

## Aree tematiche oggetto del bando

### Bando BI-REX – Appendice 1

#### Area 4 – Sistemi avanzati per la gestione dei processi di produzione

##### A. Visual Inspection/Selection per il Controllo di Qualità

Contesto. In ambito industriale manifatturiero, sono già svolti - con diverse tecnologie e algoritmi tradizionali o tramite ispezione visuale di operatori umani - controlli qualità di prodotto, sia on-line sia - più spesso - off-line date anche la complessità dei controlli e della velocità della linea produttiva. Oltre alle immagini, in vari settore è possibile acquisire dati dimensionali da altri sensori, in genere contactless e/o ottici.

Tuttavia emerge che tecnologie basate su classificazione automatica, e addestramento automatico, non sono ancora applicate né sperimentate. Tali tecnologie possono sia migliorare l'accuratezza, ma soprattutto fornire sistemi più robusti rispetto alla variazione del tipo di prodotto in esame.

Il controllo della qualità dei prodotti è una fase estremamente importante e critica del processo produttivo. Se realizzato in maniera efficace consente sia di tenere sotto controllo il processo di produzione sia di evitare resi a valle nella supply chain. Mediante il controllo della qualità dei prodotti è inoltre possibile identificare e risolvere tempestivamente problemi nel processo produttivo.

Problemi aperti. Emergono dal contesto diversi problemi aperti:

- le tipologie di prodotto, anche in ambito manifatturiero, sono molto eterogenee, e conseguentemente anche le tipologie di anomalie
- la disponibilità di dati (anche e soprattutto nella forma di immagini) raccolti ed etichettati, per diversi contesti industriali
- la necessità di considerare dati non necessariamente nella forma di immagini, ma anche provenienti da sistemi di misura contactless e da sensori
- il controllo di prodotto, e l'identificazione di anomalie in particolare, dovrebbe essere guidato da una serie di casi in gran parte positivi (i dati raccolti - ove disponibili - sono in gran parte di questa tipologia, l'anomalia è l'eccezione)
- la velocità della linea produttiva, e la presenza - in alcuni contesti industriali - di un ambiente di produzione «avverso» e «ostile», impattano sia sulla fase di acquisizione sia sulle prestazioni richieste al sistema
- la qualità del prodotto e il suo controllo può richiedere – in alcuni contesti - precisioni molto elevate.

In questi contesti, spesso si ovvia oggi con controlli fuori linea (off-line), a cadenza predefinita (produzione discreta) oppure con campioni prelevati alla conclusione del lotto produttivo (linee continue).

##### B. Digital Twin Per Configurazione Di Linee Produttive di Servizi e Sistemi Complessi

Contesto. Negli ultimi anni, l'incredibile sviluppo dell'internet delle cose ha accelerato la trasformazione digitale di moltissimi settori. Le tecnologie dell'Industria 4.0 hanno posto le basi per una rivoluzione nella gestione degli asset e nei servizi. I nuovi servizi si concentrano sulla connessione fisico-digitale e sullo scambio e l'automazione dei dati, che sono e saranno sempre più ubiqui e accessibili.

L'infrastruttura digitale risultante, che si basa su un sempre più ampio network di sensori, trasforma asset fisici da strutture statiche a ecosistemi connessi. Questi ecosistemi si sviluppano nello spazio e prendono vita nelle nostre città e nei nostri edifici che diventano il centro nevralgico su cui agisce un sistema complesso socio-tecnico di service providers. In questo ambito, tecnologie come Big Data, Internet of Things, Edge & Cloud Computing, Blockchain, Artificial Intelligence, Building Information Modeling (BIM) e Sistemi di Simulazione dei processi e dei Servizi stanno già migliorando il modo in cui gli edifici vengono progettati, costruiti, gestiti e mantenuti.

Utilizzando internet e reti di sensori, gli edifici intelligenti raccolgono dati dall'ambiente circostante in modo che

possano ri-configurarsi a seconda delle necessità e adattare le prestazioni operative di conseguenza. Ciò non solo aumenta l'efficienza, la sostenibilità e la sicurezza di edifici e infrastrutture, ma trasforma anche l'erogazione dei servizi di supporto per tutta l'industria del Facility Management.

Per gestire e ottimizzare gli edifici intelligenti, è fondamentale creare modelli chiamati gemelli digitali (digital twin). Un gemello digitale è il modello o la copia virtuale di un prodotto, servizio o processo, in genere associato a quello fisico al fine di facilitare un maggior grado di efficienza e accuratezza nell'analisi e nel monitoraggio dei sistemi. I gemelli digitali forniscono una comprensione della fisica che determina le condizioni del mondo reale (come flussi di energia, condizioni ambientali e attributi materiali) e permettono l'ottimizzazione della logistica e dei servizi con modelli matematici di ottimizzazione e di apprendimento. Questi modelli evolvono con la vita della risorsa associata e permettono lo studio di cambiamenti che riducono il costo totale del possesso e permettono un maggiore controllo dei processi e dei servizi. I gemelli digitali possono eseguire su risorse cloud remote (approccio più tradizionale) o possono eseguire in modo più distribuito prevedendo porzioni che operano in cloud (algoritmi di machine learning complessi e time-consuming, aggregazione di dati da sorgenti remote e altamente eterogenee, ...) e porzioni che operano localmente su edge device più vicini alle sorgenti IoT e ai possibili attuatori (per ridurre consumo di banda, latenza, ...).

La grande competizione sul prezzo nei servizi di facility e un mercato di player medio-piccoli con basse capacità di investimento e servizi ad alta intensità di manodopera ha fatto di questo settore uno tra gli ultimi ad abbracciare il cambiamento posto dalla trasformazione digitale.

Problemi aperti. Quando utilizzato nella gestione degli edifici in modo diffuso, un digital twin crea una copia digitale dell'intera infrastruttura dell'edificio, offrendo un ponte tra fisico e virtuale. I sensori sono installati su componenti intelligenti per raccogliere dati in tempo reale sul sistema, dalla posizione alle condizioni di lavoro. Ciò consente ai responsabili delle strutture di avere una prospettiva dettagliata sul funzionamento interno e sullo stato di tutti i sistemi e dei servizi attivi su tutto l'edificio.

In questo contesto, che genera una grande mole di dati che provengono da componenti diversi, non sono presenti soluzioni standard e ampiamente accettate che facilitino il consolidamento dei dati e la loro fruizione da parte di un unico modello che possa ottimizzare l'edificio nel suo complesso. Questi dati, ancora non sono integrati in un sistema di governo unico che consenta di gestire molteplici commesse erogate da diversi service providers.

Molteplici service provider che insistono sullo stesso edificio, con tecnologie diverse e talora incompatibili generano quotidianamente interferenze e inefficienze dei servizi, aumentando i costi e diminuendo il livello di servizio.

## **Area 5 – Security e Blockchain**

### **A. Piattaforme distribuite e sicure per la condivisione di dati tra oggetti interconnessi e per la servitizzazione**

Contesto. La tendenza all'interconnessione a livello degli oggetti, partendo dalle singole linee produttive, tende a espandersi alle filiere e poi ad aprirsi all'intero ecosistema economico, superando l'iniziale confinamento dei dati nelle unità produttive dove sono generati per condividerli e formalizzati anche attraverso smart contract.

Questa apertura richiede da un lato una strutturazione snella e possibilmente automatica di processi di negoziazione e monetizzazione, dall'altro la fruizione di dati in grande quantità accessibili da sistemi interoperabili e modulari che possano verificarne l'integrità e quindi garantire la sicurezza.

In tale quadro non vi è differenza di criticità tra processi interni ed esterni giacché l'inaccessibilità o la corruzione dei dati sui quali basare decisioni possono generare conseguenze ugualmente gravi, dal blocco di un impianto a una perturbazione della logistica o del traffico aereo e terrestre o al data breach di progetti in fase di definizione e validazione. Siccome i dati necessari sono dispersi nelle filiere, nella logistica, presso gli utenti e nell'intero ecosistema, un sistema di registri distribuiti interoperabili rappresenta una infrastruttura tecnologica adatta a renderli disponibili, e sulla quale elaborare modelli per strutturarli e renderli accessibili anche contrattualmente. Le Blockchain (BC) sono le strutture dati più diffuse tra i registri distribuiti, ma lo stadio precoce di maturazione delle relative tecnologie lascia molti problemi da risolvere, in termini di velocità, scalabilità, sicurezza e confidenzialità dei dati, tuttavia i vantaggi dell'apertura dei dati e dei processi, consentita

dalla decentralizzazione, sono potenzialmente enormi e la loro integrazione con smart contract rappresenta un elemento di velocità e interconnessione necessario per l'integrazione orizzontale verticale delle fabbriche.

Problemi aperti. Restano aperti alcuni problemi di natura tecnica e di natura strategica.

1. La prima categoria propone punti aperti riguardo l'efficienza del Raggiungimento del Consenso (RdC) mantenendo invariato, o quasi, il livello di Fiducia (Trust) nell'integrità dei dati scambiati utilizzando Oggetti Interconnessi (OI) capaci di garantire una velocità di interazione notevolmente ridotta rispetto ai tempi di risposta di una BC.
2. Il secondo è legato alla scarsa disponibilità di risorse computazionali per il calcolo del Consenso Globale dello Stato del Sistema che renderà necessarie ricerche per il Proof-of-Concept sulla Scalabilità delle risorse ricavata da architetture miste non convenzionali; I punti aperti di natura strategica possono essere sintetizzati:
  - a. nell'attenzione alla sicurezza dei dati: è necessario stabilire un trade-off tra i due paradigmi che verranno a scontrarsi nel campo della sicurezza dei dati, ossia Sicurezza come confidenzialità dei dati, approccio tradizionale basato sulla chiusura, e Sicurezza come decentralizzazione e trasparenza, approccio aderente ai paradigmi della Open Innovation;
  - b. nella standardizzazione delle interfacce degli Oggetti Interconnessi e la roadmap di adozione della soluzione tecnologica;
  - c. nella rappresentazione distribuita dell'identità dell'Oggetto Interconnesso (OI), studiando la creazione di un modello ampiamente riconosciuto e condiviso (standardizzato), che identifichi l'OI in termini di caratteristiche ed interazioni che il loro Gemello Digitale può svolgere all'interno di un registro distribuito;
  - d. nelle scelte strategiche che dovranno essere adottate affinché la soluzione tecnologica sia scalabile in termini di attività e partecipanti;
  - e. nell'integrazione di smart-contract e processi formali, automatici o semi automatici, a sostegno delle transazioni negoziali e della monetizzazione (servitizzazione).

## **Area 7 – Robotica collaborativa, warehousing e Automated Guided Vehicle (AGV)**

### **A. Automazione per Assemblaggio di Celle e Batterie al Litio**

Contesto. Il passaggio da un'economia basata sui combustibili fossili ad un'economia a minore impatto ambientale è fortemente spinta dalla Commissione Europea consapevole della necessità di concretizzare le azioni per far fronte all'emergenza climatica. Il Green Deal europeo permetterà di accelerare e sostenere la transizione energetica necessaria in tutti i settori. Le batterie agli ioni di litio giocano un ruolo chiave nel favorire una mobilità sostenibile nei settori dei veicoli per applicazioni stradali, agricoli, industriali e da costruzione. Le soluzioni di integrazione ed i processi produttivi per la produzione di massa dei pacchi batteria avranno un peso rilevante nel raggiungimento degli obiettivi di costo, sicurezza, seconda vita e riciclo.

In questo contesto è necessario una forte integrazione tra molteplici ambiti di ricerca: meccanica strutturale, termofluidodinamica, elettrica, elettronica, materiali, automazione e robotica, controlli automatici, telecomunicazioni, big data analytics, controllo qualità, life cycle assessment.

Problemi aperti. Il contesto descritto richiede quindi di affrontare congiuntamente aspetti di ricerca e sviluppo tecnologico di prodotto e di processo per la realizzazione di pacchi batteria nei seguenti ambiti:

- Soluzioni di integrazione cella-pacco che consentano ai costruttori di veicoli (Original Equipment Manufacturer, OEM) o di equipaggiamenti (TIER 1 e 2) di progettare e realizzare pacchi batteria idonei alle diverse applicazioni veicolari.
- Tecnologie di lavorazione o processo per l'integrazione cella-pacco che consenta a costruttori di macchine automatiche o di equipaggiamenti di produzione di sviluppare prodotti per questo nuovo settore industriale.
- Modellazione avanzata dei processi produttivi mediante digital twin al fine di consentire un miglior controllo di processo con riduzione degli scarti e dei consumi energetici, con conseguente maggiore affidabilità del prodotto finito.

## **Area 8 – Sostenibilità e responsabilità sociale**

### **A. Ottimizzazione della gestione di sistemi agrovoltai**

Contesto. Acqua, cibo ed energia sono essenziali per il benessere umano, per la riduzione della povertà e per lo sviluppo sostenibile. Secondo l'approccio nexus "acqua - cibo - energia" questi tre fattori essenziali sono tra loro interdipendenti e per garantirne una disponibilità sicura nel tempo devono essere gestiti secondo approcci integrati. A livello agricolo sono numerosi gli esempi di sistemi di produzione non sostenibili generati da una trattazione disgiunta dei tre fattori, ne sono esempio emblematico le produzioni bioenergetiche che competono con le produzioni alimentari a livello di uso del suolo e dell'acqua o anche gli impianti fotovoltaici realizzati su terreni agricoli fertili. È quindi di prioritaria importanza sviluppare soluzioni tecnologiche integrate, implementabili in aziende agricole tradizionali, che permettano di produrre simultaneamente cibo ed energia in modo sostenibile ed in particolare preservando la risorsa idrica. In quest'ambito sta crescendo a livello internazionale l'interesse nei confronti dei sistemi agrovoltai, che combinano la produzione di energia elettrica da fotovoltaico con l'utilizzo del suolo, su cui insistono i pannelli fotovoltaici, per attività agricole o per la fornitura di servizi ecosistemici.

La possibilità di sfruttare a fini agricoli il suolo occupato da impianti fotovoltaici è tuttavia limitata dall'ingombro delle strutture dell'impianto e dall'ombreggiamento. Non esistono inoltre sistemi per la gestione integrata della produzione di energia elettrica e di colture agrarie in impianti agrovoltai, che consenta di ottimizzare la produttività e redditività dell'impianto agrovoltai, minimizzando l'uso di acqua irrigua.

Problemi aperti. Nel contesto descritto, si ritiene che un forte impulso allo sviluppo di sistemi agrovoltai sostenibili, implementabili a livello di aziende agricole ed anche in contesti peri-urbani, sarà dato dallo sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni per la gestione di impianti agrovoltai che abbiano le seguenti caratteristiche: 1) implementare software realizzati per ottimizzare il funzionamento dell'impianto fotovoltaico e le conoscenze necessarie alla gestione agronomica delle colture; 2) essere calibrato con l'ausilio di sensori che valutino lo stato di disponibilità irrigua delle colture in modo da rendere più precise le simulazioni e garantire una migliore gestione della risorsa idrica.

Nonostante il numero delle sperimentazioni su colture realizzate sotto impianti agrovoltai sia in aumento, sono ancora limitate le informazioni agronomiche e fisiologiche necessarie alla stima della produttività delle principali colture agrarie all'ombra di impianti agrovoltai. Per questo è auspicabile che la proposta preveda anche sperimentazioni di campo, preferibilmente realizzate in impianti agrovoltai, per calibrare e validare gli algoritmi matematici necessari alla gestione dell'impianto agrovoltai.

### **B. Tracciabilità nella filiera del pomodoro in ambito di Agricoltura di Precisione e Interconnessa**

Contesto. I metalli pesanti sono elementi in traccia che, sebbene presenti in piccole concentrazioni naturali ed antropiche nel suolo e nell'ambiente in generale, possono comportare una vasta gamma di effetti negativi sulla salute dell'ecosistema e dell'uomo. Gli effetti nell'ecosistema sono, in particolare, legati alla spiccata tendenza dei metalli ad accumularsi e talvolta essere cancerogeni per gli organismi viventi, uomo incluso. E' noto che una modalità frequente di trasferimento dei metalli pesanti dall'ambiente all'uomo è il consumo di pomodoro, coltura questa sensibile a questi accumuli a causa delle tecniche colturali adottate e alle caratteristiche organizzative e tecnologiche della filiera.

È quindi fondamentale implementare all'interno della intera filiera sistemi olistici che integrino le più moderne tecniche di agricoltura di precisione, rese possibili da sensoristica di campo interconnessa, per abilitare un pieno controllo delle potenziali contaminazioni dalla produzione primaria alla trasformazione di prodotto. Per fare questo. la gestione e l'analisi, dei big data raccolti sul campo, dovrebbe permettere al sistema di raggiungere elevati obiettivi di sicurezza e qualità alimentare, facilitare la verifica delle informazioni, il ritiro e/o il richiamo di prodotti, accrescere l'efficacia, la produttività ed i profitti dell'organizzazione, migliorare il controllo dei processi interni, minimizzandone i rischi, generare trasparenza e fiducia verso clienti ed eventuali partner, identificare le responsabilità all'interno della filiera e garantire il rispetto delle normative vigenti, soprattutto in ambito più stringente come nella produzione e lavorazione dei pomodori biologici.

Problemi aperti. La proposta dovrà essere in grado di superare gli attuali limiti del settore, generando una soluzione in grado di risolvere le seguenti criticità

- Necessità di prevedere il livello di presenza dei livelli di traccia, nello specifico Alluminio, Cadmio, Arsenico e Mercurio, in un prodotto finito prima della lavorazione, partendo dai dati di campo e dai pomodori raccolti.
- Superare l'incertezza derivata dalla variabilità dei livelli misurati da diversi laboratori ingaggiati per la misura sul prodotto finito, ed anche la variabilità dei livelli di metalli pesanti all'interno del medesimo terreno nel tempo
- Mancanza di sensoristica di campo mobile, dedicata alla misurazione dei livelli di metalli pesanti, alimentata a batteria a lunga durata integrata in una rete dedicata all'IoT
- Necessità di integrazione di sensori eterogenei, all'interno di una rete scalabile, che implementi localizzazione submetrica con vaste capacità di copertura sia indoor, sia outdoor, per garantire la ricezione dei segnali dei sensori in campo e delle operazioni di analisi al chiuso
- Mancanza di una piattaforma che sia in grado di recepire i dati dai campi analizzati per caratterizzarli e generare allerte rapide nel caso di superamento delle soglie di presenza dei metalli pesanti a seconda della lavorazione specifica del lotto di pomodori esaminato
- Necessità di garantire la tracciabilità, la sicurezza e l'immutabilità dell'informazione dalla sorgente, fino all'output di calcolo del rischio per la lavorazione di ogni lotto di pomodori destinato a produzioni dietetiche specifiche, ad esempio prodotti per l'infanzia.
- Necessità di garantire l'aderenza alla norma specifica per la lavorazione dello specifico prodotto derivato dai pomodori tracciati e monitorati.

Identificazione di un sistema di allerta che superi i limiti della normativa per garantire la qualità e del prodotto finito e l'aumento del valore del sistema realizzato.