

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Analisi della collaborazione Università – Impresa nel processo di Innovazione: il caso EMMC e la figura del Translator



Relatore

Prof. Emilio Paolucci

Candidato

Simona Calà

Anno Accademico 2018/2019

Sommario

INTRODUZIONE	5
1 Il ruolo delle Università e delle Aziende nel processo innovativo	7
1.1 Concetto di Innovazione	7
1.2 Modello Lineare dell'Innovazione	8
2 Università ed azienda: due mondi a confronto	10
2.1 Bisogni ed obiettivi della realtà accademica ed aziendale	10
3 La collaborazione Università – Impresa	13
3.1 UIC: University – Industry Collaboration	13
3.2 Le forme organizzative	14
3.3 Evoluzione negli anni della collaborazione	17
3.4 Motivazioni dell'UIC: cosa spinge Università ed Aziende a collaborare	21
3.4.1 Punto di vista Universitario	21
3.4.2 Punto di vista Aziendale	23
3.5 La situazione attuale: fattori incentivanti ed inibitori della collaborazione	26
3.5.1 Determinanti positive della collaborazione	27
3.5.2 Ostacoli alla collaborazione	31
3.6 Gli outcome della collaborazione: i benefici e gli svantaggi	32
3.7 Figura chiave per la collaborazione: i Gatekeeper	35
3.7.1 Background teorico del Gatekeeper	36
3.7.2 La figura del Gatekeeper	40
4 Il caso studio: EMMC e i Translator	43
4.1 La modellazione dei materiali	43
4.1.1 Da cosa è costituito un modello	43
4.1.2 Benefici della modellazione per le aziende	45
4.1.3 Impatto industriale della modellazione	45
4.1.4 Scegliere il modello corretto e il flusso di lavoro	46
4.2 EMMC: obiettivi e struttura organizzativa	48

4.3 I Translator: chi sono e qual è il loro ruolo.....	51
5 Il metodo.....	58
5.1 Presentazione del Questionario.....	58
5.2 Struttura del Questionario.....	59
5.3 Gestione e trattamento dei dati.....	61
5.3.1 Segmentazione.....	62
5.3.2 Tipi di confronti effettuati.....	64
5.4 Analisi statistiche.....	65
5.4.1 Area geografica.....	65
5.4.2 Segmentazione.....	66
6 Analisi dei dati.....	69
6.1 Analisi qualitativa bisogni.....	69
6.2 Analisi qualitativa barriere.....	83
6.3 Classificazione Bisogni e Matrice di relazione Bisogni/Barriere.....	88
6.4 Analisi quantitativa.....	93
6.4.1 Confronto Bisogni.....	93
6.4.2 Confronto Barriere.....	99
6.4.3 Confronto colli di bottiglia.....	102
7 Cosa emerge dal Questionario: discussione dei risultati e proposte.....	105
7.1 Sintesi dell'analisi quantitativa.....	105
7.2 Dall'analisi dei bisogni: vantaggi, problematiche e soluzioni.....	107
7.3 Dall'analisi delle barriere: problematiche e soluzioni.....	113
7.4 VALUE PROPOSITION.....	115
8 Conclusioni.....	119
Bibliografia e Sitografia.....	122

INTRODUZIONE

Oggi giorno sempre più la parola *innovazione* fa parte del nostro vocabolario, ed è largamente usata in particolare da chi con essa si trova a dover lavorare ogni giorno: per scienziati, ricercatori, manager, politici, dirigenti, riuscire a migliorare e diffondere il processo innovativo è una sfida quotidiana.

Università ed Aziende, anche se da due punti di vista differenti, hanno da sempre affrontato questo argomento con massimo interesse e determinazione: accrescere l'innovazione porta con sé benefici che consentono non solo di migliorare le situazioni dei singoli ma anche della società stessa, producendo prodotti e tecnologie sempre più all'avanguardia che consentono di raggiungere un benessere collettivo maggiore.

Il processo innovativo è però molto complesso, e ne conseguono complicazioni tecniche ed economiche che, affrontate dai singoli soggetti, spesso portano a risultati fallimentari; in particolare, le Università hanno tempistiche a lungo termine che rischiano di prolungarsi così tanto da non vedere mai realizzati i propri progetti innovativi, mentre le aziende, essendo vincolate dalle richieste del mercato, possono arrivare a commercializzare le loro innovazioni troppo in ritardo rispetto alla concorrenza.

Nel corso degli anni, questi due attori si sono resi conto di come, tramite una cooperazione, si sarebbero potuti ottenere dei vantaggi congiunti, usufruendo di conoscenze sia scientifiche che manageriali per trasformare progetti fittizi in prodotti concreti commercializzabili.

La collaborazione tra Università ed Aziende è andata in crescendo, spinta anche dagli incentivi dei Governi che vedono in essa una possibilità di crescita di benessere economico sociale, ed oggi è sempre più percepita come un veicolo per consentire all'innovazione di migliorare attraverso lo scambio di conoscenze. Negli ultimi anni molti studi stanno indagando l'argomento, e ciò evidenzia come questo tema sia di forte interesse; tuttavia, la letteratura a riguardo è ancora frammentata e si è privi di una visione completa ed efficiente.

Il problema risiede nel fatto che ancora non si è in grado di dare una vera definizione e struttura a questa forma di collaborazione, a volte troppo spesso casuale e non duratura. La mancanza di figure che ne consentono uno sviluppo concreto, la mancata fiducia fra

università ed aziende a voler cooperare, l'assenza di canali che fungano da veicolo per il trasferimento dei flussi informativi: una serie di ostacoli si celano dietro questa relazione e, seppur non sempre evidenti, sono le vere barriere che impediscono non solo di migliorare la collaborazione ma, conseguentemente, di accrescere l'innovazione globale.

In questo documento, viene affrontato l'argomento in due parti:

- inizialmente, si esamina la collaborazione università – aziende da un punto di vista teorico, analizzando in letteratura il processo innovativo, il percorso storico della collaborazione e la sua evoluzione, per arrivare a scoprire nel dettaglio i benefici, gli ostacoli, e le figure che ne possono consentire il superamento;

- nella seconda parte, si tratta il caso particolare della modellazione dei materiali, sostenuto dal gruppo EMMC, che propongono una soluzione al migliorare la situazione tramite la figura del Translator, una sorta di Gatekeeper ben definito e specializzato. In questa fase, è stato presentato un questionario ad una serie di stakeholder che grazie alle loro risposte hanno consentito, facendo un lavoro di incrocio fra parte teorica e parte sperimentale, di individuare concretamente ciò che la collaborazione fra università ed aziende comporta, con soluzioni pratiche per risolvere problemi reali. La *value proposition* finale permette di avere un quadro chiaro della situazione, e presenta numerosi spunti su come poter avanzare per migliorare il processo innovativo all'interno della collaborazione Università – Azienda.

1 Il ruolo delle Università e delle Aziende nel processo innovativo

1.1 Concetto di Innovazione

Per comprendere come l'innovazione è veicolata all'interno delle aziende e delle università, e per capire come la collaborazione fra queste parti possa essere uno strumento acceleratore dell'innovazione, bisogna innanzitutto capire di cosa si sta parlando.

Normalmente, il concetto di innovazione è legato a:

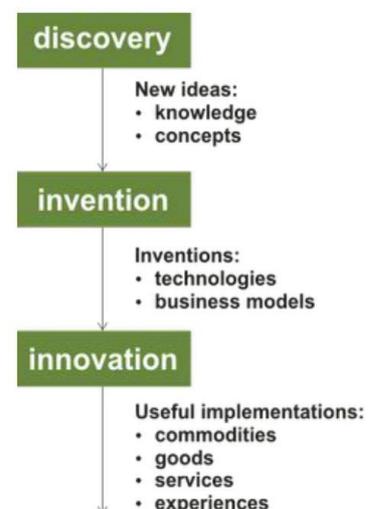
- una nuova idea,
- un nuovo metodo,
- l'introduzione di qualcosa di nuovo,

ma nella realtà dei fatti il significato è diverso e più complesso. La novità presa singolarmente non è una condizione sufficiente per l'innovazione, ma è invece condizione necessaria il fatto che l'elemento di novità sia introdotto.

Quindi, in primo luogo, non è innovazione qualcosa che è nuovo, ma qualcosa che si è diffuso sul mercato e viene adottato dalla clientela; infatti, esistono molte novità che non si sono diffuse e che quindi non possono essere definitive innovative.

In secondo luogo, l'innovazione, e a sua volta lo sviluppo prodotto, è la conseguenza di un processo strutturato in più fasi, che solo se seguito step by step può permettere di arrivare ad un risultato realmente innovativo. Questo processo è strutturato in tre fasi:

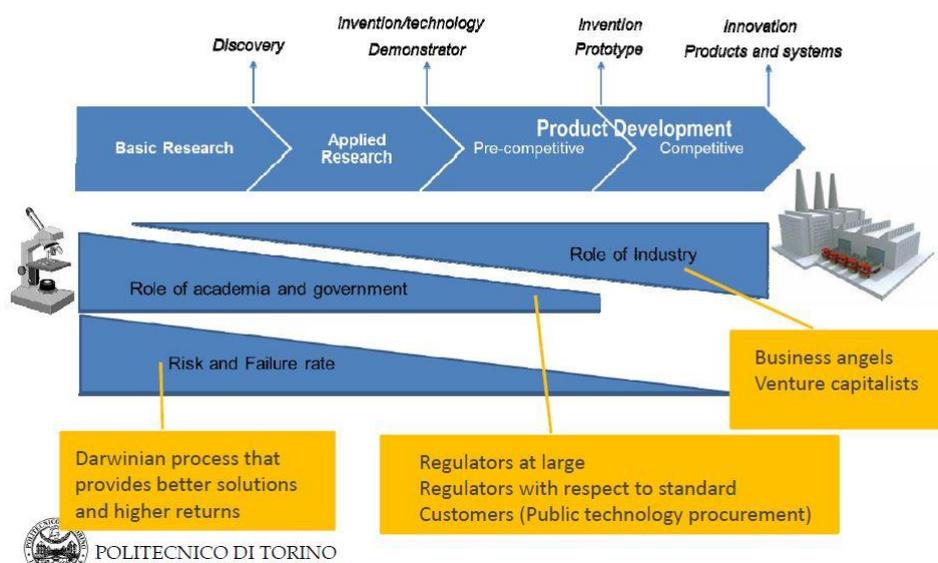
1. **Scoperta:** l'atto di scoprire qualcosa che è sconosciuto ma genera conoscenza astratta, scientifica; è necessaria affinché avvengano le invenzioni: senza scoperta non c'è invenzione;
2. **Invenzione:** serve per risolvere un problema, e quindi ha a che fare con la tecnologia. Solo l'invenzione può essere un risultato della tecnologia;



3. **Innovazione:** è fare in modo che l'invenzione arrivi al mercato e abbia un'utilità, e generi un ritorno economico. *L'innovazione deve servire a qualcuno:* se ciò non avviene, nessuno sarà disposto a pagare un prezzo per coprire i costi di supporto alla creazione dell'innovazione. L'innovazione è l'utilizzo economico dell'invenzione, ed implica un aspetto *tecnico* e uno *economico*. [1]

1.2 Modello Lineare dell'Innovazione

È possibile collegare la scoperta, l'invenzione e il processo innovativo (che a sua volta può comprendere il processo di sviluppo prodotto), grazie al *modello lineare dell'innovazione*: se visto più in profondità, il processo innovativo non è realmente lineare, ma per una spiegazione generica del fenomeno può così essere schematizzato.



Partendo dalla fase a monte del modello, le attività responsabili della scoperta scientifica sono dette *Ricerca di Base* (Basic Research), dove “base” indica che non è diretto ad un’applicazione specifica. L’attività che porta all’invenzione di una nuova tecnologia, invece, è detta *Ricerca Applicata* (Applied Research). Ciò che si ottiene in questa fase è una dimostrazione tecnologica dell’invenzione, che semplicemente mostra come l’invenzione sia tecnicamente attuabile. Queste dimostrazioni sono solitamente molto distanti dai prodotti commerciali finali: in questa fase, ci si focalizza principalmente sulla parte tecnica.

L'attenzione mostrata a potenziali aree di applicazione e zone di mercato è ancora limitata, e lo stesso vale per scelte riguardanti tecnologie complementari.

Quando si passa allo sviluppo prodotto, il focus cambia drasticamente: le imprese iniziano ad avere a che fare con l'attrattività commerciale, definendo così il prezzo, e l'attuabilità industriale, definendo quindi i costi e i margini. Questo comporta anche trattare con aspetti spesso trascurati, come l'usabilità, la sicurezza, la producibilità, le certificazioni, logistica, e così via.

Si è soliti dividere lo sviluppo prodotto in fasi *precompetitiva* e *competitiva*: l'elemento discriminante è che la prima fase porta alla creazione di *prototipi*, che non hanno un valore commerciale e non possono essere venduti, mentre l'ultima fase porta al creare il prodotto che viene effettivamente lanciato sul mercato. Prototipo e dimostratore sono ben diversi, poiché il focus non è più sulla tecnologia sottostante, ma sulle caratteristiche e scelte tecniche che il prodotto incorporerà per essere poi venduto.

Il processo innovativo non è quindi solo lungo, ma anche altamente rischioso, specialmente nelle prime fasi; normalmente, le aziende private non sono solite finanziare l'intero processo, soprattutto nelle prime fasi che sono più rischiose e comunque lontane dal poter portare un vantaggio economico. Questo rappresenta un fallimento di mercato, dove i governi sono chiamati ad intervenire per poter fornire finanziamenti pubblici a quelle attività che i privati non intendono sostenere.

Da come si può notare quindi, risulta evidente come le prime fasi del modello lineare dell'innovazione siano caratterizzate da una forte predominanza di conoscenza scientifica, e quindi trovano la loro massima applicazione nelle Università e nei centri di Ricerca; nelle fasi finali, dove si deve interagire con il mercato, sono le industrie ad essere da padrone. Da questo modello quindi, emerge come la ricerca e le fasi di creazione di un prodotto o servizio finale trovano una fondamentale collocazione sia all'interno delle università che delle aziende. [1]

2 Università ed azienda: due mondi a confronto

2.1 Bisogni ed obiettivi della realtà accademica ed aziendale

Università ed aziende operano in parti differenti del processo innovativo non solo per le competenze da loro possedute (scientifica e tecnica per le prime, pratica di mercato per le seconde), ma soprattutto per le esigenze e gli obiettivi che hanno. In effetti, questo rappresenta anche un notevole ostacolo: avere scopi differenti può portare al non comprendere le azioni altrui, e a mettere un muro alla comunicazione e collaborazione.

Se questa relazione non ha luogo quindi, ciò che ognuna delle parti deve sostenere diventa ancor più complesso: da una parte le università, che rischiano di non vedere i risultati delle loro ricerche, i loro brevetti, le loro invenzioni mai applicate al mondo reale, o addirittura di non riuscire a superare le prime fasi di ricerca per mancanza di investimenti, sia pubblici che privati; dall'altra, le aziende che senza la collaborazione con le accademie, devono attingere alle proprie risorse per poter fare non solo ricerca e sviluppo, ma anche ricerca di base (se lo scopo è quello di creare nuovi prodotti o servizi da zero). Questo richiede uno sforzo economico, tempistico e di competenze che spesso le aziende non possono permettersi (in particolare le PMI), oltre a doversi assumere rischi di fallimento degli esperimenti che comporterebbero ritardi e spese economiche eccessive.

Le università e le imprese hanno due diversi *mind set*, e vivono in due mondi diversi; gli obiettivi sono fundamentalmente diversi: le università concentrano i loro sforzi per poter ricevere riconoscimenti dal mondo scientifico, mentre gli industriali devono “sopravvivere” nel mondo del mercato.

Le università mostrano interesse tipicamente per problemi che sono intellettualmente incentivanti; le aree di interesse di questi scienziati risiedono nelle iniziative di sviluppo tecnologico e di metodi relativi al miglioramento di processi e progettazioni. I ricercatori hanno una forte preferenza per lavorare nella creazione di conoscenza in aree specifiche, mentre nelle aziende i ricercatori devono esplorare una varietà di opzioni che è molto dispendiosa in termini di tempo. Inoltre, anche le tempistiche che guidano i progetti sono sostanzialmente diverse. [2]

Nelle aziende, la catena di fornitura e domanda può allineare gli obiettivi individuali con gli obiettivi dell'azienda; i dipartimenti delle aziende, anche se sono separati (come R&D, controllo qualità, fornitura, e così via) sono fra di loro strettamente connessi, cosa che spesso non avviene nelle università: in azienda si lavora in isolamento in laboratori accademici, ma questo isolamento è sostituito da una collaborazione interdipartimentale che forma una reazione a catena nell'industria: per arrivare alla produzione di un prodotto finito (o di un servizio), questo deve passare nei diversi dipartimenti, che devono quindi essere in grado di comunicare per poter portare a termine con successo il compito. Ogni anomalia o ritardo in ogni dipartimento influenza gli altri dipartimenti, che a loro volta influenzano il prodotto finale nella sua produzione. Pertanto, è fondamentale soddisfare tutte le scadenze di ogni area e, allo stesso tempo, mantenere la tempistica di lancio del prodotto.

Nelle industrie, insieme alle responsabilità scientifiche di progettare e condurre esperimenti, uno scienziato ricercatore è anche responsabile della gestione delle persone; la maggior parte delle aziende ha una struttura organizzativa standard, in cui i ricercatori sono considerati anche manager e sono responsabili non solo dello sviluppo di nuova conoscenza, ma anche dell'aiutare gli altri a svilupparla, di portare nuovi progetti in azienda, di partecipare ad attività come budgeting e pianificazione anticipata.

Le università possono richiedere occasionalmente alcune di queste responsabilità ad un ricercatore, ma il suo obiettivo principale resta sempre quello di scrivere e sperimentare e procurare sovvenzioni per il proseguimento della ricerca. [3]

Si possono schematizzare in una tabella quali sono le principali differenze riguardanti le esigenze e gli obiettivi che spingono le università e le aziende ad agire in maniere differenti:

UNIVERSITÀ	AZIENDA
L'obiettivo principale è ricevere riconoscimenti dal mondo scientifico e creare nuova conoscenza	L'obiettivo principale è sopravvivere all'interno del mercato, minimizzando i costi e massimizzando i profitti.
I progetti sono quasi tutti a lungo termine	I progetti sono spesso a breve termine
Vogliono creare nuove soluzioni, facendo numerosi esperimenti di stampo "trial & error"	Necessarie soluzioni comprovate con un basso rischio
Gli scienziati si concentrano su aree specifiche di ricerca	I ricercatori devono esplorare una varietà di opzioni su diverse aree
Le tempistiche di ricerca sono generalmente gestite dagli stessi ricercatori o docenti, o comunque da chi gestisce il progetto	Le tempistiche sono dettate dal mercato
I dipartimenti spesso sono disconnessi fra di loro e non collaborano	I dipartimenti devono comunicare obbligatoriamente per poter arrivare al prodotto finito
Gli scienziati raramente sono responsabili anche per altre persone o possono avere voce in scelte strategiche	Gli scienziati possono trovarsi a dover gestire altri scienziati, o a dover partecipare ad attività come budgeting e pianificazioni
Le competenze tecniche e scientifiche sono molto specifiche e d'eccellenza	Spesso nelle aziende c'è mancanza di personale altamente qualificato

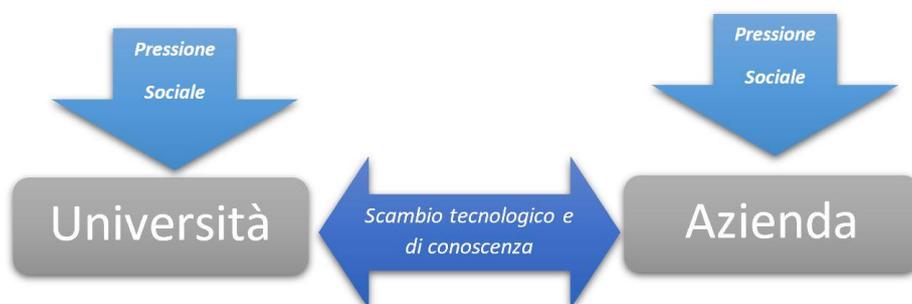
3 La collaborazione Università – Impresa

3.1 UIC: University – Industry Collaboration

La collaborazione fra Università ed Aziende, anche conosciuta come *UIC (University – Industry Collaboration)*, fa riferimento alle interazioni che avvengono fra le accademie e l'industria con lo scopo principale di incoraggiare lo scambio tecnologico e di conoscenza.

Ultimamente, si è visto un grande incremento di questo tipo di collaborazione in diverse nazioni, inclusi Stati Uniti, Giappone, Cina e tutti i paesi Europei; questo aumento è stato attribuito ad una pressione congiunta sia dal lato industriale che universitario:

- dal lato delle *imprese*, la pressione è dovuta ad un rapido cambiamento tecnologico, cicli di vita dei prodotti più brevi e un'intensa competizione globale che ha radicalmente trasformato l'ambiente competitivo nel quale si trovavano la maggior parte delle imprese;
- per le *università*, invece, si è sentita una spinta principalmente da un lato dalla necessità di crescere sullo sviluppo di nuove conoscenze, dall'altro dalle problematiche connesse all'individuazione di finanziamenti, che sono da sempre stati una delle principali risorse e fonti della ricerca universitaria. Inoltre, c'è una crescente pressione sociale sulle università per far sì che esse vengano viste più come motore della crescita economica e meno come un organo che deve adempiere ad un "mandato sociale": l'università vuole apparire non solo come un semplice luogo di formazione, di educazione e generatore di conoscenza com'era vista nel passato, ma anche come un focolare dell'innovazione in grado di accelerarne il processo e di rappresentare un fattore di crescita economica per la società.



Questa pressione, esercitata su entrambe le parti, ha portato ad un crescente stimolo nello sviluppo dell'UIC, con lo scopo di aumentare l'innovazione e la competitività economica ad un livello istituzionale, attraverso scambi di conoscenza fra accademia e domini

commerciali. Inoltre, è anche stata percepita ampiamente come un promettente strumento per migliorare la capacità organizzativa nella cosiddetta “open innovation”, dove un’organizzazione impiega reti esterne nello sviluppo dell’innovazione e della conoscenza come opzione complementare alla tradizionale Ricerca & Sviluppo interna.

3.2 Le forme organizzative

L’UIC può presentarsi sotto diverse tipologie di forme di organizzazione, in base alle necessità e possibilità delle parti, variando in base al grado tramite il quale i partecipanti sono fra loro collegati. Sia in letteratura che nella pratica, si può notare come le forme più ricercate siano principalmente quattro:

- Joint Venture;
- Network (reti di comunicazione);
- Consorzi;
- Alleanze.

Sono però presenti anche altre forme, che indicano che le possibilità di interazione per l’UIC sono relativamente ampie.



Inoltre, la collaborazione presenta delle varianti non solo da un punto di vista burocratico, ma anche in base alle relazioni che si vengono a creare fra le parti. Per esempio, sono state identificate differenti forme collaborative per lo scambio tecnologico fra aziende ed Università in base a:

- durata della relazione;
- intensità e tipologia del flusso tecnologico;
- tipologie di ricerca cooperativa (come accordi istituzionali, accordi di gruppo, strutture istituzionali), di trasferimento di conoscenza (come assumere neo laureati, programmi istituzionali, educazione cooperativa) e di trasferimento tecnologico (come produrre sviluppo e attività commerciali tramite i centri di ricerca universitari).

Personal Informal Relationships	<ul style="list-style-type: none"> – Academic spin-offs – Individual consultancy (paid for or free) – Information exchange forums – Collegial interchange, conference, and publications – <i>Joint or individual lectures</i> – <i>Personal contact with university academic staff or industrial staff</i> – <i>Co-locational arrangement</i>
Personal Formal Relationships	<ul style="list-style-type: none"> – Student internships and sandwich courses – <i>Students' involvement in industrial projects</i> – Scholarships, Studentships, Fellowships and postgraduate linkages – <i>Joint supervision of PhDs and Masters theses</i> – Exchange programmes (e.g. secondment) – Sabbaticals periods for professors – <i>Hiring of graduate students</i> – <i>Employment of relevant scientists by industry</i> – <i>Use of university or industrial facility (e.g., lab, database, etc.)</i>
Third Party	<ul style="list-style-type: none"> – Institutional consultancy (university companies including Faculty Consulting) – Liaison offices (in universities or industry) – <i>General Assistance Units (including technology transfer organizations)</i> – Government Agencies (including regional technology transfer networks) – Industrial associations (functioning as brokers) – <i>Technological Brokerage Companies</i>
Formal Targeted Agreements	<ul style="list-style-type: none"> – Contract research (including technical services contract) – <i>Patenting and Licensing Agreements (licensing of intellectual property rights)</i> – Cooperative research projects – <i>Equity holding in companies by universities or faculty members</i> – Exchange of research materials or Joint curriculum development: – <i>Joint research programmes (including Joint venture research project with a university as a research partner or Joint venture research project with a university as a subcontractor)</i> – Training Programmes for employees
Formal Non-Targeted Agreements	<ul style="list-style-type: none"> – Broad agreements for U-I collaborations – <i>Endowed Chairs and Advisory Boards</i> – <i>Funding of university posts</i> – <i>Industrially sponsored R&D in university departments</i> – Research grant, gifts, endowment, trusts donations (financial or equipment), general or directed to specific departments or academics
Focused Structures	<ul style="list-style-type: none"> – Association contracts – Innovation/incubation centers – Research, science and technology parks – University–Industry Consortia – University–Industry research cooperative research centers – <i>Subsidiary ownerships</i> – Mergers

The *italic* indicates new organizational forms as identified from the review.

In generale però, è molto complesso riuscire a riunire sotto poche e classificate forme tutti i possibili collegamenti che possono avvenire fra le università e le aziende.

Possiamo però considerare un framework proposto da *Bonaccorsi e Piccaluga (1994)* che sembra essere di portata relativamente ampia e adatto per lo scopo di questo studio (tabella 1). Esso consiste di sei principali categorie:

1. Rapporti Informali Personali;
2. Relazioni Personali;
3. Terze Parti;
4. Accordi Formali Mirati;
5. Accordi Formali Non Mirati;
6. Creazione di Strutture Mirate.

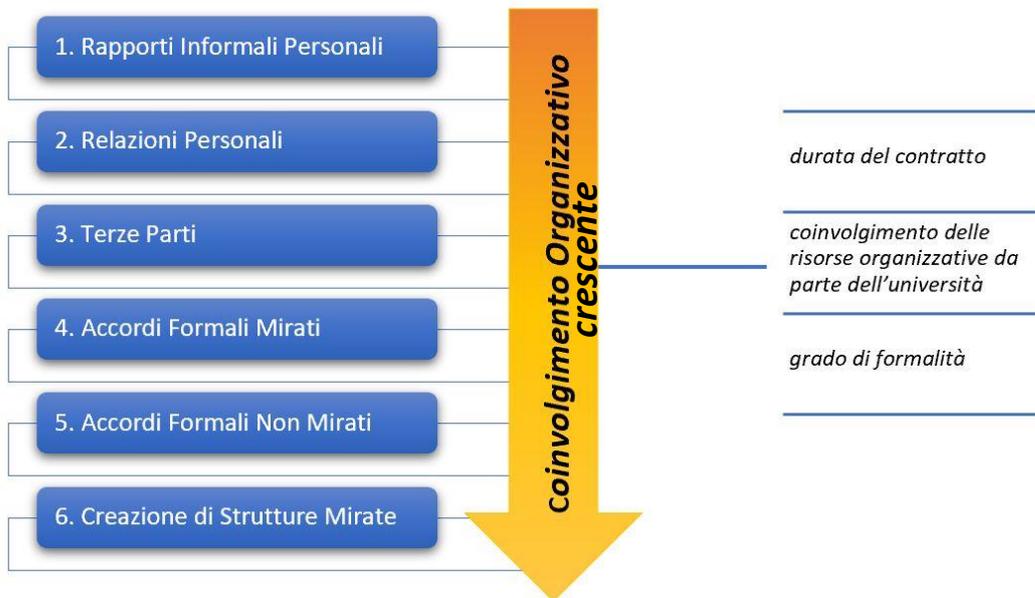
Vale la pena notare che i sei gruppi mostrano un crescente livello di coinvolgimento organizzativo, che può essere brevemente analizzato in termini di tre dimensioni:

a. *coinvolgimento delle risorse organizzative da parte dell'università*: il coinvolgimento è assente se il contatto dell'impresa con l'università avviene tramite un dipendente universitario, come singolo individuo, senza alcun accordo firmato con l'università. Oltre a ciò, il coinvolgimento delle risorse universitarie aumenta, passando da "relazione personale formale" alla categoria "Focused Structures", dove l'intera Università è coinvolta in strutture specifiche per collaborare con l'impresa.

b. *durata del contratto*: può variare, a seconda della dimensione, da breve (tramite rinnovo) nel caso di Relazioni Formali Personali, a lungo, nel caso di Strutture Focalizzate Specifiche. L'eccezione è data dal caso di relazioni fra Università ed imprese organizzate da Terze Parti, che possono avere una durata maggiore se la relazione si trasforma in un contratto stabile.

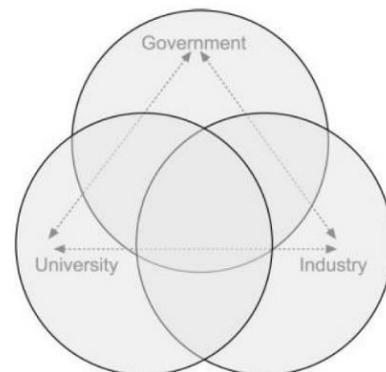
c. *grado di formalità*: è basso o completamente assente per le Relazioni Personali Informali. Nel caso di Relazioni Formali Personali e Terze Parti, la formalità degli accordi può esistere o non esistere, mentre nei gruppi restanti è presente. La

formalità è un punto molto importante, poiché aumentare il monitoraggio della relazione in un UIC, e la relativa formalità, può portare a conflitti e sfiducia tra le parti coinvolte, nel tentativo di mantenere l'autonomia delle loro organizzazioni di fronte alla crescente interdipendenza. [4]



3.3 Evoluzione negli anni della collaborazione

Storicamente, il Governo è sempre stata una parte attiva delle relazioni fra Università ed Aziende: il cosiddetto “modello a tripla elica” ne rappresenta appunto le interazioni. Il Governo nel passato aveva un ruolo chiave soprattutto per la ricerca universitaria, poiché garantiva finanziamenti ad essa per proseguire nelle scoperte scientifiche e nella creazione di nuova conoscenza, senza un secondo scopo legato alle esigenze di mercato. Recentemente invece, il modello a tripla elica, seppur persistendo e ancora rappresentando le dinamiche di queste relazioni, ha visto un cambiamento nelle interazioni, con l'intensificazione del rapporto Università – Industria a fianco dei già forti legami Governo – Università e Governo – Industria. Le aziende hanno iniziato a

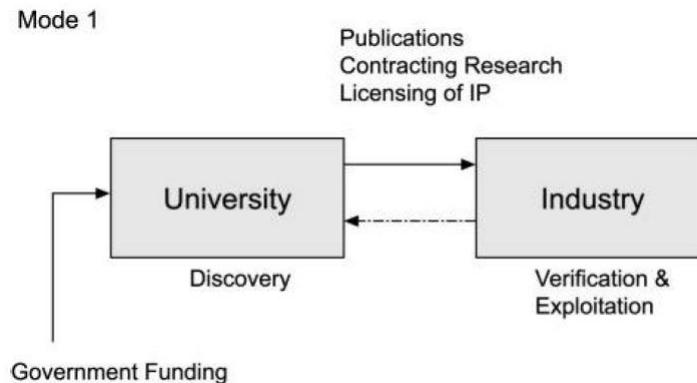


voler potenziare gli investimenti privati, mettendo di tasca propria il denaro necessario per la ricerca universitaria. Questo ha sicuramente comportato un potenziamento nella creazione di conoscenza e un contributo allo sviluppo economico, ma ha anche avuto un effetto secondario: sempre di più è emerso il problema di come riuscire a riconciliare sia le componenti esogene (invenzioni guidate dalla curiosità) che quelle endogene (innovazioni guidate dal mercato) nella comunità della ricerca accademica.

Nel corso degli anni, molti ricercatori hanno vissuto con preoccupazione questo passaggio di posizionamento, poiché hanno visto minato il loro spazio di libertà accademica. In precedenza, infatti, l'Università aveva un doppio scopo di:

- educazione;
- ricerca volta alla scoperta,

dove gli output diventavano un bene pubblico. La forza trainante era quella di “ritagliare uno spazio indipendente per gli scienziati, al di là del controllo degli interessi economici” (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000) e consentire la ricerca di base. Il principale finanziatore era



il Governo, e la ricerca era diffusa come un bene gratuito per la società (che include anche l'industria) attraverso le pubblicazioni.

L'abilità delle università, principalmente dalla metà del diciannovesimo alla metà del ventesimo secolo, di attrarre fondi dal Governo era basata sui suoi alti standard di ricerca eccellente; grazie ad essi, le Università sono state in grado di costruire competenze di ricerca ed infrastrutture, e il Governo di incrementare la capacità della conoscenza nazionale in diversi settori. Questo processo rappresentava una frontiera senza fine della ricerca di base che veniva finanziata senza un secondo fine, con risultati pratici che si

potavano palesare solo sul lungo termine. In alcuni casi, gli uffici del Trasferimento Tecnologico identificavano le proprietà intellettuali della ricerca che offrivano l'opportunità di licenze o vendite all'industria, ma questa interazione riduceva di poco il divario fra università ed industria: spesso gli accordi di trasferimento tecnologico portavano ad un trasferimento unidirezionale di conoscenze precedentemente create in cambio di ricompense monetarie, dalle università alle aziende, e non viceversa.

Sotto questa modalità, le occasioni di comunicazione fra aziende ed università erano davvero minime, e le imprese ottenevano nuova conoscenza principalmente leggendo le pubblicazioni sulle riviste, ma ciò portava ad ottenere informazioni in maniera immatura ed acerba, con il risultato di numerose spese per verificare la loro veridicità prima dello sfruttamento.

Questa modalità di agire aveva sicuramente effetti positivi, come il maggior grado di libertà per i ricercatori accademici in relazione ai loro obiettivi, ma comportava una serie di effetti collaterali che rendevano questa struttura instabile ed inaffidabile; i cambiamenti strategici sui fondi organizzativi comportavano problematiche nel riuscire a proseguire in maniera continuativa su una linea di ricerca, e il tipo di diffusione al pubblico comportava significativi ritardi, poiché spesso nuovi articoli impiegavano anni per raggiungere il dominio pubblico a causa di numerosi processi di revisione. Il processo di scoperta era quindi lento e disgiunto, e l'interazione tra industria – università era problematico, attraverso il trasferimento di conoscenze unidirezionale.

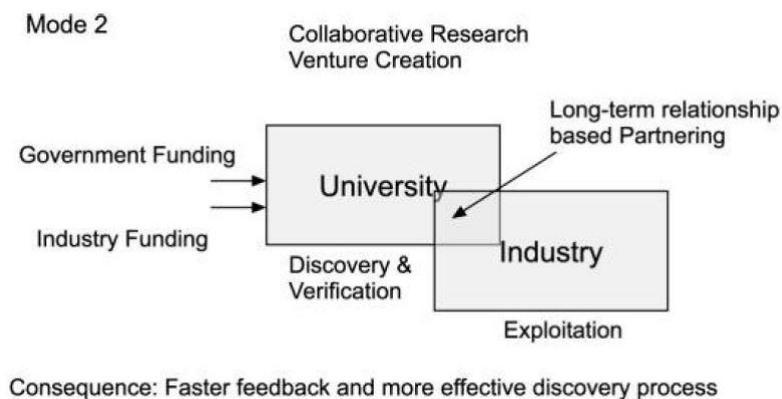
Ciò ha messo le basi per il passaggio ad una nuova tipologia di interazione, dove l'Università è vista come un insieme di ricerca ed insegnamento, ricerca di base ed applicata ed imprenditorialità.

La collaborazione università – industria ha trovato spazio in quattro canali, definiti da Jacob et al. (2000) come “le quattro fasi della relazione università – azienda”:

1. supporto alla ricerca;
2. trasferimento tecnologico;
3. trasferimento di conoscenza;
4. ricerca cooperativa

Questo tipo di rapporto ha trovato maggior sviluppo nelle aree che consentivano un miglior adattamento fra università e partner industriali, come i settori di stampo tecnico e scientifico dove l'introduzione di fasi di test e verifiche di laboratorio effettuate dalle università si dimostravano di maggior importanza.

La presenza di queste capacità aggiuntive trova espressione in un processo iterativo di ricerca collaborativa, dove le scoperte fatte in università vengono sviluppate e prodotte dalle industrie. Questi sviluppi vengono poi nuovamente verificati per il loro scopo e il feedback viene riconsegnato alle imprese. Questa maggior interazione consente alle aziende di beneficiare delle attività di verifica esterne universitarie, ma consente anche alle università di trarre un vantaggio, poiché questo processo genera nuova conoscenza che consente di verificare i loro precedenti lavori di scoperta.



Tramite questo tipo di relazione, una maggior fiducia si instaura tra le parti e le università ottengono un vantaggio competitivo rispetto ad altre università concorrenti; tuttavia, l'introduzione di capacità abilitanti insieme alla ricerca volta a nuove scoperte, presenta sfide per i responsabili della ricerca poiché devono garantire che, mentre le nuove capacità soddisfano gli scopi industriali, queste non devono interferire con le capacità di scoperta tipiche dell'università, proprio perché questo è lo scopo principale per il quale esiste una partnership.

3.4 Motivazioni dell'UIC: cosa spinge Università ed Aziende a collaborare

Si è visto come storicamente le interazioni fra le diverse parti coinvolte si siano evolute; le aziende e le Accademie si sono ritrovate a collaborare in maniera indipendente molto più spesso col passare del tempo. Tale comportamento denota che molto probabilmente entrambe le parti si sono consapevolizzate del fatto che questo determinato tipo di collaborazione avrebbe potuto portare ad un vantaggio sia singolare che congiunto. A riguardo di ciò, in letteratura è presente un interessante studio (*Oliver, 1990*) che mette in luce sei contingenze critiche come determinanti generalizzabili delle relazioni inter-organizzative. Queste contingenze possono essere viste come il sostegno all'interesse delle parti coinvolte ad interagire l'una con l'altra. Queste determinanti potevano anche interagire o accadere in maniera concorrente quando le organizzazioni decidevano di formare una relazione inter-organizzativa. Due ipotesi di delimitazione sono alla base di questi fattori determinanti:

1. *Si presume che le organizzazioni prendano decisioni deliberate;*
2. *Si presume un approccio organizzativo (top-management).*

Dall'altro lato, questi sei fattori sembrano correlarsi molto bene con motivazioni strategiche per alleanze.

Poiché le motivazioni delle Università di intraprendere una collaborazione del tipo UIC sono diverse da quelle delle Imprese per diversi aspetti, queste differenti motivazioni saranno discusse separatamente.

3.4.1 Punto di vista Universitario

1. *Necessità*

Contro un background di crescente competizione internazionale e un rapido cambiamento tecnologico, i governi anziché investire e finanziare direttamente la ricerca, stanno attivamente incoraggiando la competizione tra università ed industrie allo scopo di migliorare l'efficienza dell'innovazione e quindi migliorare la creazione di ricchezza. Una questione importante per i responsabili delle politiche governative e per la gestione dei

budget dedicati alla ricerca è il funzionamento dell'interfaccia fra università ed industria per garantire che il trasferimento sfruttabile della ricerca all'industria possa avvenire in maniera rapida e con successo, per contribuire alla crescita e al benessere dell'economia. Pertanto, le università rivolgono sempre più attenzione ad incoraggiare l'UIC in risposta alla politica del governo, e anche per cercare di sfruttarla all'interno della propria politica strategica istituzionale.

2. Reciprocità

Le università offrono accesso ad un'ampia esperienza nel campo della ricerca ed alle infrastrutture specifiche, mentre l'industria mette a disposizione una forte capacità e competenza nella produzione/commercializzazione dei prodotti, conoscenza del mercato e opportunità di lavoro per laureati. Inoltre, l'università può essere motivata a costruire relazioni con le imprese per avere un vantaggio da questo interesse reciproco.

3. Efficienza

Mentre il governo cerca di promuovere nuove iniziative di collaborazione, la pressione crescente sulle fonti pubbliche di finanziamento per le università ha fornito un forte incentivo per esse a cercare anche potenziali risorse alternative di entrare, in particolare per la ricerca di base e le strumentazioni, attraverso mezzi quali la commercializzazione della ricerca accademica e lo sfruttamento dei diritti di proprietà intellettuali o dando in licenza brevetti, per poter ridurre la sua dipendenza dal finanziamento pubblico. I rapporti con l'industria sono anche interessanti per le università perché le i fondi delle aziende solitamente comportano meno burocrazia rispetto ai finanziamenti pubblici.

4. Stabilità

La teoria della collaborazione, in generale, prescrive la relazione inter-organizzativa come strategia che può essere adottata quando l'ambiente diventa seriamente instabile ed imprevedibile. Le organizzazioni sono motivate dalla contingenza di stabilità ad entrare in una collaborazione, per rispondere all'incertezza dell'ambiente allo scopo di raggiungere prevedibilità e affidabilità; le motivazioni includono il passaggio all'economia attuale, basata sulla conoscenza, che ha portato nell'UIC un passaggio da sponsorizzazione e collaborazioni di breve durata, a partnership basate su interazione continua come obiettivo principale. Gli scienziati universitari normalmente vedono questi collegamenti come

terreno fertile per sviluppare e testare teorie, affinare le loro abilità, formarsi personalmente e formare i loro studenti. Inoltre, le università collaborano con le imprese per esporre le accademie stesse e gli studenti ad un ambiente industriale, alle conoscenze più aggiornate della ricerca industriale, a case study e problemi pratici attraverso progetti concreti: tutto ciò permette di accrescere il curriculum e migliorare la qualità dell'insegnamento. Non per ultimo, un importante incentivo deriva dalla possibilità di pubblicare sulle riviste, poiché la produzione di informazioni accessibili al pubblico enfatizza la missione originaria delle università, ovvero quella di diffondere la conoscenza.

5. Legittimità

Un'altra motivazione per le università ad entrare in collaborazione con le imprese deriva da un intrinseco desiderio di aumentare il loro prestigio: è presente anche una pressione di crescita sociale, sia politica che pubblica, sulle università, poiché devono dimostrare maggiore responsabilità sociale, le loro capacità imprenditoriali, ed una generale rilevanza economica per la società. Queste pressioni motivano le università ad entrare in forme di cooperazione con le imprese tramite scambi o diffusione di conoscenza e tecnologia, per essere in grado di contribuire alla crescita economica.

Un motivo primario per gli scienziati universitari è il riconoscimento nella comunità scientifica industriale, che tipicamente emana da pubblicazioni congiunte, presentazioni a prestigiose conferenze e cospicue borse di ricerca.

Inoltre, il supporto dell'industria assiste i docenti nel condurre ricerche che permettono loro di raggiungere un'eminenza accademica.

3.4.2 Punto di vista Aziendale

1. Necessità

I Governi sono stati costretti dai rapidi cambiamenti globali dettati dall'ambiente tecnologico e competitivo ad agire in supporto dell'interazione fra università-industria, poiché credono che le accademie possano essere d'aiuto nella rigenerazione economica se riescono a diffondere la loro conoscenza ed esperienza grazie a partnership con le aziende. Inoltre, diversi programmi di ricerca regionali e nazionali sono di iniziativa dei Governi: una

condizione per le imprese di beneficiare della maggior parte di questi programmi e progetti è di intraprendere una collaborazione con le università.

2. Reciprocità

L'industria è motivata a stabilire una collaborazione per consentire agli studenti di avere accesso a tirocini, stage e assunzioni. Molti programmi di ricerca UIC hanno come obiettivo l'assunzione dei migliori studenti, come risultato dell'interazione. Membri accademici o ricercatori senior possono anch'essi essere assunti come consulenti nel tempo che viene loro consentito di lavorare fuori dall'università.

3. Efficienza

Dal punto di vista dell'efficienza, sono diverse le motivazioni per le quali l'industria dovrebbe collaborare con le università. In primo luogo, la collaborazione nella ricerca può migliorare le vendite aziendali, accrescere la produttività dell'R&D e le attività di brevettazione. Le imprese collaborano anche per la possibilità di beneficiare finanziariamente dei risultati innovativi delle attività di ricerca, per ottenere un risparmio sui costi, in particolare quelli relativi alla creazione e allo sfruttamento della conoscenza, che potrebbero dare vantaggio competitivo ad un'impresa e migliorare le sue condizioni e prestazioni finanziarie. Lo sviluppo del capitale umano, come la continua educazione professionale, l'accesso a tecnologie all'avanguardia di tipo multidisciplinare e competenze/strutture di ricerca avanzate sono altre ragioni che spingono l'industria a collaborare, poiché aiutano a mitigare l'impatto degli attuali ridotti cicli di vita dei prodotti, e aiutano ad aumentare il vantaggio competitivo. Grazie ai rapporti di collaborazione, le imprese hanno accesso a fonti di nuove tecnologie competitive che rendono la distanza fra progettazione e produzione relativamente breve: questo può aiutare ad aumentare velocemente il recupero dei costi di sviluppo per uno specifico prodotto, poiché gli accordi potrebbero coinvolgere attività a valle come lo sviluppo e la prototipazione.

4. Stabilità

Molto simile alle ragioni delle università, il passaggio all'economia odierna basata sulla conoscenza è riconosciuto come un fattore motivante per l'industria ad iniziare collaborazioni del tipo UIC. La ricerca accademica aumenta la capacità delle imprese di risolvere specifici problemi complessi. Un crescente numero di studi ha anche dimostrato

che le relazioni università – industria sono un eccellente modo di creare e stimolare le imprese basate sulla tecnologia, in particolare le PMI, per la crescita del loro business dove spesso la scarsità (se non la totale assenza) di ricerca e sviluppo interna può essere uno dei problemi principali che spingono queste a voler collaborare con i centri di ricerca universitari. Ma non solo: nelle aziende dove invece l'R&D è sviluppato, la collaborazione è comunque presa in considerazione, poiché riduce il rischio ed estende le risorse limitate, come il capitale umano.

Inoltre, l'accesso a reti di ricerca che coinvolgono altre università ed aziende, così come il potenziale derivante da collaborazioni più complesse nella forma di consorzi (ed altre strutture organizzative) coinvolgenti numerose imprese ed università, costituisce un forte incentivo a creare rapporti UIC.

5. Legittimità

Le imprese possono spesso migliorare la loro immagine e reputazione se si associano ad alcuni istituti rilevanti. La relazione con organizzazioni ben stabilite e con un'ottima reputazione, come centri di ricerca primari universitari, può migliorare la legittimità di un'azienda agli occhi di altri potenti soggetti interessati.

6. Asimmetria

Una delle ragioni che spinge le aziende ad entrare in rapporti collaborativi con le Università è cercare di commercializzare tecnologie di provenienza accademica, allo scopo di ottenere un guadagno finanziario. Per poter far ciò, molte imprese desiderano diritti esclusivi per la tecnologia che viene creata in università; sono quindi preoccupati di mantenere il controllo sulla direzione della ricerca universitaria e, quindi, cercare di controllare il tipo di tecnologie generate. In questo modo, le aziende possono permettersi di avere nuove entrate sfruttando e commercializzando conoscenze che altrimenti non avrebbero modo di poter utilizzare: la collaborazione è lo strumento fondamentale per poter accedere a questa aggiuntiva fonte di guadagno.

Table 2 Motivations for universities and industry: a comparison.

Universities	Industry
Necessity	<ul style="list-style-type: none"> – Responsiveness to government policy – Strategic institutional policy
Reciprocity	<ul style="list-style-type: none"> – Access complementary expertise, state-of-the-art equipment and facilities – Employment opportunities for university graduates
Efficiency	<ul style="list-style-type: none"> – Commercialize university-based technologies for financial gain – Benefit financially from serendipitous research results – Cost savings (easier and cheaper than to obtain a license to exploit foreign technology) – National incentives for developing such relations such as tax exemptions and grants – Enhance the technological capacity and economic competitiveness of firms – Shortening product life cycle – Human capital development
Stability	<ul style="list-style-type: none"> – Shift in knowledge based economy (growth in new knowledge) – Discover new knowledge/test application of theory – Obtain better insights into curricula development – Expose students and faculty to practical problems/applied technologies – Publication of papers
Legitimacy	<ul style="list-style-type: none"> – Societal pressure – Service to the industrial community/society – Promote innovation (through technology exchange) – Contribute to regional or national economy – Academics' quest for recognition or achieve eminence
Asymmetry	<ul style="list-style-type: none"> – NA – Maintain control over proprietary technology

3.5 La situazione attuale: fattori incentivanti ed inibitori della collaborazione

Il successo di un progetto collaborativo è governato da una complessa interazione di diversi fattori e dal risultato cumulativo degli impatti negativi e positivi di questi. I fattori individuati, se correttamente gestiti, portano ad un effetto positivo sul successo della conoscenza e dello scambio tecnologico. D'altra parte, nel caso in cui questi fattori vengono trascurati o mal gestiti, si tende ad avere un corrispondente impatto negativo sul successo dello scambio di conoscenza/tecnologia. In poche parole, gli stessi fattori, se sfruttati in maniera corretta o scorretta, possono diventare facilitatori o inibitori della buona riuscita della collaborazione fra università ed aziende. [5]

Questi fattori sono genericamente riassunti in sette categorie:

1. Capacità e Risorse;

2. Questioni legali, politiche istituzionali e meccanismi contrattuali;
3. Gestione e problemi organizzativi;
4. Questioni relative alla tecnologia;
5. Questioni politiche;
6. Questioni sociali;
7. Altro

3.5.1 Determinanti positive della collaborazione

Esistono però anche delle condizioni particolari che, se presenti, rendono molto più probabile la nascita di una collaborazione. Nello specifico, il modo in cui la conoscenza viene prodotta e veicolata fra le due parti, determina la buona riuscita di questi rapporti. Per rendere la collaborazione efficace, ci sono due misure chiave dello sviluppo innovativo che guidano lo scambio di conoscenza fra i centri di ricerca universitari e le aziende:

1. *Il tasso di sviluppo della conoscenza;*

2. *La velocità di trasferimento della conoscenza e il suo assorbimento*

La scoperta scientifica è perseguita dai centri di ricerca universitari; il tasso di creazione di nuova conoscenza dei centri di ricerca dipende da diversi fattori, fra i quali:

- l'obiettivo della ricerca finanziata deve essere di sufficiente portata intellettuale. Questo è di estremo interesse per le università perché offre il potenziale per scoperte rivoluzionarie che possono portare a materiale per pubblicazioni;

- la correlazione fra l'area di ricerca e le competenze del centro di ricerca, come la presenza di esperti ed infrastrutture adeguate, influenzano la capacità di sviluppare nuova conoscenza;

- la ricerca deve essere di sufficiente priorità per tutti gli stakeholder, per assicurare che le risorse necessarie siano disponibili. Similarmente, è importante che la ricerca correlata fra università ed aziende venga vista come utile da parte delle agenzie di fondi pubblici, e percepita come una sinergia piuttosto che come una distrazione dalla ricerca finanziata pubblicamente, altrimenti si corre il rischio che i finanziamenti pubblici alla ricerca diminuiscano.

Questo fattore fa riferimento quindi alla relazione esistente fra le due parti: dove relazioni più strette sono state create in un lungo periodo di tempo, c'è un maggior livello di fiducia ed apertura fra i ricercatori in relazione al condividere i risultati delle ricerche. Individui chiave devono esistere all'interno delle università e delle aziende per sostenere questa partnership e ridurre le barriere istituzionali che impediscono un efficace scambio di conoscenze; questo perché alcuni dipendenti universitari possono percepire lo scambio di conoscenza con l'industria come una minaccia. Questo significa che la progettazione organizzativa deve essere strutturata e coordinata per supportare lo scambio di conoscenza fra università ed imprese.

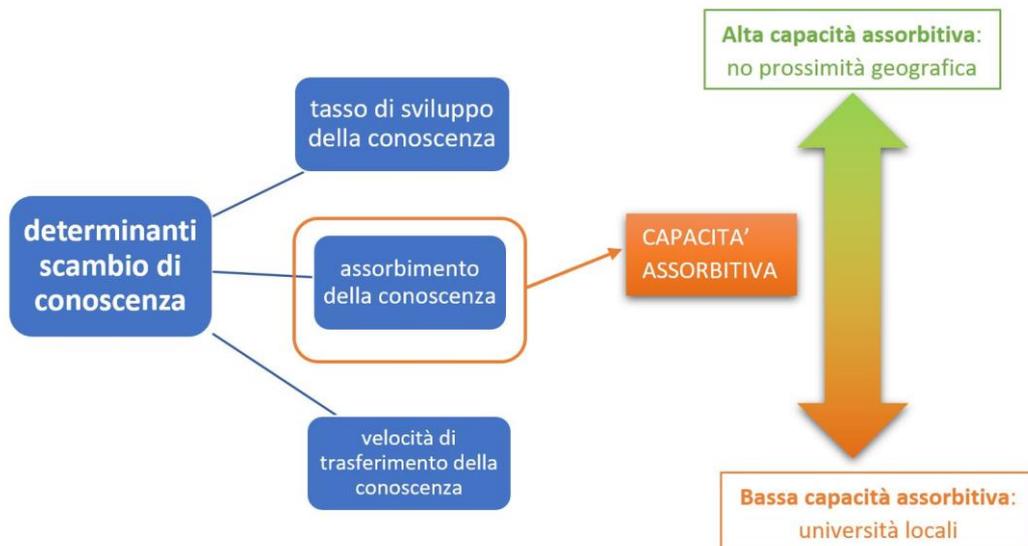
Il secondo elemento che influenza la buona riuscita del processo innovativo nella collaborazione è l'intensità della velocità del trasferimento di conoscenza, la sua incorporazione ed il suo sfruttamento. Ciò che è richiesto è un ambiente dove lo scambio di conoscenza può scorrere in maniera bi-direzionale fra le parti per apportare benefici reciproci.

Dal punto di vista di un'azienda, un ambiente favorevole a questo genere di collaborazione dipende principalmente dalla sua abilità di *comunicare* e *interagire* con le fonti di conoscenza esterna, quali altre imprese, clienti e istituti scientifici; questa abilità, detta *capacità assorbitiva* di un'azienda, determina la sua domanda di conoscenza e trasferimento tecnologico.

Per quanto riguarda la conoscenza che può venire o meno assorbita, bisogna fare una distinzione fra conoscenza tacita e codificata:

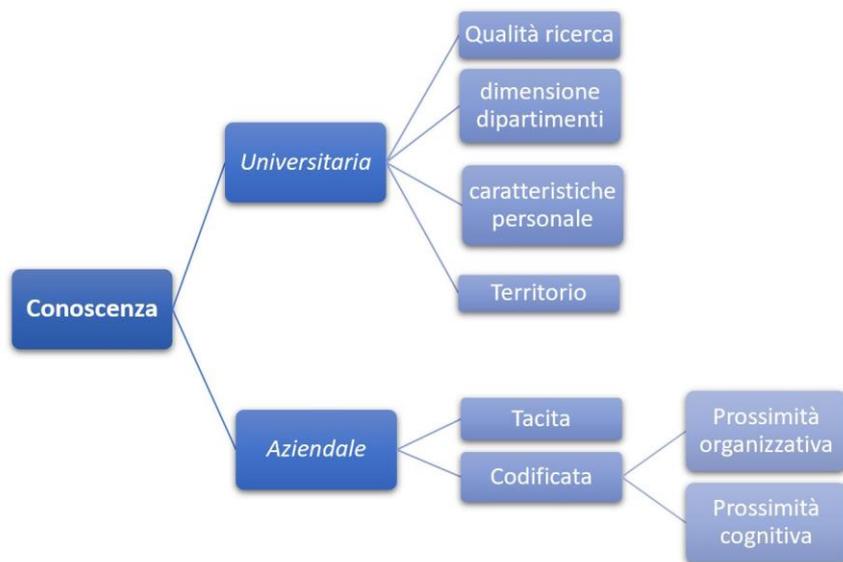
- la prossimità geografica consente la trasmissione della *conoscenza tacita*, che è personale e dipendente dal contesto. Questa conoscenza non può facilmente essere acquisita sul mercato ed è difficile da comunicare se non attraverso l'interazione personale nel contesto di esperienze condivise;
- al contrario, la *conoscenza codificata*, che è esplicita e standardizzata, può essere trasmessa su lunghe distanze e attraverso confini organizzativi a bassi costi.

Le scelte aziendali riguardo la collaborazione con università locali di alta qualità dipende dalla capacità assorbitiva dell'impresa: imprese con bassa capacità assorbitiva scelgono di collaborare con università locali di alta qualità o, in alternativa, con alta qualità non locale. Per le imprese con alta capacità assorbitiva la prossimità geografica ad un'università di alto livello non ha effetto sulla scelta di collaborazione.



La capacità di codifica condivisa crea una prossimità non spaziale: *prossimità cognitiva*, che è la misura in cui due organizzazioni condividono la stessa conoscenza, e *prossimità organizzativa*, il risultato dell'accumulo di esperienza fra attori simili o identici. Quando la conoscenza è trasmessa tramite legami formali fra ricercatori ed imprese, la prossimità geografica non è necessaria perché il contatto diretto non avviene per caso, ma è attentamente pianificato.

La prossimità cognitiva è generalmente inferiore nella ricerca nelle scienze sociali che in quelle naturali, poiché nelle scienze sociali la conoscenza è meno codificata e non è basata su una metodologia scientifica stabilita e unificata. Così, la prossimità geografica alle università può essere più importante per l'accesso alla ricerca sulle scienze sociali rispetto all'accesso alla ricerca scientifica naturale.



Dal punto di vista universitario invece, si possono individuare alcune caratteristiche che sono determinanti per la creazione di conoscenza di alta qualità e per il suo trasferimento verso altre parti coinvolte:

- 1) *Qualità della ricerca accademica*: funge da catalizzatore per i laboratori industriali interessati a condurre attività di ricerca congiunte attirando le imprese con tecnologie all'avanguardia. Università di qualità superiori danno maggiori contributi accademici all'innovazione industriale;
- 2) *Dimensioni e composizione di università e dipartimenti*: per catturare la diversa produzione di conoscenza tacita e la capacità di trasmettere la tecnologia; quest'ultima è anche dovuta all'esistenza di una struttura intermedia, come il trasferimento tecnologico, che esiste per minimizzare la distanza cognitiva fra impresa e accademia.
- 3) *Caratteristiche personali dei ricercatori - età, stato professionale*: scienziati più adulti e professori a tempo pieno possono accettare offerte multiple riguardanti le imprese, mentre i giovani ricercatori e assistenti è più facile che vengano coinvolti con un'impresa locale piuttosto che con una non locale, o non vengono proprio coinvolti;
- 4) *Territorio*: il posizionamento in cluster industriali e intensità di R&D regionale può influenzare la collaborazione.

3.5.2 Ostacoli alla collaborazione

Università ed imprese sono consapevoli del potenziale ruolo che entrambe giocano nel processo di innovazione e dei vantaggi reciproci che possono essere ottenuti tramite questo tipo di collaborazione; tuttavia, mentre vi sono prove di un numero sempre più crescente di alleanze, il loro tasso di successo spesso è deludente.

Anche se c'è un'evidenza che indica il potenziale della collaborazione, l'intensità di queste relazioni e i risultati tangibili generalmente non sono all'altezza delle aspettative. In effetti, numerosi ostacoli possono comportare un fallimento:

- le differenze culturali delle organizzazioni possono impedire il successo. I due settori operano su diverse tempistiche, hanno differenti obiettivi, hanno diversi sistemi di valutazione e soprattutto hanno grosse problematiche di comunicazione, parlando linguaggi differenti e non riuscendo a trovare il giusto modo di interagire. Trovare l'equilibrio appropriato che soddisfi entrambi gli stakeholder è la sfida più grande da affrontare;

- il conflittuale desiderio delle Università di pubblicare e l'esigenza di mantenere la segretezza da parte delle industrie per mantenere al sicuro i diritti di proprietà intellettuale e mantenere il vantaggio competitivo impedisce la buona riuscita della collaborazione;

- il problema riguardante il possesso della Proprietà Intellettuale e la divisione delle entrate fra le parti è spesso un'area di forte dibattito. Disaccordi sono comuni in questo campo, con le imprese che sostengono che l'IP delle Università è spesso troppo caro e ignorano i rischi a cui è esposta l'industria nel momento in cui decide di commercializzare un prodotto con queste basi. Le Università temono che le aziende possano rubare le loro scoperte e generare flussi di entrate che invece apparterrebbero alle università;

- le organizzazioni devono adattare le loro strategie in risposta all'ambiente esterno; questi cambiamenti possono portare ad un aumento o diminuzione dell'importanza dell'interazione fra università ed impresa. Poiché gran parte della ricerca accademica è di natura a lungo periodo, l'instabilità di sostegno da parte dell'industria può causare difficoltà per le università nella pianificazione del loro futuro.

3.6 Gli outcome della collaborazione: i benefici e gli svantaggi

Similmente a qualunque altro tipo di relazione inter-organizzativa, l'UIC ha sia i suoi benefici che i suoi svantaggi per entrambe le parti coinvolte.

Vantaggi:

Tutti i benefici delle università e delle aziende sono stati raggruppati in tre macrocategorie:

1. Benefici Economici (benefici che alimentano l'economia generale);
2. Benefici Istituzionali (benefici derivanti da Università ed Imprese);
3. Benefici Sociali (benefici che riguardano l'attività comune o di promozione della socialità)

Svantaggi:

In contrapposizione, diversi svantaggi sono stati identificati nella letteratura, dove alcuni ricercatori sostengono che, sebbene i benefici superano di gran lunga gli svantaggi, è importante sia per le università che per l'industria, ma soprattutto per le università, riconoscere i possibili inconvenienti, in modo da poter adottare misure protettive per attuare politiche e procedure amministrative per mitigare il fallimento e assicurare il successo della relazione.

Gli svantaggi sono stati classificati in quattro categorie:

1. *Deviazione dalla missione o dagli obiettivi;*
2. *Problemi qualitativi;*
3. *Conflitti;*
4. *Rischi*

Analizzando nel dettaglio dal punto di vista universitario, si può osservare che:

- per i benefici economici, intraprendere una ricerca collaborativa con le aziende partner può consentire di avere accesso a fondi di ricerca aggiuntivi alle tradizionali fonti pubbliche; questo può consentire ai manager dei centri di ricerca di approfondire le loro competenze e incrementare la capacità della ricerca. Può anche apportare una maggior stabilità per il

mantenimento del personale di ricerca colmando i divari tra le entrate di finanziamento pubblico;

- da un'ottica istituzionale, può aumentare l'accesso alla tecnologia posseduta dall'industria ed aiutare nel processo di scoperta. Questa tecnologia può assumere la forma di apparecchiature di processo che aumentano la capacità o velocità dei tempi di ricerca;
- i benefici sociali derivano dal miglioramento dello status, grazie alla capacità di dimostrare che essa è in grado di creare canali attraverso i quali la ricerca può essere diffusa efficacemente al pubblico e contribuire allo sviluppo economico del paese. Per esempio, questo fattore è evidenziato da Etzkowitz et al. (2000) che afferma come in Regno Unito "i finanziamenti pubblici sono diventati dipendenti dalla percezione di dare contributo diretto all'economia".

Inoltre, con l'utilizzo della "tripla elica", c'è un migliore allineamento fra gli output della ricerca universitaria ed i bisogni industriali, e meccanismi più definiti per il trasferimento della conoscenza fra le parti. Come conseguenza, le scoperte della ricerca universitaria possono essere verificate/validate più velocemente dall'industria, ed i dati industriali ritornano indietro all'università.

Da un'ottica industriale, invece, i benefici possono essere così visti:

- le imprese possono avere accesso a competenze scientifiche di base scoperte dalle università quando si trovavano ancora in una visione più "libera" dal mercato, avendo quindi un'ampia varietà di conoscenza potenzialmente sfruttabile; ciò è particolarmente vero in quei settori altamente scientifici, come nello sviluppo ed utilizzo dei materiali e il conseguente ambito della modellazione dei materiali, dove la complessità del processo di innovazione rende altamente difficile per qualunque organizzazione possedere tutte le competenze necessarie;

- è possibile acquisire vantaggio competitivo ottenendo l'accesso a posizioni migliori attraverso canali più veloci rispetto ai concorrenti, migliorando così il processo di sviluppo prodotto;

- le aziende possono attingere ad un personale altamente qualificato ed abbattere costi di sviluppo e produzione, oltre a ridurre notevolmente i tempi richiesti, poiché le università spesso già possiedono le infrastrutture necessarie per la ricerca.

	Universities	Industry
Benefits		
Economic-related	<ul style="list-style-type: none"> – Source of revenue (both public and private) – Patents/IPRs/licensing income – Additional income or financial benefit to researchers – Create business opportunities – Contribution to local/regional economic development 	<ul style="list-style-type: none"> – New products and/or processes – Improved products and/or processes – Patents, prototypes, generate IPRs, etc – More cost-effective than similar research in-house – Improved competitiveness – Access public grants – Promote economic growth/enhancement of wealth creation
Institutional-related	<ul style="list-style-type: none"> – Exposure of students and faculty to practical problems/new ideas and/or to state-of-the-art technology, with positive effects on the curriculum – Provide a “test bed” for feedback on research ideas, results/interpretations for the refinement of academic ideas/theories – Stimulate technological advancement and/or research activities in certain key areas – Acquisition of or access to up-to-date equipment – Training and employment opportunities for students – Build credibility and trust for the academic researcher among practitioners – Stimulate the development of spin-offs (or spin-off companies) – Provide opportunity for companies to influence and encourage the development of particular lines of university research – Joint publications with industry – Publication of papers by academics 	<ul style="list-style-type: none"> – Improved innovative ability and capacity/ Keep up to date with major technological developments – Advance new technologies – Accelerates commercialization of technologies/Increases speed of innovation to market – No inter-firm conflicts of interest – Provide much needed legitimacy for industry products (e.g. software programme) – Access to new knowledge and leading edge technologies and/or a wide variety of multidisciplinary research expertise and research infrastructure – Influence university research directions and new programs for industry good – Access to specialized consultancy/Identify relevant problems/Solve specific technical problems – Product testing with independent credibility in testing – Training/continued professional development – Opportunity to access a wider international network of expertise – Act as a catalyst that leads to other collaborative ventures – Joint publications – Hiring of talent graduates
Social-related	<ul style="list-style-type: none"> – Service to the community – Enhancement of university’s reputation 	<ul style="list-style-type: none"> – Enhance reputation by becoming more social responsible business
Drawbacks		
Deviation from Mission or Objective (Core Ethic)	<ul style="list-style-type: none"> – Threats to research autonomy or integrity for commercial advantage that may have a negative impact on culture of open science and affect university mission – Confidentiality agreements may block the dissemination of knowledge – Could result in the abandonment of long-term basic research in favor of results-oriented, short-term, applied research and technology transfer – Concern that the end result of collaboration could be short-term contracts in which industry would require ‘quick and dirty’ solutions to problems, with university departments acting as extensions to the research activities of firms 	<ul style="list-style-type: none"> – Slow academic bureaucracies may stifle technology commercialization, depress the firm’s performance and delay the fulfillment of the firm’s objectives – Diversion away from the ‘bottom-line’ issues of industry like return on capital investment – Collaboration may be costly due to increase in administrative overheads, as industry may have to develop specific managerial and administrative competencies, which may be a time-consuming process

È interessante notare che la ricerca sulla collaborazione UIC dà maggior attenzione alle università rispetto alle imprese quando si individuano i potenziali svantaggi. Questo può essere spiegato considerando le motivazioni per le quali le università entrano a far parte di queste collaborazioni: in letteratura, l’accesso ai fondi di ricerca è considerato il motivo predominante per le università per intraprendere una collaborazione. Essendo fortemente

spinte da motivazioni economiche, è probabile che le università si trovino in una posizione vulnerabile poiché esercitano meno potere e controllo sull'accordo, dove normalmente l'industria possiede un ruolo principale. Questa posizione vulnerabile diventa una delle principali cause degli svantaggi e delle problematiche, come ad esempio la pressione da parte delle imprese verso risultati rapidi o il rischio di limitare la diffusione della conoscenza prodotta dall'UIC in conformità con le richieste industriali.

	Universities	Industry
Quality Issues	<ul style="list-style-type: none"> – Potential diversion of energy and commitment of individual staff who are involved in interaction with industry, away from core educational activities – Could affect types of research questions addressed and reduce the quantity and quality of basic research 	<ul style="list-style-type: none"> – Low intellectual level of some contract work – Results in theoretical and impracticable solutions since university staff are too theoretical and not very practical whereas industry's focus is much more problem centered on critical situations requiring immediate attention
Conflicts	<ul style="list-style-type: none"> – Conflicts between researchers and company over the release of adverse results/damage in professional relationships among the researchers – Biased reporting by researchers sponsored by companies in favor of positive experimental results relating to company products 	<ul style="list-style-type: none"> – Disharmony and discord during R&D development – Intellectual property disputes and patenting disagreement
Risks	<ul style="list-style-type: none"> – Dilemma of either publishing results for short-term revenue and academic recognition or withholding until they are patented, with the risk of the technology becoming obsolete – Risks that academic–industry relationships pose to human subjects of research and to the integrity of academic investigation 	<ul style="list-style-type: none"> – Diminished control or leakage of proprietary information – High failure rate of collaborations – Financial risk to industry – Risk of incomplete transfer or non-performance of technology – Market risk where there is uncertainty of the success of the product launched in the market

3.7 Figura chiave per la collaborazione: i Gatekeeper

Le organizzazioni richiedono sempre di più al proprio personale maggiori sforzi per individuare, assimilare ed utilizzare conoscenza esterna. L'aspettativa è che fonti esterne di conoscenza possano stimolare l'innovazione, aiutando le imprese ad esplorare inedite opportunità e tradurle in nuovi prodotti, processi e servizi.

Un problema evidente è che il ruolo che gli individui hanno nell'assorbire conoscenza esterna per le loro organizzazioni non è ben compreso. Analizzando le sinergie fra i diversi tipi di attività per l'assorbimento a livello individuale, si delinea il ruolo di una tipologia di attore che con le sue azioni può influenzare il processo di innovazione: il *gatekeeper*. Egli aiuta a creare un pool di conoscenze esterne, che vengono internalizzate con un potenziale

per applicazioni interne aziendali, poiché il coinvolgimento di queste figure nell'assimilazione aiuta ad indirizzare meglio le attività di ricerca esterne, e congiuntamente il loro coinvolgimento nella ricerca esterna offre opportunità di istruire gli stakeholder esterni per facilitare il processo di assimilazione.

L'assimilazione degli sforzi, che riguarda la traduzione della conoscenza esterna in forme comprensibili internamente e il suo trasferimento ad altri individui che possano adottarla, incrementa il valore degli sforzi individuali nella ricerca esterna e nella promozione dell'utilizzo della conoscenza esterna. [6]

3.7.1 Background teorico del Gatekeeper

L'uso di conoscenza esterna nelle aziende raramente è un processo chiaro e lineare. Individuare conoscenza esterna di valore richiede tempo e sforzi; inoltre, essa può non solo essere soggetta a restrizioni di Proprietà Intellettuale che possono ritardare il suo uso aziendale, ma spesso è "attaccata" al contesto nel quale è stato sviluppato ("stickiness of knowledge"). Questo tipo di conoscenza necessita di essere *tradotta e trasformata* per superare le barriere organizzative. La sua assimilazione è richiesta per consentire di integrarla nei risultati di innovazione di un'impresa.

La ricerca mostra che il coinvolgimento nella cosiddetta "open innovation" richiede che le organizzazioni sviluppino nuove abitudini, riprogettino i ruoli e le attività lavorative, creino team o unità dedicate all'innovazione aperta. Ciò può anche richiedere l'assunzione di nuove tipologie di personale e uno spostamento di risorse da progetti orientati internamente ad altri più aperti verso l'esterno. Questi cambiamenti nelle abitudini aziendali hanno profonde implicazioni per lo staff R&D al quale sempre più viene richiesto di lavorare e collaborare con parti esterne per sviluppare idee che uniscano conoscenza interna ed esterna.

Il ruolo del Gatekeeper precedentemente veniva analizzato in letteratura principalmente per la sua capacità di tradurre la conoscenza esterna in sapere comprensibile per l'interno della sua organizzazione, mentre ultimamente viene più esaminato per la sua capacità di creare reti interne ed esterne a fonti di conoscenza nuove. Particolare attenzione viene data a quanto tempo gli individui passano creando relazioni con l'esterno dell'impresa. In ogni caso, è ancora mancante un apprezzamento completo degli sforzi individuali nell'assorbimento di conoscenza esterna; la letteratura principale spesso tende a

focalizzarsi solo su parti del processo di assorbimento, come la ricerca esterna, mentre gli sforzi comprendono un più ampio range di attività.

Il Gatekeeper normalmente opera una “dual ladder career”, una carriera presente su due fronti, per esempio nel dipartimento di R&D, distinta fra la carriera da manager e da tecnico. I membri senior dell’area tecnica hanno un ruolo chiave nello sviluppo di prodotti e processi, spesso possiedono un alto grado di formazione e hanno molti anni di esperienza, ma il loro lavoro non comprende responsabilità manageriali, perché anche se ricoprono ruoli chiave, non gestiscono direttamente altri membri dello staff.

Normalmente, gli scienziati della ricerca e sviluppo sono ingegneri che dovrebbero attingere alla conoscenza esterna indipendentemente dagli obiettivi specifici del loro lavoro; spesso invece, i membri dell’R&D tendono ad affidarsi alla conoscenza puramente locale, interna, che è considerata sicura e di facile comprensione, e adatta alle categorie esistenti. Questi atteggiamenti sono consistenti spesso con individui che lavorano nel dipartimento di ricerca e sviluppo di grandi imprese, dove la ricerca e la pratica di tutti i giorni si è tradizionalmente focalizzata sulla scoperta interna.

Si possono distinguere tre tipi di sforzi che gli individui fanno nel processo di assorbimento della conoscenza:

1. *Ricerca esterna*: identificare conoscenza esterna potenzialmente utile “è essenzialmente un processo di ricerca che richiede sforzi dai membri dell’organizzazione per esplorare, esaminare e monitorare il più ampio ambiente tecnologico e di mercato”. (Hambrick, 1982; Levinthal and March, 1981). La ricerca esterna è costosa in termini di risorse organizzative poiché” gli individui necessitano tempo e libertà da investire in una gamma di canali di ricerca potenzialmente di valore” (Cockburn and Henderson, 1998; Laursen and Salter, 2006). I Gatekeeper possono essere membri di comunità di lavoro che sfruttano le loro reti personali e partecipano attivamente a relazioni formali inter-organizzative per avere accesso a forme esterne di conoscenza utili. Possono anche raggiungere fornitori, utenti principali, università e consultarli per aiutarli riguardo nuovi sviluppi. Nel documento dal quale sono state estrapolate queste informazioni, sono presenti alcune interviste che riescono ad inquadrare i problemi nella corretta maniera. Per esempio, un manager aziendale, in merito allo svolgimento del lavoro del Gatekeeper, afferma che:

“a tutto a che fare con il parlare con le persone; non puoi mai sapere quando ci sarà una particolare opportunità per applicare quella specifica conoscenza esterna, o in quale maniera avverrà. Cercare di essere a conoscenza di qualcosa di interessante offre la miglior possibilità di capire dove potresti andare”.

2. *Sforzi di assimilazione*: il secondo tipo di sforzi di assorbimento riguarda l'assimilazione; l'R&D deve assimilare la conoscenza esterna traducendola in una forma comprensibile internamente e trasferirla agli altri dipartimenti che possono applicarla per le innovazioni alle quali stanno lavorando.

La conoscenza esterna spesso è incompatibile con l'esperienza interna, le capacità, il linguaggio e la cultura. La conoscenza è “appiccicata” al contesto nel quale viene sviluppata inizialmente, che “rende costoso il suo trasferimento all'interno dell'organizzazione” (Von Hippel, 1994). La mancanza di informazioni su perché e come la conoscenza esterna è stata generata rende molto complicato il capire come essa possa essere applicata in un nuovo contesto, e costruire su di essa innovazioni interne. Un ingegnere di processo senior, sempre in questa intervista, afferma:

“amiamo i grafici e flow chart ingegneristici; se qualcuno mi chiama e mi dice ‘Ho una grande nuova idea!’, gli rispondo di mandarmi un grafico da ingegnere, perchè ho bisogno di vederlo in tre dimensioni, e conoscere tutti gli aspetti di sicurezza”.

Quindi, il processo del portare ed assimilare internamente la conoscenza esterna necessita di un individuo che si impegni nelle attività di integrazione e traduzione, per allineare la conoscenza esterna con le competenze interne.

Più specificatamente, queste figure necessitano di fare uno sforzo nel comprendere il contesto specifico di origine, e poi riorganizzare e tradurre il sapere esterno per dargli un aspetto simile al contesto della propria organizzazione. Questo ri-assemblaggio delle informazioni comprende un accertamento del valore del sapere esterno nei confronti delle capacità esistenti e dei progetti di ricerca e sviluppo in corso, trovando associazioni e sinergie fra ciò che deriva dall'esterno e ciò che è conosciuto all'interno. Spesso riguarda anche il saper valutare le potenzialità di mercato che esso può avere, identificando le necessità aziendali nelle quali può trovare applicazione, e stimare quanto può adattarsi alle strategie aziendali.

Uno scienziato dell'R&D commenta così il tentativo di aiutare a far combaciare le informazioni esterne con le necessità interne:

“Spesso, persone esterne arrivano con un’idea che pensano possa essere di aiuto in una cert’area. Ma poiché non conoscono abbastanza bene l’azienda, non sanno quale sia, o come sia, il miglior modo per adattarla ad essa. Per esempio, viene da noi un ricercatore universitario con un’idea sull’acustica; ora, il modo in cui noi l’applicheremmo è completamente diverso dal concetto con il quale lui è venuto da noi, ma si sta usando la stessa tecnologia perché sappiamo che potremmo estrarre maggior valore utilizzandolo in uno specifico ambiente che in un altro”.

Il riorganizzare le informazioni spesso include anche riportare la conoscenza esterna in un formato che può essere revisionato internamente per consentirgli di essere confrontato con altre idee nei processi di selezione interna, come i processi stage – gate. Essa necessita di essere reinquadrata per essere adatta alle aspettative interne, il che richiede qualcuno che abbia una profonda conoscenza delle abitudini aziendali e dei modi di operare e lavorare. Spesso questo processo include il cambiare la terminologia e il modo in cui le idee sono presentate, in una forma che può essere meglio comprensibile dai colleghi. Per esempio, una ricercatrice aziendale dello sviluppo di prodotto racconta di un caso in cui si è presentata una situazione di questo tipo:

“La ricerca esterna era molto complicata; perciò, se avessimo presentato il lavoro esterno agli altri stakeholder sapevamo che non lo avrebbero compreso appieno. Perciò quel che abbiamo fatto è stato semplificare: ci era stato presentato un power point di 170 slide; abbiamo ridotto il tutto a 10 slide. Successivamente, ho personalmente provveduto a sintetizzare l’elaborato in 5 slide”.

Un secondo aspetto dell’assimilazione è la trasmissione e il trasferimento della conoscenza esterna ai colleghi; i Gatekeeper (o in ogni caso chiunque ricopra questa tipologia di ruolo) devono assicurarsi che essa venga diffusa alla maggior parte possibile dell’organizzazione, per identificare le categorie di prodotto, processi o tecnologie per le quali questa nuova conoscenza porta con sé possibilità di miglioramento tecnologico innovativo.

3. *Sforzi di utilizzo*: il terzo punto dell’assorbimento conoscitivo ha a che fare con quanto gli individui si impegnano per incentivare l’utilizzo della conoscenza esterna; ciò riguarda il suo potenziale di contribuire a prodotti o processi innovativi, orientando le conoscenze esterne tramite valutazioni interne e superando la

resistenza di coloro che sono avversi al cambiamento e al rischio. Anche se questo comportamento non è specifico per le invenzioni generate esternamente, vendere un'idea internamente è particolarmente necessario quando le origini dell'invenzione sono esterne all'impresa e si hanno reazioni del tipo "Non-Inventato-Qui" (Katz and Allen, 1982). L'utilizzo di conoscenza esterna richiede qualcuno che sia appassionato dell'invenzione o della tecnologia e che la guidi attraverso le procedure di decisione interne, e sia in grado di modellare la visione dell'alta direzione. Gli scienziati R&D che perseguono l'utilizzo di conoscenza esterna, solitamente mostrano impegno verso di essa come se fosse generata da loro stessi, e si prendono rischi per assicurare che il suo potenziale venga sfruttato.

Dal punto di vista delle figure che ricoprono questo ruolo, non è ancora chiaro se dovrebbero specializzarsi in tipologie specifiche o piuttosto in ruoli che combinano diversi tipi di sforzo.

3.7.2 La figura del Gatekeeper

Da quanto evidenziato precedentemente quindi, possiamo affermare che un soggetto che combina coinvolgimento nella ricerca esterna con l'impegno nell'assimilazione nell'azienda può essere chiamato Gatekeeper.

Gli studi originali sull'argomento (Allen, 1977; Macdonald and Williams, 1994; Tushman and Katz, 1980) enfatizzano il suo ruolo duale di acquisire e tradurre conoscenza esterna. A partire da ciò, si può dire che sono presenti due principali ragioni per creare una sinergia positiva fra questi due aspetti di ricerca di conoscenza esterna e sua assimilazione interna. In primo luogo, un *alto livello di assimilazione* può indirizzare meglio la ricerca esterna, aumentando la probabilità che essa possa essere applicata internamente in una maniera significativa. Dato lo spazio immenso di ricerca tecnologica oltre i confini aziendali, gli individui che sono in grado di ridurre questa area a ciò che può solamente riguardare conoscenza con un reale potenziale di utilità, saranno più probabilmente in grado di "individuare opportunità che sono di valore per l'impresa e che possono fornire un miglior adattamento alla conoscenza interna" (Kogut and Zander, 1992). Lo sforzo di assimilare conoscenza esterna è il collante che aggiunge valore alla ricerca fuori dai confini aziendali. Anche se la ricerca e l'assimilazione non fanno riferimento alla stessa parte di conoscenza

esterna, gli individui che combinano questi due tipologie di applicazione possono raggiungere un vantaggio combinato, poiché l'esperienza con il processo di assimilazione permette di approfondire la conoscenza e la consapevolezza del tipo di sapere esterno di cui l'impresa ha realmente bisogno, e consente di aiutare le persone a sviluppare un filtro più raffinato quando devono analizzare l'ambiente esterno per individuare nuove opportunità. Coloro che non riescono a fare questo mix di capacità incontrano grandi difficoltà, in primo luogo nel trovare conoscenza esterna di valore e, successivamente, nel trasmettere tale conoscenza agli altri affinché essi riescano ad assimilarla. Inoltre, i soggetti che non sono direttamente coinvolti nel processo di assimilazione, possono avere una comprensione limitata del tipo di conoscenza esterna che l'organizzazione necessita, limitando le possibilità che essa possa creare un input utile per l'innovazione aziendale.

In secondo luogo, la sinergia fra ricerca ed assimilazione può anche funzionare al contrario: un alto livello di ricerca esterna può rendere gli sforzi di assimilazione dei soggetti coinvolti più efficaci. Essere informati riguardo il contesto dal quale proviene la conoscenza esterna aiuta i Gatekeeper ad allinearla con l'esperienza, le capacità e le categorie interne aziendali, e consente di spiegarla in maniera più efficace ai colleghi. Uno scienziato intervistato coinvolto nella ricerca di mercato mostra come il coinvolgimento in entrambe le aree offre un'opportunità di guidare le parti esterne a comunicare o modellare la conoscenza esterna in una forma che può essere più facilmente assimilata:

“La più grande sfida che ho incontrato, ed è vero per tutti gli studi di progettazione e gli esperti con i quali lavoro, è far capire loro il nostro linguaggio aziendale. È davvero importante inquadrarli e assicurarsi che capiscano come le cose funzionino all'interno della nostra organizzazione; non è sufficiente solamente semplificare i loro output. Se si tratta di una singola occasione, posso ricoprire il ruolo di “traduttore” nel nostro linguaggio aziendale. Ma se si tratta di situazioni più ricorrenti, è importante assicurarsi che le connessioni possano avvenire anche senza il mio intervento di convertitore di messaggio”.

La sinergia fra ricerca e assimilazione, come è presente nella figura del Gatekeeper, è positivamente associata con la probabilità che i contributi degli individui siano efficaci nel generare innovazione per le loro organizzazioni.

Si può concludere quindi dicendo che la combinazione fra l'ampia ricerca esterna e l'assimilazione di conoscenza esterna è positivamente correlata con la capacità di fornire un aiuto individuale nell'innovazione aziendale.

4 Il caso studio: EMMC e i Translator

4.1 La modellazione dei materiali

La modellazione è un potente strumento che supporta la ricerca dei materiali nello sviluppo di applicazioni nuove o migliorate; fornisce le informazioni chiave per identificare nuovi materiali, o per personalizzarli e progettarli per particolari sistemi e strutture.

L'uso della modellazione dei materiali nell'industria è molto versatile, trovando applicazione in diversi settori come Energia, Ambiente, Trasporti, Salute, ICT e Produzione. Supporta la creazione di prodotti come pannelli solari, sensori, parti di auto, tessuti, computer, strumenti, rivestimenti. E' importante notare che i modelli diventano più utili all'industria quando riescono a raggiungere un alto livello di maturità. Questo richiede una forte interazione fra gli sviluppatori dei codici e le imprese, a causa della complessità e dei lunghi tempi necessari per i processi di sviluppo e validazione dei codici.

Il problema principale riguardante la modellazione nelle applicazioni industriali è nella formulazione di modelli che producano risultati realistici; in generale, la modellazione e la simulazione possono essere un importante strumento di rappresentazione per gli scienziati, aiutandoli ad avere accesso ad informazioni che non sarebbero disponibili altrimenti e interpretare i risultati dei loro esperimenti. La modellazione fornisce anche previsioni di inestimabile valore sull'evoluzione di un sistema in una maniera veloce ed economica, rispetto ai tradizionali metodi trial – and – error. [7]

4.1.1 Da cosa è costituito un modello

I materiali sono sistemi complessi e spesso le equazioni che descrivono i comportamenti fisici e chimici di sistemi reali sono troppo complicate per essere risolte facilmente. Per poter risparmiare tempi di calcolo dei computer, che sono una risorsa preziosa e limitata, la descrizione dei fenomeni deve essere semplificata. Fortunatamente, spesso non tutti i dettagli necessitano di essere presi in considerazione per riprodurre e predire i risultati degli esperimenti. Le assunzioni chiave riguardanti la realtà possono essere fatte ignorando la complessità che non è necessaria per descrivere la situazione data. Vengono chiamati "modelli" le equazioni chimico/fisiche che descrivono la fisica generica e le sue relazioni materiali che trattano uno specifico materiale e il suo comportamento. Le equazioni fisiche, abbreviate PE, sono per natura generiche e ampiamente applicabili, e in questo risiede la

forza della modellazione; ma una equazione fisica da sola non può essere risolta: deve essere applicata ad uno specifico caso e documentata da relazioni sui materiali, abbreviate con MR. Solo il sistema PE + MR è completo e può essere risolto. Le relazioni materiali includono i concetti costitutivi delle equazioni utilizzate nei modelli continui: quando un nuovo MR è trovato, la combinazione PE + MR viene chiamata *“governing equations”* e insieme formano un nuovo modello.

In precedenza, i modelli dei materiali erano descritti dalla dimensione e dalla scala temporale delle loro aree di applicazione, ma ultimamente, con il crescere della potenza dei computer, i settori di applicazione hanno iniziato a sovrapporsi e quindi identificare i modelli in base ad essi non è più un buon metodo.

Esiste una nuova classificazione che definisce i modelli in base all'entità, il cui comportamento è descritto nell'equazione fisica PE. Quindi, i modelli sono classificati in base all'entità descritta dalle formule fisiche e chimiche, e non in base alle dimensioni di applicazione o del sistema. Sono presenti quattro categorie naturali di modelli di materiali, tre di questi discreti ed uno continuo: modelli elettronici, atomistici, mesoscopici (i discreti) e modello continuo.

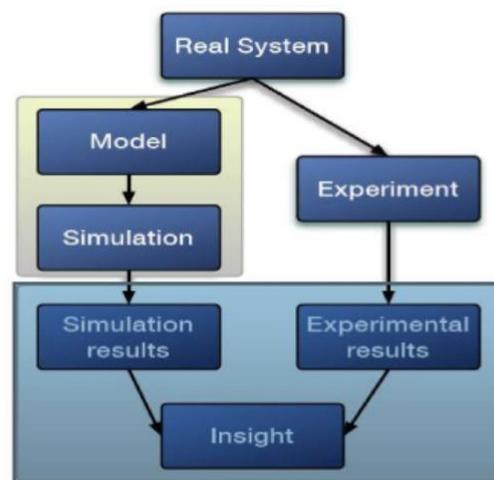


Fig. 2 Simulation gives the numerical solution to the model applied to a specific situation (Hans Fangohr, University of Southampton, UK)

4.1.2 Benefici della modellazione per le aziende

La modellazione dei materiali, viste le caratteristiche sopra citate, porta con sé numerosi vantaggi:

- *risparmiare costi* stabilendo una strategia per testare e sottoporre a screening nuovi materiali, nei casi in cui l'approccio "trial and fail" non possa essere realizzato nelle imprese poiché troppo complicato, pericoloso o costoso;
- *comprendere i risultati delle misurazioni*: questo è molto importante su scala nanometrica dove l'accesso alle proprietà dei materiali è spesso difficile;
- *ridurre il time to market*, accelerando le tempistiche di comprensione e sviluppo di nuovi materiali, e di nuove applicazioni di materiali esistenti;
- *suggerire nuovi materiali e procedure di sperimentazioni* per crearli: la progettazione dei materiali tramite la modellazione riguarda l'analisi delle relazioni tra composizione chimica e fisica, microstruttura e proprietà che risultano efficaci in macro – scala, in modo tale che un materiale può essere progettato con le macro – proprietà desiderate.

4.1.3 Impatto industriale della modellazione

Quindi, un approccio efficiente della modellazione dei materiali può abbreviare il processo di sviluppo di nuovi materiali specifici per determinati prodotti in tutti i settori industriali. Per predire le proprietà di prodotti finali, diversi modelli ricoprono un'ampia gamma di fenomeni fisici e chimici: questo richiede una forte interazione fra le diverse comunità di modellatori ed industrie.

Le imprese giocano un ruolo molto importante sia nella modellazione per la produzione sia in quella per la ricerca; inoltre, le aree di applicazione della modellazione spaziano in tutti i settori industriali, poiché in praticamente ognuno di essi tutti i tipi di modelli vengono utilizzati, pertanto questo sottolinea come la modellazione trovi un forte riscontro nel settore industriale.

Per quanto riguarda le università, i centri di ricerca stanno sviluppando costantemente modelli fisici e chimici, progredendo in questo settore, e vi è un numero significativo di

gruppi di ricerca che sta cercando di andare oltre i confini fino ad ora definiti, sviluppando nuovi modelli basati su chimica e fisica teorica, dimostrando che si è attivi nel cercare di creare modelli sempre più all'avanguardia e pronti per le richieste di mercato e le future applicazioni industriali.

In generale, la modellazione ha portato a progressi in molti settori industriali; essa può fornire approfondimenti che altrimenti, tramite le semplici sperimentazioni, non potrebbero esserci.

La progettazione predittiva di nuovi materiali ottimizzata per specifiche applicazioni è pesantemente usata nell'industria, per aggiungere proprietà e funzionalità ai nuovi materiali. La modellazione ha generato controlli migliorati nello sviluppo dei materiali, dei processi e dei prodotti industriali e ha minimizzato l'impatto ambientale, riducendo i rischi di fallimento e aumentando la durata della vita dei servizi.

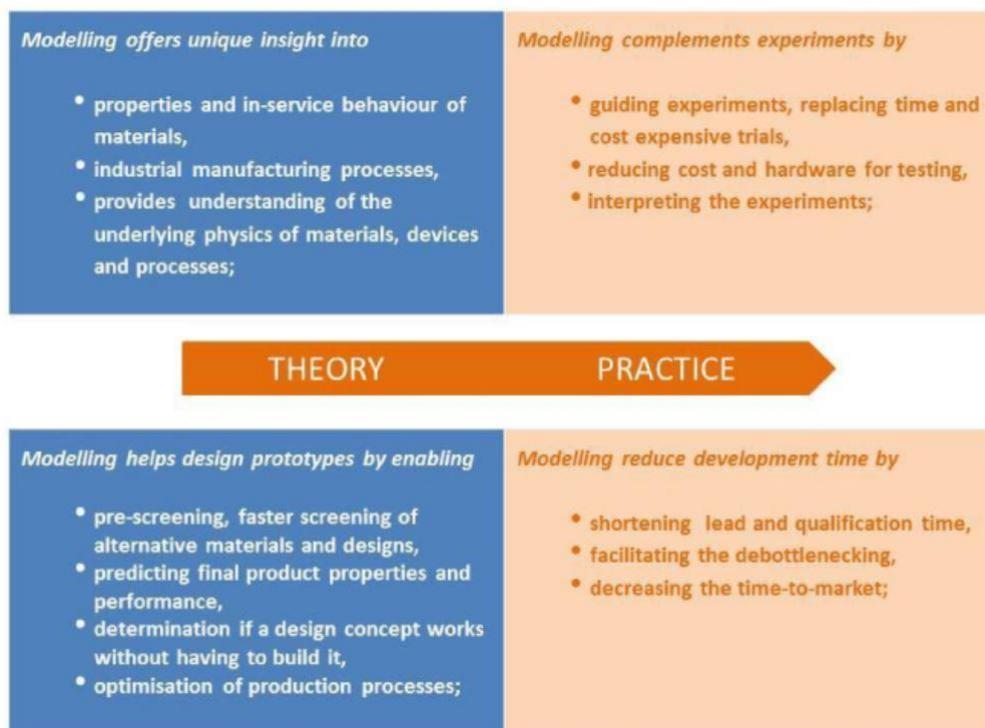


Fig 1 Industrial feedback on modelling use and benefits

4.1.4 Scegliere il modello corretto e il flusso di lavoro

Quando sono presenti diversi modelli, gli scienziati/industriali devono scegliere quali utilizzare. Questo testing dei modelli è anch'esso una parte preziosa della modellazione: consiste nel cercare di rispondere a domande quali "quale modello mi fornisce le proprietà che sono più vicine alla realtà per questo materiale?". I risultati di questa fase possono

essere importanti anche se nessuno dei modelli presenti è adeguato: ciò vuol dire che è necessario applicare più concetti e teoria fisico-chimica ai modelli esistenti.

Analizzando parte del vocabolario utilizzato per descrivere i modelli, si individuano alcune parole chiave, che saranno importanti anche successivamente in questo documento per comprenderne l'utilizzo:

- la parola "*metodo*" è utilizzata per indicare il modo nel quale i modelli sono usati; rappresenta il workflow che descrive come sono concatenati fra di loro e sono simulati sia in maniera sequenziale che in contemporanea, e questo flusso di lavoro descrive quando e come aggiungerli in database, collegandoli con esperimenti o dati sperimentali;
- per modelli sequenziali, si utilizza il termine "*linking*" o "*collegare*", e questo significa far funzionare diversi modelli in maniera consecutiva;
- per i modelli concorrenti si usa il termine "*coupling*" o "*accoppiamento*".

In breve, quindi, la modellazione dei materiali è un abilitatore chiave dell'efficienza della ricerca e sviluppo e dell'innovazione, e pertanto l'uso di questo tipo di tecnologia può generare un forte impatto economico. [8]

È un potente strumento che supporta la ricerca dei materiali nello sviluppo di applicazioni innovative.

In particolare, analizzando la situazione in Europa, si può trovare conferma del fatto che il futuro dell'industria europea è associato ad una forte capacità di accrescere l'uso della modellazione dei materiali; è necessario un approccio modellistico efficiente per abbreviare il processo di sviluppo dei prodotti con materiali che risultino adatti. [9]

A causa dell'enorme varietà e complessità dei materiali esistenti e della vasta gamma di applicazioni, il campo della modellazione dei materiali è costituito da diverse comunità, che hanno a loro volta stabilito differenti terminologie che si focalizzano su specifici domini di applicazione e su particolari tipologie di modelli. Come risultato, un ampio range di codici software di domini specifici si sono evoluti; i problemi di applicazione industriale nei materiali avanzati e nelle nanotecnologie richiedono un forte approccio interdisciplinare fra queste aree e queste comunità. [10]

Pertanto si tratta di un settore che necessita ancora un forte sviluppo per poter essere realmente applicato all'industria: per esempio, nonostante siano stati individuati alcuni

termini base utilizzati dagli esperti per poter operare con questi modelli, c'è ancora una forte necessità di stabilire una terminologia comune fra le diverse comunità, definendo concetti ed un vocabolario, per permettere di migliorare i futuri scambi fra esterni nell'intera area della modellazione dei materiali, aiutando lo scambio con il settore industriale e con gli scienziati, e riducendo le barriere nel suo utilizzo. Un linguaggio comune dovrebbe favorire il dialogo e la comprensione reciproca fra industrie, sviluppatori di software, scienziati e teorici. Inoltre, la standardizzazione dei modelli potrebbe facilitare l'interoperabilità fra di essi e fra i database: ciò è rilevante per uno sviluppo di tecnologia integrata e per poter portare benefici alle aziende, semplificando e rendendo più efficiente la comunicazione nel campo della simulazione dei materiali. [11]

4.2 EMMC: obiettivi e struttura organizzativa

La collaborazione fra Università ed Aziende risulta quindi di fondamentale importanza per il progresso, l'avanzamento tecnologico e lo sfruttamento di questi modelli, ma spesso le parti trovano difficoltà a comunicare, sia per differenza di intenti che di linguaggio, o a causa della disinformazione.

In merito a ciò è stato creato l'EMMC – European Materials Modelling Council, una comunità che opera per collegare tutte le attività di modellazione dei materiali esistenti e gli stakeholder in Europa. [12]



La missione dell'EMMC è di portare la modellazione dei materiali più vicina alle domande dell'industria: si occupa di coordinare e sostenere azioni verso meccanismi tangibili, in grado di consentire il rapido trasferimento di modelli sviluppati grazie all'innovazione accademica agli utenti finali, e ai potenziali beneficiari nell'industria. EMMC facilita l'interazione e collaborazione fra le diverse parti interessate: modellatori di software continui e discreti, proprietari di software, ricercatori, produttori, traduttori. EMMC nasce con l'intenzione di riunire queste comunità, cercando di superare le barriere che ostacolano il buon utilizzo e la diffusione della modellazione in campo industriale e, quindi, che sono di impedimento ad uno sviluppo economico generale, in particolare dell'Europa: permettere alle parti di comunicare, individuare terminologie e linguaggi

comuni, creare eventi reali e luoghi virtuali di incontro, formare personale competente in grado di incentivare ed aiutare la comunicazione.

In EMMC è stato creato un nuovo approccio collaborativo ed integrato con l'intento di portare i benefici della modellazione ai produttori, grazie a piattaforme apposite per il trasferimento e la condivisione di informazioni, alla formazione di personale e alla validazione dei software.

EMMC promuove l'integrazione della modellazione dei materiali in sistemi di supporto decisionali aziendali all'avanguardia: la modellazione deve essere associata con impatti economici chiari e diventare parte della gestione del ciclo di vita dei prodotti nelle industrie europee. Inoltre, viene data una forte importanza all'interoperabilità: avere un accesso unificato a diversi archivi di modelli consente un'integrazione accelerata degli approcci basati sui dati. Gli archivi di dati sui materiali stimolano l'innovazione, aumentano l'efficienza e consentono di prendere decisioni aziendali "smart".

La traduzione di problemi industriali in problemi comprensibili ai ricercatori di materiali che possono essere risolti con simulazioni computazionali è di fondamentale importanza per accrescere l'utilizzo della modellazione dei materiali; EMMC si occupa di stabilire il ruolo dei cosiddetti "*Translator*", figure chiave che si interfacciano fra i produttori, i modellatori e i ricercatori per aiutarli nella reciproca comprensione.

EMMC è strutturato in gruppi di lavoro, aperti a tutti gli stakeholder, che permettono di affrontare i vari argomenti che contribuiscono allo sviluppo, all'utilizzo, alla comprensione e alla diffusione della modellazione dei materiali. Questi gruppi sono denominati:

- *modellazione e validazione*: hanno lo scopo di identificare le lacune dei modelli e stabilire roadmap per il loro sviluppo, facendo interagire in attività comuni modellatori, produttori, Translator e proprietari di software;

- *interoperabilità ed integrazione*: sviluppano, supportano e coordinano l'uso di una terminologia comune e rappresentativa dei modelli, metodi e applicazioni attraverso le diverse aree della modellazione. Lo scopo finale è quello di riunire insieme le differenti comunità e supportare una facile integrazione degli strumenti;

- *Marketplace e Dataspace*: offrono ai produttori uno sportello unico, un punto singolo di accesso alle risorse per la modellazione dei materiali e agli archivi presenti in Europa. L'obiettivo di base è quello di promuovere e coordinare tutte le attività che coinvolgono i mercati ed i magazzini di dati europei. Pertanto, rappresenta un ingresso neutrale per i mercati e database a terze parti, ed è una piattaforma informativa in grado di creare un ambiente di collaborazione online;

- *Distribuzione del software professionale*: hanno l'intento di stimolare e supportare lo sfruttamento industriale dei software di modellazione dei materiali e l'innovazione in Europa;

- *Integrazione industriale e Impatto Economico*: anche se la modellazione dei materiali è considerata una scienza e tecnologia forte in Europa, ha ancora molta necessità di essere maggiormente implementata e usata nell'industria per raggiungere il suo massimo impatto economico. L'obiettivo di questo working group è quello di aumentare e misurare l'effetto monetario della modellazione sull'industria. Ciò comporta l'integrazione ad altri gruppi di lavoro, per stimolarne l'uso sia nelle PMI che nelle grandi imprese, e misurarne l'impatto globale;

- *Traduzione e formazione per le aziende*: mettere le imprese a conoscenza dei potenziali benefici economici della modellazione ne può sicuramente aumentare l'utilizzo da parte dell'industria. Queste hanno bisogno di supporto da esperti del settore per minimizzare i tempi necessari per sviluppare e implementare economicamente soluzioni di modellazione realmente realizzabili. Dall'altro lato, i ricercatori universitari che sviluppano modelli tecnologici innovativi, spesso sono inconsapevoli degli attuali problemi industriali; pertanto, la comunicazione deve fluire in entrambe le direzioni. Si deve così formare ed elaborare la figura del Translator, per permettergli di essere un collegamento adatto e fondamentale all'interno della catena del valore delle aziende.

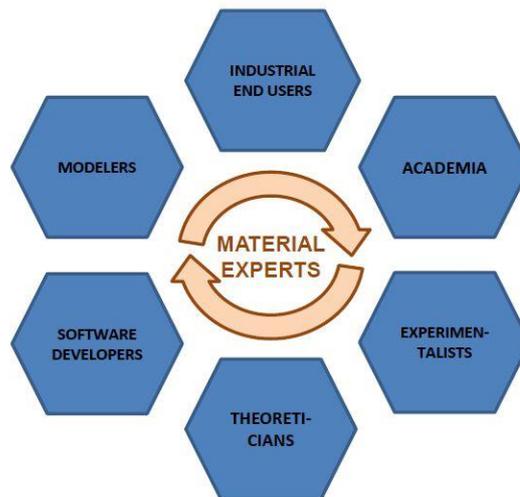
Nei prossimi paragrafi e capitoli ci si focalizzerà molto sulla figura del Translator, sulle sue caratteristiche, sulla sua capacità di aiutare nella comunicazione fra le diverse parti e di come possa giocare un ruolo fondamentale all'interno della collaborazione Università – Azienda. Inoltre, verrà analizzato come il Translator possa rappresentare una soluzione

chiave per molti problemi in queste relazioni che non potrebbero essere superati altrimenti. [12]

4.3 I Translator: chi sono e qual è il loro ruolo

Nell'ambito delle attività di EMMC, il Translator è stato definito come un nuovo profilo professionale in grado di collegare i bisogni industriali con la tecnologia e ricerca universitaria, per guidare e incentivare l'innovazione industriale. Pertanto, giocano un ruolo chiave nel trasferimento di conoscenza fra mondo industriale ed accademico.

Per permettere alle parti coinvolte di comunicare, è necessaria una figura che abbia competenze provenienti dal mondo accademico e che sia in grado di applicarle a concreti casi aziendali, per valutare la fattibilità ed il vantaggio dell'innovazione, attraverso l'utilizzo di un linguaggio comune, interpretabile da entrambe le fazioni.



La figura del Translator non è altro che un'estensione di quella del Gatekeeper. Partendo quindi dai concetti già citati, si può dire che il Translator è una figura che deve possedere sia background tecnico che economico, combinato con varie soft skills, per essere in grado di prendere decisioni strategiche per le aziende, nello specifico nell'ambito della modellazione dei materiali: la prima caratteristica del Translator è proprio quella di concentrarsi su questo tipo di settore in particolare.

Dal punto di vista delle competenze, si può fare una breve analisi delle due macro – categorie, estremamente simili a quelle del Gatekeeper:

- *lato tecnico*: avere capacità e conoscenza tecnica e tecnologica permette di comprendere problemi di innovazione industriali da un punto di vista scientifico, individuandoli, analizzandoli e conoscendo in quale forma si presentano esattamente, cercando di risolverli applicando la modellazione ed utilizzando strumenti software. Il processo finale è quello di tradurre tutti i dati e gli esperimenti in un, o più di uno, flusso di lavoro di modellazione. Poiché operano nell'ambito dei materiali, la conoscenza tecnica è focalizzata sull'uso dei quattro modelli di materiali elencati precedentemente (elettronico, atomistico, mesoscopico e continuo) e sui loro processi di accoppiamento/collegamento; devono inoltre avere una profonda e ampia conoscenza delle tipologie di modelli e degli strumenti software disponibili. La modellazione richiede dati in input e la loro qualità necessita di essere valutata dai Translator, che in una seconda fase propongono un caso di simulazione che meglio si adatta e che è più utile nell'utilizzare quegli specifici dati;

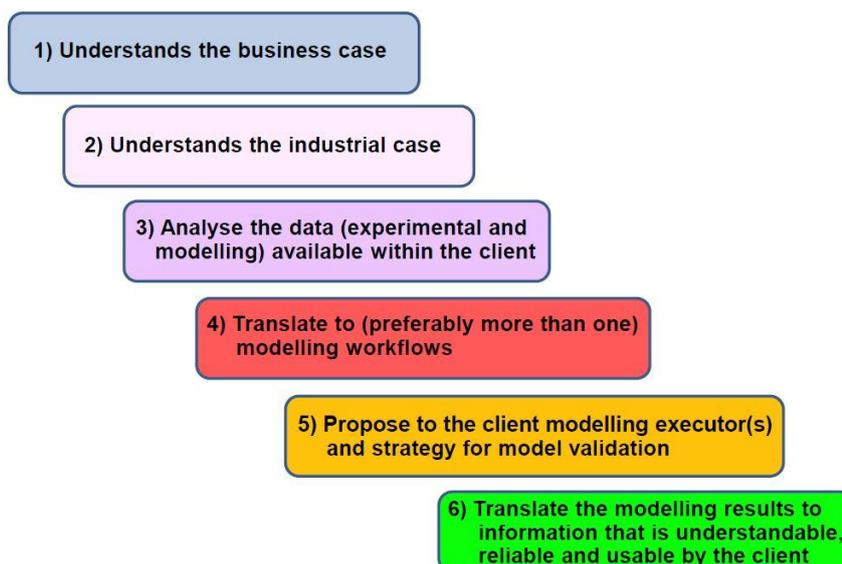
- *lato manageriale/economico*: devono essere in grado di comprendere casi aziendali nei termini di poter fornire grezze analisi di investimenti e di ritorni economici, e adeguare i budget di progetto, ovvero destinati ai flussi di modellazione e di esecuzione, al budget disponibile nelle aziende; devono inoltre essere in grado di stimare l'impatto economico della modellazione, come valutare l'alternativa di non utilizzo dei modelli, e gestire la privacy dei dati. Devono poter prestare consulenza sui costi e sui tempi necessari per applicare una determinata soluzione, scegliendo il workflow della modellazione che presenta il miglior compromesso tra rappresentazione della realtà, tempo di calcolo previsto e proprietà dei materiali disponibili.

Il processo di lavoro nel quale opera il Translator può essere rappresentato in step sequenziali. Normalmente la sequenza non è fissa, ma dipende dalla specifica situazione, e in alcuni casi possono anche essere richiesti processi di iterazione:

1. *Comprensione del caso aziendale*: valutare impatti, rischi, tempistiche del cliente, comprendere cosa rappresenta il successo per il cliente e che cosa si aspetta come risultato;

2. *Comprensione del caso industriale*: individuare dove si trova il problema e di cosa si tratta, se relativo al materiale o al processo, e valutare quali sono i fattori che hanno effetti particolari, come il capire quali sono le specifiche tecniche;
3. *Analisi con il cliente dei dati sperimentali disponibili*: dati che servono in ingresso per i modelli e per la loro validazione. Si deve comprendere la qualità e l'accuratezza di questi dati ad un buon livello e, se necessario, il Translator può anche proporre esperimenti dedicati e specifici;
4. *Traduzione in un flusso di lavoro di modellazione (o più di uno)*: devono essere considerati la disponibilità dei software/modelli presenti, la loro adeguatezza, efficienza, prestazione e livello di maturità, prevedibilità e accuratezza. Si devono valutare i costi associati: investimenti sia in capitale umano che tecnico e hardware/software, e valutare il costo dei tempi di simulazione. Deve essere considerato il ritorno di investimenti/benefici e bisogna validare il modello: sviluppare strategie per la validazione di ogni processo di modellazione, considerando i dati sperimentali disponibili e la generazione di nuovi dati;
5. *Proporre al cliente l'esecuzione e la strategia di validazione del modello*: in base all'esperienza, disponibilità e preferenza del cliente, seguendo l'esecuzione del progetto e rappresentando gli interessi del cliente;
6. *Tradurre i risultati della modellazione in informazioni che siano comprensibili, affidabili e utilizzabili dai clienti*: valutare il processo, interpretarlo e fornire raccomandazioni sono azioni aggiuntive che possono aiutare nella comprensione.

[13]



Il ruolo del Translator può differire in termini di capacità richieste, in base allo specifico caso o al particolare cliente. Si è visto in linea generale che sono necessarie sia competenze tecnico – scientifiche che economico - manageriali. Osservandole più nel dettaglio, si distinguono categorie più specifiche:

- *Background Industriale*: Il Translator lavora sull'interfaccia fra business e R&D durante tutte le fasi di sviluppo. Deve essere quindi in grado di focalizzarsi sul problema industriale: prima che qualunque caso di modellazione o simulazione venga proposto, è necessaria una comprensione completa del problema e del suo contesto industriale. I Translator supportano l'implementazione e l'utilizzo della modellazione e della simulazione migliorando le competenze degli operatori industriali: se posseggono capacità in questo ambito, i risultati ottenuti saranno sicuramente migliori;
- *Profonda conoscenza della modellazione e degli strumenti software*: devono saper trattare tutte e quattro le tipologie di modelli ed avere un'ottima capacità di utilizzo e comprensione dei software. Inoltre, devono anche essere consapevoli dei limiti e problemi di questi strumenti, e possedere strumenti complementari per permettere loro di valutare l'applicabilità, accuratezza e prevedibilità di alcuni modelli, e di poterli comparare tra di loro;
- *Conoscenza di diverse tecniche sperimentali e analisi dei dati*: la modellazione richiede dati in input provenienti dagli stakeholder industriali; la qualità di questi dati deve essere valutata dai Translator all'inizio di ogni processo; devono poi, una volta fatto ciò, proporre la simulazione più adeguata. Nel caso in cui i dati disponibili sono limitati, possono proporre degli esperimenti dedicati. Di fondamentale importanza sono le questioni di riservatezza di dati industriali: devono essere in grado di trattarli con estrema delicatezza, senza condividere dati che potrebbero risultare troppo sensibili;
- *Competenze economiche fondamentali*: per incontrare tutte le possibili richieste dei clienti e raggiungere i risultati richiesti, i Translator devono avere una conoscenza generica di alcuni aspetti base dell'economia:
 - a. *Processi innovativi*: conoscere concetti riguardanti l'economia e la gestione dell'innovazione, per poter comprendere i differenti regimi tecnologici e le

possibili traiettorie dei processi integrativi, realizzare il potenziale di nuove innovazioni e come le aziende possono muoversi per sfruttarle. Inoltre, devono possedere nozioni su come è strutturato il processo di sviluppo prodotto, per consentire ai progetti di essere seguiti nella maniera più adeguata;

- b. *Business Management*: conoscenze base di contabilità, valutazione e analisi investimenti, comprensione dei principali indici economici per la valutazione dei progetti;
 - c. *Project Management*: basi di strumenti e tecniche per selezionare i progetti R&D più vantaggiosi, per aiutare a prendere decisioni nei primi step nella catena di sviluppo di un progetto, comparando diverse alternative e scenari tramite differenti criteri. Comprendere concetti dei metodi “stage and gate”, per migliorare la gestione del progetto globale e dei processi di supervisione, ed aiutare a prendere decisioni tempestive per evitare possibili problemi;
 - d. *Proprietà Intellettuale*: conoscenza pratica riguardante i differenti meccanismi disponibili per la protezione delle idee ed il rinforzo della proprietà intellettuale, come una conoscenza specifica dei processi di brevettazione, copyright, segreti industriali, accordi di comproprietà.
- *Soft skills*: il Translator, inoltre, deve possedere ottime capacità comunicative ed essere in grado di parlare sia il linguaggio accademico che industriale, per permettere di fungere da ponte comunicante fra le due parti. Deve essere convincente, un buon ascoltatore, flessibile, in grado di estrarre le informazioni necessarie dai clienti. Le capacità comunicative giocano un ruolo fondamentale in questa figura.

CARATTERISTICHE COMUNI GATEKEEPER - TRANSLATOR

Capacità di ricercare e acquisire conoscenza esterna

Competenze manageriali

Competenze scientifiche

Capacità di parlare linguaggi industriali e accademici

Forti competenze comunicative

Traduttore e facilitatore della comunicazione

Figura non ancora del tutto definita

La sua importanza non è ancora riconosciuta come chiave

DIFFERENZE

Gatekeeper**Translator**

È assunto all'interno di un'azienda

Può essere dipendente o consulente esterno

Ha conoscenze che spaziano in settori anche molto diversi

È specifico per la modellazione dei materiali

Quasi sempre solo le grandi aziende possono permetterselo

Grazie alle diverse tipologie, anche le PMI possono usufruirne

Lo scopo è quello di aiutare l'azienda

È di aiuto sia per la realtà universitaria che industriale

Il Translator può operare sia per PMI che per grandi aziende; normalmente i ruoli sono ben distinti poiché queste realtà richiedono competenze diverse a causa di obiettivi spesso non convergenti:

- le *PMI* di solito necessitano un approccio risolutivo più integrato, che include anche questioni non legate alla modellazione: vengono richieste ai Translator conoscenze e competenze piuttosto ampie e trasversali. Inoltre, spesso preferiscono parlare con una figura "locale", nel proprio linguaggio, pertanto vengono a crearsi reti di Translator locali in ogni paese;

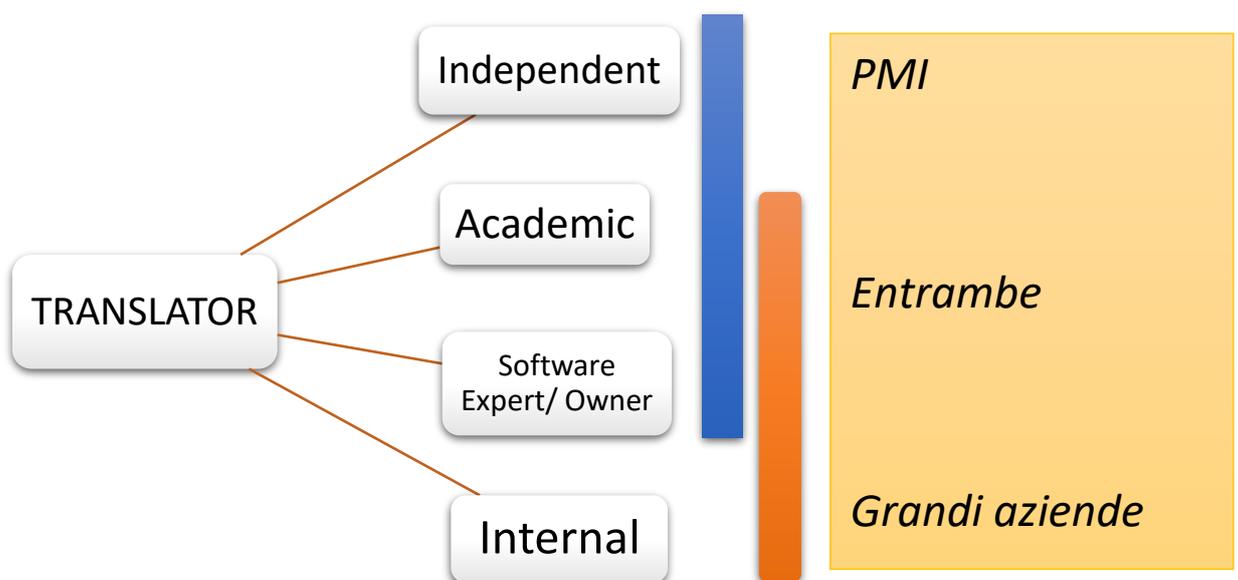
- *le grandi compagnie* normalmente già posseggono esperti modellatori in-house, e quindi possono richiedere un Translator più per un caso specifico di modellazione e traduzione, in un particolare dominio, che manca internamente.

Inoltre, PMI e grandi aziende hanno tempistiche di investimento differenti: le PMI devono essere più veloci nel prendere decisioni, e pertanto necessitano Translator in grado di trovare soluzioni rapide e flessibili; per le grandi aziende, i progetti sono solitamente di lungo periodo e quindi le decisioni possono essere prese in tempi più dilatati.

In base a tutte queste caratteristiche, vengono individuate quattro tipologie principali di Translator:

- Accademico: proviene direttamente dalla realtà universitaria, con una forte competenza ed esperienza tecnica e scientifica, spesso con precedenti nel campo della ricerca;
- Interno: lavora ed è richiesto nelle grandi compagnie come un “traduttore interno”, che incorpora la sua conoscenza specifica all’interno dell’azienda, in grado di ridurre i tempi di risoluzione dei problemi e creare un contatto più ravvicinato con i clienti;
- Indipendente: collabora con le PMI come consulente esterno, è un tecnico esperto di software, e aiuta le piccole realtà che spesso hanno poco tempo, risorse e budget disponibili per la ricerca e non possono permettersi un traduttore interno assunto;
- Proprietari/esperti di software: provengono da una compagnia di servizi software e lavorano come consulenti esterni, ma sia per le grandi che piccole compagnie, ed oltre ad avere ottime capacità nell’utilizzo dei software di simulazione, ne sono anche i possessori.

Pertanto, ogni compagnia, in base al tipo di progetto presente e alla sua capacità assorbitiva, può avere il suo “perfetto Translator”.



5 Il metodo

5.1 Presentazione del Questionario

Come è già stato in precedenza trattato, la modellazione dei materiali ha un impatto notevole nel settore industriale: il continuo aumentare dei costi di sviluppo dei prodotti e servizi richiede metodologie di progettazione sempre più efficienti ed ottimizzate, con la possibilità di ridurre i costi annessi.

Nonostante in alcune realtà essa sia già integrata, per essere sfruttata appieno la modellazione dei materiali deve essere compresa in maniera più chiara dagli interessati, e trasmessa a chi ancora non ne è a conoscenza. La maggior parte dei Manager e Dirigenti nelle PMI non sono al corrente dell'importanza della corretta selezione dei materiali scelti e del loro approvvigionamento per poter gestire in contemporanea la qualità, le funzionalità ed i costi associati ai progetti: è di fondamentale importanza che il mercato venga al corrente delle potenzialità di questa tecnologia; consapevolezza e formazione sono due parole chiave in questo argomento.

La modellazione dei materiali permette di minimizzare le spese ed i tempi necessari per raggiungere il completamento di un prodotto e commercializzarlo: a questo scopo, essere in grado di selezionare il modello da utilizzare corretto, in maniera precisa e veloce, per determinati problemi rappresenta un grosso vantaggio.

È inoltre fondamentale incrementare le connessioni con l'industria 4.0 e l'integrazione della modellazione in essa, perché questi modelli virtuali sono in grado di rivoluzionare la produzione ed il mercato deve essere pronto: sono richieste competenze tecnologiche superiori a quelle dei modellatori tradizionali, le partnership sono fondamentali per far crescere i modelli e includere database per aiutare nello sviluppo di software di supporto alle decisioni aziendali.

La modellazione rappresenta la chiave digitale per l'innovazione: è di notevole importanza per la scoperta di nuovi materiali, essendo in grado di usare metodi teorici e analisi virtuali per proporre nuove soluzioni.

Il beneficio di queste attività a livello aziendale è probabilmente sul lungo termine, ma con ricerche e sperimentazioni approfondite i tempi per rendere queste implementazioni reali possono restringersi sostanzialmente.

A fronte di queste ragioni, è stato svolto un questionario verso i diretti interessati per capire quali sono le azioni che i protagonisti del settore ritengono fondamentali svolgere per poter raggiungere quella diffusione e progresso necessario, consentendo così di accrescere l'economia generale.

È stato contattato un vasto set di stakeholder ed è stata effettuato un questionario online riguardante i bisogni sulla modellazione dei materiali. Il modello è stato costruito partendo dalle azioni che l'EMMC aveva individuato come critiche: queste azioni richieste hanno trovato conferma nelle risposte ricevute, ma sono stati forniti anche nuovi spunti per la generazione di nuove idee.

5.2 Struttura del Questionario

Il questionario, svolto in lingua inglese, aveva la seguente struttura:

- Domande riguardanti informazioni personali degli stakeholder;
- Indicazione di eventuali colli di bottiglia;
- Assegnazione punteggio importanza – urgenza e commento libero per ogni argomento (o bisogno);
- Spunti liberi su possibili nuovi temi che non sono stati affrontati

Analizzando nel dettaglio punto per punto, il questionario è stato così costruito:

A. Informazioni personali

Paese di provenienza:					
Nazionalità:					
Categoria di appartenenza:	industrie manifatturiere	discipline di supporto	modellatori di materiali	proprietari di software	Translator
Principale campo di applicazione:	Metallurgico	Aerospaziale	Chimico	Automobile	Energetico
	Elettronico	Farmaceutico	Altro (indicare quale)		

Ogni rispondente poteva indicare, se lo riteneva necessario, più categorie di appartenenza e più campi applicativi.

B. Indicazione di eventuali colli di bottiglia

È stato richiesto di indicare una o più risposte ritenute idonee alla seguente domanda:

Quali percepisci come i colli di bottiglia più gravi che ostacolano un uso potenziato della modellazione dei materiali nelle applicazioni industriali?

1	usabilità (facilità d'uso)
2	formazione del personale
3	disponibilità dei software
4	mancanza di modelli rilevanti
5	funzionalità
6	prevedibilità
7	capacità
8	mancanza di accoppiamento/collegamento
9	interoperabilità
10	rilevanza
11	accuratezza

C. Assegnazione punteggio importanza – urgenza e commento libero per ogni bisogno

Ad ogni partecipante del questionario è stato richiesto di dare un punteggio, da 5 (più importante) a 1 (meno importante) per ogni argomento affrontato sia in termini di importanza che di urgenza.

Questi temi saranno in questo documento chiamate “bisogni”, trattandosi di tematiche dove gli stakeholder necessitano di concentrare gli sforzi. È stato costruito un indicatore che potesse dare un ordinamento di preferenza dei bisogni; si tratta di un indicatore di rilevanza dell'azione così costituito:

$$RILEVANZA = IMPORTANZA * URGENZA$$

Per ogni bisogno, sono state poste le seguenti domande:

- “Quanto è importante questo argomento?” che forniva l'importanza;

- *“Quanto è urgente fare progressi in questo argomento?”* che forniva l’urgenza;
- *“Quali azioni riguardanti (argomento in questione) pensi siano urgenti e necessarie da svolgere?”* che permetteva di inserire commenti liberi riguardanti il tema.

I bisogni affrontati sono nove, nonché i seguenti:

1. *migliorare l’uso di modelli discreti;*
2. *migliorare accoppiamento/collegamento (coupling/linking);*
3. *estrarre le proprietà dei materiali dai modelli;*
4. *estrarre l’accuratezza dei modelli;*
5. *Integrazione della modellazione nella produzione industriale: Industria 4.0;*
6. *Integrazione della modellazione nei processi aziendali;*
7. *Marketplace e Dataspace della modellazione;*
8. *Flussi di lavoro integrati e interoperabilità;*
9. *Reti di coordinamento: miglioramento della diffusione dei materiali da parte dei produttori*

D. Spunti liberi su possibili nuovi temi che non sono stati affrontati

È stato in aggiunta richiesto di fornire eventuali commenti ulteriori, rispondendo alla domanda:

“Ci sono aree relative alla modellazione dei materiali che non sono state affrontate?”

5.3 Gestione e trattamento dei dati

L’obiettivo dell’analisi del questionario è capire quanto le diverse tipologie di rispondenti sono sensibili o meno all’argomento dell’importanza della collaborazione fra università – aziende e della diffusione della figura del Translator per incentivare e migliorare l’innovazione nel campo della modellazione dei materiali: analizzando le problematiche individuate nel questionario, lo scopo è di comprendere quanto questa collaborazione può realmente essere un modo per superare le principali barriere che impediscono l’innovazione.

5.3.1 Segmentazione

È stata fatta una classificazione suddividendo gli stakeholder in:

1. Aziende

- a. *Aziende Integrate*
- b. *Aziende Non integrate*

2. Non Aziende

- a. *Discipline di Supporto*
- b. *Modellatori*
- c. *Proprietari di Software*
- d. *Translator*

3. Translator

- a. *Indipendenti*
- b. *Possessori di Software/Esperti di Software*
- c. *Interni*
- d. *Accademici*

La suddivisione delle tipologie è stata così fatta per cercare di mettere da una parte il mondo industriale e dall'altro quello accademico o, per lo meno, più individuale e comunque non relativo al mercato; trattandosi di scienziati, esperti tecnici, o individuali possessori dell'attrezzatura necessaria, si crea la contrapposizione giusta per osservare i comportamenti di due fazioni separate, e mettere in luce quali sono le azioni che vengono percepite come più rilevanti e le problematiche ad esse associate, che ne impediscono l'effettiva realizzazione.

Si sono poi suddivise le "non aziende" nelle possibili categorie selezionabili da questionario: discipline di supporto, modellatori, proprietari di software, Translator; per i Translator è stata fatta una categoria a parte. Le prime tre invece, sono state rappresentate come:

- discipline di supporto: si tratta di scienziati, ricercatori, analisti di database, tutti con una forte base scientifica che sono sicuramente di provenienza accademica e, pertanto, possono essere rappresentati come appartenenti al mondo universitario;
- modellatori e proprietari di software possono essere sia indipendenti che lavorare presso accademie e centri di ricerca.

Le aziende a loro volta sono state suddivise in aziende:

- non integrate: per ogni rispondente si è visto se faceva parte di solo una o due delle categorie possibili (azienda o azienda più un'altra categoria). In questo caso, si può presupporre che si tratta di aziende che si basano principalmente sulle loro forze e quindi prive di integrazione verticale;
- integrate: i rispondenti che, invece, oltre ad appartenere alla categoria delle aziende, appartenevano anche ad almeno altre 2 categorie (fino ad un massimo di 5 in totale), si può presupporre siano integrate verticalmente, avendo a disposizione più aree sulle quali operare.



Questa suddivisione è interessante perché permette di capire se aziende integrate, e quindi più grandi, presentano problemi di comunicazione, se per loro risulta importante la collaborazione con le università, o semplicemente se sono a conoscenza delle problematiche o se non ne sono sensibili.

L'ultima suddivisione riguarda le quattro tipologie di Translator:

- interni: si sono prese in considerazione le risposte ricevute che hanno indicato l'appartenenza alla categoria Translator e quella aziendale, poiché questa è la situazione più comune nella quale si ha un Translator che lavora internamente all'azienda;
- indipendenti: i rispondenti che hanno indicato la sola appartenenza alla categoria Translator;
- proprietari/esperti di software: in questo caso, i Translator che sono anche o possessori di software o modellatori (proprietari o tecnici);
- accademici: i Translator che hanno indicato far parte anche della categoria discipline di supporto, riguardando ricercatori, scienziati, ecc.

Grazie a questa suddivisione, si può andare a vedere come le diverse tipologie di Translator percepiscono il problema e, soprattutto, quali sono i principali problemi nell'area in cui lavorano; dovendo saper comunicare, è importante vedere la differenza fra le percezioni dei Translator interni e tutti quelli esterni, per capire come incentivare la comunicazione, e come essa possa essere utile.

Da notare, come alcuni dati potrebbero risultare interessanti qualora emergessero discordanze all'interno di due categorie affini (quali ad esempio aziende integrate e Translator interni): a volte, le aziende non hanno la percezione di alcuni problemi esistenti, o meglio, sanno che il problema è presente ma non riescono ad individuarlo. La figura del Translator, anche interna, permette di sopperire a questa problematica ed è ad esso di forte aiuto.



5.3.2 Tipi di confronti effettuati

Per ognuna di queste suddivisioni si sono effettuati confronti su:

- bisogni: quali argomenti risultavano più rilevanti per ognuna delle categorie sopra elencate;
- colli di bottiglia;

- problemi/barriere: a partire dall'analisi dei commenti, sono state individuate delle barriere che impediscono l'innovazione e la collaborazione. Nel paragrafo riguardante l'analisi dei dati, vengono riportate le tipologie di barriere individuate.

5.4 Analisi statistiche

5.4.1 Area geografica

Sono stati inviati i questionari online a circa 1500 interessati, principalmente membri dell'EMMC e affini, e sono state ottenute 273 risposte.

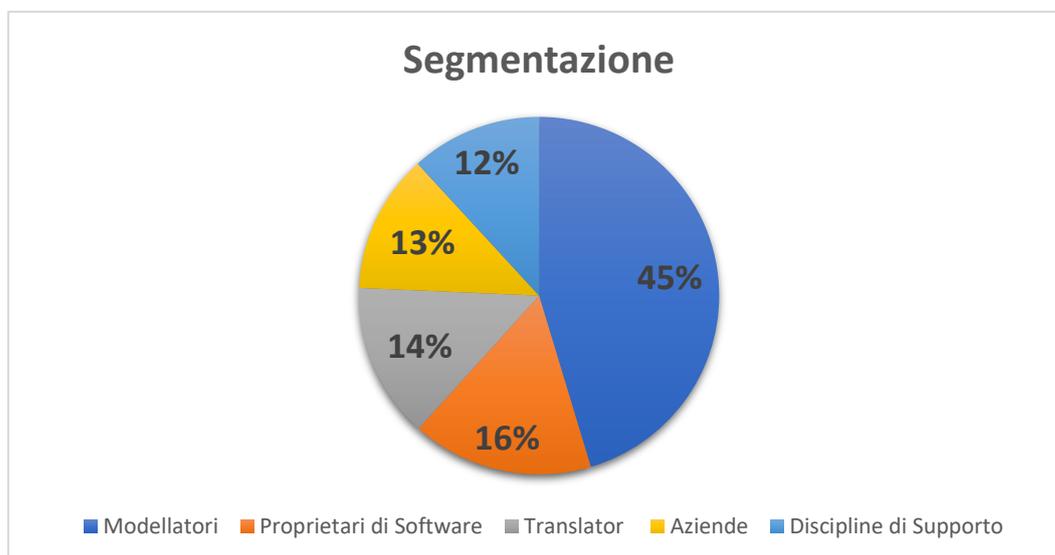
PAESE PROVENIENZA RISPONDENTI			
Germania	42	Polonia	4
Italia	39	Danimarca	3
Inghilterra	39	Lussemburgo	3
Spagna	32	Portogallo	3
Francia	16	Romania	3
Paesi Bassi	16	USA	3
Grecia	12	Repubblica Ceca	2
Norvegia	10	Slovenia	2
Svezia	9	Bulgaria	1
Austria	7	Cipro	1
Finlandia	7	Estonia	1
Svizzera	7	Islanda	1
Belgio	4	Israele	1
Irlanda	4	Serbia	1

I paesi oggetto dello studio sono principalmente europei; il maggior numero di risposte è stato ottenuto da stakeholders provenienti da quattro paesi primari:

- Germania (42)
- Regno Unito (39)
- Italia (39)
- Spagna (32)

5.4.2 Segmentazione

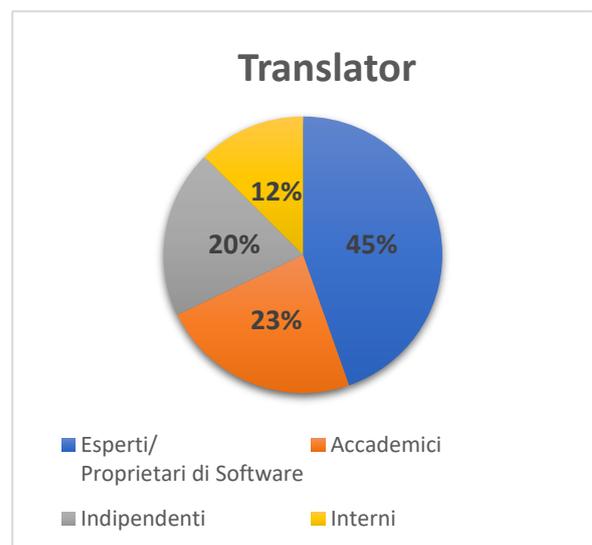
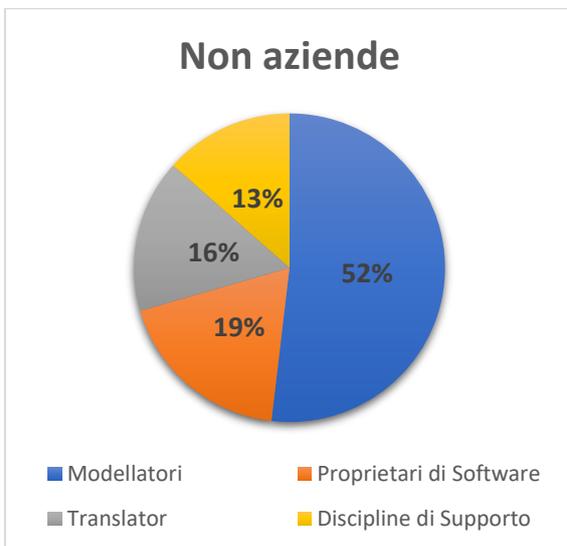
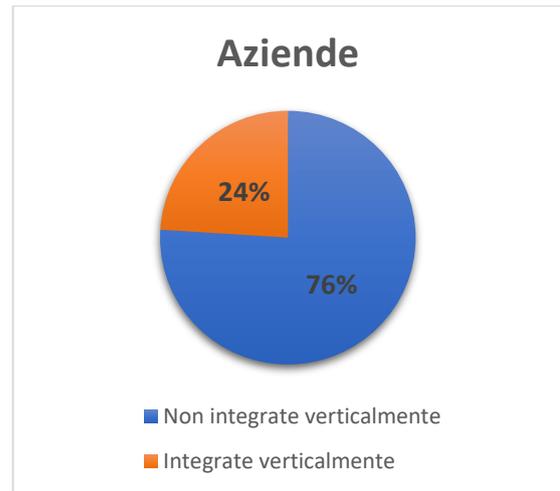
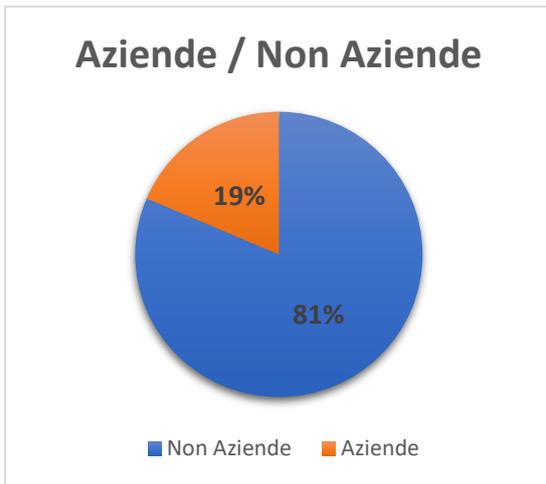
Come visto nella struttura del questionario, ogni stakeholder può appartenere ad una o più categorie: sono state effettuate analisi statistiche classificando gli stakeholder secondo le categorie individuate precedentemente.



Se si analizza in maniera generica, emerge una forte predominanza dei modellatori di materiali: sono loro i più interessati all'argomento, e ciò è in accordo con quanto ci si aspetta, poiché sono anche i più informati.

Osservando invece le segmentazioni individuate in precedenza, si vanno a creare schematizzazioni che indicano come le aziende che hanno partecipato al questionario sono in netta minoranza rispetto alle altre categorie, dove in coerenza con quanto risultato nel grafico precedente, si trova maggior presenza dei modellatori. Analizzando le aziende invece, sono quelle non integrate verticalmente, e quindi le realtà individuali e minori ad avere prevalenza.

Per i Translator, si ha una netta prevalenza dei tecnici di software, seguiti dagli accademici ed indipendenti; gli Interni sono i minori, anche questo in concordanza col fatto che le aziende integrate verticalmente sono minori. Nei grafici seguenti sono riportate le relative percentuali:



Per quanto riguarda il campo di applicazione, analizzando i settori in maniera globale, si ha predominanza nell'ambito chimico e automotive, seguita con un mediocre distacco dal settore dell'energetico.

L'automotive è un settore molto ampio, e ciò può giustificare la sua forte presenza; il chimico è dovuto principalmente alla natura stessa dell'argomento: parlando di materiali, il settore chimico è il diretto interessato.

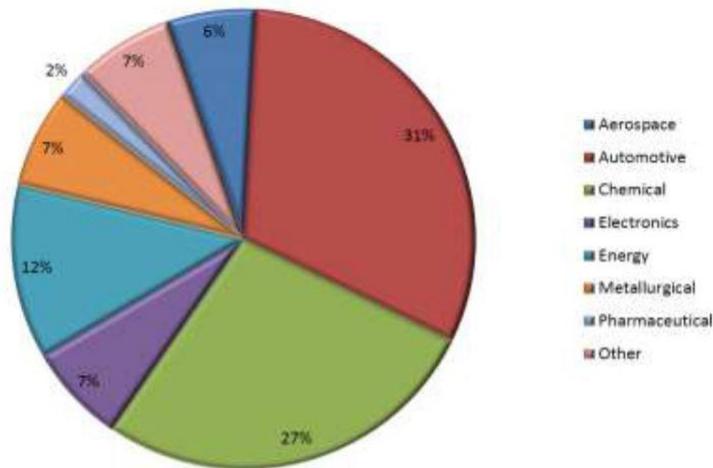


Chart 1. Primary field of application.

Successivamente a queste analisi statistiche, ne sono state effettuate ulteriori per ognuno degli argomenti trattati: bisogni, colli di bottiglia e barriere. Per i colli di bottiglia è stata effettuata un'analisi quantitativa, mentre per bisogni e barriere sia un'analisi qualitativa che quantitativa.

Partendo dalle analisi qualitative e a seguire quelle quantitative, si va ora ad esaminare nel dettaglio i risultati del questionario per cercare di estrarne delle conclusioni in merito.

6 Analisi dei dati

6.1 Analisi qualitativa bisogni

È stata effettuata un'analisi dettagliata delle singole voci, esaminando i commenti ricevuti, per poter comprendere maggiormente di cosa realmente trattano i singoli argomenti in questione. I risultati emersi sono i seguenti:

1. Migliorare l'uso dei modelli discreti (elettronici, atomistici, mesoscopici)

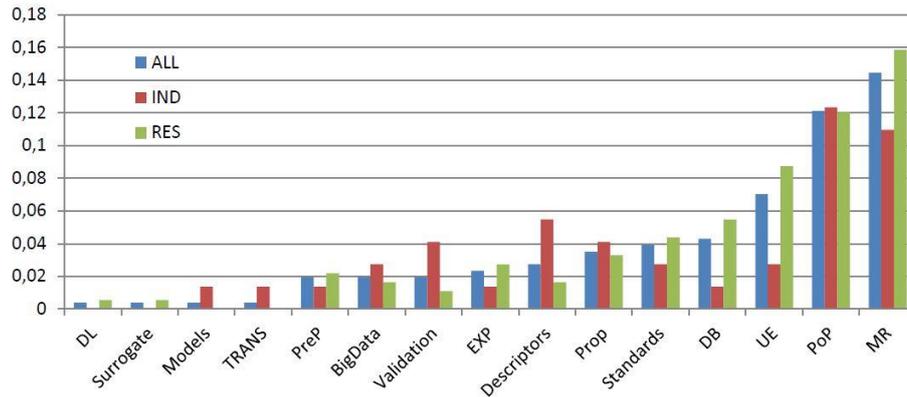
Quasi tutti i partecipanti hanno elencato uno o più campi dove gli attuali modelli discreti disponibili sono insufficienti o hanno lacune e dove quindi uno sviluppo di modellazione è necessario; questa necessità dimostra come l'interazione fra università ed azienda potrebbe aiutare nel migliorarla. La ricerca universitaria, sostenuta dai fondi dei privati, consentirebbe un miglioramento più rapido in questi modelli, velocizzando il processo e portando ad un beneficio per gli stakeholders coinvolti. Questo argomento sembra essere di interesse per la maggior parte dei settori industriali precedentemente citati, e quindi essere un problema comune a tutti. I rispondenti hanno sottolineato come sia necessaria una maggiore comprensione dell'argomento; una risposta arrivata da un istituto di ricerca dice: *"Dal punto di vista di un istituto di ricerca i modelli [discreti] hanno un valore inestimabile per fornirci le informazioni necessarie per servire l'industria"*, il che evidenzia come questo sia un fattore chiave per consentire la comunicazione fra accademia/industria.

2. Migliorare l'accoppiamento/collegamento C/L

Questo argomento si è dimostrato di alto interesse per gli stakeholder, visto come un promettente veicolo per la modellazione realistica di applicazioni di interesse industriale. Le risposte al questionario hanno dato esempio di aree dove è necessario un forte sviluppo di questo fattore. Alcuni commenti quali *"perfezionare i modelli molecolari e abbinare la progettazione del modello alle basi di dati sperimentali che le grandi aziende dell'industria chimica possiedono: ciò deve essere effettuato in una cooperazione accademico-industriale"* e *"in questo campo è richiesto uno sforzo accademico a lungo termine"* mettono in luce che questo problema necessita di uno sforzo collaborativo da entrambe le parti per poter essere superato. La difficoltà è palese se non si uniscono le forze.

3. Estrazione delle proprietà dei materiali dai modelli

Molte azioni riguardanti le proprietà di estrazione dei materiali devono essere attuate per rispondere alle esigenze industriali. Grazie ai commenti ricevuti, sono state identificate delle parole chiave che individuano quali sono le azioni più importanti da svolgere per questo preciso argomento; si sono ottenute delle distribuzioni per tutti gli stakeholder (*all*), solo per le industrie (*ind*) e solo per i ricercatori (*res*).



DL: deep learning, machine learning;

Surrogate: modelli approssimativi;

TRANS: necessità dei Translator per definire le proprietà;

PreP: pre processing generale;

BigData: analisi di un grande set di proprietà;

EXP: stimare le proprietà che possono essere correlate direttamente alla caratterizzazione sperimentale;

Descriptors: includere KPI e proprietà sofisticate che determinino il comportamento generico di un materiale;

Prop: calcolo delle proprietà generiche;

Standards: standardizzare i calcoli delle proprietà;

DB: supporto di database sulle proprietà;

UE: sostenere le stime di incertezze delle proprietà;

PoP: post processing generale, senza specificare quale applicazione o quale particolare azione che necessita di essere svolta;

MR: relazioni materiali che vengono estratte da un modello ed usate in un altro, specialmente dal discreto al continuo. [14]

Gli stakeholder di questa categoria variano fra due estremi: quelli che pensano che sia una semplice attività tecnica da compiere, che non potrà portare un reale valore aggiunto, e quelli che lo interpretano come un punto fondamentale che deve essere sviluppato nel workflow della modellazione.

Da notare è che la maggior parte dei rispondenti vedono il ruolo dell'estrarre le proprietà dei materiali come parte del processo di accoppiamento/collegamento: pertanto è così sentita la voce *MR, Material Relation*, che indica uno spostamento di informazioni da un modello ad un altro. La maggior parte si riferisce all'estrazione delle proprietà del materiale per accoppiare modelli discreti a continui.

È importante soffermarsi su questo punto, poiché la difficoltà a passare da un modello ad un altro è particolarmente sentita e, soprattutto, difficile da attuare; questo per mancanza di capacità tecniche fra gli operatori, gli utilizzatori dei software, di utilizzare le diverse versioni disponibili. L'interazione università – azienda in questo caso potrebbe essere un fattore fortemente d'aiuto per la sua risoluzione. Un commento dice *“l'educazione è fondamentale; è molto importante diffondere la parola su ciò che può essere estratto e da quale modello. Per il lungo termine, tramite l'università, per il breve termine, tramite i Translator”*. [14]

A riguardo, era stata presa visione di un case study proprio sul problema della comprensione fra diversi modelli, qua riportato:

Tipologia di Translator: Interno (Industria Manifatturiera)

Settore d'esperienza: Viscoelasticità e proprietà meccaniche di nanocomposti polimeri; utilizzano i modelli discreti per comprendere i meccanismi molecolari di diverse proprietà macroscopiche dei materiali.

Cliente: “Continental Tires”, in Germania, tra i fornitori leader automotive nel mondo.

Segmento della catena del valore: il cliente è l'utente finale e i risultati della modellazione dei materiali sono usati per migliorare le performance degli pneumatici.

Caso studio: Il tema è la deformazione di un composto polimerico. I meccanismi di dissipazione più attivi sulla deformazione sono le dissipazioni viscoelastiche nella matrice polimerica e l'energia persa dovuta alle interazioni filler-filler e filler-polimero. Il primo è

sensibile alle frizioni monomeriche e ai difetti della rete polimerica, il secondo dipende dalla microstruttura del filler che include la dispersione, distribuzione e caratteristiche geometriche del filler nella matrice. In questo lavoro, si è stati principalmente interessati nel comprendere gli effetti delle caratteristiche dell'interfaccia polimero-filler sulla dissipazione di energia nel materiale. Il progetto è durato 3 anni.

Outcome atteso: ottenere una conoscenza molecolare delle proprietà macroscopiche dei materiali

Translation to Modelling Solution: basandosi sul principale obiettivo del progetto, che era quello di ottenere una conoscenza molecolare del processo, è stato proposto l'uso di modelli discreti. Il Translator ha selezionato un gruppo universitario con il quale aveva precedentemente collaborato e con il quale aveva stabilito un rapporto di fiducia solido, costruito nel tempo; il gruppo di ricercatori universitari ha mostrato a questo problema.

Una comparazione diretta fra il risultato dei modelli e i dati sperimentali è molto complessa poiché si hanno scale di tempo e di lunghezza diverse. Per estendere i risultati della simulazione sulla lunghezza di scala macroscopica ed essere in grado di comparare i risultati ai dati sperimentali, è stato necessario sviluppare diversi modelli teorici. Il gruppo universitario ha fornito le conoscenze adeguate per poter trattare con modelli diversi.

Benefici del cliente dalla modellazione: il risultato del lavoro ha fornito una conoscenza più profonda del materiale a livello molecolare. Questo know-how aiuta i preparatori a prendere decisioni più informati sulla progettazione di nuovi materiali e a supportare gli esperti durante la risoluzione dei problemi.

4. Estrarre l'accuratezza dei diversi modelli

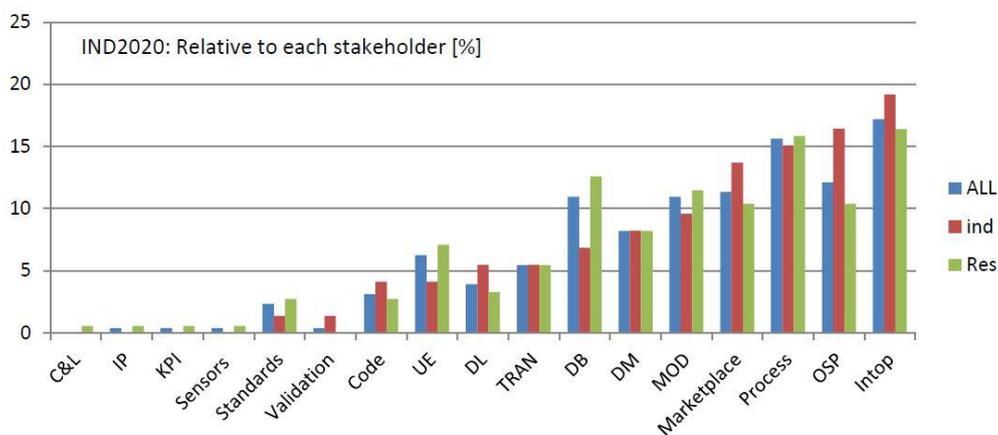
L'estrazione dell'accuratezza, come l'accuratezza controllata e la quantificazione dell'incertezza nella modellazione dei materiali, sono passaggi fondamentali per rispondere alle esigenze industriali. Questo argomento ha trovato ampio riscontro dai rispondenti: se il modello è limitato e non consente la precisione desiderata, può rappresentare un forte ostacolo.

La valutazione dell'accuratezza, delle incertezze, degli errori dei risultati del modello è fondamentale per aiutare i progettisti e i produttori ad effettuare le selezioni corrette. È stato sottolineato da molti che la precisione può essere un concetto mal definito, perché

la precisione o imprecisione di un modello dipende da come viene applicato. Il rimedio può risiedere nell'inclusione di più conoscenza fisica e scientifica nel loro utilizzo; in particolare, come si legge da un commento, *“la precisione predittiva è la più importante per l'applicazione della modellazione nell'industria, ma ciò che la maggior parte dei ricercatori accademici offre è la precisione retrospettiva, cioè dimostrano quanto possano riprodurre una certa proprietà mediante la modellazione”*, emerge quanto, come suggerito da un altro rispondente, *“collegare i principali attori accademici ed industriali è essenziale”*; la mancanza di comunicazione e la diversità di obiettivi fra accademia ed industria non permette di ottenere alte prestazioni in questo argomento.

5. Integrazione della modellazione dei materiali nella produzione e nella lavorazione (Industry 2020)

Per quanto riguarda il rendere reale l'avvento del *material modeling* nell'industria 4.0, l'analizzare i commenti suggeriti ha permesso di evidenziare quelle che sono ritenute le azioni più urgenti da effettuare.



Si nota innanzitutto che c'è una correlazione tra la distribuzione fra ricerca ed industria, riflettendo una comprensione comune sugli argomenti importanti.

IntOP: fa riferimento all'interoperabilità tra simulazione e caratterizzazione, cioè come integrare simulazione ed esperimenti nello stesso workflow. Questo include anche accoppiare il sistema hardware e software nella stessa piattaforma; è stata anche sottolineata la necessità di interoperabilità tra gli strumenti di simulazione e il sistema di caratterizzazione;

OSP: riflette la necessità di integrare e accoppiare sia gli esperimenti che le simulazioni

all'interno di una stessa piattaforma, necessaria per l'industria 4.0; questa categoria fa riferimento all'interoperabilità;

Process: riflette la necessità di modellare e di prendere in considerazione l'intera catena di processo;

Marketplace e Dataspace: molti hanno espresso la necessità di una piattaforma web che possa fornire l'integrazione di tutte le componenti necessarie;

MOD: il bisogno di avere modelli più accurati per poter essere in grado di descrivere l'affidabilità di sistema e di processo;

Translation: molti hanno espresso la necessità di una traduzione migliore della modellazione per l'industria e di spiegare i benefici della modellazione come un prerequisito per l'industria 4.0. Questo include una consapevolezza crescente delle capacità dei modelli, educazione e formazione così come aiutare l'industria a scegliere i componenti corretti nel loro workflow futuro;

Code: è anche di urgenza e di interesse la necessità di sviluppare codici più veloci ed efficienti che possono fornire informazioni in una maniera rapida ed efficiente per consentire una più stretta integrazione con la caratterizzazione sulla linea di produzione, e soluzioni più veloci ai problemi.

In questo caso, vengono sollevati punti importanti: emerge nuovamente la necessità di alta conoscenza e ricerca universitaria, per poter consentire un più veloce progresso della qualità dei software e permettere di essere pronti ed inclusi nell'industria 4.0. Ma non solo: il fatto che la traduzione venga considerata un fattore chiave, mostra come esista sì la necessità di questa comunicazione e collaborazione fra università ed azienda, ma anche come essa sia non sempre possibile e, soprattutto, difficile da attuare.

Un commento dice *“questo è un problema evidente ed importante; sarebbe altamente desiderabile migliorare al massimo la comunicazione tra Industria ed Accademia, per consentire a quest'ultima di essere consapevole dei problemi (in termini di problemi da risolvere) della prima.”* Vengono ipotizzate soluzioni come *“piattaforme web dove le industrie possono porre domande alle Università, e viceversa”*. Un altro commento ancora rimarca il concetto, dicendo che *“lo sviluppo di piattaforme di modellazione comuni da usare nelle industrie è una buona soluzione; questi risultati possono essere raggiunti solo con una forte connessione fra aziende e università. Le azioni da intraprendere dovrebbero essere orientate al definire pochi bisogni importanti/critici per le industrie, e poi allo*

sviluppo di risposte a questi problemi in termini di modelli standard/metodi basati sullo stato dell'arte della ricerca, da parte delle Università". Il focus resta sempre nell'individuare i problemi industriali e nel capire cosa l'università ha da offrire a riguardo: prima deve essere creato un canale comunicativo, e solo successivamente lavorare sul miglioramento, implementazione dei software, costruzione dei database, e così via.

6. *Integrazione della modellazione dei materiali nei processi aziendali*

Anche in questo caso, è stato chiesto quali azioni possono essere considerate fondamentali per permettere questo tipo di integrazione. Dai commenti liberi dei rispondenti sono stati identificati argomenti ricorrenti che possono essere riassunti in:

a) *Impatti prevedibili:*

- introduzione sul mercato con maggiore velocità e riduzione del rischio;
- l'integrazione virtuale dei processi può portare ad una riduzione dei costi;
- riduzione al minimo di spese e tempo necessario per raggiungere un prodotto funzionale e commercializzabile;
- in un futuro non troppo lontano, la simulazione potrà essere uno strumento base per lo scambio di informazioni fra i diversi dipartimenti di un'industria, e potrà essere utilizzata come strumento educativo e promozionale per prodotti e processi;
- consentire la possibilità di applicare direttamente modelli numerici in Knowledge Based System (sistemi di supporto alle decisioni), che possono aiutare nella scelta del materiale da utilizzare o, addirittura, suggerire direzioni per lo sviluppo di nuovi materiali.

b) *Stima e quantificazione dell'impatto:*

- la quantificazione dell'impatto sulla modellizzazione dei materiali nell'industria tramite dati finanziari e strumenti di ottimizzazione multi – obiettivo consente di aiutare il processo di integrazione della modellazione dei materiali nei processi aziendali;
- avanzare calcoli sulle riduzioni di costo in casi con e senza la modellazione dei materiali, in particolare consentendo una comparazione quantitativa e oggettiva fra i cicli di sviluppo virtuali (modellazione) e fisici (laboratorio) per specifici prodotti/device estremamente urgenti;
- è necessaria una stima maggiore dei costi globali della modellazione.

c) *Sfide e requisiti:*

- una grande sfida è riuscire a combinare modelli non progettati per comunicare con altri utili in questo senso, e ciò richiede robusti schemi di interoperabilità semantica;
- nuovi modelli di intelligenza artificiale;
- per far crescere l'interesse e l'entusiasmo riguardo la possibilità di sviluppare prodotti virtuali, è richiesta una tecnica più orientata al calcolo.

d) *Necessità di migliorare dialogo, collaborazione, trasparenza e coerenza*

- non c'è un linguaggio appropriato, connessione o comprensione fra coloro che parlano di modellazione di materiali, progettisti industriali, innovatori e manager aziendali;
- alcuni casi studio o linee guida per un singolo settore o industria (anche nella forma di infografiche che presentano flussi di processo o simili) in questi campi possono essere utili;
- la maggior parte dei manager delle PMI non sono consapevoli dell'importanza e della differenza di successo che potrebbe essere raggiunto in base alla giusta selezione di un materiale;
- la comunicazione efficace dovrebbe ottimizzare sforzi/tempo e combinare efficientemente risorse disponibili con team di lavoro.

In ogni caso, questo punto non viene percepito necessario ed urgente come i precedenti; le grandi aziende sanno come trattare i risultati ottenuti, così come sono consapevoli dell'accuratezza delle previsioni. Inoltre, gli strumenti non sono ancora abbastanza maturi; sembra ancora presto e non così necessario dover integrare la modellazione dei materiali nei processi aziendali, escludendo il marketing. Come suggerisce un rispondente, *"l'industria non è ancora al livello richiesto, e questo rimane un argomento accademico per i prossimi 5 anni"*.

7. *Market Place e Dataspace della Modellazione dei Materiali*

Nel mercato c'è un forte bisogno di supportare la gestione e lo scambio delle informazioni in una maniera aperta ma che consenta sempre di preservare i diritti di proprietà intellettuale per le industrie. I database e l'integrazione dei flussi di lavoro sono un fattore

dominante, poiché frequenti sono le analisi di bigdata e deep learning (inclusi metodi di intelligenza artificiale) nelle piattaforme di mercato.

Emerge dalle risposte ricevute che i big data dovrebbero essere sfruttati in maniera più efficiente; ciò può essere fatto solo in parte dall'università, ma l'industria è restia alla collaborazione: questo risulta di facile comprensione poiché le aziende cercano di condividere con l'esterno (e con l'università in particolare) meno informazioni personali possibili e viceversa, e i database contengono dati estremamente sensibili. Inoltre, anche in questo caso lo sviluppo verso software di analisi più avanzati è necessario, ma la mancata collaborazione impedisce questo progresso.

8. Flussi di lavoro integrati e interoperabilità

L'integrazione degli esperimenti e la simulazione, quindi l'interoperabilità, viene definita come uno dei fattori chiave per il progresso sia industriale che universitario; in questo caso, il vero supporto deve arrivare dai modellatori, che possono essere sì indipendenti, ma sicuramente devono provenire da luoghi di alta formazione come, appunto, le università.

La vera sfida è quella di combinare modelli non progettati per comunicare con altri, in una maniera utile: questo richiede schemi di interoperabilità semantica molto robusti. Sono per altro necessari sistemi di supporto alle decisioni per lo sviluppo di materiali molto più avanzati; si ha conferma quindi, nuovamente, della necessità di un'alta formazione tecnica per essere in grado di creare software sempre più sviluppati. La comunicazione con le aziende risulta anche qui estremamente necessaria poiché i modellatori devono conoscere ciò che il mercato richiede per poter riuscire in uno sviluppo mirato, rivolto all'abbattimento di costi e ad una migliore efficienza.

9. Rete di coordinamento: miglioramento della diffusione della modellazione dei materiali da parte dei produttori

Per rispondere alle esigenze industriali, sono necessarie diverse azioni relative al coordinamento degli sforzi che vengono attuati per avanzare nella conoscenza e diffusione della modellazione dei materiali. È stato chiesto ai rispondenti, anche in questo caso, di definire il grado di importanza di questo parametro e di dare commenti liberi su quali sono le azioni più urgenti da compiere.

I punti toccati sono di diversa natura, ma ciò che risulta di largo interesse ai fini del rapporto università – azienda è che questo argomento viene citato numerose volte dai rispondenti.

In particolare:

- non è importante solo il trasferimento della conoscenza dall'università all'industria ma anche viceversa: c'è un'esigenza di definire in maniera chiara quali sono i modelli provenienti dalle aziende;
- maggior consultazione fra gli stakeholder per cercare di cambiare la percezione e la cultura nell'industria a riguardo della simulazione e dei suoi benefici di potenziale riduttore di costi: in questo caso, ciò può avvenire solo grazie alla consultazione di esperti, di alti luoghi di formazione che permettano di evidenziare a chi opera direttamente sul mercato quali sono i benefici di un passaggio tecnologico di questo tipo;
- rafforzamento di piattaforme di comunicazione per focalizzarsi sull'interoperabilità dei modelli: rinnovate attività per includere le nuove generazioni di futuri partecipanti, utenti, decision maker dalle prime fasi della loro formazione, per esempio studenti universitari. Questo potrebbe essere un modo efficace per creare un solido legame già a partire dagli inizi nelle accademie;
- la comunicazione tra le discipline e le reti esistenti dovrebbe essere migliorata, in particolare dovrebbe esserci un'azione comunitaria complementare e ben allineata che studi le differenze e che definisca un'interazione adeguata per potersi concentrare sugli stessi obiettivi. Le reti multidisciplinari aiutano i modellatori dei materiali ad apprezzare la fabbricazione e le difficoltà di progettazione del prodotto, mentre i produttori comprendono gli obiettivi dei modelli esistenti ed aiutano a identificare le lacune esistenti. Questo punto evidenzia una forte necessità di comunicazione fra le diverse parti: il ruolo del Translator può assumere un'importanza chiave, perché può fungere da ponte e consentire la comunicazione, anche tramite strumenti di supporto (come reti online di comunicazione, piattaforme, ecc.), fra parti che altrimenti non avrebbero modo di potersi confrontare, soprattutto a causa dei linguaggi totalmente differenti utilizzati;
- stimolare lo sviluppo di modelli necessari per applicazioni industriali: riuscire, quindi, a migliorare il trasferimento dei modelli dall'università all'industria, ai proprietari di software. Per questo sono necessarie azioni di supporto, in particolare tramite reti di comunicazione più ampie. Una maggiore consapevolezza e collaborazione con l'industria può costituire un buon punto di partenza per ulteriori azioni.

È fondamentale promuovere i benefici della modellazione dei materiali alle comunità esistenti in un linguaggio che possa essere da loro compreso: deve essere spiegato agli sviluppatori di modelli accademici come parlare agli industriali di questo argomento. Di nuovo, l'importanza della figura del Translator emerge chiaramente: la differenza di linguaggio risulta uno dei problemi comunicativi maggiori, che può essere ridotto grazie alla presenza di queste nuove figure;

- azioni specifiche dedicate alla ricerca ed innovazione sono necessarie per l'avanzamento della modellazione dei materiali e per il trasferimento della conoscenza dall'università all'industria. In particolare, è necessario agire per supportare la creazione e il potenziamento di una piattaforma di simulazione dedicata all'interoperabilità di modelli e strumenti: questo supporto è fondamentale per garantire la sua affidabilità nell'affrontare i bisogni industriali. La creazione di un marketplace per trovare soluzioni di modellazione esistenti, trovare o richiedere misurazioni delle caratteristiche dei materiali e trovare o richiedere lavori specifici a contratto portati dal mondo accademico per società industriali. Sviluppare quindi dei mezzi che consentano la comunicazione in maniera più efficace.

Andando a vedere nel dettaglio ciò che è stato scritto nei commenti, si possono osservare alcuni suggerimenti fondamentali, quali il *“trasferire informazioni da una comunità all'altra, ovvero fra industriali, fra università ed azienda”*, *“trasferimento di informazioni fra le comunità; migliorare il trasferimento dei modelli dall'accademia all'industria”*, ed ancora *“trasferire modelli dall'accademia, all'industria, ai proprietari di software”*. Il trasferimento delle informazioni, la condivisione di modelli esistenti, la comunicazione fra diverse comunità risulta un problema estremamente sentito.

La necessità di avere maggiori reti nelle comunità dei modellatori è anch'esso evidente: anche se la conoscenza a riguardo di soluzioni per la modellazione è disponibile per la comunità accademica tramite la letteratura tecnica, questo non è lo stesso per le industrie, poiché non è così facilmente accessibile alle aziende e/o al pubblico meno specializzato. Inoltre, i dati sperimentali non sono sempre disponibili. Uno spazio comune quindi, per accedere e discutere di dati/conoscenze può portare ad attività di ricerca più efficienti e

quindi a soluzioni migliori. È fondamentale quindi incrementare il trasferimento di dati/conoscenza tra queste comunità.

Il networking può consentire di collegare sia i modellatori di materiali fra di loro, che modellatori di materiali con gli industriali. Questo permette alle persone di prendere coscienza di ciò che fanno gli altri e di quali altri modelli sono attualmente disponibili. Inoltre, ciò può supportare i modellatori nel contattare gli industriali e permettere loro di spiegare ed informare a riguardo delle potenzialità di questi. Molti dei rispondenti sostengono che incentivare workshop incentrati su aree specifiche, invitando persone provenienti dalle università, centri di ricerca ed industrie possa essere un importante mezzo per scambiare conoscenze.

Inoltre, viene anche specificato che *“i partner industriali hanno un grande interesse per la modellazione che viene fatta in accademia”*, proprio perché spesso la ricerca accademica viene vista come il punto più alto di capacità tecnica raggiungibile: migliorare la collaborazione può quindi portare anche ad una credibilità maggiore da parte dei vari partner, contribuendo ad apportare maggiori fondi di investimento e aumentando la comunità del settore.

In breve, ciò che viene richiesto dai rispondenti è principalmente:

1. Migliorare il trasferimento di modelli dall'accademia all'industria e ai proprietari di software;
2. Trasferire le informazioni da una comunità all'altra, migliorandone il flusso;
3. Ampliare la consultazione fra i diversi stakeholder

In particolare, il problema sembra sentito molto di più dalle piccole – medie imprese: essere in grado di identificare in maniera più semplice *“chi sta facendo cosa”*, dagli sviluppatori di modelli presenti nelle accademie, ai proprietari di software; nelle grandi aziende, c'è disponibilità di risorse per essere in grado di identificare in maniera corretta i diversi ruoli e avere un portafoglio di personale più ampio.

La collaborazione università – azienda risulta fondamentale anche da un punto di vista progettuale: è importante promuovere progetti in cui gli strumenti di simulazione sono trasferiti, almeno temporaneamente, ai partner industriali; applicando questi strumenti sui

loro processi di produzione, vengono svelati i problemi degli strumenti simulativi in termini di stabilità, flessibilità e prestazioni, che spesso rimangono sconosciuti se questi strumenti vengono utilizzati in un ambiente puramente accademico.

Un altro problema che emerge non riguarda tanto la mancata collaborazione fra accademia – industria, quanto la sua lentezza: il trasferimento è troppo lento e questo porta ad una serie di lacune di conoscenza nell'industria. Risulta necessario dare all'industria gli strumenti di simulazione per consentire loro di innovare più velocemente. Quindi, la collaborazione non solo è un canale per l'innovazione, ma permette anche di renderla più veloce e mirata.

10. Aree mancanti

È stato chiesto ai partecipanti se fossero presenti altri argomenti fondamentali che non erano stati citati nelle domande a loro esposte nel questionario; anche in questo caso, sono emersi punti molto importanti che hanno permesso di creare un quadro più chiaro della situazione. I punti principali possono essere riassunti nei seguenti:

- creare corsi di formazione universitari ed industriali su materiali, processi e modelli di prestazioni. Sviluppare strumenti di formazione adeguati e case history di applicazione di modelli;
- sviluppo di software sostenibile nel mondo accademico: normalmente, in università si viene pagati solo per fare ricerca, ma non per mantenere software che possono essere utili nella ricerca;
- dare molta importanza all'educazione iniziale, come una parte cruciale della modellazione e del futuro digitale: ciò garantirà la sostenibilità dal momento che i giovani studenti useranno le conoscenze nei loro futuri impieghi;
- un argomento molto ampio e sottovalutato è quello dell'integrazione delle PMI nella modellazione.

Una PMI tipica ha i seguenti gravi problemi quando deve pensare se sia necessario dare una possibilità alla modellazione dei materiali di entrare nel suo business:

- Prezzi non accademici molto alti per pacchetti di software commerciali, per lo più non vi è nessuna classificazione dei prezzi a seconda delle dimensioni

dell'azienda, ma soltanto un enorme salto dal prezzo accademico a quello commerciale;

- Personale non abbastanza qualificato;
- Nessuna possibilità di assumere uno staff sufficientemente qualificato per un periodo di tempo relativamente breve necessario per modellare alcuni problemi particolari;
- Paura di dare parte del proprio know-how interno a personale esterno.

Il primo elemento potrebbe essere affrontato chiedendo con insistenza ai proprietari di software la possibilità di introdurre il grading dei prezzi corrispondenti; per i restanti punti, potrebbero entrare in gioco istituti di ricerca di medie dimensioni, privati o non, che si assumano la responsabilità di modellare particolari problemi, per brevi durate, nelle diverse PMI. Questi centri dovrebbero avere a disposizione i pacchetti software di base per la modellazione dei materiali e impiegare personale altamente qualificato, che potrebbe lavorare sia come Translator che come modellista. Questo punto è fondamentale: mette in luce la reale problematica del perché le piccole - medie imprese non riescono a progredire con l'innovazione, a discapito delle grandi industrie. La collaborazione con le università, non per forza di grandi dimensioni, ma sfruttando invece la vicinanza, può consentire di creare posizioni lavorative dedicate e durature nel tempo; la figura del Translator nuovamente emerge come fondamentale, partendo dalle università, spostandosi nelle aziende;

- argomento che già era emerso precedentemente ma non in maniera così evidente, è la credibilità che le aziende devono avere nei confronti della modellazione dei materiali. Credibilità che viene a mancare poiché molti non esperti utilizzano questi software di simulazione avanzati e, senza l'educazione ed esperienza appropriata, ciò porta a grandi errori. Al momento, molti risultati sbagliati vengono prodotti da non esperti, e quindi la fiducia delle aziende nella modellazione dei materiali si sta drasticamente riducendo; bisogna assicurarsi che avvenga invece il contrario, avendo le persone giuste che lavorano agli argomenti giusti, con gli strumenti corretti. Questo può essere garantito solo grazie alla presenza di personale altamente qualificato e tecnico che, ancora una volta, trova la sua maggior espressione nell'ambito accademico. La collaborazione università – industria

quindi, può anche aiutare a rendere la fiducia delle aziende più solida grazie ad una maggiore credibilità;

- cercare di evitare la “valle della morte”: la modellazione dei materiali deve essere più sicura e completa, poiché tutto è stato pubblicato nella scienza, letteratura, tutto è chiaro nella ricerca, ma non è ancora sufficientemente robusto per le applicazioni industriali. Il ruolo del Translator può aiutare nella comunicazione fra bisogni delle aziende/stato dell’arte della ricerca universitaria, e consentire quindi di dare un’applicazione concreta a quello che resterebbe puramente legato alla sola ricerca accademica;

- sempre in riferimento alla comunicazione, ma più nello specifico, l’importanza di sviluppare una terminologia, un terreno comune per aumentare e veicolare la collaborazione;

- una maggiore inclusione della comunità matematica (ed informatica): in matematica si stabiliscono modelli multi scala, con una propria nomenclatura. Potrebbe essere utile coinvolgere maggiormente questa comunità, trarre beneficio da approcci matematici già sviluppati, per stabilire meglio le caratteristiche matematiche dei diversi modelli, e creare accoppiamenti da un punto di vista teorico. Questo può essere possibile solo tramite la collaborazione con le università, il luogo dove maggiormente sono presenti queste comunità di massimi esperti. [14]

6.2 Analisi qualitativa barriere

A partire da quello che è stato individuato precedentemente si sono potuti osservare i vantaggi, le problematiche e dei possibili spunti su come superare determinati ostacoli. Pertanto, si possono schematizzare, partendo dagli argomenti chiave emersi dal questionario, i bisogni/problemi per gli stakeholders nella seguente maniera:

#	TITOLO	BISOGNO	PROBLEMA	COSA COMPORTA?
1	Migliorare l'uso dei modelli discreti	Necessità di avere modelli che gestiscono sistemi ampi e complessi, come multimateriali, composti complessi e interfacce di diverso tipo	Gli attuali modelli discreti disponibili sono insufficienti o hanno lacune	Le aziende non riescono a sfruttare al massimo le informazioni possedute e quindi non riescono ad innovare

2	Migliorare l'accoppiamento/ collegamento	Necessità di avere modelli più perfezionati (standardizzati, con opzioni sui gradi di libertà, ecc.) e abbinati ai database;	Gli attuali modelli non posseggono le opzioni richieste ad un livello accettabile	Le aziende non riescono a sfruttare al massimo i modelli ed i dati disponibili
3	Estrazione delle proprietà dei materiali dai modelli	Capire le giuste informazioni da diversi modelli	Difficoltà a passare da versioni differenti di modelli ed interpretare i diversi dati	Non si riescono a fare paragoni fra diversi esperimenti e dati estratti
4	Estrarre l'accuratezza dai diversi modelli	Avere modelli con il più alto grado di precisione possibile	Modelli limitati e mal definizione del concetto di precisione	I dati vengono mal interpretati e non si riescono a selezionare i materiali giusti
5	Integrazione della modellazione dei materiali nella produzione	Includere la modellazione dei materiali nell'industria 4.0	I software non sono ancora pronti da un punto di vista tecnico; gli obiettivi fra università ed aziende sono ancora troppo discordanti	La modellazione dei materiali rischia di non essere inclusa nell'Industria 4.0, perdendo così tutti i vantaggi ad essa collegati
6	Integrazione della modellazione dei materiali nei processi aziendali	Avere una gestione migliore della parte tecnica tenendo conto delle valutazioni economiche	l'industria non è ancora pronta ad integrare completamente la modellazione nei processi interni	Non si hanno riduzioni di costi e tempi e non si raggiunge l'efficienza che si potrebbe avere se questa integrazione fosse possibile
7	Dataspace e MarketPlace della Modellazione dei Materiali	Creazione di database più accurati e loro sfruttamento	Le imprese non vogliono condividere dati sensibili con università ed altri esterni; le università temono che le aziende sfruttino i loro brevetti senza dare i compensi adeguati	Ciò impedisce lo sviluppo di software di gestione dei database più avanzati

8	Flussi integrati e interoperabilità	Combinare modelli diversi fra loro ed integrarli ai sistemi di supporto decisionali	i modellatori non riescono ad integrare diversi modelli, non conoscono abbastanza le esigenze di mercato e non sono in grado di comprenderle e tradurle	La ricerca per modelli più integrati non è efficace e spesso si perde il focus o i prezzi sono troppo elevati
9	Rete di coordinamento	Miglioramento della diffusione dell'uso della modellazione dei materiali per i produttori; Il networking come una necessità per collegare diverse aree disciplinari	La collaborazione trova ostacoli nel trasferimento delle informazioni, nella condivisione di modelli esistenti, e nella comunicazione fra le diverse parti	Innovazione lenta e poco efficace
10	Inclusione PMI	Necessità di utilizzo della modellazione dei materiali	Software troppo costosi da acquistare; troppo costoso assumere personale altamente competente	Le piccole - medie imprese non riescono a progredire con l'innovazione

Passando ad un livello maggiore di schematizzazione, si possono tipizzare i problemi, individuando tre livelli di aggregazione:

1. *Categorie di primo ordine*: vengono riportati i problemi (presentati nella tabella precedente) che indicano quali sono appunto gli ostacoli che impediscono un processo di crescita e sviluppo nell'innovazione, nonostante la presenza della collaborazione fra Università e Imprese;

2. *Temi di secondo ordine*: sono state individuate dieci barriere nelle quali possono essere raggruppate le problematiche. In particolare, sono:

- Non allineamento con lo stato dell'arte: barriera tecnologica, i software per la modellazione dei materiali non sono ancora abbastanza avanzati;

- Incompletezza: barriera tecnologica, i software per la modellazione dei materiali sono ancora incompleti in riferimento alle opzioni disponibili;
- Non integrazione: non si riesce ancora a creare un workflow unico integrando software di modellazione con processi aziendali;
- Mancanza di risorse: relativo alle PMI, problema economico che indica che non tutti possono accedere ai vantaggi della collaborazione;
- Mancanza di competenze: mancanza di capacità interpretativa e tecnica degli stakeholder nei confronti dei software;
- Linguaggio: principalmente differenze di linguaggio fra stakeholder;
- Non standardizzazione: diverse versioni di software che non riescono ad essere interpretate a causa di linguaggi differenti usati;
- Difficoltà di relazione: problemi legati alla proprietà intellettuale e alla condivisione di dati sensibili;
- Non condivisione: difficoltà nel trasferire informazioni;
- Non allineamento: obiettivi differenti fra Università ed Aziende.

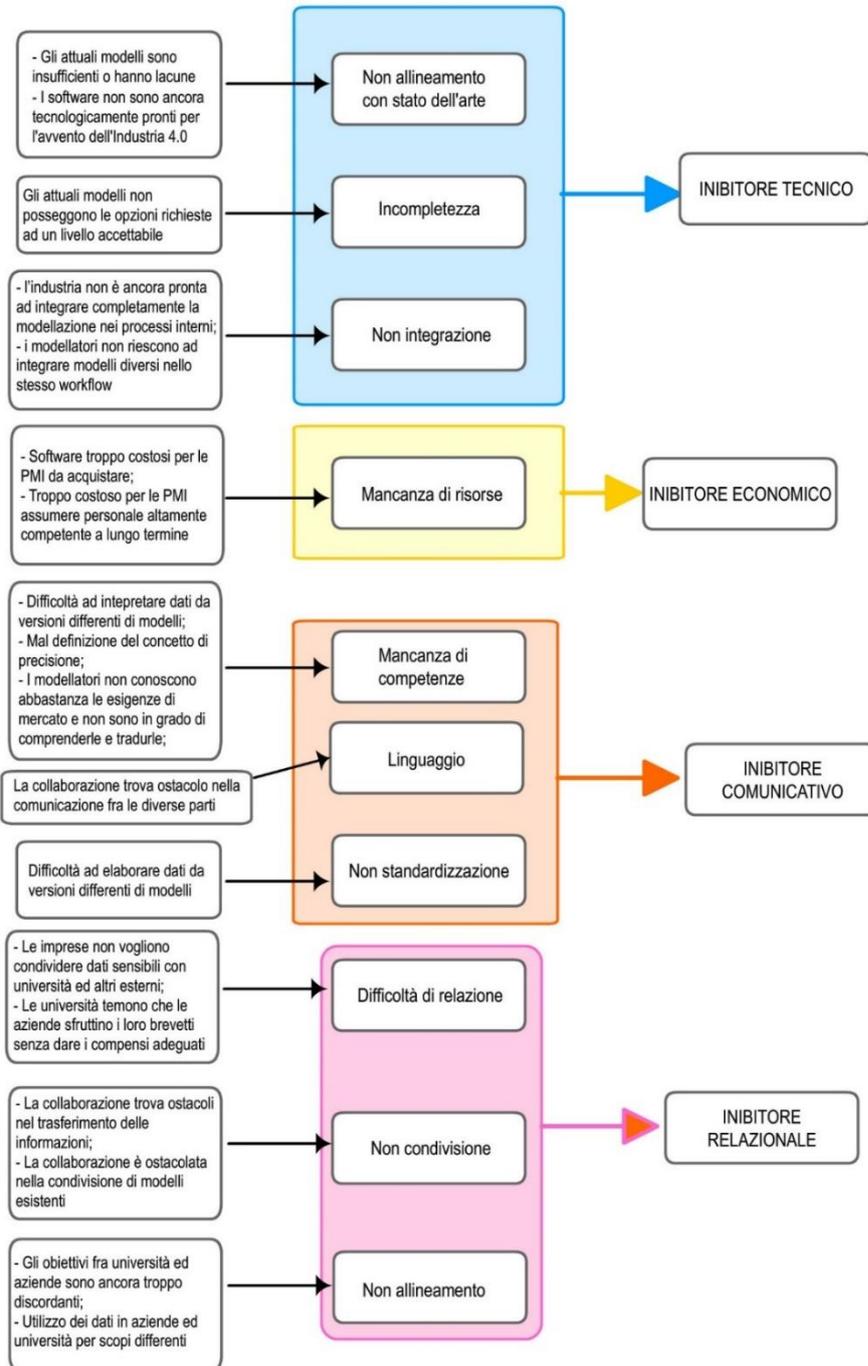
3. *Dimensione Teorica Aggregata*: vengono aggregate le dieci tipologie di barriere sopra riportate, in quattro macro-categorie:

- Inibitore tecnico: problemi prettamente scientifici e tecnici, legati all'avanzamento nello sviluppo dei software utilizzati, alla loro capacità integrativa nelle aziende e, conseguentemente, ostacoli al permettere un processo innovativo più veloce, efficace ed economico;
- Inibitore economico: riferito alle mancanze economiche che impediscono il progredire dell'innovazione;
- Inibitore comunicativo: problemi legati all'incomprensione da un punto di vista semantico e strategico, dove gli stakeholder parlano linguaggi diversi e non riescono a capirsi;
- Inibitore relazionale: legato alla differenza di obiettivi e di capacità e volontà di condivisione, che portano ad azioni diverse per le parti coinvolte, impedendo di avere una collaborazione fra università ed aziende che sia in grado di generare vantaggio per entrambe le parti.

CATEGORIA DI PRIMO ORDINE

TEMI DI SECONDO ORDINE

DIMENSIONE TEORICA
AGGREGATA



6.3 Classificazione Bisogni e Matrice di relazione Bisogni/Barriere

Per ognuna delle categorie è stata riportata:

- la rilevanza;
- la rilevanza relativa, ottenuta dividendo la singola rilevanza di ogni categoria per la sommatoria di tutte le rilevanze;

$$r_i = \text{categoria } i\text{-esima}; \quad i=1, \dots, n; \quad n=9$$

$$d_i = \text{rilevanza relativa alla categoria } i\text{-esima}$$

$$d_i = r_i / \sum_{i=1}^n r_i$$

- la rilevanza percentuale per ogni categoria

Tramite la semplice rilevanza, si è potuta creare una classificazione dei bisogni per ognuna delle tipologie di stakeholder. Ad esempio, nella tabella seguente si può osservare l'ordinamento decrescente di rilevanza, in termini di urgenza ed importanza, per le aziende non integrate:

CATEGORIE	Rilevanza
Modelli Discreti	20,31
C/L	22,54
Proprietà	19,85
Accuratezza	20,08
Industry2020	22,39
Integrazione	18,58
Business Aziendale	
MarketPlace/Dataspace	19,08
Interoperabilità	22,92
Rete di Coordinamento	21,92

Il valore della rilevanza relativa percentuale, invece, ha permesso di poter creare una classificazione anche per i problemi individuati.

Si è partito creando una tabella contenente rilevanza, rilevanza relativa e rilevanza relativa percentuale per ognuna delle categorie di rispondenti; il risultato finale era come da tabella

di esempio qua riportata, sempre riguardante le aziende non integrate, dove ciò che importa è d_i : ad esempio, si ottiene che la rilevanza relativa percentuale dei modelli discreti è del 12% circa, mentre quella dell'integrazione del business aziendale è di circa il 10%.

CATEGORIE	Rilevanza	Rilevanza Relativa d_i	Rilevanza Relativa%
Modelli Discreti	20,31	0,108221879	10,82%
C/L	22,54	0,120104439	12,01%
Proprietà	19,85	0,105770768	10,58%
Accuratezza	20,08	0,106996323	10,70%
Industry2020	22,39	0,119305163	11,93%
Integrazione Business Aziendale	18,58	0,09900357	9,90%
MarketPlace/Dataspace	19,08	0,101667821	10,17%
Interoperabilità	22,92	0,122129269	12,21%
Rete di Coordinamento	21,92	0,116800767	11,68%

Quel che si è cercato di fare a questo punto, è stato trovare una corrispondenza fra le categorie poste sotto esame e le barriere individuate grazie ai commenti. Per fare ciò, è stata fatta una matrice incrociata fra i nove *bisogni* e le dieci *barriere*:

CATEGORIE	INIBITORE TECNICO			INIBITORE COMUNICATIVO			...
	Non allineamento stato dell'arte	Incompletezza	Non integrazione	Mancanza di Competenze	Linguaggio	Non Standardizzazione	
Modelli Discreti							
C/L							
Proprietà							
Accuratezza							
Industry2020							
Integrazione Business Aziendale							
MarketPlace/Dataspace							
Interoperabilità							
Rete di Coordinamento							

Diagramma di annotazione della matrice:

- Una linea tratteggiata arancione circonda le celle corrispondenti a "Non allineamento stato dell'arte", "Incompletezza", "Non integrazione", "Mancanza di Competenze", "Linguaggio" e "Non Standardizzazione".
- Una freccia arancione punta da un riquadro arancione "Barriere individuate" verso la cella "Mancanza di Competenze".
- Una freccia blu punta da un riquadro blu "Bisogni dei rispondenti" verso la cella "Non allineamento stato dell'arte".

Il punto fondamentale è stato capire come creare una relazione: analizzando le analisi effettuate da ognuna delle categorie, sono stati estrapolati i diversi inibitori e, quindi, con

un'analisi ancora più attenta, si è potuto indicare, *per ogni categoria, che tipo di relazione è presente con i diversi problemi*. Per operare in questo modo, la domanda da porsi era, ad esempio lavorando sulla prima categoria:

- i. Quali barriere impediscono ai modelli discreti di essere migliorati?*
- ii. Con quanta forza queste barriere creano questo impedimento?*

ma anche

- iii. Su quali barriere bisognerebbe lavorare per rendere i modelli discreti migliori?*
- iv. Con quanta intensità bisognerebbe operare su di queste barriere?*

Il risultato è sempre lo stesso, ma il problema può essere affrontato sia dal punto di vista passivo, cioè come impedimento alla riuscita, che attivo, cioè capendo dove vanno concentrati gli sforzi per migliorare.

Si è quindi operato creando tre tipologie di legame:

Nome	Icona
Reazione Forte	
Relazione media	
Relazione debole	

Che vengono assegnate tramite i simboli elencati in tabella alle relazioni cardinali tra categorie e barriere; quel che si viene a creare è una matrice di questo tipo:

	Rilevanza	Rilevanza Relativa% d_i	Non allineamento stato dell'arte	Incompletezza	Non integrazione
Modelli Discreti	18,97	11,28%	●	●	
C/L	19,65	11,69%	○	●	
Proprietà	19,37	11,52%		●	
Accuratezza	18,74	11,15%	●		
Industry2020	19,34	11,50%			●
Integrazione Business Aziendale	16,87	10,03%	○		●
MarketPlace/ Dataspace	16,59	9,87%	▲		○
Interoperabilità	19,26	11,46%			●
Rete di Coordinamento	19,34	11,50%	○		

Viene ora utilizzato il *metodo ISM – Independent Scoring Method*, che prevede due passaggi:

1. Per prima cosa si convertono le relazioni, rappresentate dai simboli, tra i bisogni degli stakeholder (cioè dove devono essere incentrate le azioni) e le barriere (che sono una sorta di caratteristiche di ognuno di questi bisogni), in valori equivalenti. Per attuare una conversione di questo tipo, di una relazione ordinale a tre livelli, esistono diversi sistemi alternativi (1-2-4, 1-3-5,...) ma si è optato per utilizzare il sistema standard di pesatura 1 – 3 – 9:

1= relazione debole;

3= relazione media;

9= relazione forte.

Si arriva così alla creazione dei coefficienti numerici r_{ij} della matrice delle relazioni.

2. In secondo luogo, si determina il livello di importanza w_j di ognuna delle barriere, utilizzando la seguente formula:

$$w_j = \sum_{i=1}^n d_i * r_{ij}$$

Con $j = 1, \dots, m$

Dove:

d_i è il grado di rilevanza relativa (percentuale) della categoria i-esima, con $i=1, \dots, n$;

r_{ij} è la relazione cardinale tra la categoria i-esima e la barriera j-esima, con $j=1, \dots, m$;

w_j è il livello di importanza della barriera j-esima;

n è il numero di categorie in questione (in questo caso nove); m è il numero delle barriere (in questo caso dieci).

Si ottiene quindi, per ognuna delle colonne w_j rappresentanti le barriere, un valore che rappresenta, in maniera indiretta, l'importanza che gli stakeholder attribuiscono a ciascuna di queste barriere, consentendo quindi di creare una classifica di importanza anche per questo tipo di problema. [15]

Non allineamento stato dell'arte	
9	●
3	○
9	●
3	○
1	▲
3	○
311,4018914	

Linguaggio	328,6563968
Non integrazione	326,5330399
Non allineamento stato dell'arte	311,4018914
Incompletezza	310,4205079
Mancanza di Competenze	158,7164694
Difficoltà di relazione	158,377446
Non allineamento	148,468447
Non condivisione	123,3152917
Non Standardizzazione	103,0987926
Mancanza di Risorse	34,50901088

Esempio di classificazione delle barriere tramite l'utilizzo del metodo ISM.

6.4 Analisi quantitativa

6.4.1 Confronto Bisogni

Si può procedere prima facendo un'analisi per ognuna delle categorie individuate, per poi fare un'osservazione complessiva e riuscire a trarre delle conclusioni in merito all'argomento.

NON AZIENDE			AZIENDE	
1	C/L	20,37	Rete di Coordinamento	19,52
2	Modelli Discreti	20,01	C/L	19,47
3	Proprietà	19,61	Proprietà	19,31
4	Accuratezza	18,93	Interoperabilità	19,24
5	Industry2020	18,71	Industry2020	19,09
6	Rete di Coordinamento	18,37	Modelli Discreti	18,82
7	Interoperabilità	18,05	Accuratezza	18,36
8	MarketPlace/ Dataspaces	17,04	Integrazione Business Aziendale	15,68
9	Integrazione Business Aziendale	15,87	MarketPlace/ Dataspaces	15,07

In primo luogo, osservando il range di punteggi assegnati dalle differenti tipologie di rispondenti, possiamo osservare che è pressoché simile, ma le aziende mostrano un lieve interesse minore per l'argomento: infatti il punteggio massimo ottenuto è 19,52/25 per rilevanza, a differenza del 20,37/25 delle non aziende.

Questo dato mette subito in luce quindi che le aziende hanno una sensibilità leggermente minore rispetto agli altri stakeholder riguardo l'argomento; si nota che tutti i campioni analizzati fanno parte di soggetti informati, quindi a conoscenza dell'argomento e delle problematiche legate all'importanza della collaborazione tra aziende – università e alla diffusione della figura del Translator nel campo della modellazione dei materiali. Questo porta a pensare che l'interesse minore non deriva da una disinformazione, ma proprio da una percezione differente: vedendo poi nel dettaglio aziende integrate e non, si potrà meglio capire chi percepisce questo tema come fondamentale e chi meno.

Accoppiamento/Collegamento sia per aziende che non aziende è di fondamentale importanza, così come la capacità di estrarre proprietà dei materiali dall'elaborazione virtuale; pertanto, una forte componente legata alla tecnologia dei software è percepita come altamente rilevante: fare progressi in questo campo può sicuramente portare ad un miglioramento dell'efficienza produttiva; ciò che salta subito all'occhio è la differenza di posizione per le reti di coordinamento: le non aziende sembrano non percepirlo come un problema così rilevante. Al contrario, le aziende posizionano al primo posto la rilevanza di questo argomento: concentrare i propri sforzi sul potenziamento di esso è percepito come un'azione da fare in maniera tempestiva e profonda, per poter accrescere l'innovazione. Questo perché le aziende, cercando di interfacciarsi con l'esterno, trovano difficoltà: i canali comunicativi in loro possesso non sono abbastanza ben strutturati per metterli in contatto con le fonti in grado di portare un vantaggio aziendale.

In generale, le non aziende sembrano avere prevalenza per un miglioramento tecnologico (accoppiamento/collegamento, modelli discreti, proprietà, accuratezza) mentre le aziende danno anche forte rilevanza ai problemi di comunicazione, alla creazione di un canale comunicativo, al migliorare l'interoperabilità, la comunicazione fra i diversi modelli stessi. L'integrazione dei software di modellistica nel business aziendale viene, qua come per tutte

le altre categorie, percepito quasi sempre come l'argomento meno importante ed urgente: questo è dovuto principalmente al fatto che ancora la tecnologia non è pronta per un'integrazione globale di questo tipo, e quindi automaticamente non può essere un argomento urgente, inoltre non viene percepito come un fattore in grado di creare questo forte miglioramento per l'innovazione. Questo sia perché può realmente non comportare un vero vantaggio, ma probabilmente anche perché, trattandosi di una tecnologia ancora distante, non se ne riescono a cogliere i reali benefici e tutti gli stakeholders si trovano in accordo sul non considerarlo un argomento sul quale concentrarsi oggi. L'altro tema che viene considerato poco rilevante è la creazione di un marketplace e di un Dataspace: azioni quali migliorare l'analisi dei dati e la creazione di database migliorati e più grandi, lavorare con l'intelligenza artificiale, creare modelli di mercato per lo scambio di informazioni, tutte necessarie per i bisogni industriali, ma queste azioni non vengono indicate come fondamentali. La ragione risiede non tanto nella non importanza di ciò, poiché da chi ha fornito commenti, emerge la necessità di potenziare ed espandere i database e creare un mercato di supporto, ma nel fatto che aziende e non aziende sono restie nel condividere reciprocamente informazioni che potrebbero risultare sensibili: le industrie nel condividere dati aziendali, i centri di ricerca/ scienziati brevetti, progetti personali.

AZIENDE NON INTEGRATE	AZIENDE INTEGRATE
C/L	Rete di Coordinamento
Proprietà	Interoperabilità
Rete di Coordinamento	Proprietà
Industry2020	C/L
Interoperabilità	Industry2020
Modelli Discreti	Modelli Discreti
Accuratezza	Accuratezza
Integrazione Business Aziendale	Integrazione Business Aziendale
MarketPlace/Dataspace	MarketPlace/Dataspace

Analizzando le aziende integrate verticalmente e non integrate, si può vedere la distribuzione prima illustrata nelle aziende: emerge che il problema relativo alla rete di coordinamento è molto più sentito nelle aziende integrate che nei singoli o in quelle più piccole. Le aziende con integrazione danno maggiore importanza alla comunicazione interna, tramite reti e interoperabilità; la loro importanza relativa è molto forte, al punto da far figurare che le aziende genericamente ritengono le reti di coordinamento il problema principale sul quale concentrarsi. Per le non integrate, le prime quattro posizioni sono molto ravvicinate, ma in ogni caso si dà prevalenza a problemi tecnologici. Le ultime posizioni restano sempre invece le stesse per entrambe.

Da ciò emerge che probabilmente le aziende integrate verticalmente sono più sensibili all'argomento della comunicazione: il problema è molto più sentito poiché, avendo più consapevolezza dell'importanza di questo supporto alla comunicazione, sono anche più coscienti del fatto che sia fondamentale migliorarlo ulteriormente; le aziende non integrate, stando in realtà più contenute, spesso hanno difficoltà a interfacciarsi con le realtà esterne e non si rendono conto che in questo risiede un grosso problema. E' una sorta di asimmetria informativa: le piccole industrie, avendo brevi e minime interazioni di collaborazione con l'esterno, non sono consapevoli dell'importanza dell'argomento. Le grandi aziende invece, avendo a che fare con ciò ogni giorno, sono ben consci di quanto sia un argomento fondamentale: incentivare ed aiutare la comunicazione è un argomento sul quale è fondamentale lavorare.

DISCIPLINE DI SUPPORTO	MODELLATORI	PROPRIETARI SOFTWARE
Coupling/Linking	Coupling/Linking	Coupling/Linking
Modelli discreti	Modelli discreti	Modelli discreti
Industria2020	Proprietà	Proprietà
Proprietà	Accuratezza	Accuratezza
Interoperabilità	Industria2020	Interoperabilità
Rete coordinamento	Rete coordinamento	Industria2020
Accuratezza	Interoperabilità	Rete coordinamento
BDSS	MarketPlace	MarketPlace
MarketPlace	BDSS	BDSS

Le non aziende sono tutte abbastanza allineate su dove voler concentrare gli sforzi per migliorare la situazione attuale: accoppiamento/collegamento e modelli discreti sono le tematiche più importanti per tutti; gli individui singoli e tecnici, come i modellatori e i proprietari di software, coerentemente col fatto che si trattano di esperti tecnologici, mettono in terza e quarta posizione le proprietà e l'accuratezza: per loro, le tematiche tecniche sono le più importanti, migliorare i software ed il loro utilizzo è ciò che più è rilevante da fare. Per i ricercatori e le università, invece, fare azioni per poter essere integrati nell'industria 4.0 è più importante che lavorare su altre problematiche tecniche: essere integrati in quello permetterebbe sicuramente un incentivo nella collaborazione fra aziende – università ed un suo miglioramento, e come in precedenza, chi ne è direttamente coinvolto ne è anche più sensibile. In particolare, per le università questo è rilevante poiché entrare a far parte dei progetti presenti nell'industria del 2020 è il miglior canale per ricevere fondi ed investimenti.

Ciò che è da notare, è che per tutti loro le reti di coordinamento si collocano al sesto e settimo posto; la percezione dell'importanza di questo miglioramento non è così sentita: i singoli non sentono la necessità di dover espandere i collegamenti per migliorare il loro lavoro, e le università sono più incentivate ai progetti concreti che al creare reti che consentano una comunicazione migliore. E' evidentemente un problema non percepito importante come per le aziende.

INTERNI	INDIPENDENTI	ESPERTI/PROPRIETARI SOFTWARE	ACADEMIC
Interoperabilità	Proprietà	Modelli Discreti	Interoperabilità
Rete di Coordinamento	C/L	C/L	C/L
C/L	Industry2020	Accuratezza	Industry2020
Accuratezza	Rete di Coordinamento	Rete di Coordinamento	Rete di Coordinamento
Industry2020	Interoperabilità	Industry2020	Modelli Discreti
Proprietà	Accuratezza	Proprietà	Accuratezza
Modelli Discreti	MarketPlace/Dataspace	Integrazione Business Aziendale	Proprietà
MarketPlace/Dataspace	Integrazione Business Aziendale	Interoperabilità	MarketPlace/Dataspace
Integrazione Business Aziendale	Modelli Discreti	MarketPlace/Dataspace	Integrazione Business Aziendale

In coerenza con quanto emerso precedentemente, anche i Translator più sensibili al creare una rete di coordinamento sono quelli che lavorano in realtà aziendali, anziché quelli che collaborano saltuariamente o lavorano prevalentemente in università o in autonomia. In linea generica, il problema dell'accoppiamento/collegamento è sentito da tutte le tipologie: ritornando ai primi posti in ogni categoria fino ad ora analizzata, questo evidenzia che alcuni problemi tecnologici vengono comunque percepiti come fondamentali. Un comportamento da notare è che solamente per gli esperti e proprietari di software il miglioramento dei modelli discreti è di fondamentale importanza: poiché la loro competenza è estremamente tecnica, hanno ragione di sostenere che migliorando questo fattore, si potrà raggiungere un livello tecnologico superiore che permetta un'efficienza accresciuta nel loro utilizzo; il trend per le altre tipologie di translator invece è abbastanza omogeneo: nessuno di loro colloca i modelli discreti fra le prime 3-4 posizioni, e questo evidenzia come chi non ha un ruolo quasi esclusivamente collegato al software, non percepisce l'arretratezza tecnologica dei software, ma li considera anzi abbastanza coerenti con lo stato dell'arte.

In ultimo, si può notare come sia i Translator interni che accademici riportino l'interoperabilità al primo posto: questo è coerente col fatto che queste due tipologie sono quelle che meglio conoscono le realtà oggetto della collaborazione, appunto aziende ed università, e che quindi sono più sensibili al problema. Chi collabora saltuariamente o è solo esperto tecnico, non è in grado di capire quali problematiche possono esserci nell'operare con modelli diversi provenienti da stakeholder differenti, ognuno con il suo linguaggio: chi invece si trova direttamente coinvolto in queste relazioni, è in grado di notare come far interagire fra loro modelli provenienti da realtà differenti sia fondamentale.

6.4.2 Confronto Barriere

AZIENDE	NON AZIENDE
Linguaggio	Incompletezza
Non integrazione	Linguaggio
Incompletezza	Non allineamento stato dell'arte
Non allineamento stato dell'arte	Non integrazione
Mancanza di Competenze	Mancanza di Competenze
Difficoltà di relazione	Difficoltà di relazione
Non allineamento	Non allineamento
Non condivisione	Non condivisione
Non Standardizzazione	Non Standardizzazione
Mancanza di Risorse	Mancanza di Risorse

Facendo un confronto generico su aziende/non aziende, emerge come gli inibitori tecnici e comunicativi siano i più forti: il linguaggio è estremamente sentito, collocandosi in prima e seconda posizione rispettivamente. Emerge quindi fin da subito quanto il problema di incomprensione e difficoltà nella comunicazione fra stakeholder diversi rappresenti una delle barriere più forti da superare. Questa seguita dalle evidenti problematiche tecniche degli attuali software disponibili: incompletezza, non integrazione e non allineamento con lo stato dell'arte, tutti problemi prevalentemente tecnici, si trovano fra le prime quattro posizioni. Le ultime posizioni non trovano differenze fra aziende e non: la mancanza di risorse, come si vedrà anche successivamente, può anche non venire considerata quasi, poiché riguarda solo una piccola parte dei rispondenti che hanno espresso problemi legati alla carenza economica da parte delle PMI. Solo pochi di loro hanno evidentemente partecipato al questionario, mostrando interesse per questa barriera.

Dopo un'analisi più dall'alto su queste macro – categorie, si va ora ad osservare più nel dettaglio le diverse opinioni.

AZIENDE NON INTEGRATE	AZIENDE INTEGRATE
Linguaggio	Non allineamento stato dell'arte
Non integrazione	Incompletezza
Non allineamento stato dell'arte	Linguaggio
Incompletezza	Non integrazione
Mancanza di Competenze	Mancanza di Competenze

Difficoltà di relazione	Non allineamento
Non allineamento	Difficoltà di relazione
Non condivisione	Non Standardizzazione
Non Standardizzazione	Non condivisione
Mancanza di Risorse	Mancanza di Risorse

Dal punto di vista dell'analisi delle barriere, le aziende non integrate verticalmente presentano i classici problemi di imprese che si trovano costrette a dover comunicare con diverse realtà non assorbite al loro interno e con dipartimenti minori che trovano difficoltà ad interagire fra di loro: infatti, il linguaggio e la non integrazione sono al primo e secondo posto. Le aziende integrate verticalmente invece, continuano ad evidenziare un problema comunicativo legato all'uso del linguaggio, nonostante ci si trovi all'interno di una realtà che più facilmente dovrebbe essere in grado di saper affrontare problemi di questo genere, ma lascia comunque molto spazio all'evidenziare che un grosso ostacolo sia rappresentato dai problemi tecnologici della modellazione virtuale. La difficoltà di relazione è poco evidenziata: questo fa ancor più capire come questa barriera rappresenti un'inerzia degli stessi stakeholder nelle realtà aziendali, che sono restii nel condividere informazioni sensibili.

DISCIPLINE SUPPORTO	MODELLATORI	PROPRIETARI SOFTWARE
Non integrazione	Incompletezza	Incompletezza
Incompletezza	Linguaggio	Non allineamento stato dell'arte
Linguaggio	Non allineamento stato dell'arte	Linguaggio
Non allineamento stato dell'arte	Non integrazione	Non integrazione
Mancanza di Competenze	Mancanza di Competenze	Mancanza di Competenze
Difficoltà di relazione	Difficoltà di relazione	Difficoltà di relazione
Non allineamento	Non allineamento	Non allineamento
Non condivisione	Non condivisione	Non condivisione
Non Standardizzazione	Non Standardizzazione	Non Standardizzazione
Mancanza di Risorse	Mancanza di Risorse	Mancanza di Risorse

Per gli stakeholder che operano al di fuori delle realtà aziendali, le barriere principali sono le stesse percepite dalle compagnie; i tecnici, come ci si aspetta, danno la maggior importanza all'incompletezza dei software, ma per tutti quanti il problema del linguaggio

ricopre un ruolo principale; come visto precedentemente, i problemi tecnici dei software ed i problemi di comunicazione legati alle difficoltà di interazione sono i più sentiti.

INTERNI	INDIPENDENTI	ESPERTI/PROPRIETARI SOFTWARE	ACADEMIC
Linguaggio	Non integrazione	Linguaggio	Non integrazione
Non integrazione	Linguaggio	Non allineamento stato dell'arte	Linguaggio
Non allineamento stato dell'arte	Incompletezza	Incompletezza	Non allineamento stato dell'arte
Incompletezza	Non allineamento stato dell'arte	Non integrazione	Incompletezza
Non allineamento	Difficoltà di relazione	Difficoltà di relazione	Difficoltà di relazione
Difficoltà di relazione	Mancanza di Competenze	Mancanza di Competenze	Non allineamento
Mancanza di Competenze	Non allineamento	Non allineamento	Mancanza di Competenze
Non condivisione	Non condivisione	Non condivisione	Non condivisione
Non Standardizzazione	Non Standardizzazione	Non Standardizzazione	Non Standardizzazione
Mancanza di Risorse	Mancanza di Risorse	Mancanza di Risorse	Mancanza di Risorse

Anche i Translator si trovano in accordo con le realtà aziendali nel dare la loro opinione; il problema comunicativo risulta massimo anche per i tecnici dei software, il che fa capire come questa sia una delle maggiori barriere. Da notare è la coerenza fra le barriere percepite dai Translator interni aziendali e da quelli accademici: la difficoltà di integrazione dei software impedisce alle parti di comunicare, ed in particolare alle parti con diversi linguaggi di collaborare, come appunto per il caso di università ed aziende. Interessante come il problema del non avere obiettivi allineati fra le diverse parti sia poco percepito da tutti, Translator e realtà aziendali: evidentemente, non c'è sensibilità sul fatto che l'avere scopi differenti possa portare ad intraprendere strade ancor più diverse e quindi non trovare un punto di incontro.

6.4.3 Confronto colli di bottiglia

AZIENDE	NON AZIENDE
usabilità	usabilità
mancanza di C/L	mancanza di C/L
prevedibilità	prevedibilità
formazione	formazione
funzionalità	accuratezza
mancanza di modelli	mancanza di modelli
accuratezza	funzionalità
interoperabilità	interoperabilità
disponibilità	disponibilità
capacità	capacità
rilevanza	altro
altro	rilevanza

Per quanto riguarda i colli di bottiglia, i dati che emergono risultano interessanti poiché sia aziende che non aziende esprimono praticamente le stesse opinioni: i colli di bottiglia principali sono di carattere tecnico, come la mancanza di accoppiamento/collegamento o la difficoltà di avere una buona prevedibilità dai modelli, e di carattere operativo/comunicativo, riguardanti l'usabilità del software e la formazione del personale per poterli saper utilizzare nella maniera corretta. Emerge quindi il fatto, coerente con quanto visto precedentemente, che le problematiche tecniche e tecnologiche dei software e dei modelli utilizzati sono un impedimento al progredire dell'innovazione, ma soprattutto l'usabilità al primo posto sottolinea ancora una volta come i problemi di comprensione e di comunicazione, sia fra stakeholder diversi che fra stakeholder e software, sia il problema chiave: le mancanze tecniche possono essere sopperite con il progredire della tecnologia, ma se il progresso non avviene in maniera indirizzata verso una maggior comprensione, in grado di migliorare la collaborazione, gli sforzi saranno vani poiché non si potrà creare quella rete comunicativa interna che permette di fare gli step per il successo innovativo.

NON INTEGRATE	INTEGRATE
mancanza di C/L	usabilità
usabilità	funzionalità
prevedibilità	prevedibilità
mancanza di modelli	accuratezza
formazione	formazione
funzionalità	mancanza di C/L
interoperabilità	interoperabilità
accuratezza	rilevanza
disponibilità	mancanza di modelli
capacità	capacità
rilevanza	disponibilità
altro	altro

Osservando più dettagliatamente, le aziende integrate e non integrate invece presentano andamenti differenti: usabilità e prevedibilità restano una costante fondamentale per entrambe, mentre poi per le non integrate sono ancora problemi di arretratezza dei software e di carenza dei software disponibili ad avere un effetto maggiore, mentre per le realtà più grandi ed integrate il problema è legato sempre a barriere tecnologiche, ma più in riferimento al loro utilizzo, alla capacità di estrarre dati corretti, alla loro diversa applicabilità. Pertanto, le non integrate si concentrano sui problemi puramente di arretratezza tecnologica, mentre le integrate verticalmente su come migliorare non solo la tecnologia ma anche la sua interazione all'interno dell'azienda; ambedue, confermano la difficoltà di usabilità, in termini quindi di facilità d'utilizzo e comprensione.

DISCIPLINE SUPPORTO		MODELLATORI		PROPRIETARI SOFTWARE	
usabilità	31	usabilità	99	usabilità	36
mancanza di C/L	25	mancanza di C/L	92	mancanza di C/L	31
prevedibilità	19	prevedibilità	66	accuratezza	24
formazione	14	formazione	60	prevedibilità	23
accuratezza	13	mancanza di modelli	53	formazione	22
mancanza di modelli	12	accuratezza	53	mancanza di modelli	18
funzionalità	12	funzionalità	35	interoperabilità	14
interoperabilità	12	disponibilità	34	capacità	13
capacità	10	interoperabilità	31	funzionalità	10
disponibilità	9	capacità	28	disponibilità	9
rilevanza	8	altro	23	altro	9
altro	3	rilevanza	20	rilevanza	4

Gli altri stakeholder risultano in totale accordo con quanto espresso in precedenza per le non aziende: usabilità, mancanza di accoppiamento/collegamento e prevedibilità sono ai primi posti (per i proprietari di software, accuratezza e prevedibilità si trovano praticamente al pari). A seguire, la formazione del personale è altresì importante, così come l'accuratezza e la mancanza di modelli. Non ci sono quindi risultati inaspettati rispetto a quanto illustrato precedentemente.

TRANSLATOR			
SOFTWARE EXPERT	INTERNAL	ACADEMIC	INDEPENDENT
usabilità	accuratezza	usabilità	usabilità
formazione	usabilità	mancanza di C/L	prevedibilità
mancanza di C/L	funzionalità	accuratezza	mancanza di C/L
interoperabilità	prevedibilità	disponibilità	formazione
altro	formazione	mancanza di modelli	interoperabilità
mancanza di modelli	mancanza di C/L	prevedibilità	accuratezza
prevedibilità	interoperabilità	rilevanza	mancanza di modelli
capacità	rilevanza	funzionalità	capacità
accuratezza	disponibilità	interoperabilità	funzionalità
disponibilità	mancanza di modelli	formazione	altro
funzionalità	capacità	altro	disponibilità
rilevanza	altro	capacità	rilevanza

Per quanto riguarda i Translator invece, si notano alcuni risultati interessanti: in primis, c'è una coerenza con tutti i precedenti stakeholder nell'individuare colli di bottiglia di carattere tecnico e, ancora una volta, l'usabilità. Da notare è però come la formazione sia nelle prime posizioni per tutti tranne che per gli accademici, e ciò è ragionevole, poiché sono loro a possedere il più alto grado di conoscenza e, quindi, non percepiscono questo come un loro possibile problema. In particolare, per loro l'usabilità è al primo posto: ciò indica che il personale preparato è presente, ma questo non basta a rendere i software di modellazione attualmente presenti facili da utilizzare. In generale, l'andamento è simile a quello individuato in precedenza: colli di bottiglia tecnici e di comunicazione fra le parti, e fra le parti ed i software.

7 Cosa emerge dal Questionario: discussione dei risultati e proposte

7.1 Sintesi dell'analisi quantitativa

Andando a riprendere le parti essenziali di quanto espresso da questa analisi, si può andare a creare un'idea di quali sono i fattori che giocano un ruolo rilevante in questa collaborazione università – azienda.

Si ricorda ancora una volta che il questionario è stato svolto da campioni che fanno parte di soggetti informati, quindi sensibili agli argomenti trattati e in particolar modo all'importanza della collaborazione tra aziende – università e alla diffusione della figura del Translator nel campo della modellazione dei materiali.

Emerge quindi che:

- **Bisogni:** Le realtà aziendali trovano fondamentale concentrare gli sforzi sul migliorare le reti di coordinamento, quindi sul rendere più efficaci i flussi di trasferimento di informazioni e modelli fra i diversi stakeholder e, in generale, sul migliorare la comunicazione fra le parti interessate. Interfacendosi con l'esterno, si scontrano con difficoltà di interazione che impediscono di progredire nell'innovazione; in particolare, le aziende integrate verticalmente sono più sensibili a questo argomento rispetto alle realtà più piccole ed autonome: una sorta di asimmetria informativa rende le imprese di grandi dimensioni più consapevoli dell'importanza di migliorare queste reti comunicative, rispetto alle PMI che invece hanno meno interazioni con i diversi stakeholder.

Il migliorare problemi comunicativi è invece meno sentito da chi non opera in settori industriali, poiché non sembrano sentire la necessità di dover espandere i collegamenti per migliorare il loro lavoro; le università sono in parte interessate, poiché il loro obiettivo è riuscire ad entrare in contatto con i progetti dell'industria 4.0 per poter ricevere fondi e progredire nell'innovazione.

I singoli esperti tecnici sono molto più interessati a risolvere problemi di carattere tecnologico che comunicativo.

Coerentemente, i Translator che dimostrano maggiore interesse per i miglioramenti comunicativi sono gli Interni, che lavorano in realtà aziendali, mentre le categorie più tecniche prediligono un miglioramento prettamente legato all'avanzamento tecnologico dei software.

Translator che operano in azienda ed in università in maniera costante e non saltuaria sono consapevoli dell'importanza di migliorare la comunicazione per poter interagire utilizzando anche linguaggi differenti.

Inoltre, sia le aziende che i centri di ricerca sono restii nel condividere reciprocamente informazioni che potrebbero risultare sensibili: le industrie nel trasferire dati aziendali, i centri di ricerca/ scienziati brevetti, progetti personali.

- **Barriere:** Tutti i rispondenti hanno individuato nel linguaggio il problema principale alla collaborazione e, quindi, al progredire dell'innovazione: i problemi di incomprensione e difficoltà nella comunicazione fra stakeholder rappresenta una delle più forti barriere da superare. Le piccole realtà aziendali hanno le classiche problematiche di chi deve comunicare con altre parti non integrate internamente, e quindi i linguaggi differenti, soprattutto in un argomento così altamente tecnico, sono un forte ostacolo; questo problema però non è da meno anche per le grandi industrie che, anche se dovrebbero essere più preparate per affrontare l'argomento, lo evidenziano come problema fondamentale. Gli esperti di tecnologia danno prevalenza alle barriere tecniche dei software, problema per altro rilevato anche dalle altre realtà; in generale, linguaggio e tecnologia sono gli ostacoli principali. I problemi relazionali di condivisione dei dati non vengono riportati come una forte barriera, ma ciò è da attribuire all'inerzia degli stessi partecipanti che continuano a non voler condividere i dati personali.

Anche i Translator riportano queste come le barriere principali, e soprattutto quelli più spesso portati alla collaborazione, come gli Interni e gli Accademici, indicano come i problemi di integrazione, di comunicazione e di linguaggio siano l'ostacolo primo.

- **Colli di bottiglia:** emerge ancora una volta il fatto che gli impedimenti all'innovazione si concentrano su problematiche tecnologiche e su problemi di

comprensione e comunicazione; la difficoltà di utilizzo dei software è un problema estremamente sentito da tutti quanti, translator compresi. Le aziende integrate individuano colli di bottiglia non solo nello stato tecnologico dei software ma anche nella loro interazione all'interno dell'azienda.

La formazione è un punto sul quale lavorare per creare personale addestrato, e ciò è evidenziato dalle realtà non accademiche principalmente, quelle che più sentono questa carenza; nonostante le università abbiano un personale tecnico molto qualificato, trovano ancora difficoltà nell'utilizzo dei software: il problema quindi risiede nel linguaggio utilizzato, nella provenienza da realtà differenti, che non consente di avere una comunicazione efficace.

Quindi:

- I problemi principali sono di carattere comunicativo e tecnologico: i software non sono ancora abbastanza avanzati per poter raggiungere il livello di innovazione desiderato, e le parti che devono interagire per poter utilizzarli, sfruttarli, estrarne i dati e condividerli non riescono a comunicare come dovrebbero, per problemi legati ai flussi di comunicazione scarsi o inefficienti e a linguaggi utilizzati differenti;
- Le aziende sono più sensibili ai problemi comunicativi rispetto agli altri stakeholder;
- I Translator Interni ed Accademici sono più interessati ai problemi comunicativi e di linguaggio rispetto ai Proprietari di Software e gli Indipendenti, che sono invece più sensibili a tematiche tecniche;
- L'integrazione verticale aziendale sembra portare un vantaggio comunicativo a livello di interoperabilità in azienda e nello scambio di informazioni, ma non nel linguaggio: appena ci si interfaccia con una realtà esterna, il problema comunicativo è presente per ognuno degli stakeholder coinvolti.

7.2 Dall'analisi dei bisogni: vantaggi, problematiche e soluzioni

Dall'analisi del questionario è emerso, in maniera a volte esplicita ed altre implicita, l'importanza della collaborazione fra Università ed Imprese; pur trattandosi di uno studio molto tecnico, si è notato come questa relazione potrebbe apportare vantaggi sotto diversi aspetti.

Dall'analisi qualitativa dei bisogni si possono estrarre le seguenti considerazioni, bisogno per bisogno, che mostrano come la collaborazione UIC potrebbe apportare i vantaggi:

1. Migliorare l'uso dei modelli discreti: la ricerca universitaria, spaziando in più aree ed avendo dalla sua un personale tecnico altamente qualificato, consentirebbe di raggiungere modelli più all'avanguardia, in minor tempo possibile.
La comunicazione consentirebbe alle aziende di gestire meglio e in maniera più ampia le informazioni ed i dati in loro possesso, per riuscire ad innovare in modo più efficace e veloce. Inoltre, modelli aggiornati sono anche di aiuto vicendevolmente alle università, perché più un modello discreto è sviluppato, più consente di estrarre dati in maniera efficace, e quindi a sua volta permette di aiutare meglio le aziende a raggiungere i loro obiettivi;
2. Migliorare l'accoppiamento/collegamento: la cooperazione accademico-industriale, grazie alle competenze scientifiche delle università, e alle basi di dati sperimentali delle aziende, può velocizzare il processo e portarlo ad una qualità migliore;
3. Estrazione delle proprietà dei materiali dai modelli: il passaggio da un modello ad un altro è particolarmente importante e difficile, a causa di mancanza di personale altamente qualificato in grado di lavorare con le diverse versioni. A riguardo, il rapporto con le Università può consentire di formare già con anticipo il personale e, inoltre, in questo caso emerge l'importanza anche di una figura specializzata in grado di saper interpretare i giusti dati da diversi modelli, figura che viene impersonificata dal Translator;
4. Estrarre l'accuratezza dei diversi modelli: questo è un punto particolare, poiché viene evidenziato come sì la collaborazione è importante, ma come la divergenza fra gli obiettivi accademici (offrire precisione retrospettiva) e quelli industriali (precisione predittiva) può essere di ostacolo al miglioramento. Pertanto, emerge come i problemi di comunicazione e la diversità di obiettivi possano impedire la

- buona riuscita della collaborazione e come sia necessario superare queste sfide;
5. Integrazione della modellazione dei materiali nella produzione e nella lavorazione (Industry 2020): in primo luogo, l'alta qualità della conoscenza e della ricerca universitaria consentono di velocizzare i progressi nella qualità dei software e permette di essere pronti per l'avvento dell'industria 4.0. Ma ancora una volta viene fatto notare come la divergenza di obiettivi e la mancata comunicazione spesso portino a grossi problemi: è necessario riuscire a comprenderci per poter capire gli obiettivi reciproci e riuscire così a dare il proprio contributo. Individuare problemi industriali e capire come l'università può risolverli: una collaborazione comunicativa può consentire di effettuare questa operazione con successo;
 6. Integrazione della modellazione dei materiali nei processi aziendali: in questo caso viene sottolineato come ancora l'industria non sia pronta ad integrare completamente la modellazione nei processi interni, ma come le collaborazioni con le accademie, grazie alla loro natura di lungo termine, possano consentire uno sviluppo futuro. Emerge un fattore importante però: le grandi aziende spesso sanno già come utilizzare i dati e hanno personale adeguato, quindi il vero problema riguarda principalmente le PMI. E' su di loro che bisogna focalizzarsi, aumentando la collaborazione e soprattutto migliorando la comunicazione;
 7. Market Place e Data Space della modellazione dei materiali: la gestione dei big data da parte delle aziende è un punto fondamentale, delicato ed estremamente importante, che grazie alla collaborazione con le università può vedere un forte miglioramento. Ma in questo caso emerge un grosso ostacolo a questa relazione: le imprese non vogliono condividere con l'esterno informazioni personali e sensibili, e questo impedisce lo sviluppo dei software e delle tecniche proprio poiché è un enorme impedimento alla collaborazione;
 8. Flussi integrati e interoperabilità: il supporto per il miglioramento di questo punto, che viene considerato chiave per il progresso sia industriale che universitario, deve

arrivare dai modellatori, da personale tecnico che trova la sua massima espressione all'interno delle università. Ancora una volta, la comunicazione gioca un ruolo fondamentale: i modellatori devono conoscere le esigenze di mercato e, soprattutto, essere in grado di comprenderle per tradurle in ricerca mirata ed efficace;

9. Rete di coordinamento: miglioramento della diffusione della modellazione dei materiali da parte dei produttori: è sempre sottolineata l'importanza della comunicazione fra industriali e ricercatori universitari, per capire quali sono le reali necessità del mercato, ma viene fatto notare come questa collaborazione debba mettere le radici già a partire dagli stessi studenti. Nuovamente, il problema comunicativo è individuato, per permettere un allineamento di obiettivi, superabile tramite reti multidisciplinari dove il Translator giocherebbe un ruolo chiave, fungendo da ponte fra le parti e consentendo di tradurre le esigenze reciproche. Il networking emerge come una necessità per collegare diverse aree disciplinari fra di loro. Inoltre, la collaborazione viene vista in questo caso anche come un fattore in grado di aumentare il prestigio e la credibilità delle aziende che intraprendono questo tipo di rapporto, proprio perché si ritrovano ad agire insieme al più alto grado di formazione esistente.

La collaborazione trova il suo maggior ostacolo nei problemi legati al trasferimento delle informazioni, alla condivisione di modelli esistenti, e alla comunicazione fra le diverse parti.

Anche in questo caso è sottolineato come il problema sia sentito maggiormente dalle piccole-medie imprese. L'importanza della collaborazione è vera anche dal punto di vista universitario: portare lo sviluppo di modelli fuori dalla ricerca accademica ed applicarla, consente di individuare problematiche che altrimenti non sarebbero probabilmente mai emerse.

Ulteriore problema riguarda la lentezza della collaborazione, dal punto di vista del trasferimento di informazioni: l'innovazione deve essere velocizzata, e questo può avvenire solo grazie ad un miglioramento della comunicazione fra le parti;

10. Aree mancanti:

emergono le stesse necessità/problematiche espresse precedentemente, in particolar modo si evidenzia nuovamente il problema delle PMI nella modellazione, del perché non riescono a progredire con l'innovazione, come la collaborazione con le università può rappresentare un importante punto di svolta, e di come il Translator può aiutare nella comunicazione per mettere entrambe le parti a conoscenza dei reciproci bisogni / competenze da offrire. Viene anche toccato il punto della credibilità delle aziende nei confronti della modellazione dei materiali: spesso questa viene a mancare poiché pochi esperti sono in grado di utilizzare i software e quindi viene a perdere valore il loro utilizzo; se invece venissero utilizzati da alto personale tecnico, proveniente dall'Università, ciò aiuterebbe a sensibilizzare le aziende nei confronti dell'importanza dell'utilizzo dei software di modellazione.

Viene suggerita la possibilità di creare corsi di formazione sulla modellazione dei materiali già per gli studenti universitari, e altresì formazione per il personale aziendale, tramite condivisione di casi studio e strumenti didattici adeguati; la creazione di piattaforme di condivisione, comunicazione e facilitatori per il trasferimento di informazioni; lo stimolo all'acquisizione da parte delle università di software utilizzabili non solo per la ricerca di base ma anche per ambito industriale; l'inclusione di comunità scientifiche accademiche più ampie (come matematici ed informatici) che possono contribuire al miglioramento dei software; non per ultimo, fondamentale è sviluppare una terminologia comune per veicolare la collaborazione.

In sintesi, dal questionario emergono:

1. ragioni per le quali la collaborazione potrebbe (o porta) ad un vantaggio per le parti;
2. problematiche esistenti che ostacolano la collaborazione;
3. spunti ed incentivi alla collaborazione.

Questi risultati possono essere riassunti nelle seguenti tabelle:

VANTAGGI DELLA COLLABORAZIONE UIC

1. Miglioramento qualità;
2. Riduzione tempi di progettazione / produzione;
3. Personale altamente qualificato;
4. PMI aiutate nell'innovazione;
5. Prestigio per le imprese/Università;
6. Miglioramento della ricerca universitaria grazie ad applicazioni reali
7. Investimenti privati per la ricerca universitaria

PROBLEMATICHE ESISTENTI

1. *Comunicazione:*
 - diversità di obiettivi;
 - linguaggi differenti;
 - trasferimento di informazioni complesso;
 - trasferimento di informazioni lento;
 - ricercatori devono conoscere le esigenze di mercato;
 - condivisione ed utilizzo di diversi modelli esistenti;
2. *Imprese non vogliono condividere dati sensibili*

SPUNTI / INCENTIVI

1. Figura specializzata nel far comunicare le parti;
2. Creazione di una terminologia comune;
3. Creazione di piattaforme e servizi per la comunicazione;
4. Condivisione di case history;
5. Formazione mirata sia in ambito accademico che industriale;
6. Prime collaborazioni già con gli studenti;
7. Inclusione delle comunità di matematici ed informatici;
8. Personale specializzato nell'uso dei software per incentivare l'esigenza ad usarli

7.3 Dall'analisi delle barriere: problematiche e soluzioni

A partire da quello che è stato individuato precedentemente quindi, si sono potuti osservare i vantaggi, le problematiche e dei possibili spunti su come superare determinati ostacoli.

Quel che sicuramente è emerso, è che la collaborazione fra università ed aziende è un veicolo per portare ad un livello più avanzato l'innovazione, consentendo di velocizzare il processo e fornendo input sia per le università che per le aziende per progredire singolarmente.

Il questionario ha dimostrato quanto viene affermato nella teoria, mettendo in luce alcune questioni che invece non sono ancora state affrontate, come individuare dove si collocano in maniera abbastanza precisa delle lacune nella collaborazione, e aggiungendo delle possibili soluzioni per superare questi problemi.

Pertanto, si possono schematizzare, partendo dagli argomenti chiave emersi dal questionario, i problemi/bisogni degli stakeholders, per capire come dovrebbero essere affrontati e gli eventuali spunti per la loro risoluzione.

#	TITOLO	BISOGNO	PROBLEMA	COSA COMPORTA?	COSA BISOGNA FARE?	SOLUZIONE	COME AIUTA?	RISULTATO
1	Migliorare l'uso dei modelli discreti	Necessità di avere modelli che gestiscono sistemi ampi e complessi, come multimateriali, composti complessi e interfacce di diverso tipo	Gli attuali modelli discreti disponibili sono insufficienti o hanno lacune	Le aziende non riescono a sfruttare al massimo le informazioni possedute e quindi non riescono ad innovare	Sviluppare software più avanzati	Collaborazione ricerca Università - Azienda	modelli più all'avanguardia in minor tempo possibile	Processo innovativo più veloce ed efficace
2	Migliorare l'accoppiamento/collegamento	Necessità di avere modelli più perfezionati (standardizzati, con opzioni sui gradi di libertà, ecc) e abbinati ai database;	Gli attuali modelli non posseggono le opzioni richieste ad un livello accettabile	Le aziende non riescono a sfruttare al massimo i modelli ed i dati disponibili	Sviluppare software più avanzati	Collaborazione ricerca Università - Azienda	velocizzazione e maggior efficienza dei processi	Massimo sfruttamento delle potenzialità della modellazione per uso industriale
3	Estrazione delle proprietà dei materiali dai modelli	Capire le giuste informazioni da diversi modelli	Difficoltà a passare da versioni differenti di modelli ed interpretare i diversi dati	Non si riescono a fare paragoni fra diversi esperimenti e dati estratti	Avere a disposizione personale competente nell'interpretare diversi dati; Standardizzazione e uso di database	Translator	Sviluppo di software standardizzati e il translator, consente una lettura dei dati accurata	Estrazione dei dati efficace e corretta
4	Estrarre l'accuratezza dei diversi modelli	Avere modelli con il più alto grado di precisione possibile	Modelli limitati e mal definizione del concetto di precisione	I dati vengono mal interpretati e non si riescono a selezionare i materiali giusti	Migliorare la comunicazione fra università ed accademia per far comprendere reciprocamente i diversi obiettivi e vocabolari	Collaborazione ricerca Università - Azienda; Translator; Piattaforme di condivisione	Se migliorata, consente di arrivare alla giusta elaborazione dei dati	Selezione dei materiali corretti

5	Integrazione della modellazione dei materiali nella produzione	Includere la modellazione dei materiali nell'industria 4.0	I software non sono ancora pronti da un punto di vista tecnico; gli obiettivi fra università ed aziende sono ancora troppo discordanti	La modellazione dei materiali rischia di non essere inclusa nell'industria 4.0, perdendo così tutti i vantaggi ad essa collegati	Migliorare la comprensione dei diversi obiettivi fra Università - Aziende per arrivare ad avere modelli più avanzati nel minor tempo possibile	Collaborazione Università - Aziende; Translator; piattaforme di condivisione	La ricerca universitaria consente di velocizzare i progressi nella qualità dei software; il Translator aiuta nella comprensione reciproca	Essere pronti per l'avvento dell'industria 4.0
6	Integrazione della modellazione dei materiali nei processi aziendali	Avere una gestione migliore della parte tecnica tenendo conto delle valutazioni economiche	l'industria non è ancora pronta ad integrare completamente la modellazione nei processi interni	Non si hanno riduzioni di costi e tempi e non si raggiunge l'efficienza che si potrebbe avere se questa integrazione fosse possibile	Collaborare con le università per sviluppare software più avanzati ed integrabili	Collaborazione Università - Aziende	La ricerca universitaria consente di velocizzare i progressi nella qualità dei software	Scelte dei materiali migliori, gestione integrata sia tecnica che economica
7	Dataspace della Modellazione dei Materiali	Creazione di database più accurati e loro sfruttamento	Le imprese non vogliono condividere dati sensibili con università ed altri esterni; le università temono che le aziende sfruttino i loro brevetti senza dare i compensi adeguati	Ciò impedisce lo sviluppo di software di gestione dei database più avanzati	Migliorare i rapporti di comunicazione e di fiducia fra università ed aziende; stabilire limiti per lo sfruttamento di dati sensibili; Translator come ponte comunicativo	Rafforzamento fiducia UIC; Translator	Permette di avere una gestione migliore dei database	Velocizzazione del processo di innovazione

8	Flussi integrati e interoperabilità	Combinare modelli diversi fra loro ed integrarli ai sistemi di supporto decisionali	i modellatori non riescono ad integrare diversi modelli, non conoscono abbastanza le esigenze di mercato e non sono in grado di comprenderle e tradurle	La ricerca per modelli più integrati non è efficace e spesso si perde il focus o i prezzi sono troppo elevati	Far comunicare i ricercatori con i manager per comprendere i problemi	<u>Translator</u> ; Piattaforme di condivisione	Permette la comunicazione fra diversi stakeholders traducendo i reciproci bisogni	Realizzare una ricerca più veloce e mirata per raggiungere l'integrazione dei modelli più velocemente, riducendo i costi
9	Rete di coordinamento	Miglioramento della diffusione dell'uso della modellazione dei materiali per i produttori; Il networking come una necessità per collegare diverse aree disciplinari	La collaborazione trova ostacoli nel trasferimento delle informazioni, nella condivisione di modelli esistenti, e nella comunicazione fra le diverse parti	Innovazione lenta e poco efficace	Necessità di una figura che possa fungere da ponte: il <u>Translator</u> deve individuare i problemi delle due parti, tradurli e trasferirli	<u>Translator</u> ; Piattaforme di condivisione	Permette la comunicazione fra diversi stakeholders traducendo i reciproci bisogni	Velocizzazione del processo di innovazione
10	Inclusione PMI	Necessità di utilizzo della modellazione dei materiali	Software troppo costosi da acquistare; troppo costoso assumere personale altamente competente	Le piccole - medie imprese non riescono a progredire con l'innovazione	Il <u>translator</u> può lavorare saltuariamente, possedendo personalmente il software, riducendo i costi per le aziende	<u>Translator</u>	Consente anche alle PMI di beneficiare dei vantaggi della modellazione dei materiali	Riduzione dei costi; avanzamento del processo innovativo

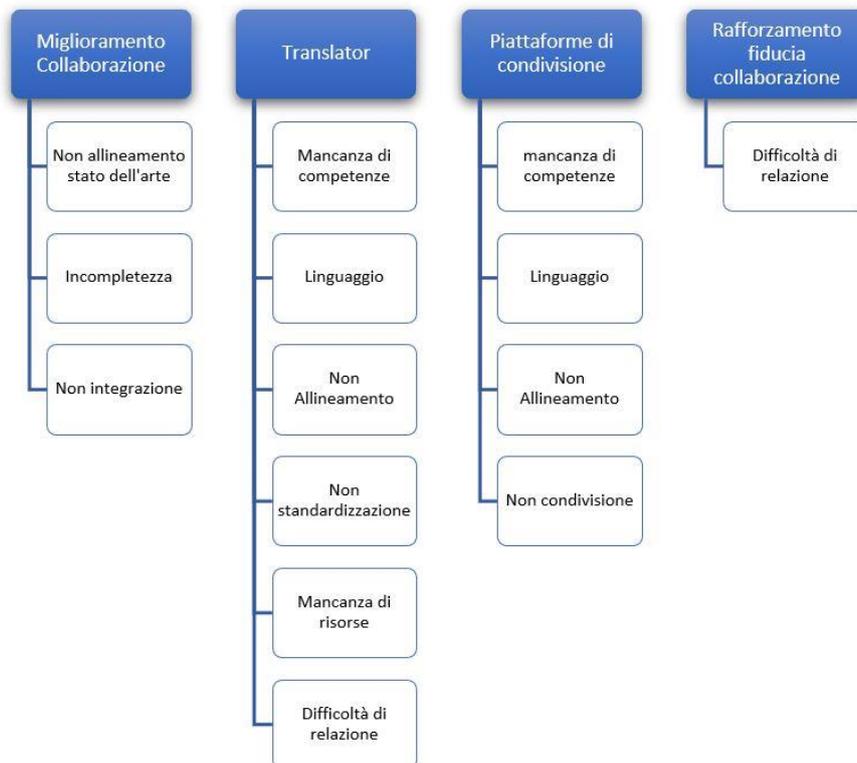
7.4 VALUE PROPOSITION

A partire dalla tabella precedente, ed integrandola con lo schema presentato nel paragrafo sull'individuazione delle barriere, si può creare un nuovo grafico congiunto dal quale risulta possibile classificare le soluzioni possibili in quattro tipologie, collegandole ai relativi problemi:

1. *Migliorare la collaborazione*: i problemi legati ai software devono essere risolti attraverso l'incremento dei rapporti collaborativi fra università ed aziende, dove i soggetti, interagendo maggiormente, possono raggiungere più velocemente ed in maniera più efficace a soluzioni tecnologicamente più avanzate, superando così i problemi legati alla parte tecnica;
2. *Translator*: l'avvento di questa figura permette di superare i problemi legati a:
 - mancanza di risorse nelle PMI, permettendo con i translator indipendenti di avere consultazioni a prezzi più contenuti;
 - mancanza di competenze e linguaggio, poiché è in grado di sopperire a quelle lacune tecniche ed economiche che le altre figure non hanno, traducendo le richieste e necessità delle parti coinvolte in un linguaggio comune;

- non standardizzazione, avendo una grande conoscenza dei software ed essendo in grado di interpretare dati anche provenienti da modelli e versioni differenti;
- difficoltà di relazione nella condivisione dei dati sensibili e nel trasferimento di informazioni legate alla proprietà intellettuale, diventando il tramite di queste comunicazioni, cercando di operare per il bene di entrambe le parti coinvolte;
- non allineamento degli obiettivi, trovando punti in comune su ogni progetto e cercando di mettere in luce i vantaggi che sia università che aziende avrebbero se entrassero in collaborazione;

3. *Piattaforme di condivisione*: risolvono principalmente gli stessi problemi del Translator, ma solo grazie ad un lavoro congiunto. Le piattaforme di condivisione di per sé non sono in grado di essere uno strumento affidabile ed efficace: solo con una personalità istruita al farne un buon uso può diventare un tool essenziale per la condivisione dei dati, per la comunicazione e l'interazione fra le parti, mediate dalla figura esperta del Translator;
4. *Rafforzamento fiducia collaborazione*: il Translator singolarmente non basta ad aumentare la condivisione di database e brevetti fra le parti. In primo luogo, sono

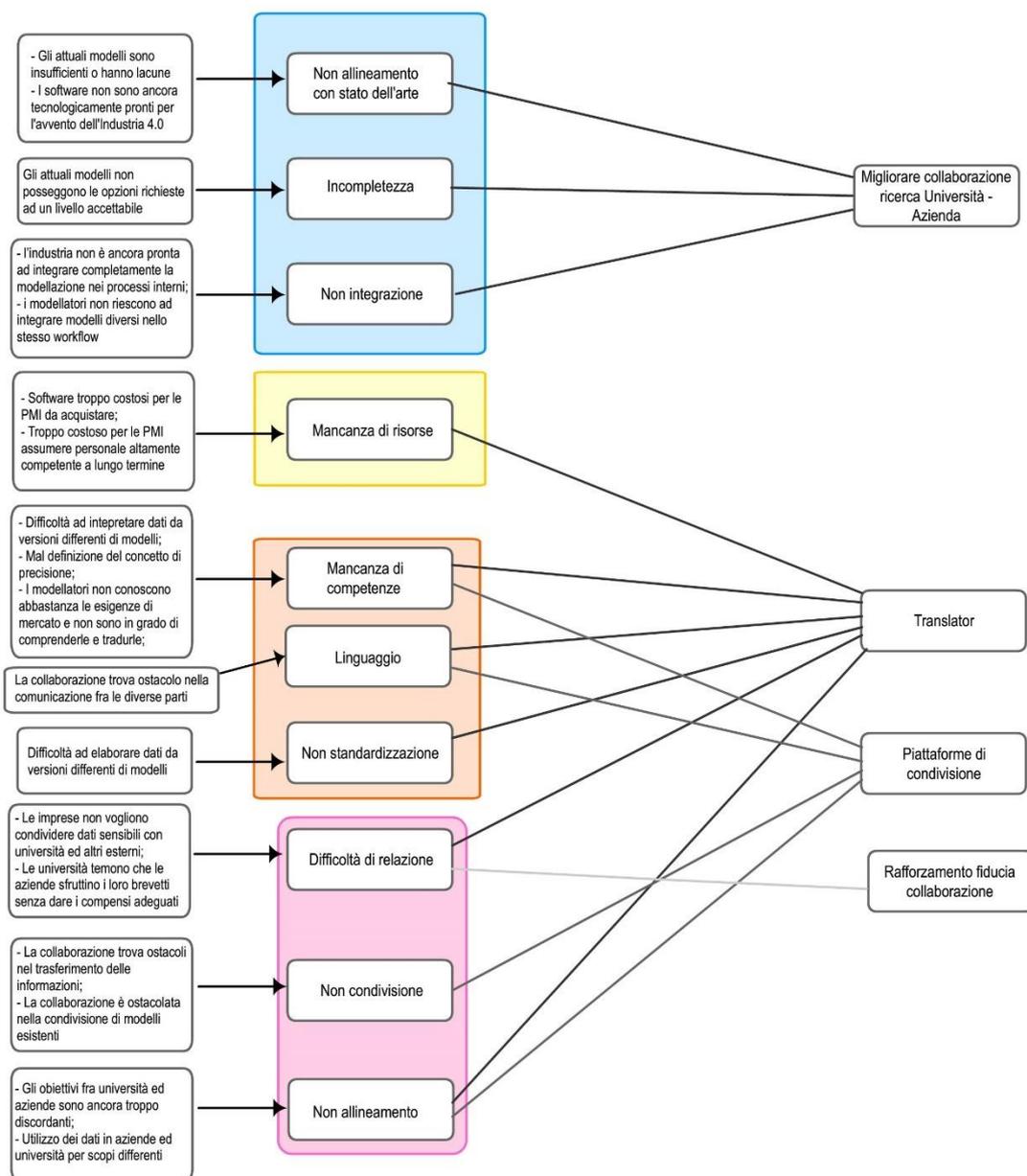


le università e le aziende che devono riuscire a migliorare la fiducia reciproca per poter accrescere la collaborazione; solamente con un lavoro unificato di Università, Azienda e Translator si può arrivare ad una credibilità maggiore, mettendo in luce i vantaggi che una collaborazione di questo tipo può comportare, riuscendo a coltivare un rapporto di fiducia che consenta di agire senza troppe preoccupazioni.

CATEGORIA DI PRIMO ORDINE

TEMI DI SECONDO ORDINE

DIMENSIONE SOLUZIONE AGGREGATA



In sintesi, il Translator ha un ruolo chiave nel mediare fra le parti, utilizzando un linguaggio comprensibile per entrambi, capendo i vantaggi singoli e congiunti; grazie all'uso di piattaforme di condivisione può migliorare la comunicazione e rendere il trasferimento di informazioni più veloce, efficace e sicuro. La collaborazione deve comunque accrescere per consentire di raggiungere un livello tecnico più avanzato.

8 Conclusioni

In merito a quanto esaminato fino ad ora, possono essere tratte alcune conclusioni provando a rispondere a domande riguardanti la natura ed il futuro della collaborazione Università - Azienda.

- *La collaborazione fra aziende ed università è possibile?*

Partendo dalla letteratura ed arrivando al caso studiato, si evince come la collaborazione di tipo UIC ha subito un'evoluzione nel tempo, ma è presente da oramai parecchi decenni. Col passare degli anni si sono sempre più compresi i vantaggi associati, e le interazioni fra le parti coinvolte si sono fatte più intense. Tuttavia, ancora è presto per considerarla sviluppata ed integrata nella società e nell'economia, in particolar modo europea.

Numerosi passi devono essere fatti per creare un rapporto di fiducia e credibilità che permetta di far entrare università ed aziende in collaborazione senza i relativi ostacoli che ne sono di impedimento. Sicuramente una sensibilizzazione maggiore è necessaria: far comprendere agli stakeholder le potenzialità per la crescita personale e soprattutto globale economica, poiché ancora molti non sono a conoscenza di questo fatto e continuano a considerare interagire con fonti esterne come una minaccia al proprio *know-how*, alle personali proprietà intellettuali, o più semplicemente non sono in grado di percepire i vantaggi che ne possono derivare.

Quindi, la collaborazione è assolutamente possibile, è già presente, ma ha bisogno di molte "spinte" per poter raggiungere una diffusione maggiore e superare le barriere che ne impediscono il successo.

- *Quali benefici porta?*

Come si è visto, i vantaggi derivanti da questo tipo di collaborazione sono molteplici. Sia per le aziende che per le università, interagire permette di migliorare la qualità da un lato della produzione e dall'altro della ricerca, di poter beneficiare del massimo livello di conoscenza scientifica e di usufruire delle strumentazioni più all'avanguardia, di promuovere progetti che altrimenti non avrebbero mai visto luce.

Le imprese e le accademie inoltre ne traggono un beneficio in termini di prestigio e di visibilità, poiché collaborare con istituti di ricerca / compagnie di grande rilevanza permette di crearsi un “nome” che porta a sé ulteriori progetti, investimenti, guadagni.

Oltre ai benefici singoli però, come abbiamo visto fino ad ora, la società stessa è la prima a giovare di questa interazione: al di là degli scopi personali che portano università ed aziende ad entrare in relazione, il vero guadagno (che è anche quella che spinge i Governi a fare investimenti e finanziamenti e a stimolare ed incentivare la collaborazione) è l'avanzamento dell'innovazione globale. Il cooperare delle parti coinvolte permette di accelerare il processo innovativo in una maniera che non sarebbe possibile in alcun altro modo, comportando un beneficio sociale economico che non può passare indifferente.

- *Come si può migliorare la collaborazione e superare gli ostacoli ad essa associati?*

Ciò che maggiormente impedisce alle parti di entrare in relazione nella maniera corretta è la comunicazione: parlare linguaggi differenti, che si traduce in volere *outcome* e obiettivi diversi, non consente di sfruttare come meglio si potrebbe questa opportunità, e in taluni casi ne è talmente di ostacolo da non permettere proprio l'interazione. Inoltre, la comunicazione è frenata dalla mancanza di canali adatti per il trasferimento delle informazioni, per la condivisione, per la consulenza reciproca.

La figura del Translator permette di ridurre la distanza cognitiva fra aziende ed università, mettendole in comunicazione nella maniera più efficace possibile, creando un ponte comunicativo che altrimenti non potrebbe esserci; l'utilizzo di piattaforme di condivisione e servizi associati possono essere lo strumento ideale per veicolare il fluire della comunicazione, fungendo da supporto al Translator. Tutto questo però non è sufficiente: incentivare la sensibilizzazione ad aziende ed università nei confronti dei vantaggi e delle opportunità legate a questo tipo di collaborazione è fondamentale, perché sono le parti stesse a dover desiderare di iniziare a relazionarsi l'una con gli altri. Gruppi come EMMC cercano di essere un mezzo per consentire la diffusione della conoscenza a riguardo.

La collaborazione Università – Aziende è di sostanziale importanza per la crescita economica e lo sviluppo innovativo di un Paese; adottare misure incentivanti e di sostegno può solo che essere di beneficio per le parti interessate e la società stessa.

Bibliografia e Sitografia

- [1] F. M. Marco Cantamessa, *Management of Innovation and Product Development Integrating Business and Technological Perspectives*, Springer.
- [2] B. Prideaux, «Bridging the Gap Between Academic Research and Industry Research Needs,» James Cook University.
- [3] A. Chalpe, «4 Ways Academia And Industry Differ For Research Scientists,» [Online]. Available: <https://cheekyscientist.com/academia-and-industry-differ-for-research-scientists/>.
- [4] D. K. Lawrence Dooley, «University-industry collaboration: Grafting the entrepreneurial,» *European Journal of Innovation Management*, 2007.
- [5] O. W. Maietta, «Determinants of university–firm R&D collaboration and its impact on innovation: A perspective from a low-tech industry,» Elsevier, 2015.
- [6] T. W. P. C. A. S. Anne L.J, «Making a marriage of materials: The role of gatekeepers and shepherds in the absorption of external knowledge and innovation performance».
- [7] «Let me compute the ways : modelling in H2020 LEIT-NMBP programme materials and nanotechnology projects».
- [8] «Research & Innovation: Key Enabling Technologies - Modelling Materials,» [Online]. Available: http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/modelling-materials_en.html.
- [9] «Materials modelling - Terminology, classification and,» in *CEN Workshop Agreement*.
- [10] «The European Materials Modelling Council: Materials Modelling is Key to Innovation,» [Online]. Available: <https://emmc.info/the-emmc-mission/>.
- [11] «Fraunhofer: Material modeling and simulation,» Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials IWM, [Online]. Available: <https://www.iwm.fraunhofer.de/en/why-fraunhofer-iwm/core-competencies-technical-possibilities/material-modeling-and-simulation.html>.

- [12] «The European Materials Modelling Council: Working Groups,» [Online]. Available: <https://emmc.info/main/working-groups/>.
- [13] E. M. M. C. EMMC, «The Translators Guide».
- [14] P. A. G. G. A. H. K. H. E. W. Nadja Adamovic, «EMMC Survey of materials modelling development needs: discussion notes towards the Road Map 2018-2020».
- [15] F. Franceschini, Advanced Quality Function Deployment, St. Lucie Press.