



**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: Metodi e strumenti ICT smart e integrati per la sicurezza di processi industriali ad alta energia

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
INGEGNERIA INFORMATICA

Responsabile scientifico: Luca Iocchi

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 9

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso varie opportunità da definire a seconda dello svolgimento della ricerca

Azienda: ASE ENGINEERING SRL

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INFORMATICA, AUTOMATICA E GESTIONALE - ANTONIO RUBERTI- con delibera del 20/9/2021

Progetto di ricerca:

La ricerca proposta in questo progetto si colloca nell'ambito della manutenzione predittiva e della prevenzione di incidenti nei processi industriali ad alta energia, utilizzando sistemi predittivi e di sorveglianza termica basati su radiometria generale e misure puntuali nell'infrarosso, nel visibile e nel vicino ultravioletto. Lo sviluppo di soluzioni in questo ambito ha un elevato impatto in vari ambiti operativi (Energia, O&G, petrolchimica, trattamento di rifiuti, ecc.). Dal continuo confronto col mercato e con gli utenti finali emerge un quadro sconcertante: torreggiano dinanzi agli operatori industriali rischi di disastri sempre più grandi al crescere delle dimensioni e dei volumi di produzione e di scambio, al contempo proliferano soluzioni tecnologiche brillanti ed eterogenee ma frammentate e in lotta tra loro nell'affermazione della propria vision e nella conquista di tranches di mercato; molte le success stories e molti i flop nell'adozione di questa o quella tecnologia. Ne consegue un forte disorientamento degli operatori industriali nella comprensione e nell'adozione di una o più soluzioni adatte o adattabili agli specifici rischi connessi alla propria attività e un protrarsi di operazioni rischiose affidandosi a tecnologie di sicurezza ormai vetuste e superate.

Un'analisi distaccata di questa situazione conduce immediatamente a identificare la mancanza di una integrazione prima di tutto concettuale e successivamente in termini di software tra le varie componenti isolate. Innanzitutto l'universo delle tecnologie di indagine puntuale distribuita, che già stanno convergendo nel potente paradigma Industria 4.0 – IoT, devono essere integrate con le tecnologie di indagine radiometriche non puntuali, visioniche, multispettrali etc. Poi – e soprattutto – la massa risultante di dati eterogenei deve essere integrata in una knowledge base che consenta di derivarne prodotti e sistemi specifici orientati ai diversi comparti utilizzatori finali.

Come già accennato, vi è una forte frammentazione non solo nelle tecnologie di base utilizzabili nella lotta ai disastri man-made in ambito industriale, ma anche nella domanda di sicurezza posta dai più vari comparti produttivi e dall'infinita varietà di processi, ognuno caratterizzato da propri rischi e vulnerabilità intrinseci e da una maggiore o minore capacità di produrre danni alla vita umana, all'ambiente, alla sicurezza sociale, alle infrastrutture e alla produttività economica.

Ne deriva la già citata necessità di integrazione tra le diverse tecnologie "verticali" disponibili (analisi termica, termografica, vibrazionale, fisico-chimica ecc.) combinandone le funzioni in prodotti e sistemi orientati ai vari comparti di sicurezza, con la capacità chiave di raccogliere e organizzare tutte le fonti eterogenee di dati in una base di conoscenza (knowledge base) integrata: è questo il paradigma della Smart System Integration come definito dalla

European Technology Platform on Smart Systems Integration.

L'azienda cofinanziatrice ha una lunga esperienza nella costruzione di applicazioni User-driven orientate di volta in volta alla clientela Oil&Gas, Energy, Petrochemical, Waste&Recycling etc. a partire dalle tecnologie di base che essa conosce e domina, di volta in volta integrate con strumentazione e sottosistemi di altri produttori. Tuttavia manca in azienda la competenza nella costruzione di knowledge bases complesse, che a loro volta possono essere sia di tipo connessionistico (AI/Machine Learning), sia costruite in modo deterministico con ricorso a ontologie e topologie specifiche per impianti e macchine complesse come nei sistemi di Risk-based Analysis, Asset integrity Management etc. Questa specifica competenza è disponibile nel Dottorato in Ingegneria Informatica dell'Università di Roma "La Sapienza" ed è questa la motivazione sottostante alla presente proposta di Dottorato di Ricerca.

Coerenza con la tematica GREEN

Il tema prevenzione e gestione dei rischi di disastro e migliore capacità di risposta è annoverato tra i principali fattori abilitanti della Green Economy (Fonte: UN System Task Team on the Post-2015 UN Development Agenda). Tale aspetto è considerato anche nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), missione M2C4 – TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA, nei cui obiettivi generali compare "Rafforzamento della capacità previsionale degli effetti del cambiamento climatico tramite sistemi avanzati ed integrati di monitoraggio e analisi", che nella presente proposta di progetto di ricerca si estende anche agli effetti dovuti a malfunzionamento degli impianti industriali.

Declinati nei principali ambiti applicativi, i prodotti e sistemi integrati di sicurezza si applicano innanzitutto nel settore della produzione di energia, con particolare riguardo alla fase assai critica e lunga del phasing-out delle vecchie tecnologie, ad evitare gli impatti sociali e ambientali di incidenti tardivi, ma anche nella gestione in sicurezza del ciclo Waste-to-Energy e nella manutenzione predittiva e nella salvaguardia dell'efficienza degli impianti a tecnologia "pulita" (Secure, Clean and Efficient Energy).

Trovano quindi applicazione nei settori dei derivati petroliferi (raffinazione, petrolchimica) sia nella lunga fase di phasing-out dei combustibili fossili, sia nella ben più lunga prospettiva di vita dei derivati petrolchimici (materiali plastici, imballaggi, isolanti, gomme, lubrificanti, solventi, vernici, adesivi...). Tra i più frequenti incidenti si annoverano non solo i guasti distruttivi nei processi di raffinazione e trasformazione, ma anche nelle operazioni di carico/scarico di olio greggio e di derivati intermedi, assai spesso in terminali marittimi costieri od off-shore: questi ultimi sono sempre causa di notevoli danni ambientali che si sommano a un generale stato di compromissione dell'ambiente marino e vanno assolutamente evitati (Critical Infrastructure Protection; Disaster resilience; Response capacities to oil spills and marine pollution).

Infine, l'importanza critica di questi sistemi di sicurezza nella chimica industriale e nei prodotti ad alta esplosività è evidente: basterà ricordare l'incidente di Seveso (1976), Bhopal (1984) e i più recenti disastri di Tianjin (2015) e Beirut (2020), tutti evitabili mediante sistemi di controllo di gradienti di temperatura (Disaster resilience).

Titolo del progetto (inglese): Smart ICT Integrated Methods and Tools for industrial high-energy process safety

Progetto di ricerca (inglese):

The research proposed in this project is placed in the field of predictive maintenance and accident prevention in high-energy industrial processes, using predictive and thermal surveillance systems based on general radiometry and point measurements in the infrared, visible and near ultraviolet . The development of solutions in this area has a high impact in various operational areas (Energy, O&G, petrochemicals, waste treatment, etc.).

From a continuous market analysis and end-user involvement, a disconcerting picture emerges: risks of ever greater disasters threaten industrial operators as the size and volumes of production and exchange grow. At the same time, brilliant and heterogeneous, but fragmented technological solutions proliferate and compete with each other to conquer market tranches, showing many success stories as well as many flops in the adoption of this or that technology. The result is a strong disorientation of industrial operators in understanding and adopting one or more

solutions that are suitable or adaptable to the specific risks associated with their business and a continuation of risky operations by relying on obsolete and outdated safety technologies.

A detached analysis of this situation immediately leads to identifying the lack of an integration first of all conceptual and subsequently in terms of software between the various isolated components. The universe of distributed punctual investigation technologies, which are already converging in the powerful Industry 4.0 - IoT paradigm, must be integrated with non-punctual, visual, multispectral radiometric investigation technologies etc. Furthermore, and above all, the resulting mass of heterogeneous data must be integrated into a knowledge base that makes it possible to derive specific products and systems aimed at the various end-user sectors.

As already mentioned, there is a strong fragmentation not only in the basic technologies that can be used in the fight against man-made disasters in the industrial sector, but also in the security demand posed by the most various production sectors and by the infinite variety of processes, each characterized by inherent risks and vulnerabilities and a greater or lesser capacity to cause damage to human life, the environment, social security, infrastructure and economic productivity.

Hence the aforementioned need for integration between the various "vertical" technologies available (thermal, thermorphic, vibrational, physico-chemical analysis, etc.) combining their functions in products and systems oriented to the various safety sectors, with the key ability to collect and organize all heterogeneous data sources in an integrated knowledge base: this is the paradigm of Smart System Integration as defined by the European Technology Platform on Smart Systems Integration.

The co-financing company has a long experience in the construction of User-driven applications geared from time to time to Oil & Gas, Energy, Petrochemical, Waste & Recycling customers etc. starting from the basic technologies that it knows and dominates, from time to time integrated with instrumentation and subsystems of other manufacturers. However, the company lacks the competence in the construction of complex knowledge bases, which in turn can be both connectionistic (AI / Machine Learning), and built in a deterministic way with recourse to specific ontologies and topologies for complex plants and machines as in systems of Risk-based Analysis, Asset integrity Management etc. This specific expertise is available in the Doctorate in Computer Engineering of the University of Rome "La Sapienza" and this is the underlying motivation for this PhD proposal.

#### Consistency with the GREEN theme

Disaster risk prevention and management and improved responsiveness is one of the main enablers of the Green Economy (Source: UN System Task Team on the Post-2015 UN Development Agenda). This aspect is also considered in the Italian National Recovery and Resilience Plan (PNRR), mission M2C4 - PROTECTION OF THE TERRITORY AND WATER RESOURCES, the general objectives of which include "Strengthening the forecasting capacity of the effects of climate change through advanced and integrated monitoring and analysis", which in the present research proposal is also extended to the effects due to malfunctioning of industrial plants.

Declined in the main application areas, the integrated safety products and systems are applied above all in the energy production sector, with particular regard to the very critical and long phase of the phasing-out of old technologies, to avoid the social and environmental impacts of late accidents, but also in the safe management of the Waste-to-Energy cycle and in predictive maintenance and in safeguarding the efficiency of "clean" technology systems (Secure, Clean and Efficient Energy).

They therefore find application in the petroleum derivatives sectors (refining, petrochemicals) both in the long phase of phasing-out of fossil fuels, and in the much longer life expectancy of petrochemical derivatives (plastic materials, packaging, insulators, rubbers, lubricants, solvents, paints, adhesives....). The most frequent accidents include not only destructive failures in the refining and transformation processes, but also in the loading / unloading of crude oil and intermediate derivatives, very often in coastal or off-shore marine terminals: the latter are always cause of considerable environmental damage that are added to a general state of compromise of the marine environment and must be absolutely avoided (Critical Infrastructure Protection; Disaster resilience; Response capacities to oil spills and marine pollution).

Finally, the critical importance of these safety systems in industrial chemistry and high-explosive products is evident: it

is enough to recall the incidents in Seveso (1976), Bhopal (1984) and the more recent disasters in Tianjin (2015) and Beirut (2020), all avoidable by means of temperature gradient control systems (Disaster resilience).