital Energy**. Penetrazione delle rinnovabili attraverso la gestione previsionale delle risorse e dei consumi energetici. **Infrastructure-as-a-Service (IaaS)** per ottimizzare prestazioni e consumo energetico - *quantum computing*.
- **Smart Manufacturing** (fabbrica intelligente). Automazione, scambio di informazioni operative e analisi avanzate.

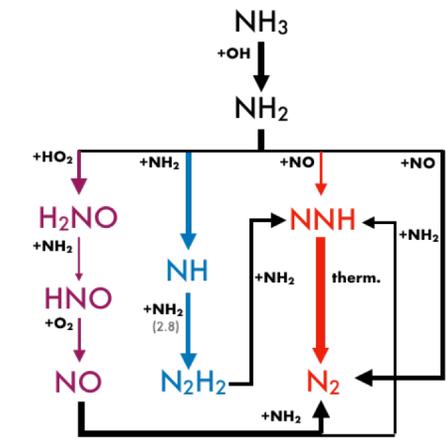
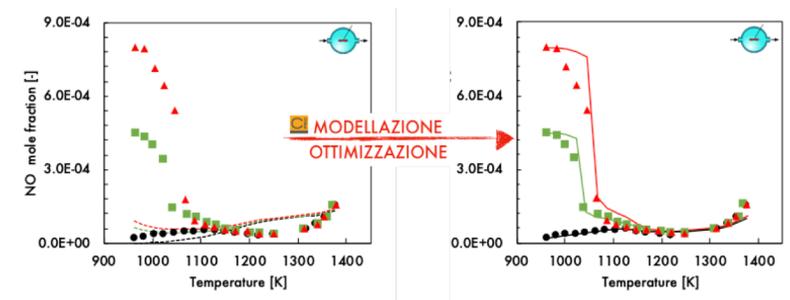
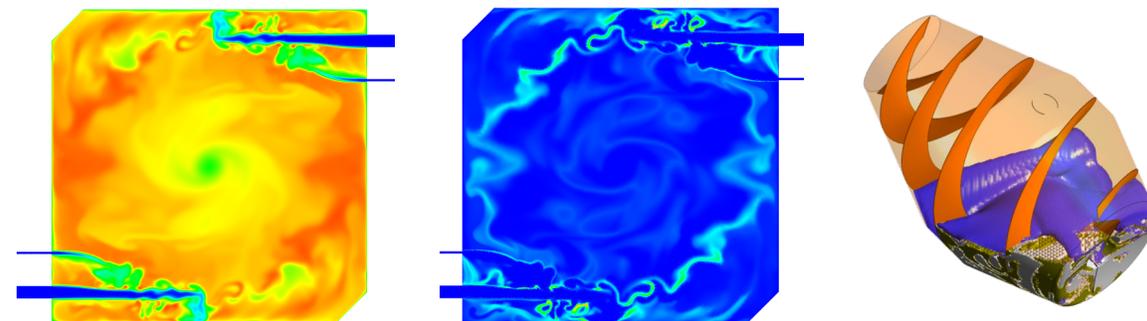
Trasporti

- **Aerospazio** - Gestione automatizzata dei processi di produzione di combustibili aeronautici da fonti rinnovabili. Verifica virtuale delle prestazioni dei vettori energetici di nuova generazione. **Automazione e sistemi unmanned, remote sensing, algoritmi di predizione delle traiettorie dei velivoli, data fusion** per l'aumento dell'integrità della navigazione satellitare in decollo e atterraggio
- **Mobilità** - Integrazione di differenti modalità di mobilità e sviluppo di piattaforme digitali per la gestione del traffico urbano. Integrazione dei sistemi di propulsione a zero emissioni con i sistemi di produzione di energia e i nuovi vettori energetici. **Human-Machine-Interaction (HMI)**, infrastrutture intelligenti quali **smart road** e **Sistemi intelligenti di trasporto (ITS)** a supporto della gestione di *servizi collettivi per la mobilità (MaaS)*. Sviluppo di nuovi sensori e dispositivi, anche indossabili, basati su sistemi micro/nano, optoelettronici, elettromeccanici e nuovi materiali per lo sviluppo di nuova componentistica. Biochips e lab-on-chip.
- **Digital Life (e-Health, vita sana e attiva): human-digital-twin**. Visite remote, ologrammi, monitoraggi per ridurre gli spostamenti delle persone e il consumo di materiale sanitario.



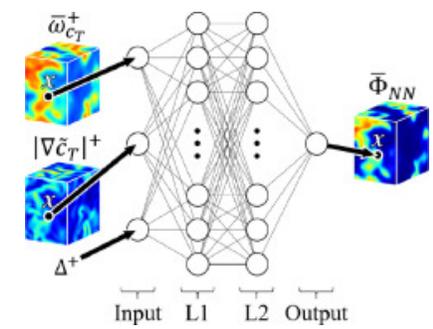
Simulazione e trattamento dati

- ✓ **Prognostica:** Model Reference Adaptive Controller
- ✓ **Multi-dominio, Multi-fisica:** Termofluido-Strutturale, Fluido elettrotermica- strutturale, etc..
- ✓ **Termo-fluidodinamica e cinetico-chimica:** Modelli CFD e cinetico-chimici per la predizione del comportamento di flussi reagenti e delle trasformazioni termo-chimiche multifase e di biomasse per la conversione energetica. Riduzione/ottimizzazione di database cinetici.
- ✓ **Modelli ad agenti e Machine learning:** Metodi integrati di AI, analisi/elaborazione dei dati, data mining per sviluppo di modelli data driven e physics-informed volti allo creazione di piattaforme digitali integrate. Modelli data-driven da DNS.
- ✓ **Database avanzati** per l'analisi di processi termochimici di flussi reattivi
- ✓ Modellazione a **parametri concentrati** di macchine operatrici



Sensoristica e Diagnostica avanzata

- ✓ **Sensori wearable**, progettazione e applicazione di sensori MEMS su supporti flessibili
- ✓ **Sensori nanostrutturati** per il gas sensing ed il monitoraggio ambientale e per il condition monitoring degli impianti.
- ✓ Sviluppo di **sensoristica integrata** (ottica, chimica, meccanica) e utilizzo di **diagnostica avanzata** per l'analisi di flussi reattivi (PIV, LIF, scattering, Chemiluminescenza, Spettroscopia IR, etc...).





Simulazione e trattamento dati

- ✓ **Prognostica:** Model Reference Adaptive Controller
- ✓ **Multi-dominio, Multi-fisica:** Termofluido-Strutturale, Fluido elettrotermica- strutturale, etc..
- ✓ **Termo-fluidodinamica e cinetico-chimica:** Modelli CFD e cinetico-chimici per la predizione del comportamento di flussi reagenti e delle trasformazioni termo-chimiche multifase e di biomasse per la conversione energetica. Riduzione/ottimizzazione di database cinetici.
- ✓ **Modelli ad agenti e Machine learning:** Metodi integrati di AI, analisi/elaborazione dei dati, data mining per sviluppo di modelli data driven e physics-informed volti alla creazione di piattaforme digitali integrate. Modelli data-driven da DNS.
- ✓ **Database avanzati** per l'analisi di processi termochimici di flussi reattivi
- ✓ Modellazione a **parametri concentrati** di macchine operatrici

Sensoristica e Diagnostica avanzata

- ✓ **Sensori wearable**, progettazione e applicazione di sensori MEMS su supporti flessibili
- ✓ **Sensori nanostrutturati** per il gas sensing ed il monitoraggio ambientale e per il condition monitoring degli impianti.
- ✓ Sviluppo di **sensoristica integrata** (ottica, chimica, meccanica) e utilizzo di **diagnostica avanzata** per l'analisi di flussi reattivi (PIV, LIF, scattering, Chemiluminescenza, Spettroscopia IR, etc...).

Metodologie e strumentazioni

- ❖ Sistemi di calcolo ad alte prestazioni (**HPC**), calcolo parallelo su architetture convenzionali (multicore), **GPU** e processori per IA, data storage condiviso
- ❖ **Edge e Cloud Computing - cloud PaaS** (Siemens, Apache Stratos, ...)
- ❖ Algoritmi basati su AI per lo sviluppo di **modelli data-driven multiscala** di sistemi complessi.
- ❖ Piattaforme **software proprietarie** (ANSYS, FIRE, ELMER, Matlab, AMESim, GaBi, LabVIEW, ChemKin, GT-Power, AspenTech), aperte (OpenFOAM, MFIX, Cantera, FDS, ...) o sviluppate in-house.
- ❖ Strumenti e metodologie per lo **stoccaggio, gestione, analisi e trattamento dei dati** (Cassandra, DataStax, Python, Anaconda, Glue, OpenStack, etc..)
- ❖ Metodologie per **machine learning, analisi statistiche, UQ e modelli previsionali** (Python/Java libraries : PyTorch, Tensorflow, Keras, Scikit-learn)
- ❖ Sistemi di **acquisizione dati** in Real-Time e programmazione dedicata
- ❖ Stampanti per **Rapid Prototyping**
- ❖ Sviluppo e applicazione di metodologie di **progettazione 1D/3D integrate** per l'ottimizzazione di componenti o macchine
- ❖ **4D manufacturing**
- ❖ **Design leggero** (additive manufacturing)
- ❖ Metodologie di analisi **LCC** (Life Cycle Costing) e **LCA** (Life Cycle Analysis)
- ❖ **Telecamere** veloci e Laser UV/VIS
- ❖ **Sensori ottici:** stato solido e fotomoltiplicatori
- ❖ **Sensori chimici** per analisi della concentrazione di specie gassose ed emissioni (NO_x , O_2 , CO ,...);
- ❖ **Sensori meccanici e trasduttori:** accelerometri, microfoni, termocoppie, etc...



- Tecniche per la costituzione di **Database per classificazione di biomasse**
- **Analisi multimodale** del processo di sfruttamento di biomasse di origine animale e vegetale per la produzione di combustibili non-fossili.
- **Tecniche statistiche avanzate** (PCA, ...) per la *valutazione delle performance* dei processi termochimici di biomasse
- Implementazione tecniche di **machine learning per l'ottimizzazione** dei processi termochimici di biomasse
- **Modellazione data-driven basati su agenti** per la simulazione, l'analisi e il controllo distribuito, decentralizzato e multiscala della mobilità urbana.
- Modellazione data-driven dei **processi di erosione**
- **Analisi e Modellazione di Big Data** per processi reattivi
- **Modelli CFD** (RANS, LES, URANS) per l'analisi di combustori, emissioni, esplosioni e incendi, flussi multifase e non-Newtoniani
- Caratterizzazione e sviluppo di **sensori integrati low-cost** (ottici, chimici e meccanici) per bruciatori innovativi
- **Analisi dati, strategie di soft-sensing e diagnostica** per processi di combustione innovativi di vettori energetici alternativi
- Tecniche e strategie di **simulazione cinetico-chimica** per processi di Combustione MILD, fuel-flexible e low-emission.
- **Metodi integrati di AI, elaborazione e data mining** per la creazione di piattaforme digitali integrate per la mobilità urbana.
- Metodologie per lo sviluppo di **Robot agricoli a navigazione autonoma e cooperativi**
- **Precision spraying** integrato su piattaforma robotizzata
- Progetto di **sistemi aperti e integrati per gestione automatizzata** in agricoltura

1. Data processing flow: CSV file, Query, Cassandra database, Python, Cantera (Chemical Kinetics • Thermodynamics • Transport Processes).

2. Laboratory setup for combustion analysis: FGAP71, Lens, Filter, Beam splitter, Spectrograph, CCD, Camera.

3. PyVES-C software interface for reactor simulation. The interface includes a menu, a main panel with buttons for reactor simulation (e.g., Reactor global, Reactor semi global, Reactor base), data visualization (2D plot results, 3D plot results), chemical analysis (Mechanism reduction, Extract submechanism, Reaction path diagram), and data mining & correlation (Correlation HTmap, Statistical description). It also features a mechanism converter and an Apache Cassandra DB tool.

4. Flowchart of AI and data-driven model construction: Analisi e controllo, BIG Data, Modelli basati su agenti, Machine Learning, Supporto alle decisioni.

