



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA DEI SISTEMI
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI**

**RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE**

***Progettazione e realizzazione di un motore di ricerca
per abbinare fabbisogni di aziende industriali a
soluzioni tecnologiche abilitanti Industria 4.0 e relativi
fornitori: il caso ARTES 4.0***

SINTESI

RELATORI

Prof. Andrea Bonaccorsi
*Dipartimento di Ingegneria dell'Energia,
dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni*

Ing. Lorna Vatta
ARTES 4.0

Ing. Dario Brugnoli
Erre Quadro S.r.l.

CANDIDATA

Lucia Bianchettin
luciabianchettin04@gmail.com

Sessione di Laurea Magistrale del 30/09/2020
Consultazione non consentita

Progettazione e realizzazione di un motore di ricerca per abbinare fabbisogni di aziende industriali a soluzioni tecnologiche abilitanti Industria 4.0 e relativi fornitori: il caso ARTES 4.0

Lucia Bianchettin

Sommario

La trattazione corrente si pone come obiettivo principale quello di fornire una descrizione esauriente del lavoro svolto in ARTES 4.0, Centro di Competenza costituito da 127 Partner pubblici e privati, che ha la finalità di costituire una rete ad alta specializzazione nelle aree della robotica avanzata e delle tecnologie digitali abilitanti. ARTES 4.0 è di riferimento per lo sviluppo di una ricerca applicata e per la realizzazione di soluzioni tecnologiche in settori e sistemi produttivi all'avanguardia in ambito innovazione del territorio. Per gestire la complessità della rete, è emersa l'esigenza di mappatura delle risorse interne ad ARTES 4.0 e di progettare e realizzare uno strumento su misura di raccolta e di ricerca intelligente delle competenze e dei servizi offerti dai Soci di ARTES 4.0. La tesi presentata è strutturata in tre capitoli, che, in ordine, hanno la finalità di introdurre il lettore nel contesto di Industria 4.0 e nello stato dell'arte degli algoritmi per implementare un motore di ricerca e in ultimo, di illustrare, secondo lo standard di riferimento del Project Management UNI ISO 21500:2013, le fasi di pianificazione, esecuzione, controllo e miglioramento che hanno portato alla realizzazione della piattaforma matchmaking, denominata "Q-Solve 4.0".

Abstract

The main objective of the current dissertation is to provide an exhaustive description of the work carried out in ARTES 4.0, a Competence Center made up of 127 public and private Partners, which aims to establish a highly specialized network in the areas of advanced robotics and enabling digital technologies. ARTES 4.0 is a reference for the development of applied research and for the implementation of technological solutions in cutting-edge sectors and production systems in the territory. To manage the complexity of the network, the need has emerged to map the internal resources of ARTES 4.0 and to design and implement a tailor-made tool for intelligent collection and research of the skills and services offered by ARTES 4.0 Partners. The presented thesis presented is structured in three chapters, which, in order, have the purpose of introducing the reader in the context of Industry 4.0 and in Information Retrieval state of art in order to implement a search engine and finally, to illustrate, the planning, execution, control and improvement phases that led to the creation of the matchmaking platform, called "Q-Solve 4.0".

1. INDUSTRIA 4.0: UNA SFIDA DA RACCOGLIERE

Nel primo capitolo si descriverà il contesto politico-economico in cui si colloca questo progetto di tesi ed in particolare ARTES 4.0, Centro di Competenza ad alta specializzazione nell'ambito delle aree della robotica e delle tecnologie digitali abilitanti.

1.1 Significato di Industria 4.0, tra continuità ed evoluzione

La digitalizzazione e l'interconnessione della catena del valore sono strumenti ormai irrinunciabili per realizzare obiettivi di business legati alla qualità, al costo e alla safety, che mirano a garantire un vantaggio competitivo di mercato nell'attuale contesto globale e spesso imprevedibile. La cosiddetta quarta rivoluzione industriale rappresenta una Vision da realizzare tradotta in obiettivi politico-economici e ha come riferimento l'integrazione di più tecnologie, alcune esistenti, altre del tutto nuove per il contesto industriale. La connotazione "rivoluzionaria" non è determinata tanto dalla realizzazione tecnica, ma dall'abbondanza di nuove opportunità di business precedentemente impensabili che derivano dalla disponibilità e dalla combinazione di più fattori come tecnologie affidabili e meno costose acquistabili a "scaffale" e la presenza di incentivi fiscali messi in atto dalla politica.

1.2 ARTES 4.0

Il Centro di Competenza ARTES 4.0, forma abbreviata di "Advanced Robotics and enabling digital Technologies & Systems 4.0", è un ente senza scopo di lucro, costituito in forma di Associazione riconosciuta dotata di personalità giuridica e ha sede legale in Pontedera (PI) presso l'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna. Il Centro di Competenza, che nasce nell'ambito del Piano Nazionale Industria 4.0, ha una struttura a rete che garantisce l'intera copertura nazionale ed è costituita da 13 unità operative denominate Macronodi (partner universitari, dipartimenti di eccellenza ed enti di ricerca) a cui fanno riferimento i Nodi (aziende private, incubatori di start up ed istituti di formazione) attraverso i quali l'Associazione fornisce attività e servizi alle imprese del territorio italiano.

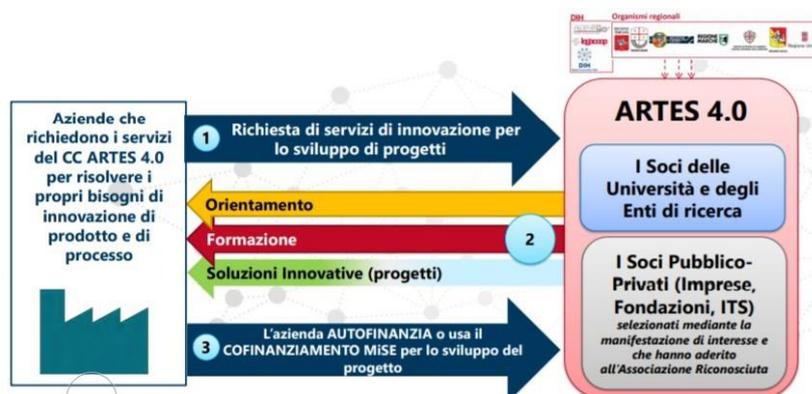


Figura.1.1: Il modello di funzionamento del Centro di Competenza ARTES 4.0

Le mission di ARTES 4.0 sono di orientamento, formazione e attuazione di progetti di innovazione, ricerca industriale, sviluppo sperimentale e fornitura di servizi di trasferimento tecnologico in ambito Industria 4.0.

1.3 Tecnologie abilitanti

Da uno studio di Boston Consulting emerge che la quarta rivoluzione industriale si centra sull'adozione di alcune tecnologie definite abilitanti, che sintetizzano le molte soluzioni tecnologiche implementate nell'industria e sono: Advanced Manufacturing Solutions, Additive Manufacturing, Industrial Internet of Things, Horizontal Integration, Vertical Integration, Augmented Reality, Cloud Computing, Simulation, Big data/Analytics e Cyber Security. Il diffondere l'adozione di tali tecnologie nell'industria italiana rappresenta la mission principale di ARTES 4.0.

2. INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM (IRS)

Il presente capitolo, in conseguenza di uno studio bibliografico sullo stato dell'arte della tematica considerata, descrive le basi teoriche sul funzionamento di un sistema di Information Retrieval, che abilita il motore di ricerca a soddisfare un'esigenza informativa rappresentata da un'interrogazione in linguaggio naturale da parte di un utente (query).

2.1 Modello vettoriale

Il modello vettoriale è una delle tecniche utilizzate da un IRS per l'elaborazione del linguaggio naturale ed è stato utilizzato per implementare la piattaforma matchmaking "Q-Solve 4.0". Le parole della query inserite dall'utente costituiscono lo strumento di ricerca attraverso le quali l'IRS analizza e seleziona i documenti che soddisfano l'esigenza informativa ricercata. Il modello rappresenta i documenti e la query come vettori e ne calcola il prodotto scalare per esprimere il grado di somiglianza dei documenti con la query. Due sono gli aspetti fondamentali per l'efficacia di un motore di ricerca: l'indicizzazione e l'algoritmo di reperimento dei documenti rilevanti per la ricerca dell'utente. Nel caso in esame, una volta attuato il matching tra query e documenti pertinenti, il risultato di ricerca corrisponde ad un elenco secondo un ordine di rilevanza decrescente, contenente collegamenti ipertestuali a documenti contenuti nella collezione.

2.1.1 Indicizzazione

L'indicizzazione ha come obiettivo la rappresentazione del contenuto informativo dei documenti contenuti nel database, tramite l'assegnazione da parte dell'IRS di descrittori, ovvero parole chiave o termine indice. Il risultato corrisponde alla realizzazione di un indice,

detto indice invertito, in cui sono elencati i descrittori individuati che raggruppano l'insieme di documenti dove sono presenti, per abilitare ed efficientare le query di ricerca. Se un motore di ricerca è in grado di rispondere alle interrogazioni in frazioni di secondo, è perché non esplorano il web in tempo reale, ma interrogano l'indice creato che viene aggiornato regolarmente, rispetto alle parole inserite dall'utente.

In Figura 3.1, sono illustrati tutti i passaggi attraverso cui si interpreta un documento scritto in linguaggio naturale secondo la logica comprensibile da un IRS, ovvero le tecniche che permettono di ridurre l'ambiguità e la complessità per garantire un collegamento corretto tra query e documento.

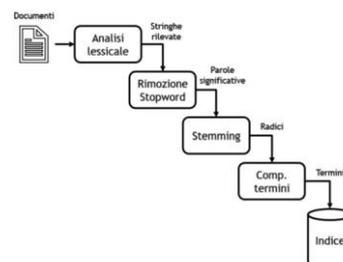


Figura 3.1: Processo di indicizzazione

Ultimata questa fase, si ha che il documento D_j della collezione per $j = 1, \dots, k$ è rappresentato come combinazione lineare dei singoli termini nel seguente modo:

$$\vec{D}_j = \sum_{i=1}^n c_{ij} \vec{t}_i$$

dove: t_i indica il vettore base dello spazio che identifica il termine i -esimo, in quanto $t_i = [0, \dots, 1, \dots, 0]$; c_{ij} indica il peso del descrittore i del documento j , che corrisponde alla coordinata secondo la quale si sposta il vettore del documento rappresentato. Il coefficiente di solito è un numero reale ed è determinato secondo il criterio di pesatura scelto. Con lo stesso ragionamento, rappresentiamo la query Q inserita dall'utente in linguaggio naturale da cui, con le stesse tecniche, si estraggono i relativi descrittori come termine di confronto.

2.1.2 Reperimento dell'informazione

La selezione dei documenti avviene tramite un algoritmo di reperimento calcolato sui descrittori dei documenti e che dispone i documenti selezionati secondo un grado di rilevanza decrescente rispetto alla query inserita. La funzione di reperimento del modello vettoriale è basata sul prodotto scalare tra i vettori-documenti e vettore-query, quindi in generale si ottiene:

$$\vec{D}_j \cdot \vec{Q} = |D_j| |Q| \cos \theta_j$$

dove θ_j è l'angolo compreso tra il vettore-documento D_j e il vettore-query Q . A questo punto, si standardizza con il metodo del coseno che consiste nel dividere il prodotto scalare per il prodotto delle norme, ottenendo quindi il coseno dell'angolo compreso tra i vettori considerati. In generale, si ottiene:

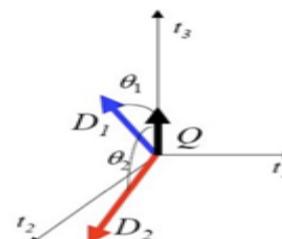


Figura 3.2: Rappresentazione documento e query secondo il modello vettoriale.

$$\cos(D_j, Q) = \text{sim}(D_j, Q) = \frac{\vec{D}_j \cdot \vec{Q}}{|\vec{D}_j| |\vec{Q}|} = \frac{\sum_{i=1}^n (c_{ij} \vec{t}_i \cdot b_{ij} \vec{t}_i)}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n c_{ij} \vec{t}_i)^2} \cdot \sqrt{(\sum_{i=1}^n b_{ij} \vec{t}_i)^2}}$$

Il modello vettoriale quindi classifica i documenti in base al loro grado di similarità rispetto alla query ed ha lo svantaggio di non considerare le dipendenze tra i termini. Per aumentare l'efficacia della funzione di reperimento vengono utilizzate le seguenti tecniche di ottimizzazione: Query Expansion, Thesauri e Relevance Feedback.

2.2 Criticità del matchmaking dei motori di ricerca

Il matchmaking tra predefinite risorse o competenze in possesso dell'azienda e l'esigenza formulata dall'utente corrisponde ad un problema complesso, in quanto: (1) a priori è da definire il tipo di linguaggio e di dettaglio per descrivere l'offerta/il core business dell'azienda, ovvero le soluzioni tecnologiche che la stessa può implementare; (2) non c'è un collegamento univoco tra problema formulato e relativa soluzione; (3) l'oggetto del matching considerato, ovvero le tecnologie, è caratterizzato da un dinamismo che richiede un aggiornamento continuo in quanto evolve rapidamente. Inoltre, ogni tecnologia può essere impiegata per diversi scopi, a volte anche "su misura" a seconda delle esigenze.

Dopo un'analisi dello stato dell'arte della letteratura sul technology transfer, le questioni vengono affrontate e declinate per le esigenze specifiche di ARTES 4.0 nel capitolo 3.

3. MOTORE DI RICERCA "Q-SOLVE 4.0"

In questo capitolo sono illustrati gli aspetti salienti della progettazione e realizzazione della piattaforma matchmaking. La candidata ha svolto il ruolo di Project Manager per conto di ARTES 4.0, coordinandosi ed interfacciandosi con lo Sponsor di progetto, Ing. Lorna Vatta, Direttrice Esecutiva di ARTES 4.0, e con l'Ing. Dario Brugnoli, Unit Leader di Erre Quadro S.r.l.

3.1 Ruolo e Obiettivo

La funzione di Project Manager svolta dalla candidata si è espressa nella definizione dello scope di progetto e degli stakeholder, nella analisi delle criticità e conseguente determinazione delle specifiche in collaborazione con Erre Quadro, nella pianificazione delle attività da svolgere, nel coordinamento, reperimento e selezione dei dati necessari per la realizzazione di uno strumento di raccolta e di ricerca intelligente dei prodotti e servizi offerti dai Soci di ARTES 4.0, e nel monitoraggio, verifica e validazione dei deliverable di progetto. La candidata è stata di riferimento per l'analisi e la definizione delle potenzialità tecnologiche dei Soci ARTES 4.0 e per la comunicazione con gli stessi assicurando che i contributi fossero forniti nel modo più appropriato al nuovo database, fondamentale per lo

strumento oggetto di studio. Il Team di progetto, iniziato ufficialmente con il Kick-off meeting in data 06/12/2019 e concluso in 25/06/2020, ha portato a termine con successo l'obiettivo principale di creazione di una piattaforma web che supporti il matching tra un fabbisogno tecnologico inserito sottoforma di query in linguaggio naturale dall'utente e l'offerta tecnologica rappresentata dalle soluzioni realizzate dalle aziende ed università che danno vita all'Associazione, incentrate sulle tecnologie abilitanti indicate dal Piano Industria 4.0. Q-Solve 4.0 si basa su strumenti di ricerca semantica sviluppati da Erre Quadro, per gestire e ricercare i contenuti tecnologici inerenti alla query inserita. Questo rappresenta per il Responsabile Commerciale che interagisce con i Soci ARTES 4.0 ed altre aziende/enti del territorio, un supporto che lo coadiuva nel rispondere in modo puntuale alle richieste di collaborazione attraverso:

- L'individuazione di uno o più possibili candidati nella rete ARTES 4.0 come risultato prodotto dall'algoritmo implementato. Quindi, lo strumento rende disponibile un giudizio "oggettivo" come soluzione al fabbisogno tecnologico da soddisfare;
 - La centralizzazione dell'informazione in un'unica interfaccia di interazione con l'utente;
 - La possibilità di incrociare i Soci ARTES4.0 secondo un grado di collaboratività tecnologica.
- L'utilizzo di tale strumento riduce notevolmente la complessità di gestione e di coordinamento che svolge quotidianamente il Responsabile Commerciale.

3.2 Processo di avvio

Nel processo considerato si sono fissate le fondamenta di questo progetto, ovvero gli obiettivi, gli stakeholder e si è dedicato ampio spazio nell'affrontare e risolvere le criticità caratteristiche di una piattaforma di matchmaking riportate indicando la soluzione tecnica più idonea rispetto alle specifiche di ARTES 4.0 e alla tipologia e quantità di dati disponibili. In particolare, tra le diverse alternative, si è optato per l'approccio più robusto rispetto al data entry, ovvero di utilizzare l'International Patent Classification (IPC) per individuare temi e classi di tecnologie e costruire un albero gerarchico basato su questa classificazione per descrivere ciascun Socio in relazione alle proprie competenze tecnologiche.

3.3 Processo di Pianificazione

La WBS (Work Breakdown Structure) rappresenta l'ambito di progetto, ovvero tutte le attività da svolgere nei successivi processi dalla candidata in collaborazione con Erre Quadro. Avendo in input la WBS, in Allegato 1 si ordinano in sequenza i blocchi mettendo in evidenza i relativi output e si ha come risultato il diagramma di flusso del progetto.

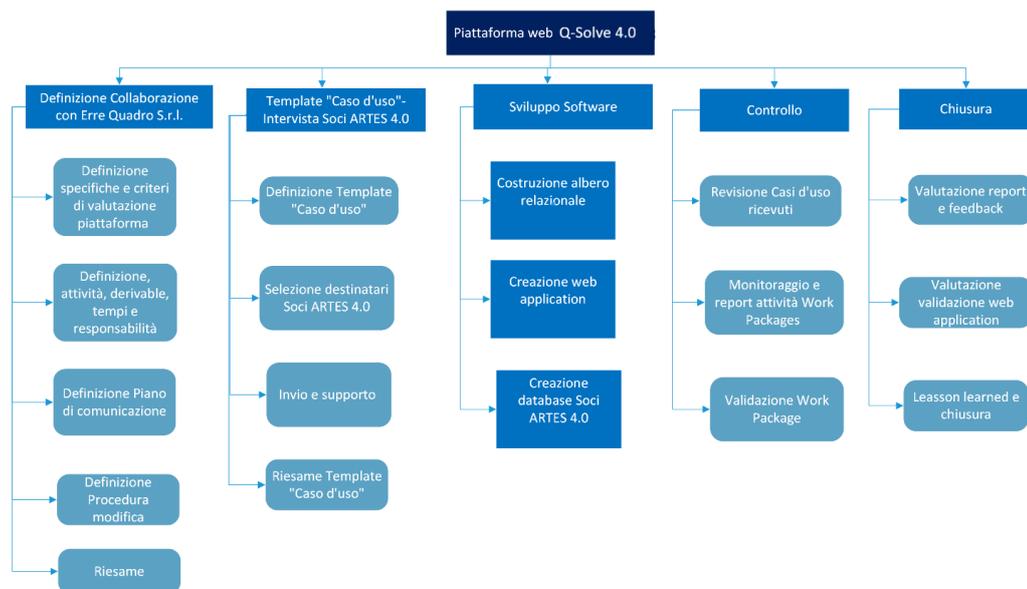


Figura 3.1: WBS per la realizzazione della piattaforma web “Q-Solve 4.0”

In questa fase si è definita la pianificazione di come si regola il rapporto di collaborazione con Erre Quadro per l’attuazione del progetto, le attività significative dei Work Package indicati e i relativi elementi caratterizzanti come i derivabile, tempi, responsabilità e procedure.

3.4 Processo di esecuzione

Il processo ha lo scopo di realizzare i deliverable secondo i documenti di pianificazione definiti.

3.4.1 Definizione dell’albero relazionale

Per descrivere le potenzialità tecnologiche che i Soci di ARTES 4.0 possono offrire per promuoverne le mission, la candidata ha sviluppato un’ontologia organizzata gerarchicamente attraverso cui creare il profilo tecnologico di ogni Socio, rappresentando quindi cosa è in grado di sviluppare e di realizzare. L’albero ontologico è costituito da due livelli: il primo livello elenca le tecnologie abilitanti indicate nel Piano Industria 4.0 aggiungendo le voci di “Robotica e Intelligenza artificiale” e “Servizi accessori” che indica quelle soluzioni tecnologiche che svolgono una funzione ausiliare per abilitare il funzionamento di altre tecnologie; al secondo livello si va a dettagliare in modo più specifico ogni tecnologia abilitante del primo livello come è mostrato nell’Allegato 2. Una volta definite le classi tecnologiche di interesse per ARTES 4.0, ogni sottocategoria di secondo livello è stata collegata a cluster di documenti brevettuali contenuti nella IPC, ovvero un sistema di classificazione accessibile che suddivide gerarchicamente i brevetti e modelli di utilità di tutti i settori tecnologici in termini di ambito applicativo e funzionalità dell’invenzione. Su questa associazione è basata la “libreria tecnologica” sviluppata da Erre

Quadro con cui si è addestrato l'algoritmo di Natural Language Processing (NLP) per interpretare la query inserita dall'utente e fornire un risultato di ricerca congruente. Quindi, rappresenta l'input dei seguenti Work Package ed è l'espedito con cui rendere il dato non strutturato in semi strutturato attraverso l'intermediazione del key user. Questo passaggio consente l'automazione di ricerca di soluzioni tecnologiche nella rete ARTES 4.0 a fronte di un fabbisogno tecnologico. L'albero relazionale definito ha una struttura rigida ossia è impostato secondo classi determinate e richiede un intervento manuale in caso di aggiornamento per inserimento, modifica o eliminazione di una classe. Con questa struttura, la modalità per affinare il matching è definire classi più specifiche, quindi a più livelli. Inoltre, la candidata supportata dallo Sponsor di progetto ha definito un template denominato "Caso d'uso" (Allegato 3), uno strumento con cui promuovere la raccolta, mappatura dinamica ed approfondimento delle competenze dei Soci: il fine è raccontare ad ogni azienda che ARTES 4.0 avrà modo di raggiungere degli esempi concreti e comprensibili di innovazione, calandoli di volta in volta in contesti specifici e affini a quelli delle aziende con cui si interfaccia quotidianamente. Questa collezione ha contribuito a definire in modo preciso il profilo tecnologico con cui descrivere il Socio all'interno della piattaforma. Il documento corrisponde ad un questionario, con domande chiuse e aperte che deve avere come contenuto i prodotti e servizi più innovativi del portafoglio dei Soci. Ovviamente i casi d'uso ricevuti dai Soci (in totale 160), revisionati, approfonditi e riportati in una sezione apposita del sito ARTES 4.0 (in totale 137) dalla candidata, non hanno la pretesa di essere esaustivi dal punto di vista tecnico, ma di dare sufficienti informazioni per capire la soluzione tecnologica descritta ed essere fonte d'ispirazione per altri progetti di innovazione.

3.4.2 Progettazione e realizzazione della web application

La piattaforma consiste nella realizzazione dello strumento d'uso per le attività di matching. All'interno dello strumento è possibile caricare i profili delle imprese, caricare la richiesta di fabbisogno, creare l'ontologia relativa navigando alberi già creati e fare ranking sulla ricerca basata su similarità e complementarità. Le funzioni principali della piattaforma sono due:

- Ricerca per complementarità: dato uno specifico profilo tecnologico di un'azienda/ università collegata all'albero relazionale, si ha come output l'esposizione dei Soci in ordine decrescente secondo un criterio di complementarità tecnologica rispetto al profilo tecnologico selezionato, come se ognuno potesse essere il potenziale cliente o fornitore di ogni altro Socio. La funzione si basa interamente sull'albero relazionale.

- Ricerca per bisogno: data una specifica azienda che esprime un fabbisogno tecnologico, si ha come output alla query inserita l'esposizione dei Soci di ARTES 4.0 in ordine decrescente di rispondenza al bisogno. Questa funzione parte dall'interpretazione del bisogno espresso in linguaggio naturale, estrae i principali concetti dalla frase e, in base a questi, seleziona le foglie dell'albero relazionale inerenti al bisogno espresso. È dunque una funzione più complessa da sviluppare perché richiede l'addestramento domain-specific di algoritmi di NLP.

La piattaforma "Q-Solve 4.0" è composta dalle seguenti pagine: Dashboard, Registry, Ranking, Add Companies e Import. Tra queste, quella principale e che costituisce il motivo per cui è stato ideato questo progetto, è la pagina "Dashboard" che ha l'obiettivo di realizzare un match tra una domanda di una soluzione o di una risorsa tecnologica ed un'offerta tecnologica presente all'interno della rete ARTES 4.0 più congruente possibile per soddisfare il fabbisogno inserito nell'apposita interfaccia. Un esempio è mostrato in Figura 3.2, che è il risultato di ricerca per il seguente fabbisogno tecnologico definito da un'azienda che ha interagito con ARTES 4.0 per la sua risoluzione: "Sviluppo di software di interfaccia con la macchina che permetta l'inserimento dei dati di lavorazione".

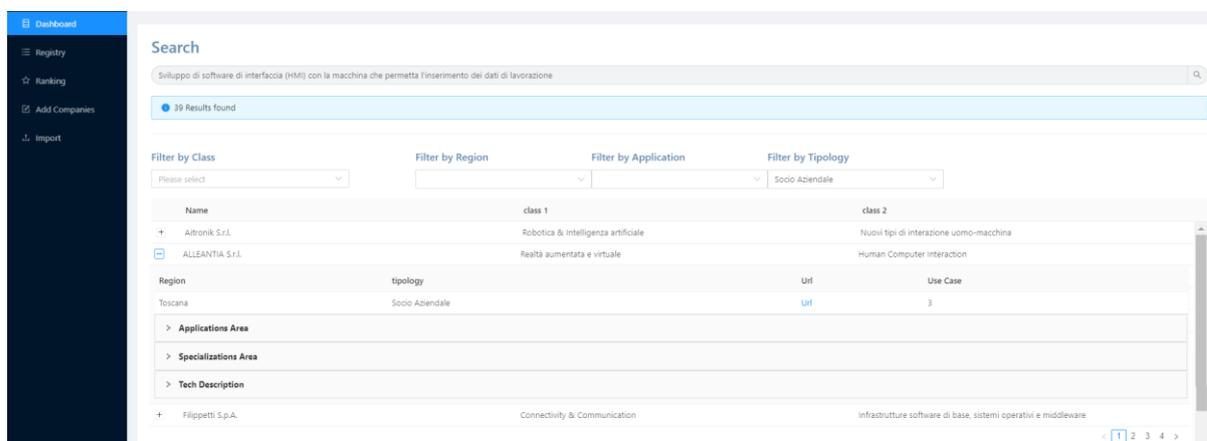


Figura 3.2: Funzione della pagina "Dashboard" della piattaforma "Q-Solve 4.0" di ARTES 4.0

Per affinare il risultato di ricerca sono stati definiti dalla PM una serie di filtri in modo da selezionare il profilo tecnologico del Socio ritenuto più idoneo. Inoltre, posizionando il cursore sulla casella "+" si apre il menu informativo che contiene tutte le informazioni a disposizione di ARTES 4.0 relative al Socio selezionato. L'algoritmo elabora l'interrogazione, che grazie all'addestramento svolto, collega le parole alle categorie tecnologiche di I e II Livello definite nell'albero ontologico. La priorità di un Socio rispetto ad un altro è data dalla somma dei contributi dell'insieme di tecnologie di II Livello associate al Socio: quindi più tecnologie sono inerenti al fabbisogno tecnologico inserito più aumenta la probabilità di

trovarsi tra i primi posti nell'elenco per quei Soci caratterizzati da tecnologie corrispondenti. Inoltre, viene mostrata la tecnologia in preview (Class 1 e Class 2) che tra tutte quelle associate al profilo è considerata più congruente.

La pagina "Ranking", che contiene la matrice di complementarità tecnologica, consente una ricerca di affinità tecnologica. Una volta definito l'albero ontologico, si è collegato le voci di Il Livello dell'albero a cluster tecnologici brevettuali riportati dalla classificazione IPC. Questo vuol dire che presa una sottocategoria tecnologica, ad esempio "Macchine collaborative", a questa è stato associato l'insieme di brevetti pertinenti a tale sottocategoria. Una volta creato questo collegamento, risultano delle sottoclassi IPC che si ripetono in più sottocategorie dell'albero in quanto per realizzare una certa applicazione spesso è necessario usufruire di più tecnologie complementari. Quindi, per il criterio di complementarità tecnologica è rilevante l'incrocio di aziende con tecnologie che interagiscono tra loro, ossia che non hanno lo stesso campo di applicazione tecnologico ma concorrono/collaborano insieme per sviluppare una certa applicazione (brevetto). Un esempio di utilizzo è rappresentato in Figura 3.3, dove è stata selezionata l'azienda COMAU S.p.A., Socio di ARTES 4.0.

Company	Score	Explain
Altronik S.r.l.	1	<ul style="list-style-type: none"> nuovi tipi di interazione uomo-macchina -> pattern recognition = 1.000 robot autonomi -> trasporto autonomo = 0.664 nuovi tipi di interazione uomo-macchina -> human computer interaction = 0.538 macchine collaborative -> trasporto autonomo = 0.524 robot autonomi -> sistemi di controllo model-based per sistemi multivariabili = 0.498 robot autonomi -> infrastrutture software di base, sistemi operativi e middleware = 0.420
Filippetti S.p.A.	2	<ul style="list-style-type: none"> nuovi tipi di interazione uomo-macchina -> pattern recognition = 1.000 robot autonomi -> data science & mining = 0.533 robot autonomi -> sistemi di controllo model-based per sistemi multivariabili = 0.498 robot autonomi -> infrastrutture software di base, sistemi operativi e middleware = 0.420

Figura 3.3: Funzione della pagina "Ranking" della piattaforma "Q-Solve 4.0" di ARTES 4.0

Nella colonna "Company" si elencano i Soci in ordine decrescente secondo la classifica riportata nella colonna "Score". Mentre la colonna "Explain" va ad approfondire il motivo per cui i Soci sono posizionati secondo l'ordine fornito. In particolare, come si vede in Figura 3.3, le tecnologie riportate a sinistra della freccia sono quelle presenti nel profilo tecnologico del Socio selezionato che vengono collegate alle tecnologie complementari a destra della freccia appartenenti al profilo del Socio del match considerato.

3.5 Processo di controllo

Prima di ritenere utile la funzionalità dalle pagine descritte, si sono più volte attivate le procedure di verifica, riesame e validazione attraverso cui si è svolto un processo di ottimizzazione, sia in termini di tempo di risposta che in modalità di presentazione dei

risultati a fronte del continuo scambio informativo tra il Project Manager di ARTES 4.0 e NLP Unit Leader di Erre Quadro. In riferimento alla pagina “Dashboard”, per arrivare alla visualizzazione ottimale di risultati nei test svolti, si è proceduto iterativamente ad affinare il bisogno inserito nella barra di ricerca e in caso di un ripetuto risultato di ricerca non pertinente, si sono modificati i pesi assegnati dall’IRS ai descrittori considerati. Il bisogno dovrebbe in prima battuta essere inserito nella barra di ricerca nella sua forma originale. Se in seguito a ciò non si ottengono i risultati desiderati, l’affinamento del bisogno dovrebbe essere fatto considerando la forma ottimale per descrivere una tecnologia, ovvero:

Soggetto (la tecnologia) + Verbo (Funzione della tecnologia) + Oggetto (della funzione)

La validazione è stata svolta in fase finale del processo di esecuzione della piattaforma “Q-Solve 4.0”, una volta completato lo sviluppo nelle sue diverse funzioni a differenza dell’attività di monitoraggio e controllo precedente. L’obiettivo è garantire che le risposte alle query inserite siano pertinenti e soddisfacenti soprattutto dal punto di vista di chi ha esperienza nell’interfacciarsi con la rete ARTES 4.0 (Sponsor e key user). Quindi, per testare la robustezza della piattaforma e rendere misurabile il risultato in termini di qualità e completezza, la candidata ha sviluppato una procedura per eseguire la validazione delle funzionalità di pagina “Dashboard” ed una volta che è stata soddisfatta ha attivato il processo di chiusura del progetto.

3.6 Processo di chiusura

In data 25/06/2020 si è svolta la video conferenza a conclusione del progetto “Q-Solve 4.0” in cui si sono valorizzati i risultati raggiunti rispetto agli obiettivi e le specifiche riportate nel contratto con Erre Quadro S.r.l., con soddisfazione da parte degli stakeholder.

3.7 Conclusione

La piattaforma “Q-Solve 4.0” oggetto di studio, di progettazione e di realizzazione della candidata in collaborazione con Erre Quadro S.r.l. e l’Ing. Lorna Vatta, costituisce il primo gradino di sviluppo di un progetto ancora più ambizioso. In vari momenti si è discusso insieme allo Sponsor su come evolvere la piattaforma. Sono state fatte varie proposte, in particolare quella di realizzare una sorta di Forum tecnologico all’interno del sito web, accessibile esclusivamente dai Soci di ARTES 4.0. “Q-Solve 4.0” è un software altamente scalabile, che, con l’opportuno studio di impostazione e di progettazione della versione avanzata, corrisponde ad un valido strumento per realizzare le missioni di formazione, orientamento e sviluppo di progetti innovativi per cui esiste ARTES 4.0.

Allegato 1: Diagramma di flusso e i relativi documenti di output per la realizzazione della piattaforma "Q-Solve 4.0".



Allegato 2: Albero ontologico relazionale ARTES 4.0.

I Livello - Tecnologia abilitante	II Livello - Tecnologia in maggior dettaglio
Robotica e Intelligenza artificiale	Macchine collaborative
	Robotizzazione di processo
	Robot autonomo
	Nuovi tipi di interazione uomo-macchina
	Esoscheletri
	Trasporto autonomo
	Microrobotica
	Swarm Robotics
	Soft Robotics
	Intelligent Machines Design
	Robotica subacquea
	Biorobotica
	Altro: specificare
Big data&Analytics	Sistemi di controllo model-based per sistemi multivariabili
	Ottimizzazione real-time di processo
	Manutenzione predittiva e training
	Marketing application
	Data retention
	Data science&mining
	Predictive Analsys
	Neurocomputing
	Intelligence Augmentation
	Decision Support System (DSS)
	Pattern Recognition
	Natural language Processing
	Signal Processing
	Altro: specificare
Realtà aumentata e virtuale	Realtà aumentata e mixata
	Realtà virtuale
	Sistemi di telepresenza multisensoriale
	Human Computer Interaction
	Virtual design & Prototyping
	Altro: specificare
Internet of things	Sensori, attuatori, trasmettitori,tag, embedded system (Hardware)
	Protocolli e comunicazione (Software)
	Wearable Technologies
	Altro: specificare
Manifattura additiva e avanzata	3D printing/finishing - Polimeri
	3D printing/finishing - Metalli
	Fast Prototyping
	Sviluppo e caratterizzazione materiali avanzati
	Sviluppo e caratterizzazione metodi 3D avanzati
	Produzione additiva & avanzata conto terzi
	Test e analisi di materiali innovativi
	Altro: specificare
Simulazione	Digital Twin e Virtual Commissioning
	Simulazione di linee robotizzate/processi
	Simulazione ottica
	Simulazione di sistemi quantistici
	Simulazioni agli elementi finiti statici e dinamici (CAD&CAE)
	Sistemi di simulazione fluidodinamica (CFD)
	Simulazioni statistiche avanzate
	Sistemi di misura tailor made per simulazione, test e analisi
	Altro: specificare
Cloud computing	Infrastructure, Platform, Software As A Service
	Hybrid cloud computing
	Edge & Fog Computing
	Altro: specificare
Cyber Security	Blockchain
	Criptovalute
	Crittografia
	Security Testing
	Network&Content Security
	Identity&Access Management
	Application security
	Altro: specificare
Integrazione verticale e orizzontale	Logistica 4.0
	Tracciabilità
	Gestione integrata di filiere industriali
	Altro: specificare
Servizi Accessori	Strumenti di valutazione degli investimenti
	Analisi e reingegnerizzazione di processo
	Certificazioni e Marcatura CE per validazione prodotto (Lab. prove test e lab. metrologico)
	Smart Grid (Ottimizzazione rete e distribuzione elettrica)
	Sistemi elettronici avanzati e relativi pacchetti tecnici
	Altro: specificare
Connectivity&Communication	Wired & Wireless networks
	System Integrator
	Infrastrutture software di base, sistemi operativi e middleware
	Tecnologie e servizi di comunicazione
	5G
	Network functions virtualization (NFV)
	Altro: specificare

Allegato 3: Template “Caso d’uso”.

Descrizione Caso d'Uso: l'obiettivo di questo survey è la descrizione di una o più applicazioni tecnologiche che l'azienda/Università ha sviluppato e realizzato, secondo la seguente struttura. Questo è un modo che ci aiuta a conoscere meglio i Soci di ARTES 4.0 e quindi ad offrire loro servizi mirati ed indirizzare in modo puntuale potenziali clienti/collaboratori nella rete		NOTE
Azienda/Università:		Se si riportano più casi d'uso, replicare questa tabella in un altro Foglio Excel.
Tecnologia abilitante		Guardare la classificazione di livello 1 proposta da ARTES 4.0 in "Tecnologie ARTES 4.0".
Tecnologia in maggior dettaglio (scegli da elenchi del foglio "Tecnologie Livello di maturità della soluzione tecnologica descritta (TRL>4)		Guardare la classificazione di livello 2 proposta da ARTES 4.0 in "Tecnologie ARTES 4.0".
Settore industriale :		Settore/i industriale/i in cui è inserita l'applicazione tecnologica qui descritta. Una lista è riportata nel Foglio "Tecnologie ARTES 4.0".
Cliente target	Chi è il tuo cliente? (Max. 200 parole)	Cliente target a cui è rivolta l'applicazione tecnologica descritta.
Problema affrontato	Che problema voleva risolvere? (Max. 200 parole)	Presentare il problema dal punto di vista "negativo", ovvero descrivere la criticità che si vuole risolvere con la soluzione tecnologica proposta, ad esempio: elevata complessità nel gestire i dati raccolti tramite IoT, eliminare scarti di produzione..
Soluzione tecnica proposta	In che consiste tecnicamente la tua soluzione? (Max. 350 parole)	Si può rispondere, ad esempio, specificando in che contesto produttivo è inserita la tecnologia, quali dispositivi permettono l'analisi dei dati provenienti dall'ambiente, una sintesi dello schema di funzionamento della tecnologia ecc. Questi sono degli spunti, il cui senso è che leggendo questo paragrafo l'utente capisca cosa vuol dire in concreto applicare la tecnologia indicata nel caso d'uso.
Unicità della soluzione	Unicità della soluzione (Max. 350 parole)	Qui si chiede di indicare le caratteristiche o funzionalità del prodotto/servizio che ne permette la distinzione rispetto alle soluzioni proposte dai competitors di mercato. Ad esempio: se la tecnologia è brevettata, non ci sono soluzioni tecnologiche simili, una particolare funzioanlità .
Risultati	Risultati in termini numerici	Risultati quantificati riferiti all'utilizzo della tecnologia descritta che ne descriva l'impatto nel contesto in cui è stata inserita in termini di prestazioni o fatturato. Ad esempio: 30 % riduzione costi dell'energia, riduzione 50% dei tempi e costi di gestione
	6 Keywords	6 parole chiave che descrivono la soluzione tecnologica
	3 Claim	3 titoli da associare alla soluzione tecnologica proposta.