

Estratto del “Primo piano strategico UniPlan – DPIA”

Sommario

- Inquadramento generale
- Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- DIDATTICA --;
- Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- RICERCA -- Progetto ESPeRT;
- Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- RICERCA -- Progetto: sviluppo di un gassificatore standardizzato per biomasse di scarto di ogni tipo, come componente di un sistema termico solare per la sostituzione dei carburanti fossili;
- Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- RICERCA -- Progetto: verso l'utilizzo affidabile di materiali metallici ad architettura cellulare a sostegno della sostenibilità e dell'efficienza energetica;
- Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- RICERCA -- Progetto: ingegnerizzazione di superfici/superfici multifunzione/smart materials.

Progetti presentati dal Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura

Inquadramento di carattere generale che contestualizzi, nell'ambito degli obiettivi strategici dell'Ateneo, i progetti presentati dal Dipartimento

Il presente documento ha lo scopo di presentare le proposte del Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura (DPIA) in relazione al Piano Strategico di Ateneo, sia per la parte di ricerca che per quella didattica.

Il documento è stato approvato nel Consiglio di Dipartimento del 9 giugno 2021.

Progetto di ricerca

Le proposte progettuali formulate sono strettamente funzionali agli obiettivi strategici d'Ateneo e al tempo stesso mirano a valorizzare, in tale ottica, le prerogative e le vocazioni di ricerca del Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura.

Nello specifico, la tematica della sostenibilità e della transizione ecologica richiamate sia dalla Agenda ONU 2030 che nei recovery plan post-Covid-19 (Next Generation EU e Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) è stata posta come obiettivo di un percorso di ricerca interdisciplinare organizzato secondo una logica di messa a sistema delle diverse discipline concorrenti alla analisi e studio del problema, in una prospettiva inter-dipartimentale.

Analisi SWOT

Per una migliore finalizzazione della proposta progettuale del piano strategico di dipartimento, coerente con le linee di indirizzo d'Ateneo, è stata effettuata una SWOT Analysis preliminare, i cui esiti salienti sono di seguito riassunti:

S – punti di forza: presenza di vasto ventaglio di discipline politecniche strettamente funzionali agli obiettivi di sviluppo sostenibile e transizione ecologica

W – punti di debolezza: difficoltà di mettere a sistema diverse discipline per uno scopo comune, intrinsecamente connessa alla strutturazione del sistema di ricerca basata su settori scientifico disciplinari che induce ad un approccio settoriale

O – opportunità: opportunità di porre in atto un progetto generale sulle tematiche trasversali ritenute definite dall'Ateneo e ritenute strategiche per il raggiungimento degli obiettivi Agenda ONU 2030. Tali tematiche possono costituire elemento di convergenza sinergica e interdisciplinare.

T – minacce: potenziale tendenza ad una eccessiva frammentazione delle proposte progettuali in progetti separati non inquadrabili in un disegno organico d'insieme.

Strategia progettuale

La strategia progettuale discende direttamente dalla SWOT Analysis.

Il Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura per sua natura presenta un vasto ventaglio di discipline politecniche strettamente funzionali agli obiettivi di sviluppo sostenibile e transizione ecologica. Tale aspetto rappresenta senza dubbio un punto di forza. D'altro canto la difficoltà di mettere a sistema diverse discipline per uno scopo comune costituisce una potenziale debolezza. La logica progettuale seguita punta quindi a ridurre la minaccia di una eccessiva frammentazione delle proposte progettuali in progetti separati (lasciando comunque un minimo di variabilità con progetti specifici mirati) promuovendo un grande progetto comune che mira agli obiettivi definiti dall'Ateneo. Il piano strategico è stato quindi visto e interpretato come l'occasione per porre in atto un'azione di ricerca coordinata e finalizzata, basata primariamente sulle competenze presenti nel dipartimento, ma aperta ad altre discipline presenti in altri dipartimenti. In particolare, si è impostato un progetto generale denominato ESPeRT (Energia Sostenibilità dei Processi produttivi e Resilienza Territoriale per la transizione ecologica) seguendo una organizzazione strutturata in workpackages, tasks e sub-tasks inseriti in un disegno coordinato comune tale da facilitare il coordinamento generale in analogia con l'impostazione dei progetti di ricerca multi-partner comunitari.

Per garantire punti di raccordo tra discipline concorrenti su uno stesso tema trasversale oggetto dei vari task si è introdotta la strategia degli “assegni di ricerca condivisi” in modo da agevolare la creazione di veri e propri teams interdisciplinari, funzionali al raggiungimento degli obiettivi di ricerca. Si precisa che il costo del personale (inteso come assegni di ricerca e prestatori d'opera) non è indicato esplicitamente nel progetto ESPeRT in quanto graverà su fondi del DPIA.

Tali obiettivi sono stati esplicitamente ricondotti agli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda ONU 2030 che a quelli delle Missioni e Componenti del PNRR. Si tratta di obiettivi a forte connotazione trasversale che richiedono un approccio olistico e interdisciplinare come

espressamente evidenziato nei documenti del PNRR. Tale approccio basato su "teams di ricerca interdisciplinari che operano in modo coordinato" costituisce esso stesso elemento di innovazione della proposta. La strategia si basa, inoltre, su di un potenziamento delle dotazioni strumentali dei laboratori di ricerca coinvolti nel progetto.

Con il fine di raggiungere sia gli obiettivi delle missioni del PNRR che quelli dello sviluppo sostenibile dell'Agenda ONU 2030, le tematiche di ricerca del progetto ESPeRT sono strettamente legate e si combinano con le tematiche del Progetto didattico, di seguito specificato.

Progetto didattico

Il progetto didattico proposto è stato elaborato in ottemperanza agli obiettivi strategici d'Ateneo, avendo cura di valorizzare le caratteristiche didattiche peculiari del Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura.

Più precisamente, sono stati assunti come principali obiettivi di un'azione di aggiornamento dell'offerta didattica dipartimentale le tematiche della sostenibilità, della transizione ecologica e di quella digitale, richiamate nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, ed inquadrabili nel più ampio contesto dell'Agenda ONU 2030, come pure quelle dell'attrattività e della qualità dell'offerta didattica, dell'internazionalizzazione e del rapporto con il territorio (Terza Missione), pilastri fondamentali delle politiche di Ateneo.

Analisi SWOT

Al fine di identificare efficacemente gli assi portanti del progetto didattico, secondo le linee di indirizzo d'Ateneo, è stata sviluppata preliminarmente una analisi SWOT dei CdS del DPIA, i cui risultati principali vengono riportati nel seguito:

S – punti di forza

- 1) ottima prospettiva occupazionale per i laureati;
- 2) forte connessione tra i docenti dei CdS e le realtà produttive, le istituzioni pubbliche del territorio e gli studi professionali;
- 3) rilevante attività di ricerca, inserita nel contesto internazionale;
- 4) stretto collegamento tra corsi di laurea magistrale e di dottorato di ricerca dell'Ateneo.

W – punti di debolezza

- 1) attrattività studentesca limitata sostanzialmente alla regione e a zone limitrofe del Veneto e molto limitata a livello internazionale;
- 2) interscambio studentesco (Erasmus) ancora limitato in uscita e ancor più in ingresso;
- 3) laboratori didattici insufficienti;
- 4) azioni di orientamento in ingresso non capillari nel territorio (sia regionale, che extra regionale) e non adeguata nei principali canali di comunicazione multimediali (social, etc);

O – opportunità

- 1) rinnovare l'offerta didattica dipartimentale per mezzo di un progetto generale (trasversale) ispirato alle tematiche strategiche di Ateneo per il pieno conseguimento degli obiettivi dell'Agenda ONU 2030.

T – minacce

- 1) potenziale frammentazione del progetto didattico dipartimentale in una serie di proposte dei singoli CdS, non coordinate in una linea di azione organica ed unitaria di dipartimento;

Strategia progettuale

Il progetto didattico intende attuare un aggiornamento progressivo dell'offerta formativa in funzione degli obiettivi strategici dell'Ateneo, come pure dare soluzione alle criticità evidenziate nella SWOT, mediante una serie di azioni articolate a livello di singolo CdS, ma inquadrata in una visione strategica e unitaria di dipartimento.

Progetti di didattica

Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- DIDATTICA --

Tipo Progetto: DIPARTIMENTALE

Area Intervento: DID - Revisione offerta formativa

Conclusione progetto: 31/12/2024

Allegato (Word/PDF): figura 1 a pagina 30.

Obiettivi:

Gli Obiettivi del progetto didattico dipartimentale sono riassumibili come segue:

- 1. Sostenibilità, Transizione ecologica, Transizione Digitale** (Agenda 2030)
- 2. Attrattività della Didattica**
- 3. Qualità della Didattica**
- 4. Regolarità delle Carriere**
- 5. Internazionalizzazione**
- 6. Terza Missione**

Il progetto didattico si articolerà in una serie di Macro Azioni volte a perseguire le tematiche chiave dell'Agenda 2030 e gli obiettivi

strategici dipartimentali.

Nella Figura 1 vengono sintetizzati Obiettivi del progetto didattico e relative Macro Azioni.

Impatto sull'organico strutturato di Dipartimento

Azioni

Azione	Conclusione
<p>1 - NUOVE OFFERTE FORMATIVE</p> <p>1.1 - Nuovo Corso di Laurea Magistrale "Industrial Engineering for Sustainable Manufacturing"</p> <p>L'iniziativa didattica parte dalla considerazione che il territorio richiede da parecchi anni maggiore attenzione nei confronti del settore dell'industria manifatturiera pesante con particolare riferimento all'ambito della produzione di semilavorati metallici. A riguardo si citano solo alcune aziende più rappresentative, quali il gruppo Danieli, il gruppo Pittini, Il gruppo Cividale, la Trametal e l'SMS. Tali aziende chiedono una preparazione più specifica rispetto alle loro necessità, coerente con il processo di innovazione che stanno intraprendendo, particolarmente nell'ambito della digitalizzazione e della sostenibilità.</p> <p>La nuova proposta didattica prevede una nuova laurea magistrale il cui titolo, del tutto preliminare, potrebbe essere: "Industrial Engineering for Sustainable Manufacturing". Tale iniziativa costituirebbe il naturale completamento del percorso triennale recentemente avviato in Ingegneria Industriale per la Sostenibilità Ambientale, tuttavia il suo accesso risulterebbe aperto anche ai laureati triennali in ingegneria gestionale e meccanica. Si ritiene tuttavia che essa possa presentare elementi di attrattività anche nei confronti di studenti stranieri, in particolare nell'ambito di convenzioni, già in parte avviate, tra università straniere e le aziende del territorio e pertanto il corso, a regime, sarà tenuto in lingua inglese.</p> <p>Per la progettazione di dettaglio del corso si prevede un percorso nell'ambito del piano strategico, che coinvolga le rappresentanze delle aziende, non solo per definire i contenuti, ma anche le modalità della didattica che dovranno prevedere tirocini e attività laboratoriali in collaborazione con le aziende, nonché moduli di docenza integrati con personale tecnico aziendale.</p> <p>Si fa notare che l'offerta in tale ambito sarebbe infine completata dall'attuale Master in Metallurgia che andrebbe leggermente rimodulato, sia come contenuti, che come tipologia di docenza per renderlo più complementare al percorso che lo precede.</p> <p>Si evidenzia che l'iniziativa si coniugherà con le seguenti linee strategiche di dipartimento:</p> <p>Sostenibilità: saranno previste attività formative nell'ambito della gestione dell'energia, del green design, della economia circolare sostenibile, etc.</p> <p>Digitalizzazione: saranno previste attività formative nell'ambito della automazione e della mecatronica e robotica, nell'ambito della prototipazione virtuale e dei big data.</p> <p>Internazionalizzazione: si vorrebbe garantire un'offerta didattica in inglese, con convenzioni che coinvolgano aziende e università straniere.</p> <p>Terza missione: il corso nasce da una richiesta delle aziende del territorio, verrà costruito assieme a suddette aziende che verranno coinvolte nell'attività formativa.</p> <p>1.2 - Apertura di un tavolo tecnico per verificare la fattibilità di un nuovo corso magistrale in IOT da condividere con il DMIF.</p> <p>Uno degli aspetti fondamentali della transizione digitale riguarda l'IOT, ovvero Internet of Things. Si tratta dello scenario, che si realizzerà nel prossimo futuro, in cui milioni di dispositivi, anche di uso quotidiano, saranno connessi fra loro. Per l'implementazione di tale scenario sarà necessario avere a disposizione tecnici di altissima specializzazione, con competenze trasversali all'elettronica, all'automazione e all'informatica. Il DPIA ha attualmente attivo il corso di laurea magistrale in Ingegneria Elettronica, mentre il DMIF ha un corso in IOT, ma solo a livello triennale. L'attivazione di una LM con competenze ingegneristiche e informatiche consentirebbe da un lato di completare la filiera del DMIF, dall'altro di fornire un'offerta magistrale sulle suddette tematiche, avente una forte connotazione ingegneristica. La fattibilità di tale proposta potrà quindi essere valutata da un tavolo tecnico che verifichi le competenze in ingresso e armonizzi gli approcci ingegneristici e informatici.</p> <p>1.3 - Trasformazione della Scuola di Introduzione alle Energie Rinnovabili (SIER) in un Master di primo livello.</p> <p>Trattasi di una iniziativa di natura trasversale incentrata sui temi della sostenibilità energetica e ambientale, che prevede la trasformazione della scuola SIER in un master di primo livello sui temi delle tecnologie per la transizione ecologica che, oltre a includere il tema prioritario dell'energia (energie rinnovabili, idrogeno, riduzione delle emissioni, decarbonizzazione), potrà ospitare tematiche trasversali e interdisciplinari relative ai biocombustibili, ai materiali, all'agroecologia, alla mobilità elettrica o a basse emissioni, alla biodiversità, con una forte componente tecnologica industriale e un coinvolgimento anche di altri Dipartimenti e di gruppi di aziende/enti sostenitori dell'iniziativa. Questi ultimi potranno in tal modo beneficiare del master, sia attingendo agli studenti che lo seguono nell'ambito di azioni per l'assunzione, che aprendo la partecipazione ai propri dipendenti.</p> <p>1.4 - Progetto educativo sulle tecnologie sostenibili dell'Idrogeno.</p> <p>Nell'ambito della EIT-HEI Initiative della Comunità Europea (HEI call 2), si intende partecipare a un progetto</p>	31/12/2025

intitolato "Accelerating Sustainable Hydrogen Uptake Through Innovation and Education" (KICstartH2), che vedrà coinvolti nove università e altri partners associati per la costituzione di quattro moduli didattici sulla tecnologia dell'H2 (safety, infrastrutture stoccaggio, trasporto usi) e la gestione dell'innovazione e lo sviluppo di business che potranno essere erogati come moduli universitari o come corsi professionalizzanti, integrando le nuove offerte formative (1.1 e 1.3) rafforzando così le strategie dipartimentali dell'**internazionalizzazione**, della **sostenibilità** e della **transizione ecologica**. Inoltre, vista l'interdisciplinarietà della tematica, l'offerta didattica sviluppata attraverso il progetto potrebbe essere d'interesse anche per altri dipartimenti e contribuire così alla creazione di percorsi didattici interdipartimentali.

2 – INTERVENTI SUI CdS ESISTENTI

2.1 – Nuovo percorso per la Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale.

L'obiettivo è quello di intercettare le linee strategiche dipartimentali della **Internazionalizzazione**, della **sostenibilità** e della **digitalizzazione**, integrando l'offerta formativa della laurea magistrale in ingegneria gestionale con l'aggiunta di un percorso interamente in lingua inglese, di forte **attrattività** per studenti sia italiani che internazionali. Le motivazioni sono: (1) aumentare le iscrizioni alla laurea magistrale (100 studenti della laurea di primo livello in ingegneria gestionale hanno risposto un questionario da cui emerge che il 63% ritiene che la presenza di un percorso in lingua inglese sarebbe un fattore motivante per la prosecuzione degli studi a Udine; (2) evitare la chiusura degli accordi Erasmus (l'offerta di corsi in inglese è essenziale per mantenere gli accordi con le sedi estere altrimenti poco attratte una sede con pochi corsi in lingua inglese); (3) significativo successo di percorso in inglese della LM in Ingegneria Gestionale dell'Università di Padova. Si prevedono insegnamenti in inglese che affrontino temi legati a sostenibilità e digitalizzazione.

2.2 – Nuovi percorsi per la Laurea Magistrale in Ingegneria Civile.

L'azione consiste in una riorganizzazione strutturale del piano di studi della Laurea Magistrale in Ingegneria Civile, finalizzata a migliorarne l'**attrattività** con l'offerta di due percorsi, "Strutture" ed "Edilizia", fortemente distintivi e qualificanti. Oltre alle tematiche strategiche della riabilitazione strutturale, del miglioramento sismico, del recupero e della riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, cui si affianca la progettazione strutturale, con tecnologie anche molto avanzate, delle nuove costruzioni, saranno approfondite le tematiche strategiche della **transizione digitale** dei processi di progettazione e gestione delle opere civili e della **sostenibilità** di infrastrutture e costruzioni edili. In tale quadro si contestualizza il nuovo RTDb ICAR/08, che tratterà anche tematiche di monitoraggio strutturale con approcci innovativi, compresi quelli di tipo digitale, e l'erogazione del nuovo insegnamento di Sostenibilità dei sistemi edilizi, incentrato sui più recenti indirizzi di concezione eco-sostenibile della produzione edilizia e della gestione del cantiere edile.

2.3 – Nuovi percorsi per la Laurea Magistrale in Architettura.

L'azione si prefigge di aggiornare l'offerta formativa della Laurea Magistrale in Architettura per potenziarne l'**attrattività**, con la strutturazione di due percorsi mirati a soddisfare anche esigenze di specifiche figure professionali fortemente richieste dal territorio. Il primo, denominato "Architettura e Urbanistica", prevede di accentuare la preparazione sulle tematiche caratterizzanti della progettazione architettonica e urbanistica. Il secondo, denominato "Comunicazione, Design e Architettura degli Interni", si contraddistingue per l'offerta di nuovi insegnamenti di tipo laboratoriale: 1) Laboratorio di Design e Arredamento di Interni, 2) Laboratorio di Fotografia e Comunicazione visiva. Tale offerta didattica, che si inquadra nelle linee strategiche dipartimentali della **transizione digitale** e della **terza missione**, permetterà l'approfondimento delle tematiche legate al design e all'architettura degli interni anche considerando la specificità del territorio regionale, tra i più ricchi di aziende nel settore della realizzazione degli elementi di arredo, con particolare attenzione all'impiego di specifici materiali, quali ad esempio il legno.

2.4 - Aggiornamento dell'offerta formativa per la Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente, il Territorio e la Protezione Civile.

L'azione ha lo scopo di completare la modifica di ordinamento già attuata nel 2019, che ha portato all'attuale denominazione del corso di Laurea, al fine di migliorarne ulteriormente l'**attrattività** e per inquadrare compiutamente i temi caratterizzanti l'offerta formativa, quali la gestione dei disastri e la resilienza territoriale, nelle linee strategiche dipartimentali della **transizione digitale** e della **sostenibilità**. Sono previsti tre interventi: 1) l'inserimento tra gli esami obbligatori del nuovo insegnamento "Modelli Digitali del Territorio e Telerilevamento", per la trattazione di temi quali l'analisi e la rappresentazione digitale di dati territoriali, anche telerilevati; 2) l'aggiornamento del programma dell'insegnamento già obbligatorio di Idrologia tecnica, che muterà anche la sua denominazione in "Idrologia e Resilienza Idrologica", al fine di introdurre nuovi argomenti fortemente qualificanti quali la resilienza del territorio ai cambiamenti idrologici; 3) la modifica del percorso "Geotecnica" con l'inserimento dell'insegnamento obbligatorio di nuova attivazione "Meccanica delle Rocce", per il completamento del percorso formativo sulle tematiche strategiche del dissesto idrogeologico, della difesa del suolo e della protezione civile.

2.5 - Aggiornamento dell'offerta formativa per la Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica.

La Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica, da oltre vent'anni erogata presso il nostro ateneo, può essere ristrutturata in modo da renderne i contenuti più coerenti con gli obiettivi di **sostenibilità**, **transizione ecologica**, **transizione Digitale** (Agenda2030). Ciò passerà attraverso una ristrutturazione e razionalizzazione dei percorsi, che saranno declinati in maniera più vicina al summenzionato obiettivo; al contempo, ciò permetterà di intercettare anche gli obiettivi di incremento dell'**attrattività** e della **qualità** dell'offerta formativa, rendendo più chiara la differenziazione dei percorsi e i loro contenuti.

2.6 – Potenziamento dell'offerta formativa per la Laurea in Ingegneria Industriale per la Sostenibilità Ambientale.

L'azione è rivolta a migliorare alcuni aspetti della didattica che si ritengono prioritari per il consolidamento negli anni di questo Corso di studi, coerentemente con il piano Strategico di Ateneo e in linea con le traiettorie e gli scopi del Next Generation EU, in particolare per quanto riguarda la **sostenibilità** della produzione industriale. Il

Corso di Laurea è di nuova istituzione e pertanto non ci sono ancora indicatori specifici per il monitoraggio del grado di soddisfazione degli studenti. Tuttavia emergono delle criticità nelle mutazioni degli insegnamenti di base con altri CdS di Ingegneria per il numero di studenti e i programmi dei corsi. Si propone un potenziamento della didattica delle materie di base finalizzata alla riduzione delle mutazioni, in modo da migliorare il rapporto numerico studenti/docenti e consentire l'attivazione di percorsi e programmi didattici più legati alle specificità del Corso di studio. Questo consentirebbe inoltre agli studenti di creare gruppo e di consolidare positivamente l'appartenenza ad un Corso di laurea ricavandone un beneficio positivo in termini di esperienza didattica.

2.7 - Potenziamento dell'offerta formativa per la Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica.

La Commissione Paritetica Docenti Studenti evidenzia alcune difficoltà di inserimento dei laureati in ingegneria meccanica in contesti lavorativi in cui sia richiesta una conoscenza medio-avanzata di programmazione. Le carenze riguardano alcuni linguaggi, ma più in generale l'esperienza pratica di programmazione, elaborazione e analisi dei dati. Per colmare tale criticità emerge la necessità di un'azione che combini le competenze di base (corsi di programmazione) con un continuo uso degli strumenti informatici per la risoluzione di problemi ingegneristici. L'azione si prefigge di strutturare l'offerta di corsi per l'apprendimento di linguaggi di programmazione, con preferenza per linguaggi e strumenti freeware o largamente disponibili in tutte le aziende (Scilab/Octave; C++/FORTRAN/Visual Basic; Python, R), per mezzo di insegnamenti nel piano di studi o attività mirata extra curricolare. Tenuto conto delle opportunità offerte dalla didattica blended, si ritiene che la parte teorica dei corsi possa essere strutturata come insegnamento online. La parte pratica andrebbe organizzata con un servizio a sportello per il supporto agli studenti per la risoluzione di problemi pratici dell'ambito dell'ingegneria industriale (meccanica in particolare), che possono emergere anche durante lo sviluppo di progetti, tesine e tesi, progetti e tirocini all'interno dei laboratori. L'azione si inquadra nell'ambito della linea strategica dipartimentale della **transizione digitale**.

3 - MIGLIORAMENTO ATTRATTIVITA'

3.1 - Miglioramento della presentazione dei Corsi di Studio,

Promozione dei Corsi di Laurea e Laurea Magistrale, anche in ambito "social", effettuata da professionisti della comunicazione, per migliorarne l'**attrattività**. Si ritiene che un'azione di promozione dei corsi di laurea (triennali e magistrali), effettuata con l'aiuto di professionisti della comunicazione, potrebbe consentire di illustrare in maniera più efficace agli studenti le opportunità offerte dai percorsi di laurea in riferimento alle realtà produttive del territorio e delle competenze specifiche presenti nei corsi offerti dal DPIA e, quindi, in ultima analisi, di incrementare il numero di iscritti annuali. Si sottolinea come tale azione non dovrebbe essere affidata ai docenti del corso, ma a professionisti della comunicazione che sappiano individuare le adeguate modalità ed i giusti canali di informazione utili ad intercettare i destinatari della campagna di promozione.

3.2 - Potenziamento delle attività di Orientamento.

Incentivazioni per i docenti che si rechino personalmente presso le scuole medie superiori per presentare i CdS.

3.3 - Seminari di Alta Qualificazione.

Con l'obiettivo di arricchire la **qualità** della formazione specialistica offerta dai corsi di laurea magistrale, si ritiene che possa risultare positiva la prosecuzione dell'esperienza maturata con i cicli di seminari di Alta Qualificazione offerti nell'ultimo triennio, seguiti con vivo interesse dagli allievi sia del primo che del secondo anno delle Lauree Magistrali. Per l'erogazione del nuovo ciclo di seminari di alta formazione sarà coinvolto personale di elevata qualificazione di enti territoriali, aziende e società di ingegneria di sicuro prestigio e rilievo anche internazionale, oltre che illustri accademici di Università Europee e Americane, per affiancare alla didattica curricolare dei momenti formativi di alto profilo tecnico-scientifico. Le tematiche di maggiore interesse sono quelle individuate come strategiche dall'Ateneo, quali la **transizione digitale**, la **transizione ecologica**, la **sostenibilità**.

3.4 - Visite di Istruzione.

Coinvolgimento e fidelizzazione degli studenti triennali attraverso viaggi di istruzione presso cantieri, stabilimenti, impianti produttivi e laboratori di medie e grandi imprese, anche all'estero, come pure visite a complessi architettonici e mostre di architettura, in ambito nazionale e internazionale. *Per le visite all'estero si troverà copertura su fondi specifici di Ateneo*. L'offerta di uno stretto legame con enti, aziende e imprese del territorio può costituire un forte elemento di **attrattività** per gli studenti triennali, che possono così essere più motivati a proseguire gli studi alla magistrale. Viceversa, il contatto diretto degli studenti della laurea magistrale con importanti realtà aziendali può arricchire la **qualità** della formazione specialistica e consentire ai giovani di immaginare e raggiungere obiettivi professionali soddisfacenti anche in un contesto molto competitivo, grazie alla maturazione di una visione concreta delle attività svolte nelle moderne realtà produttive e territoriali, degli attuali processi organizzativi delle aziende, e delle competenze richieste.

3.5 - Corso intensivo di orientamento in ingresso.

Corso estivo intensivo per studenti che hanno appena concluso il 4° anno della scuola secondaria di secondo grado. Il Corso dovrebbe sviluppare un'idea progettuale partendo dall'applicazione delle nozioni di matematica e di fisica che le aspiranti matricole dei corsi di ingegneria dovrebbero possedere per affrontare i corsi di base del primo anno. L'azione, pensata per potenziare l'**attrattività** dell'offerta formativa del DPIA, si inquadra anche nell'ambito dei Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento con le scuole superiori.

3.6 – Organizzazione di mostre per la presentazione dei lavori progettuali degli allievi delle lauree magistrali, per migliorare l'**attrattività** dell'offerta formativa del DPIA.

3.7 - Organizzazione di workshop, con relatori anche di livello internazionale, di chiara fama, per migliorare l'**attrattività** dell'offerta formativa del DPIA.

4 - POTENZIAMENTO COLLABORAZIONI DIDATTICHE

4.1 - Reclutamento di esercitatori didattici per tutte le materie di base.

L'affiancamento di esercitatori con servizio a sportello, specialmente al primo anno, consente un ingresso più morbido agli studenti e consente un superamento più agevole dei crediti, soprattutto nelle materie di base, migliorando la **REGOLARITA' DELLE CARRIERE** e la **qualità** dell'offerta didattica dipartimentale. Questa azione prevede quindi l'utilizzo di esercitatori da affiancare ai corsi principali per aiutare gli studenti con esercitazioni anche al di fuori dell'orario canonico di lezione. Rafforzare il supporto nella preparazione degli esami degli insegnamenti di base permetterebbe da un lato una velocizzazione dei tempi di acquisizione dei CFU nei primi due anni dei Corsi di laurea, dall'altro una conseguente potenziale riduzione del tasso di abbandoni.

4.2 - Reclutamento di ulteriori esercitatori didattici per attività laboratoriali/simulazioni progettuali.

Gli studenti chiedono costantemente che siano svolte attività formative collaterali a carattere più marcatamente applicativo, da affiancare all'impostazione teorica degli insegnamenti del terzo anno. Lo svolgimento di esperienze dirette concernenti aspetti applicativi-ingegneristici, quali attività laboratoriali e simulazioni progettuali semplificate, risulterebbe particolarmente utile per far comprendere, facendo anche "toccare con mano" agli allievi, la stretta correlazione esistente tra aspetti teorici e sperimentali delle principali materie d'insegnamento, migliorando la **qualità** dell'offerta didattica. Tale azione richiede il supporto di esercitatori didattici per alcuni insegnamenti caratterizzanti.

4.3 - Reclutamento di ulteriori esercitatori didattici per attività progettuali.

Gli studenti chiedono un maggior supporto allo svolgimento delle esercitazioni progettuali per alcuni degli insegnamenti delle lauree magistrali in cui sono previste. L'azione, utile a migliorare la **REGOLARITA' DELLE CARRIERE**, con una auspicata sensibile velocizzazione dei tempi di conseguimento della laurea magistrale e a migliorare la **qualità** dell'offerta formativa, prevede il ricorso a contratti di collaborazioni didattiche, con servizio eventualmente a sportello.

5 - POTENZIAMENTO INTERNAZIONALIZZAZIONE

5.1 - Corso intensivo "Global Operations Management and Sustainability".

L'obiettivo è proporre un corso intensivo da 48h (6 CFU) in inglese a partire dall'aa 2022-23 da tenersi in due settimane consecutive a luglio sul tema "Global operations management and sustainability", andando così ad intercettare le linee strategiche dipartimentali della **internazionalizzazione** e della **sostenibilità**. Il corso dovrebbe essere aperto a tutti gli atenei con i quali sono già in essere o sono a divenire accordi di mobilità internazionale. Per gli studenti e i docenti stranieri è previsto un contributo per coprire le spese di accomodazione. Gli studenti di alcuni atenei stranieri possono usufruire di un'offerta didattica all'estero solo se accompagnati da un loro docente. L'iniziativa proposta risulta pertanto essere caratterizzata da una spiccata **attrattività** anche per i docenti stranieri e non solo per gli studenti e consentirebbe a UNIUD di migliorare il bilanciamento tra studenti in entrata e uscita arginando così il rischio di chiusura degli accordi di mobilità internazionale (compresi i double degree). Dato che è previsto un esame finale il corso potrebbe essere aperto anche agli studenti delle lauree magistrali in ingegneria come esame a scelta.

5.2 - Erogazione in lingua inglese di alcuni insegnamenti in modalità blended.

Arricchimento dell'offerta formativa in inglese, con sviluppo di alcuni insegnamenti dei corsi di laurea del DPIA in modalità blended, da offrire anche in remoto, sia a studenti UniUD che a potenziali incoming, per il miglioramento dell'**attrattività** e all'**internazionalizzazione**. Si prevedono i seguenti step: a) supporto ai docenti interessati, per la preparazione e lo svolgimento degli insegnamenti online in inglese; b) supporto di un madrelingua inglese per sviluppo della didattica online; c) materiali e servizi (software, riprese).

5.3 - Potenziamento della mobilità dei Dottorandi UniUD verso sedi all'estero (a valere su fondi specifici di Ateneo), al fine di migliorare il livello di internazionalizzazione.

5.4 - Supporto al Foundation Year (a valere su fondi specifici di Ateneo), in relazione all'organizzazione di insegnamenti di azzeramento nell'area fisico-matematica-ingegneristica, per migliorare l'attrattività nei confronti di potenziali studenti stranieri, in particolare provenienti dall'est europeo e dal nord africa.

6 - POTENZIAMENTO LABORATORI DIDATTICI e LAB VILLAGE

È stata recentemente avviata dall'Ateneo l'iniziativa di rendere disponibili le aree del Polo scientifico per l'insediamento di laboratori di imprese del territorio al fine di creare un sito di formazione e ricerca condiviso (LabVillage - **Terza Missione**). Si intende così promuovere una più stretta interazione in loco fra le aziende, gli enti territoriali e UniUD attraverso la frequentazione dei suddetti laboratori da parte di studenti tirocinanti, laureandi e dottorandi. Il polo laboratoriale della sede Rizzi comprende già laboratori universitari di alto profilo che operano nell'ambito dell'ingegneria civile e ambientale (PROMAS e LATE), meccanica (fra cui il LAMA e il Lab. di Macchine a fluido e Fluidodinamica multifase), e si è recentemente arricchito di alcune installazioni industriali (ad esempio Danieli Automation e Beantech) nell'ambito dell'iniziativa LabVillage. Si ritiene che il potenziamento delle dotazioni strumentali e software del LabVillage possa configurarsi come obiettivo strategico del DPIA in chiave didattica, essendo funzionale agli obiettivi di alta **qualità** ed **attrattività** della formazione specialistica degli studenti del DPIA, anche con riferimento alle tematiche della **sostenibilità**, della **transizione digitale** e della **transizione ecologica**, al fine di promuovere un diretto coinvolgimento degli studenti stessi nelle attività sperimentali dei Laboratori, con lezioni ed esercitazioni dimostrative dell'uso dei principali apparati e dei risultati, di caratterizzazione strutturale e tecnologica, che ne derivano.

Progetti di ricerca

Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- RICERCA -- Progetto ESPeRT

Tipo Progetto: INTERDIPARTIMENTALE

Area Intervento: RIC - Azioni e obiettivi di ricerca su aree interdisciplinari proposte nelle linee guida di Ateneo **Conclusioni**

progetto: 30/04/2025

Allegato (Word/PDF): figure 1 e 2 a pagina 31.

Obiettivi:

A questo progetto partecipano **70.5** ricercatori equivalenti.

Contesto e motivazione

Negli ultimi anni, la tematica dello sviluppo sostenibile è divenuta sempre più centrale nelle politiche a livello globale e locale. Parallelamente, i cambiamenti climatici in atto stanno determinando importanti trasformazioni dell'ecosistema e rendono i fenomeni estremi sempre più frequenti e acuti con rilevanti impatti socio-economici. Ciò ha evidenziato l'urgenza di attuare una transizione verso uno sviluppo sostenibile volto anche alla riduzione dei rischi di disastro, a mitigare le minacce con un abbattimento sostanziale delle emissioni clima-alteranti e il passaggio all'energia pulita. Gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda ONU 2030, l'Accordo di Parigi e l'European Green Deal puntano infatti ad una progressiva decarbonizzazione e ad adottare soluzioni di economia circolare sempre più basate su un approccio science-based e risk-informed. Risulta pertanto necessario puntare ad una maggiore sostenibilità dei processi produttivi, sfruttando tecnologie innovative e modelli di gestione capaci di coniugare la produzione con le esigenze di tutela ambientale e il razionale uso delle risorse. La fragilità del territorio e la pluralità di rischi a cui è soggetto, richiedono inoltre di migliorare la resilienza territoriale con una visione olistica e sistemica non solo per fronteggiare ex-post le calamità e le crisi ma anche per prepararsi ad anticiparle ex-ante e a trasformarle in opportunità di rigenerazione e sviluppo nelle fasi di ripresa e recupero.

In questo quadro si aggiungono anche gli effetti determinati dalla pandemia COVID-19. Tali effetti hanno determinato forti cambiamenti e posto sul tavolo nuove sfide globali, evidenziando la stretta interconnessione tra aspetti sanitari, tecnologici e socio-economici e soprattutto la difficoltà di gestione connessa all'alto livello di complessità che caratterizza l'epoca della globalizzazione. I Recovery plans - quali il Next Generation EU e il Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza - intendono promuovere una robusta ripresa dell'economia all'insegna della transizione ecologica, della digitalizzazione, della competitività, della formazione e dell'inclusione sociale, territoriale e di genere. La transizione ecologica, in particolare, vede come centrali temi a forte connotazione politecnica, quali:

- economia circolare;
- efficientamento energetico e riqualificazione degli edifici;
- energie rinnovabili, idrogeno, mobilità sostenibile;
- tutela del territorio e delle risorse idriche.

Tali piani seguono il principio del "build back better": non mirano ad un ritorno alla normalità finalizzato al ripristino delle condizioni pre-pandemia ma intendono costruire una nuova normalità caratterizzata da standard più avanzati di qualità della vita. Puntano cioè a cogliere le opportunità di sviluppo e miglioramento introducendo tra gli obiettivi del recovery anche quelli definiti dalle Agende ONU (e tra queste in primis quelle dell'Agenda ONU 2030 sullo sviluppo sostenibile), dai protocolli sui cambiamenti climatici e dal Green Deal. L'obiettivo è modellare il futuro avendo come punto di riferimento le nuove generazioni e di avviare un vero e proprio processo di cambiamento, trasformazione, rinnovamento, rigenerazione e rilancio. Si tratta di un percorso di recupero e di sviluppo in cui la ricerca, in primis, è chiamata a dare il proprio contributo concreto in termini di strategie e soluzioni. La ricerca e l'innovazione tecnologica sono tra i principali motori dello sviluppo economico di un Paese, ma in un momento storico particolarmente complesso come quello della ripresa post-pandemia, è fondamentale, oltre che necessario, adottare un approccio interdisciplinare e finalizzato.

Il Dipartimento politecnico di ingegneria e architettura, con il progetto ESPeRT intende mettere a sistema le proprie competenze ed expertise in un progetto generale fortemente interdisciplinare, aperto anche ad apporti di altri dipartimenti, con il fine di dare un contributo concreto di ricerca e innovazione in tale direzione.

Obiettivi e struttura del progetto

Il progetto ESPeRT, coordinato dal Dipartimento politecnico di ingegneria e architettura, intende contribuire al raggiungimento degli obiettivi delle Agende ONU e alle sfide introdotte dai piani di recovery operando su tre ambiti di ricerca interconnessi: la sostenibilità dei processi produttivi; l'energia e la green economy; la resilienza territoriale.

(Figura 1 allegata)

Si tratta di tre tematiche che costituiscono le componenti fondamentali della transizione ecologica. Il loro carattere di trasversalità richiede la messa a sistema di diverse competenze politecniche in una logica interdisciplinare aperta anche al contributo sinergico di altre discipline presenti in altri dipartimenti.

Il progetto è concepito per essere funzionale all'attuazione dell'Agenda 2030 ONU sullo Sviluppo sostenibile, del Next-Generation EU e del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e, in particolare, persegue le seguenti finalità:

1. fornire contributi di ricerca contestualizzata e coerente con le politiche di ripresa e rilancio post-pandemia COVID-19 definite a livello internazionale, nazionale e locale;
2. definire una cornice logica che consenta di far esprimere al meglio le potenzialità derivanti da un approccio interdisciplinare di tipo sinergico su tematiche attuali ed emergenti;

3. facilitare la messa a sistema e la capitalizzazione delle esperienze e competenze presenti in Ateneo, e nel DPIA in particolare, in modo da contribuire proattivamente al processo di cambiamento in atto;

4. rendere organici i contributi multi-settoriali in modo da fungere da guida e supporto funzionale al territorio di riferimento nel processo di cambiamento, delineando le possibili sinergie tra Università, Istituzioni e Soggetti pubblici e privati coinvolti in tale processo.

Il progetto è strutturato in Workpackages, Tasks e Sub-tasks seguendo una cornice logica e funzionale nella quale i singoli contributi di ricerca sono innestati. Ai tre WP principali (WP S - Sostenibilità dei processi produttivi; WP E - Energia e Green Economy; WP R - Resilienza Territoriale) si aggiungono un WP C di coordinamento raccordo e valorizzazione e un WP D per la disseminazione e trasferimento delle conoscenze. La strutturazione di ogni WP è modulare e aperta così da consentire, nel corso del progetto, l'eventuale innesto di nuove competenze funzionali alla risoluzione di problematiche a forte connotazione trasversale.

Lo schema triangolare, composto da tre triangoli convergenti che unendosi puntano ad un obiettivo comune, evidenzia il ruolo della sinergia interdisciplinare che sta alla base del progetto e costituisce al tempo stesso il percorso logico che lega in modo organico e finalizzato le singole attività di ricerca.

La figura seguente sintetizza la struttura organizzativa.

(Figura 2 allegata)

La strutturazione data al progetto è concepita per permettere un certo grado di dinamicità e adattabilità nel tempo in modo da consentire, ove ritenuto opportuno e funzionale agli scopi del progetto, di arricchire i vari WP integrandoli inserendo nuovi Tasks, Sub-task o nuove azioni, anche su proposta di referenti scientifici di altri dipartimenti. La collocazione di tali integrazioni in tale schema pre-strutturato assicura il mantenimento della coerenza logica d'insieme del progetto e la finalizzazione dei vari contributi.

Nella voce azioni vengono illustrati i vari Workpackages, Tasks e Sub-tasks definiti allo stadio iniziale del progetto.

Impatto sull'organico strutturato di Dipartimento

Dipartimenti Coinvolti

Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura	COORDINAMENTO	Preimpostato capofila
Dipartimento di Area Medica	PARTECIPANTE	
Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali	PARTECIPANTE	
Dipartimento di Scienze Giuridiche	PARTECIPANTE	
Dipartimento di Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche	PARTECIPANTE	

Azioni

Azione	Conclusione
<p>WP C - COORDINAMENTO RACCORDO E VALORIZZAZIONE</p> <p>Obiettivo del WP C è definire il necessario coordinamento e raccordo tra i vari WP, Tasks e Sub-tasks del progetto in modo da creare, da un lato la necessaria interconnessione logico-funzionale tra i vari contributi e, dall'altro, fare emergere l'importanza dell'approccio interdisciplinare nel contribuire a porre in atto la transizione ecologica. Il raccordo interdisciplinare comprende sia le varie competenze politecniche presenti nel DPIA sia le quelle di altri dipartimenti che concorrono allo sviluppo del progetto. Il WP C è strutturato in due Task: TC1 e TC2.</p> <p>TC1 – COORDINAMENTO E RACCORDO CON AGENDE ONU NEXT GENERATION EU E PNRR</p> <p>Il Task TC.1 intende dare evidenza del disegno complessivo e trasversale del progetto ponendo in luce il ruolo concorrente dei singoli contributi nel raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda ONU 2030 e della transizione ecologica richiesti dal Next Generation EU e dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.</p> <p>In particolare il progetto nel suo insieme concorre al raggiungimento dei seguenti obiettivi: <i>Agenda ONU2030 SDGs: 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13</i> <i>PNRR sono: M1c2, M1c3, M2c3, M2c1, M2c2, M2c3, e M2c4.</i></p> <p>TC2 – RACCORDO CON ALTRI DIPARTIMENTI</p> <p>Il Task TC2 ha l'obiettivo di rendere funzionale l'inserimento delle competenze fornite da soggetti afferenti ad altri dipartimenti nelle linee di ricerca del progetto in modo che risultino organiche e funzionali agli obiettivi dello stesso. Il Task punta a monitorare e valorizzare il contributo sinergico e concorrente di competenze di altri dipartimenti dando evidenza dell'approccio interdisciplinare adottato nell'affrontare tematiche a forte carattere trasversale.</p> <p>WP S – SOSTENIBILITÀ DEI PROCESSI PRODUTTIVI (A questo WP partecipano 12.5 ricercatori equivalenti)</p> <p>Lo sviluppo sostenibile è una forma di sviluppo economico compatibile con la salvaguardia dell'ambiente e delle risorse per le generazioni future. Esso implica la ricerca simultanea di prosperità economica, qualità ambientale ed equità sociale.</p> <p>Un numero crescente di organizzazioni riconosce nella tutela dell'ambiente e nella responsabilità verso diversi</p>	30/04/2025

portatori di interesse una delle priorità della società. In quest'ottica anche la progettazione e gestione dei processi produttivi non può limitarsi alla sola prospettiva del profitto, ma deve considerare le ricadute sull'ambiente (per esempio in termini di inquinamento, produzione di CO₂, creazione di scarti e rifiuti, ecc.) e gli effetti sulla società (per esempio in termini di benessere sul posto di lavoro e di miglioramento della qualità della vita dei dipendenti e in generale della società).

La produzione sostenibile è quindi un importante driver dello sviluppo sostenibile e richiede di ripensare e innovare non solo i sistemi produttivi, ma anche le reti di fornitura, i sistemi logistici e le caratteristiche dei prodotti e dei servizi. In questo senso la ricerca sulla produzione sostenibile è caratterizzata da una forte interdisciplinarietà. Inoltre, le scelte relative alla produzione sostenibile possono essere declinate nei tre ambiti caratteristici della sostenibilità - economico, sociale, ambientale - ma anche a diversi livelli decisionali (strategico-gestionale, infrastrutturale e operativo).

Le attività di ricerca del WP S sono finalizzate al trasferimento e alla diffusione di tecnologie, metodologie e conoscenze per il rafforzamento della sostenibilità dei processi produttivi in termini di:

- a) modelli di business per la sostenibilità (livello strategico-gestionale)
- b) infrastrutture per il controllo e monitoraggio di impianti e prodotti industriali (livello infrastrutturale)
- c) prototipazione di processo e di prodotto per un'industria sostenibile (livello operativo di prodotto-processo).

Il WP S intende studiare l'innovazione dei prodotti, dei processi e delle infrastrutture e il loro allineamento al fine della creazione di un modello di business per la sostenibilità che descriva le principali decisioni strategiche e organizzative che guidano l'introduzione delle innovazioni di prodotto/processo/infrastruttura. L'obiettivo è fornire alle aziende un supporto per il miglioramento dei prodotti (ad esempio in termini di funzionalità, resistenza, affidabilità, durata, ecc.) e dei processi non solo in termini di prestazione economica e operativa ma anche di benessere lavorativo e impatto ambientale.

Il WP S è composto da un Task: **TS1**.

TS1 – PRODUZIONE SOSTENIBILE

Questo task concorre al raggiungimento degli obiettivi PNRR: M1c2

La logica di produzione sostenibile impatta sui prodotti, sui processi, sulle infrastrutture e infine sul modello di business delle aziende orientate alla sostenibilità. A livello operativo, la produzione sostenibile richiede innanzitutto di agire sulla prototipazione di prodotto (TS1.1). Attraverso tecniche di prototipazione virtuale, in particolare la rappresentazione e simulazione assistite dal calcolatore (metodiche CAD, FEM, multi-body, ecc.) e le tecniche di prototipazione fisica, come le metodologie di prototipazione rapida (SLM, ecc.), sarà possibile testare fino dalle prime fasi progettuali la possibilità di realizzare componenti meccanici e prodotti a basso impatto ambientale (quindi caratterizzati da migliori funzionalità, resistenza e affidabilità, ecc.) e simultaneamente processi produttivi in grado di produrli, secondo la prospettiva del Concurrent Engineering.

La sostenibilità dei processi produttivi sarà studiata anche a livello infrastrutturale concentrandosi in particolare sui sistemi di monitoraggio e controllo basati su analisi vibro-acustiche (TS1.2). L'obiettivo è di integrare nuove tecnologie per migliorare le condizioni di lavoro e aumentare la produttività e la qualità degli impianti. Nello specifico il metodo di misura delle vibrazioni e della radiazione acustica viene realizzato attraverso sistemi video con due o più telecamere che sfruttano triangolazioni geometriche per ricostruire le vibrazioni di oggetti e la loro radiazione acustica.

Una produzione sostenibile richiede adeguamenti, non solo ai prodotti e ai processi, ma lungo tutta la catena del valore, dove fornitori, consumatori, investitori, e distributori sono collegati per garantire un modello di business sostenibile. A tal proposito, il sub task TS1.3 prevede, in modo integrato con i sub task TS1.1 e TS1.2, l'identificazione di un insieme di best practices a livello operativo, di infrastruttura e strategico e di parametri che consentano di chiarire l'impatto della produzione sostenibile. L'obiettivo è sviluppare una metodologia per realizzare la produzione sostenibile da applicare e testare su un campione di imprese del territorio.

Nel seguito si illustrano più nel dettaglio i Sub-task del Task TS1.

TS1.1 - Prototipazione di processo e di prodotto per un'industria sostenibile

È possibile distinguere tra prototipazione virtuale che comprende tecniche di rappresentazione e di simulazione assistite dal calcolatore (metodiche CAD, FEM, multi-body, ecc.) e prototipazione fisica, con particolare riferimento alle metodologie di prototipazione rapida (SLM, ecc.). Un'ulteriore distinzione riguarda la prototipazione di prodotto e di processo.

Mentre nel primo caso il modello virtuale o fisico viene utilizzato per studiare il comportamento del componente o del sistema meccanico dal punto di vista funzionale, nonché della resistenza ed affidabilità, nel secondo caso si pone attenzione al processo produttivo e alla definizione ed ottimizzazione di tutti i parametri che lo caratterizzano, nella ottica più estesa del Concurrent Engineering. Più specificatamente il progetto mira non solo a sviluppare nuove metodologie di prototipazione, ma anche a definire i criteri di calibrazione degli strumenti di prototipazione già disponibili, utilizzando studi di sensitività affiancati dall'indagine sperimentale (misure profilometriche, analisi microstrutturale, rilievo tensioni residue, caratterizzazione del comportamento meccanico statico e a fatica dei materiali, etc.). Risulterà pertanto importante potenziare sia i laboratori che ospitano gli strumenti di simulazione virtuale (Lab. Progettazione

Meccanica per l'analisi strutturale di sistemi meccanici, Lab. di Meccatronica e Robotica per l'analisi cinematica e dinamica di sistemi meccanici e meccatronici, Lab. di CAD 3D per la prototipazione virtuale ed aumentata) che quelli di prototipazione fisica (LAMA), nonché il Laboratorio di Metallurgia. E' evidente che la messa a punto di strumenti di prototipazione affidabili, adeguati alle specifiche esigenze industriali permetterebbe di ridurre drasticamente sia i tempi di sviluppo del progetto, che gli scarti, i fermi macchina, le molteplici iterazioni "trial and error" grazie al monitoraggio costante sui bisogni e sul soddisfacimento degli stessi, e porterebbe probabilmente anche a significativi miglioramenti in termini di consumo energetico, soprattutto grazie alla virtualizzazione di

alcune attività progettuali.

Il progetto si caratterizza come attività di ricerca applicata, con evidenti ricadute sulle aziende del territorio anche in termini di innovazione e formazione.

Inoltre, il progetto ha evidenti caratteristiche interdisciplinari e interdipartimentali, in quanto l'attività di prototipazione si colloca in maniera naturale come supporto ad altre discipline e altri gruppi di ricerca, anche al di fuori dell'ambito ingegneristico (a puro titolo di esempio, si pensi allo sviluppo di nuovi materiali biocompatibili e all'applicazione di tecniche di stampa 3D alla protesica medica).

Per lo sviluppo del progetto, sarà necessaria l'acquisizione di attrezzature e strumentazioni scientifiche (Licenze pacchetti software, materiale di consumo per tecnologia SLM). Sarà inoltre necessario prevedere l'allocazione di risorse per personale non strutturato, in particolare assegnisti di ricerca.

TS1.2 - Controllo e monitoraggio di impianti e di prodotti industriali basato su misure vibro-acustiche con fotogrammetria

Il progetto multidisciplinare proposto riguarda i sistemi di monitoraggio e controllo basati su analisi vibro-acustiche, e riguarda la sostenibilità dei processi produttivi e l'integrazione di nuove tecnologie per migliorare le condizioni di lavoro, creare nuovi modelli di sviluppo e aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti (Industria 4.0 e oltre).

La peculiarità della proposta sta nel fatto che il metodo di misura delle vibrazioni e della radiazione acustica viene realizzato con sistemi video; in modo specifico con due o più telecamere che sfruttano triangolazioni geometriche per ricostruire le vibrazioni di oggetti ed anche la loro radiazione acustica. L'interesse per le tecniche ottiche ha ricevuto una crescente attenzione nella letteratura, poiché, grazie ai recenti progressi nell'hardware ottico e nella potenza di calcolo, consentono misurazioni delle vibrazioni accurate e senza contatto.

Il motivo di questa scelta particolarmente innovativa deriva dal fatto che i sistemi classici di misura delle vibrazioni e del rumore richiedono sensori (accelerometri/celle di carico/strain gauges/piastre piezoelettriche oppure microfoni/sonde intensimetriche/telecamere acustiche con array di microfoni) che permettono solo misure ubiquie e localizzate. Quindi per ricostruire il campo delle vibrazioni e della radiazione acustica globale si rende necessario l'utilizzo di molti sensori spesso da installare in posizioni poco accessibili. Inoltre, le misure acustiche sono fortemente influenzate dal rumore ambientale che in impianti industriali è normalmente preponderante. L'approccio proposto in questo progetto riduce sensibilmente questi problemi. Infatti le telecamere possono essere installate in posizioni remote dall'impianto o dal prodotto in fabbricazione. Inoltre, le immagini acquisite permettono di ricostruire in tempo reale, l'intero campo delle vibrazioni e della radiazione acustica.

Un ulteriore elemento innovativo del progetto, che a conoscenza dei proponenti non è stato ancora analizzato in letteratura, riguarda l'utilizzo di sensori ottici di nuova concezione, le cosiddette "Event Cameras." Le telecamere per eventi sono sensori, ispirati alle modalità della visione biofisica degli esseri viventi, che differiscono dalle telecamere convenzionali: invece di acquisire immagini a una velocità fissa, misurano in modo asincrono i cambiamenti di luminosità dei pixel e generano un flusso di eventi che codificano il tempo, la posizione e il segno dei cambiamenti di luminosità. Le telecamere per eventi offrono proprietà interessanti rispetto alle telecamere tradizionali: alta risoluzione temporale (nell'ordine dei microsecondi), basso consumo energetico e velocità di acquisizione che riduce l'effetto di sfocamento dovuto al movimento. L'utilizzo di queste telecamere è particolarmente utile in ambito acustico, in cui le frequenze di interesse sono dell'ordine dei KHz e richiederebbero, per una corretta acquisizione, l'utilizzo di costose telecamere ad alta velocità.

Presso il DPIA è presente un laboratorio attrezzato per la misura e il controllo delle vibrazioni in campo acustico con metodi classici basati sull'utilizzo di sensori puntuali e vibrometri. In particolare, il laboratorio è dotato di un vibrometro laser e di adeguata strumentazione per la misura acustica classica, quali shaker, analizzatori di spettro, celle di carico, accelerometri, sonde intensimetriche, array di microfoni, e sistemi per il condizionamento dei segnali. L'utilizzo della strumentazione già esistente permetterà la validazione del sistema proposto e il confronto con tecniche consolidate.

I proponenti hanno una consolidata esperienza negli ambiti multidisciplinari richiesti dal progetto. In particolare, gli aspetti geometrici e fisici della misura di vibrazioni e radiazione acustica saranno seguiti dal Prof. P. Gardonio. Il Prof. A. Fusiello si occuperà in modo particolare delle tecniche e dei dispositivi video per l'acquisizione di immagini. Il Prof. Rinaldo si occuperà dello sviluppo di algoritmi specifici per l'elaborazione delle immagini. L'attività del Prof. Bernardini si focalizzerà in particolare sull'elaborazione dei segnali e sul progetto del software.

TS1.3 - Modelli di Business per la sostenibilità

La sostenibilità è stata inclusa nei programmi di governi e istituzioni come un elemento fondamentale per la società del futuro (es. OECD, 2008; UN World Commission, 2015).

L'interesse per i temi della sostenibilità sta crescendo anche nelle discipline di strategia e gestione aziendale come congiunzione della Corporate Social Responsibility e dell'Innovazione Verde. Le imprese devono concentrarsi non solo sul valore economico aggiunto, ma anche su quello ambientale e sociale, in linea con quanto Elkington mette in evidenza con la sua Triple Bottom Line (1997) o strategia 3P: persone, profitti, pianeta.

Un modello di business sostenibile è definito da Lüdeke-Freund (2010) come "un modello di business che crea un vantaggio competitivo attraverso un valore superiore per il cliente e che contribuisce allo sviluppo sostenibile dell'azienda e della società". Questo riconosce che la base di un business sostenibile è la creazione e la fornitura di valore per il cliente (Chesbrough, 2010; Osterwalder e Pigneur, 2010; Teece, 2010; Zott et al., 2011), ma in cui siano integrati i benefici ambientali e sociali. Secondo Zott et al. (2011) l'adozione di un modello di business sostenibile aiuta a capire come le imprese possono creare valore non solo per i clienti, ma anche per altri stakeholder, la società e/o l'ambiente naturale e come questo valore è intercettato o distribuito su un ampio insieme di stakeholder.

Attraverso l'approccio 3P, le aziende potrebbero passare a un modello sostenibile basato su caratteristiche quali:

un insieme di principi di business basati sull'etica; una gestione strategica sostenibile delle risorse naturali; la produzione sostenibile; e una capacità di condividere questi impatti positivi nella propria catena di approvvigionamento (Elkington, 2004). Questi cambiamenti verso modelli di business sostenibili richiedono un cambiamento di mentalità, la presenza di nuove competenze e la riconfigurazione di elementi e pratiche manageriali a diversi livelli, in particolare:

1. a livello di strategia e organizzazione;
2. a livello di produzione e operation;
3. a livello della supply chain.

Questo progetto di ricerca mira a analizzare questi cambiamenti ai tre livelli di analisi, con un'attenzione agli impatti sulla competitività derivanti dall'adozione di un modello di business sostenibile.

L'analisi degli impatti a lungo termine è importante perché fornirà le statistiche necessarie per dimostrare la potente influenza della sostenibilità sulla competitività delle imprese. Misurare i risultati anche a lungo termine è fondamentale, poiché gli effetti dell'applicazione di un nuovo modello di business di solito non sono immediatamente visibili. Questo è dovuto al fatto che il modello di business deve adattarsi alla strategia a lungo termine di un'azienda, alla cultura aziendale e alle competenze chiave (Bucherer et al., 2012).

L'esplorazione concettuale del legame tra sostenibilità e modello di business è piuttosto nuova in letteratura. Questo richiede ulteriori studi che esplorino i modelli di business sostenibili ai tre livelli di strategia, operation e supply chain.

Da un punto di vista delle attività di progetto, il primo passo è quello di identificare quali pratiche e componenti del business model possono migliorare tutte e tre le dimensioni della sostenibilità in modo integrato (ovvero economico, ambientale e sociale), in secondo luogo verranno selezionate le variabili chiave per distinguere diversi cluster di aziende che adottano diverse tipologie di modelli di business sostenibile, quindi saranno valutati il loro livello di sostenibilità e gli effetti sul breve e lungo termine.

Questo progetto di ricerca è strutturato secondo il seguente processo:

1. revisione dello stato dell'arte del modello di business sostenibile;
2. mappatura delle pratiche ai tre livelli (strategia, operation e supply chain) derivanti dalla letteratura;
3. analisi dello stato dell'arte nelle aziende sul campo scelto (analisi empirica attraverso per esempio casi studio, survey, ecc.) al fine di studiare l'attuale insieme di soluzioni (organizzative e strategiche, di operation, di supply chain) attraverso le quali l'azienda crea valore e acquisisce il vantaggio competitivo;
4. creazione di una serie di parametri per definire l'impatto della sostenibilità;
5. sviluppo di una metodologia per il modello di business sostenibile da applicare alle imprese, per progettare modelli di business innovativi (modello di business "to be"), con particolare attenzione alle potenziali prospettive che derivano dalla riconfigurazione del modello di business esistente;
6. studiare le buone pratiche in aziende e/o testare e implementare questi modelli nelle aziende del territorio.

Il progetto mira anche ad un'applicazione pratica al fine di aumentare la competitività delle aziende. I risultati di questo progetto saranno di rilevanza pratica per le aziende locali: gli studi forniscono suggerimenti per aiutare i manager a identificare le azioni strategiche necessarie e i "building block" del modello di business in cui è possibile intervenire per creare e sostenere il valore. Gli output saranno poi facilmente accessibili dalle aziende locali.

WP E – ENERGIA E GREEN ECONOMY (A questo WP partecipano 17 ricercatori equivalenti)

La tematica energetica rappresenta un tassello essenziale per ogni programma volto al raggiungimento della sostenibilità ambientale. Storicamente ogni sviluppo economico si è sostenuto grazie ad un aumento della disponibilità energetica, con correlazioni evidenti tra la crescita del prodotto lordo nazionale e del fabbisogno energetico. Appoggiarsi prevalentemente a fonti primarie limitate e non rinnovabili (fossili) conduce come noto ad un circolo vizioso di incrementi di impatti e impoverimento delle risorse: investire tale processo richiede un ridisegno delle filiere produttive in senso lato, sia sul fronte della produzione energetica (fonti rinnovabili, efficienza della conversione energetica), sia della domanda a livello civile, industriale e nei trasporti (riduzione dei consumi, sistemi integrati, reti di distribuzione evolute, riduzione di scarti ed economia circolare).

Tale transizione coinvolge aspetti esplicitamente energetici, richiamati nell'obiettivo 7 dell'agenda 2030 (Energia pulita e accessibile), mantenendo ferma anche la necessità di equità attraverso lo sforzo di garantire l'accesso universale a servizi, energetici e non, di qualità. Ma l'importanza dell'ottimizzazione sul lato della domanda si lega al goal 11, 12 (città e comunità sostenibili, consumo e produzione responsabili), richiede innovazione come richiamato nel goal 9, e supporta il contrasto al cambiamento climatico (goal 13).

Ciò impone sfide tecnologiche importanti, e lo sviluppo di strategie atte a gestire la transizione con interventi diversi corrispondenti agli obiettivi di medio e lungo periodo. Nel presente progetto si sfruttano le competenze interne al Dipartimento per sviluppare modelli e tecnologie adeguate, in termini di analisi di sistema, con attenzione allo sviluppo di reti logistiche sostenibili di produzione e trasporto, in termini di scelte tecnologiche, con attenzione all'efficienza energetica del costruito ed agli impianti necessari, in termini di sviluppo di tecnologie chiave per superare i colli di bottiglia tecnologici a breve, medi e lungo termine (sistemi di scambio termico innovativo, uso di combustibili carbon-free, metodologie di riciclo materiali, tecnologie innovative di conversione dell'energia solare), in termini di modellistica numerica ed analisi fenomenologica a supporto di tali obiettivi.

Il WP è composto da due Task: TE1, TE2.

TE1 – MODELLI E TECNOLOGIE PER EFFICIENTAMENTO ENERGETICO ED ENERGIA PULITA

Questo task concorre al raggiungimento degli obiettivi PNRR: M2c2 e M2c3.

Il Task TE1 è focalizzato allo sviluppo di approcci, modelli e tecnologie abilitanti la transizione energetica nei tre settori con maggiori consumi: civile, industriale e trasporti. A livello di sistema si sviluppano analisi in ambito industriale (sistemi sostenibili di produzione, stoccaggio e distribuzione), civile (riqualificazione energetica del patrimonio residenziale) e trasporti sia a breve (reti di distribuzione GNL) sia a lungo termine (reti e tecnologie abilitanti per combustibili alternativi e carbon-free). Importanti problemi tecnologici ancora aperti, sia in termini di produzione energetica (sistemi innovativi di conversione dell'energia solare), sia di ottimizzazione dei processi (tecnologie avanzate di scambio termico e accumuli energetici), sia di mitigazione degli impatti (metodologie di sequestro CO₂) vengono quindi affrontati in dettaglio, con il supporto di uno sforzo teorico/numerico/sperimentale importante in termini di modellizzazione dei fenomeni fluidodinamici, di scambio termico, di combustione e di reazioni chimiche.

Nel seguito si illustrano più nel dettaglio i Sub-tasks del Task TE1

TE1.1 - Modelli e tecnologie abilitanti per la transizione energetica nell'industria, nei trasporti e nel costruito

Una prima linea di attività è orientata all'incremento di efficienza energetica e della riqualificazione degli edifici ad uso residenziale, commerciale e per il settore terziario, mediante interventi sia sull'involucro che sull'impiantistica, con uso di energie rinnovabili (solare, fotovoltaico, geotermico, pompe di calore reversibili) e con particolare riferimento alle condizioni climatiche, infrastrutturali e tipologia del patrimonio edilizio del territorio. Stime dei carichi termici in regime variabile, simulazioni di impianti con pompe di calore reversibili/multifunzione adeguate all'uso di fluidi frigorigeni naturali o sintetici a basso GWP permetteranno di incrementare l'efficienza energetica del sistema, sia singolo edificio-impianto sia multi-edificio, in configurazioni innovative e sinergiche con la disponibilità o la richiesta di energia termica per altre applicazioni contigue, e/o in rispetto di logiche di adattamento alla disponibilità di energia elettrica (reti con Demand Side Management).

Nella seconda linea ci si concentrerà sul tema trasversale dell'ottimizzazione di sistemi sostenibili per la produzione, stoccaggio e distribuzione di merci anche in situazioni di emergenza territoriale. Il tema coinvolge le tre dimensioni del piano strategico di dipartimento: energy e green economy, promuovendo l'introduzione di fonti rinnovabili e innovative in impianti e mezzi di movimentazione/trasporto, sostenibilità dei processi produttivi, tramite la gestione energeticamente efficiente e a ridotto impatto ambientale dei processi produttivo/logistici interni ed esterni, resilienza territoriale individuando soluzioni robuste anche in contesti emergenziali e di adattamento al cambiamento climatico.

In particolare, la transizione richiede lo sviluppo di reti specifiche legate a combustibili alternativi, quali il GNL per il trasporto stradale pesante e marittimo, o soluzioni a lungo termine come combustibili carbon-neutral: idrogeno (coinvolgendo i tavoli di lavoro con enti pubblici e privati cui UNIUD partecipa, con particolare riferimento alle industrie energivore) ammoniacca, e-fuels sintetici. Tali combustibili pongono sfide specifiche anche in termini di componenti, nonché l'adattamento degli impianti a combustione per produzione elettrica alle nuove strategie di equilibrio della rete legate alle sinergie con le rinnovabili. L'analisi si appoggerà, per questi aspetti, alle risultanze dell'analisi di dettaglio della terza direttrice.

La terza direttrice si integra con le precedenti analisi a livello di sistema analizzando gli elementi critici individuati nelle analisi precedenti, quali:

- Ottimizzazione della gestione termica (accumuli e processi di scambio termico innovativi) dei componenti dei sistemi
- Sviluppi negli impianti termici motori imposti dall'uso di combustibili alternativi e dalle mutate strategie d'uso imposte dalla riconfigurazione della domanda energetica.

Nel primo ambito si contribuisce allo sviluppo di dispositivi innovativi di scambio termico (scambiatori di calore e accumulatori di energia termica) basati su tecniche innovative quali l'impiego di schiume metalliche e materiali a cambiamento di fase (PCM) e lo sviluppo di efficienti scambi termici in condensazione/evaporazione con l'uso di moderne superfici microstrutturate idrofobiche e super-idrofobiche, accoppiando modelli CFD e modelli fenomenologici. Le risultanze hanno immediata, importante applicazione in ambito civile, come accumuli termici nelle pareti dell'edificio (PCM) e strumenti per l'incremento di prestazioni degli scambiatori delle pompe di calore, nonché ampliamento del loro campo di utilizzo ad aree più critiche (climi freddi di media montagna) riducendo la formazione di brine e condense (superfici innovative). Hanno inoltre ricadute in ambiti più ampi: accumuli termici per sistemi industriali, superfici attive innovative per sequestro di CO₂, riduzione di corrosione da condensa nel recupero termico da fumi, controllo formazione di ghiaccio su turbine eoliche in area montana.

Nel campo della mobilità è fortemente incoraggiato a livello europeo l'uso di combustibili innovativi per i motori a combustione interna (MCI), come miscele a basso tenore di carbonio benzina/idrogeno e metano/idrogeno, o combustibili carbon-neutral come il solo idrogeno, l'ammoniaca o i combustibili sintetici (e-fuels). Ciò pone però importanti problemi nel processo di combustione. I combustibili non fossili nei MCI ad accensione comandata, in particolare, richiedono sistemi di accensione sofisticati e di combustione alternativi rispetto a quelli correnti. Si propone un sofisticato ed innovativo modello di accensione per descrivere il comportamento della fiamma all'inizio della combustione in tali condizioni, da integrarsi poi in un modello fenomenologico per la completa simulazione del processo di combustione in un motore.

L'uso di combustibili sintetici, se derivati dai fossili, impone inoltre la separazione della CO₂ dal combustibile finale. Il loro uso è quindi indissolubilmente legato alla cattura e stoccaggio della CO₂ stessa. Qui si propone un laboratorio sperimentale per l'analisi di tecnologie innovative per la cattura della CO₂ derivante da processi di gassificazione ed il suo successivo confinamento in un acquifero salino, per valutare (almeno in prima approssimazione) la quantità di gas immagazzinabile in un sito tenendo conto di parametri come temperatura, profondità, permeabilità, porosità e salinità del sito medesimo.

Si studieranno sistemi di cattura e utilizzo CO₂ basati su materiali innovativi bifunzionali, con duplice attività di adsorbimento e attivazione catalitica, per reattori catalitici, fotocatalitici o elettrochimici. Si svilupperanno opportuni modelli cinetici e termodinamici, considerando tecnologie di manifattura additiva per l'ingegnerizzazione di unità

operative compatte nell'ottica dell'integrazione in una filiera Power-to Fuel da energie rinnovabili.

Nella transizione energetica i turbogas (TG) restano partner delle energie rinnovabili, assorbendone le fluttuazioni energetiche, offrendo minori emissioni rispetto ad altri fossili e la possibilità di utilizzare combustibili a emissioni zero (NH₃, carburante bio-jet). Ciò impone però un riposizionamento del profilo d'uso, da progettare per rapide variazioni di carico e per interfacciarsi con un complesso sistema di accumuli e fonti energetiche diverse. L'analisi delle interazioni aero-termo-meccaniche in condizioni transitorie è decisiva per tale riprogettazione.

Poiché l'efficienza è fortemente influenzata dalle prestazioni delle tenute tra componenti stazionari e rotanti, qui ci si concentra sullo studio delle tenute a labirinto. Le analisi sperimentali condotte nel Laboratorio di Ingegneria Energetica e Ambientale (LINEA) utilizzeranno metodologie di prova ottiche (stereo PIV per il campo di moto, TLCT per lo scambio termico all'interno della tenuta) producendo una banca dati utile alla validazione di modelli numerici e all'elaborazione di correlazioni predittive, contribuendo all'ottimizzazione e all'efficientamento energetico-ambientale del TG nelle fasi operative in transitorio.

Le attività descritte coinvolgono attività di simulazione e modellistica numerica in cui più gruppi di ricerca nel DPIA hanno autonomamente maturato esperienza pluriennale in ambito energetico, ambientale, industriale, civile e di sicurezza, sostenendo il tessuto industriale locale a fronte della limitata possibilità delle PMI di sviluppare in proprio le competenze necessarie. Si propone di strutturare un Laboratorio di Modellistica a supporto della sostenibilità ambientale dei processi che coordini le competenze disponibili, mirando allo sviluppo di nuove metodologie che allineino la capacità di modellazione con le più recenti conoscenze scientifiche, ma promuova anche la formazione interna (studenti sui tre livelli) ed esterna (tecnici esterni) ed offra in forma coordinata supporto e stimolo a progetti di ricerca industriali.

TE1.2 - Tecnologie optoelettroniche e nanoelettroniche per una conversione ad alta efficienza della energia solare

La risorsa energetica più potente ed abbondante che abbiamo sulla Terra è una risorsa inesauribile e pulita: il sole. Ad oggi, secondo quanto riportato dal Joint Research Centre (JRC) l'energia fotovoltaica copre solo il 4% dei consumi mondiali, a causa della bassa efficienza dei pannelli fotovoltaici, e del loro costo elevato.

Tuttavia, la luce del sole è formata da onde elettromagnetiche ed è noto da più di 60 anni che si può estrarre energia dalle onde elettromagnetiche attraverso delle "rectenne", dispositivi che comprendono una antenna (per la ricezione delle onde elettromagnetiche) ed un diodo per la conversione di una tensione o corrente alternata in una continua.

Fino a tempi recentissimi, la tecnologia non ha consentito di realizzare diodi funzionanti alle frequenze della luce solare (300 - 3000 THz), e quindi l'idea di estrarre energia dal sole attraverso la rettificazione è rimasta un esercizio accademico più che una reale possibilità. Lo scenario è radicalmente cambiato con lo sviluppo del grafene e di altri materiali bidimensionali, che sembrano avere le potenzialità per permettere la realizzazione di diodi alle frequenze dei THz. Accoppiando diodi in grafene con antenne ottiche si potrebbero realizzare pannelli solari innovativi che, almeno in linea di non hanno limiti fisici di efficienza.

Il presente progetto intende studiare la possibilità di integrare "diodo geometrici" al grafene tra i terminali di "antenne ottiche" ed ottenere così direttamente una tensione (o corrente) continua a partire dalla radiazione solare.

Nello specifico, per "diodo geometrico al grafene" si intende un cristallo di grafene con una conformazione geometrica ad imbuto che favorisca il passaggio degli elettroni in un verso piuttosto che nel verso opposto. L'analisi di una struttura di questo tipo richiede lo studio del trasporto di elettroni sottoposti ad un campo elettrico ad altissima frequenza in strutture bidimensionali planari con dimensioni fisiche molto molto maggiori delle distanze interatomiche degli atomi di carbonio che formano il grafene. Sino ad ora, per mancanza di strumenti analitici e numerici adeguati, questo tipo di analisi non è mai stata proposta nella letteratura internazionale in maniera completa e rigorosa.

Per "antenne ottiche" si intendono strutture metalliche in grado di ricevere la radiazione ottica e di concentrarla tra i terminali dove viene disposto il diodo. Rispetto alle tradizionali antenne utilizzate per la ricezione delle onde radio, le antenne ottiche presentano la peculiarità che il materiale che le costituisce non può essere considerato come un metallo, quanto piuttosto come un dielettrico con permittività complessa. Le caratteristiche di radiazione e ricezione di tali antenne differiscono da quelle delle antenne tradizionali, e richiedono una analisi ad hoc.

Inoltre, per consentire un effettivo incremento dell'efficienza del pannello solare, la ricezione delle antenne deve risultare indipendente dalla direzione di arrivo della luce, dal suo stato di polarizzazione e dalla frequenza nell'intera banda dello spettro solare che si estende da circa 200 a 1000 THz.

Anche nel caso delle antenne, evidenziamo come uno studio completo di un problema così complesso non sia mai stato affrontato nella letteratura internazionale e riteniamo che alcune competenze reperibili nel nostro Dipartimento potrebbero consentire di creare un gruppo di lavoro estremamente qualificato in questo ambito di ricerca, con potenziali ricadute in termini di collaborazioni scientifiche con gruppi internazionali che si occupano di tematiche analoghe, e di trasferimento tecnologico per le aziende del settore.

In particolare, il gruppo dei Proff. Esseni, Palestri e Driussi, coadiuvati dal Dr. Lizzit ha una provata esperienza nella modellistica del trasporto elettronico in materiali bidimensionali, aspetto fondamentale per il progetto di un diodo capace di rettificare la radiazione solare; d'altro canto i proff. Midrio e Boscolo, insieme al Dr. Truccolo, si occupano da anni del design di antenne ottiche, dispositivi essenziali per convogliare la radiazione solare all'interno di un diodo.

Sottolineiamo infine che per progettare le antenne ed ottimizzarne le prestazioni è indispensabile disporre di metodi di calcolo numerico che possano rappresentare in modo preciso le geometrie curve e le proprietà dei materiali con cui saranno realizzate le antenne ottiche a larga banda. Ad oggi, la mancanza di software, anche commerciali, con queste capacità di calcolo è il principale motivo per cui i risultati scientifici sulle prestazioni delle antenne ottiche presenti nella letteratura internazionale sono limitati a pochi casi comprendenti antenne troppo semplici ed inadeguate per gli obiettivi del presente progetto. Anche da questo punto di vista, riteniamo che le competenze disponibili nel nostro dipartimento potrebbero rappresentare un punto qualificante del progetto, ed un

significativo avanzamento della conoscenza scientifica nel settore, e delle possibili ricadute pratiche. Infatti, il gruppo dei prof. Trevisan e Specogna ha da tempo sviluppato le competenze necessarie per la modellistica delle antenne attraverso un software per la simulazione elettromagnetica nel dominio del tempo e/o della frequenza basato su griglie non strutturate che permettono di rappresentare in modo accurato anche dispositivi di dimensione nanometrica come quelli che verranno presi in considerazione nel presente progetto.

Per concludere, il presente progetto mira allo sviluppo di un nuovo pannello solare basato su una tecnologia innovativa che richiede lo studio di aspetti scientifici sinora inesplorati che contemperano competenze ben presenti nel nostro Dipartimento, e potrebbero aprire una nuova strada nella generazione di energia fotovoltaica con potenziali ricadute economiche di enorme impatto. Da questo punto di vista, va infatti notato che sia le tecnologie necessarie alla fabbricazione del grafene e delle antenne ottiche sono compatibili con i processi di fabbricazione CMOS dei circuiti integrati. Ciò significa che la produzione di pannelli basati su questa tecnologia potrebbe avvenire secondo una logica di produzione di massa ad un costo sensibilmente inferiore rispetto a quello attuale, e rappresenterebbe quindi una rivoluzione epocale nel mondo dell'estrazione dell'energia solare.

I principali obiettivi che il progetto intende ottenere sono:

1. Progetto di un pannello solare stealth, ossia un pannello solare che non rifletta la luce e, invece, la assorba completamente. Tale pannello sarà formato da un array di antenne ottiche in grado di "catturare" tutto lo spettro delle frequenze di radiazione del sole, con una risposta quanto più possibile indipendente dalla direzione di arrivo e dallo stato di polarizzazione della luce stessa;
2. Modellistica elettromagnetica nel dominio del tempo dell'antenna mediante tecniche di simulazione avanzate basate su griglie non strutturate per rappresentare in modo accurato le geometrie di un dispositivo reale;
3. Sviluppo di un simulatore Monte-Carlo per il trasporto di carica nel diodo di grafene. Questo strumento software innovativo permette di studiare il moto degli elettroni sottoposti ad un campo elettrico ad alte frequenze all'interno del diodo considerando diversi meccanismi responsabili per l'attenuazione del segnale.
4. Analisi della giunzione metallo grafene usando metodi atomistici. La natura del contatto elettrico è critica dato che le resistenze serie legate alla giunzione antenna di metallo/diodo di grafene attenuano fortemente il segnale riducendo l'efficienza della conversione di energia. Essendo il grafene composta da un singolo layer di atomi di carbonio, modelli di tipo atomistico sono richiesti per calcolare la resistenza di contatto.

TE2 – ECONOMIA CIRCOLARE E RICICLO

Questo task concorre al raggiungimento degli obiettivi PNRR: M2c1 e M2c2.

Il "Circular economy action plan" promosso dalla commissione europea prevede che nei prossimi quarant'anni il consumo complessivo dei materiali come la biomassa, i combustibili fossili, i metalli e i minerali raddoppierà, e la produzione annuale di rifiuti aumenterà del 70%. Il Green Deal europeo ha varato una strategia concertata per un'economia climaticamente neutra, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva. Nell'ambito di questa strategia, il riciclo di materiali da beni a fine vita è un'importante fonte di materie prime secondarie e può contribuire alla sicurezza del loro approvvigionamento, stabilità del prezzo e al progresso verso un'economia più circolare.

Recentemente, a livello europeo, sono stati individuati gruppi di elementi chimici "critici" (Critical Raw Materials, CRM) in quanto essenziali per settori industriali strategici e con un concreto rischio su approvvigionamento e prezzo associato alla loro disponibilità non certa. In questo quadro, l'acquisizione di conoscenze scientifiche e sviluppo di tecnologie per il riciclo viene auspicato per svincolarsi da questi rischi e limitare l'impatto ambientale dell'estrazione delle materie prime.

Per realizzare un riciclo efficiente di un materiale critico, è necessario ottenere informazioni sul suo comportamento chimico in matrici complesse. Queste conoscenze sono ottenibili solo tramite la combinazione di diversi approcci sperimentali e teorici complementari tra loro: la termodinamica degli equilibri chimici, la chimica analitica delle soluzioni, l'elettrochimica, la spettroscopia, le simulazioni atomistiche classiche e quantomeccaniche.

Nel seguito si illustra più nel dettaglio il Sub-task del Task TE2.

TE2.1 - Riciclo di materiali critici per l'energia e l'ambiente: fondamenti chimici dei processi di recupero

La Commissione europea (CE) ha definito Critical Raw Materials, elementi chimici strategicamente importanti e con un alto rischio associato alla loro disponibilità. Numerosi CRM sono strettamente legati a settori industriali considerati strategici dalla CE, come evidenziato in un recente report "Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU, A Foresight Study" 09/2020. Attualmente, l'industria europea dipende in gran parte dalle importazioni di molte materie prime, molte non sostituibili nel breve periodo, e in alcuni casi è altamente esposta a vulnerabilità lungo la catena di approvvigionamento.

Tra gli elementi chimici considerati CRM ad elevato rischio si trovano svariate materie prime metalliche, in particolare: le terre rare (REE, "very high risk"), i metalli del gruppo del platino (PGM), Mg, Co, Sc, Sr, Nb. Il riciclo e riutilizzo di CRM a partire da componenti a fine vita è altamente auspicabile in un'economia circolare. Per riciclare un metallo da campioni liquidi derivanti dalla dissoluzione dei materiali costituenti dispositivi a fine vita, è necessario trasferirlo selettivamente dalla fase acquosa ad una seconda fase. Per quanto riguarda quest'ultima strategia, negli ultimi anni i liquidi ionici (sali liquidi a temperatura ambiente, o "room temperature ionic liquids", RTIL) hanno dimostrato un grande potenziale come solventi "green" in numerose applicazioni in quanto presentano volatilità trascurabile, non infiammabilità, elevata stabilità termica, bassa tossicità, capacità di disciogliere specie neutre e cariche, e un'ampia finestra elettrochimica. Quest'ultima caratteristica è fondamentale, in quanto un metallo estratto selettivamente, può essere recuperato per elettrodeposizione. L'acquisizione di dati strutturali e termodinamici sulla natura dei metalli (struttura, speciazione) disciolti in RTIL costituisce un passaggio fondamentale nella comprensione e miglioramento dei processi di riciclo.

Il gruppo di Termodinamica e Modellizzazione (TherMo), attualmente costituito dai prof. Melchior e prof.ssa Tolazzi, oltre che a una dottoranda e un assegnista, applicherà la sua esperienza in metodi sperimentali e

computazionali già sviluppati nello studio degli ioni metallici e della formazione di complessi in IL.

Il progetto si focalizza su CRM legati alle applicazioni nei settori dell'energia e ambiente: a) metalli del gruppo del platino (PGM) e b) elementi delle terre rare (REE). Il TE2.1 mira a ottenere dati-chiave sugli ioni metallici delle suddette categorie in IL e i risultati avranno potenziali ricadute nel miglioramento da un punto di vista della sostenibilità economica e ambientale delle attuali tecnologie di riciclo, al fine di ridurre la dipendenza dai materiali primari.

Le metodologie computazionali applicate saranno simulazioni di dinamica molecolare classica, sia sfruttando il cluster acquisito nel precedente PSD e cofinanziato dal gruppo TherMo, sia tramite accesso a centri di calcolo ad alte prestazioni (CINECA). Inoltre, verranno applicati calcoli quantomeccanici (DFT, AIMD) per l'ottenimento di proprietà elettroniche e lo studio della reattività dei metalli in RTIL. Da un punto di vista sperimentale, i laboratori e le strumentazioni (microcalorimetro, spettrofotometro, titolatori, dry box) verranno messi a disposizione per lo studio delle proprietà termodinamiche relative alla formazione di complessi tra metalli e ioni/molecole al fine di comprendere le specie che si formano in tali liquidi. Gli studi teorici e sperimentali verranno condotti sia tramite collaborazioni interne all'ateneo che nazionali ed internazionali che il gruppo ha attive.

La struttura allo stato liquido verrà definita tramite l'uso di diverse tecniche, come per esempio l'assorbimento di raggi X tramite l'accesso a macchine di luce di sincrotrone. Tramite le collaborazioni si intende anche studiare le proprietà elettrochimiche di tali metalli/complessi e loro elettrodeposizione per il loro recupero dopo estrazione in RTIL.

Gli obiettivi scientifici del TE2.1 sono:

- 1) ottenere proprietà termodinamiche e strutturali circa le specie che i metalli appartenenti ai CRM formano in RTIL puri, mediante la combinazione di dati sperimentali e computazionali;
- 2) simulare e contemporaneamente studiare sperimentalmente sistemi bifasici in cui i CRM vengono estratti da acqua;
- 3) verificare la selettività dei sistemi di estrazione basati su RTILs, ovvero recuperare l'elemento desiderato da una miscela.

Per il raggiungimento degli obiettivi di questo task, si ritiene necessario che le risorse siano principalmente dedicate all'acquisizione di risorse umane da dedicare alle attività previste, in particolare giovani ricercatori, oltre che di materiali necessari. Data la combinazione di metodi e conoscenze impiegati questo studio, il TE2.1 avrà anche un ritorno formativo per i giovani ricercatori, i quali saranno anche attivamente coinvolti in ulteriori progetti e collaborazioni a livello nazionale ed internazionale.

WP R – RESILIENZA TERRITORIALE (A questo WP partecipano 41 ricercatori equivalenti)

Il WP R intende affrontare, in modo interdisciplinare, il tema della resilienza territoriale.

L'UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) evidenzia come la resilienza territoriale, nelle sue varie componenti, concorra in modo determinante al raggiungimento di quasi gran parte degli obiettivi di sviluppo sostenibile definiti dall'Agenda ONU 2030 e al soddisfacimento dei traguardi introdotti dal Sendai Framework sulla Riduzione dei rischi di disastro.

Il tema della resilienza territoriale risulta centrale per un Paese come l'Italia, e del suo Nord-Est in particolare, esposti a una molteplicità di rischi naturali e antropici. La peculiare configurazione geografica, lo sviluppo economico e l'uso intensivo del suolo, l'abbandono di certi territori e l'attività turistica intensiva in altri, la diffusa presenza e crescita di insediamenti urbani e produttivi, unita ad una molteplicità di infrastrutture tra loro interconnesse, rendono questi territori particolarmente esposti e vulnerabili. Particolare attenzione va posta alle infrastrutture critiche e ai servizi essenziali (ospedali, lifelines, infrastrutture viarie, scuole, ecc.). La presenza di un patrimonio da proteggere sia con riferimento ai suoi valori naturalistico-ambientali che socio-economici rappresenta al tempo stesso anche elemento distintivo per identità, cultura, storia e quindi con valenza storico-culturale.

Prevenire e contrastare i fenomeni di dissesto idrogeologico, ridurre la vulnerabilità sismica del costruito e putare ad un uso attento e consono del suolo sono azioni non rimandabili. Interventi finalizzati al monitoraggio e alla prevenzione, alla messa in sicurezza del territorio, alla riqualificazione degli insediamenti, all'adeguamento degli edifici e al miglioramento dell'efficienza energetica richiedono nuovi paradigmi concettuali. Bisogna abbandonare le logiche di azione settoriali e adottare approcci integrati per definire strategie trasversali che, pur agendo nell'immediato e nel breve termine, riguardino risultati nel medio-lungo termine. È dunque importante agire sinergicamente e secondo una visione d'insieme sui fronti della previsione, della prevenzione e della pianificazione, ma anche per migliorare conoscenze e capacità per la gestione delle emergenze il recupero e la rigenerazione post-evento. Il ciclo di gestione dei disastri, proposto dalle Nazioni Unite, costituisce il principale riferimento metodologico per questo fine anche perché consente di dare un significato operativo al termine resilienza territoriale, non solo in termini reattivi, ma anche e soprattutto in termini pro-attivi, come capacità di anticipazione e di azione contestualizzata e di adattamento per fronteggiare i cambiamenti.

Temi centrali della resilienza territoriale sono anche la protezione e il ripristino di ecosistemi e l'uso razionale delle risorse naturali e, in particolare, di quelle idriche. Sicurezza degli approvvigionamenti e gestione sostenibile delle risorse idriche lungo l'intero ciclo richiedono di agire sulla governance del servizio idrico integrato e sul miglioramento della qualità ambientale delle acque interne e marittime.

Il tema della resilienza territoriale è dunque fortemente interdisciplinare e richiede l'adozione di un approccio olistico capace di mettere a sistema aspetti tecnico-scientifici, gestionali, amministrativi e di governance per tutelare i valori ambientali, socio-economici, storico-culturali e, ove possibile, valorizzarli. In ultima analisi per prevenire, anticipare e fronteggiare le crisi, è necessario combinare in modo sinergico le più avanzate conoscenze scientifiche di diversi settori con quelle derivanti dalle lezioni apprese dalle esperienze passate, analizzate e interpretate secondo una molteplicità di punti di vista.

Il WP R è composto da 2 Tasks: TR1, TR2.

TR1 - TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA E RIQUALIFICAZIONE DELL'AMBIENTE COSTRUITO

Questo task concorre al raggiungimento degli obiettivi PNRR: M1c3; M2c3 e M2c4.

Il Task TR1 si pone come obiettivo la sicurezza e la riqualificazione del territorio. Affronta in modo interdisciplinare e integrato i problemi della mitigazione dei rischi idrogeologici, della riduzione della vulnerabilità sismica del costruito, dell'eliminazione dell'inquinamento delle acque e del terreno e dell'uso razionale delle risorse idriche (TR1.1). La ricerca punta a rendere più efficienti e resilienti le infrastrutture e i sistemi territoriali in aree a rischio, e intende contribuire, anche attraverso l'innovazione tecnologica, a ridurre le perdite delle reti di acqua potabile e a rendere più efficace la depurazione delle acque reflue scaricate nelle acque marine e interne. Ulteriore obiettivo è definire approcci integrati per una razionale riqualificazione degli insediamenti urbani e produttivi seguendo un approccio capace di coniugare in modo contestualizzato gli aspetti tecnico-progettuali con quelli realizzativi, socio-economici, storico-culturali e identitari (TR1.2). Per entrambe questi obiettivi tecniche di analisi, rilievo, monitoraggio e mappatura del territorio e del costruito costituiscono la base di conoscenza fondamentale per lo studio e la definizione di strategie di intervento ai vari livelli di scala. Il ciclo di gestione dei disastri introdotto dalle Nazioni Unite funge da schema concettuale di riferimento per collegare e interpretare le varie azioni come parti concorrenti del un processo continuo di gestione e governance finalizzato allo sviluppo sostenibile. Questo attraverso la riduzione dei rischi, il miglioramento della resilienza e della qualità della vita, la tutela ambientale, la corretta gestione delle risorse, la valorizzazione dei valori paesaggistici, naturalistici, storico-culturali e identitari del territorio.

Nel seguito si illustrano più nel dettaglio i Sub-tasks del Task TR1.

TR1.1 - Resilienza delle infrastrutture e dei sistemi territoriali in aree a rischio (RESTERseed)

Le calamità naturali che hanno ripetutamente colpito il nostro Paese, dai terremoti agli eventi indotti anche dai cambiamenti climatici, come frane, alluvioni, mareggiate hanno provocato enormi danni, aggravati dalla vulnerabilità delle infrastrutture territoriali, dall'abbandono o dall'uso improprio di alcuni territori e dal dissesto idrogeologico. Sia il Next Generation EU che il Piano nazionale di ripresa e resilienza evidenziano la pressante esigenza di migliorare la resilienza delle infrastrutture e dei sistemi territoriali agendo sulla prevenzione e sulle attività di monitoraggio oltre che sull'incremento della capacità di risposta di protezione civile e in situazione di crisi. All'esigenza di difesa delle persone e del costruito si aggiunge la tutela dell'ambiente e delle risorse, in particolare quelle idriche, in particolare dall'inquinamento, puntando ad un loro uso sempre più attento e razionale. Le azioni volte ad accrescere la resilienza richiedono una pianificazione mirata e una gestione oculata del processo tecnico-amministrativo collegato agli interventi coerente con il contesto legislativo e regolamentare in cui si opera. Per accrescere la resilienza territoriale è dunque necessario abbracciare l'intero processo di gestione dei disastri puntando ad affrontare, con una stessa visione d'insieme e con un approccio intersettoriale e interdisciplinare, diverse problematiche sinora trattate in modo settoriale.

Il progetto RESTERseed intende rispondere alle esigenze sopra evidenziate ponendo in atto un'attività di ricerca interdisciplinare volta alla definizione di un approccio metodologico integrato per l'analisi della resilienza dei sistemi e delle infrastrutture territoriali critiche in aree soggette ad una pluralità di rischi naturali. Nello specifico, si prevede lo sviluppo dell'approccio metodologico con riferimento ai fenomeni avversi legati al rischio sismico, idrogeologico e alla tutela delle risorse idriche dall'inquinamento.

Per affrontare il tema della resilienza in modo organico, l'approccio sarà basato sul ciclo di gestione dei disastri e seguirà un'ottica sistemica science-based. Questo non solo con riferimento alla fase di risposta e ripristino post-evento ma anche e soprattutto in termini proattivi di prevenzione e mitigazione del rischio prima del manifestarsi del, o degli, eventi avversi attesi futuri. L'attenzione sarà rivolta principalmente alle strutture, infrastrutture e sistemi territoriali strategici (quali ad esempio: ponti, ospedali, municipi, scuole, opere idrauliche, ecc.) alle aree di interesse economico o ambientale (spiagge, fiumi, parchi, insediamenti urbani e produttivi, aree e beni di interesse culturale, ecc.) tenendo conto anche delle implicazioni in termini di gestione delle emergenze e delle crisi legate a disservizi indotti da eventi calamitosi o a particolari usi del suolo e delle risorse (irrigazione, deforestazione, ecc.).

Il progetto è funzionale agli obiettivi 6, 9, 11 e 13 dell'Agenda ONU 2030 e ai target del Sendai Framework sulla Riduzione dei rischi di disastro delle Nazioni Unite, trova inoltre diretto collegamento con la missione per la transizione ecologica del PNRR e con l'approccio alla sicurezza intersettoriale della Cattedra UNESCO UniUD.

Il progetto è strutturato in modo modulare estendibile ed è organizzato in linee di ricerca. Allo stato iniziale l'attività di ricerca si sviluppa su tre linee d'azione interconnesse, due finalizzate a specifici rischi ed una trasversale e di completamento e/o supporto alle prime due:

- 1) Infrastrutture e strutture strategiche
- 2) Cambiamenti climatici e dissesto idraulico e geologico
- 3) Disaster management, clean water, indagini e rilievi.

Azioni linea 1: Infrastrutture e strutture strategiche

1.1 Vulnerabilità sismica di strutture e infrastrutture

Sviluppo di una metodologia analitico-sperimentale per la valutazione della vulnerabilità sismica di infrastrutture e di strutture sentinella mediante un approccio integrato di analisi dei materiali, identificazione strutturale e caratterizzazione del sito. Finalità: identificazione delle priorità di intervento migliorativo e stima rapida, automatizzabile, degli impatti del sisma a scala territoriale. Le stime di vulnerabilità si baseranno su approcci di analisi limite e modelli strutturali con pochi gradi di libertà, considerando anche le caratteristiche del sito.

1.2 Resilienza delle reti varie

L'attività di ricerca si inserisce nell'ambito della pianificazione, costruzione e manutenzione delle infrastrutture

viarie, con particolare riguardo alle reti stradali e ferroviarie. Saranno sviluppate metodologie avanzate di gestione strategica delle infrastrutture di trasporto, anche basate su tecniche di intelligenza artificiale e simulazione in realtà virtuale, per l'analisi e l'ottimizzazione della resilienza delle reti viarie rispetto ad eventi catastrofici (sismi, inondazioni, frane).

Azioni Linea 2: Cambiamenti climatici e dissesto idraulico e geologico

2.1 Vulnerabilità delle spiagge e dei sistemi lagunari

L'ambiente costiero e quello lagunare sono soggetti a continue mutazioni morfologiche indotte dall'azione combinata delle maree, del moto ondoso e delle onde generate dai natanti. Questi fenomeni incidono sulla morfologia delle coste perché inducono una mobilitazione dei sedimenti costituenti le spiagge, fenomeno particolarmente sensibile in prossimità di foci fluviali. Qualcosa di simile succede anche nei sistemi lagunari, dove la situazione è aggravata dal livello di inquinamento intrappolato all'interno degli stessi. Il danno economico e ambientale in tutti i casi è notevole. La linea di ricerca propone di sviluppare una metodologia innovativa per lo studio e la mitigazione degli effetti negativi relativi a queste problematiche.

2.2 Cambiamenti climatici e vulnerabilità idrogeologica

La progettazione resiliente delle opere di difesa da dissesto idrogeologico necessita dell'analisi di serie meteo e idrogeologiche per la quantificazione dei cambiamenti in atto. La ricerca mira ad implementare una metodologia per l'individuazione di significativi trend nelle serie storiche in esame. Si procederà con la raccolta dei dati, provenienti sia da banche-dati esistenti che da misure in situ. Infine, si valuteranno i cambiamenti in atto su processi specifici, per esempio relativi al bilancio idrogeologico degli acquiferi, in aree ad elevato interesse per l'approvvigionamento idrico.

Azioni Linea 3: Disaster management, clean water, indagini e rilievi

3.1 Safety and Disaster management

L'attività di ricerca, collegata alla Cattedra UNESCO, mira a definire un framework concettuale legato alle varie fasi del ciclo di gestione dei disastri (prevention and prevention, preparedness, response, recovery) e al concetto di sicurezza intersettoriale. Particolare attenzione sarà data al collegamento tra le fasi pre e post evento, sia per migliorare i sistemi di risposta rapida di protezione civile già in fase di preparedness, sia per definire le priorità d'intervento in fase preventiva tenendo conto anche degli aspetti di safety&crisis management, governance e continuità dei servizi.

3.2 Clean water

Le attività di ricerca si inseriscono nell'ambito della sostenibilità ed innovazione del Ciclo Idrico Integrato, come oggetto e strumento di gestione del patrimonio idrico dei territori. L'obiettivo è quello di sperimentare e fornire strumenti tecnico-scientifici e gestionali moderni, per la prevenzione e riduzione dei rischi legati all'utilizzo della risorsa acqua e per la mitigazione degli impatti di reti e impianti sull'ambiente, al fine di migliorare la resilienza dei sistemi idrici.

3.3 Telerilevamento e GIS

Le tecniche geomatiche moderne e gli strumenti informatici per il trattamento dei dati georiferiti, danno supporto alle attività di analisi e modellazione dei problemi ambientali, e sono da sostegno alle decisioni nella pianificazione e nell'emergenza. L'obiettivo è quello di affinare procedure di analisi e sistemi semi-automatici di rilievo geometrico dell'ambiente e del costruito, tramite immagini multi-banda e Lidar, Intelligenza Artificiale, riprese da terra, satellite, UAV e robot, per la change detection e il monitoraggio di opere e di aree a rischio, anche in quasi-real-time.

3.4 Indagini geofisico-geologiche

L'attività riguarderà la messa a punto di tecniche di indagine geofisica con particolare riferimento alla caratterizzazione rapida dei siti, delle strutture e infrastrutture per fini di protezione civile. Per lo svolgimento delle attività verrà utilizzata la strumentazione in dotazione al Laboratorio di sismologia applicata e tecniche avanzate di analisi dei segnali acquisiti. A queste si aggiungono indagini sismotettoniche e paleosismologiche funzionali alla definizione della pericolosità e risposta sismica locale.

TR1.2 – Metodi e strumenti per interventi integrati di riqualificazione e riconversione di insediamenti a carattere produttivo regionali ai fini del miglioramento della resilienza

Strategie di tutela, messa in sicurezza, riconversione o valorizzazione saranno proposte per siti abbandonati, in via di dismissione, oppure in fase di espansione. L'indagine sarà rivolta alle peculiarità dei sistemi insediativi e alla loro collocazione nel territorio regionale dal punto di vista edilizio, strutturale, paesaggistico e urbanistico, dell'accessibilità e dei collegamenti infrastrutturali. Nell'ambito dei metodi d'intervento integrati proposti, il miglioramento delle prestazioni statiche e sismiche delle strutture, unitamente alla riqualificazione architettonica, energetica, urbanistica e funzionale, di siti e manufatti saranno volti, da un lato, alla messa in sicurezza e al riutilizzo del costruito, anche al fine di evitare nuovo rischio di dispersione e di consumo del suolo, dall'altro al prendersi cura dei territori in senso più ampio, promuovendo la sostenibilità degli interventi e lo sviluppo di un'economia circolare, e l'interazione con le comunità e le amministrazioni locali.

La ricerca rivolgerà la propria attenzione a precedenti paradigmatiche esperienze di riqualificazione, riconversione o programmata dismissione e rinaturalizzazione di singoli edifici, ma soprattutto di siti in funzione della qualità architettonica, strutturale, tecnologica e urbanistica dei manufatti e insediamenti e delle loro condizioni di sicurezza, che possano costituire esempio per nuove proposte applicate a casi studio selezionati.

Il progetto si avvarrà dell'integrazione tra diverse competenze e discipline che spaziano dall'indagine storica, al rilievo geometrico e dei materiali e del degrado, alle analisi e verifiche delle strutture e alla proposizione di interventi di progettazione ingegneristica, architettonica e urbanistica e di riabilitazione a carattere innovativo e bassa invasività, alla valutazione e riqualificazione energetica, all'interconnessione con infrastrutture e territorio, allo studio impiantistico e al miglioramento dell'accessibilità dei beni, degli spazi e dei servizi.

L'attività di ricerca si svilupperà secondo 5 linee d'azione.

Azioni linea 1: Indagini storiche, rilievo, analisi

1.1 Analisi storica dei "casi studio" selezionati per il progetto

Per siti di riconosciuto pregio, l'indagine storica metterà in luce le caratteristiche per definire il quadro di riferimento per gli interventi. Per siti in via di espansione o nuova costruzione la valutazione eserciterà una funzione di attenzione verso il patrimonio e coerenza rispetto alla tradizione dei luoghi. In base all'analisi storica dei 'casi' selezionati verranno definiti i nuovi paradigmi del progetto.

1.2 Rilievo dei manufatti e comunicazione avanzata

È prevista un'attività di rilevamento dei beni architettonici utilizzando tecnologie avanzate. Obiettivo sarà la modellazione geometrica delle unità indagate anche impiegando procedure di BIM atte a migliorare la conoscenza dei manufatti in rapporto al contesto e al progetto. Verranno sperimentate nuove modalità di comunicazione della ricerca attraverso periferiche interattive anche con finalità divulgativa.

1.3 Analisi delle potenzialità

Si procederà all'acquisizione ed elaborazione di dati su tipologie, tecniche costruttive e materiali, dello stato di degrado e delle criticità a supporto dell'analisi di edifici industriali selezionati per l'individuazione di scenari di intervento sostenibili di riqualificazione o di demolizione controllata.

Azioni linea 2: Nuove prospettive per territori e città

2.1 Modelli operativi

Si svolgerà lo studio di modelli operativi di gestione del territorio orientati a nuovi paradigmi e prospettive socio-economiche. La forma degli insediamenti e la loro distribuzione e relazione sul territorio sono al centro di una nuova riflessione sui modi di vivere la città. L'attuale discontinuità di sistema necessita di risposte che dovranno farsi carico di nuovi paradigmi energetici, culturali ed epocali.

2.2 Una nuova forma urbana

La ricerca sulla forma urbana è movente significativo. Il Transit Oriented Development potrebbe orientare verso un ridisegno pedonale e delle funzioni urbane in rapporto con i trasporti ad uso pubblico. Con la crisi lunga degli ultimi decenni, ciò porta alla necessità di ridisegno della città per quartieri o borghi, con le loro centralità e di ridisegno delle aree urbane regionali policentriche.

Azioni linea 3: Recupero e progettazione di aree e di manufatti

3.1 Centrali idroelettriche

Le centrali idroelettriche storiche spesso oggi hanno perso le funzioni originarie e risultano in stato di abbandono. Si intende riportare a rete i singoli episodi al territorio che li contiene, secondo modalità che tendano ad annullare gli effetti negativi derivanti dall'abbandono, proponendo metodologie per interventi di recupero.

3.2 Edifici di archeologia industriale

Il progetto si prefigge di affrontare il tema dell'archeologia industriale in cui si inserisce la testimonianza dell'ex complesso dell'Amideria Chiozza. Ci si occuperà della sperimentazione e ricerca su temi inerenti storia, rilievo, destinazione d'uso, adeguamento strutturale e impiantistico e, alla scala territoriale, dell'acqua come risorsa che governa l'assetto della produzione industriale del territorio.

3.3 Rigenerazione aree produttive ecologicamente attrezzate

La sperimentazione ha evidenziato l'urgenza di utilizzare la materia verde al fine di proporre modelli per la rigenerazione dei paesaggi industriali, con attenzione alla sostenibilità ambientale e alla valorizzazione del patrimonio e della sua fruizione.

3.4 Nuove urbanità/paesaggi proiettivi

Obiettivo della ricerca sarà porre criticamente l'analisi delle nuove possibili urbanità a confronto con la visione di paesaggi proiettivi. L'attività di ricerca sarà caratterizzata da un approccio di design by research, teso a estendere l'efficacia dei fatti capaci di rendere trasmissibili i processi e gli effetti spaziali, e le qualità intrinseche del progetto di architettura per la città futura.

3.5 Accessibilità ambientale

In contesti di recupero e progettazione di aree e manufatti l'attenzione all'accessibilità ambientale come requisito funzionale per una progettazione inclusiva. L'impegno sarà indagare lo stato dell'arte in esperienze significative di ricerca per individuare linee avanzate di indirizzo per l'apporto di strategie inclusive e di validazione degli indirizzi di sperimentazione.

3.6 Riconoscibilità, monitoraggio e valutazioni

La ricerca si occuperà di riconoscibilità tra insediamenti e infrastrutture, monitoraggio delle opportunità insediative e valutazioni pertinenti il miglior utilizzo di energie rinnovabili.

Azioni linea 4: Riabilitazione strutturale

4.1 Rilievo geometrico

Per acquisire la geometria delle strutture esistenti, si utilizzerà il rilevamento geomatico per la modellazione 3D, producendo anche modelli HBIM. Si intende ottimizzare il rilevamento geometrico e le procedure per passare dalle nuvole di punti a modelli per l'analisi strutturale.

4.2 Rilievo materiali

Un'adeguata conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali di edifici esistenti si ottiene attraverso prove distruttive e non. Si propone uno studio sull'affidabilità di tali prove per il c.a. e una procedura per la scelta del

numero di prove da eseguire.

4.3 Analisi delle strutture

Per valutare la capacità di resistere alle azioni agenti di un edificio esistente, si intende implementare analisi avanzate non lineari, sia statiche che dinamiche.

4.4 Interventi di riabilitazione strutturale

Gli interventi di riabilitazione strutturale saranno di tipo innovativo, a bassa invasività e volti ad incrementare la resilienza delle strutture. Si valuterà anche l'utilizzo di materiali di scarto ad integrazione dei materiali tradizionali, in un'ottica di sostenibilità ambientale.

Azioni linea 5: Riabilitazione energetica

5.1 Efficientamento energetico

Si valuteranno interventi sull'involucro e sugli impianti con l'obiettivo di una maggiore efficienza energetica dal sistema singolo edificio-impianto al sistema multi-edificio, in configurazioni sinergiche con la disponibilità/richiesta di energia termica per applicazioni contigue.

5.2 Risanamento radon

Tra gli interventi di riqualificazione sarà affrontata la tematica di risanamento radon che contribuirà al carattere interdisciplinare del progetto.

TR2 – TECNICHE DI ANALISI ED ELABORAZIONE DATI PER LA RESILIENZA TERRITORIALE

Questo task concorre al raggiungimento degli obiettivi PNRR: M2c2 e M2c4.

Sistemi di monitoraggio, algoritmi di analisi, modellazione e previsione assumono un ruolo sempre più importante. Soluzioni avanzate che fanno leva su sensoristica di nuova generazione, reti di acquisizione dati e sistemi automatici di elaborazione ed interpretazione dei dati, per identificare tempestivamente i possibili rischi e i relativi impatti sui sistemi (naturali e di infrastrutture), costituiscono oggi strumenti fondamentali per l'early warning e per rafforzare la capacità previsionale degli effetti del cambiamento climatico, oltre che per ottimizzare la gestione delle risorse e definire in modo contestualizzato le risposte o strategie di gestione ottimali nel breve, medio e lungo termine.

L'utilizzo di dati reali risulta quindi fondamentale sia per la definizione di modelli che rappresentino fedelmente le dinamiche ambientali e territoriali, sia per il monitoraggio dei medesimi sistemi ambientali e territoriali. Il Task TR2 sarà dedicato allo sviluppo di tecniche innovative di raccolta e analisi dei dati. Più in particolare, il Sub-task TR2.2 analizzerà gli aspetti relativi alla realizzazione e alla gestione di una flotta di piattaforme semi-autonome, sia aeree che marine, per l'acquisizione, l'elaborazione e la pubblicazione di dati relativi alle condizioni delle acque, dell'aria e delle comunità biologiche. Il Sub-task TR2.1, invece, avrà per oggetto l'ottimizzazione di strategie di condivisione di risorse, utilizzando dati reali per la verifica, a posteriori, della validità dei risultati ottenuti.

Nel seguito si illustrano più nel dettaglio i Sub-tasks del Task TR2.

TR2.1 - Ottimizzazione di strategie di condivisione delle risorse nell'ambito delle smart cities

Il termine "smart city" (ovvero "città intelligente") è usato per riferirsi alle strategie di pianificazione urbanistica correlate all'innovazione e in particolare alle opportunità offerte dalle nuove tecnologie della comunicazione per migliorare la qualità della vita dei cittadini. Il concetto di città intelligente sottintende l'idea che, soprattutto grazie alle nuove tecnologie, le infrastrutture materiali e immateriali di una città siano progettate (o ri-progettate) in relazione al capitale umano, intellettuale e sociale di chi la vive. Va da sé che questo approccio ha come obiettivo non solo la riduzione del consumo di risorse (energia, materie prime, suolo, sottosuolo, acqua, aria) ma anche un'ottimizzazione degli aspetti legati all'inclusività, alla fruizione delle infrastrutture da parte di tutti e alla resilienza delle città stesse.

Come menzionato sopra, uno degli aspetti che rende intelligente una città è l'uso condiviso delle risorse.

Tipicamente la condivisione avviene con regole e strategie dettate dalla ragionevolezza, quali ad esempio evitare il monopolio di una risorsa condivisa da parte di un solo utente, cercare di limitare i tempi morti in cui una risorsa, ancorché disponibile, non viene utilizzata, dare priorità nell'assegnazione a utenti che hanno più necessità o evitare di assegnare una risorsa con eccessivo ritardo. L'ottimizzazione di queste strategie permette, in generale, un uso più efficiente delle risorse, con evidenti vantaggi dal punto di vista economico, ambientale e sociale. Se si considerano, poi, gli scenari che si possono presentare nelle situazioni di emergenza, un uso ragionato delle risorse condivise diventa cruciale anche per limitare i danni e, nei casi più estremi, per la salute e la vita delle persone. Si pensi, ad esempio, ai mezzi di soccorso dei Vigili di Fuoco o della Protezione Civile. Spesso, in caso di calamità naturali, l'intervento di questi mezzi è richiesto, quasi contemporaneamente, in più punti. Una strategia di assegnazione che tenesse conto anche, ad esempio, della gravità della singola richiesta o la distanza dei luoghi di intervento dal deposito dei mezzi, permetterebbe di ridurre i danni causati da una mancata assegnazione.

L'obiettivo del progetto è quello di studiare sia dal punto di vista analitico che da quello algoritmico, metodologie che ottimizzino le strategie di condivisione. Questo obiettivo si concretizzerà in tre azioni principali, due delle quali proseguiranno con lo studio di scenari che si presentano in condizioni normali e che sono già oggetto di studio del gruppo di "Sistemi dinamici e Sistemi distribuiti" del DPIA, in particolare il car pooling, ovvero la condivisione di auto private, e l'admission control, ovvero la gestione delle priorità di accesso a risorse condivise. La terza azione consisterà nell'analisi delle problematiche di immagazzinamento e distribuzione di risorse specifiche per le situazioni di emergenza, quali ad esempio i già citati mezzi di soccorso.

Azione 1. Studio e ottimizzazione di strategie per la condivisione di auto private.

Nel caso del car pooling, un miglioramento del sistema di condivisione potrebbe venire dall'analisi di dati disponibili presso soggetti pubblici (ed eventualmente privati) volta sia alla promozione di questa modalità di spostamento sia alla valutazione della percentuale di potenziale riduzione del traffico. In tal senso una componente significativa dell'analisi potrebbe riguardare i flussi a periodicità giornaliera (tipo casa/scuola o casa/lavoro). Come risultato

collaterale, si prevede di ottenere indicazioni utili alla pianificazione scolastica sia in termini di ottimizzazione degli orari di ingresso e uscita sia in termini di occupazione dei plessi scolastici.

Nello specifico, sarà definito anche un protocollo per rendere anonimi i dati in modo da rispettare le normative sulla riservatezza che deve essere garantita quando si elaborano dati sensibili in ambienti esterni alle organizzazioni che ne sono titolari. Rendendo questo processo reversibile, si potrà permettere, pur nella salvaguardia della riservatezza, alle organizzazioni titolari dei dati di recuperare le identità dei soggetti interessati per fornire il servizio. L'attività sarà svolta in sinergia con quella di sviluppo delle applicazioni del progetto *Digit@mo* con lo scopo di fornire ai cittadini una modalità semplice di fruizione del servizio.

Azione 2. Studio e ottimizzazione di strategie per la gestione delle priorità.

Nel caso dell'*admission control*, il punto di partenza saranno alcuni recenti risultati all'ottenimento dei quali hanno collaborato anche i membri del gruppo di "Sistemi dinamici e Sistemi distribuiti" del DPIA. Per ora questi risultati riguardano gli aspetti di modellazione del problema nelle varie casistiche e lo studio, principalmente analitico, dell'esistenza di soluzioni e della stabilità degli algoritmi che le implementano. I risultati teorici hanno trovato riscontro con dati forniti da simulazioni numeriche. L'obiettivo della Azione 2 è quello di utilizzare dati sperimentali per confermare, e possibilmente estendere e migliorare, i risultati teorici valutando anche le conseguenze in situazioni reali.

Azione 3. Studio e ottimizzazione della gestione di risorse condivise in situazioni di emergenza.

Un'estensione dei risultati delle due azioni descritte sopra consiste nel definire strategie di assegnazione di risorse condivise in situazioni di emergenza. La terza azione del progetto consisterà nello studio, analitico in una prima fase e numerico in una seconda fase, delle proprietà di stabilità e di robustezza delle strategie definite e nella loro ottimizzazione. Nel caso si possano avere a disposizione dati reali, anche per questa terza azione si possono prevedere studi incrociati per validare i modelli teorici.

TR2.2 - A-MARE (Autonomous - Monitoring, Analysis, REsilience)

I cambiamenti globali (es. Innalzamento del livello del mare, cambiamento climatico, invasione biologica) stanno alterando rapidamente gli ecosistemi marini e costieri a velocità senza precedenti, provocando cambiamenti di biodiversità che causano alterazioni sul funzionamento e sui servizi forniti dall'intero sistema costiero. Approcci interdisciplinari possono fornire nuove informazioni sui processi che guidano tali cambiamenti e gli effetti delle loro interazioni con le comunità biologiche alle diverse scale ecologiche, fornendo nuovi strumenti per la comprensione e la gestione di scenari futuri. Per questo motivo, lo sviluppo di reti di monitoraggio autonome o semi-autonome che agiscano sul lungo periodo saranno fondamentali per affrontare le principali sfide ambientali presenti e future (ad esempio presentate nelle politiche comunitarie HORIZON cluster 6, PNR Articolazione 2- Monitoraggio dei sistemi naturali). Per affrontare queste sfide, il progetto promuoverà iniziative interdipartimentali che condividono piattaforme marine/superficiali/subacquee/aeree con sistemi di rilevamento dei parametri chimico fisici ed ottici. La principale infrastruttura marittima è costituita da una barca a vela laboratorio, UNIUD Sailing Lab, che sarà dotata di strumenti sviluppati per l'acquisizione e l'analisi dei dati di superficie, acqua e aria. Tale nave sarà l'attore di riferimento della flotta autonoma di droni e del data hub. Per il progetto e la realizzazione dei droni ci si avvarrà anche delle competenze del laboratorio AEROUD.

L'infrastruttura raccoglierà dati riguardanti parametri abiotici e biotici utili alla modellizzazione dello stato degli ecosistemi e gli scenari futuri. In particolare, verranno utilizzati strumenti di telerilevamento per raccogliere:

- i. variabili ambientali, quali temperatura, ossigeno, salinità, pH, CO₂ e nutrienti; in tale ambito si prevede una interazione con TE1.1 relativo alla cattura di CO₂ in ambiente salino;
- ii. lo stato delle comunità biologiche, con particolare riguardo ai produttori primari. Il monitoraggio delle comunità vegetali (es. piante superiori e alghe) sarà effettuato mediante sensori visivi (es. Immagini iperspettrali, dati LIDAR);
- iii. robot autonomi/semiautonomi per raccogliere campioni biologici in aree difficilmente raggiungibili (es. acque profonde).

Tali droni, insieme al campionamento programmato sul campo, permetteranno l'acquisizione di dati e bioindicatori che consentiranno di valutare la qualità dell'acqua e la biodiversità. I dati raccolti vogliono rappresentare la base per la comprensione dell'evoluzione dell'ecosistema nel tempo implementando strumenti di modellizzazione.

Di seguito si riportano alcune applicazioni rilevanti di queste reti di rilevamento che riguardano cruciali ecosistemi costieri marini e di transizione verso la terraferma:

· ECOSISTEMA 1: Le praterie di fanerogame marine sono fondamentali ecosistemi di acque marine / salmastre che ospitano un'elevata biodiversità minacciata da inquinamento dell'acqua, erosione dei sedimenti, innalzamento del livello del mare e cambiamenti nei parametri dell'acqua (temperatura, pH, nutrienti)

Applicazione: mappatura autonoma delle praterie di fanerogame, monitoraggio dei flussi di carbonio per la valutazione sink di blue carbon, monitoraggio della biodiversità, raccolta di campioni biologici a distanza anche per la caratterizzazione genetica di popolazioni e utilizzo di tecniche di analisi di DNA ambientale.

· ECOSISTEMA 2: Le barene sono ecosistemi lagunari di grande fragilità ecologica, particolarmente soggetti a contrazioni costiere, legate all'innalzamento del livello del mare

Applicazione: mappatura autonoma della vegetazione, monitoraggio dei flussi di carbonio per la valutazione del sink di carbonio, monitoraggio della biodiversità, comprensione dello stress da sommersione sulle comunità vegetali

· ECOSISTEMA 3: Sistemi dunali costieri, sistemi molto dinamici legati a fattori naturali (mareggiate, vento) particolarmente soggetti a modificazioni indotte dall'uomo. Queste comunità biologiche sono particolarmente sensibili all'invasione biologica che sta alterando la biodiversità e il funzionamento dell'ecosistema.

Applicazione: mappatura autonoma della vegetazione, monitoraggio dell'invasione biologica, monitoraggio della

biodiversità, monitoraggio delle dinamiche geomorfologiche.

WP D – DISSEMINAZIONE E TRASFERIMENTO CONOSCENZE

Il WP D intende costituire una sorta di collettore dei risultati della ricerca finalizzato alla loro disseminazione e trasferimento delle conoscenze come parte del progetto complessivo. L'obiettivo è di affiancare alla fisiologica frammentazione dei singoli risultati, associata alla pubblicazione dei vari risultati nei vari singoli settori scientifico disciplinari coinvolti, una presentazione organica degli stessi nell'ambito del progetto complessivo. Ciò al fine di dare evidenza, soprattutto in una logica di trasferimento delle conoscenze, della natura trasversale delle tematiche affrontate dal progetto e al centro delle sfide poste dall'Agenda ONU 2030 e dai Recovery plans.

Il WP D è composto da un solo Task.

TD.1 - ATTIVITÀ DI DISSEMINAZIONE, PUBBLICAZIONI E CONVEGNI

Il Task intende promuovere una disseminazione dei risultati di ricerca del progetto nell'ambito di della cornice comune del progetto ESPerT. Verranno monitorate tutte le pubblicazioni prodotte nell'ambito delle attività del progetto ESPerT. Obiettivo del Task è quello di mettere in evidenza l'importanza dell'adozione di un approccio interdisciplinare convergente nell'affrontare tematiche trasversali emergenti e di forte impatto socio-economico. I risultati del progetto saranno oggetto di presentazione in iniziative di divulgazione (convegni e workshop) finalizzate anche al trasferimento delle conoscenze a specifici stakeholders e al territorio.

Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- RICERCA -- Progetto: sviluppo di un gassificatore standardizzato per biomasse di scarto di ogni tipo, come componente di un sistema termico solare per la sostituzione dei carburanti fossili

Tipo Progetto: DIPARTIMENTALE

Area Intervento: RIC - Azioni e obiettivi di ricerca su aree specialistiche di presidio dipartimentale

Conclusione progetto: 31/12/2023

Obiettivi:

A questo progetto partecipano **3** ricercatori equivalenti.

Il progetto proposto si inserisce perfettamente all'interno della seconda Missione del PNRR, denominata Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica. Tale tematica si occupa dei grandi temi dell'agricoltura sostenibile, dell'economia circolare, della transizione energetica, della mobilità sostenibile, dell'efficienza energetica degli edifici, delle risorse idriche e dell'inquinamento, al fine di migliorare la sostenibilità del sistema economico e assicurare una transizione equa e inclusiva verso una società a impatto ambientale pari a zero. Inoltre vi è la possibilità di applicazioni pratiche nell'ambito del PNRR per sostituire carburanti fossili in modo economico con fonti di energia termica locali.

Si propone infatti la realizzazione di un sistema prototipo che potrà consentire la fornitura di energia elettrica ed energia termica durante tutto l'anno e durante tutta la giornata utilizzando unicamente fonti di energie rinnovabili locali e permettendo l'affrancamento dai combustibili fossili a costi potenzialmente competitivi rispetto ai sistemi tradizionali. Il sistema proposto è costituito da uno Specchio Lineare, e da un nuovo gassificatore, capace di trasformare qualsiasi tipo di biomassa.

Negli scorsi anni, all'Università di Udine è stato sviluppato lo Specchio Lineare, un nuovo sistema di concentrazione della radiazione solare. Le superfici riflettenti dello Specchio Lineare, muovendosi in concomitanza, permettono di ottenere un'alta efficienza di sfruttamento dell'energia del Sole, anche alle latitudini più nordiche, e di fornire acqua (aria) a una temperatura superiore ai 100 (200) °C anche nei periodi

invernali. Caratteristica dello Specchio Lineare è di proiettare la sua luce concentrata sempre sullo stesso punto focale, raggiungendo un potere termico di 8kW, e rivelandosi così capace di sostituire circa 1000 l di gasolio all'anno.

Insieme allo Specchio, si è anche introdotto un metodo per lo sfruttamento dell'energia solare termica per essiccare e torrefare biomasse di scarto [1]. È possibile infatti utilizzare lo Specchio Lineare in abbinamento ad uno scambiatore di calore solar-water per produrre acqua calda fino alla temperatura di 100 gradi. Oppure con uno scambiatore di calore solar-air, che fornisce aria calda fino alla temperatura di 200 gradi.

Il passo successivo per la realizzazione della filiera proposta in questo progetto, è la creazione di un gassificatore che possa trasformare le biomasse di scarto.

Il gassificatore

La gassificazione permette di convertire materiale ricco di carbonio, come il carbone o le biomasse, in monossido di carbonio, idrogeno e altre sostanze gassose.

Il processo di gassificazione fu originariamente sviluppato nell'Ottocento per produrre gas illuminante per l'illuminazione pubblica e per cucinare. Il gas naturale e l'elettricità rimpiazzarono successivamente il gas di città per queste applicazioni, ma il processo di gassificazione è stato utilizzato per la produzione di prodotti chimici sintetici e di combustibili fin dagli anni venti del Novecento. I generatori a gas di legna, furono utilizzati per fornire energia ai veicoli a motore in Europa durante lo scarseggiare dei combustibili nel periodo della seconda guerra mondiale [2].

Il processo di degradazione termica avviene a temperature elevate (superiori a 700-800 °C), in presenza di una percentuale sotto-stoichiometrica di un agente ossidante, tipicamente aria (ossigeno) o vapore. La miscela gassosa risultante costituisce quello che viene definito gas di sintesi (syngas) e rappresenta essa stessa un combustibile. La gassificazione è un metodo per ottenere energia da diversi tipi di materiali organici e trova anche applicazione nel trattamento termico dei rifiuti.

L'uso del processo di gassificazione per la produzione di calore presenta alcuni vantaggi rispetto alla combustione diretta, a prezzo, tuttavia, dell'introduzione di alcune complicazioni impiantistiche. Il syngas può essere bruciato direttamente in motori a combustione interna, o utilizzato per produrre metanolo o idrogeno, o convertito tramite il processo Fischer-Tropsch in combustibile sintetico. Ad oggi, tuttavia, sono assai poco numerosi gli impianti che producono combustibili sintetici da gassificazione e quelli esistenti utilizzano principalmente il carbone come materia prima. La gassificazione, infatti, può anche utilizzare materie prime altrimenti poco utili quali combustibili, come i rifiuti organici. Inoltre, il processo di gassificazione permette di togliere con le ceneri elementi altrimenti problematici per la successiva fase di combustione, quali ad esempio cloro e potassio, consentendo la conseguente produzione di un gas molto pulito.

La combustione dei combustibili fossili è attualmente ampiamente utilizzata su scala industriale per produrre energia elettrica. Però, considerato che quasi ogni tipo di materiale organico può essere utilizzato quale materia prima per la gassificazione, come il legno, la biomassa, o persino la plastica, questa può essere

una tecnologia utile nell'ambito dell'incremento del contributo fornito dall'energia rinnovabile. Al processo di gassificazione della biomassa, come agli altri processi di combustione, possono venire applicate tecnologie per la cattura e il sequestro delle emissioni di anidride carbonica.

La gassificazione può utilizzare all'incirca qualsiasi materiale organico, comprese le biomasse e i rifiuti plastici. Se si trattano biomasse, l'energia imprigionata attraverso la fotosintesi clorofilliana in tali sostanze organiche può così essere liberata o bruciando il gas di sintesi (syngas) in una camera di combustione a contatto con una caldaia per sfruttarne il calore o alimentare una turbina a vapore, o usandolo come combustibile per sistemi turbogas e motori a scoppio, o ricavandone idrogeno da usare poi in pile a combustibile per produrre elettricità.

Il syngas prodotto brucia producendo vapor d'acqua e diossido di carbonio. Alternativamente, il syngas può essere convertito in metano tramite la reazione di Sabatier, o in combustibile sintetico simile al gasolio tramite il processo Fischer-Tropsch. I componenti inorganici presenti nella materia prima di alimentazione, come i metalli e i minerali, restano "intrappolati" in una forma di cenere inerte e sicura dal punto di vista ambientale che trova uso come fertilizzante.

Trascurando la tipologia di combustibile finale prodotto, la gassificazione stessa e i successivi processi correlati non emettono né sequestrano gas serra quali il diossido di carbonio, non influenzando in tal modo il bilancio del carbonio. Ovviamente i processi di combustione del syngas o dei combustibili prodotti portano alla formazione di anidride carbonica. Ad ogni modo, la gassificazione della biomassa può avere un ruolo significativo nell'ambito dell'energia rinnovabile, in quanto la produzione di biomassa rimuove l'emissione di CO₂ in atmosfera. Anche altre tecnologie che producono biogas e biodiesel hanno un bilancio neutro del carbonio, ma la gassificazione può utilizzare una più ampia varietà di materie prime e produrre anche una più ampia varietà di combustibili, risultando un metodo estremamente efficiente per estrarre energia dalla biomassa. La gassificazione della biomassa è quindi una delle tecnologie più versatili ed economiche nell'ambito delle energie rinnovabili.

Attualmente la gassificazione delle biomasse su scala industriale è poco diffusa nel mondo (un esempio è presente nella impresa Friuli Pallet [3] di Faedis). Si tratta in generale di sistemi molto complessi e costosi che sono idonei solo per processare biomasse particolari, come per esempio polveri di legno.

Serve invece una tecnologia standard che possa applicarsi a qualsiasi tipo di biomassa (così come succede per i carburanti fossili, che vengono usati con dispositivi standardizzati, come le caldaie a gas utilizzate nelle abitazioni). Il sistema che si propone è costituito da un concentratore solare a specchi lineari per l'essiccazione/carbonizzazione di biomassa povera (già presente ma da ottimizzare per il nuovo setup), da un contenitore per la tostatura e da un gassificatore estremamente semplice ma efficace per gassificare la biomassa. Lo sviluppo di questo gassificatore è parte del progetto di ricerca.

Biomasse locali

L'idea è di sfruttare le biomasse povere disponibili in regione, di provenienza agricola: paglia e fieno, oppure marina: alghe. Circa metà della produzione agraria è cibo, l'altra metà si considera "scarto". Ma si può anche usare il verde raccolto dai Comuni, il cui costo di smaltimento è circa 100 euro per tonnellata. E le alghe raccolte sulle spiagge, che vengono smaltite ad un costo di circa 170 Euro per tonnellata. Solo a Grado si raccolgono ogni anno più di 1000 tonnellate di alghe che corrispondono a ca 250 tonnellate di materiale secco, che hanno la stessa energia di 125 tonnellate di gasolio.

Syngas

Queste biomasse – in fase di sperimentazione – verranno acquistate sui fondi del progetto. Una volta fornite in modo automatico ad un semplice gassificatore, verranno trasformate in syngas (CO e H₂). Il syngas verrà successivamente utilizzato in due modalità: 1) per riscaldare uno scambiatore di calore, attraverso il quale si riscalderà un ambiente "test" del nostro Ateneo (ovviamente si tratta di un piccolo sistema dimostrativo di circa 25 kWatt quindi un possibile locale di test potrebbero essere le stanze della ex-serra o qualunque altro locale simile indicato dalla Università) e 2) per fornire syngas e/o idrogeno a un generatore a celle a combustibile.

Una parte critica della ricerca sarà lo studio del processo di gassificazione per massimizzare il tenore di idrogeno del gas prodotto. Fattori da considerare saranno la tipologia delle biomasse, temperatura, utilizzo di additivi e catalizzatori per promuovere la gassificazione, tenore del vapore d'acqua. In questo ci si valorerà delle competenze del gruppo di energetica e di catalisi (Boaro). Si considererà inoltre il potenziale interfacciamento del gassificatore con generatori a celle combustibile. Si valuterà l'utilizzo diretto del carbone prodotto dal processo di gassificazione via Boudouard reaction o l'uso del syngas.

La filiera così realizzata, costituirà un prototipo di ricerca che potrà servire da base per un progetto di più ampio respiro, ma sarà anche un laboratorio per mostrare agli studenti della SIER (Scuola di Introduzione alle Energie Rinnovabili) alcune delle ricerche (anche sinergiche tra loro) sulla sostenibilità che sono in corso nel nostro Ateneo. Questo progetto è anche la continuazione di una collaborazione già esistente e proficua tra i partecipanti (diversi articoli pubblicati, finanziamento del bando regionale per ESOF2020,

Le attività di sperimentazione e laboratorio relative a questo progetto, saranno oggetto di discussione e di dimostrazione all'interno della Scuola di Introduzione alle Energie Rinnovabili (SIER) del nostro Ateneo.

Bibliografia

[1] H. Grassmann et al., First Results from a Solar-Biomass Hybrid System for the Production of Solar Carbon, Smart Grid and Renewable Energy 11(02):21-28. DOI:10.4236/sgre.2020.112002; (2020).

H. Grassmann et al. , Development and Test of a New Solar-Air Heat Exchanger for the Linear Mirror II System, Smart

Grid and Renewable Energy 10(05):155-164, DOI:10.4236/sgre.2019.105010 (2019).
 T.F.M. Chang et al, Transforming vegetal and animal waste flows and stocks in energy through solar 'Linear Mirror II' in "The Terawatt Challenge: what Research fo our Future?" (pp.209-220) Bardi Edizioni, Accademia Nazionale dei Lincei (2016)
 H. Grassmann, Solar Biomass Pyrolysis with the Linear Mirror II, Smart Grid and Renewable Energy 06(07):179-186 DOI:10.4236/sgre.2015.67016 (2015)
 [2] Jacques Wolff, Le gazogène à bois Imbert, Association d'Histoire et d'Archéologie de Sarre-Union (1999) [3] <http://www.friulpallet.com>

Impatto sull'organico strutturato di Dipartimento

Azioni

Azione	Conclusione
<p>Azioni e Cronoprogramma</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disegno di un gassificatore di nuova concezione, più semplice delle tecnologie attualmente utilizzate, e che possa essere utilizzato in modo standard con tutte le biomasse (entro Dicembre 2021) 2. Realizzazione di un gassificatore prototipo che permetta di misurare tutti i rilevanti parametri tecnici e fisici (i.e: profilo di temperatura nel gassificatore, monitoraggio del flusso di area primaria, composizione del gas prodotto, studio delle polveri fini) (entro Giugno 2022) 3. Analisi dei fumi e delle polveri prodotte dal gassificatore, confronto con le tecnologie esistenti (da subito fino a fine 2023). 4. Preparazione di campioni diverse di biomasse con lo specchio lineare (entro Giugno 2022) 5. Test del processo di gassificazione per le varie biomasse selezionate e preparate. Di particolare interesse sarà lo studio di quelle biomasse presenti sul territorio che – con le tecnologie esistenti – non possono essere sfruttate energeticamente, come per esempio le alghe spiaggiate (entro Dicembre 2022). 6. Massimizzazione del tenore di idrogeno del gas prodotto. Studio del potenziale interfacciamento del gassificatore con generatori a celle combustibile. (da Giugno 2022 a Dicembre 2023). 7. Valutazione dell'utilizzo diretto del carbone prodotto dal processo di gassificazione via Boudouard reaction e/o dell'uso del syngas (da Giugno 2022 a Dicembre 2023). <p>Indicatori</p> <p>Interdisciplinarietà</p> <p>Il progetto qui descritto è caratterizzato da un elevato grado di interdisciplinarietà coinvolgendo competenze di tipo fisico ed ingegneristico (progettazione e realizzazione del gassificatore e della filiera completa), nonché chimico (studio delle biomasse, analisi dei gas..).</p>	<p>31/12/2023</p>

Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- RICERCA -- Progetto: verso l'utilizzo affidabile di materiali metallici ad architettura cellulare a sostegno della sostenibilità e dell'efficienza energetica

Tipo Progetto: DIPARTIMENTALE

Area Intervento: RIC - Azioni e obiettivi di ricerca su aree specialistiche di presidio dipartimentale

Conclusione progetto: 30/04/2025

Allegato (Word/PDF): diagramma di Gantt a pagina 32.

Obiettivi:

Questa proposta progettuale è avanzata da 4 ricercatori RTDB.

Contesto ed Obiettivi

Il presente progetto ha lo scopo di sviluppare, sfruttando delle competenze relative a diversi SSD, un metodo di ottimizzazione dell'utilizzo dei materiali attraverso l'utilizzo delle tecniche di manifattura additiva. Il progetto prevede di sfruttare ed ampliare sia le competenze che gli strumenti già disponibili nei gruppi di ricerca del DPIA coinvolti. Il gruppo di lavoro coinvolto in questo progetto sarà composto da giovani ricercatori che contribuiranno in maniera equilibrata e complementare al successo di questo.

Infatti negli ultimi anni, il rapido sviluppo di tecnologie di manifattura additiva (additive manufacturing) estremamente flessibili ha permesso la concezione e realizzazione di componenti ingegneristici con proprietà senza precedenti. La tecnologia additiva consente la realizzazione di componenti estremamente complessi dal punto di vista geometrico in modo da sfruttare al massimo i processi di ottimizzazione topologica del componente stesso, anche realizzando componenti ad architettura tridimensionale cellulare periodica sub-millimetrica. Le proprietà di tali materiali sono influenzate, oltre che dalla composizione chimica e dai loro stati allotropici e morfologici, anche dalla loro geometria realizzativa; tale caratteristica permette di ottenere materiali con proprietà senza precedenti in rapporto alla loro massa volumetrica. Quest'ultima caratteristica è di fondamentale importanza per la realizzazione di prodotti ingegneristici leggeri che quindi sfruttano una quantità ridotta di risorse ed aumentano la loro sostenibilità.

Gli obiettivi del progetto, dal punto di vista scientifico, sono:

- Ottimizzazione della progettazione meccanica nell'ottica del risparmio di materiale e della ricerca di proprietà meccaniche customizzabili;
- Ottimizzazione dei trattamenti post stampa, superficiali e massivi, al fine di ottimizzare le proprietà meccanofisiche dei materiali studiati;
- Modellizzazione della risposta meccanica dei materiali prodotti;

Gli obiettivi strategici del progetto, in ambito scientifico, sono da ricondurre a:

- Incremento, per i partecipanti al progetto, dei parametri utili alla valutazione scientifica nazionale relativa ai SSD di riferimento (pubblicazioni, citazioni, H-Index);
- Possibilità di rendere competitivo l'ateneo nei SSD, nell'ambito dell'internazionalizzazione (progetti ricerca).

Il progetto avrà dei risvolti positivi anche sulle aziende operanti sul territorio grazie alla possibilità di:

- Incrementare la collaborazione università/aziende del territorio;
- collaborazione in ambito progettuale, sia a livello locale che internazionale.

Per quanto concerne la didattica gli obiettivi sono:

- far crescere competenze territoriali in ambito AM attraverso la possibilità di stesura tesi degli studenti;
- formare nuovi ricercatori, attraverso le presenti tematiche di ricerca, attraverso borse di dottorato.

Impatto sull'organico strutturato di Dipartimento

Azioni

Azione	Conclusione
<p>Descrizione del progetto</p> <p>Al fine di garantire adeguati requisiti di affidabilità e funzionalità, studi avanzati sul comportamento dei materiali a struttura cellulare sono stati tutt'altro che portati a termine, ad oggi. Il presente progetto ha proprio come intento quello di investigare a fondo il comportamento di questi materiali tramite un approccio multiscala. Avvalendosi di metodologie di investigazione che permettono di testare sperimentalmente e numericamente il materiale su diverse lunghezze di scala, sarà possibile comprendere da un nuovo punto di vista quali sono i meccanismi che rendono questi materiali unici e di conseguenza sfruttare tali apprendimenti per migliorare le loro prestazioni.</p> <p>Con riferimento al diagramma di Gantt riportato in questa sezione, il progetto è strutturato essenzialmente da una fase preliminare che prevede l'installazione e la formazione necessaria per la messa in opera delle apparecchiature</p>	30/04/2025

che verranno acquistate; necessarie per ottenere analisi sperimentali di grande valore scientifico e rafforzare il parco macchine attualmente esistente nei principali laboratori dei proponenti. In parallelo, una attenta calibrazione delle macchine di stampa 3D verrà eseguita in maniera da ottenere un'ottimizzazione dei processi produttivi che verranno esplicitati successivamente. Una volta raggiunti questi obiettivi preliminari, si potrà ritenere raggiunta la prima milestone (M1).

La fase immediatamente successiva prevede la realizzazione dei campioni necessari per le varie analisi di caratterizzazione microstrutturale e delle performance. In questa particolare attività, grande attenzione verrà data alla scelta delle famiglie di geometrie cellulari da studiare in questo progetto e dai trattamenti superficiali ai quali essi verranno sottoposti. A supporto dell'operazione di scelta delle strutture di interesse, e dunque per velocizzare questo iter, diversi prototipi verranno realizzati mediante l'utilizzo di una stampante 3D in materiale composito (es. PLA + fibra di carbonio). Questa metodologia manifatturiera verrà anche utilizzata per la realizzazione di provini in materiale composito da testare in un secondo momento. In particolare per i materiali realizzati da stampe di leghe metalliche, un processo di ottimizzazione verrà perseguito lungo gran parte del progetto relativamente all'ottimizzazione dei trattamenti superficiali. Il culmine di queste operazioni avverrà entro la fine del 9° trimestre ed in tale momento la milestone 2 (M2) potrà considerarsi raggiunta.

Una volta ottenuti i primi campioni, questi verranno caratterizzati dal punto di vista microstrutturale utilizzando tecniche avanzate di investigazione sperimentale; es. microscopio elettronico (SEM), diffrazione da retrodiffusione elettronica (EBSD), spettroscopia (EDX). Di seguito, particolare attenzione sarà dedicata ad una delle fondamentali proprietà di interesse di questi materiali, ovvero quelle inerenti all'integrità strutturale. Infatti, la resistenza statica, quella a fatica e quella a frattura verranno esaminate su diverse lunghezze di scala per cogliere i fattori fisici più influenti. A tale scopo, le macchine di prove su scala macroscopica disponibili presso i laboratori dei materiali avanzati verranno utilizzate in maniera complementare ad un nuovo strumento, che verrà acquistato, per la caratterizzazione resistenziale su scala microscopica. Per entrambe le prove a diverse lunghezze di scala, la tecnica di correlazione di immagini (DIC) verrà utilizzata per far luce sui meccanismi di deformazione osservabili durante le prove di trazione/compressione in situ. A scala microscopica, la tecnica DIC verrà applicata su immagini ottenute da microscopio SEM, mentre, su scala macroscopica, verrà impiegato il nuovo apparato di misura ottico che si intende acquistare. In parallelo, un'analisi dedicata al comportamento dinamico del materiale verrà condotta al duplice scopo di sfruttare le proprietà nascoste ottenibili e di esaminare eventuali ricadute sul danneggiamento strutturale dovute ad esempio da vibrazioni ad alta frequenza. In una seconda fase del progetto, si sfrutteranno le conoscenze acquisite per l'ideazione e ottimizzazione di nuove strutture cellulari, non solo dal punto di vista geometrico, ma anche introducendo trattamenti post-processo e ottimizzazione dei parametri del processo manifatturiero con l'intento di incrementare le caratteristiche di durabilità e funzionalità del materiale, condizionando anche le proprietà superficiali. Nella fase di ottimizzazione entreranno in gioco le tecniche di modellazione agli elementi finiti che, una volta validate relativamente alle lunghezze scala di interesse, consentiranno una rapida valutazione dei parametri di influenza e l'identificazione di configurazioni ottimizzate. L'elaborazione dei dati numerici e sperimentali consentirà il raggiungimento della milestone 3 (M3)

A cominciare dal secondo anno dall'avvio del progetto i primi risultati verranno disseminati tramite presentazioni a conferenze e workshop nazionali ed internazionali, pubblicazioni su atti di convegno e riviste ed una campagna di pubblicizzazione online. Ai fini del raggiungimento degli indicatori previsti, oltre alla disseminazione dei risultati, l'ultima parte del progetto verterà sulla sensibilizzazione delle aziende del territorio sui temi trattati e l'ideazione di proposte di progetto finanziate su scala nazionale ed europea. Le questioni relative alla disseminazione e ricadute future sul dipartimento e sul territorio concorreranno al raggiungimento dell'ultima milestone, M4.

La realizzazione e l'ottimizzazione dei materiali metallici verrà affidata al laboratorio LAMA FVG (ING-IND/16) il quale è equipaggiato con una stampante 3D in grado di realizzare manufatti in leghe metalliche d'avanguardia. La parte sperimentale che prevede test di resistenza e analisi microstrutturale del materiale e dell'effetto di trattamenti post-processo, su diverse lunghezze di scala, verrà affidata al Laboratorio dei Materiali Avanzati (ING-IND/21 e ING-IND/22). Allo scopo di ampliare il campo di applicazione di questa concezione di materiale a polimeri e compositi, ed allo stesso tempo realizzare prototipi a basso impatto economico, una stampante 3D dedicata verrà impiegata e coordinata dai gruppi di Meccatronica, Robotica e Meccanica delle Vibrazioni (ING-IND/13) e Progettazione Meccanica ed Integrità Strutturale (ING-IND/14). Per quanto riguarda le prove sperimentali atte a testare il comportamento dinamico del materiale, queste verranno eseguite avvalendosi delle capacità del gruppo afferente al Settore Scientifico Disciplinare ING-IND/13, in collaborazione con il gruppo di Tecnologia Meccanica (ING-IND/16) che ha già eseguito con successo misure modali su strutture reticolari SLM, dimostrando le loro superiori proprietà di smorzamento delle vibrazioni meccaniche. In fine, le analisi numeriche relative alla modellazione del comportamento del materiale verranno affidate al gruppo di Progettazione Meccanica (ING-IND/14).

Risulta dunque evidente che questa ricerca avrà un impatto notevole predominantemente su uno degli obiettivi dello sviluppo sostenibile: sostenibilità dei processi produttivi. Ad ogni modo le ricadute di tale proposta si potranno riscontrare anche per quanto riguarda la green economy e resilienza territoriale. Di fatto, lo sviluppo e l'utilizzo di materiali leggeri innovativi si rifletterà positivamente sul consumo delle risorse e sul rilancio dell'economia territoriale del FVG. Il FVG, in particolare la provincia di Udine, evidenzia una economia principalmente basata sull'industria manifatturiera (operanti su diversi settori: siderurgico (Danieli), biomedicale (Lima), energia (Wartsila) ecc.) dunque il progetto si pone come obiettivo anche quello di fornire conoscenze e strumenti a supporto del rilancio di questo ramo; recentemente martoriata dalle conseguenze dell'emergenza sanitaria in atto. Tutti questi aspetti rientrano tra gli obiettivi dello sviluppo sostenibile (the global goals) prefissati nell'Agenda ONU 2030: 3, 4, 7, 8, 12, 17.

Ricadute positive si avranno anche a livello dipartimentale. Relativamente alla didattica, i corsi di studio pertinenti potranno sfruttare le conoscenze dei proponenti di questo progetto per introdurre elementi innovativi all'interno di essi sia dal punto di vista teorico che pratico tramite l'utilizzo di laboratori. È importante sottolineare come lo studio di questi temi di interesse globale potrà incrementare la competitività dei gruppi di ricerca coinvolti in future

applicazioni per fondi di ricerca nazionali ed europei, ad esempio: PRIN, Horizon Europe, Marie-Curie actions ed ERC (settori: PE5_1, PE5_3, PE5_6, PE5_11, PE5_19, PE8_8, PE8_9, PE8_10, PE8_11, PE8_12).

Progetto in linea con la missione 2 e 3 del PNRR, riguardanti la rivoluzione verde e transizione ecologica e infrastrutture per una mobilità sostenibile.

Analisi e proposte per il Piano Strategico di Ateneo 2021 dell'Università di Udine -- RICERCA -- Progetto: ingegnerizzazione di superfici/superfici multifunzione/smart materials

Tipo Progetto: DIPARTIMENTALE

Area Intervento: RIC - Azioni e obiettivi di ricerca su aree specialistiche di presidio dipartimentale

Conclusione progetto: 30/04/2025

Obiettivi:

A questo progetto partecipano **7.9** ricercatori equivalenti.

Contesto ed Obiettivi

Il progetto ha l'obiettivo primario di sviluppare tecnologie avanzate per la modificazione controllata e la funzionalizzazione delle superfici di materiali di interesse strategico industriale nell'ottica di un loro utilizzo per una migliore sostenibilità ambientale ed energetica di processo e di prodotto.

Saranno sviluppate e implementate tecniche innovative per l'ottenimento di materiali fondamentali per accelerare il processo di transizione verso una economia europea sostenibile. In particolare gli studi verteranno su:

- catalizzatori nanostrutturati per dispositivi antinquinamento e di conversione della CO₂
- rivestimenti protettivi anticorrosivi ed antiusura
- superfici metalliche a migliorata biocompatibilità
- superfici con materiali catalitici foto e termo attivi
- rivestimenti organici a migliorata conducibilità termica

Il secondo obiettivo è quello di rafforzare la potenzialità e la visibilità della ricerca dell'ateneo nel settore dei nanomateriali per applicazioni di interesse strategico, unendo le competenze dei gruppi di ricerca di scienza e tecnologia dei materiali e di processi dell'industria chimica. Questo consentirà di mantenere l'impatto della ricerca in questi settori a livelli elevati, come evidenziato da studi recenti (Plos Biology 2020: doi.org/10.1371/journal.pbio.3000918)

Impatto sull'organico strutturato di Dipartimento

Azioni

Azione	Conclusione
<p>Descrizione del progetto</p> <p>Il progetto unisce le competenze del gruppo di scienza e tecnologia dei materiali (Fedrizzi, Maschio, Andreatta, Nuovo RTD-b, oltre a 5 non strutturati) e di processi dell'industria chimica (Trovarelli, De Leitenburg, Boaro, Colussi, oltre a 5 non strutturati) e riguarda lo sviluppo di nuove tecnologie per la modifica morfologica, chimica, e microstrutturale delle superfici di materiali di interesse strategico industriale ai fini di un loro utilizzo per una maggiore sostenibilità ambientale ed energetica dei processi e dei prodotti. Il progetto riguarda diversi settori produttivi quali: meccanica avanzata, chimica, domotica, elettrodomestico, trasporti, biomedicale, automotive, costruzioni e più in generale tutti quei settori produttivi dove le caratteristiche e le funzionalità delle superfici dei materiali determinano le prestazioni e la durabilità di manufatti e processi.</p> <p>L'ampio gruppo di ricerca sarà potenziato grazie alle competenze extradipartimentali che verranno apportate in ambito biologico dal DAME (A. Arzese, B. Skerlavaj) e nel campo dell'analisi chimica dal DI4A (D. Zuccaccia).</p> <p>Il progetto si svilupperà su due filoni di ricerca. Il primo riguarderà il trattamento e/o il rivestimento delle superfici metalliche utilizzando tecnologie innovative e sistemi multistrato.</p> <p>Il secondo sarà orientato alla formulazione e produzione di catalizzatori nanostrutturati e materiali foto e termo attivi per dispositivi antinquinamento, e conversione della CO₂.</p> <p>Relativamente alla prima linea di ricerca va ricordato che negli ultimi decenni cresce sempre più la domanda in diversi settori industriali come i trasporti, l'industria dell'elettrodomestico, il settore biomedicale di componenti metallici con una maggiore resistenza all'usura, alla corrosione o con funzionalità che massimizzano la biocompatibilità. L'approccio prevalente che soddisfa questa domanda è l'uso di rivestimenti e di trattamenti superficiali per migliorare prestazioni e durata di diversi componenti metallici costituiti da leghe di Al o di Mg o di Ti ed acciai utilizzando una varietà di tecnologie consolidate, tra cui la verniciatura, l'anodizzazione, la deposizione elettrolitica oppure la deposizione fisica in fase vapore (PVD).</p> <p>In questi settori un salto innovativo rilevante può provenire da diversi approcci quali:</p> <ol style="list-style-type: none">a) la nanostrutturazione delle superfici (produzione di nanopori, nanotubi),b) la realizzazione di nanostrutture composite (matrice + nanopolveri),c) la realizzazione di rivestimenti sottili multistrato.	30/04/2025

Relativamente a quest'ultimo approccio, una tecnologia emergente è l'Atomic Layer Deposition (ALD) efficacemente controllata a livello nanometrico, finora ampiamente utilizzata nei settori elettronico e ottico, ma con ancora scarso impiego in altre aree tecnologiche, dai trasporti ai biomateriali.

Questo filone di ricerca, nel triennio a disposizione, vuole esplorare i 3 approcci sopraelencati.

- nel caso a) realizzando mediante tecniche di anodizzazione oppure mediante la deposizione di geopolimeri strutture nanotubulari o mesoporose sulla superficie di diverse leghe di titanio al fine di renderle maggiormente biocompatibili in ambito protesico e possibilmente per produrre sulla superficie metallica strutture porose capaci da fungere da nano-reservoir per farmaci antibatterici ed antinfiammatori;
- nel caso b) l'interesse si indirizzerebbe allo sviluppo di rivestimenti polimerici in polvere additivati con polveri funzionali nanostrutturate per modificare la conducibilità termica ed elettrica dei rivestimenti polimerici o per ottenere superfici antibatteriche sanificanti;
- nel caso c) l'obiettivo principale sarà quello di combinare diverse tecnologie di deposizione per ottenere rivestimenti ibridi multistrato altamente innovativi utilizzando, oltre ai trattamenti superficiali tradizionali anche la deposizione ALD come top coat per migliorare la durata e le funzionalità dei componenti metallici. A titolo di esempio, rivestimenti PVD seguiti da strati ALD saranno applicati su acciai o metallo duro per fornire una maggiore resistenza all'usura anche ad alta temperatura; alternativamente i depositi ALD saranno utilizzati come sigillatura su leghe di Al anodizzate ricche di fasi intermetalliche laddove lo strato anodizzato risulta spesso assai difettoso; una ulteriore possibilità sarà la deposizione di strati ALD per sigillare rivestimenti PVD al fine di migliorare le proprietà di resistenza a corrosione delle leghe di magnesio, utilizzate per applicazioni biomediche.

Diverse discipline scientifiche quali la chimica, l'elettrochimica, la scienza dei materiali, l'analisi delle superfici saranno impiegate al fine di fornire un approccio multidisciplinare alla realizzazione degli obiettivi. La microstruttura, la composizione chimica e le proprietà superficiali dei rivestimenti saranno caratterizzate utilizzando molte tecniche analitiche all'avanguardia per fornire una comprensione completa dei meccanismi di deposizione e per ottimizzare le tecnologie di deposizione attraverso un feedback continuo. Inoltre, saranno utilizzati vari test di usura e corrosione per raggiungere gli obiettivi del progetto e migliorare le prestazioni dei componenti metallici

La seconda linea del progetto sarà incentrata sullo sviluppo di nuovi materiali catalitici per applicazioni in campo ambientale e produttivo utilizzando metodologie di preparazione innovative e più sostenibili, in linea con la crescente attenzione alla sostenibilità e alla riduzione degli scarti durante i processi di produzione di nuovi catalizzatori. Verrà utilizzata prevalentemente la sintesi meccanica-chimica che sta ricevendo grande interesse proprio per le sue caratteristiche di eco-compatibilità e versatilità e per la quale l'università di Udine è titolare di brevetto (2018). Tale metodo di sintesi verrà applicato alla preparazione di catalizzatori per l'abbattimento di inquinanti, la conversione di CO₂ a prodotti utili e la fotocatalisi sfruttando le uniche interazioni tra fase attiva e supporto che si instaurano durante l'attivazione meccanica e che permettono di ottenere caratteristiche chimiche superficiali ottimali per diverse applicazioni. Nel corso del triennio si prevede di

- (i) ottimizzare la metodologia di sintesi rendendola più versatile e applicabile a diverse classi di materiali ed in particolare nella deposizione di metalli sulla superficie;
- (ii) ampliare la tipologia di reazioni per le quali utilizzare i nuovi materiali;
- (iii) caratterizzare approfonditamente i materiali prodotti per delineare possibili correlazioni tra struttura e reattività al fine di ottimizzare il processo di sintesi e approfondire la conoscenza dei complessi meccanismi di interazione tra metallo e supporto.

Per quanto riguarda il punto (iii) i materiali saranno caratterizzati con tecniche quali la microscopia elettronica a scansione, la spettroscopia Raman e la diffrattometria a raggi X anche in condizioni reattive e mediante analisi delle proprietà redox. La collaborazione con il prof. Zuccaccia (DI4A) permetterà di valutare analiticamente l'adesione della fase attiva sul supporto e la forza dell'interazione metallo-supporto mediante trattamento con solvente e successiva analisi NMR. I materiali con caratteristiche fisico-chimiche e strutturali più promettenti saranno poi testati su scala di laboratorio nelle diverse reazioni di interesse (ossidazione di VOC e metano, idrogenazione della CO₂, dry reforming di metano...), che potranno essere ampliate grazie alle consolidate collaborazioni nazionali ed internazionali del gruppo di ricerca.

Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura

PROGETTO DIDATTICO

Macro AZIONI	OBIETTIVI Strategici					
	Agenda 2030	Attrattività della didattica	Qualità della didattica	Regolarità delle carriere	Internazionaliz.	Terza Missione
Nuove offerte formative	✓	✓	✓	-	✓	✓
Interventi sui CdS esistenti	✓	✓	✓	-	✓	-
Miglioramento Attrattività	✓	✓	✓	-	✓	-
Potenziamento collaborazioni didattiche	-	-	✓	✓	-	-
Potenziamento Internazionalizzazione	✓	✓	-	-	✓	-
Potenziamento Laboratori didattici e Lab Village	✓	✓	✓	-	-	✓

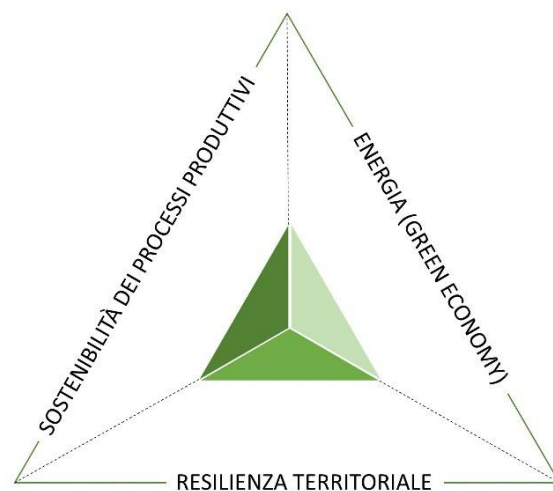
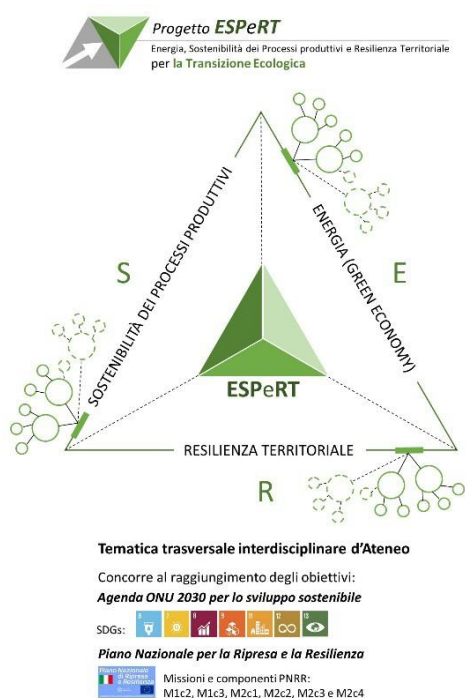


Figura 1: tre ambiti di ricerca interconnessi: la sostenibilità dei processi produttivi; l'energia e la green economy; la resilienza territoriale.



Progetto generale DPIA
Workpackages, Tasks and subtasks

WP C- Coordinamento raccordo e valorizzazione

- T_C.1 – Coordinamento e raccordo con Agende ONU, Next Generation EU e PNRR
- T_C.2 – Raccordo con altri dipartimenti

WP S - Sostenibilità dei processi produttivi

- TS1- Produzione sostenibile
 - T_S.1.1 - Prototipazione di processo e di prodotto per un'industria sostenibile
 - T_S.1.2 - Controllo e monitoraggio di impianti e prodotti industriali basato su misure vibro-acustiche con fotogrammetria
 - T_S.1.3 - Modelli di business per la sostenibilità

WP E- Energia e Green Economy

- TE1- Modelli e tecnologie per efficientamento energetico ed energia pulita
 - T_E.1.1 - Modelli e tecnologie abilitanti per la transizione energetica nell'industria, nei trasporti e nel costruito
 - T_E.1.2 - Tecnologie optoelettroniche e nanoelettroniche per una conversione ad alta efficienza della energia solare
- TE2- Economia circolare e riciclo
 - T_E.2.1 - Riciclo di materiali critici per l'energia e l'ambiente: fondamenti chimici dei processi di recupero.

WP R- Resilienza territoriale

- TR1- Tutela territorio e risorsa idrica, riqualificazione ambiente costruito
 - T_R.1.1 - La resilienza delle infrastrutture e sistemi territoriali in aree a rischio
 - T_R.1.2 - Metodi e strumenti per interventi integrati di riqualificazione e riconversione di insediamenti produttivi regionali ai fini del miglioramento della resilienza
- TR2- Tecniche di analisi ed elaborazione dati per la resilienza territoriale
 - T_R.2.1 - Ottimizzazione di strategie di condivisione delle risorse nell'ambito smart cities
 - T_R.2.2 - A-MARE (Autonomus - Monitoring, Analysis, REsilience)

WP D – Disseminazione e trasferimento conoscenze

- T_D.1 - Attività di disseminazione pubblicazioni e convegni

Figura 2: sintesi della struttura organizzativa e legame con gli obiettivi Agenda ONU 2030 e PNRR.



Diagramma di Gantt del progetto: verso l'utilizzo affidabile di materiali metallici ad architettura cellulare a sostegno della sostenibilità e dell'efficienza energetica

	1° trimestre	2° trimestre	3° trimestre	4° trimestre	5° trimestre	6° trimestre	7° trimestre	8° trimestre	9° trimestre	10° trimestre	11° trimestre	12° trimestre
Ottimizzazione processi												
Acquisizione materiale inventariabile e formazione												
M1												
Prototipazione e realizzazione campioni in materiale composito												
Produzione campioni in lega metallica												
Studio e ottimizzazione dei trattamenti post stampa (superficiali e distensivi)												
M2												
Caratterizzazione microstrutturale campioni prodotti												
Caratterizzazione micro- e macro-meccanica dei campioni prodotti												
Modellizzazione numerica del comportamento meccanico												
Elaborazione risultati												
M3												
Disseminazione dei risultati												
M4												

- **M1**: Formazione sull'utilizzo dei nuovi strumenti e determinazione dei parametri ottimali di stampa;
- **M2**: determinazione dei parametri di post processing ottimali;
- **M3**: determinazione/modellizzazione delle proprietà micro/macromeccaniche del materiale;
- **M4**: disseminazione dei risultati ottenuti