



Consuntivo dell'attività di ricerca
della Fondazione Bruno Kessler
relativo all'anno 2019

Trento, maggio 2020

Il presente documento contiene il “Consuntivo delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler relativo all'anno 2019” (Consuntivo 2019).

In armonia con quanto previsto dall'Art.12 dell'“Accordo di Programma stralcio per l'anno 2019” (AdP) sottoscritto tra la Provincia autonoma di Trento (PAT) e la Fondazione Bruno Kessler (FBK), il Consuntivo 2019 riporta gli interventi e le attività realizzati nel periodo di riferimento, evidenziando gli obiettivi raggiunti rispetto a quelli previsti nel “Budget e Piano Annuale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per l'anno 2019” (B&PAA 2019).

Il B&PAA 2019 si configura come lo strumento per dare attuazione al “Piano Triennale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per gli anni 2019-2021” (B&PTA 2019-2021) relativamente all'anno appena concluso.

Il B&PTA 2019-2021 costituisce lo strumento di programmazione pluriennale che presenta la visione strategica ed il budget triennale di FBK – in linea con la legge di contabilità provinciale, articolo 78 bis 2 e come previsto dal d.lgs. n. 118/2011 – e si inserisce nelle strategie territoriali delineate nel “Programma Pluriennale della Ricerca per la XV legislatura” (PPR) della PAT, prorogato fino all'entrata in vigore del Programma per la XVI legislatura.

Le pagine che seguono sono articolate in tre parti.

La prima parte illustra le principali azioni messe in campo dalla Fondazione per raggiungere gli obiettivi generali fissati per l'anno 2019, ed evidenzia in modo sintetico alcuni aspetti salienti degli stessi.

La seconda parte è dedicata all'analisi dettagliata delle attività condotte dalle strutture di ricerca – articolate, a seconda del caso, in Centri, Linee di Ricerca ed Iniziative ad Alto Impatto, Unità di Ricerca o Progetti speciali – e dei risultati da esse raggiunti.

La terza parte del documento presenta le tabelle relative all'organico, alle pubblicazioni ed al budget delle singole strutture di ricerca, oltre al quadro finanziario generale corredato da una tabella atta a guidare la rilettura in relazione alle Aree Prioritarie e alle Dimensioni Strategiche individuate nel PPR della PAT, e quindi alla strategia di specializzazione intelligente (Smart Specialization Strategy - S3).

Per la classificazione delle attività condotte da FBK in relazione al PPR si rimanda al PS2016-2018.

Indice

Presentazione	7
ICT – Centro per le Tecnologie dell’Informazione e della Comunicazione	35
SCC – Smart Cities and Communities.....	41
HWB – Health & Well Being.....	49
SDI – Smart Digital Industry.....	65
DS/MPBA – Data Science/Predictive Models for Biomedicine and Environment... ..	71
S&T – Security & Trust.....	75
CMM – Centro Materiali e Microsistemi	83
ARES – Applied Research on Energy Systems.....	86
MST – Microsystems Technology	92
MNF – Micro Nano Facility	95
FMPS – Functional Materials and Photonic Structures	100
IRIS – Integrated Radiation and Image Sensors	104
LaBSSAH – Laboratorio di studio e di analisi strutturale di biomarcatori per la salute	109
CREATE-NET – Center for REsearch And Telecommunication	
Experimentation for NETworked communities	117
OpenIoT – Open Platforms and Enabling Technologies for the Internet of Things	123
RiSING – Robust and Secure Distributed Computing	127
WiN – Wireless and Networked Systems.....	131
SIRIS – Future Internet Experimental Facility	135

ECT* – Centro Europeo per gli Studi Teorici in Fisica Nucleare e Aree Collegate	137
ECT*/LISC – Laboratorio Interdisciplinare di Scienza Computazionale	140

IRVAPP – Istituto per la Ricerca Valutativa sulle Politiche Pubbliche	143
--	-----

ISIG – Istituto Storico Italo-Germanico	151
--	-----

ISR – Centro per le Scienze Religiose	163
--	-----

PROGETTI SPECIALI

IRCS-HTA – Innovazione e Ricerca Clinica e Sanitaria – Health Technology Assessment	171
--	-----

Accordo Quadro CNR-FBK (Convenzioni operative, Programmi di ricerca congiunti)

CNR-FBK (IBF): Biomolecole e Membrane Biologiche	175
CNR-FBK (IFN): Fotonica: Materiali, Strutture e Diagnostica	181
CNR-FBK (IMEM): Nanoscienze: Materiali, Funzionalizzazioni e Dispositivi Prototipali	188

TABELLE

Tabelle Bilancio, Organico e Pubblicazioni per Centro / Linea / Unità / Progetto	197
Quadro finanziario	247
Tabella di confronto Preventivo/Consuntivo Accordo di Programma 2019	248
Riclassificazione del quadro finanziario generale rispetto alle Aree Prioritarie ed alle Dimensioni Strategiche del PPR	249

Presentazione

1. VISIONE DI INSIEME

La Fondazione, nel suo ruolo di organizzazione di ricerca e motore di innovazione, opera secondo un modello definito come “**economia circolare della conoscenza**”, che vede i risultati dell'eccellenza scientifica valorizzati in innovazione e ricaduta sul mercato e sulla società, con un ritorno economico dagli stessi che viene reinvestito in eccellenza scientifica.

Durante l'anno appena concluso, l'azione della Fondazione Bruno Kessler si è quindi incentrata sui due *pillar* della *mission*, vale a dire i) la ricerca d'eccellenza e ii) la ricaduta e l'impatto sul territorio tramite il trasferimento dei risultati alla società e al mercato, il tutto con un'attenzione particolare al territorio trentino.

Nella **visione strategica decennale** di FBK, i due *pillar* della *mission* si traducono in attività volte a i) portare la ricerca trentina a livello internazionale, mediante collaborazioni e attività di scambio con altre realtà di ricerca (nazionali, europee e internazionali); ii) trasferire i risultati della ricerca sul territorio, attraverso il sostegno a nuova imprenditorialità, la crescita di specifiche capacità professionali e la qualificazione delle strutture pubbliche; iii) realizzare attività culturali e svolgere ricerca al fine di diffondere le conoscenze e accrescere le competenze nella comunità locale in favore dei cittadini, delle imprese, delle amministrazioni e delle associazioni.

Nel corso del 2019, la Fondazione ha anche avviato un **percorso di aggiornamento e razionalizzazione delle proprie attività** sulla base delle linee di indirizzo per lo sviluppo della ricerca scientifica e per l'innovazione contenute nella “**Carta di Rovereto**” a cura del Forum per la ricerca istituito dalla PAT.

In tal senso, FBK sta provvedendo a rivedere il proprio Piano Strategico decennale per allinearsi quanto più possibile alle traiettorie di sviluppo future delineate dalla “Carta di Rovereto” – in relazione sia ai *trend* globali sia ai settori di eccellenza del Trentino – al fine di continuare a garantire il massimo sostegno ai processi di creazione e innovazione delle imprese ed a massimizzare le ricadute locali in ambito sociale, economico, ambientale e culturale, come già definito nella *mission* di FBK.

Nell'ambito della razionalizzazione delle attività, nel corso del 2019 sono state effettuate tutte le operazioni preparatorie per dare seguito alla decisione del CdA di FBK di far convergere le Unità di Ricerca del Centro CREATE-NET (OpenIoT, RiSING, WiN e SIRIS) all'interno del Centro ICT a partire da gennaio 2020, in un'ottica di maggiore integrazione tra le competenze.

Nel 2019, quindi, la Fondazione Bruno Kessler si è confermata quale motore della ricerca e dell'innovazione del territorio, secondo le **principali direttrici della propria mission**, focalizzandosi sull'**eccellenza scientifica** – consolidando e migliorando il posizionamento di eccellenza nella comunità scientifica internazionale e prendendo

parte con successo alla ricerca competitiva – e sull'**innovazione ed impatto socio-economico** – valorizzando i prodotti della ricerca e rendendoli fruibili dai cittadini, dalle aziende, dalle associazioni e dall'amministrazione pubblica, in primis del territorio trentino.

Rivolgendo lo sguardo al futuro, i prossimi anni saranno caratterizzati da una crescita esponenziale dell'impatto delle nuove tecnologie e di conseguenza da un cambiamento dei paradigmi che regolano l'economia e la società. FBK continuerà a fornire il proprio contributo affinché il Trentino possa essere un laboratorio in cui l'innovazione sia inclusiva e socialmente arricchente, ponendosi come principali **obiettivi operativi la Salute, il Territorio, il Lavoro, l'Ambiente**.

Nel corso del 2019, già in linea con quanto individuato nella "Carta di Rovereto", la Fondazione ha mantenuto le proprie attività di sostegno e attrazione di imprese, ha rafforzato le traiettorie di ricerca e le filiere di trasformazione potenziando le tecnologie abilitanti (nuovi materiali, sensori, AI, robotica e IoT), ha continuato a massimizzare l'impatto sociale dei risultati della ricerca, ha proseguito con il potenziamento delle infrastrutture territoriali abilitanti (*co-innovation lab e facility*, trasferimento tecnologico avanzato, ecc.), ha attratto ricercatori di alto livello e investito sulla crescita del capitale umano contribuendo a diffondere una cultura imprenditoriale votata all'innovazione.

La formazione dei ricercatori rappresenta, infatti, il nesso virtuoso tra ricerca e innovazione.

In questo senso, **tra gli strumenti trasversali potenziati** nel corso del 2019 rientra l'**FBK PhD Program**, il programma di dottorato di FBK svolto in collaborazione con prestigiose università nazionali e internazionali. Questo programma è uno degli strumenti consolidati su cui la Fondazione investe, puntando a una gestione strategica della qualità degli studenti di dottorato e delle relazioni con le università affiliate, a partire da una stretta sinergia con l'Università di Trento. FBK continua a distinguersi, infatti, per i percorsi di alta formazione che propone, divenuti negli anni punti di riferimento non solo per il mondo della ricerca ma anche per le istituzioni e le aziende private.

Come già detto, l'eccellenza scientifica e la credibilità a livello internazionale sono tra i pilastri sui quali si fonda la storia e la missione della Fondazione.

Del livello di qualità della ricerca raggiunto dalla Fondazione sono prova il numero di ricercatori FBK che possiedono una **Abilitazione Scientifica Nazionale (ASN)** e le risultanze dell'ultima **Valutazione della Qualità della Ricerca**.

È oramai a regime, infatti, la procedura standardizzata di valutazione periodica interna denominato "**VQR in continuo**" (C-VQR). In particolare, nel corso del 2019, è stato dato seguito al processo della C-VQR con la realizzazione di due sessioni di valutazione della produzione scientifica dei Centri ICT, CMM, CREATE-NET e ECT*. Di questa e delle ASN si accennerà con maggior dettaglio nei paragrafi che seguono.

Oltre al processo della C-VQR, nell'ottica di potenziamento degli *asset* intangibili di FBK, negli ultimi anni si è impostata una ridefinizione interna per una **gestione strutturata di ogni aspetto della proprietà intellettuale** istituendo un comitato ad hoc,

il cosiddetto “Comitato per la Valorizzazione dei Prodotti della Ricerca” (CVPR) con definite e precise strategie di valorizzazione e, nel contempo, il coinvolgimento sempre maggiore di HIT, Hub Trentino per l’Innovazione. Le attività del CVPR si sono consolidate nel corso del 2019 e anche di questo e della valorizzazione dei prodotti della ricerca di FBK tramite brevettazione si daranno ulteriori dettagli nei paragrafi successivi.

Nel corso del 2019, la Fondazione ha iniziato le attività preparatorie per la gestione della nuova **programmazione 2021-2027 dei fondi europei**, tenendo in considerazione l’aumento dei fondi destinati a ricerca, innovazione e digitale, gioventù, ambiente e clima, migrazione e gestione delle frontiere, sicurezza e azioni esterne.

FBK è già coinvolta nelle iniziative più importanti della Commissione Europea, in particolare nell’ambito dell’Intelligenza Artificiale quale, ad esempio, il progetto “AI4EU”, finanziato con 20 milioni di Euro dalla Comunità Europea, il cui obiettivo è sviluppare la Piattaforma Europea di Intelligenza Artificiale, in cui la Fondazione è *task leader* nel settore della ricerca fondazionale. FBK fa anche parte del progetto “FET Flagship HumaneAI”, il cui obiettivo è definire una *roadmap* per la ricerca in AI in Europa. Inoltre, FBK è partner chiave nelle proposte per le Reti dei Centri di Eccellenza nei quattro settori indicati dalla Commissione Europea: “Trustworthy AI”, “Human Centric AI”, “AI and Robotics”, “AI at the Edge”. Continua anche la partecipazione attiva a CLAIRE (Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe), nella quale FBK occupa un ruolo importante sia nell’“Advisory Board” per le tecniche di pianificazione che in quello per l’impatto industriale dell’Intelligenza Artificiale.

Per ottimizzare il percorso di aggiornamento e razionalizzazione delle proprie attività, nel corso del 2019, FBK ha consolidato le attività dei **Comitati ausiliari del CdA** della Fondazione, istituiti per fornire un supporto alle decisioni del CdA tramite analisi preventive più approfondite delle tematiche da sottoporre al Consiglio. I Comitati del CdA avviati nel 2019 sono stati il Comitato Innovazione ed il Comitato di Controllo Finanziario, con funzione propositiva, consultiva, di monitoraggio e istruttoria nelle rispettive tematiche.

Il Comitato Innovazione cura, infatti, l’istruttoria per consentire al CdA le valutazioni e le decisioni relative alla protezione della proprietà intellettuale, alla creazione di Spin-off, alla definizione e valutazione dei progetti Proof-of-Concept (PoC), ecc.

Il Comitato di Controllo Finanziario cura, invece, l’istruttoria per consentire al CdA le valutazioni e le decisioni relative al sistema di controllo finanziario, oltre a monitorare lo stato d’avanzamento dei progetti finanziati da fonti esterne, riferendo al CdA stesso.

Proprio relativamente alle **fonti di finanziamento**, com’è noto, FBK instaura relazioni e avvia partnership importanti attraverso la realizzazione di progetti di ricerca, alcuni dei quali derivano da contratti direttamente stipulati con le imprese, altri dalla partecipazione – andata a buon fine – a bandi competitivi locali, nazionali, europei o internazionali.

Nell'ambito dell'attività di proposizione di **progetti o contratti**, nel corso del 2019 i ricercatori FBK, coadiuvati dall'Unità Finanziamenti alla Ricerca del Comparto Amministrazione e Servizi di Supporto alla Ricerca della Fondazione, hanno **sottomesso 209 proposte a bandi di finanziamento lanciati da Agenzie locali, nazionali ed europee**; di queste 91 all'interno dell'Ottavo Programma Quadro dell'Unione Europea - Horizon 2020, 27 all'interno delle *Call for Proposal* EIT, e le rimanenti sui programmi COST, ERASMUS+, REC, INTERREG, ASI, MAE, CERN e altri.

Le numerose proposte sottomesse hanno portato all'acquisizione di **54 nuovi progetti** per un valore di 9.751K€ di cui 4.198K€ sul programma H2020, 3.753K€ sul programma EIT e 1.799K€ da altre Agenzie nazionali e locali.

Nel corso del 2019 sono inoltre stati siglati accordi di collaborazione e convenzioni per un contributo complessivo pari a 1.665K€.

Va evidenziato che i valori menzionati costituiscono una stima orientativa e non definitiva, soggetta a possibili variazioni considerando che, ad oggi, circa 35 proposte sono ancora in fase di valutazione, oltre al fatto che FBK fa affidamento su una struttura di finanziamenti differenziata e variabile.

Relativamente alle **commesse dirette**, nel corso del 2019 sono stati predisposti 151 contratti per prestazioni di servizio e Tender Agreement, di cui 101 siglati e 19 in valutazione. Il valore delle commesse dirette siglate è pari a 3.385K€, di cui prestazioni per servizi pari a 2.838K€.

2. ECCELLENZA SCIENTIFICA

I paragrafi seguenti presentano, a titolo esemplificativo, alcune delle attività di maggiore rilevanza tra i **progetti di ricerca di eccellenza**.

2.1 Programmi pluriennali

Quattro "Flagships" – veri e propri Progetti Bandiera della Fondazione – rientrano tra i numerosi progetti che consentono a FBK di competere a livello internazionale in settori altamente qualificativi.

Per quanto riguarda il Progetto Bandiera "**5G@Trento**", sono stati fatti notevoli progressi sia relativamente alla piattaforma per il *Multi-access Edge Computing* sia in relazione alle applicazioni avanzate integrate sulla piattaforma stessa. In particolare, durante il 2019 è stata sviluppata, integrata e testata una applicazione per la ricostruzione 4D elaborando in tempo reale i flussi video catturati da *smartphone*. I risultati sperimentali dimostrano che la piattaforma realizzata all'interno di "5G@Trento" garantisce le prestazioni necessarie al supporto di applicazioni che richiedono ridotti ritardi di comunicazione. I risultati dimostrano anche un livello di stabilità e consistenza delle prestazioni che non può essere riscontrato nelle tradizionali reti senza fili (WiFi e 4G). Sotto il punto di vista scientifico, i risultati possono essere considerati altresì soddisfacenti. Sono già state accettate svariate pubblicazioni e altre sono in fase di revisione.

Passando al Progetto Bandiera “**Computational Human Behaviour**” (CHuB), nel corso del suo primo anno di attività, sta raggiungendo il pieno regime di funzionamento. Lo sviluppo della piattaforma EMO::LAB prosegue secondo i piani (finalizzato il modulo per l’analisi dei dati geo-referenziati provenienti da social media e la raccolta e il processamento di dati unici quali i risultati elettorali europei). Prosegue, come previsto, la presa dati costante dell’attività online su criptovalute quali Bitcoin, nonché dell’attività di trading delle stesse su una delle più grandi piattaforme di scambio. È iniziata l’analisi di questi dati che saranno fondamentali per lo sviluppo della futura piattaforma FIN::LAB.

CHuB sta sviluppando la sua rete di collaborazioni e contatti con realtà scientifiche e amministrative di primaria importanza; il progetto H2020 inDICEs in particolare è stato finanziato con un contributo di 340.000 euro nei prossimi tre anni (2020-2022). Per quanto riguarda le attività strategiche, sono state siglate collaborazioni con le aziende provider di dati Cuebiq Inc e Foursquare Inc., e una partnership di ricerca con l’Università Rovira i Virgili (Spagna), che prevede un dottorando congiunto su metodi formali per l’analisi del comportamento umano.

L’attività di ricerca per il 2019 include la pubblicazione di 11 studi Q1 tra cui un “Nature Communication” riguardo il collegamento tra la mobilità urbana e la vivibilità delle città e due “Nature Scientific Reports” in ambito di *Social Physics*.

Relativamente al Progetto Bandiera “**City Sensing@TN**”, ricordiamo che esso intende sperimentare un approccio innovativo per aiutare amministratori e cittadini a conoscere e interpretare la pluralità di fenomeni che caratterizzano la vita quotidiana della città di Trento e la loro evoluzione nel tempo. Il raggiungimento di questo obiettivo si fonda su un monitoraggio distribuito, collaborativo, multi-sorgente, multi-livello e multi-dimensionale degli accadimenti cittadini e dei fenomeni che avvengono nel territorio del comune di Trento. Nel corso dell’anno 2019, le attività di progetto si sono concentrate primariamente sulla realizzazione e messa in esercizio delle soluzioni tecnologiche necessarie per la raccolta dati, il monitoraggio e l’analisi. In particolare, è stata realizzata e sperimentata, sia in laboratorio che all’aperto, una infrastruttura di IoT distribuita e *wireless* capace di raccogliere informazioni da sensori eterogenei. È stata inoltre realizzata e messa in esercizio la piattaforma per la raccolta e la gestione dei dati sulla città e per la visualizzazione tramite *dashboard* – piattaforma condivisa con il Comune di Trento che vuole fungere da integratore di dati provenienti anche da altri sistemi e progetti. A riprova del contenuto innovativo di queste attività, il progetto ha prodotto varie pubblicazioni scientifiche sia su conferenza che su rivista, in particolare nell’ambito legato all’infrastruttura di IoT.

Infine, il Progetto Bandiera “**Cyber security metrics and measures for infrastructures and systems**” (che vede la collaborazione tra il Centro IRVAPP e l’Unità ST - Security and Trust del Centro ICT) muove dall’osservazione che gli attacchi *cyber* rappresentano uno dei problemi più gravi che le economie avanzate e le democrazie contemporanee devono affrontare. Trovare modi per gestire questa emergenza riveste la massima importanza per tutti i settori produttivi (dalla pubblica amministrazione alle imprese private) nonché per l’ecosistema nella sua interezza. In questo contesto, nel corso del 2019 FBK ha identificato un insieme di domande da inserire

nel Censimento permanente delle Istituzioni pubbliche dell'ISTAT che ha portato recentemente alla pubblicazione dei risultati relativi al 2017; tali risultati fotografano, per la prima volta, la postura di sicurezza delle istituzioni pubbliche italiane¹. In contemporanea all'elaborazione dei dati del censimento, l'ISTAT ha ripreso le attività di collaborazione con FBK (e Banca d'Italia) al fine di integrare parte dei dati risultanti con quelli di Banca d'Italia relativi al settore privato. Sempre in collaborazione con IRVAPP, l'Unità di ricerca ST ha sviluppato una metodologia per la fusione di dataset pubblici circa gli incidenti di sicurezza che è stata validata applicandola alle basi di dati disponibili on-line relative agli incidenti in Nord America. Questo lavoro ha portato ad una pubblicazione in una conferenza internazionale nel settore della sicurezza informatica e alla sottomissione di un articolo ad una rivista internazionale dello stesso settore.

Anche se non vengono finanziati con fondi aggiuntivi da fonti esterne, si possono ugualmente considerare progetti bandiera anche i programmi pluriennali dei Centri ISIG, ISR, e IRVAPP.

Per quanto riguarda il Centro ISIG, il triennio 2017-2019 ha rappresentato l'occasione di affermarsi a livello nazionale e internazionale come centro di riferimento nello studio dei rapporti tra storia e media. Il progetto "**Mediatizzazione e medialità della storia**" ha definito l'orizzonte della ricerca collettiva dell'Istituto: al centro dell'indagine, il ruolo dei mezzi di comunicazione nello sviluppo dei processi politici, sociali e culturali tra età moderna e contemporanea. In questa prospettiva, i media non sono un semplice specchio della realtà, ma dispositivi che esercitano una diretta influenza sulla mentalità e sulle azioni delle persone, offrendo una rappresentazione della tecnologia, orientando così il dibattito sulla sua importanza in tutti i campi della vita, come si vede dal caso eclatante dell'intelligenza artificiale. Dall'osservazione di lungo periodo può emergere in quale modo i media incidano sui processi di innovazione e guidino la percezione della società rispetto allo sviluppo tecnologico, che a sua volta influenza i mezzi di comunicazione.

Nel corso del 2019 l'equipe di ricerca ha ulteriormente approfondito il progetto collettivo, dedicando particolare attenzione allo studio dell'interazione tra media ed eventi elettorali, sempre in una prospettiva di lungo periodo e in chiave comparata.

Per quanto riguarda l'ISR, il Centro identifica la propria missione nel compito di comprendere e migliorare il rapporto tra **religione e innovazione** nella società dell'Intelligenza Artificiale. Il *position paper* "Religion and Innovation" del febbraio 2019, presentato nei mesi successivi a New York, Washington DC, Tokyo, Cambridge, Münster e Barcellona, ha consentito al Centro un posizionamento internazionale di avanguardia e ha favorito significative sinergie su coesione, sicurezza, mobilità, salute, etica e diritti all'interno di FBK, in particolare con il Centro ICT. In tal senso, l'ISR si rafforza come unità interdisciplinare fondata su progetti di ricerca e azione a cavallo tra scienza e tecnologia da un lato e scienze umane e sociali dall'altro.

¹ https://www.istat.it/it/files//2019/12/Report_CENSIMENTO-ISTITUZIONI-PUBBLICHE-_2017.pdf

L'IRVAPP è un organismo di ricerca specializzato nell'analisi degli effetti delle misure assunte dalla Pubblica Amministrazione allo scopo di cambiare le condizioni di vita o i comportamenti entro i vari ambiti della società.

Oltre a svolgere attività di studio e ricerca – e sempre in armonia con i propri obiettivi istituzionali perseguiti fin dalla propria fondazione – IRVAPP ha continuato a promuovere nel corso del 2019 la diffusione della cultura della **valutazione d'impatto**. Anche in questo campo il Centro ha acquisito una buona reputazione nazionale ed internazionale, tant'è che i ricercatori di IRVAPP sono stati invitati in varie occasioni a svolgere attività di formazione presso prestigiose istituzioni del nostro e di altri paesi.

Nel corso del 2019, l'attenzione di IRVAPP si è focalizzata sull'analisi degli effetti delle politiche dell'istruzione, del lavoro e industriali. Inoltre, sono state condotte analisi sulla configurazione delle principali forme di disuguaglianza esistenti nelle società contemporanee, nonché su alcuni significativi aspetti della realtà socio-economica locale, quali ad esempio il rischio di povertà e di esclusione sociale, la dispersione scolastica, i corsi di formazione, il mondo delle piccole imprese e i fenomeni di evasione fiscale. Infine, si sono messe a punto metodologie atte a misurare le ricadute conoscitive, economiche e sociali degli investimenti pubblici in ricerca e innovazione.

Accanto alle attività di valutazione e di ricerca empirica IRVAPP ha svolto iniziative di alta formazione. Si tratta in particolare del Master di II livello in Analisi e Valutazione delle Politiche Pubbliche svolto in collaborazione con il Senato della Repubblica, la Conferenza dei Presidenti delle Assemblee legislative delle Regioni e delle Province Autonome, l'Università Ca' Foscari Venezia e ASVAPP con l'obiettivo di formare esperti in grado di assistere gli organi politici nel disegno e nella valutazione delle politiche pubbliche, attraverso procedure di monitoraggio e di analisi basate su rigorose metodologie controfattuali e sperimentali. Nel 2019 si è conclusa la seconda edizione ed è iniziata la terza riguardante l'anno accademico 2019-2020.

2.2 Collaborazioni con università e istituzioni di ricerca nazionali e internazionali

Nell'ambito delle numerose collaborazioni accademiche e attività sinergiche con il sistema universitario nazionale ed internazionale citiamo, in primis, le attività dell'**International PhD Program di FBK** che, come abbiamo più volte già avuto modo di ricordare, è un programma di eccellenza per la formazione degli studenti di dottorato di ricerca presso le strutture della Fondazione (attualmente circa 140, inclusi gli studenti "senza borsa") avviato nel febbraio 2017.

Varie sono le nuove attività di rilievo del 2019; tra le principali menzioniamo la partenza del nuovo dottorato in Innovazione Industriale con UniTrento, accreditato presso il MIUR; il nuovo accreditamento congiunto con l'Università di Bolzano (Computer Science) i cui primi studenti sono partiti a novembre 2019; la gestione del programma di corsi offerti in collaborazione con UniTrento, con ottimo riscontro di partecipanti, e l'estensione dell'offerta formativa con corsi di FBK Academy, a partire dall'anno accademico 2019-2020, relativi alle nuove borse di dottorato.

Nel corso dell'anno appena concluso sono state, inoltre, riproposte le iniziative oramai consolidate del PhD Program, tra cui la terza edizione del PhD Day, svoltasi il 22 febbraio, durante la quale sono stati consegnati i Certificati di Eccellenza agli studenti che hanno sostenuto l'esame finale nel 2019.

Fondamentali per il perseguimento dell'eccellenza scientifica sono tutte le **attività di collaborazione con università e istituzioni di ricerca nazionali e internazionali**, a partire da quelle intraprese sul territorio con l'Università di Trento con la quale, ad esempio, nel 2019 sono state cofinanziate quattro posizioni congiunte (due da professore ordinario e due da professore associato) con i Dipartimenti di Ingegneria e Scienza dell'Informazione (DISI), di Matematica e di Scienze Cognitive. La posizione da professore ordinario a Scienze Cognitive e quella da professore associato al DISI sono state vinte, rispettivamente, da un ricercatore e da una ricercatrice di FBK. Due posizioni presso il Dipartimento di Matematica sono state bandite e le candidature sono in corso di valutazione al momento della scrittura di questo documento.

La collaborazione con il Dipartimento DISI dell'Università di Trento è stata rilanciata anche grazie a due nuovi corsi in ambito di Laurea Magistrale per l'a.a. 2018-2019 su tematiche di *fog/cloud computing* e piattaforme *middleware IoT*, facilitando la prospettiva di collaborazioni di ricerca su tematiche di comune interesse.

Per quanto riguarda le collaborazioni con altre università italiane, tra le altre, sono proseguite quelle con l'Università degli Studi di Bologna, la Libera Università di Bolzano-Bozen, l'Università degli Studi di Cagliari; con tutte vi sono state diverse pubblicazioni congiunte. La Fondazione ha inoltre partecipato al laboratorio congiunto con l'Università degli Studi di Padova attraverso l'insegnamento di un corso di "Process Mining" nel Master in Data Science.

In termini di nuove collaborazioni accademiche stabilite nel corso del 2019, vale la pena citare quelle con University of Tartu (Estonia), University of Amsterdam e Eindhoven University of Technology (the Netherlands), University of Liverpool (UK), University of Antwerp (Belgio), University of Catalunya e University of Castilla La Mancha (Spagna), Università di Poitiers (Francia), e con il Politecnico di Berlino. In particolare, è stato avviato un dottorato congiunto con l'Università di Antwerp su tematiche di interoperabilità tra reti 5G e reti Wi-Fi nell'ambito *automotive*. Nel corso della prima metà del 2019 è stata stabilita una collaborazione con il Nokia Bell Labs di Cambridge, che ha portato un PhD dell'Unità di ricerca OpenIoT a effettuare un periodo di tirocinio all'estero focalizzato sul tema dell'Embedded Intelligence nei dispositivi IoT.

Vi sono stati, inoltre, l'attivazione e il consolidamento dei rapporti con partner istituzionali strategici quali – tra gli altri – la Goethe Universität di Francoforte, la Technische Universität di Darmstadt, il Deutsches Historisches Institut (Roma), l'Istituto Italiano di Studi Germanici, la Deutsche Forschungsgemeinschaft, il Leibniz-Zentrum für Zeithistorische Forschung (Potsdam), l'Institut für Zeitgeschichte (Monaco), il Boston College, le Università di Monaco, Exeter, Trier, Erlangen, Groningen, Vienna, Lille, Valencia, Warwick, l'Università della Svizzera Italiana, il Woolf Institute di Cambridge, la Georgetown University di Washington DC, la Kommission für Geschichte des Parlamentarismus und der politischen Parteien (Berlino), l'International Institute of Social History (Amsterdam).

Si segnalano, poi, collaborazioni consolidate con istituzioni di ricerca nazionali e internazionali quali l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), il Trento Institute for Fundamental Physics and Applications (TIFPA), l'Extreme Matter Institute di Darmstadt (EMMI), l'Helmholtz International Center for FAIR, il Joint Institute for Nuclear Research (JINR) di Dubna, il Centro di ricerca RIKEN, l'Osservatorio Astronomico Nazionale del Giappone (NAOJ), l'Advanced Science Research Center (ASRC) del JAEA in Giappone, la Chinese Academy of Sciences (CAS) con il suo Istituto di Fisica Nucleare Teorica di Pechino (ITP), l'Asian Pacific Center for Theoretical Physics (APCTP).

Nell'ambito delle attività legate alla tematica del *medical deep learning* si segnala, ancora, che sono state definite collaborazioni con il Massachusetts Institute of Technology (Laboratory for Computational Physiology) e con Karolinska Institutet, Division of Cardiology, Svezia.

Infine, tra le sinergie sviluppate con università e istituzioni di ricerca nazionali e internazionali vale la pena menzionare il progetto "IsolMax", frutto dell'impegno congiunto tra FBK, Università degli Studi di Trento, Altai State Technical University di Barnaul in Russia, in collaborazione con Cogi Srl.

Tramite il progetto "IsolMax", infatti, in Siberia è stato realizzato un edificio utilizzando sensori sviluppati da FBK, i quali forniranno informazioni che i ricercatori della Fondazione potranno analizzare e tradurre in linee guida progettuali per costruire la casa del futuro.

L'obiettivo della ricerca e del gruppo di lavoro è, infatti, di valutare le capacità e la resistenza in situazioni climatiche estreme, per arrivare a individuare la migliore soluzione per costruire una casa intelligente, energeticamente efficiente e a basso impatto ambientale, ma anche garantire un elevato livello di comfort alle persone che la abitano. Questo progetto, inoltre, permetterà di riportare sul territorio trentino quelle competenze fondamentali per aumentare la competitività del sistema edilizio locale nel mercato delle costruzioni edili.

In ambito di **Joint Research Labs**, laboratori congiunti che sviluppano progetti di ricerca con possibile condivisione di infrastrutture tra istituzioni, nel corso del 2019, sono proseguite le attività del laboratorio congiunto con UniTrento e CNR sulle Quantum Technologies (Q@TN), che punta a collegare tra loro iniziative esistenti e crearne di nuove nel segno dell'interdisciplinarietà, dell'innovazione e dell'internazionalizzazione. Aggregare le competenze aiuterà, infatti, a consolidare la visibilità internazionale della realtà trentina come nodo strategico di riferimento, dallo sviluppo della conoscenza al trasferimento tecnologico, e ad aumentare la capacità di essere competitivi nell'accedere ai finanziamenti a disposizione per la crescita dei talenti e del progresso scientifico.

Le attività del laboratorio Q@TN sono partite a marzo 2018 con l'assegnazione in gestione all'Università di Trento dei fondi allocati. Nel 2019 FBK si è posizionata rispetto alle QT anche con attività proprie (sviluppo di dispositivi fondamentali per la ricerca in circuiti quantistici), portando avanti un progetto di successo nel primo bando della *flagship* QT (in anticipo sulla partenza della *flagship* nel 2020). Il Centro CMM di FBK ha altresì predisposto un laboratorio per lo studio di difetti cristallini nel

diamante (oggetto di uno dei temi di ricerca supportati da Q@TN) che è un ambito di grande potenziale scientifico e tecnologico.

Tramite il Centro CREATE-NET è stata, inoltre, attivata una borsa di dottorato congiunto con DISI sulla tematica innovativa relativa a *Quantum Annealing* (più in generale *Quantum Optimization*) all'interno del progetto Q@TN.

Tra i laboratori di ricerca segnaliamo, poi, "ICT e Scienze Cognitive" – un'iniziativa congiunta della Fondazione Bruno Kessler tramite il proprio Centro ICT e del Dipartimento di Psicologia e Scienze Cognitive dell'Università di Trento. L'obiettivo principale del laboratorio è facilitare la ricerca su: i) l'applicazione di approcci e costrutti della psicologia cognitiva per migliorare la progettazione di tecnologie digitali, in modo particolare per quanto concerne gli aspetti dell'interazione persona-macchina e intelligenza artificiale; e ii) l'uso di nuovi metodi dell'informatica, in particolare quelli basati su *machine learning* e *big data*, per sperimentare approcci innovativi di formazione, ricerca e pratica clinica in psicologia. Il laboratorio fornisce, infatti, un contesto aperto e multi-disciplinare inteso a promuovere ricerca innovativa, favorire il trasferimento di competenze verso aziende, società civile e scuole, oltre a formare professionisti nel campo della progettazione centrata sull'utente di tecnologie digitali.

2.3 Ulteriori attività di collaborazione con realtà del territorio

Oltre alle collaborazioni citate nel paragrafo precedente, il 2019 ha anche visto numerose attività di integrazione sistemica sviluppate tra FBK e la **Fondazione Edmund Mach** (FEM) per disegnare il futuro dell'agricoltura digitale e della ricerca applicata a migliorare la salute ambientale.

Tra gli elementi operativi già in atto nel 2019 che continueranno nel 2020, si ricorda l'azione di FBK per introdurre strumenti di AI a sostegno della difesa attiva dalle gelate, dai colpi di calore e più in generale per l'affermazione di una agricoltura di montagna sostenibile in un contesto di incisivi cambiamenti climatici di segno negativo (PEI Clima & Agricoltura). Con una azione trilaterale assieme a FEM e all'Università di Trento, FBK ha sostenuto con strumenti di *big data analytics* e nuove soluzioni IoT le azioni dell'Osservatorio Trentino Clima e contribuito al gruppo di lavoro del piano speciale PAT per l'irrigazione in Val di Non. Un forte impulso alla collaborazione con FEM è stato dato dall'avanzamento dei lavori su uno specifico accordo in corso di costituzione per una *Joint Research Unit* (JRU) FBK-FEM sui temi dell'agricoltura digitale e gestione risorse ambientali. In particolare, questa JRU si snoderà su temi relativi all'applicazione dell'ICT all'ambito agricoltura e foreste, con enfasi su gestione intelligente dell'acqua in agricoltura, patologia e fenologia delle piante, gestione dei predatori e risorse forestali.

In attesa della formalizzazione di questa JRU, alcune attività congiunte sono risultate nella sottomissione della proposta WATERWISE al bando SNSVS pubblicato nel 2020 dal Ministero dell'Ambiente; la proposta, coordinata da FBK prevede la collaborazione con ricercatori del gruppo CTT di FEM su tematiche legate al risparmio idrico.

Nel 2019 sono proseguite le attività relative alla JRU EPILAB, che si occupa di indagini epidemiologiche sulle malattie infettive. In particolare sono stati pubblicati tre

articoli accademici su: i) rischio di trasmissione autoctona di Febbre Gialla in Italia a seguito di importazione di casi da aree endemiche (pubblicato su PLOS Neglected Tropical Diseases); ii) efficacia di trattamenti con insetticidi per contenere la trasmissione del virus Dengue in aree di estensione dell'epidemia (pubblicato su PLOS Computational Biology); iii) dinamica di popolazione di nuova specie aliena invasiva, la zanzara *Aedes Koreicus*, nell'Italia del Nord (pubblicato su Parasite & Vectors). È inoltre in fase avanzata uno studio sulla trasmissibilità, ed in particolare sulla stima della distanza di trasmissione, del virus Chikungunya durante l'epidemia del 2017 nel Lazio. Tutti questi studi sono importanti per capire come intervenire per contenere i sempre più probabili *outbreak* di malattie tropicali trasmesse da vettore, anche in Italia. Le attività di ricerca della JRU EPILAB saranno parzialmente finanziate da un progetto Horizon 2020 recentemente acquisito e iniziato l'1 gennaio 2020 (MOOD - Monitoring outbreak events for disease surveillance in a data science context – 2020-2024).

2.4 Qualità della ricerca e reputazione scientifica

Come accennato nel paragrafo introduttivo, tra gli strumenti per monitorare la produttività scientifica dei ricercatori della Fondazione ed eventualmente reindirizzare le attività in funzione dei risultati del monitoraggio, nel corso del 2019 è stato dato seguito al processo della **C-VQR** con la realizzazione di due sessioni di valutazione della produzione scientifica dei Centri ICT, CREATE-NET, ECT* e CMM. Per entrambe le sessioni (marzo e settembre 2019) sono stati presi in considerazione oltre 1500 lavori pubblicati nel periodo 2015-2019, il medesimo della prossima VQR Nazionale. Come abbiamo già avuto modo di illustrare in altre occasioni, la C-VQR costituisce un importante processo di autovalutazione soprattutto in vista della prossima VQR, che ha preso avvio il 29 novembre 2019 con la pubblicazione del Decreto Ministeriale 1110.

Tra gli indicatori di eccellenza, inoltre, non possiamo non menzionare l'**Abilitazione Scientifica Nazionale** (ASN). Per quanto riguarda le posizioni di prima (professore ordinario) e di seconda fascia (professore associato), nel corso del 2019 sono stati pubblicati i primi risultati relativi al ciclo 2018-2020. Ad oggi, sono 56 i ricercatori di FBK in possesso dell'abilitazione, per un totale di 93 abilitazioni, 30 delle quali per il ruolo di Professore Ordinario e 63 per quello di Professore Associato. A queste si aggiungono 3 abilitazioni di Prima Fascia e 1 di Seconda Fascia conseguite da 2 ricercatori di FBK ora in "double appointment" presso l'Università di Trento.

3. INNOVAZIONE E IMPATTO SOCIO-ECONOMICO

FBK traduce l'eccellenza scientifica in risultati e impatto nelle diverse aree in cui essa opera, e i frutti della sua azione si proiettano sulla società contribuendo a progettarne il futuro.

3.1 Obiettivi Strategici

La missione della Fondazione di costruire una relazione concreta ed efficace tra la ricerca d'eccellenza e la domanda di innovazione che proviene dai più diversi settori della società è stata tradotta in quattro obiettivi strategici all'interno del focus dell'Intelligenza Artificiale (AI):

- **AI per la Salute**, per sviluppare e sperimentare metodologie e tecnologie per la prevenzione e la cura personalizzata (*Missioni i) Sani stili di vita; ii) Cure personalizzate*).

Questo obiettivo è stato sviluppato principalmente tramite la linea relativa a "Salute e Sanità" ("Health and Wellbeing") del Centro ICT, oltre che dal programma "FBK per la Salute" che si occupa di alta formazione in Medicina, e dal progetto speciale IRCS-HTA.

- **AI per il Territorio**, per sviluppare e sperimentare una piattaforma metodologica e tecnologica integrata per migliorare la qualità della vita e l'inclusione sociale (*Missioni i) Comunità intelligente; ii) Digital Finance; iii) Società inclusiva e sicura*).

Questo obiettivo è stato sviluppato principalmente tramite la linea "Citta e Comunità Intelligenti" ("Smart Cities and Communities") – esteso recentemente all'obiettivo "Digital Society" – e tramite la linea ad alto impatto sulle tematiche di "Sicurezza" ("Cyber Security") del Centro ICT.

- **AI per il Lavoro**, per sviluppare dispositivi, sensori, strumenti e piattaforme ICT per migliorare la valorizzazione delle risorse umane, la produttività, l'efficienza degli impianti e degli ambienti di lavoro (*Missioni i) Industria 4.0; ii) Veicolo Connesso; e iii) Spazio*). Questo obiettivo è stato sviluppato principalmente tramite la linea "Fabbrica Intelligente" ("Smart Digital Industry") del Centro ICT. Inoltre, il Centro CREATE-NET si è focalizzato sulla missione Veicolo Connesso (progetto 5G-CARMEN) e Industria 4.0 (*digital agriculture*). Relativamente al settore Spazio, grazie soprattutto alle capacità tecnologiche del CMM, sono stati firmati accordi con il MISE per la partecipazione all'iniziativa "Ital-GovSatCom" (IGSC), supportata da ASI.

- **AI per l'Ambiente**, per sviluppare dispositivi e metodi per il monitoraggio dell'efficienza energetica e dell'impatto ambientale di edifici, fabbriche e territori e per la produzione a basso impatto, per contribuire miglioramento della qualità della vita (*Missioni i) Sostenibilità; ii) Energie rinnovabili*).

Questo obiettivo è stato sviluppato, ad esempio, tramite il Centro CREATE-NET, che si è focalizzato sulla missione Sostenibilità grazie alle attività di monitoraggio avanzato dei consumi energetici fatto in collaborazione con la Start-up trentina Energe-nius.

Oltre ai già menzionati Progetti Bandiera "5G@Trento", "City sensing@TN", "CHuB" e "Cyber security metrics and measures for infrastructures and systems", tra i progetti di ricerca di eccellenza rientrano, quindi, tutte le attività portate avanti in sinergia dai vari Centri di FBK nell'ambito degli obiettivi strategici appena elencati. I progetti

e le attività sin qui menzionati costituiscono, naturalmente, soltanto alcuni esempi; per gli ulteriori dettagli, si rimanda ai successivi capitoli per ogni Centro e Progetto.

3.2 Trasferimento tecnologico e valorizzazione della ricerca

Uno degli scopi e obiettivi istituzionali di FBK è promuovere e sostenere i processi di trasferimento tecnologico e innovazione industriale, principalmente nel contesto del territorio locale. In questo ambito, sempre operando anche in stretta collaborazione con **Hub Innovazione Trentino (HIT)**, durante il 2019 FBK ha proseguito con azioni sinergiche finalizzate alla promozione di nuovi Spin-off (adesione di ricercatori FBK con un'idea imprenditoriale al programma Proof-of-Concept) e al supporto a quelli già esistenti (programma Bootstrap e incontri con investitori). Ad esempio, l'Unità RiSING di CREATE-NET si è aggiudicata un bando Proof of Concept proposto a livello nazionale dal Fondo Vertis, con lo scopo di valorizzare uno dei suoi prototipi più maturi – “FogAtlas”, una piattaforma di *fog computing* per l'orchestrazione intelligente delle risorse computazionali e di rete. Sta, quindi, proseguendo il percorso di *exploiting* commerciale e il *mentoring* da parte di HIT e del Fondo Vertis.

A supporto delle attività di trasferimento tecnologico avanzato, sempre in collaborazione con HIT, sono proseguite le azioni mirate alla valorizzazione dei risultati delle ricerche innovative, con lo sviluppo di collaborazioni con imprese locali, nazionali ed internazionali.

Le azioni della Fondazione, nel 2019, hanno permesso di contribuire alla creazione di un'industria basata sulla scienza, dando impulso alla costituzione di imprese nate dalla ricerca (**Spin-off**), investendo anche nella ricerca finalizzata a far fronte alle sfide nuove ed emergenti che incombono sulla società. Degno di nota è, infatti, il numero di Spin-off che oggi FBK può vantare di avere generato nel tempo (34), molte delle quali ancora attive e ben radicate sul mercato (27), e alcune delle quali di considerevole successo tecnico commerciale (5).

Sempre nell'ambito della valorizzazione dei risultati della ricerca, nel corso del 2019, FBK ha continuato ad investire nel proprio **portafoglio brevetti**.

Con un budget di circa 100K€ annui per rinnovi, mantenimenti e nuovi depositi, il portafoglio della Fondazione al 31 dicembre 2019 conta 49 brevetti attivi (44 relativi al Centro CMM e 5 in capo al Centro ICT) di cui 14 in proprietà condivisa con altri enti. I trenta sensori, i quattordici *devices* e i cinque applicativi che sfruttano l'AI all'interno delle *competences* sviluppate nel contesto delle famiglie di brevetti attivi, possono essere declinati sugli obiettivi strategici della Fondazione come segue: 23 brevetti sono relativi all'area di “Industry 4.0”, 13 all'area “Big Science”, 6 all'area relativa a “Environment & Energy”, 6 all'area “Health & Wellbeing” e uno in capo a “Smart Cities & Communities”. Continuando nella disamina sull'IP, delle 81 domande depositate sin qui dal 2007, le otto depositate nel 2019 sono in attesa di primo esito. Tra le diverse e significative iniziative intraprese volte allo sfruttamento, diffusione e ricaduta sul territorio, si segnalano i nove *patents* in corso di valorizzazione in collaborazione con HIT e la partecipazione a strumenti quali “IP Booster” (con un finanziamento ricevuto dalla Commissione Europea) ed “Eureka!Fund”, il fondo sottoscritto da ITAtech e dedicato agli investimenti in “deep technologies”. Va altresì detto

che, in conformità alle direttive PAT, su apposito spazio del sito web di FBK viene aggiornata l'apposita "Vetrina virtuale" disposta per pubblicizzare i principali risultati della ricerca.

3.3 Co-innovation lab e collaborazioni industriali

FBK ha adottato un schema di *open innovation* sia sul territorio trentino che a livello nazionale, avviando un modello di co-generazione di conoscenza che coinvolge contemporaneamente sia accademici di domini differenti, sia le imprese – potenziali fruitori dei risultati della ricerca stessa.

La Fondazione non solo ha messo a disposizione delle imprese in *co-location* spazi di *co-working* e laboratori nei propri edifici di Trento, ma ha creato un ambiente di collaborazione dove ricercatori e innovatori della Fondazione e delle aziende condividono le rispettive esperienze. FBK porta in dote i risultati delle proprie ricerche, il proprio bagaglio pluriennale di competenze in ricerca e innovazione. Le aziende apportano la propria conoscenza in termini di *marketing strategico*, *project management*, *engineering*. Il tutto al fine di sviluppare nuovi prodotti e servizi per i cittadini, le aziende e le istituzioni. L'obiettivo è quello di creare sinergie per sviluppare nuovi processi industriali, competitivi e innovativi, per portare avanti l'azione lungimirante di una regione quale il Trentino – "Silicon Valley" italiana – che ha contribuito e continuerà a creare posti di lavoro e opportunità di sviluppo sostenibile.

Nell'ambito del laboratorio congiunto con l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato (IPZS), inaugurato nel 2017 su tematiche legate alla *cyber-security* e all'identità digitale, si è concluso il progetto che ha reso possibile l'utilizzo della Carta d'Identità Elettronica a livello europeo secondo le normative eIDAS. Il laboratorio con IPZS verrà rinnovato, avendo soddisfatto pienamente le attese della Zecca dello Stato, che continuerà con investimenti significativi su questo laboratorio.

Proseguono, poi, le attività del laboratorio costituito con FIAT Chrysler (FCA) sulle tematiche *cyber-security* e mobilità, mentre le attività del laboratorio congiunto con GPI per il 2019 hanno visto sviluppi sull'applicazione dell'AI negli ambiti delle malattie croniche e della terapia intensiva.

Con l'azienda trentina Dedagroup procede con successo l'esperienza del *co-innovation lab* dedicato alla realizzazione di sistemi per l'interoperabilità di dati e servizi. In tale contesto, è stata realizzata una piattaforma digitale innovativa con l'obiettivo di migliorare l'analisi dei dati territoriali sulla mobilità e per promuovere la mobilità sostenibile. La piattaforma è stata sperimentata da diverse agenzie di mobilità ed amministrazioni pubbliche (SRM Bologna, SETA Reggio Emilia, AMI Ferrara, Comune di Rimini, AMAT Milano).

Nell'ambito della sanità digitale (e-Health), all'interno del *co-innovation lab* tra APSS-FBK-DedaGroup, è nata una forte collaborazione con l'esigenza di far evolvere la piattaforma TreC in modo da rendere coerenti e unitari i servizi al cittadino attualmente erogati via *web* e *app*.

Nel 2019, inoltre, sono proseguite le attività del laboratorio congiunto FBK – SOLID-power sulla produzione di idrogeno tramite tecnologie a ossidi solidi.

Sempre in ambito energetico, vale la pena menzionare le attività dell'Unità ARES del CMM, che ha consolidato *partnership* strategiche con vari *stakeholder* sul tema dell'idrogeno: Alstom sul ferroviario a idrogeno, SNAM, per l'interesse alla flessibilità e alla decarbonizzazione delle reti gas, SAPIO sul posizionamento strategico dell'azienda nel settore idrogeno. ARES collabora con molti attori di rilievo nel contesto energetico quali Terna, Rte, Edf, Enel, Shell, Engie, Enea, Cea, Fraunhofer, Imdea Energy, Dolomiti Energia, in una rete estesa di collaborazioni di ricerca e innovazione.

Inoltre, per quanto riguarda le collaborazioni industriali, in aggiunta alla continuazione di progetti con importanti *player* internazionali nel campo dell'Industry 4.0 (quali Boeing e SAIPEM), nel 2019 sono proseguite le attività relative all'accordo pluriennale con Rete Ferroviaria Italiana (RFI) per l'automazione e la messa in sicurezza della Rete Ferroviaria Nazionale. L'accordo con RFI è stato recentemente rinnovato per un ammontare di 2 milioni di euro.

Anche per il 2019, è proseguita l'attività di collaborazione con l'azienda internazionale Horiba, con sede in Giappone, e si segnala l'attivazione di nuovi progetti commerciali con Cisco Systems, tra cui il finanziamento di due nuovi progetti di ricerca di tipo "URP".

Ancora, segnaliamo l'attivazione di nuove collaborazioni con diverse realtà aziendali (Konica Minolta, ZF Marine, Cantina Roverè della Luna, Energenius, Agricolus) orientate alla sperimentazione avanzata di soluzioni *fog computing* e IoT in scenari realistici.

Infine, tra le altre, segnaliamo collaborazioni con DOMPE – una delle principali aziende biofarmaceutiche italiane – con la compagnia Oil&Gas, la Compagnia Aerospaziale Internazionale, United Technologies, e Elica Spa – con cui è stata avviata la definizione di un accordo quadro e di un progetto per l'insediamento di un *co-innovation lab* in FBK.

3.4 KIC EIT- Digital, Climate e Raw Materials

FBK presidia le Comunità della Conoscenza e dell'Innovazione (Knowledge and Innovation Communities - KIC) istituite dall'European Institute of Innovation and Technology (EIT), considerate come canale in grado di offrire alla Fondazione stessa e alla comunità imprenditoriale del territorio la possibilità di integrarsi con le grandi reti internazionali dell'innovazione.

Per quanto riguarda le attività nell'ambito della **KIC Digital**, anche nel 2019 la Fondazione ha ricoperto il ruolo di *core partner* partecipando a diversi progetti di innovazione digitale. Più in dettaglio, nel corso dell'anno l'EIT ha co-finanziato 10 progetti in cui era coinvolta FBK, assegnando alla Fondazione un totale di circa 1,8 milioni di euro. Le principali tematiche trattate in questi progetti riguardano l'impiego di tecnologie ICT per affrontare sfide e risolvere problemi nel contesto delle città intelligenti, delle infrastrutture digitali, dell'industria 4.0, della tecnofinanza e della salute digitale. Si tratta, con piena evidenza, di aree strategiche anche per il Trentino. Inoltre, nel 2019 FBK, la Fondazione ha sottomesso 19 proposte di progetti di innova-

zione nel bando EIT Digital 2020, di cui 5 sono state approvate, per un co-finanziamento totale da parte dell'EIT pari a circa 700.000 euro. Infine, durante il 2019, la Fondazione ha proseguito la sua collaborazione con EIT Digital nella gestione del programma ARISE EUROPE.

Nell'ambito di un progetto EIT **Climate KIC**, nel 2019 è stata realizzata una soluzione che integra tecnologie di "Internet of Things" e "Gameful Education" per la realizzazione di campagne di sensibilizzazione nelle scuole primarie rispetto al corretto riuso e smaltimento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche. La prima campagna "WEEE R robots" è stata realizzata presso la scuola primaria Gandhi di Rovereto fra aprile e giugno 2019; hanno partecipato 16 classi (345 bambini e le loro famiglie); i risultati della raccolta sono stati 1300 oggetti (587 AEE, 726 RAEE), corrispondenti a 2,6 tonnellate di CO2 risparmiate.

Nell'ambito dell'EIT **KIC Raw Materials**, nel corso del 2019 FBK –quale membro attivo del nodo CLC South Europe di EIT – ha sottomesso 3 progetti che sono tutti stati accettati e avviati: si tratta dei progetti AMICOS, Safeme4Mine, e RePlay. AMICOS è coordinato da FBK e vede la partecipazione di due unità del Centro ICT (ES e 3DOM) afferenti all'Iniziativa Smart Digital Industry (SDI), e si pone come obiettivo la realizzazione di un asset management E2E per aumentare la penetrazione/adozione sul mercato della tecnologia digitale nelle miniere. Per quanto riguarda Safeme4Mine, il progetto vede la partecipazione dell'unità OpenIoT del Centro CREATE-NET con focus su manutenzione preventiva di macchine minerarie incentrato sui dispositivi di sicurezza. Passando a RePlay, si tratta di un progetto del Centro ICT in ambito education con l'obiettivo di sensibilizzare l'opinione pubblica sui rifiuti elettrici ed elettronici e l'economia circolare. In quest'ambito FBK ha contribuito ad una celere trasformazione delle più promettenti e innovative tecnologie industriali dalla semplice applicazione in laboratorio al mercato e, per suo tramite, alle aziende.

Nel triennio 2020-2022 si prospetta un'ulteriore intensificazione dei contributi di FBK alla Smart Specialization Strategy provinciale, interventi che avranno ampie ricadute sul territorio in materia di Industria 4.0.

3.5 Infrastrutture di ricerca

La Fondazione, dopo aver ottenuto importanti finanziamenti con il successo delle proprie proposte **IPCEI** (Important Projects Of Common European Interest) e **FESR** (Fondo Europeo di Sviluppo Regionale) nell'ambito della ricerca in sensoristica e microsistemi, nel corso del 2019 ha avviato il rinnovamento delle proprie *clean room*, ambienti adibiti a laboratori di alto livello.

Ricordiamo che alla fine del 2018 è stata annunciata dalla Commissione Europea l'approvazione di un Importante Progetto di Interesse Comune Europeo (IPCEI) di cui è parte il Centro CMM di FBK. La Commissione europea ha ritenuto che il progetto integrato presentato da Francia, Germania, Italia e Regno Unito a favore del supporto statale alla ricerca e all'innovazione nella microelettronica, in quanto "tecnologia abilitante fondamentale", possa essere sostenuta con aiuti di Stato dell'UE in forza del suo comune interesse europeo.

Nel corso del 2019 si sono compiuti i passi necessari relativi all'erogazione dei fondi ed alle modalità per il loro impiego per il bando delle gare di acquisizione di nuovi e da settembre 2019 sono stati istituiti i gruppi di lavoro per la definizione dei macchinari che andranno a completare la dotazione delle *clean room* per i processi di integrazione verticale (*3D vertical integration*) su cui la proposta IPCEI è incentrata.

Dal prossimo anno verranno messi a regime i nuovi macchinari che permetteranno di passare dalle micro alle nanotecnologie, con particolare attenzione a dispositivi capaci di operare su singoli quanti, in linea con quella che viene definita la “seconda rivoluzione quantistica”.

4. ENGAGEMENT DIRETTO CON IL TERRITORIO

La creazione di conoscenza è alla base della capacità di FBK di porsi come punto di riferimento per il progresso e lo sviluppo del territorio, con particolare attenzione a quello trentino. In questo senso, la Fondazione lavora in sinergia con diverse realtà locali, con le quali porta avanti numerosi progetti all'avanguardia e di alto livello tecnologico, contribuendo a creare opportunità e a rispondere alle esigenze produttive del territorio.

4.1 Collaborazioni con realtà del territorio

FBK supporta da tempo il consolidamento del **Polo della Meccatronica** e della **Facility PRO-M**. Tra le varie attività effettuate nel 2019 segnaliamo la seconda edizione del [Pro]M Camp (18-22 febbraio 2019), un *living lab* dedicato allo sviluppo di un prototipo di manutenzione predittiva per macchine industriali, orientata a sensoristica IoT e CyberSecurity in collaborazione con le Unità Embedded Systems, Security&Trust di FBK, organizzato in sinergia con l'Unità Ricerca e Innovazione per la Scuola della Fondazione: una *full immersion* meccatronica che ha coinvolto studenti di 7 istituti scolastici e ricercatori FBK con l'obiettivo di incentivare gli studenti delle scuole superiori a coltivare nuove competenze nell'ambito dell'Industry 4.0.

Come *follow-up* di questo camp è stato attivato con l'Unità Security&Trust un nuovo corso di informatica in cyber security presso l'ITT Buonarroti (Trento), che si sviluppa in moduli didattici di *cybersecurity* in vari domini applicativi tra cui l'Industry 4.0.

Nell'ambito della “contaminazione dei saperi” è stata attivata una tesi di laurea in collaborazione con la facoltà di Archeologia e beni culturali per applicare le tecniche meccatroniche nell'ambito dell'archeologia.

Per quanto riguarda la Facility Pro-M, si sta completando la dotazione di attrezzature, si ricorda l'acquisizione di una Tomografia Assiale Computerizzata per metallo, ed è in espansione, con successo, l'attività di collaborazione con le aziende per la realizzazione di prototipi meccanici ed elettronici. Sono, infatti, partiti i primi progetti industriali di ricerca che coinvolgono, in sinergia, il sistema di ricerca trentino e le aziende produttive.

Nell'anno 2019 è stata, inoltre, consolidata l'organizzazione interna della Pro-M Facility ed è stato avviato un progetto “Caritro” che finanzia un dottorato di ricerca sullo

studio delle polveri metalliche per stampa additiva. Infine, si sono concretizzati ulteriori accordi con istituti scolastici per tirocini formativi di alto livello fra cui l'ITT Marconi di Rovereto – scuola ed Alta Formazione Professionale –, ITT Buonarroti di Trento, l'Istituto di Istruzione delle Arti “A. Vittoria - F.B. Bonporti - F. Depero” e l'Istituto Martino Martini di Mezzolombardo. Con quest'ultimo, in collaborazione con la Comunità di valle della Rotaliana, la Provincia di Trento e i Comuni, è stato realizzato il progetto “Solar System”, che consiste in una miniatura del sistema solare progettato ed assemblato nella Facility Pro-M.

Nel contesto di “**Manifattura Domani**”, FBK – dopo avere contribuito, con Trentino Sviluppo e l'Università di Trento, alla configurazione dei laboratori che forniranno servizi alle industrie locali su tre settori strategici (il Sistema Casa, la Mobilità Sostenibile, e l'Industria dello Sport) –, lungo il 2019 ha fornito supporto al gruppo di lavoro per la definizione delle opere edili e delle impiantistiche dei laboratori e degli uffici dei TESSLabs. A marzo 2019, sono stati completati i progetti esecutivi e, successivamente, Trentino Sviluppo ha avviato la fase di messa a bando. Sono state, quindi, coordinate diverse azioni di riallineamento dei temi, soprattutto in relazione al “magnete” dello *sportech*, dedicato all'incontro tra le tecnologie digitali e la pratica sportiva, con applicazioni sulle performance, le strutture, gli eventi, e il mondo del *gaming*. Si segnala, infine, l'avvio di una collaborazione con il gruppo del “Polo Edilizia 4.0” in via di costituzione. Lungo il 2020 i Laboratori TESSLabs entreranno nella fase realizzativa.

Per quanto riguarda i **progetti con aziende del territorio**, nel corso del 2019, la Fondazione ha stipulato o avviato la definizione di accordi di collaborazione con diversi partner; tra i principali, menzioniamo Brembo Spa, Vemer Spa (Sensoristica, connettività *narrow IoT - Lorawan, big data* provenienti dai sistemi installati), Clivet Spa (6 proposte di collaborazione in approfondimento), Sinteco Spa - Bucci Division (sensoristica in ambito biomedicale), EBITmax s.r.l. (Bolzano), Phox E-Pharma Srl, Look Occhiali Srl, Grimont Srl (Gruppo Sari).

Nell'ambito della “**Legge provinciale sugli incentivi alle imprese**” (L.P. 6/99), i progetti approvati o in via di approfondimento riguardano Delta Informatica Spa (progetto “E-LEarning with Virtual interAcTive Experience” - ELEVATE), Bonfiglioli Spa, Lifenergy Srl, Xlam Srl, Cyber Marconi Srl, Zf Spa, Innova Energie Srl, Cinetix, ECONIT (Colmegna Nord), GREENERSYS (GES).

Inoltre, sono state presentate una proposta di progetto su bando SMACT con Meccanica del Sarca Srl in ambito difettologia legno (“Analisi del legno mediante algoritmo di *machine learning* auto-apprenditivo”); una proposta di progetto con SIDERA Srl (“Food Recognition”) nell'ambito della L.P. 14/2006 della Provincia di Bolzano.

4.2 Laboratori territoriali (Living labs)

I laboratori territoriali sono uno strumento adottato da FBK per coinvolgere cittadini e organizzazioni nella sperimentazione dei risultati della ricerca e per facilitare processi di co-creazione di soluzioni e servizi innovativi. Nel corso dell'anno 2019, oltre alla valorizzazione del laboratorio “Trento Smart City” come descritto nella sezione

sul progetto *flagship* “City Sensing@TN”, hanno subito un sostanziale sviluppo i laboratori territoriali sulla scuola e sulla mobilità. Nel primo caso, grazie anche alla collaborazione con il Dipartimento Istruzione e Cultura della Provincia, è stata fortemente rafforzata la rete sul territorio trentino, arrivando a coinvolgere oltre 100 scuole, 400 insegnanti e 4.000 alunni. Nel caso del laboratorio territoriale sulla mobilità, il 2019 ha visto il lancio della quinta campagna “Play&Go”, in cui i cittadini trentini sono coinvolti in una sfida collettiva per l’adozione di soluzioni di mobilità sostenibili: questa pluriennale sperimentazione di “Play&Go” in Trentino ha permesso di studiare diverse modalità di coinvolgimento dei cittadini in campagne per la sostenibilità e ha creato i presupposti per una estensione nel corso dell’anno 2020 in altre regioni italiane.

Sul fronte della sostenibilità non sono mancate le attività di ricerca con “CLIMB” (monitoraggio del passaggio dei bambini negli spostamenti casa scuola nel contesto delle iniziative volte a promuovere la mobilità autonoma, sostenibile e sicura dei bambini) che di recente ha vinto il “Premio Mobilità 2019” promosso dall’Agenzia per l’Energia e lo Sviluppo Sostenibile grazie all’originalità del lavoro svolto.

Tra i progetti che puntano a migliorare la relazione tra la cittadinanza e la PA con l’utilizzo di sistemi di intelligenza artificiale in grado di semplificare la modulistica *online*, si ricorda la chiusura di “SIMPATICO”, che ha coinvolto varie città pilota europee.

Tra i progetti avviati nel corso del 2019, altri esempi riguardano l’IoT e l’intelligenza artificiale (AI).

Saranno, infatti, dai 30 ai 50 miliardi i dispositivi connessi ad internet nel 2020, molti dei quali rientreranno nel mondo dell’IoT. La diffusione di oggetti collegati in rete ha aperto un’importante questione legata al problema della sicurezza informatica. L’esempio pratico di dispositivi in grado di prevenire questi attacchi è QRANGE, un progetto avviato nel 2019 all’interno della Quantum Flagship in collaborazione con vari istituti europei e con privati come BOSCH, che permette di creare microsistemi in grado di generare milioni di bit al secondo che possono rendere impenetrabili gli oggetti connessi (IoT, smartphone o altro) a qualsiasi attacco esterno da parte di potenziali hacker.

L’IoT trova applicazione anche in agricoltura dove, dall’attività interna ai laboratori della Fondazione relativa al progetto AGRIOT, in ambito “digital agriculture” è stata lanciata la Spin-off TESSA, in grado di sviluppare prodotti e servizi innovativi per l’agricoltura di precisione, applicando i risultati di ricerca e sperimentazione di tecnologie IoT al settore agricolo. La soluzione si basa sull’utilizzo di sensori *wireless* per la raccolta di dati dal campo in modo puntuale e ad alta definizione. TESSA mira ad aiutare gli agricoltori nelle loro pratiche quotidiane al fine di supportarli nel delineare il futuro di un’agricoltura che sia sostenibile e che consenta il miglioramento delle rese e della qualità dei prodotti.

Nell’ambito dell’intelligenza artificiale al servizio della ricerca storica e della conservazione della memoria culturale, nel 2019 è stata lanciata la piattaforma “A.L.C.I.D.E.”, un lavoro in cui storici e informatici umanistici hanno partecipato alla

costruzione di un *software* originale di analisi del discorso, che raccoglie oltre 2.700 documenti che riguardano l'opera dello statista Alcide de Gasperi.

Tra i *living labs*, infine, vale la pena menzionare anche quelli promossi dal centro di competenza sulla Sanità Digitale "TrentinoSalute4.0", costituito dalla PAT, APSS e FBK con l'obiettivo da un lato di rafforzare la collaborazione tra il sistema ricerca di FBK e sistema sanitario per sperimentare e validare nuove soluzioni tecnologiche e dall'altro di favorire il passaggio da piattaforme "tecnologiche sperimentali" a "piattaforme a servizio" nel sistema sanitario. Ad esempio, gli obiettivi del progetto TrentinoSalute+ per il 2019 hanno riguardato l'introduzione di funzionalità per il miglioramento del supporto all'utente nel raggiungimento degli obiettivi e la personalizzazione degli interventi del *virtual coach*.

4.3 Nuove generazioni

La Fondazione ha dedicato il 2019 alle nuove generazioni e, in particolare, l'Unità Ricerca e Innovazione per la Scuola ha sostenuto questo impegno con attività didattiche, laboratori, progetti di scuola-lavoro e conferenze divulgative destinate al **mondo della scuola**.

Per quanto riguarda le attività già consolidate, sono proseguiti per l'a.s. 2018-2019 i Progetti Annuali di Ricerca e Innovazione basati sul modello didattico innovativo DomoSens con "cheAria", "La bottega della scienza" e "Dico di No", coinvolgendo durante l'anno le scuole in numerose occasioni di restituzione pubblica delle attività (Conferenza Annuale sul Clima SISC2019, SmartCityWeek2019, Educa2019, Notte dei Ricercatori2019, Festival dei Diritti Umani, Segnalibri #DicoDiNo all'odio e ai pregiudizi). Durante il 2019 si è continuato a investire sul percorso di trasferibilità del modello DomoSens, in collaborazione con il Servizio Europa della PAT, per avviare una sperimentazione nazionale.

Nel corso del 2019, si sono svolti 77 **Tirocini Individuali**, ospitati da 22 diverse Unità di Ricerca della Fondazione e da enti partner quali CNR-IBF e CNR-IFN. Sono stati organizzati visite, laboratori e brevi seminari per 75 studenti della scuola secondaria di primo grado, per 15 ragazzi dei CFP e per 160 ragazzi della scuola secondaria di secondo grado. È proseguita, inoltre, la collaborazione con l'Istituto Artigianelli e il Dipartimento di Psicologia e Scienze Cognitive dell'Università di Trento con le attività del laboratorio didattico Open Innovation Lab.

Per quanto riguarda il contributo di FBK all'**Alta Formazione Professionale**, si è confermato l'impegno della Fondazione ai percorsi del CFP "G. Veronesi", ITT "Marconi" di Rovereto e ENAIP di Villazzano.

In collaborazione con l'Università di Trento, nel primo semestre del 2019 si è svolta la prima edizione di "**Costruire il futuro**", format ideato da Piero Angela, che ha proposto un percorso formativo di 10 conferenze tenute da esperti nel mondo della scienza, della sociologia, della medicina, del giornalismo, dell'economia e dell'imprenditoria agli studenti delle scuole secondarie di secondo grado e dell'Università.

Per quanto riguarda il camp estivo **WebValley**, si è svolta la 19° edizione (16 giugno - 6 luglio 2019, Casez di Sanzeno - Val di Non; 20 partecipanti italiani e stranieri,

di età compresa tra i 17 e i 19 anni), dedicata alla ricerca di soluzioni innovative nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale per monitoraggio e predizione del rischio cardiovascolare in comunità montane in collaborazione con l'Università degli Studi di Milano.

Nel corso del 2019 ha preso il via il progetto "SurvEthi", progetto di sensibilizzazione sulle tematiche legate alla salute globale, alla diffusione delle malattie trasmissibili e misure di controllo (parte integrante del progetto sanitario "Rafforzamento del sistema di sorveglianza e controllo delle malattie infettive in Etiopia" finanziato dall'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo sviluppo, AICS), che coinvolge 5 scuole e, come tutor esterni, oltre all'Unità Dynamical Processes in Complex Societies di FBK anche il Servizio Attività internazionali della PAT e Informatici Senza Frontiere.

Vale la pena segnalare che, in occasione di SMAU Milano, il modello scuola-lavoro della Fondazione è stato premiato con il "Premio Innovazione Scuola" come esempio virtuoso di innovazione scolastica. Il percorso intrapreso si sta concretizzando con la firma di un protocollo di intesa tra FBK, PAT e MIUR.

4.4 Scuola di Medicina

L'attività di **FBK per la Salute**, nel corso del 2019, ha visto l'ulteriore consolidamento delle collaborazioni con i partner istituzionali più significativi nel territorio provinciale che si occupano di Salute: l'Ordine dei medici e Odontoiatri, l'Azienda provinciale per i Servizi Sanitari e la Scuola di formazione specifica in Medicina Generale. E ciò perseguendo gli obiettivi principali del programma: contribuire ad elevare il livello complessivo della formazione a disposizione del sistema sanitario locale, e porsi come riferimento nazionale per la formazione in Medicina Generale. Con la Scuola di Medicina, in particolare, si sono intensificati gli scambi e le collaborazioni, tanto da prospettare che nel prossimo futuro, divenga parte integrante di FBK. Tutta l'attività è riportata e descritta nel sito istituzionale all'indirizzo: <https://formazione-salute.fbk.eu/>

Le attività svolte hanno perlopiù interessato due ambiti principali: la progettazione e l'elaborazione di progetti e percorsi formativi innovativi, anche "on demand", e l'organizzazione di seminari e *lectures*. Tra i principali progetti ed eventi realizzati menzioniamo il Corso Intensivo su "Le cure palliative nei modelli organizzativi della Medicina generale", l'avvio del Progetto "Public Health Literacy" (nato da una dichiarazione d'intenti tra la Biblioteca comunale di Trento, FBK per la Salute e Ordine dei Medici), il Progetto "ESSENT*IA (2 incontri per riflettere sui bisogni di innovazione e sul ruolo delle tecnologie digitali per la salute attraverso un approccio multidisciplinare di matrice umanistica e che vede l'Intelligenza Artificiale come *fil rouge* del percorso, in quanto massima espressione del supporto tecnologico in sanità oggi).

Sul fronte seminariale è stato promosso un importante evento nazionale, in collaborazione con l'Ordine dei Medici di Trento e l'Osservatorio sulla Responsabilità medica ("La Responsabilità medica a due anni dalla riforma Gelli"), e un seminario minore, rivolto ai Medici di Medicina generale ("Promuovere Salute").

Infine, nel corso del 2019, FBK ha anche proseguito con le attività relative al tema dell'innovazione tecnologica in campo sanitario a fini diagnostici e terapeutici attraverso il progetto "Innovazione e Ricerca Clinica e Sanitaria - Health Technology Assessment" (IRCS-HTA), gestito in collaborazione con il Dipartimento Salute della PAT e l'APSS. I dettagli relativi a questo progetto speciale sono riportati nella scheda dedicata, all'interno nel presente documento.

4.5 Supporto alla PA

Nel corso dell'anno appena concluso, sono proseguite le azioni di supporto alla PAT e alla Pubblica Amministrazione. Tra le varie attività, oltre a quelle su scala nazionale, sono state fornite consulenze all'interno di diversi enti pubblici e commissioni operanti nella Provincia autonoma di Trento (ad esempio il Comitato etico per le attività sanitarie dell'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari, la Commissione di bioetica dell'Ordine dei Medici, Chirurghi e Odontoiatri della Provincia di Trento, l'Istituto di statistica della provincia di Trento - ISPAT ecc.).

Tra le molteplici attività rientrano, altresì, le iniziative di collaborazione con l'Ufficio della Provincia autonoma di Trento a Bruxelles a sostegno dei rapporti con l'Unione Europea. In particolare, attraverso il lavoro svolto dal *Research Liaison Officer* di FBK e in linea con il Piano Strategico della Fondazione, anche nel 2019 è stata consolidata la collaborazione volta a espandere a livello europeo il sistema locale della ricerca. La Fondazione ha seguito con estremo interesse le azioni della Commissione Europea sul futuro programma quadro Horizon Europe. In particolare, monitorando assieme all'Ufficio PAT a Bruxelles le informazioni inerenti ai programmi e alle iniziative europee ci si è focalizzati sulle "call" del pillar EIC (European Innovation Council). Questo *pilot*, infatti, nasce con l'obiettivo di supportare i ricercatori che lavorano su progetti innovativi ad alto rischio con il potenziale per creare nuovi mercati, finalizzare e facilitare il passaggio dalla ricerca di base alla dimostrazione e validazione in ambiente reale e alla commercializzazione dei risultati dei progetti di ricerca e innovazione. Sono tutti strumenti aperti alla partecipazione di istituzioni di ricerca nei quali le "non profit organizations" come FBK vengono finanziate al 100%. Nello specifico, la Fondazione sta lavorando agli strumenti EIC denominati "Accelerator" e "Fast Track to Innovation".

Molteplici sono, poi, le iniziative svolte dall'IRVAPP a supporto della Provincia come, ad esempio, le collaborazioni con la PAT stessa e con l'ISPAT a sostegno delle attività di ricerca statistica e alla programmazione e valutazione delle politiche provinciali. Tra gli altri, sono stati inviati ad ISPAT i dati dell'indagine panel sulle condizioni di vita delle famiglie trentine aggiornati al 2017 insieme alla codifica delle occupazioni degli intervistati e dei loro genitori rilevate nel corso dell'ondata in parola. Questi dati contengono altresì l'aggiornamento delle principali variabili socio-demografiche. IRVAPP ha proseguito la collaborazione con ISPAT anche relativamente all'indagine panel sulle microimprese con la revisione del questionario.

Nell'ambito della valutazione degli effetti del programma "Garanzia Giovani" in Trentino, è stato acquisito dall'INPS l'aggiornamento del 2018 dell'archivio contenente i dati relativi alle aziende che hanno ricevuto il bonus occupazionale.

Sempre nell'ambito di questo programma, è stata avviata una collaborazione con l'Istituto Regionale Programmazione economica della Toscana (IRPET) e Veneto Lavoro per lo svolgimento di un progetto di ricerca articolato in 4 fasi: contesto generale; contesto delle politiche del lavoro mirate ai giovani; attuazione del programma GG; valutazioni degli effetti del programma GG.

Ancora, in collaborazione con ISPAT, è stato elaborato lo scenario previsionale del PIL e dei principali aggregati contabili del Trentino per gli anni 2019-2022, che ogni anno vengono realizzati attraverso il modello econometrico multisettoriale del Trentino. Tale scenario è stato presentato nel mese di giugno 2019 ai dirigenti PAT e agli *stakeholder* locali in un incontro pubblico e successivamente aggiornato con lo scenario di ottobre.

4.6 Risultati di bilancio

Facendo specifico riferimento ai risultati di bilancio, riportiamo sinteticamente alcune informazioni che vengono approfondite nella Relazione di Gestione presentata a corredo del Bilancio Consuntivo del 2019. In particolare, si registrano maggiori ricavi da fonti diverse rispetto all'Accordo di Programma con la PaT che si assestano sui 21.837K€ contro un valore di 20.214K€ del 2018. Tale incremento si deve al valore complessivo dei progetti con privati, che passa dai 5.553K€ del 2018 ai 6.072K€ del 2019, mentre i ricavi conseguiti con le Agenzie Pubbliche passano dai 11.401K€ ai 10.764K€ dell'anno in esame; in particolare le entrate da progetti europei ammontano a 6.875K€ mentre la somma da altre agenzie locali, nazionali ed internazionali ammonta a 3.889K€; per quanto riguarda le commesse dirette private, il valore complessivo è di 6.072K€ di cui 1.215K€ internazionali, 2.245K€ nazionali e 2.612K€ locali. I rimanenti 5.000K€ sono costituiti dai ricavi derivanti prevalentemente da contributi FESR (3.285K€).

I dati relativi all'autofinanziamento registrati nell'arco dell'esercizio 2019 confermano la capacità della Fondazione di far fronte agli effetti della crisi economico-finanziaria e di mantenere, migliorandoli, i livelli di autofinanziamento: l'incidenza dell'AdP sul totale del valore della produzione, è pari al 57,7% contro il 58,4% del 2018.

5. CAPITALE UMANO

Tutte le persone che lavorano a vario titolo in Fondazione rappresentano il vero *asset* di FBK, a cui viene dedicata la necessaria attenzione creando continuamente strumenti e azioni strategiche per il positivo sviluppo del personale.

Nel corso del 2019, la Fondazione ha curato la **valorizzazione delle risorse** e implementato le azioni previste dal programma associato alla Certificazione europea per l'eccellenza dei servizi al personale ("Human Resources Strategy for Researchers Award") nelle aree della mobilità internazionale (Mobility Program, che consente ai ricercatori della Fondazione di trascorrere periodi di lavoro presso importanti centri di ricerca internazionali al fine di completare e aggiornare la preparazione disciplinare), del welfare (conferma della Certificazione Family Audit e attuazione del relativo Accordo di Distretto Territoriale), dello sviluppo professionale (attuazione del

Piano programma del personale con la creazione di nuove posizioni per “tenured” e attuazione di nuove progressioni di carriera; attuazione del Progetto “Ruoli e competenze” e del Progetto per la formazione continua “FBK Accademy”) e, ancora, dell’integrità delle condizioni lavorative (indagine approfondita del clima aziendale e dello stress lavoro-correlato). La peculiarità del Contratto collettivo di lavoro della Fondazione – unico Contratto di primo livello nel settore della ricerca in ambito privato nel contesto nazionale – è stata arricchita con la previsione, già operativa, dello *smart working*, con l’istituzione della “Banca-ore solidale” che consente di cedere giornate di ferie non godute a colleghi e colleghe che versino in particolari condizioni di necessità e, infine, con la sottoscrizione di un Accordo aziendale di prossimità che amplia le opportunità di lavoro al personale con contratti a tempo determinato. Sempre nel corso del 2019, il Servizio Risorse Umane ha elaborato e intrapreso tre progetti “pilota”: il primo per l’avvio di un “Laboratorio per gli innovatori”, il secondo per l’evoluzione dei modelli organizzativi in relazione all’impatto con gli investimenti organizzativi in Intelligenza Artificiale e il terzo per il ricorso a contratti di somministrazione-lavoro nelle filiere della produzione di beni e servizi ad alto contenuto di conoscenza finanziate con commesse di natura commerciale.

6. CONSIDERAZIONI FINALI

Il periodo intercorso dall’inizio dell’anno corrente purtroppo registra un accadimento grave e tutt’ora in corso. Tale accadimento presenta i connotati di un’emergenza epidemiologica riconducibile al virus COVID-19 e in data 30 gennaio 2020 è stata classificata dall’Organizzazione mondiale della sanità come emergenza di sanità pubblica di rilevanza internazionale.

Misure di contrasto e contenimento del fenomeno epidemiologico in parola sono state adottate da molti paesi interessati. Tra questi paesi figura l’Italia che, dopo la Cina, risulta essere la realtà più colpita dal virus.

I primi provvedimenti d’urgenza sono stati adottati in data 23 febbraio 2020 dal Governo italiano che, da quel momento, anche attraverso le sue diverse articolazioni politiche ed amministrative, ha emanato una fitta serie di atti di diversa natura (decreti, provvedimenti, ordinanze, circolari).

Nell’ambito delle rispettive prerogative costituzionali ed ordinamentali in materia, anche le Autorità regionali, provinciali e comunali preposte alla tutela della salute e della sicurezza pubblica sono intervenute con il medesimo scopo di limitare e gestire la situazione di crisi in parola.

Dentro la cornice di cui sopra, la Fondazione si è mossa rapidamente adempiendo a quanto stabilito dalle diverse Autorità competenti e integrando tali disposizioni con misure ad hoc preordinate alla maggior tutela possibile dei suoi *asset* più importanti.

Realtà autorizzata ad operare, se pur in uno speciale regime di vincoli e precauzioni, senza soluzione di continuità (Decreto MISE 25 marzo 2020, Codice ATECO 72), la Fondazione – verificata la coerenza con i propri piani Strategico ed Esecutivo, ha adottato le seguenti misure: sospensione generalizzata dell’obbligo di lavoro in sede e di ogni trasferta; riconversione delle filiere operative non “telelavorabili” secondo

rigorosi parametri di sicurezza; riconoscimento certificato del lavoro da remoto con pronta attivazione ed adeguamento delle relative policy nonché delle necessarie facilitazioni tecnologiche ed operative; adeguamento di istituti di *welfare*, contrattuali e non, quali permessi per gravi motivi e per assistenza a persone non autosufficienti; gestione del turnover in uscita con particolare attenzione ai non residenti; formazione dedicata a distanza; messa in sicurezza degli *asset* materiali ed immateriali secondo standard di gestione del rischio coerenti con la concreta situazione di pericolo; sanificazione straordinaria degli ambienti e delle postazioni di lavoro; pubblicazione di tutte le comunicazioni del datore di lavoro e delle Autorità pubbliche nazionali e locali dedicate all'emergenza nelle pagine del sito ufficiale della Fondazione dedicate all'amministrazione trasparente.

In considerazione dell'andamento della situazione di emergenza e di quanto disposto dalle Autorità competenti a proposito del progressivo ripristino delle funzioni economiche e sociali primarie, la Fondazione – da metà aprile 2020 e nel coinvolgimento di tutti i soggetti interessati tra cui le organizzazioni sindacali – si è dotata di un “piano di rientro” ad hoc, consultabile alle pagine dedicate all'amministrazione trasparente del proprio sito istituzionale.

Contemporaneamente, la Fondazione – nel coordinamento assicurato dal suo vertice amministrativo – ha rinforzato i controlli su tutte le procedure di spesa (acquisti, contratti, turn over, incarichi) sterilizzando decisioni nei programmi la cui esecuzione, visto il contesto emergenziale, avrebbe potuto tradursi in oneri finanziari dall'incerta, almeno al momento in cui si scrive, sostenibilità.

Il Segretario generale

Ing. Andrea Simoni

Il Presidente

Prof. Francesco Profumo

ICT – Centro per le Tecnologie
dell'Informazione e della Comunicazione

Centro per le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione

<http://ict.fbk.eu/>

Direttore: Paolo Traverso

1. Sommario

Nel 2019, in linea con il piano strategico basato sull'Intelligenza Artificiale (AI) come filo conduttore per gli obiettivi strategici, le attività del Centro ICT hanno continuato a focalizzarsi sulle attività di ricerca scientifica nelle aree di competenza del Centro, favorendo sempre più la visione strategica di una **“Integrative AI”**, ovvero “Intelligenza Artificiale Integrata”, il cui obiettivo è definire diversi modelli computazionali in grado di integrare una eterogeneità di tecniche di rappresentazione e computazione, quali l'apprendimento automatico e la deduzione basata su modelli, le rappresentazioni simboliche e quelle numeriche e probabilistiche. La visione di *“Integrative AI”* mira anche ad integrare dal punto di vista scientifico (e non solo dal punto di vista ingegneristico e applicativo) la ricerca in AI con la ricerca su temi di competenza del Centro non propriamente nell'area dell'AI, quali: Ingegneria del Software; Sistemi Affidabili, Adattivi e Sicuri; Sistemi Embedded; Analisi e Gestione di Processi; Sistemi Distribuiti; Smart Networking; IoT e Cloud/Fog Computing. Inoltre, sempre in linea con gli obiettivi del Piano Strategico ed Esecutivo di FBK, nel 2019 il Centro ICT si è concentrato sui tre obiettivi strategici: “Territorio”, tramite la linea **“Città e Comunità Intelligenti”** (*“Smart Cities and Communities”*) – esteso recentemente all'obiettivo **“Digital Society”**; la “Persona”, tramite la linea su **“Salute e Sanità”** (*“Health and Wellbeing”*); il “Lavoro”, tramite la linea **“Fabbrica Intelligente”** (*“Smart Digital Industry”*). Infine, l'Unità di Security & Trust si è rafforzata nelle sue iniziative ad impatto tramite il coinvolgimento di diverse realtà industriali ed il laboratorio congiunto con l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, tanto da creare i presupposti per una vera e propria linea ad alto impatto sulle tematiche di “Sicurezza” (**“Cyber Security”**), in accordo con le nuove direzioni del piano strategico di FBK.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Nel Centro ICT siamo circa 240 persone fra ricercatori, sviluppatori e project manager: circa 80 fra ricercatori senior, junior e postdoc, 60 sviluppatori e project manager e un centinaio di studenti di dottorato.

Eccellenza scientifica

Per quanto riguarda l'**eccellenza scientifica**, ricordiamo che l'ultima valutazione VQR ANVUR ci ha classificati come il miglior Centro di ricerca per eccellenza scientifica nel settore di nostra competenza, con un punteggio molto alto ($I=v/N = 0.91$),

cioè il 91% dei prodotti presentati è stato valutato “eccellente” (ovvero pubblicazioni che si collocano nel 10% superiore della scala di valore condivisa dalla comunità scientifica internazionale), con un voto medio normalizzato $R = 1.56$, quindi più di una volta e mezzo rispetto alla media delle altre istituzioni che sono state valutate.

Questo non è chiaramente un risultato del 2019, ma è importante per valutare il risultato della “C-VQR - VQR in continuo” proprio per il 2019, una valutazione interna negli anni 2015-2019, ispirata ai metodi dell’esercizio nazionale VQR, al fine di monitorare costantemente la produzione scientifica. Come si vede dal grafico riportato in Figura 1, la valutazione stima ancora un valore $I=v/N = 0.9$ nell’ultima valutazione del 2019, nonostante la valutazione C-VQR sia molto più conservativa (maggior numero di articoli valutati, mancanza di valutazione di conferenze top in cui siamo particolarmente attivi, stima conservativa sulla valutazione delle citazioni). Questo indica che la produzione del Centro ha mantenuto nel 2019 i livelli di assoluto prestigio raggiunti negli anni passati.

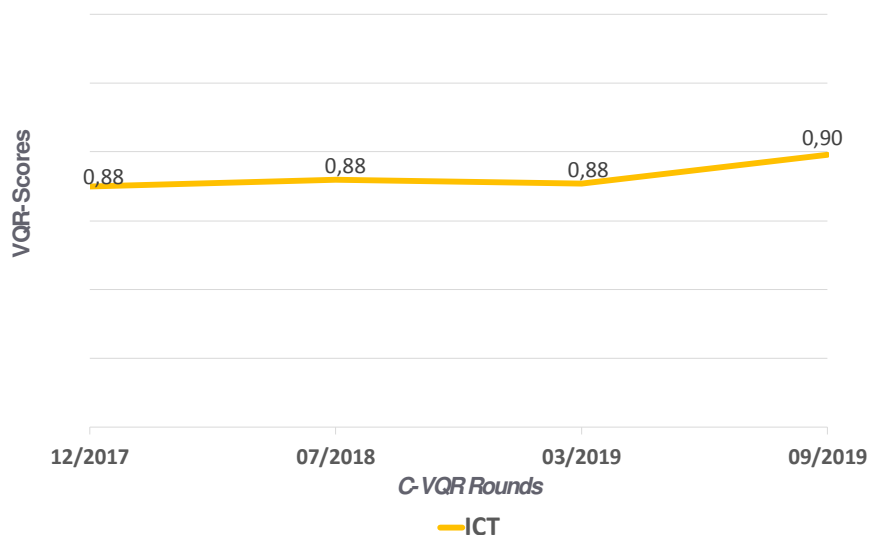


Figura 1: Valutazione VQR in continuo negli anni 2017 - 2019

Fra gli 80 ricercatori, 68 hanno $h\text{-index} \geq 15$ (secondo Google Scholar), dei quali 50 con $h\text{-index} \geq 20$, fra cui 21 con $h\text{-index} \geq 30$ e 8 con $h\text{-index} \geq 40$ (Figura 2).

$h\text{index} \geq 40$	8
$20 > h\text{index} \geq 30$	13
$15 > h\text{index} \geq 20$	29
$20 > h\text{index} \geq 15$	18

Figura 2: Numero Ricercatori con H-Index significativo

Abbiamo 29 ricercatori che hanno conseguito l'Abilitazione Nazionale del MIUR (18 da professore ordinario e 11 da professore associato) – molti dei quali con più abilitazioni in diversi settori disciplinari, per un totale di 49 Abilitazioni (Figura 3) .

Ricercatori Abilitati Prof. Ordinario	18
Ricercatori Abilitati Prof. Associato	11
Totale Ricercatori Abilitati	29
Abilitazioni da Prof. Ordinario	24
Abilitazioni da Prof. Associato	25
Totale Abilitazioni	49

Figura 3: *Abilitazioni Nazionali*

In media pubblichiamo 70 “journal paper” all'anno di alta qualità (Q1 secondo Scopus). In Figure 4 e in Figure 5 riportiamo gli articoli Q1 pubblicati e inseriti nella nostra base dati nei diversi anni (per il 2019 i dati disponibili sono fino al mese di novembre). Si noti come negli ultimi 3 anni il numero di pubblicazioni top si stia mantenendo a livello altissimo.

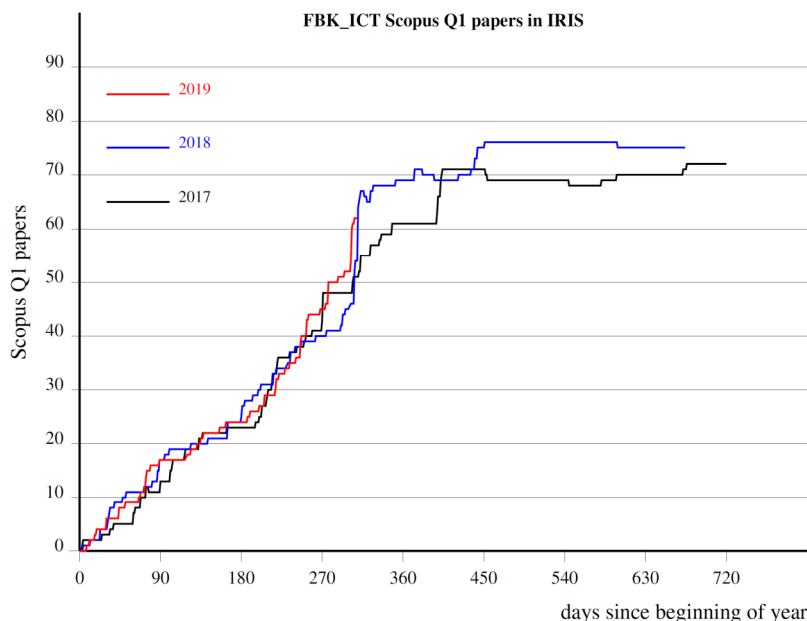


Figure 4: *Scopus Q1 papers*

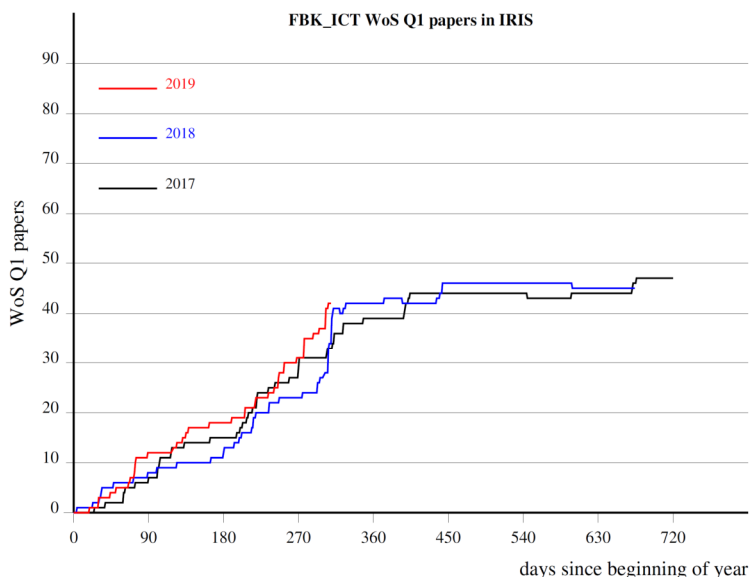


Figure 5: *Web of Science Q1 papers*

Abbiamo quattro posizioni congiunte co-finanziate con l'Università di Trento (due da professore ordinario e due da professore associato) con i dipartimenti di Ingegneria e Scienza dell'Informazione (DISI), di Matematica e di Scienze Cognitive. La posizione da professore ordinario a Scienze Cognitive e quella da professore associato al DISI sono state vinte, rispettivamente, da un ricercatore e da una ricercatrice di FBK. Le due posizioni presso il Dipartimento di Matematica sono state bandite e le candidature sono in corso di valutazione al momento della scrittura di questo documento.

Siamo presenti nelle iniziative più importanti della Commissione Europea in AI, quali il progetto EU H2020 denominato "AI4EU", finanziato con 20 milioni di Euro dalla Comunità Europea, la più importante iniziativa in AI in corso e col maggior investimento economico, il cui obiettivo è sviluppare la Piattaforma Europea di Intelligenza Artificiale, in cui siamo task leader nel settore della ricerca fondamentale. Siamo parte del progetto FET Flagship HumaneAI, il cui obiettivo è definire una roadmap per la ricerca in AI in Europa. Siamo partner chiave nelle proposte per le Reti dei Centri di Eccellenza nei quattro settori indicati dalla Commissione Europea: "Trustworthy AI", "Human Centric AI", "AI and Robotics", "AI at the Edge". Continua la nostra partecipazione attiva a CLAIRE (Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe), nella quale occupiamo un ruolo importante sia nell'Advisory Board per le tecniche di pianificazione che in quello per l'impatto industriale dell'Intelligenza Artificiale, e la quale ci ha proposto di far parte del Governing Board della nuova fondazione che gestirà l'iniziativa CLAIRE.

Impatto su mercato e società

Oltre alla continuazione di progetti con importanti player internazionali nel campo dell'Industry 4.0 (quali Boeing e SAIPEM), nel 2019 continua l'accordo pluriennale con Rete Ferroviaria Italiana (RFI) per l'automazione e la messa in sicurezza della Rete Ferroviaria Nazionale. Questa attività coinvolge diverse Unità di ricerca di FBK portando sul mercato eccellenti risultati di ricerca in diversi settori, quali i Sistemi Embedded, il Model Based Design, la verifica formale, l'ingegneria del software, l'integrazione di Model Checking e Testing, la visione artificiale. L'accordo con RFI è stato recentemente rinnovato per un ammontare di 2 milioni di euro. Un interessante esempio di *"Integrative AI"*.

Nell'ambito della nostra partecipazione a Trentino Salute 4.0 (con Azienda Sanitaria e Assessorato alla Salute della Provincia di Trento) nel corso del 2019 è entrata formalmente a servizio la nostra applicazione per la cura e il monitoraggio del diabete. Con questa applicazione un dottore può prescrivere, oltre a una ricetta, un "assistente virtuale" basato su tecniche di Intelligenza Artificiale. Questo ha già permesso di "prescrivere" con un vero e proprio atto medico il nostro assistente virtuale a 30 persone che soffrono di diabete. Nella seconda metà del 2019 è iniziata l'attività per esportare i risultati al di fuori del territorio trentino: è in corso di formalizzazione l'accordo con l'ospedale Fatebenefratelli di Roma per lo sviluppo di un'applicazione che supporti le mamme in gravidanza durante i primi 1000 giorni di vita. Anche questa applicazione prevede l'utilizzo di tecniche di "Integrative AI" in cui si utilizzano in sinergia tecniche di analisi di dati basate su Machine Learning con tecniche di rappresentazione della conoscenza del medico specialista. Infine, queste applicazioni serviranno come base sperimentale per le nostre tecniche innovative di *"continuous learning"*.

Nell'ambito del laboratorio congiunto con l'istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, si è concluso il progetto che ha reso possibile l'utilizzo della Carta d'Identità Elettronica a livello europeo secondo le normative eIDAS. La Carta d'Identità Elettronica permetterà quindi un accesso sicuro ai servizi e alle applicazioni del Mercato Unico Europeo digitale, abilitando i cittadini italiani ad accedere alla pubblica amministrazione italiana o di un qualsiasi stato membro e ad utilizzare i servizi di pagamento online con meno restrizioni e maggiori tutele. Ad esempio, gli studenti trentini possono già da ora accedere alla piattaforma per l'alternanza scuola-lavoro della città di Trento da qualunque stato europeo e, similmente, un cittadino italiano è abilitato a fruire dei servizi dell'INPS da fuori Italia.

Il progetto CLIMB (Children Independent Mobility), dopo aver coinvolto con successo un migliaio di bambini e un centinaio di insegnanti in Trentino, è stato esportato a Ferrara e farà parte del piano strategico dell'Emilia Romagna. Nell'ambito della Digital Society, sono stati attivati gruppi di lavoro con la Provincia Autonoma di Trento per avviare un processo congiunto di digital transformation sul territorio, in linea con le strategie europee di Digital Europe.

Sostenibilità economica

FBK ICT da anni mantiene un elevato livello di autofinanziamento, garantendo in modo significativo la sostenibilità economica di FBK (si veda il grafico in Figura 6). I ricavi da fonti esterne (Progetti su Grant Competitivi – principalmente Horizon 2020 – e progetti con aziende private) sono sensibilmente cresciuti nell'arco di questi ultimi anni: 6.3 M€ nel 2015, 7.3 M€ nel 2016, 7.4 M€ nel 2017, 8.6 M€ nel 2018 e 9.6 M€ nel 2019 (gli ultimi dati sono di budget), come pure la percentuale di autofinanziamento: 51% nel 2015, 56% nel 2016, 54% nel 2017, 59% nel 2018, 61% nel 2019. Inoltre, i progetti acquisiti nel 2019 hanno permesso di presentare un budget per il 2020 con ricavi da fonti esterne per più di 11.3 Milioni di euro per un autofinanziamento del 64%.

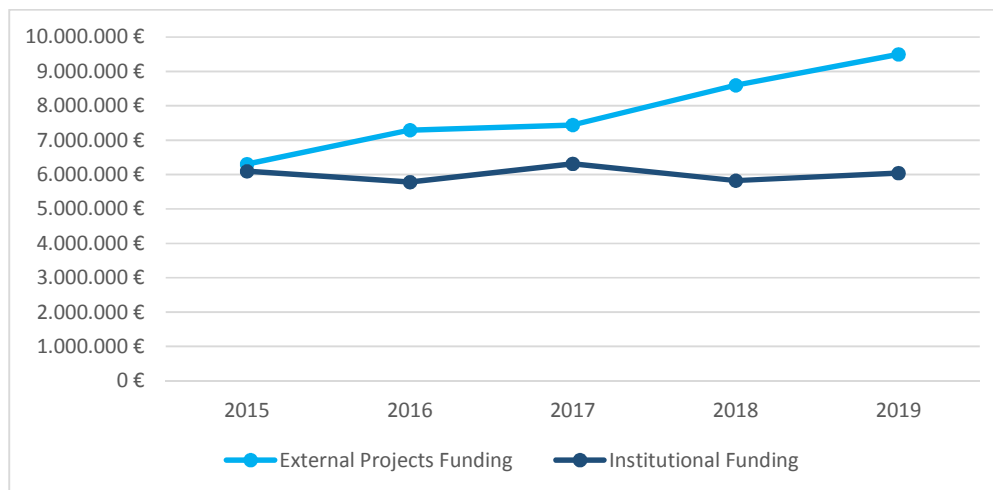


Figura 6: Ricavi da Fonti Esterne e Finanziamento Istituzionale PAT negli ultimi anni

SCC – Smart Cities and Communities

<https://ict.fbk.eu/areas/smart-cities-and-communities/>

Responsabile: Marco Pistore

1. Sommario

L'ICT ha le potenzialità per giocare un ruolo chiave come tecnologia trasformativa per migliorare la qualità della vita. Nel contesto delle città e delle comunità intelligenti ("Smart Cities and Communities"), questo obiettivo viene realizzato coinvolgendo tutta la comunità (ovvero, cittadini, amministrazione e mondo produttivo) in un laboratorio per la sperimentazione continua di soluzioni innovative in grado di affrontare le sfide sociali che città e comunità si trovano ad affrontare.

Sono molte le iniziative a livello europeo e mondiale che mirano a realizzare la visione appena descritta. Nel caso di FBK, ci sono tuttavia molti elementi, sia interni che di contesto, che offrono importanti vantaggi competitivi e che permettono ad FBK di puntare ad un ruolo di "leader" in questo contesto. Provincia di Trento e amministrazioni locali sono particolarmente sensibili al tema della qualità della vita (tema chiave della strategia di "smart specialization" trentina), e molte sono le iniziative legate alle città intelligenti (a partire dal progetto del capoluogo "Trento Smart City"). Su questi temi, FBK ha stabilito una forte alleanza con il territorio e ha già lanciato molti progetti di innovazione che vedono la Fondazione come partner scientifico e tecnologico di Provincia, Comuni di Trento e Rovereto e altre amministrazioni locali. Forti sono anche opportunità e legami con la comunità in senso lato sia formali (imprese, associazioni, istituzioni scolastiche ed educative, ecc.) che informali ("civic hacker", attivisti digitali, gruppi online, ecc.), alleati indispensabili per la realizzazione della visione di "Smart Cities and Communities".

Per FBK, questo tema è fortemente legato al Piano Strategico 2018-2027, di cui "Smart Cities and Communities" è obiettivo strategico: offre infatti notevoli opportunità per applicare in modo trasversale le competenze della ricerca sviluppate all'interno dei centri - non solo quelli tecnologici - e fornisce altrettanti stimoli per individuare nuove sfide di ricerca. Rappresenta un ambito in cui l'Intelligenza Artificiale può essere applicata per rendere città e territorio più vivibili, fruibili e sicuri. Contribuisce in maniera sostanziale alle missioni relative alla "Comunità Intelligente", alla "Società Inclusiva e Sicura" e, come spiegato nel seguito, alla "Digital Finance".

La missione di FBK nel contesto della linea è (co-)progettare, sviluppare e sperimentare una piattaforma per le Smart Cities and Communities che copra non solo gli aspetti tecnologici, ma anche quelli metodologici e sociali, abiliti beni comuni anche digitali (es. "Open Data") e riusi il patrimonio informativo pubblico. Questa piattaforma ha l'obiettivo di offrire un supporto completo ("full-stack") per le soluzioni rivolte alle città e comunità intelligenti; la piattaforma vuole infatti coprire tutti i livelli tecnologici (Internet of Things, Internet of Data, Internet of Services, Internet of Humans) e tutte le fasi della catena del valore (Ricerca > (Co-)Progettazione > Sviluppo >

Integrazione > Pilota > Produzione). La valutazione dell'impatto delle attività della linea avviene lungo tutta questa catena del valore, coprendo le varie tipologie di risultati e di "asset" prodotti: asset di ricerca, asset tecnologici e asset per la società e il mercato.

Tramite la linea "Smart Cities and Communities", FBK intende portare valore a tutti gli attori coinvolti:

- Ai cittadini, l'iniziativa vuole offrire soluzioni innovative concrete, volte a migliorare la qualità della vita quotidiana, nonché la possibilità di partecipare con diversi livelli di coinvolgimento alla ricerca in questo settore tramite attività di co-design e di sperimentazione delle soluzioni stesse. Per l'anno 2019, si vedano in particolare i risultati presentati nella sezione seguente per quanto riguarda l'adozione da parte dei cittadini di comportamenti più sostenibili (*Obiettivo City Digital Companion*, soluzioni Play&Go, KidsGoGreen, Piedibus Smart, WEEE R robots) e l'integrazione sociale (*Obiettivo Società Inclusiva*, risultati legati al Cyberbullismo e alla Conciliazione famiglia-lavoro).
- Alle pubbliche amministrazioni (ma anche alle grandi organizzazioni operanti nel territorio), FBK si propone come "digital companion" nella realizzazione di iniziative, progetti e laboratori congiunti per sperimentare nuove soluzioni per le sfide sociali di città e comunità, valorizzare il patrimonio informativo pubblico e abilitare beni comuni anche digitali (es. opendata). Per l'anno 2019, si vedano in particolare i risultati presentati nella sezione seguente per quanto riguarda gli *Obiettivi City Sensing* (per quanto riguarda la capacità di analizzare dati e fenomeni e di predire eventi), *City Digital Companion* e *Società Inclusiva* (per quanto riguarda la capacità di cambiare il comportamento dei cittadini).
- Alle aziende viene offerta l'opportunità di collaborare con FBK tramite co-innovation lab, volti ad accelerare la trasformazione della conoscenza in opportunità di mercato. Per l'anno 2019, si vedano i risultati descritti nella sezione seguente per quanto riguarda i *laboratori di co-innovazione con Dedagroup* e *GFT*.
- Per i ricercatori di FBK e degli altri attori del sistema di innovazione Trentino, una piattaforma "aperta" (basata su open data, open services, open source, open hardware, open research) per applicare e maturare la propria ricerca. Nel corso dell'anno 2019, la linea ha lavorato per promuovere la condivisione dei dati raccolti e delle tecniche investigate, tramite pubblicazione/integrazione nella *piattaforma per le Smart Cities and Communities*.

Come mostrato dai risultati descritti nella prossima sezione, nel corso dell'anno 2019, la tematica della linea di ricerca si è progressivamente rifocalizzata dall'ambito delle città e comunità intelligenti all'ambito più ampio della società digitale, con particolare attenzione ai temi della sostenibilità ambientale, sociale ed economica e della trasformazione digitale. Per questo motivo, nell'anno 2020 la linea prenderà il nome "Digital Society".

2. Risultati dell'attività di ricerca

Nel B&PAA 2019 sono stati identificati obiettivi specifici per la linea “Smart Cities and Communities” per l'anno 2019, coerentemente con quanto previsto nel Piano Esecutivo 2018-2020. Nel seguito, riportiamo i risultati conseguiti per questi obiettivi.

Obiettivo City Sensing (ambiti Mobilità, Sostenibilità, Inclusione): realizzare e sperimentare approcci innovativi, basati su integrazione e analisi di dati multi-dimensione e multi-livello, per aiutare amministratori e cittadini a comprendere la città, i fenomeni che vi avvengono e le loro evoluzioni.

Risultati conseguiti (2019)

- *Mobilità urbana.* È stata realizzata una piattaforma digitale innovativa con l'obiettivo di migliorare l'analisi dei dati territoriali sulla mobilità e per promuovere la mobilità sostenibile. La piattaforma utilizza dati disponibili da fonti e formati diversi (dati “crowdsensed”, da sensori di conteggio del traffico, da centraline di monitoraggio, da sistemi di gestione dei parcheggi, ecc.); i dati disponibili sono sia in tempo reale che storicizzati, sono integrati per valorizzarne il potenziale informativo e sono utilizzati per produrre analitiche, mappe e report. Tecniche di Machine Learning sono inoltre utilizzate per prevedere fenomeni legati alla mobilità, come l'utilizzo dei parcheggi o gli ingorghi. La piattaforma è a disposizione del Comune di Trento tramite una dashboard che permette di accedere in modo flessibile ai dati e alle analitiche. Nel contesto del laboratorio di co-innovazione con DedaGroup, la piattaforma è stata inoltre sperimentata da diverse agenzie di mobilità ed amministrazioni pubbliche (SRM Bologna, SETA Reggio Emilia, AMI Ferrara, Comune di Rimini, AMAT Milano).
- *Indicatori di vitalità urbana.* È stata realizzata una piattaforma che, a partire da dati provenienti da diverse fonti (pubbliche, private e da progetti crowdsourcing come OpenStreetMap) e tramite tecniche di data analysis e di machine learning, è in grado di creare un indicatore di percezione della sicurezza delle diverse zone della città e più in generale sulla vivibilità. I dati utilizzati in input sono relativi a edifici, strade, arredo urbano, punti di interesse, ecc., immagini degli spazi (es. tramite Google Street View), indicatori demografici (es. sezioni di censimento ISTAT), traffico dati e telefonia. L'informazione sulla percezione di sicurezza e sulla vivibilità è utile per impostare politiche pubbliche, ma anche per altri fini, come ad esempio prevedere i prezzi degli immobili.
- *Analisi integrata di testo e immagini.* È stato realizzato un sistema capace di riconoscere oggetti nelle foto e le corrispondenti menzioni nei testi, e di collegarle alle rispettive classi in una “commonsense ontology”. Questa tecnologia è necessaria per svolgere analisi semantica dei documenti multi-mediali prodotti quotidianamente da una comunità (si pensi ad esempio ai social network, sempre più basati su contenuti multimediali).

Obiettivo City Digital Companion (ambiti Mobilità, Sostenibilità, Scuola): strumenti di supporto per le PA per incentivare l'adozione delle politiche pubbliche (es. in ambito mobilità o sostenibilità) da parte dei cittadini.

Risultati conseguiti (2019)

- *Play&Go*. Campagne di mobilità sostenibile su ampia scala e di lunga durata che hanno l'obiettivo di incentivare l'utilizzo di mezzi di trasporto sostenibili e rendere misurabili gli effetti raggiunti e l'impatto sul sistema mobilità. Nel 2019 sono state realizzate due campagne (20 ottobre 2018 - 19 aprile 2019, 26 ottobre 2019 - 15 maggio 2020) che hanno visto: il coinvolgimento di due pubbliche amministrazioni (Comune di Trento e Comune di Rovereto); la partecipazione di 830 utenti registrati fra cui 588 utenti attivi; 64.261 viaggi sostenibili tracciati; 251.509 km sostenibili; 49,3 tonnellate di CO2 risparmiate.
- *Kids Go Green* (kidsgogreen.eu). Il sistema ludico-didattico Kids Go Green, integrato nel programma scolastico, favorisce la motivazione dei bambini e ha dimostrato un impatto significativo in termini di mobilità sostenibile, inclusione sociale e didattica innovativa. Nell'anno scolastico 2018-2019 sono stati attivati 25 percorsi Kids Go Green in 12 scuole del Trentino (Trento, Vigo di Ton, Pietramurata) e 5 scuole dell'Emilia Romagna (Ferrara, Castel Bolognese) per un totale di 1206 bambini coinvolti.
- *Pedibus Smart* (pedibusmart.fbk.eu). Grazie ai sensori intelligenti e all'applicazione mobile del Pedibus Smart, la gestione del pedibus risulta semplificata e immediata per i volontari coinvolti. Nell'anno scolastico 2018-2019 sono state attivate 19 linee di pedibus nei Comuni di Trento, Ferrara e Castel Bolognese; per un totale di 182 bambini e 85 volontari coinvolti.
- *WEEE R robots*. Nell'ambito di un progetto EIT Climate KIC, nel 2019 è stata realizzata una soluzione che integra tecnologie di "Internet of Things" e "Gameful Education" per la realizzazione di campagne di sensibilizzazione nelle scuole primarie rispetto al corretto riuso e smaltimento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche. La prima campagna WEEE R robots è stata realizzata presso la scuola primaria Gandhi di Rovereto fra aprile e giugno 2019; hanno partecipato 16 classi (345 bambini e le loro famiglie); i risultati della raccolta sono stati 1300 oggetti (587 AEE, 726 RAEE), corrispondenti a 2,6 tonnellate di CO2 risparmiate.

Obiettivo Cartella Digitale dello Studente (ambiti Open Government, Scuola, Inclusione): piattaforma innovativa per raccolta e gestione di dati personali legati a carriera scolastica, formazione e competenze dei cittadini.

Risultati conseguiti (2019)

- *Alternanza Scuola Lavoro*. Nel primo semestre del 2019 è stata portata in produzione e sperimentata la "killer app" "*Alternanza Scuola Lavoro*" in quattro scuole del territorio, coinvolgendo 600 studenti e 20 tra insegnanti e personale di segreteria. Durante la fase conclusiva della sperimentazione è stata effettuata un'analisi per investigare in profondità i bisogni e l'esperienza degli utenti con l'obiettivo di migliorare non soltanto l'usabilità della tecnologia ma anche la qualità del processo di gestione dell'alternanza scuola lavoro. Il risultato di tale analisi ha permesso, nel secondo semestre del 2019, di co-progettare insieme agli utenti una nuova interfaccia e delle nuove funzionalità per la scuola. Sono

state inoltre sviluppate e testate le funzionalità di base di “Alternanza Scuola Lavoro” rivolte a studenti e aziende.

- *Competenze dei migranti.* Nel corso del 2019, nel contesto del progetto EIT Digital “BRIDGE” è stato implementato un sistema che, grazie all’utilizzo di tecniche di Intelligenza Artificiale: i) supporta gli operatori per l’inserimento lavorativo dei migranti nell’individuare le abilità professionali e associarle ad offerte di lavoro e/o corsi per completare la formazione; ii) offre alle pubbliche amministrazioni raccomandazioni riguardo ad azioni che favoriscono l’inclusione dei migranti nel mondo del lavoro (ad esempio, attivazione di corsi formativi in ambiti professionali con alta disponibilità di posti di lavoro). La soluzione è stata testata in due sperimentazioni a Trento, presso il CINFORMI, dove 20 operatori sono stati coinvolti prima nella raccolta dei requisiti socio-tecnici e poi nell’utilizzo del sistema e nella successiva valutazione dell’esperienza d’uso; a Berlino, dove circa 1000 rifugiati hanno utilizzato il modulo di verifica della competenza linguistica.

Obiettivo Finanza Digitale per le “Smart Community” (ambito Finanza Digitale): adottare soluzioni e tecnologie “FinTech” per favorire il benessere economico di individui, comunità e società.

Risultati conseguiti (2019)

- *Progetto bandiera Infinittech* (www.infinittech-h2020.eu). Nella parte finale del 2019 è partito Infinittech, un progetto flagship all’interno di H2020 che, sotto la guida di GFT (azienda partner di FBK in ambito Finanza Digitale), ha l’obiettivo di sviluppare un’architettura di riferimento che potrà supportare le organizzazioni del mondo finanziario e assicurativo nel processo di innovazione guidato da Intelligenza Artificiale e Big Data. Focus principale dell’attività di FBK sono la definizione di un’architettura decentralizzata che permetta la gestione e lo scambio sicuro di dati, e la realizzazione di algoritmi innovativi per la valutazione di rischio creditizio di piccole e medie imprese e di singoli individui.
- *Smart Contract per il turismo.* Nel corso del 2019 sono state sviluppate soluzioni per la gestione di contratti e transazioni tra cittadini, aziende, e amministrazioni basate su tecniche di “Distributed Ledger” e su smart contracts. In particolare queste applicazioni hanno trovato utilizzo nel contesto turistico grazie al progetto SmartChain, che ha l’obiettivo di sviluppare marketplaces flessibili per la gestione di dati personali relativi all’esperienza turistica.
- *Approcci “data driven” alla finanza digitale.* Nel corso del 2019, grazie al progetto EIT Digital SCM4SME, in collaborazione con GFT e SIA, è stato sviluppato un algoritmo di credit scoring basato su metriche estratte dalla rete delle transazioni finanziarie tra piccole e medie imprese. L’algoritmo si integra all’interno di una soluzione di valutazione creditizia delle piccole e medie imprese sviluppata da GFT. Sempre nel corso del 2019 gli algoritmi di stima economica territoriale, alla base della soluzione di data-driven real estate, sono stati integrati nella piattaforma per le Smart Cities and Communities e sono pronti per essere portati sul mercato.

Obiettivo Società Inclusiva (ambito Inclusione): strumenti digitali per promuovere l'inclusione e l'integrazione sociale, prevenire la discriminazione e la segregazione, in particolare nei gruppi vulnerabili (bambini, anziani, migranti ...).

Risultati conseguiti (2019)

- *Cyberbullismo*: le soluzioni per combattere il cyberbullismo sviluppate negli anni precedenti sono state ulteriormente evolute e rafforzate, portando all'attivazione di laboratori sul cyberbullismo in diverse scuole superiori in Trentino, Piemonte, Sicilia e Nizza che hanno coinvolto più di 200 studenti.
- *Odio online*: la piattaforma di monitoraggio dei messaggi di odio online, basata su tecniche di intelligenza artificiale per l'analisi del linguaggio e la produzione automatica di contro-narrative (sviluppata in collaborazione con la linea H&WB), è stata adottata da tre ONG in Italia, Francia e Inghilterra (circa 150 operatori coinvolti). Sperimentazione in 3 scuole di Trento e 3 di Roma di un approccio basato su "digital storytelling" e analisi dei social media per la riflessione sul linguaggio d'odio (iniziativa in collaborazione con ISR).
- *Conciliazione famiglia-lavoro*: nel contesto del progetto H2020 Families Share, è stato organizzato in collaborazione con il servizio HR di FBK un "living lab" per sperimentare un approccio di co-partecipazione ad attività di gestione dei bambini dei dipendenti in un'ottica partecipativa. Il progetto intende investigare nuove pratiche di co-produzione di servizi e studiare come la tecnologia digitale può aiutare ad attuarle in modo efficiente ed efficace. Nel corso del 2019, il progetto ha coinvolto 78 dipendenti e 66 bambini (figli di dipendenti) in 10 eventi di co-progettazione e 4 attività co-organizzate e co-gestite; 17 stakeholder esterni sono stati coinvolti in attività di valutazione e monitoraggio.

Per garantire sostenibilità delle iniziative e per facilitare il trasferimento della conoscenza, anche per l'anno 2019 la linea Smart Cities and Communities si è appoggiata fortemente ai laboratori di co-innovazione con le aziende e ai laboratori congiunti con l'Università di Trento. In particolare, si evidenziano i seguenti risultati.

- Nell'ambito del *co-innovation lab "Digital Hub" con Dedagroup* è stata sviluppata una piattaforma tecnologica, chiamata "Digital Hub", per supportare l'apertura e l'interoperabilità dei dati e dei servizi e la realizzazione di applicazioni digitali di nuova generazione. La piattaforma, già in adozione in diversi piloti con pubbliche amministrazioni (tra cui Provincia di Trento e Comune di Trento) è anche utilizzata come base tecnologica per diversi progetti di ricerca e innovazione, con un significativo finanziamento per FBK nell'anno 2019 (progetti L6-DigitalHub, Stardust, SMASH, e altri). Il modello di co-innovation lab costruito con Dedagroup è stato anche oggetto di analisi da parte del Politecnico di Milano come esempio funzionante ed efficace di "open innovation".
- Nell'ambito del *co-innovation lab "DFIL" con GFT* sono stati sviluppati diversi progetti e diversi asset innovativi legati all'ambito Finanza Digitale - tra questi, le iniziative e i progetti descritti in precedenza nel contesto dell'Obiettivo Finanza Digitale per le "Smart Community". Particolarmente significative sono le collaborazioni con GFT, ancorate al laboratorio, sia per quanto riguarda le progettualità con importanti realtà nazionali nell'ambito della finanza digitale, sia

per quanto riguarda la strategia europea legata all'adozione di tecniche di Intelligenza Artificiale e di Big Data in ambito finanziario (si veda il progetto Infinitech precedentemente descritto).

- Nell'ambito del *laboratorio congiunto con il Dipartimento di Psicologia e Scienze Cognitive dell'Università di Trento*, 8 ricercatori di FBK (di cui 6 della linea) hanno collaborato ad attività didattiche nelle laurea triennale e magistrale di Interazione-Persona Macchina offerte dal dipartimento (in 4 corsi di laurea la cui titolarità è stata assegnata ai ricercatori FBK). In totale, 21 studenti (7 di laurea magistrale e 14 di laurea triennale) sono stati coinvolti in attività progettuali della linea.

Oltre a questi risultati, pianificati nel B&PAA 2019, riportiamo nel seguito alcuni altri risultati particolarmente significativi conseguiti dalla linea nel corso dell'anno 2019.

- Il progetto CLIMB – Mobilità autonoma e sostenibile dei bambini, si è aggiudicato il Premio Mobilità 2019, iniziativa promossa dall'Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile (AESS) primo posto nella categoria Sensibilizzazione - Formazione e Informazione (<https://www.settimanabioarchitettura.it/premiomobilita/>).
- Premio Maker of Merit al Maker Faire Rome 2019, l'evento europeo più importante dedicato all'innovazione tecnologica: "Learning with Artificial Intelligence. Artificial Intelligence solutions for linguistic evaluation and to support deaf and dyslexic children in learning".
- Vinta la terza edizione di Spoken CALL Shared Task. La challenge è stata organizzata congiuntamente dall'Università di Ginevra, dall'Università di Birmingham, dall'Università Radboud e dall'Università di Cambridge con l'obiettivo di effettuare la valutazione automatica della proficiency della lingua Inglese, per gli studenti di madrelingua tedesca della scuola secondaria.
- Premio Lexmark "Circular Economy" 2019, assegnato al progetto InnoWEEE Trentino in occasione della quarta edizione di Cresco Award - iniziativa promossa da Fondazione Sodalitas in collaborazione con ANCI per valorizzare le iniziative dei Comuni italiani più efficaci nel promuovere lo sviluppo sostenibile dei territori. Il premio viene assegnato al Comune che collabora al progetto, in questo caso il Comune di Rovereto.
- Organizzazione e coordinamento di un gruppo internazionale di ricerca nell'ambito del Frederick Jelinek summer workshop (<https://www.clsp.jhu.edu/workshops/19-workshop/using-cooperative-ad-hoc-microphone-arrays-for-asr/>)
- Honourable Mention alla conferenza internazionale ACM CHI'19 - Maggio 2019. "*A Walk on the Child Side: Investigating Parents' and Children's Experience and Perspective on Mobile Technology for Outdoor Child Independent Mobility*", autori: Michela Ferron, Chiara Leonardi, Paolo Massa, Gianluca Schiavo, Amy L. Murphy, Elisabetta Farella.

3. Pubblicazioni più significative

Le seguenti pubblicazioni sono state selezionate per evidenziare ambiti di ricerca e collaborazioni fra le Unità di ricerca particolarmente significativi per gli obiettivi della linea.

- Lorenzo Lucchini, Sara Tonelli and Bruno Lepri. Following the footsteps of giants: Modeling the mobility of historically notable individuals using Wikipedia. EPJ Data Science 8(36), 2019. Springer Open. [*Journal Q1 - Collaboration between research units DH and MOBS on human mobility*].
- Malid Niroumand-Jadidi, Francesca Bovolo, Lorenzo Bruzzone. Novel Spectra-Derived Features for Empirical Retrieval of Water Quality Parameters: Demonstrations for OLI, MSI and OLCI Sensors. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 57, pp. 10285 - 10300, 2019. DOI: 10.1109/TGRS.2019.2933251. [*Journal Q1 on remote sensing for environmental monitoring*].
- Gianmarco Cerutti, Rahul Prasad, Alessio Brutti, Elisabetta Farella. Neural Network Distillation on IoT Platforms for Sound Event Detection. Interspeech 2019, pp. 3609- 3613, Graz, Austria, 15-19 september 2019). [*Conference paper - Collaboration between research units E3DA and SpeechTeK on city sensing*].
- Michela Ferron, Enrica Loria, Annapaola Marconi, Paolo Massa. Play&Go: an Urban Game Promoting Behaviour Change for Sustainable Mobility. Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A, N.40, 2019, pp. 24 - 45. [*Journal paper - Collaboration between research units I3 and DAS on sustainable mobility*].
- Ivan Donadello, Luciano Serafini. Compensating Supervision Incompleteness with Prior Knowledge in Semantic Image Interpretation. IJCNN 2019: 1-8. [*Conference paper about innovative AI techniques for image interpretation*].

HWB – Health & Well Being

<https://ict.fbk.eu/areas/health-and-wellbeing/>

Responsabile: Stefano Forti

1. Sommario

L'iniziativa ad alto impatto Health&Wellbeing (HII-H&WB) svolge un ruolo importante come aggregatore di competenze di Computer Science e Intelligenza Artificiale presenti in alcune Unità del centro ICT di FBK (CoMuNe, DPCCS, e-Health, FM,HLT-NLP, ICT4G, Nilab e PDI) sul tema della sanità e della salute, favorendo la stretta collaborazione tra gruppi di ricerca e laboratori di innovazione.

Lo sviluppo di questa azione strategica si basa sui seguenti aspetti: (i) la lunga esperienza del centro ICT di FBK nello sviluppo di competenze nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale, (ii) un approccio del centro ICT di FBK, basato sulla stretta collaborazione tra gruppi di ricerca e laboratori di progettazione e sviluppo, in grado di attivare tutta la filiera che va dalla progettazione di piattaforme tecnologiche, alla loro validazione fino alla loro ingegnerizzazione,, e (iii) la costituzione del centro di competenza sulla Sanità Digitale "TrentinoSalute4.0" tra PAT, APSS ed FBK con l'obiettivo da un lato di rafforzare la collaborazione tra il sistema ricerca di FBK e sistema sanitario per sperimentare e validare nuove soluzioni tecnologiche e dall'altro di favorire il passaggio da piattaforme "tecnologiche sperimentali" a "piattaforme a servizio" nel sistema sanitario.

Nel contesto di TS4.0 il ruolo strategico di FBK è di concretizzare i risultati più significativi dell'attività di ricerca e innovazione svolta all'interno di FBK, mettendo a disposizione del sistema sanitario piattaforme tecnologiche e metodologie innovative che consentano l'erogazione di servizi innovativi, centrati sul paziente e abilitati dalle nuove tecnologie.

L'impatto dell'attività svolta dalla HII-H&WB può essere declinato lungo le seguenti direttrici: (i) per i cittadini: ricevere un aiuto per gestire in modo più efficace la propria salute e cura, (ii) per le organizzazioni sanitarie: avere un supporto nella ridefinizione di nuovi modelli organizzativi abilitati dalle nuove tecnologie in grado di attivare servizi sanitari di prossima generazione più efficienti e sostenibili, (iii) per il sistema sanitario provinciale: diventare un laboratorio territoriale di riferimento a livello nazionale ed europeo per la realizzazione, la validazione sul campo e l'introduzione nella pratica clinica delle nuove piattaforme basate su IA, (iv) per le aziende IT: ricevere un supporto attraverso laboratori congiunti e progettualità condivise con FBK e Trentino Salute per il miglioramento della propria capacità competitiva.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Con riferimento al documento relativo al Piano Annuale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per l'anno 2019, riassumiamo nel seguito i principali risultati ottenuti.

Obiettivo 1: "AI based PHR system a supporto della salute e cura dei cittadini"

A 1.1: Evoluzione sul campo della piattaforma TreC-Virtual Coach (e-Health). *Risultato atteso*: studio pilota con la versione evoluta della piattaforma TreC-VC nell'ambito della prevenzione primaria all'interno del progetto Salute+ (e-Health).

Nel corso del 2019 è stato mantenuto in produzione il servizio Salute+. Dopo la valutazione della prima fase di utilizzo (fine giugno - inizio dicembre 2018), tra dicembre 2018 e marzo 2019 è stata programmata una fase di progettazione e sviluppo che ha portato ad una profonda modifica delle funzionalità dell'interfaccia e a nuove funzionalità di back-end. Dal momento che le modifiche non erano compatibili con la precedente versione, il rilascio della nuova versione ad aprile 2019 ha richiesto l'azzeramento dei dati degli utenti già iscritti (inserimenti, obiettivi e sfide). Aggiornamenti continui invece, principalmente a livello di contenuti e interventi del Virtual coach, sono stati rilasciati in varie fasi nel corso dell'anno. Il servizio Salute+ da aprile 2019 (data dell'azzeramento dei dati degli utenti) a fine anno ha registrato un aumento di più di mille utenti.

A 1.2: Validazione sul campo di moduli specifici della piattaforma TreC-VC (e-Health). *Risultato atteso*: avvio di una sperimentazione sul campo della piattaforma TreC-VC nell'ambito della gestione delle cronicità (e-Health).

In Provincia di Trento l'attenzione al digitale, come metodo integrato agli altri per la presa in carico delle cronicità, sta vedendo attuazione nella piattaforma TREC-VC. Essa rappresenta un esempio/tentativo, tra i primi a livello nazionale di un sistema sanitario pubblico, di uniformare il percorso della gestione di questi pazienti unendo le raccomandazioni dei PDTA (Percorsi Diagnostici Terapeutici Assistenziali) alle potenzialità delle nuove tecnologie. TreC-VC (TreC-Virtual Coach) è parte integrante della piattaforma TreC_Diabete che è stata oggetto di uno studio pilota nel corso del 2019. I centri coinvolti nelle attività per il 2019 sono stati il Centro Diabetico adulti di Trento (U.O. Medicina), il Gruppo MMG (Medici di Medicina Generale) San Martino di Trento e l'AFT (Aggregazioni Funzionali Territoriali) di Pinzolo, oltre ai centri diabetologici della Provincia (Rovereto, Arco, Tione, Borgo Valsugana, Cavalese, Cles). Oltre agli arruolamenti di pazienti grazie allo sviluppo e alla messa in utilizzo della piattaforma svolta nel 2019, è stato compiuto un passaggio dalla fase pilota del progetto ad una sperimentazione più ampia contestualmente con una nuova approvazione da parte del Comitato etico dell'APSS. Si sta ora proseguendo con quello sui pazienti con patologie aritmiche e portatori di dispositivi impiantabili e non (progetto TREC_Cardio). Il futuro sviluppo prevede l'allargamento alle affezioni polmonari croniche (es. BPCO), allo scompenso cardiaco e ad alcune tipologie di patologie oncologiche.

- A 1.3: Progettazione e sviluppo di un agente conversazionale per il calcolo dei carboidrati (CH1) (NLP). *Risultato atteso*: sperimentazione sul campo di un agente conversazionale con capacità di dialogo in linguaggio naturale per il calcolo dei carboidrati a supporto di pazienti con diabete di tipo 2 (NLP).

Il prototipo del sistema di dialogo CH1 è stato ulteriormente perfezionato sfruttando tecniche di apprendimento neurale, in rapida evoluzione nella comunità scientifica. In particolare, è stato implementato un componente avanzato per la gestione del mapping tra i cibi indicati dall'utente in linguaggio naturale e quelli presenti nella base di conoscenza del sistema. Il componente sfrutta informazione linguistica presente nei nomi dei cibi ("teste semantiche") accoppiata con algoritmi basati su architetture neurali, ottenendo risultati significativamente superiori rispetto ad architetture tradizionali. È stata implementata una interfaccia mista dialogica/grafica per sfruttare al meglio le caratteristiche di entrambe le modalità di interazione, permettendo all'utente di introdurre i cibi tramite linguaggio naturale libero, e di eseguire successivi raffinamenti tramite modalità grafica. Un dimostratore del sistema CH1 con interazione mista dialogica/grafica è stato realizzato per la piattaforma di messaggistica Telegram, che ha superato test di valutazione del software. Il software del dimostratore è attualmente nella fase di integrazione nella piattaforma TreC, e sono previste sessioni di valutazione sul campo.

- A 1.4: Applicazione e personalizzazione dell'applicazione di automazione di account su social media Pokedem al progetto EIT Digital "Creep" per combattere il cyberbullismo (FM). *Risultato atteso*: studio di fattibilità dell'applicazione di automazione di account nell'ambito del cyber-bullismo (FM).

Future Media ha continuato lo sviluppo del servizio Pokedem per l'analisi e l'automazione della gestione degli account su Twitter. È stato effettuato lo studio di fattibilità nel progetto EIT Creep, per combattere e prevenire il cyberbullismo. Rispetto alla pianificazione iniziale, lo sviluppo si è dovuto riorientare principalmente sull'analisi degli account e dei contenuti, accantonando temporaneamente la componente sull'automazione, per non violare i cambiamenti avvenuti nei termini d'uso del social network nell'ultimo anno.

- A 1.5: Modellazione di basi di conoscenza dedicate a domini specifici da integrare all'interno di HORUS.AI, e sviluppo di strumenti per gli esperti di dominio che supportino l'arricchimento e la manutenzione delle basi di conoscenza sudette (PDI).

- A 1.6: Estensione del motore di inferenza tramite lo sviluppo di tecniche basate su logica fuzzy (PDI).

- A 1.7: Integrazione di HORUS.AI con agenti conversazionali (PDI). *Risultati attesi*: rilascio e valutazione degli strumenti di gestione della conoscenza agli esperti di dominio (PDI). Sperimentazione sul capo di agenti conversazionali integrati con HORUS.AI (PDI). Rispetto a questo obiettivi, le attività di ricerca si sono concentrate sull'evoluzione della piattaforma di virtual coaching (ora HORUS.AI) (vedi A 1.1), sulla sua integrazione con ulteriori sistemi di intelligenza artificiale (A 1.7), e sul suo rilascio all'interno di living labs (A1.2).

In particolare, si è lavorato dapprima sull'estensione della base di conoscenza integrata all'interno di HORUS.AI (A 1.5) in modo da supportare il suo utilizzo all'interno di domini relativi non solo al monitoraggio del regime alimentare, ma anche ad alcune patologie croniche quali diabete ed asma. Lo sviluppo di tali estensioni ha avviato anche lo studio di tecniche di ragionamento automatico basate su logica fuzzy integrate nei moduli di monitoraggio utilizzati in particolare per l'analisi di flussi di dati continui provenienti da sensori (A 1.6). La versione migliorata di HORUS.AI è stata successivamente integrata con il prototipo dell'agente conversazionale CH1, sviluppato dall'Unità di Ricerca HLT, a supporto del rilevamento dei carboidrati assunti dai pazienti affetti da diabete di tipo 2 (A 1.3, A 1.7). Infine, è proseguita la validazione di HORUS.AI all'interno dei living labs promossi da TrentinoSalute4.0 (ad esempio Salute+) e da altri programmi nazionali (ad esempio il progetto INMP). Rispetto ai risultati attesi, le attività di PDI hanno contribuito a: (i) lo svolgimento nell'ambito dei progetti Salute+ e INMP degli studi pilota che hanno utilizzato la piattaforma HORUS.AI; (ii) l'integrazione della piattaforma HORUS.AI con il sistema conversazionale sviluppato da LINKS Foundation nell'ambito della realizzazione di una piattaforma intelligente per supportare i pazienti affetti da asma; (iii) l'integrazione della piattaforma HORUS.AI con l'agente conversazionale CH1 sviluppato dall'Unità di Ricerca HLT per la conta dei carboidrati a supporto dei pazienti affetti da diabete di tipo 2; (iv) sviluppo del primo proof-of-concept degli strumenti destinati agli esperti di dominio per la configurazione e gestione della piattaforma HORUS.AI.

Obiettivo 2: "Big Data Analytics in Sanità"

A 2.1: Studio pilota sull'utilizzo di tecniche di deep learning per lo sviluppo di modelli predittivi nell'ambito della patologia diabetica (es. rischio di comorbidità) e della patologia cardiovascolare (es. rischio di sviluppare patologie cardiache) (e-Health). *Risultato atteso*: studio di modelli predittivi basato su tecniche di deep learning per modellare le traiettorie di salute di pazienti con malattia cronica (es. diabete) (e-Health).

L'ambito della patologia diabetica ha visto un forte aumento dell'impiego dell'IA negli ultimi anni. Le ragioni principali di questa crescita includono l'aumento esponenziale della quantità di dati disponibili che, insieme al miglioramento delle prestazioni di metodologie intelligenti in grado di gestire ed elaborare queste informazioni, hanno portato allo sviluppo di strumenti e applicazioni che possono migliorare e rendere più efficace la gestione di malattie particolarmente complesse, tra cui il diabete, o in generale la gestione di alcune cronicità che sono caratterizzate e causate da una multifattorialità di eziologia e di complicanze.

Lo studio si è concentrato su due aspetti: (i) stimare il rischio di sviluppare una o più complicanze (di qualsiasi tipo) correlate al diabete di tipo II e ii) stimare il rischio per un paziente di sviluppare un tipo specifico di complicanza (ad esempio retinopatia, ipotiroidismo o metabolismo lipoide). Sono stati dunque sviluppati due diversi modelli predittivi: (i) un modello per stimare il rischio che un paziente diabetico sviluppi qualsiasi complicazione; (ii) un modello per stimare il rischio di sviluppare una particolare complicanza (retinopatia, ipotiroidismo, metabolismo lipoide). Le prestazioni di entrambi i modelli hanno superato il 90% (AUC).

A 2.2: Utilizzo di tecniche di modellistica matematica per identificare strategie ottimali per il controllo di epidemie (DPCS). *Risultato atteso*: studio sull'impatto delle disuguaglianze nell'accesso alla cura su mortalità e morbilità delle malattie infettive nei paesi in via di sviluppo (DPCS).

Durante il 2019, l'Unità DPCS ha svolto attività di supporto alle attività di vaccinazione coordinate dall'OMS per contenere l'epidemia di Ebola in Repubblica Democratica del Congo. In particolare, sono state fornite in modo continuativo stime dell'efficacia della strategia di vaccinazione ad anello e predizione nel breve-medio periodo dell'andamento dell'epidemia.

Si segnala, inoltre, la pubblicazione di 4 articoli relativi all'ecologia, dinamica di trasmissione e controllo di malattie trasmesse da vettore (Dengue e Febbre gialla in particolare).

A.2.3: Sviluppo di metodi computazionali per la caratterizzazione della connettività cerebrale che possano migliorare la gestione degli interventi neurochirurgici e il successivo processo di riabilitazione (NILab). *Risultato atteso*: studio di un metodo innovativo basato su deep learning per la caratterizzazione di una connessione cerebrale importante per la visione (NILab).

Un elemento critico nella pianificazione di un intervento neurochirurgico è l'individuazione delle principali connessioni cerebrali. Questa attività si configura come una dissezione virtuale del cervello a partire da neuroimmagini. È un compito che richiede una approfondita conoscenza dell'anatomia del cervello e viene curato manualmente dai neurochirurghi. Un fattore critico è il tempo richiesto per elaborare i dati di un paziente. Alcune soluzioni per automatizzare la dissezione virtuale delle connessioni cerebrali sono state proposte dalla comunità scientifica ma sono poco personalizzabili e forniscono un risultato poco accurato. Nel corso del 2019 si è sviluppato un nuovo metodo basato su un approccio di supervised machine learning che a partire anche da pochi esempi di dissezione curati da un neurochirurgo è in grado di produrre risultati analoghi su nuovi pazienti in modo automatico e rapido. I risultati di una prima indagine empirica sono stati presentati a un importante evento della comunità scientifica (International Symposium on Biomedical Imaging - ISBI). Una versione completa del lavoro è stata documentata in un manoscritto sottomesso ad una rivista internazionale di prima fascia (Neuroimage). L'attività di ricerca è stata svolta in collaborazione con l'Unità Operativa di Neurochirurgia dell'Ospedale S. Chiara di Trento e con il Dipartimento di Brain and Psychological Sciences di Indiana University.

A 2.4: Modelli computazionali basati su reti complesse per la biologia e la medicina dei sistemi: integrazione dati multi-omici, comorbidità, connettività cerebrale (CoMuNe). *Risultati attesi*: studio di modelli predittivi basato su tecniche di reti complesse per la caratterizzazione di malattie a partire da dati omici e di fenotipo (CoMuNe). Studio di modelli predittivi basato su tecniche di reti complesse per identificare marker strutturali e funzionali che caratterizzano pazienti con disordini psichiatrici e malattie neuro-degenerative (CoMuNe).

Per il primo risultato atteso CoMuNe raggiunge l'obiettivo con la pubblicazione di 2 articoli: uno su metodi di analisi di interazioni malattia-malattia con approccio single- e multi-layer, l'altro su analisi di mesoscala per l'identificazione di moduli funzionali dall'alto contenuto biologico nel proteoma umano.

Per il secondo risultato atteso viene raggiunto l'obiettivo con attività di ricerca con APSS, processamento dei dati e analisi statistica avanzata che evidenzia la differenza significativa tra pazienti a diversi stadi di demenza: mild cognitive impairment (MCI) e Alzheimer's Disease (AD). I risultati preliminari e il modello predittivo sono stati presentati alle conferenze CompleNet (contributo poster) e CCS/Italy (contributo orale).

A 2.5: Modelli computazionali e tecniche di modellistica matematica per l'analisi del comportamento umano in sistemi socio-tecnologici e la presa di decisioni in risposta ad eventi eccezionali (CoMuNe). *Risultato atteso*: studio di modelli predittivi basato su tecniche di reti complesse per la caratterizzazione del comportamento umano e le dinamiche collettive a partire da dati di social media (CoMuNe).

CoMuNe raggiunge l'obiettivo con la pubblicazione dei seguenti articoli: (i) un articolo sulla caratterizzazione dei fenomeni sociali di larga scala su Twitter, analizzando in particolare il comportamento collettivo durante le recenti elezioni politiche italiane e scoprendo l'esistenza di "augmented humans"; (ii) un articolo sull'analisi delle decisioni umane in esperimenti controllati; (iii) un articolo sull'analisi dei flussi di mobilità di grande scala, ottenuti grazie ad una collaborazione internazionale che ha coinvolto anche Google.

A 2.6: Sviluppo di tecniche di information extraction da letteratura scientifica a supporto del medico curante (NLP). *Risultato atteso*: sviluppo di tecniche di information extraction da testi scientifici medici a supporto del medico curante (NLP).

Sono state sperimentate tecniche per estrarre informazioni utili all'attività del medico da repository di pubblicazioni scientifiche in ambito medico. L'attività di ricerca si è rivolta in particolare al riconoscimento automatico di entità rilevanti in testi bio-medici (ad esempio medicinali), utilizzando metodi basati su apprendimento "multi-task", che hanno ottenuto risultati significativi. È proseguita la collaborazione con l'Università di Brescia e il reparto di Radiologia degli Spedali Civili di Brescia per la classificazione dei referti radiologici. Nell'ambito del progetto MelanoBase, in collaborazione con l'Università di Zurigo, è stato realizzato e messo a disposizione della comunità scientifica un insieme di documenti annotati per il riconoscimento di relazioni tra geni e melanoma. Sono state inoltre sperimentate nuove tecniche per raccogliere e arricchire terminologie mediche a partire da articoli scientifici. Il gruppo ha inoltre partecipato attivamente all'organizzazione del workshop LOUHI-2019 (10th International Workshop on Health Text Mining and Information Analysis), svoltosi a Hong Kong, e focalizzato sull'analisi automatica di documenti nel campo sanitario.

Obiettivo 3: "Innovazione del Servizio Sanitario e Trasferimento Tecnologico"

A 3.1: Evoluzione ed ingegnerizzazione della piattaforma TreC-VC_Diabete (e-Health). *Risultato atteso*: messa a regime in APSS della versione evoluta e ingegnerizzata della piattaforma TreC-VC_Diabete nell'ambito della gestione di malati con diabete di tipo 1 all'interno dei Centri Diabetologici (e-Health). Messa a servizio in APSS della versione evoluta e ingegnerizzata della piattaforma TreC-VC_Diabete nell'ambito del supporto alla medicina di territorio (es. AFT, medicina di gruppo) nella gestione dei malati con diabete di tipo 2 (e-Health).

Nel corso del 2019, TreC-VC_Diabete per la cura e il monitoraggio remoto del diabete, è entrata nella fase di "servizio sperimentale" sia per il diabete di tipo I pre- gravidico che per il diabete di tipo 2 gestazionale. Con questa applicazione un dottore può prescrivere, oltre a una modalità di telemonitoraggio, un "assistente virtuale" basato su tecniche di Intelligenza Artificiale per supportare il malato diabetico nella auto-gestione della propria malattia. Al fine di raggiungere questo obiettivo, abbiamo coinvolto il Centro Diabetico adulti di Trento (U.O. Medicina), il Gruppo MMG (Medici di Medicina Generale) San Martino di Trento e l'AFT (Aggregazioni Funzionali Territoriali) di Pinzolo, oltre ai centri diabetologici della Provincia (Rovereto, Arco, Tione, Borgo Valsugana, Cavalese, Cles). La fase di co-progettazione ed utilizzo del sistema di monitoraggio è terminata a giugno 2019 ed ha visto l'"arruolamento" di 30 pazienti (tipo II). La successiva ricognizione organizzativa dei CAD (Centri Assistenza Diabetologica) sul territorio si è concretizzata coinvolgendo anche adulti diabetici di tipo I ed ha interessato Trento (10 pazienti), Borgo Valsugana (2 pazienti) e Tione (2 pazienti). Nell'ambito del diabete gestazionale, che ha un'incidenza di 250 casi/anno, il sistema in produzione è stato utilizzato da 15 pazienti (10 a Trento, 3 a Rovereto e 2 a Tione).

A 3.2: Evoluzione della piattaforma mobile TreC_FSE (e-Health). *Risultato atteso*: messa a servizio in APSS della versione evoluta della piattaforma TreC_FSE (e-Health).

Nel corso del 2019 è iniziata la co-progettazione della versione evoluta della app TreC_FSE all'interno del laboratorio congiunto mentre la sua messa a servizio è slittata al 2020 per consentire l'affidamento con gara Consip ad un'impresa IT in grado di realizzare l'ingegnerizzazione della nuova versione della piattaforma TreC (vedi attività 3.4). L'attività di co-progettazione ha comunque consentito di condividere un concept di una nuova app che partendo da TreC-FSE integri l'ecosistema di app che si appoggiano al middleware di TreC (APSS, TreC_Diabete, ecc) in una sola app personalizzabile e prescrivibile (app unica)

A 3.3: Realizzazione di una piattaforma per il geocaching a favore dell'invecchiamento attivo (e-Health). *Risultato atteso*: sperimentazione della piattaforma di geocaching in alcuni settings sperimentali (es. parco Paneveggi) (e-Health).

GeoTreC è un'applicazione mobile che fa parte della nuova piattaforma di geocaching appositamente progettata nel 2018 per supportare attività di promozione

dell'invecchiamento attivo. Sviluppata nel corso del 2019, risponde agli obiettivi di promozione del movimento, dei sani stili di vita e della conoscenza del territorio con l'aiuto della tecnologia. L'idea di fondo è quella di una caccia al tesoro, simile al geocaching, che permette a squadre di partecipanti di sfidarsi all'aria aperta nel trovare punti di interesse e al contempo compiere il maggior numero di passi possibile, per mantenere uno stile di vita sano e salutare.

Nel corso del 2019 sono stati integrati nella app quattro percorsi tematici che si snodano in varie zone della città di Trento e che sono caratterizzati da propri punti di interesse –geocache- da scoprire. Questi percorsi sono il risultato di un precedente progetto (Impronte, 1^a edizione) realizzato in collaborazione con un gruppo di anziani del Centro Servizi Contrada Larga sito in via Belenzani a Trento. Le geocache sono sparse nella città e sono di varia natura. Sono individuabili per mezzo di coordinate geografiche che ne consentono la visualizzazione su una mappa interattiva sullo smartphone. Ogni geocache contiene una breve descrizione, una foto del punto di interesse e una semplice domanda culturale a risposta chiusa (la risposta è sempre contenuta nel testo). Se, da un lato, i testi delle geocache hanno una valenza didattica e nozionistica, dall'altra l'app include anche messaggi mirati riguardanti i sani stili di vita di un individuo. Ad ogni geocache, infatti, dopo aver risposto alla domanda, compare una breve pillola di saggezza per sensibilizzare l'utente su tematiche come la corretta alimentazione e l'attività fisica. Al termine del gioco queste informazioni saranno oggetto di verifica in un breve quiz con domande vero/falso.

GeoTreC è stata presentata per la prima volta al pubblico con l'iniziativa "Muoviti con il geocaching!" nelle giornate del Festival dello Sport (Trento, 10-13 ottobre 2019) che hanno rappresentato un banco di prova per l'applicazione. Successivamente UniTrentoSport ha fatto richiesta di collaborazione che si è poi concretizzata nell'ambito di una competizione a squadre denominata "Asbjorn Cup" organizzata all'interno del Forum & Assembly di ENAS (l'European Network of Academic Sports Services) ospitato dall'Università di Trento nel periodo 3-8 novembre 2019. La app GeoTreC è stata utilizzata da più di 90 delegati provenienti da 21 diverse università europee coinvolti nella sfida che si è svolta nelle vie del centro storico di Trento.

A 3.4: Collaborazioni industriali con imprese che operano nell'ambito della sanità digitale (e-Health).

Nel corso del 2019 APSS ha utilizzato la gara SGI (all'interno dell'accordo quadro Consip) per il procurement dei servizi richiesti sull'intero ciclo dalla ricerca alla produzione di soluzioni innovative (in particolare per l'ingegnerizzazione ed evoluzione della piattaforma TreC e, in particolare, di TreC_FSE – attività A 3.2). La finalità è di ridurre i tempi di transizione tecnologica dei risultati della ricerca per portarli rapidamente ai cittadini, disegnando un ambiente di co-innovazione (co-innovation lab) che coinvolge FBK, la RTI (DedaGroup) e APSS, per creare continuità fra i soggetti che fanno ricerca e sperimentazione e i soggetti che hanno in carico il consolidamento e la gestione continua del sistema. Nel corso del 2019, all'interno del co-innovation lab tra APSS-FBK-DedaGroup, è nata una forte collaborazione tra FBK e DedaGroup con l'esigenza di far evolvere la piattaforma TreC in modo da rendere coerenti e unitari i servizi al cittadino attualmente erogati via web e app, portare sul cloud le applicazioni nuove e esistenti passando ad una architettura a microservizi, gestire

gli sviluppi realizzati da più soggetti (enti di ricerca, aziende private, IT interno) mantenendo il controllo delle versioni del prodotto dallo sviluppo alla produzione, e rendere le soluzioni effettivamente riusabili e portabili da parte di altre PA.

A 3.5: Sviluppo di IFOF-Seg, una componente software di ausilio alla pianificazione neurochirurgica (NILab). *Risultato atteso*: sperimentazione di IFOF-Seg presso l'Unità di Neurochirurgia dell'Ospedale S. Chiara a Trento (NILab).

La materia bianca del cervello è costituita dalle connessioni neuronali. Per preservare le funzioni cognitive di un paziente durante un intervento chirurgico è importante salvaguardare alcune regioni della materia bianca dalla resezione chirurgica. Queste regioni possono essere individuate su alcune delle più recenti tipologie di neuroimmagini che sono acquisite con la risonanza magnetica. Un recente studio neuroanatomico, condotto congiuntamente dalle Unità Operative di Anatomia Patologica e Neurochirurgia dell'Ospedale S. Chiara di Trento, ha individuato una specifica regione denominata "IFOF stem" (Inferior Fronto Occipital Fasciculus). Il processo di individuazione di questa regione viene svolto manualmente caratterizzando un volume mediante la segmentazione di aree su più piani di proiezione. Nel corso del 2019 si è sviluppato un metodo basato su deep learning per segmentare in modo automatico lo stem dell'IFOF. La sperimentazione è stata svolta in collaborazione con l'Unità Operativa di Neurochirurgia dell'Ospedale S. Chiara e il Dipartimento di Neuroscienze dell'Ospedale Bambino Gesù IRCCS di Roma. I risultati del lavoro sono stati documentati in un manoscritto sottomesso ad una conferenza di prima fascia (International Symposium of Biomedical Neuroimaging) ed accettato con peer review per la presentazione.

A.3.6: Formazione del personale sanitario sulle nuove tecnologie di neuroimaging (NILab).

Nel corso del 2019 è stato organizzato in collaborazione con APSS l'evento "ConnectBrain: Theoretical and practical course on clinical and surgical applications of structural and functional connectivity". L'evento ha avuto luogo dal 20 al 22 giugno ed è stato strutturato in due parti, una sezione per le relazioni scientifiche ed una dedicata alla parte pratica con i nuovi strumenti di information technology. Il programma scientifico comprendeva keynote lectures di Hugues Duffau, Laurent Petit, Maxime Descoteaux, Emmanuel Mandonnet, Natalie Voets, Mitchell Berger. La prima giornata dell'evento è stata dedicata ad un aggiornamento sui recenti sviluppi della tecnologia per quel che riguarda l'elaborazione di dati per la connettività cerebrale, riportando i contributi sviluppati dal NILab. La sezione hands-on è stata curata dal NILab predisponendo l'infrastruttura di calcolo e gli strumenti software già collaudati e in uso presso l'Unità Operativa di Neurochirurgia dell'Ospedale S. Chiara di Trento.

A 3.7: Utilizzo e personalizzazione dell'applicazione di automazione di account su social media Pokedem nel progetto TrentinoSalute4.0 (FM). *Risultato atteso*: messa a servizio di Pokedem per la gestione dell'account Twitter di TrentinoSalute4.0 con valutazione sull'impatto delle attività del social media manager (FM).

Future Media ha messo in produzione il servizio Pokedem con TrentinoSalute4.0 e con il gruppo Digital Communication e Grandi Eventi di FBK. Con quest'ultimo è stato inoltre avviato un progetto interno, co-finanziato dalla Segreteria generale, per il supporto alla gestione dell'account Twitter della Fondazione e il monitoraggio e la comparazione dei risultati degli account dei ricercatori e dei gruppi di ricerca. Rispetto alla pianificazione iniziale, lo sviluppo di Pokedem si è dovuto riorientare principalmente sull'analisi degli account e dei contenuti, accantonando temporaneamente la componente sull'automazione, per non violare i cambiamenti avvenuti nei termini d'uso del social network nell'ultimo anno. La fase di sviluppo e sperimentale del nuovo servizio si è conclusa con successo, mostrando la capacità di monitoraggio e suggerimento di contenuti per gli account istituzionali e di progetto di FBK. Inoltre, ha permesso di creare un work package di comunicazione da inserire nelle proposte di progetto della linea, già utilizzato in alcune proposte, di cui una vinta.

A 3.8: Estensione di BringTheFood per consentire a volontari "occasionalni" la raccolta e redistribuzione delle eccedenze (tipicamente disponibili in zone pedonali/centri storici) (ICT4G). A 3.9: Estensione di BringTheFood per implementare strategie di redistribuzione delle eccedenze che tengano conto delle raccomandazioni sull'alimentazione (p.e. piramide, choose my plate) (ICT4G). *Risultato atteso*: incremento delle eccedenze alimentari recuperate ed allargamento della rete di volontari (ICT4G).

BringTheFood è stato esteso per consentire a volontari la consegna a domicilio delle eccedenze alimentari, all'interno di una sperimentazione con il Banco Alimentare del Trentino/Alto-Adige e Risto3. La sperimentazione è stata poi avviata con ritardo e il sistema ha cominciato ad essere utilizzato a cavallo del 2020 (A 3.8). Sono state prodotte delle analisi in R che consentono di classificare le donazioni in termini di macro-classi di nutrienti. Si tratta di un primo passo verso un monitoraggio più continuo delle donazioni e della "qualità" del donato (A 3.9). Relativamente all'incremento delle donazioni, in effetti, nel 2019 le donazioni dal settore delle eccedenze di produzione dovrebbe essere rimasto costante (un po' più di 300t/anno), mentre il lato distribuzione e ristorazione ha visto un incremento. Nel 2019 sono state registrate donazioni per 331 tonnellate, un deciso incremento rispetto agli anni precedenti. Merito sostanzialmente di tre fenomeni: l'allargamento della rete, l'incremento delle operazioni sulla rete, l'uso di BTF per registrare donazioni dalla grande distribuzione. L'allargamento delle rete dei volontari è conseguente all'allargamento della rete.

Altri risultati

Unità CoMuNe

Pubblicazione di eccellenza, non direttamente inerente ai temi della Linea, confermata da Riccardo Gallotti: Bassolas et al, Nature Communications 10, 4817 (2019), IF 11.9.

Collaborazione con Google per lo studio della mobilità umana su scala globale.

CoMuNe ha ospitato attività di internship di giovani ricercatori e studenti (2 MSc student del Dipartimento di Scienze Sociali e di Fisica dell'Università di Trento, 2 PhD student dell'Università del Cile e dell'Università di Copenhagen).

Manlio De Domenico ha ricevuto il premio "Young Scientist Award on Statistical Physics" della Commissione C3 della The International Union of Pure and Applied Physics per "le applicazioni interdisciplinari della fisica statistica".

Unità DPCS

Pubblicazione di 12 articoli scientifici nei seguenti ambiti:

- ecologia, dinamica di trasmissione e controllo di malattie trasmesse da vettore (Dengue e Febbre gialla in particolare);
- strategie innovative di vaccinazione per l'eliminazione del morbillo in Italia, basate sulla vaccinazione dei bambini all'ammissione a scuola e sulla vaccinazione dei genitori dei bambini al momento della loro vaccinazione;
- resistenza antimicrobica e, in particolare, analisi della dinamica di diffusione della resistenza in comunità e ospedali; proposta di nuove modalità con cui effettuare trial clinici su nuovi antibiotici;
- dinamica di trasmissione dell'epidemia di epatite A nella regione Lazio durante il periodo 2017-17;
- effetti attesi della chiusura delle scuole per mitigare la diffusione dell'influenza;
- introduzione di un innovativo atlante funzionale del cervello umano.

Unità e-Health

La terapia intensiva è stata identificata come nuovo ambito di interesse per le attività di medical deep learning. Sono stati sviluppati e valutati (sotto la guida di clinici) i seguenti modelli: (i) un modello per la previsione del delirio in collaborazione con Cleveland Clinic, (ii) un modello per la previsione della mortalità, in collaborazione con Karolinska Institutet; (iii) un modello per la predizione del lattato nel siero del sangue (indicatore di infezioni) in pazienti in terapia intensiva in collaborazione con TrentinoSalute4.0 (rif. Monica Moz).

Sono state approvate 5 proposte progettuali sui seguenti bandi: H2020 (Value-based methodology for integrated care supported by ICT - VALUECARE - e Brokerage and market platform for personal data - KRAKEN-), Twinning-WE4AHA (Gemellaggio con Oulu, Finlandia) e conferma di TS4.0 come Reference Site per l'iniziativa EIP-AHA (entrambe nell'ambito dell'invecchiamento attivo e in buona salute), Legge 6 (RedFlags).

Nell'ambito delle attività legate alla tematica del medical deep learning si segnala che sono state definite le collaborazioni (i) con i clinici di Cleveland Clinic, il centro più grande di terapia intensiva negli Stati Uniti; (ii) con il Massachusetts Institute of Technology (Laboratory for Computational Physiology) con la possibilità di accesso ai dati di 250.000 pazienti; (iii) con Karolinska Institutet, Division of Cardiology, Svezia. Continuano le collaborazioni con il Mount Sinai Hospital,

New York e con l'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari (APSS) focalizzata sulla terapia intensiva.

Seyedmostafa Sheikhalishahi, studente di dottorato, e Behrooz Mamandipoor, studente di Master, hanno vinto il primo premio alla tre giorni sull'intelligenza artificiale applicata alla terapia intensiva "Milan Critical Care Datathon and ESICM's Big Data Talk" (1-3 febbraio 2019). Si è trattato di un evento scientifico europeo dedicato all'uso della IA, dei big data e del machine learning in terapia intensiva organizzata dall'Humanitas Research Hospital di Milano in collaborazione con il Politecnico di Milano, il MIT (Massachusetts Institute of Technology di Boston, USA) e la ESICM (Società Europea di Medicina Intensiva), e sponsorizzato da Google (<https://magazine.fbk.eu/it/news/lintelligenza-artificiale-per-la-medicina/>).

All'evento "Brains meet Digital Enterprises" - Digital Meet (Padova, 22 ottobre 2019) Giulia Bassi, PHD Student presso l'Unità e-Health e studentessa del Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, Università degli Studi di Padova e del BMCS (Brain Mind and Computer Science, Centro HIT, PhD course), ha vinto il premio per l'innovazione metodologica e l'impatto scientifico grazie al suo progetto di ricerca sull'intervento di Healthy Coping (interventi psico-educativi per una sana gestione dei sintomi di ansia, stress e depressione) per il diabete tipo 2

<https://trentinosalutedigitale.com/blog/2019/11/06/healthy-coping-per-diabete-tipo2-un-premio-di-ricerca-per-linnovazione-metodologica-e-limpatto-scientifico/>).

Unità FM

Sono state avviate sperimentazioni per lo sviluppo di chatbot in ambito sanitario basati su servizi, quali Alexa a DialogFlow, e open source software (Rasa).

È stato rinnovato la commessa industriale con eBay per il 5° anno consecutivo, con l'obiettivo di mantenere il servizio di valutazione MT-equal in produzione oltre allo sviluppo di eventuali nuove funzione e/o correzione di errori.

È stato concluso con successo il progetto SoWeeGo con la Wikimedia Foundation per trasferire in Wikidata i collegamenti con i Social Media e altre basi di conoscenza.

Unità NILab

Consolidamento del proprio network di collaborazioni scientifiche nazionali e internazionali con:

- IRCCS Medea per brain tissue segmentation con modelli di deep learning;
- Ospedale San Raffaele per neuroimaging biomarkers di sclerosi multipla;
- Dipartimento di Brain and Psychological Sciences di Indiana University per uno studio di brain connectivity su piattaforma open science;
- Wayne State University per uno studio di brain connectivity con integrazione di dati genetici;
- EPFL per uno studio di dinamica della connettività;

- CNRS di Bordeaux per uno studio su connettività strutturale con modelli di deep learning.

Unità NLP

Risultati significativi nel settore della generazione contro-narrative per combattere fenomeni di linguaggio d'odio (hatespeech) sul web, nel contesto del progetto HATEMETER.

Unità PDI

Collaborazione con DOMPE, una delle principali aziende biofarmaceutiche italiane, sull'estrazione di descrizioni di processi da testo.

Svolgimento di un progetto finanziato dal bando Proof-of-Concept (POC) promosso da Hub Innovazione Trentino.

Collaborazioni scientifiche testimoniate da pubblicazioni congiunte con i seguenti atenei italiani e stranieri: Università degli Studi di Bologna, Libera Università di Bozen-Bolzano, University of Tartu (Estonia), Eindhoven University of Technology (the Netherlands), University of Liverpool (UK), University of Amsterdam, Università degli Studi di Cagliari.

Collaborazioni scientifiche testimoniate da pubblicazioni congiunte con i centri di ricerca italiani: Laboratorio CNR-ISTIC di Ontologia Applicata (LOA), Fondazione LINKS di Torino, Know-Center Graz (Austria).

Partecipazione al laboratorio congiunto con l'Università degli Studi di Padova attraverso l'insegnamento di un corso di "Process Mining nel Master in Data Science".

Due studenti di dottorato congiunti con la Libera Università di Bozen-Bolzano (1 dottorando per il 34° ciclo; 1 dottorando per il 35° ciclo).

Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Eccellenza scientifica

Pubblicazioni scientifiche per Unità pubblicate in via definitiva nel 2019:

CoMuNe	Journal: 10 Q1	
DPCS	Journal: 11 Q1	
NILab	Journal: 3 Q1	Conference: 3 Q1, 2 Q2
NLP	Journal: 2 Q1	Proceeding: 2 Grin1, 3 Grin2
PDI	Journal: 6 Q1, 1 Q2	Proceeding: 2 Grin1

Organizzazione di eventi scientifici di rilevanza nazionale/internazionale:

Unità CoMuNe

Nel 2019 sono stati organizzati i seguenti eventi scientifici di rilevanza internazionale:

- CCS/Italy 2019, Italian Regional Conference on Complex Systems (<https://www.fbk.eu/it/event/ccs-italy-2019/>) (Trento, 1-3 luglio 2019);

- sesta edizione della Scuola Internazionale MSCx, Mediterranean School of Complex Networks (<http://mediterraneanschoolcomplex.net/2019.html>) (Salina, Sicilia, 31 agosto-6 settembre 2019);
- PhysPlex III @ CCS 2019 (<https://comunelab.fbk.eu/PhysPlex2019/>) (Singapore, 3 ottobre 2019);
- URBANSYS @ CCS 2019 (<https://urbansys2019.ifisc.uib-csic.es/>) (Singapore, 2 ottobre 2019);
- Photonic Reservoir Computing and information processing in complex networks (<http://nanolab.physics.unitn.it/index.php/1197-hotonic-reservoir-computing-and-information-processing-in-complex-network>) (Trento, 4-6 dicembre 2019);
- CHuB International Workshop (<http://chub.fbk.eu/chub-international-workshop/>) (Trento, 25-28 giugno 2019).
- CoMuNe ha fatto parte del comitato organizzatore dell'evento SIAM Workshop on Network Science (<https://www.siam.org/conferences/cm/conference/ns19>) (SnowBird, Utah, USA, 22-23 maggio 2019).

Unità DPCS

Organizzazione della summer school “Data Science and Epidemic Models” (<https://webmagazine.unitn.it/en/evento/dmath/51928/data-science-and-epidemic-models>) (Trento, 8-12 luglio 2019) in collaborazione con l'Università di Trento.

Unità e-Health

Organizzazione della 13th International Pervasive Health Conference (<http://pervasivehealth2019.eai-conferences.org/>) (Trento, 20-23 maggio 2019). General Chairs: Oscar Mayora e Stefano Forti.

Unità NILab

Nel corso del 2019 è stato organizzato in collaborazione con APSS l'evento “ConnectBrain: Theoretical and practical course on clinical and surgical applications of structural and functional connectivity”. L'evento ha avuto luogo dal 20 al 22 giugno ed è stato strutturato in due parti, una sezione per le relazioni scientifiche ed una dedicata alla parte pratica con i nuovi strumenti di information technology. Il programma scientifico comprendeva keynote lectures di Hugues Duffau, Laurent Petit, Maxime Descoteaux, Emmanuel Mandonnet, Natalie Voets, Mitchell Berger. La prima giornata dell'evento è stata dedicata ad un aggiornamento sui recenti sviluppi della tecnologia per quel che riguarda l'elaborazione di dati per la connettività cerebrale, riportando i contributi sviluppati dal NILab. La sezione hands-on è stata curata dal NILab predisponendo l'infrastruttura di calcolo e gli strumenti software già collaudati e in uso presso l'Unità Operativa di Neurochirurgia dell'Ospedale S. Chiara di Trento.

Unità NLP

Organizzazione della conferenza ACL-2019 (<http://www.acl2019.org/EN/index.xhtml>) a Firenze (28 luglio-2 agosto 2019), il più importante evento mondiale nel settore delle tecnologie del linguaggio, con 3500 partecipanti provenienti da tutto il mondo.

Unità PDI

Chiara Ghidini è stata Programme co-chair della 18ma International Semantic Web Conference (ISWC) (<https://iswc2019.semanticweb.org/>), la principale conferenza mondiale di semantic web (Nuova Zelanda, 26-20 ottobre 2019).

Chiara Di Francescomarino è stata workshop co-chair alla 17ma International Conference on Business Process Management (<https://bpm2019.ai.wu.ac.at/>), la principale conferenza mondiale su business processes (Vienna, 1-6 settembre 2019).

Impatto su mercato e società

Per quanto riguarda le metriche della app TreC_FSE, al 31 dicembre 2019 le attivazioni risultavano essere 14.667. Ci sono stati 8.667 nuovi utenti nel solo anno 2019, con una media di circa 700 attivazioni al mese. Dalla messa a servizio di TreC_FSE il trend delle attivazioni è sempre stato crescente, con significativi incrementi corrispondenti alle campagne di comunicazione messe in atto. L'obiettivo dei 15.000 utenti è stato raggiunto e superato già a gennaio 2020.

Gli obiettivi del progetto TrentinoSalute+ per il 2019 hanno riguardato l'introduzione di funzionalità per il miglioramento del supporto all'utente nel raggiungimento degli obiettivi e la personalizzazione degli interventi del virtual coach. La profonda modifica delle funzionalità dell'interfaccia e le nuove funzionalità di back-end programmate non erano compatibili con la precedente versione e il rilascio della nuova versione ad aprile 2019 ha richiesto l'azzeramento dei dati degli utenti già iscritti (inserimenti, obiettivi e sfide). In termini numerici, a fine 2019 il numero complessivo di utenti di Salute+ è stato di poco oltre i 3.200. Dal rilascio (aprile 2019), le nuove funzionalità sono state usate da circa mille nuovi utenti. Il sistema ha fornito feedback per oltre 200.000 inserimenti relativi al dominio dell'alimentazione e circa 25.000 inserimenti relativi all'ambito dell'attività fisica. Gli utenti hanno considerato rilevanti più di 5000 suggerimenti.

Le attività del laboratorio congiunto con GPI per il 2019 hanno visto incontri sull'applicazione dell'IA negli ambiti delle malattie croniche che della terapia intensiva. Sono state preparate e sottomesse tre proposte di finanziamento della ricerca a livello europeo e nazionale: (i) HealthBroker (Horizon 2020) che propone la condivisione dei soli modelli predittivi clinici elaborati localmente, tutelando così la privacy dei dati dei pazienti; (ii) LUCID - Chronicity and Big Data (call HUB R&I) in cui agenti previsionali esperti centralizzati utilizzeranno le informazioni presenti in database sanitari e negli strumenti di telemedicina per imparare dai dati e successivamente stratificare i pazienti in base ad un punteggio di rischio. (iii) MyHealthPortal (Horizon 2020) che mira a promuovere la comprensione, l'aderenza al trattamento e l'alfabetizzazione sanitaria dei pazienti attraverso un approccio a più livelli con la messa a

disposizione di soluzioni digitali intelligenti adattabili e personalizzabili sui bisogni del singolo paziente.

Nel 2019 le operazioni di BringTheFood si sono estese alla città di Trieste (piccolo pilota) e Bolzano (piccolo pilota). Sono state inoltre attivate raccolta da mense scolastiche nella città di Padova. Sono continuate le attività di raccolta nella province di Genova e Trento e quelle di redistribuzione delle eccedenze di produzione a Padova. I maggiori volumi di raccolta hanno consentito di raggiungere, nel 2019, le 150 t di eccedenze recuperate, equivalenti a 1.000.000 di porzioni. È stata infine attivata una modalità di prenotazione e consegna a domicilio, la cui sperimentazione ha avuto inizio nei primi mesi del 2020 in un pilota molto limitato.

Per l'Unità CoMuNe, nel progetto finanziato dall'impresa americana FOREKNOW, il prodotto della ricerca è utilizzato per predire spostamenti individuali all'interno di città per fornire servizi personalizzati al cittadino negli Stati Uniti. L'impatto sulla società è significativo per l'identificazione di moduli biologici funzionali, con impatto sulle relazioni e la comorbidità di malattie complesse che includono vari sotto-tipi di cancro, Alzheimer, Parkinson, sotto-tipi di diabete.

3. Pubblicazioni più significative

Riportiamo nel seguito le pubblicazioni più rappresentative dell'attività di ricerca svolta nella Linea Health&Wellbeing e pubblicate in via definitiva nel 2019:

- Sarvenaz Choobdar, Mehmet E. Ahsen, Jake Crawford, Mattia Tomasoni, Tao Fang, David Lamparter, Junyuan Lin, Benjamin Hescott, Xiaozhe Hu, Johnathan Mercer, Ted Natoli, Rajiv Narayan, The DREAM Module Identification Challenge Consortium, Aravind Subramanian, Jitao D. Zhang, Gustavo Stolovitzky, Zoltán Kutalik, Kasper Lage, Donna K. Slonim, Julio Saez-Rodriguez, Lenore J. Cowen, Sven Bergmann, Daniel Marbach: Assessment of network module identification across complex diseases. *Nature Methods* 16, 843-852 (2019);
- Di Ruscio, Francesco; Guzzetta, Giorgio; Bjørnholt, Jørgen Vildershøj; Lee-gaard, Truls Michael; Moen, Aina Elisabeth Fossum; Merler, Stefano; Freiesleben de Blasio, Birgitte: Quantifying the transmission dynamics of MRSA in the community and healthcare settings in a low-prevalence country. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, July 2019, 116(29): 201900959;
- P. Avesani et al.: The open diffusion data derivatives, brain data upcycling via integrated publishing of derivatives and reproducible open cloud services. *Scientific Data*, 6, 69 (2019);
- Chung, Y. L.; Kuzmenko, E.; Tekiroglu, S.; Guerini, M.: CONAN - COunter NAratives through Nichesourcing: a Multilingual Dataset of Responses to Fight Online Hate Speech. *Proceedings of ACL 2019*, pp. 2819-2829.

SDI – Smart Digital Industry

<https://ict.fbk.eu/areas/smart-digital-industry/>

Responsabile: Alessandro Cimatti

1. Sommario

La High-Impact Initiative in Smart Digital Industry (HII-SDI) si propone di affrontare le sfide poste dall'industria nell'era digitale. In particolare, si affrontano varie classi di sistemi industriali: sistemi critici, sistemi adattivi e autonomi, sistemi per la percezione avanzata, sistemi di diagnosi e predizione. Esistono esperienze pregresse ed in corso in vari settori applicativi, quali ferroviario, avionico, spaziale, controllo di produzione, petrolifero, automobilistico, robotico e automazione di processo.

Le attività di HII-SDI coprono varie fasi del ciclo di vita dei sistemi industriali, classificandoli in fasi offline che precedono la messa in operazione del sistema, e fasi di runtime, che seguono il commissioning. Per quanto riguarda le fasi offline si affrontano problematiche legate alla specifica e la validazione dei requisiti, la scelta delle architetture di runtime e il relativo deployment, analisi di reliability, verifica e testing, la realizzazione di algoritmi avanzati per la percezione ed il controllo. Per quanto riguarda le fasi di runtime, problemi importanti includono la pianificazione e lo scheduling, l'analisi dei dati per la diagnostica e la manutenzione predittiva, l'autocalibrazione dei sistemi di percezione, la riconfigurazione dinamica, l'integrazione di sensori e dati.

HII-SDI ha competenze verticali in varie aree tecnologiche trasversali, che consentono l'applicazione anche in altri settori (es. archeologia, smart cities, cultural heritage, medical imaging, social experience), secondo strategie concordate anche a livello di Centro o di Fondazione e in collaborazione con altre UdR, HII, Centri di FBK.

HII-SDI, nata nel 2018, comprende le Unità di ricerca in Embedded Systems (ES, resp. Cimatti), Software Engineering (SE, resp. Susi), Technologies of Vision (TeV, resp. Messelodi), 3D Optical Metrology (3DOM, resp. Remondino). Nel 2019 è stata inclusa anche l'Unità di Machine Translation (MT, resp. Turchi).

2. Risultati dell'attività di ricerca

Dal punto di vista dell'eccellenza scientifica, HII-SDI nel corso del 2019 ha consolidato il proprio posizionamento nelle comunità scientifiche di riferimento che comprendono Intelligenza Artificiale, Computer Aided Verification, Visione Artificiale, Metrologia, Software Engineering, Requirements Engineering e Machine Translation, con pubblicazioni su conferenze e riviste top, e presenze nei comitati di programma delle principali conferenze di settore. Hanno ricevuto abilitazione a professore Associato Marco Bozzano (H-index 27), Stefano Tonetta (23), Marco Turchi (23), Matteo Negri (25), Elisa Ricci (31), ed Alberto Griggio (26), e a professore ordinario Fabio

Remondino (50), Alessandro Cimatti (58), Marco Roveri (38), Angelo Susi (32), Anna Perini (39), Oswald Lanz (22). Hanno H-index superiore al 20 Piergiorgio Svaizer (28), Luisa Bentivogli (24). Inoltre, sono stati acquisiti 8 dottorandi affiliati alle diverse Università associate a FBK.

Per quanto riguarda l'impatto sul mercato e nella società, sono state effettuate azioni su diversi fronti. Vari tools di verifica e di design automation sviluppati in HII-SDI sono stati applicati all'interno di realtà industriali, sia internazionali (compagnia Oil&Gas italiana, Compagnia Aerospaziale internazionale, United Technologies) sia sul territorio (Phox). Sistemi di visione, monitoraggio, ispezione e metrologia sono stati applicati in vari campi (pneumatici / Marangoni, energia / Enel, smartphone / AMS, eventi sportivi / EyesVision, conteggio tracciamento persone / FLIR, market analysis / Spindox). Le competenze di Machine Translation sono state alla base delle attività della start up Modern Machine Translation.

L'obiettivo di HII-SDI, nel corso del 2019, è stato quello di sviluppare metodi e soluzioni ad alto contenuto innovativo per le applicazioni industriali del futuro, adottare tali soluzioni per la realizzazione di prototipi pre competitivi ad alto grado di maturità, favorirne l'applicazione in contesti industriali reali. Dal punto di vista tecnico, sono stati raggiunti i seguenti risultati:

- *Progettazione Model Based*: sono stati sviluppati e messi in campo tecniche e tools di model based per la progettazione, il testing, la verifica e la validazione di sistemi complessi. Sono stati utilizzati approcci informali - mutuati dal Software Engineering - e formali - basati su model checking - per esplorare le possibili integrazioni. L'approccio model based è stato esteso con tecniche di runtime verification per il monitoraggio avanzato di sistemi complessi. Infine, è stato esplorato l'uso di tecniche model based per il reverse engineering di codice industriale legacy.
- *Predictive Maintenance*: si è iniziata a definire la piattaforma per l'analisi di dati con finalità di diagnostica e prognostica, basata sull'integrazione di tecniche di DSP, Intelligenza Artificiale e Modellazione Formale, e sua applicazione, in ambito di manutenzione preventiva, ad una serie di casi industriali. In particolare, si è lavorato in FBK per la sensorizzazione e l'analisi del sistema di circolazione dell'aria della camera pulita, e si è collaborato informalmente con Hydro Dolomiti Energia (HDE) per valutare come applicare le tecniche alla diagnostica di una turbina idraulica.
- *Produzione Flessibile*: nel corso del 2019 sono state consolidate alcune tecniche di pianificazione automatica, e ri-pianificazione per sistemi di controllo di impianti di produzione flessibile in un ambiente industriale ad alta variabilità (attività svolta in un progetto Legge VI con la ditta PhoxEng). Inoltre, si è lavorato con una grossa ditta in ambito Oil&Gas sul controllo di una piattaforma robotica autonoma sottomarina.
- *Sistemi di Visione e Metrologia*: sono stati studiati e realizzati sistemi di visione per la comprensione di scene complesse e in grado di gestire la variabilità delle condizioni operative (moto relativo camera/scena, punto di osservazione, in-

door/outdoor) e del compito specifico (classificazione, segmentazione, localizzazione, descrizione della posa, re-identificazione, tracciamento). Inoltre, sono stati studiati e sviluppati modelli evoluti di deep learning da applicare a problemi di Visione Artificiale. Sono state definite e realizzate tecniche di metrologia ottica per l'analisi dimensionale di strutture; sono stati realizzati sistemi di visualizzazione basati su realtà aumentata per il controllo della produzione e l'accesso remoto finalizzato all'assemblaggio assistito.

- *Approcci per alta variabilità*: sono state studiate e sviluppate tecniche e tool per la specifica, l'analisi e la realizzazione di sistemi ad alta variabilità, sfruttando sinergie tra tecniche model-based e data-driven con l'obiettivo di usare i dati provenienti dal dominio per arricchire ed evolvere i modelli del sistema in modo continuo e tracciabile. Sono state identificate metodologie di sviluppo del software che integrano gli aspetti della variabilità e configurabilità dei sistemi come il "W" model. Sono state investigate le relazioni con tecniche di pianificazione, ottimizzazione, monitoraggio e diagnosi in ambito Intelligenza Artificiale.
- *Traduzione automatica*: è stato realizzato sistema di traduzione multilingua con finalità specifiche di traduzione di script di video per il sottotitolaggio e il doppiaggio. Inoltre, è stata definita una roadmap per l'integrazione e l'allineamento delle tecniche di Intelligenza Artificiale che stanno alla base della ricerca di machine translation alle tematiche di Digital Industry.

Nel corso del 2019, si sono consolidati progetti congiunti tra diverse Unità dell'HII-SDI sia con progetti locali, che nazionali ed internazionali. Sono state identificate due flagship per dimostrare in modo integrato le competenze di HII-SDI.

Per quanto riguarda la sostenibilità economica, nel 2019 HII-SDI prevedeva un budget di poco superiore ai 3MEU, ricavi di poco inferiori a 2MEU, e un autofinanziamento del 64%. A consuntivo nel 2019 il budget e risultato tendenzialmente in linea con le previsioni.

In generale le attività progettuali svolte, come previsto, sono risultate allineate con gli obiettivi di ricerca, e hanno consentito di consolidare la sinergia tra ricerca e impatto applicativo.

Nel corso del 2019 sono stati acquisiti ulteriori progetti, molti dei quali di tipo applicativo e di durata relativamente breve, che hanno da un lato migliorato ulteriormente il livello di autofinanziamento, ma che hanno dall'altro portato a un ritardo in attività di tipo istituzionale quali ricerca di base e push tecnologico.

In particolare, considerando gli obiettivi operativi e con particolare attenzione per Lavoro:

- è stato acquisito un progetto EIT-Raw Material con partenza Gennaio 2020 che coinvolge due Unità dell'HII SDI (ES e 3DOM);
- è stato acquisito il progetto EU H2020 iv4XR partito ad Ottobre 2109 che coinvolge due Unità dell'HI SDI (SE ed ES);
- si è consolidato il rapporto con RFI per quanto riguarda la realizzazione di un framework di supporto alla progettazione di sistemi ferroviari usando metodi

formali, si è lavorato alla realizzazione del modulo di autonomia del sistema di monitoraggio delle linee ferroviarie, e si è lavorato alla definizione di un nuovo progetto finalizzato al Testing, e alla realizzazione di un laboratorio congiunto con RFI stessa presso FBK;

- si è consolidata la collaborazione con compagnia Oil&Gas italiana, per quanto concerne lo sviluppo del sistema di autonomia di un drone sottomarino mediante stipula di un secondo accordo quadro;
- si è consolidata la collaborazione pluriennale con una Compagnia Aerospaziale internazionale per continuare a lavorare sui temi di interesse legati all'uso di metodi formali a supporto della progettazione;
- si è acquisito un progetto Legge VI con Cinetix (una ditta sul territorio);
- si è definito un accordo di collaborazione con GPI per la progettazione e realizzazione di una piattaforma per il caricamento automatico di medicinali;
- si è acquisito e svolto uno studio di fattibilità per la società EBITmax S.r.l. (Bolzano) allo scopo di valutare la possibilità di automatizzare la fase di valutazione dello stato di avanzamento di progetti di costruzione utilizzando tecniche di analisi e classificazione di immagini e/o tecniche di ricostruzione e di elaborazione di oggetti tridimensionali;
- si è acquisito e ha avuto inizio uno studio per la società Noovle AI per un sistema, basato sull'analisi di immagini e l'apprendimento automatico, per la localizzazione del danno su veicoli incidentati e per il ritrovamento di danni simili all'interno di un archivio di immagini;
- si è avviata una collaborazione con Innovision Polo Di Innovazione Scarl (Bressanone) avente l'obiettivo principale di mettere a disposizione le competenze di TeV nell'ambito della Visione Artificiale per attività di coordinamento scientifico e di start-up del polo di innovazione Innovision;
- si è acquisito un progetto EU (JPI CH, denominato Shield) che mira a progettare e costruire un drone intelligente per il pattugliamento dei siti archeologici e del patrimonio utilizzando le più recenti tecnologie di visione artificiale, streaming di dati in tempo reale, elaborazione decentralizzata, Machine Learning e gestione dei dati di volo;
- si è diventati partner del Centro di Competenza su Industry 4.0 denominato SMOACT portando specializzazioni quali Advanced Analytics and Big Data, Cloud e Internet of Things e si è lavorato alla progettazione del Live Demo che verrà installato presso il Polo della Meccatronica a Rovereto;
- si è contribuito alla progettazione del Dottorato Industriale congiunto con l'Università di Trento;
- è stato anche acquisito un progetto esplorativo con Bosch per trasferire competenze sui tool di contract based design sviluppati nella linea;
- sono stati svolti due progetti EIT Digital: i) il progetto UAV-RETINA che ha visto la collaborazione delle Unità ES e TEV dell'HII SDI su tematiche di uso di droni

per gestione emergenze con collaborazione con i Vigili del Fuoco di Trento, ii) il progetto AWARD (con l'Unità ES) per l'automazione della intra-extra logistica di magazzini per mezzo di AGV e UAV la cui sperimentazione è stata effettuata presso magazzini UPS in Olanda;

- consolidata partecipazione ai progetti EIT con l'acquisizione dei progetti MateDUB per il 2020;
- acquisizione del progetto Data MarketPlace all'interno della nuova forma di finanziamento Connecting Europe Facility Telecom e di un Amazon Machine Learning AWS Award per attività di ricerca su temi di end-to-end speech to text translation;
- nel contesto SpaceEconomy si è lavorato congiuntamente con il centro CMM per la partecipazione ad un bando di finanziamento del MISE per la progettazione e realizzazione di una piattaforma satellitare italiana.

In ambito organizzativo e governance dell'HII-SDI si è definito un board con riunioni settimanali dove discutere delle problematiche e della definizione di una strategia per la valutazione dei progetti in fase di acquisizione al fine aggiudicarsi progetti in linea con le direzioni strategiche della Unità HII-SDI.

Per quanto riguarda l'eccellenza scientifica si segnala, inoltre, che:

- Alessandro Cimatti è stato inviato a fare docenza alla Summer School on Formal Methods for Cyber-Physical Systems, organizzata nell'estate 2019 dal Prof. Tiziano Villa presso l'Università di Verona, Dipartimento di Computer Science e focalizzata sulle tematiche di *Numerical and Symbolic Methods for Reachability Analysis of Hybrid Systems* (<http://cps.di.univr.it/>).
- Anna Becchi, ricercatrice dell'Unità ES, si è aggiudicata il prestigioso *Radhia Cousot Young Researcher Best Paper Award 2019*, assegnato nell'ambito della 26^a edizione dello Static Analysis Symposium. È stata premiata per l'elaborazione di nuove tecniche di verifica basate su interpretazione astratta nel dominio dei poliedri (https://magazine.fbk.eu/it/news/ricercatrice-di-fbk-vince-il-radhia-cousot-young-researcher-best-paper-award-2019/?fbclid=IwAR2fKURVr-SQdD4RbzCND7J2k3jrcYeHGBXjtvnF_txtnHDncmJS8l4jiY).
- L'Unità TeV eV si è classificata al 3° posto nell'*EPIC-Kitchens 2019 Action Recognition Challenge at CVPR*. Swathikiran Sudhakaran, Oswald Lanz (Fondazione Bruno Kessler, Trento) e Sergio Escalera (Uni Barcelona) si sono classificati al 3° posto per le azioni EPIC-Kitchens 2019 al CVPR con LSTA: Long Short-Term Attention for Egocentric Action Recognition.
- L'Unità MT ha organizzato – in collaborazione con l'Università di Pisa e l'Istituto A. Zampolli del CNR – la 57th Annual Conference of the Association for Computational Linguistics (ACL), Firenze luglio-agosto 2019. L'ACL è la più importante associazione scientifica internazionale per la linguistica computazionale. (<https://www.fbk.eu/en/event/57th-annual-meeting-of-the-association-for-computational-linguistics-acl/>). La stessa Unità organizza diverse campagne di valutazione (automatic post-editing e end-to-end speech to text translation).

- Eleonora Grilli, dottoranda dell'Unità 3DOM, si è aggiudicata il Young Author Award alla conferenza annuale SIFET (Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia) con il paper *Texture- and geometry-based approaches for the classification of 3D heritage*, illustrando e comparando tre modelli di classificazione 3D per i beni culturali basati su machine learning e deep learning (<https://magazine.fbk.eu/it/news/sifet-2019-il-premio-giovani-autori-ad-una-ricercatrice-fbk/>).
- L'Unità 3DOM con Fabio Remondino ha visto l'accettazione del paper *The Point Where Reality Meets Fantasy: Mixed Adversarial Generators for Image Splice Detection* in NIPS 2019 - Neural Information Processing Systems conference (<https://papers.nips.cc/paper/8315-the-point-where-reality-meets-fantasy-mixed-adversarial-generators-for-image-splice-detection>).

3. Pubblicazioni più significative

- Di Gangi Mattia A., Cattoni Roldano, Bentivogli Luisa, Negri Matteo, and Turchi Marco, *MuST-C: a multilingual speech translation corpus*, in *2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, pp. 2012-2017. Association for Computational Linguistics, 2019.
- Marchetto Alessandro, Scanniello Giuseppe, and Susi Angelo, *Combining Code and Requirements Coverage with Execution Cost for Test Suite Reduction*. IEEE Trans. Software Eng. 45(4): 363-390, 2019.
- Toschi Isabella, Morabito Daniele, Grilli Eleonora, Remondino Fabio, Carlevaro Cristiano, Cappellotto Andrea, Tamagni Gianluca, and Maffei Massimo, *Cloud-based solution for nationwide powerline mapping*, ISPRS Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., Vol. XLII-2/W13, pp. 119-126, 2019.
- Bozzano Marco, Cimatti Alessandro, and Mattarei Cristian, *Formal reliability analysis of redundancy architectures* Formal Asp. Comput. 31(1): 59-94, 2019.
- Mancini Massimiliano, Porzi Lorenzo Rota Bulò Samuel; Caputo Barbara, and Ricci Elisa, *Inferring Latent Domains for Unsupervised Deep Domain Adaptation*, in «IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE», 2019.

DS/MPBA – Data Science/Predictive Models for Biomedicine and Environment

mpba.fbk.eu
mpbalab.fbk.eu

Responsabile: Giuseppe Jurman

1. Sommario

L'Unità sviluppa le attività di Data Science come competenza centrale di AI per FBK attraverso i modelli di machine learning e deep learning, realizzando opportunità applicative in big data e analisi predittive focalizzate sugli obiettivi strategici della Fondazione. La ricerca in Data Science offre infatti soluzioni innovative per la salute (es. medicina di precisione), qualità e produzione in industria e agricoltura, sicurezza ambientale e territoriale, sviluppo, reti sociali e infrastrutture pubbliche, permettendo di generare nuove idee che possono cambiare il mondo in modo responsabile e sostenibile e fornendo nuovi strumenti di conoscenza e decisione.

La ricerca di MPBA in Data Science è quindi un punto di innesto delle tecnologie di AI nel mondo reale, con applicazioni interdisciplinari basate su dati complessi, multimodali e spesso incompleti, che richiedono lo sviluppo di architetture per AI che permettano ad esperti ed utenti di interagire e interpretare le funzioni di decisione da ottimizzare. L'interpretabilità dei modelli è infatti indispensabile per un impatto reale nella medicina di precisione, la manutenzione predittiva, la sicurezza territoriale, il rischio ambientale da cambiamento climatico per salute e agricoltura. Dal punto di vista tecnico, la sfida è invece essere in grado di scalare e distribuire in cloud i servizi di machine learning curando riproducibilità e privacy by design delle nuove applicazioni di AI. Lo sviluppo teorico ed implementativo si è accompagnato ad azioni specifiche nei domini di salute, agricoltura digitale (e più in generale industria 4.0), comunità intelligenti e fisica delle alte energie, contribuendo in progetti nazionali e internazionali e attivando azioni sul territorio trentino e nazionale.

MPBA infine ha sostenuto l'impegno di FBK per la formazione di innovatori, specialisti di data analytics e AI sia attraverso il sostegno alla Laurea Magistrale in Data Science con Università di Trento, sia co-organizzando due progetti interdisciplinari per i giovani: l'edizione 2019 della Scuola WebValley ed il Laboratorio di AI e Innovation Design con Artigianelli consolidato in un accordo trilaterale con UniTN.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Obiettivi 2019: risultati

È stato rafforzato sia scientificamente che organizzativamente il collegamento tra Data Science e AI, costruendo una suite di strumenti di deep learning e metodi pre-

dittivi in ambienti di dati complessi, multi-modali e in continuo cambiamento e costruendo un team interdisciplinare, con elementi di interattività, con capacità di upscale e provisioning in cloud. In particolare, in ambito biomedico è stato sviluppato un approccio integrativo diagnostico e prognostico per dati complessi provenienti da diverse sorgenti (es: omics, imaging, tossicogenomica, dati clinici) per l'identificazione di traiettorie di patologie tramite metodi predittivi in ricerche di alto interesse clinico.

In dettaglio, sono stati progettati ed implementati nuovi moduli in ambienti deep learning (PyTorch, Keras/tensorFlow, MxNet, FastAI), di sistemi per Upscale e provisioning (es: Kubernetes/Docker in cloud Azure) Sono state instaurate collaborazioni scientifiche e opportunità applicative con architetture di Deep Learning per partner scientifici e aziendali di livello mondiale, sviluppo di una azione di Deep Learning e tecnologie quantistiche per Fisica (con CMM, CERN, UniLiverpool e UniTN, con 2 dottorandi e 1 post-doc condivisi ed un Hackathon), è stata consolidata MPBA come centro di competenze nazionale in Data Science interdisciplinare e sono state intraprese azioni di formazione, recruiting, networking internazionale attraverso la Laurea Magistrale in Data Science (sia con la partecipazione al Comitato di Gestione sia con la docenza di Corsi), le reti data science nazionale/europea (Pycon Data/EuroSciPython) e la partecipazione di personale MPBA ai Collegi Docenti per le Scuole di Dottorato DISI, DIPSCO, CIBIO.

Per l'aspetto biomedico, ci si è concentrati sull'analisi integrata di fenotipi clinici ad alta precisione con: dati omici (es. DNA, RNA, epigenetica), patologia digitale (es. immagini di immunoistochimica per onco-immunologia), immagini biomediche (es. TAC, PET, RMN), dati clinici da cartelle cliniche elettroniche annotate. Sono proseguite o sono state instaurate collaborazioni quadro con CRO Aviano, OPBG, Ospedale Bolzano, CNR Napoli, UniTN/Dipsco su patologie del neurosviluppo, FDA e MAQC Society (SEQC); RIKEN FANTOM6; Fudan University; The Wistar Institute; UniMilano per l'analisi dei dati dallo studio PLIC; industrie farmaceutiche internazionali (J&J) e italiane (Dompè). Le attività di ricerca in questo settore insieme alla loro riproducibilità sono state il tema centrale della conferenza internazionale MAQC2019 organizzata da FBK in collaborazione con la MAQC Society. Infine, si è iniziata una collaborazione scientifica con l'Unità DPCS relativa all'introduzione di strumenti avanzati GIS per modelli di epidemiologia.

Per quanto riguarda gli aspetti territorio/lavoro/ambiente, le metodologie di Data Science hanno portato all'applicazione di metodi predittivi, in particolare deep learning, scalabili a big data e su dashboard interattive per applicazioni industriali, sociali, e digital agriculture. In particolare, sono stati applicati sviluppati modelli di Deep Learning per big data analytics per azioni di AI per manutenzione predittiva, Precision risk modeling (sicurezza territoriale), Nowcasting spazio-temporale, big data analytics per digital agriculture (progetto Fruitipy con CAVIT e altre espansioni). In dettaglio, ci si è concentrati sullo sviluppo di tecnologie core di ML e Big Data Analytics, con componenti originali di deep learning (es. serie temporali e nowcasting), architettura a microservizi di machine learning, dashboard di interazione, integrazione con sistemi GIS e WebGIS anche in collaborazione con altre realtà FBK (e.g. data analytics per ottimizzazione copertura rete LORA con OPENIOT).

Si sono ricercate sistematicamente soluzioni per l'integrazione di nuove soluzioni di data science per AI con aziende nazionali (SDF) e locali (DE) in collaborazione con Area Industria 4.0. Con l'Unità ARES si è collaborato al progetto OSMOSE per lo sviluppo di modelli per la predizione della produzione di energia delle centrali idroelettriche in flex-market. Sono stati inoltre sperimentati sistemi di logistica in collaborazione con Area Comunità intelligenti (CAPS) ed EIT (SDN in collaborazione con l'Unità SC-LAB) e di mitigazione del rischio territoriale a livello europeo (H2020 IREACT), con servizi PAT (Nowcasting, Progetto Pascoli con l'Unità RSDE, Progetto PEI Gelate). Per gli aspetti sociali, è stato realizzato il progetto europeo Accept per la geolocalizzazione, analisi e interpretazione dei flussi di parole e discorsi d'odio on line, e il PoC FBK AIOK per la sicurezza nello sci.

È stata infine consolidata l'attività di ricerca in Formazione di specialisti in Data Science e Deep Learning, con particolare attenzione alla formazione di personale junior, attraverso la collaborazione con l'Unità RIS di FBK, nelle iniziative WebValley 2019, Lab FBK@Artigianelli ("AI e Innovation Design"), accordo trilaterale con UniTN ("Nuovi modelli formativi per sviluppare attitudine al cambiamento e innovazione"). Queste attività sono state presentate alla conferenza internazionale TalentSI svoltasi in Slovenia in Ottobre.

Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Eccellenza scientifica. Sono stati pubblicati 6 articoli su riviste internazionali peer-reviewed Q1 (settori: data science, machine learning, computational biology), più 1 contributo peer-reviewed alla conferenza internazionale IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB), più un capitolo per il volume Gene Regulatory Networks: Methods and Protocols pubblicato da Springer. È stata inoltre organizzata la Conferenza Internazionale MAQC 2019 ed una Hackathon in collaborazione con Microsoft Azure e l'Università di Liverpool in cui i circa trenta partecipanti hanno utilizzato algoritmi di Deep Learning per la ricerca di eventi rari all'interno di dati dell'esperimento LHCb del CERN.

Impatto su mercato e società

Sono state instaurate nuove collaborazioni per progetti di AI in campo biomedico con CRO Aviano (per pan-cancer e glioblastoma), Ospedale Bolzano (tumore polmone) e Università di Milano (rischio cardiovascolare nell'ambito del progetto PLIC). In area agricoltura/ambiente/energia sono stati acquisiti il progetto triennale Mappiamo su fondi MISE, il progetto biennale MiaRad in collaborazione con ARPAE Emilia Romagna ed il progetto H2020 RUBY, tutti con inizio 2020.

Sostenibilità economica

In ambito territoriale, sono state estese al 2020 le commesse FruitiPy (partner Cavit) e Predizione Segno d'Area (partner Dolomiti Energia Trading). È inoltre partita l'attività flagship FBK per l'agricoltura di precisione all'interno della linea Industry 4.0 con MPBA come partner.

3. Pubblicazioni più significative

- Alikadic, Azra; Pertot, Ilaria; Eccel, Emanuele; Dolci, Claudia; Zarbo, Calogero; Caffarra, Amelia; De Filippi, Riccardo; Furlanello, Cesare, The impact of climate change on grapevine phenology and the influence of altitude: A regional study, AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY», vol. 271, 2019.
- Bizzego, Andrea; Bussola, Nicole; Chierici, Marco; Maggio, Valerio; Francescato, Margherita; Cima, Luca; Cristoforetti, Marco; Jurman, Giuseppe; Furlanello, Cesare, Evaluating reproducibility of AI algorithms in digital pathology with DAPPER, PLOS COMPUTATIONAL BIOLOGY, vol. 15, n. 3, 2019.
- Franch, Gabriele; Jurman, Giuseppe; Coviello, Luca; Pendesini, Marta; Furlanello, Cesare, MASS-UMAP: Fast and Accurate Analog Ensemble Search in Weather Radar Archives, REMOTE SENSING, vol. 11, n. 24, 2019.

S&T – Security and Trust

<http://st.fbk.eu>

Responsabile: Silvio Ranise

1. Sommario

Per il 2019, gli obiettivi principali dell'UdR Security and Trust (ST) sono stati principalmente tre e sono imperniati su altrettanti temi di ricerca ed innovazione: (i) identità digitale, (ii) valutazione del rischio cyber e (iii) sviluppo di soluzioni sicure basate su Block chain/Distributed Ledger. I tre temi sono stati sviluppati da ST all'interno di vari progetti europei come FINSEC (H2020), STAnD e Teichos (EIT Digital), la collaborazione con IRVAPP nel contesto del progetto bandiera "Cyber security metrics and measures for infrastructures and systems" e il laboratorio congiunto Digimat con IPZS. Le varie attività si sono svolte come pianificato a meno di variazioni minime che non hanno ostacolato il raggiungimento degli obiettivi prefissati; al contrario, si è potuto raggiungere traguardi che non erano stati preventivati come la notifica alla Commissione europea di una soluzione di autenticazione basata sulla Carta d'Identità Elettronica 3.0. I progetti ed il laboratorio congiunto Digimat hanno garantito un elevato grado di autofinanziamento delle attività di ricerca ed innovazione anche grazie alla strategia di allineamento (iniziata nel 2017) tra i filoni di ricerca, i progetti e le collaborazioni di ST. Si ritiene che tale strategia, sia pur complessa e bisognosa di un costante monitoraggio delle attività, sia fondamentale per conciliare l'eccellenza scientifica e l'impatto dei risultati in un dominio giovane ed in rapida evoluzione come quello della cyber-security.

Infine, ST e l'UdR RiSING (Robust and Secure Distributed Computing) del centro CREATE-NET hanno avviato alcune attività preliminari di allineamento per la costituzione della nuova linea "Cybersecurity" del centro ICT. In particolare, ST e RiSING hanno condiviso le rispettive competenze e hanno identificato le sfide che saranno al centro delle attività di ricerca e l'innovazione della costituenda linea.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Discutiamo i risultati ottenuti da ST rispetto ai tre temi di ricerca definiti nel B&PAA 2019:

(i) Identità digitale.

ST continua le sue attività di ricerca ed innovazione relative all'identificazione (onboarding degli utenti) ed autenticazione che la hanno caratterizzata sin dalla sua creazione. Nel 2019, le attività sono state svolte nel contesto del progetto H2020 FINSEC, nel laboratorio congiunto Digimat con IPZS, i progetti STAnD e Teichos di EIT Digital ed infine la collaborazione con la start-up Cherry Chain co-locata in FBK nel contesto di una "Legge 6". In queste attività, si sono ottenuti risultati eccellenti

sia dal punto di vista scientifico che di impatto. Per quanto riguarda i contributi scientifici, ST ha definito una soluzione per utilizzare le identità digitali nazionali nella fase di on-boarding degli utenti per un servizio on-line e successivamente permettere a questo ultimo di utilizzare il metodo di autenticazione che ritiene più adatto. Questo contributo permette, da una parte, di riutilizzare gran parte del lavoro di identificazione svolto dagli organi degli stati membri europei grazie all'uso di eID card come la Carta d'Identità Elettronica (CIE) 3.0 italiana ed allo stesso tempo di mantenere intatta l'esperienza utente di autenticazione cui il fruitore di un servizio è abituato. Si ritiene che questo tipo di soluzione sia molto interessante per stimolare la formazione del Digital Single Market europeo, stimolando inoltre una nuova forma di partnership pubblico-privato. La descrizione di questo lavoro è stata presentata ad una conferenza internazionale in sicurezza informatica, i cui atti verranno pubblicati nel 2020. Per quanto riguarda l'impatto, ST (nel contesto del laboratorio congiunto Digimat con IPZS) ha dato un contributo fondamentale per notificare alla Commissione Europea ed agli altri stati membri una soluzione di autenticazione, integrata nella rete di nodi Europei eIDAS a supporto della portabilità delle identità nazionali, che utilizza la Carta d'Identità Elettronica 3.0 (in data 13 settembre 2019). Grazie a questa attività i cittadini italiani, autenticandosi con la CIE, avranno la possibilità di fruire dei servizi erogati da uno qualsiasi degli stati membri dell'unione ed inoltre di quelli della pubblica amministrazione italiana; ad esempio, gli studenti trentini possono già utilizzare la piattaforma per l'alternanza scuola lavoro della città di Trento (realizzato grazie alla collaborazione di ST con la linea Digital Society del centro ICT) e, a livello nazionale, un qualsiasi cittadino accedere ai servizi dell'INPS.

Nel contesto del progetto Teichos (EIT Digital), ST ha sviluppato micro-Id-gym, uno strumento per accrescere la consapevolezza e facilitare il pen-testing di soluzioni per l'autenticazione basate su due degli standard più diffusi (SAML 2.0 e OpenID Connect) per la costruzione di infrastrutture per la gestione dell'identità digitale non solo per le imprese ma anche per la pubblica amministrazione (si pensi per es. a SPID che è basato su SAML 2.0 e per cui è stata da poco proposta da AgID l'integrazione di OpenID Connect per gestire più facilmente l'autenticazione su dispositivi mobili). La prima versione di micro-Id-gym è stata presentata ad una conferenza internazionale per l'educazione in ambito cyber security ed un articolo che lo descrive è stato pubblicato in una rivista internazionale del settore. ST ha inoltre sviluppato mIDAssistant: un plug-in per Android Studio che permette di sviluppare automaticamente il codice da inserire nelle app mobile per le soluzioni di autenticazione che supportano il Single Sign On (SSO) basate sullo standard OpenIdConnect. Il lavoro è stato descritto in un articolo accettato ad una conferenza internazionale in cyber security e la OpenId Foundation² ha manifestato interesse nello strumento.

(ii) Valutazione del rischio cyber.

Nel contesto della collaborazione tra ST ed IRVAPP supportata dal progetto bandiera "Cyber security metrics and measures for infrastructures and systems", si è identificato un insieme di domande da inserire nel 'Censimento permanente delle

² <https://openid.net/foundation/>

Istituzioni pubbliche' dell'ISTAT che ha portato recentemente alla pubblicazione dei risultati relativi al 2017; tali risultati fotografano, per la prima volta, la postura di sicurezza delle istituzioni pubbliche italiane³. Come discusso nel documento sullo stato di avanzamento delle attività relative al 2019, dopo un rallentamento, le attività con ISTAT (e Banca d'Italia) sono riprese: ST ed IRVAPP stanno lavorando all'integrazione di parte dei dati risultanti dal censimento dell'ISTAT (insieme a quelli di Banca d'Italia relativi al settore private) a seguito della riunione che si è tenuta a luglio 2019. Nel mentre, sempre in collaborazione con IRVAPP, si è sviluppata una metodologia per la fusione di dataset pubblici circa gli incidenti di sicurezza. Tale metodologia è stata validata applicandola alle basi di dati disponibili on-line relative agli incidenti in Nord America. Questo lavoro è stato descritto in un articolo accettato ad una conferenza internazionale in computer science ed è stata sottomessa una versione estesa ad una rivista internazionale nello stesso settore.

Oltre alle attività per la valutazione quantitativa del rischio cyber, ST ha sviluppato tecniche per la valutazione qualitativa e l'individuazione di misure di mitigazione del rischio. In particolare, si sono sviluppati due strumenti automatici TLSAssistant e MQTTSA per l'analisi automatica di sicurezza ed il suggerimento di mitigazioni operative per la configurazione dei protocolli di Transport Layer Security (TLS) e di Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), rispettivamente. Il primo assume un'importanza per la sicurezza di qualsiasi applicazione su Internet dato che TLS viene sempre più utilizzato per costruire il primo livello di sicurezza su cui costruire gli altri, mentre il secondo è uno dei protocolli più utilizzati per la messaggistica a livello applicativo nell'ecosistema dell'Internet of Things (IoT) che manca di indicazioni (anche di base) per la sua messa in sicurezza. Entrambi gli strumenti sono stati descritti in due articoli che sono stati accettati a conferenze internazionali in cyber security.

Infine, ST ha iniziato a sviluppare tecniche per la valutazione del rischio cyber nell'ambito digital finance nel contesto di vari progetti europei. In Teichos (EIT Digital), ST ha sviluppato strumenti per il testing funzionale e di sicurezza di API che implementano la nuova versione della Payment Service Directive (PDS2) capaci di verificare sia aspetti di sicurezza che di conformità. Tali tecniche sono in corso di integrazione dello strumento micro-Id-gym precedentemente discusso. Una parte delle tecniche sono descritte in un articolo che è stato accettato ad una conferenza internazionale che si avrà luogo nel 2020. In FINSEC (H2020), ST ha iniziato l'integrazione di una versione estesa di TLSAssistant capace di verificare la conformità della configurazione dell'istanza del protocollo TLS allo standard PCI-DSS, molto usato per le infrastrutture di pagamento on-line; è in corso di studio la sua integrazione con uno strumento di risk assessment già integrato nella piattaforma FINSEC per la realizzazione di un processo continuo di valutazione del rischio.

(iii) Sviluppo di soluzioni sicure basate su Block chain/Distributed Ledger

ST ha contribuito a sviluppare un Proof of Concept (PoC) per l'identificazione e la registrazione dei clienti utilizzabile per i servizi finanziari digitali il cui requisito fon-

³ https://www.istat.it/it/files//2019/12/Report_CENSIMENTO-ISTITUZIONI-PUBBLICHE-_2017.pdf

damentale è l'integrazione con un'infrastruttura basata su Distributed Ledger Technology per la firma e l'esecuzione di smart contract nel contesto di una "Legge 6" in collaborazione con la start-up Cherry Chain, co-locata in FBK. L'idea alla base del PoC è stata quella di investigare l'utilizzo di identità rilasciate da pubbliche amministrazioni come SPID o la CIE 3.0 per l'identificazione "sicura" del cliente e di agganciare tale processo all'esecuzione di uno smart contract su DLT/Block Chain per la creazione del rapporto con il cliente. L'utilizzo dell'identità digitale CIE o SPID è fondamentale per abbattere i tempi di acquisizione dei dati del cliente grazie alla possibilità di recuperare tali informazioni dal profilo utente associato all'identità.

ST ha inoltre creato un prototipo basato su Hyperledge Fabric (la Distributed Ledger Technology di IBM) per la gestione del controllo degli accessi in ambito sanitario. Questo problema è molto complesso poiché, spesso, la privacy e la safety dei pazienti sono forze opposte; per alleviare la tensione, il prototipo offre la possibilità di applicare regole di controllo degli accessi semplici con la possibilità di tracciare con precisione ed in maniera immutabile le decisioni, permettendo di risolvere eventuali dispute ex-post con tecniche di auditing, supportate dall'elevato grado di integrità offerto da una soluzione DLT/Block Chain.

A complementare il quadro sopra descritto, ST ha realizzato le seguenti attività:

- Organizzazione del workshop "Sicurezza, cybersicurezza e dati nell'Unione europea" nel contesto del progetto Jean Monnet BESEC e del progetto FINSEC (H2020), in collaborazione con ISR, il 28 e 29 giugno 2019⁴.
- Organizzazione del 1st International Workshop on Security for Financial Critical Infrastructures and Services (FINSEC) co-locato con European Symposium on Research in Computer Security (ESORICS), Lussemburgo, 27-28 settembre 2019⁵.
- Relazione invitata (di Silvio Ranise) dal titolo "Cyber security and compliance in the fintech and banking sector" alla Conference on Security and Money Flows in the European Union, Banca d'Italia, Roma, 24 ottobre 2019⁶.
- Insegnamento (da parte di Silvio Ranise) del corso "Introduction to Computer and Network Security" per triennale e magistrale al DISI di Trento.
- Lo studente Giovanni Ferronato che ha condotto le attività di tirocinio e tesi di laurea triennale nel laboratorio condiviso Digimat con IPZS è risultato vincitore (terzo posto) del premio Clusit Tesi di laurea con la tesi dal titolo "Multi-Factor Authentication through Push Notification and NFC-enabled Identity Card"⁷.

⁴ <https://isr.fbk.eu/it/events/detail/17016/sicurezza-cybersicurezza-e-dati-nellunione-europea-2019/>

⁵ <https://sites.google.com/fbk.eu/finsec19>

⁶ <http://besec.wp.unisi.it/wp-content/uploads/sites/59/2018/10/Locandina-24-25-ottobre.pdf>

⁷ <https://tesi.clusit.it/vincitori.php>

3. Pubblicazioni più significative

- Andrea Palmieri, Paolo Prem, Silvio Ranise, Umberto Morelli, Tahir Ahmad. MQTTSA: A Tool for Automatically Assisting the Secure Deployments of MQTT Brokers. In 2019 IEEE World Congress on Services, SERVICES 2019, Milan, Italy, July 8-13, 2019: pp. 47-53.
- Giovanni Abbiati, Silvio Ranise, Antonio Schizzerotto, Alberto Siena. Learning from Others' Mistakes: An Analysis of Cyber-security Incidents. Proceedings of the 4th International Conference on Internet of Things, Big Data and Security, IoTBDS 2019, Heraklion, Crete, Greece, May 2-4, 2019: pp. 299-306.
- Salvatore Manfredi, Silvio Ranise, Giada Sciarretta. Lost in TLS? No More! Assisted Deployment of Secure TLS Configurations. Data and Applications Security and Privacy XXXIII - 33rd Annual IFIP WG 11.3 Conference, DBSec 2019, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science 11559, Springer 2019: pp. 201-220.

CMM – Centro Materiali e Microsistemi

CMM – Centro Materiali e Microsistemi

<http://cmm.fbk.eu/>

Direttore: Gianluigi Casse

1 Sommario

Il 2019 del CMM offre un bilancio molto positivo con risultati ancora in crescita nell'ambito delle proprie attività caratteristiche e del contributo alla strategia di FBK nel suo complesso. Per quanto riguarda la crescita di know-how, che rimane il dato essenziale per il CMM, in quanto il successo nelle nostre varie attività si fonda sul prestigio internazionale, questo viene confermato dall'alta qualità delle pubblicazioni e dall'aumento della presenza del centro in ambiti di ricerca di frontiera sui temi di riferimento. Il CMM conserva una posizione di leadership mondiale (e.g. sensori innovativi per fisica delle alte energie, di singolo fotone per applicazioni sia scientifiche che industriali, MEMS e Bio-MEMS, energie rinnovabili ecc...) sia nella ricerca in dispositivi innovativi, sia nella fornitura, ad esperimenti di Big Science, di tecnologia state-of-the-art. La ricerca si appoggia, oltre che sulla competenza e talento dei ricercatori, sulle infrastrutture: il miglioramento delle Clean Rooms con l'adozione di sofisticati macchinari per fabbricazioni di dispositivi alla nanoscala e basato su fondi infrastrutturali FESR è stato completato tra agosto e novembre con ripartenza delle attività alla fine del 2019. Con l'acquisizione di esperienza e sviluppo di ricette innovative la nuova clean room offrirà grandi opportunità per dispositivi e sensori interamente nuovi. Alla fine del 2018 è stata annunciata dalla Commissione Europea l'approvazione di un Importante Progetto di Interesse Comune Europeo (IPCEI) in cui è parte FBK-CMM. La Commissione europea ha ritenuto che il progetto integrato presentato da Francia, Germania, Italia e Regno Unito a favore del supporto statale alla ricerca e all'innovazione nella microelettronica, in quanto "tecnologia abilitante fondamentale", possa essere sostenuta con aiuti di Stato dell'UE in forza del suo comune interesse europeo. Nel corso del 2019 si sono compiuti i passi necessari relativi all'erogazione dei fondi ed alle modalità per il loro impiego per il bando delle gare di acquisizione di nuovi e sono stati (da settembre 2019) istituiti i gruppi di lavoro per la definizione dei macchinari che andranno a completare la dotazione delle clean rooms per i processi di integrazione verticale (3D vertical integration) su cui la proposta IPCEI è incentrata. La competitività del CMM ne uscirà ulteriormente rafforzata sui temi delle tecnologie quantistiche (QT) e dei sensori di avanguardia.

I laboratori congiunti di cui fa parte il CMM hanno raggiunto importanti e riconosciuti risultati. Il laboratorio con IPZS è in scadenza ma verrà rinnovato avendo soddisfatto pienamente le attese della Zecca dello Stato che continuerà con investimenti significativi su questo laboratorio.

Nell'ambito del laboratorio congiunto con UniTN e CNR sulle Quantum Technologies (Q@TN), il CMM contribuisce con le proprie competenze per lo sviluppo di dispositivi e sistemi. Queste sono riconosciute come uno dei motori dello sviluppo scientifico

ed industriale nel prossimo futuro e rappresentano una sfida scientifica e tecnologica strategica per FBK, che mette in atto ricerca interna e collaborazioni con istituti sia nell'ambito di Q@TN che Europeo. Q@TN è finanziato dalla PAT e da CARITRO ed è partito a marzo 2018 con l'assegnazione in gestione all'Università di Trento dei fondi allocati. Nel 2019 FBK si è posizionata rispetto alle QT con attività proprie (sviluppo di dispositivi fondamentali per la ricerca in circuiti quantistici), portando avanti un progetto di successo nel primo bando della flagship QT (in anticipo sulla partenza della flagship nel 2020) per lo sviluppo di generatori di numeri casuali in vista della generazione di chiavi indecristtabili per comunicazione sicura e con lo sviluppo di sensori di singolo fotone per microscopia quantistica. Il Centro MM ha anche predisposto un laboratorio per lo studio di difetti cristallini nel diamante (oggetto di uno dei temi di ricerca supportati da Q@TN) che è un ambito di grande potenziale scientifico e tecnologico (e.g. generazione di quantum bits a temperature non-criogeniche). Le nuove macchine acquisite consentiranno azioni di ricerca ancora più efficaci su questi temi.

Gli elevati livelli di competitività del centro possono essere mantenuti con investimenti sul personale e lo stimolo alla circolazione delle idee e dei temi scientifici fra la base di ricercatori e con il graduale aumento delle opportunità per ottenere risultati visibili. In questo senso, il centro, oltre ai grandi investimenti abilitati del FESR e dall'IPCEI, effettua investimenti di taglia più modesta ma mirati alla crescita dell'efficacia e visibilità della ricerca (e.g. la creazione di un laboratorio di ottica e fotonica integrata che consenta l'esecuzione di esperimenti e misure di nostri dispositivi in autonomia).

Questi risultati di valore scientifico sono stati ottenuti anche nell'ambito di uno sforzo di innovazione ancora in crescita. I proventi da azienda si mantengono su livelli molto elevati.

Inoltre, in linea con una delle missioni istituzionali del centro e di FBK, le azioni intraprese dal CMM nel 2019 rispetto al territorio sono state di valore sia per le imprese con cui si è collaborato sia per quanto riguarda il contributo alla formazione secondaria, di laurea e post-laurea. In sostanza, nel campo della ricerca, delle infrastrutture, delle relazioni industriali e delle relazioni con il territorio il centro ha consolidato il proprio impatto confermando la vocazione per una visione di lungo termine che combina l'aumento della conoscenza con l'autofinanziamento e il supporto al territorio e all'ambiente locale.

2 Risultati dell'attività di ricerca

I risultati delle attività di ricerca sono riportati in maggior dettaglio di seguito, nei rapporti delle singole Unità. In generale il 2019 ha visto un risultato molto buono nell'andamento delle pubblicazioni, sia in numero che qualità (con oltre il 35% in Q1), confermando in pieno l'ottimo risultato del 2018.

L'andamento dell'autofinanziamento è positivo e in linea con gli ambiziosi obiettivi stabiliti al momento della pianificazione. Si sottolinea la diversificazione delle entrate, con ricavi ben distribuiti fra commesse private, progetti Europei e altre agenzie pubbliche (INFN, ASI, ...).

Nel 2019 il CMM ha avuto un buon numero di progetti con industrie locali, tra cui 8 progetti finanziati tramite L. 6 (con 2 di questi partiti nel 2019) per un valore complessivo di oltre 1.3 M€, sottolineando il costante ed apprezzato supporto del CMM all'economia locale. Sono stati inoltre sottomessi nel corso del 2019 ulteriori 4 progetti legge 6 ancora in fase di valutazione.

La produzione di proprietà intellettuale è aumentata generando un aumento significativo dei costi relativi. I brevetti rivestono un ruolo importante nei rapporti con aziende, specie di grosse dimensioni e per collaborazioni di contenuti tecnologici di frontiera e con elevata concorrenza internazionale. I costi sono comunque incrementali con la crescita del portafoglio brevetti. Se questo aumento dei brevetti rappresenta un dato positivo, rimane aperto il nodo del loro sfruttamento ottimale per realizzare introiti e permettere la continuazione della politica di brevettazione che altrimenti non sarebbe sostenibile sul medio termine.

ARES – Applied Research on Energy Systems

<http://ares.fbk.eu/>

Responsabile: Luigi Crema

1. Sommario

Lungo il 2019 l'Unità ARES ha rafforzato la propria attività nei temi strategici e prioritari di idrogeno e pile a combustibile, oltre ad aver messo delle buone basi per l'ampliamento dell'attività sul solare termico e le batterie, quest'ultima attraverso la preparazione di una progettualità IPCEI. Le attività sono strutturate sia su progetti che su consulenze con aziende partner, confermando una attività di medio lungo termine. Lungo il 2019 ARES ha registrato una serie di successi, che confermano una copertura dell'autofinanziamento per i prossimi 3 anni e una focalizzazione sugli obiettivi strategici inclusi nel Piano Esecutivo pluriennale 2018-2020. È confermato l'elevato rate di successo su proposte H2020, con 3 successi su 3 proposte nella call FCH JU 2019, e un aumento significativo nelle commesse di consulenza diretta con aziende, mantenendo un posizionamento scientifico e strategico a livello internazionale.

ARES lega la propria attività a quanto identificato all'interno del Piano Strategico 2018-27 e del Piano Esecutivo 2018-20. Nel primo, in una prospettiva di medio-lungo termine, ARES sostiene la tematica di sviluppo di dispositivi e metodi per la generazione, lo stoccaggio e la distribuzione a basso impatto ambientale di energia. Questo in ottica della sostenibilità energetica, di sistemi e soluzioni rispettose dell'ambiente e della qualità della vita, con soluzioni a minor impatto sulla salute e sui livelli di inquinamento ambientale.

L'attività di ARES si è concentrata e ancor più si svilupperà nel contesto delle tecnologie per la flessibilità del sistema energetico con l'obiettivo di raggiungere gli obiettivi posti a livello Europeo e Internazionale nel contesto della decarbonizzazione. In questo, i temi degli accumuli elettrici e del vettore idrogeno risultano prioritari, collegati allo sviluppo delle reti energetiche (elettrica e gas). Allo stesso tempo ARES si sta muovendo per estendere il potenziale di collaborazione con le aziende nel territorio dell'innovazione e dello sviluppo tecnologico, in sinergia con altri partner territoriali quali Trentino Sviluppo e l'Università di Trento, in particolare nel contesto del Progetto Manifattura e in relazione allo sviluppo dei TESSLabs. ARES si identifica come il partner chiave per affrontare temi di sviluppo altamente specifici nel contesto dell'energia. In questo, ricadono le collaborazioni che legano ARES a diverse Unità di ricerca di FBK, in primis FMPS e MNF per lo sviluppo e la caratterizzazione di materiali avanzati, e con numerose realtà del CIT sullo sviluppo e introduzione nel contesto dei sistemi energetici di soluzioni e tecnologie legate all'AI (e.g. controlli avanzati, machine learning e nowcasting). Il punto di incrocio che ARES riesce a dare, multidisciplinare con lo sguardo all'integrazione di sistema, è quasi un unicum

nel panorama nazionale e catalizza sempre più la collaborazione diretta con l'industria.

Nel 2019 ARES ha consolidato la propria azione nelle partnership strategiche con SOLIDpower, Green Energy Storage (GES) su celle a ossidi solidi e batterie a flusso, e con vari stakeholder sul tema dell'idrogeno: Alstom sul ferroviario a idrogeno, SNAM, per l'interesse alla flessibilità e alla decarbonizzazione delle reti gas, SAPIO sul posizionamento strategico dell'azienda nel settore idrogeno. Prosegue inoltre l'attività nell'ambito delle reti e microreti, consolidando attività progettuali in questo contesto specifico principalmente attraverso progetti finanziati (e.g. OSMOSE, STARDUST, SMART ALTITUDE, COMESTO, consulenza SNAM).

Per altra parte, ARES ha continuato a fornire supporto al territorio e all'industria nell'ottica del "solution provider". La scelta dei temi della ricerca è stata identificata per la loro presenza nelle strategie sia territoriali (Provincia di Trento e Smart Specialization Energia), sia Nazionali (Piano Nazionale di Ricerca su Energia) che Europee (Horizon 2020 e piattaforme tecnologiche di sviluppo). A tutti i livelli menzionati, l'Unità ARES partecipa con rappresentanza e ruoli di rilievo, confermando la presenza di L. Crema come CT leader del Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking e alla partecipazione al Consiglio Direttivo di H2IT in qualità di Vicepresidente. ARES è nell'ETIP Batteries Europe e inserito nel gruppo di lavoro di due progetti IPCEI in fase di costruzione, su BATTERIE e IDROGENO. Ad oggi ARES collabora con molti attori importanti nel contesto energetico quali SNAM, TERNA, RTE, EDF, ENEL, ALSTOM, SHELL, ENGIE, ENEA, CEA, FRAUNHOFER, IMDEA ENERGY, DOLOMITI ENERGIA, in una rete estesa di collaborazioni di ricerca e innovazione.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Lungo il 2019 l'attività dell'Unità ARES si è concentrata nei progetti attivi, come indicato nel documento di programmazione. Tra questi, le attività a maggior effort sono state CH2P, l'attività di supporto e consulenza a Green Energy Storage, per il progetto Greenersys, quindi Inship, Stardust, Osmose e Smart Altitude e Hycare. Sono state inoltre completate alcune consulenze strategiche con SNAM e SAPIO. Oltre ai progetti attivi si sono iniziate a programmare ulteriori attività e a fare studi interni all'Unità sulle attività di frontiera da portare avanti nella prossima fase di sviluppo, sia per quanto riguarda allestimenti sperimentali nei laboratori che l'attività sui nuovi prossimi progetti a bando. Qui di seguito sono riportati i dettagli specifici sulle principali attività di ricerca:

- *Idrogeno.* Nell'ambito della ricerca sul settore idrogeno, lungo il 2019, ARES ha supportato la realizzazione delle strategie di controllo e dell'analisi Hazop per il sistema CH2P, per la produzione di idrogeno e elettricità da metano tramite celle a ossidi solidi, in partnership con le aziende coinvolte: SOLIDpower, HYGEAR e SHELL. Al progetto CH2P si è inoltre aggiunta, per il 2020, la coordinazione del progetto SWITCH, che evolverà la stessa tecnologia in modalità reversibile, con produzione di idrogeno prevalentemente verde tramite la modalità elettrolisi e sempre assicurata da metano, integrando in questa la moda-

lità CH2P. L'impatto ricadrà in tutte le soluzioni distribuite, a supporto della mobilità a idrogeno, delle applicazioni stazionarie fino al livello di bilanciamento delle reti. È stato avviato il progetto HYCARE, sullo sviluppo di un sistema di accumulo idrogeno in materiali a stato solido. È stato sviluppato inoltre un test per l'uso diretto di ammoniaca nelle celle di SOLIDpower, con impatto potenziale nel settore navale e industriale e nell'uso dell'ammoniaca come carrier energetico ad alta densità. Questa attività abilita FBK nella preparazione di una proposta di progetto nella call FCH-JU 2020. Nel contesto delle nuove progettualità, ARES inoltre partecipa alla messa in campo del progetto IPCEI Hydrogen Technologies and Systems, con una previsione di budget coinvolto molto rilevante;

- *Batterie a Flusso.* ARES sta sviluppando una strategia e un coinvolgimento più ampi nel contesto delle batterie, e nello specifico delle batterie a flusso. In quest'ultimo settore vi è la collaborazione strategica con Green Energy Storage, azienda nata e incubata all'interno di FBK. Con l'azienda continua la collaborazione all'interno del progetto Greenersys. GREENERSYS prosegue le attività di sviluppo della batteria a flusso basata su AQDS e Bromo. Lungo il 2019 il principale risultato è relativo allo sviluppo di una nuova soluzione di cella, integrando elementi innovativi relativi alle piastre bipolari, alla gestione della fluidodinamica, a nuovi componenti di membrane e elettrodi, a una configurazione solida dal punto di vista della meccanica di sistema. Questa tecnologia permette di aumentare l'autoconsumo e l'uso di fonti rinnovabili, per applicazioni stazionarie e a supporto delle reti di distribuzione, anche in un contesto collegato alla mobilità sostenibile, con l'abilitazione della ricarica rapida di veicoli elettrici. Nel settore batterie, ARES ha messo in campo una proposta di Project Portfolio nel progetto IPCEI Batteries, che è arrivato a pre-notifica da parte del Ministero dello Sviluppo Economico a novembre 2019. Lungo il 2020, il progetto dovrebbe arrivare ad approvazione completa da parte della Commissione Europea e abilitare un finanziamento importante in FBK sull'attività di ricerca, sviluppo e innovazione nel settore specifico. ARES è inoltre entrata nella piattaforma Europea ETIP-Batteries Europe, oltre che essere collegata all'iniziativa di progetto Europeo Flagship Batteries 2030+;
- *Solare a concentrazione.* Nel 2019, ARES ha completato la fase di messa in servizio progressiva per il sistema Stirling Dish installato a Rovereto in prossimità dell'ITI Marconi, in una collaborazione con l'RSE di Milano e con ES e FMPS. Su questa tecnologia si prevede lungo il 2020 lo sviluppo di nuove attività legate all'uso di radiazione solare ad alta concentrazione per nuovi processi legati ai combustibili solari e a all'idrogeno. All'interno del progetto INSHIP, FBK ha studiato nuove soluzioni per il tracking della radiazione basati su materiali a memoria di forma e accumulo di energia termica innovative ricevitori solari sottovuoto e materiali a cambio di fase (PCM). Queste soluzioni vedranno lo sviluppo di pubblicazioni e/o brevetti lungo il 2020, assieme ai partner dell'Università di Evora (Portogallo);
- *Progetti Lg. 6, progetti di ricerca industriale.* ARES è coinvolta in progetti Lg. 6 con aziende sul fronte della ricerca industriale: ECONIT (Colmegna Nord) e

GREENERSYS (GES), più altri due, in fase di avvio all'inizio 2020, MOSCA (SOLIDpower) e RIPLAID (Life Energy). In questo quadro, ARES ha avviato una fase di attività strategica con Trentino Sviluppo, avviando una fase di collaborazione e coordinamento maggiore sia nell'azione di attrazione sul territorio di aziende nel Green tech verso il Progetto Manifattura che nella proposta di competenze e infrastrutture per l'avvio di attività di consulenza, progetti o collaborazioni. Lungo il 2019 si è completata la fase di progettazione dei laboratori Tesslab che, all'interno del Progetto Manifattura stesso, svolgeranno attività di consulenza per le imprese del settore green tech in tre ambiti prioritari e con l'ausilio di cinque laboratori di supporto;

- *Attività legate al territorio locale e agli scenari energetici:* lungo il 2019 ARES ha fornito supporto a ITEA e a DOLOMITI ENERGIA nel progetto Stardust, sviluppando il progetto dell'impianto geotermico per le torri di Madonna Bianca. Si tratta del progetto geotermico più grande nella Provincia di Trento, caratterizzato da 58 sonde da 200 metri e con uno sviluppo lineare totale pari a 11.600 metri. Lungo il 2019 è stata avviata la fase di analisi del potenziale geotermico mediante carotaggi dedicati e la fase di progetto esecutivo preliminare alla realizzazione dell'impianto stesso. Oltre a questo, ARES ha fornito supporto al PEAP, Piano Energia Ambiente della Provincia, al 2030, mediante lo sviluppo degli scenari per raggiungere gli obiettivi territoriali al 2030. Luigi Crema ha partecipato al FORUM RICERCA PAT tra i 15 esperti, portando proposte sul tema dell'energia e dell'idrogeno per il territorio Trentino. ARES ha supportato il Comune di Borgo nella fase di avvio dell'iniziativa Hydrogen Valley locale, a cui seguirà lungo il 2020 la fase di sviluppo del Master Plan. ARES ha coordinato i tavoli per lo sviluppo del nuovo Piano Strategico Italiano di Mobilità a Idrogeno, svolto all'interno di H2IT, l'Associazione Italiana dell'Idrogeno;
- *Collaborazioni industriali:* l'Unità ARES lungo il 2019 ha sviluppato relazioni con molte aziende, sia contestuali al territorio trentino che collocate in ambito nazionale / internazionale. In particolare la relazione con grandi aziende è stata di particolare rilievo. Tra queste quella con SNAM, in una relazione di consulenza sul quadro di posizionamento nel settore idrogeno per il gruppo, con ENEL Distribuzione all'interno del progetto COMESTO, finanziato nel bando PON MIUR, focalizzato sul tema delle nano e micro-reti energetiche e degli accumuli di energia, con Engie, GKN all'interno del progetto HYCARE sull'accumulo di idrogeno in stato solido, finanziato da FCH JU. Continuano le relazioni con SHELL e SOLIDpower (CH2P e nel 2020 nella fase di avvio di SWITCH e MOSCA), Green Energy Storage, Terna (H2020-OSMOSE), Dolomiti Energia (Hydro Dolomiti Energia, Dolomiti trading e SET Distribuzione, in STARDUST e OSMOSE), con Sorgenia (consulenza di due diligence su azienda Belga) e SAPIO (attività di consulenza sul posizionamento strategico nel settore produzione di idrogeno), RSE, EDF (Smart Altitude), ALSTOM e RFI (piano fattibilità treni a idrogeno in Toscana e nel contesto nazionale);
- *Sinergie con il sistema Trentino della ricerca:* ARES è impegnata a collaborare con il sistema della ricerca in Trentino. Con l'Università di Trento sono attivi un PhD (Mattia Duranti, DII), e si sono svolte 2 tesi di Master (Michele Bolognese

e Andrea Collini con Prof. Grigante, DICAM. Uno dei tesisti è entrato a far parte del team ARES). Con Prof. Rossano Albatici è attiva la relazione per la preparazione dei laboratori alla Manifattura Domani, con i Prof. Paolo Baggio e Maurizio Fauri è attiva la collaborazione per il PEAP, Piano Energia e Ambiente della Provincia di Trento. In questo contesto la collaborazione è estesa alla FEM, al gruppo BER guidato da Silvia Silvestri. Con HIT è attiva la relazione per valorizzare il trasferimento delle innovazioni di ARES, in particolare di due brevetti sulle tecnologie solari;

- *Start-up*: ARES è in una azione di co-sviluppo della tecnologia delle batterie a flusso con Green Energy Storage. In questo contesto sono coinvolte tre Unità di ricerca: oltre ad ARES, FMPS ed ES. L'azienda svolge attività all'interno di FBK, parte presso gli uffici e laboratori in Via alla Cascata, parte presso i laboratori Labssah. Lungo il 2019 l'azienda ha avviato una fase di insediamento presso l'Edificio Botti del Progetto Manifattura, che dovrebbe divenire esecutiva lungo il 2020;
- *Innovation Labs*: nel 2018 si è reso operativo il laboratorio congiunto FBK – SOLIDpower sulla produzione di idrogeno tramite tecnologie a ossidi solidi. Il laboratorio è stato utilizzato per le attività di CH2P. Nel 2019 inoltre si è completata la fase di progettazione dei TESSlabs, laboratori di innovazione e servizio alle imprese previsti al Progetto Manifattura e gestiti all'interno di un accordo quadro da Trentino Sviluppo, FBK e UNITN. Lungo il 2020 ne è prevista la realizzazione;
- *Collaborazioni con Università*: oltre alla relazione con l'Università di Trento già citata, ARES ha un PhD condiviso con l'Università La Sapienza di Roma, con il Prof. Enrico Sciubba, sul tema dei ricevitori volumetrici solari. In questo contesto è attiva la collaborazione scientifica con IMDEA Energy di Madrid. ARES ha inoltre ospitato uno studente Master dell'EPFL, Michele Zandrini (seguito dal prof. Jan Van Erle), che ha svolto una tesi di laurea sul tema dell'uso diretto dell'Ammoniaca nelle celle a ossidi solidi. Nel contesto del progetto INSHIP, ARES ha svolto mobility in-out con la Plataforma Solar de Almeria, con l'istituto greco CRES e con l'università turca METU. Mattia Duranti, Phd in ARES, ha svolto una mobility di due mesi presso il Fraunhofer ICT di Stoccarda, attivando una collaborazione sul tema delle batterie a flusso. All'interno dei progetti attivi vi sono numerose relazioni con Università e Istituti di Ricerca. Tra questi, EPFL e DLR in CH2P, ENEA, CNR, UNIFI, UNIPA e UNINA Federico II in INSHIP;
- *Eventi di alto profilo*: ARES ha organizzato un workshop all'interno della Green Week Trento 2019, con un panel sul tema dell'Idrogeno e delle applicazioni future, partecipato da dirigenti di ALSTOM ferroviaria, SNAM, SAPIO, SOLIDpower e il Ministero dello Sviluppo Economico. Oltre a questo, nell'evento sull'idrogeno a Borgo Valsugana del 14 dicembre 2019, sono intervenuti un officer dell'FCH JU Europeo, di SNAM, ENVIPARK TORINO, IIT Bolzano, ALSTOM ferroviaria, oltre a Trentino Sviluppo e all'Assessore Spinelli. Luigi Crema è intervenuto in qualità di moderatore all'evento Hydrogen Challenge, organizzato da SNAM a Roma il 10 e 11 ottobre 2019, e invited keynote speaker a European Fuel Cell Conference 2019 (Napoli).

Relativamente agli indicatori sui settori di monitoraggio, si riportano qui di seguito i numeri di quanto raggiunto nel 2019.

Eccellenza scientifica

Lungo il 2019, ARES ha partecipato a 3 pubblicazioni Q1 (si veda lista sotto), oltre ad aver contribuito su altre 5 pubblicazioni peer reviewed e a un capitolo di un libro (Luigi Crema in “Generation H”, di M. Alverà (CEO Snam) – (Mondadori)

Nel corso del 2019 ARES ha organizzato due eventi principali: la sessione del Festival della Green Economy 2019 e l'evento sull'Idrogeno in Valsugana il 14 dicembre 2019.

ARES ha partecipato a vari congressi internazionali tra cui EFCF2019 (Lucerna), IFBF2019, Batteries2019 e EFC2019 (Napoli), oltre a vari altri eventi quali The Hydrogen Challenge (Roma) e Gli Stati Generali dell'Energia in Italia (Roma).

Impatto su mercato e società

Nel 2019 è stato sviluppato il Piano Energia e Ambiente della Provincia di Trento al 2030, in fase di finalizzazione nel corso del 2020. Nel 2019, ARES ha coordinato l'Unità Formativa 4 della Scuola di Alta Formazione Professionale di Villazzano.

Luigi Crema è Committee Leader della piattaforma Europea dell'Idrogeno, il Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking e Vicepresidente dell'Associazione Italiana dell'Idrogeno e delle Pile a Combustibile, H2IT.

Sostenibilità economica

Lungo il 2019 ARES mantiene l'obiettivo di una quota di autofinanziamento superiore all'80%. La copertura progettuale è buona nei prossimi 3 anni grazie ai nuovi progetti finanziati nel 2019. ARES ha proposto 2 progetti nella Call FCH JU 2019, con l'aggiudicazione di entrambi, di cui uno da coordinatore. Un terzo progetto è stato promosso verso l'Unità di ricerca del CIT, MPBA. Anche in questo caso la proposta è andata a buon fine.

3 Pubblicazioni più significative

- “Investigating the Optical Properties of a Laser Induced 3D Self-Assembled Carbon–Metal Hybrid Structure” Butt M.A., Lesina A.C., Neugebauer M., Bauer T., Ramunno L., Vaccari A., Berini P., Petrov Y., Danilov D., Manshina A., Banzer P., Leuchs G. Small, 2019, 15 (18), 11900512, /Q1 (scimago)/ IF 10.856.
- “Colloidal crystals based portable chromatic sensor for butanol isomers and water mixtures detection”, *Opt. Mater. (Amst)*., A. Chiappini, A. Vaccari, et.al. vol. 90, pp. 152–158, Apr. 2019. /Q1/Q2 (scimago)/ IF 2.0.
- “Development of MEMS MOS gas sensors with CMOS compatible PECVD inter-metal passivation”, B. Alvisè, A. Gaiardo, R. Bartali et al., *Sensors Actuators B Chem.*, vol. 292, pp. 225–232, 2019./ Q1 (scimago) / IF 6.4.

MST – Microsystems Technology

<http://mst.fbk.eu/>

Responsabile: Leandro Lorenzelli

1. Sommario

Le attività dell'Unità di ricerca MicroSystems Technology (MST) si sviluppano nell'ambito della realizzazione di dispositivi microfabbricati e sensori che hanno un potenziale applicativo in molte aree scientifiche (p.es. biotecnologie, settore biomedicale), della fisica (e.g. bolometri) e dell'ingegneria (p. es. ICT e telecomunicazioni, spazio). Nell'Unità di ricerca è presente una significativa massa critica di competenze, specialmente nel settore delle tecnologie dei MEMS, della microfluidica, della sensoristica, che hanno costituito un fattore essenziale per poter sviluppare sistemi e dispositivi su traiettorie di maggiore impatto. Nel 2019 sono state sviluppate maggiori capacità nella progettazione e realizzazione di sistemi integrati di interesse industriale e sono state ampliate le conoscenze su materiali piezoelettrici e semiconduttori organici per lo sviluppo di dispositivi innovativi per potere accedere a nuove opportunità e di attuare maggiori interazioni con tematiche legate all'ICT dove le conoscenze presenti all'interno dell'Unità di ricerca possano trovare una ulteriore ricaduta. In estrema sintesi, nel 2019 l'Unità di ricerca ha mantenuto un livello di eccellenza scientifica più che buona: più di 10 lavori sono stati accettati da riviste con impact factor superiore a 3 e da conferenze internazionali di rilievo nei settori di competenza dell'UdR. Gli interventi hanno riguardato partecipazioni su invito come speaker, in comitati scientifici (IEEE Sensors 2019, Transducers 2019, MicroMachine Summit) e nell'organizzazione di scuole di formazione superiore (AQUA-SENSE 2019 Summer School, Trento 25-27 Settembre 2019). Per quanto riguarda il reperimento di fondi, oltre alla continuazione di alcune commesse già in corso, sono stati acquisiti:

- un nuovo progetto Europeo (ITN-MSCA-INTUITIVE) “INnovative Network for Training in ToUch InteracTIVE Interfaces” con lo scopo di sviluppare approcci innovativi per la sensoristica tattile;
- il rinnovo di un contratto di collaborazione triennale con l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Dopo uno studio di fattibilità è iniziata la fase di fabbricazione dei dispositivi previsti. Il contratto ha consentito all'Unità:
 - i.) di proporre 5 posizioni triennali per giovani ricercatori che svilupperanno attività di ricerca nei settori dei semiconduttori organici, delle antenne riconfigurabili e RFID e dei sistemi integrati per il controllo di sensori.
 - ii.) di acquisire strumentazione di ultima generazione per deposizioni di materiali tramite ink jet printer, per lo sviluppo di transistor e diodi basati su semiconduttori organici.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Per quanto riguarda i risultati su obiettivi operativi, in dettaglio:

Area Salute. Le attività sullo sviluppo di sistemi per l'analisi in vitro di segnali elettrofisiologici da colture 3D di neuroni iniziata nel 2019 ha ottenuto i primi riscontri in ambito sperimentale. Il sistema sviluppato è basato su una matrice di microelettrodi 3D indirizzabili individualmente. Gli elettrodi 3D vengono realizzati nella fase finale del processo di fabbricazione, quest'ultimo risulta compatibile con tecnologie differenti (CMOS, MEMS).

Successivamente sono stati realizzati in collaborazione con l'Università di Genova, costrutti 3D di neuroni in coltura sui dispositivi. Nelle misure sperimentali è stato possibile registrare segnali elettrofisiologici su più livelli all'interno della coltura 3D di neuroni. I primi risultati presentati nell'ambito di "TRANSDUCERS 2019 and EURO-SENSORS XXXIII", dimostrano l'applicabilità dei sistemi proposti nell'analisi degli effetti di farmaci su organoidi di neuroni come modello per trattamenti farmacologici nelle malattie neurodegenerative.

Area Lavoro

Durante il 2019 l'Unità di ricerca si è impegnata su entrambi i fronti delle attività di ricerca e delle collaborazioni industriali. Le collaborazioni industriali più rilevanti riguardano i settori dei sistemi di identificazione digitale e tracciatura dei prodotti (IPZS), Automazione Industriale (GEFRAN), Automotive (BREMBO), e Spazio (Thales Alenia). In dettaglio:

- nell'ambito della collaborazione con l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato (IPZS), l'attività che prevede lo sviluppo di tecnologie innovative per il riconoscimento dell'impronta digitale, si è focalizzata sulla realizzazione di matrici di sensori piezoelettrici basati su diodi flessibili realizzati con materiali organici. Inoltre sono stati sviluppati i primi dimostratori per dispositivi chipless RFID a basso costo.
- Per il settore dell'automotive e dell'automazione industriale sono tutt'ora in corso le collaborazioni con BREMBO (per lo sviluppo di sensori per il controllo di sistemi frenanti), GEFRAN (progettazione e realizzazione di celle di carico). Inoltre, nel 2019 è iniziata l'attività di progettazione di specchi adattivi attuati tramite materiali piezoelettrici per la defocalizzazione di fasci laser ad alta potenza.

Area Ambiente

Nel 2019 l'Unità di ricerca MST ha iniziato le attività del progetto H2020-ITN-MSCA AQUASENSE che ha lo scopo di sviluppare sistemi automatizzati per il monitoraggio delle acque. L'interesse si è focalizzato in questo primo anno nella progettazione di sistemi di rilevazione di microplastiche nelle acque che non sono facilmente campionabili e che attualmente costituiscono un problema poco conosciuto.

Ulteriori iniziative di ricerca per il territorio: Space Economy, Bolometri, Quantum devices

Per il settore Spazio, nel corso del 2019 è stata svolta un'attività piuttosto articolata di negoziazione con Thales Alenia Space Italia (TAS-I), per la partecipazione di FBK a una cordata nazionale nell'ambito dell'iniziativa in capo al MISE intitolata Ital-GovSatCom (IGSC), inserita nell'iniziativa Space Economy. Il progetto è stato giudicato positivamente da ASI (in qualità di valutatore tecnico della proposta), sono stati firmati gli accordi per l'innovazione con il MISE, che daranno accesso al co-finanziamento pubblico a sostegno delle attività.

Tra le attività rivolte a rafforzare ulteriormente l'integrazione di FBK con il proprio territorio, l'Unità di ricerca contribuisce alle Quantum Technologies fornendo supporto tecnologico nelle tecnologie per la Circuit Quantum Electrodynamics (QED) con l'obiettivo di sviluppare dispositivi per studiare a livello quantistico l'interazione fra radiazione elettromagnetica e materia.

3. Pubblicazioni più significative

- Gupta, S., Shakthivel, D., Lorenzelli, L., Dahiya, R., Temperature Compensated Tactile Sensing Using MOSFET with P(VDF-TrFE)/BaTiO₃ Capacitor as Extended Gate, 2019 IEEE Sensors Journal 19(2), 8496809, pp. 435-442.
- Mulloni, V., Capuano, A., Adami, A., Quaranta, A., Lorenzelli, L., A dry film technology for the manufacturing of 3-D multi-layered microstructures and buried channels for lab-on-chip 2019 Microsystem Technologies 25(8), pp. 3219-3233.
- Exploitation of RF-MEMS Switches for the Design of Broadband Modulated Scattering Technique Wireless Sensors Donelli, M., Iannacci, J. 2019 IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters 18(1), 8528338, pp. 44-48.

MNF – Micro Nano Facility

<http://mnf.fbk.eu/>

Responsabile: Pierluigi Bellutti

1. Sommario

MNF è un'infrastruttura operativa nel campo delle micro e nanotecnologie e dei relativi materiali abilitanti che consente attività di ricerca, sviluppo e innovazione. MNF attua un modello operativo nel quale tutte queste attività si integrano in modo da garantire la massa critica per sostenerle, modello che si contrappone a quello che spesso caratterizza il panorama italiano. Per questo, e con l'esperienza maturata, MNF si propone quale struttura in grado di ospitare attività di R&D altrove difficili da condurre e di portare nuove tecnologie ad un più elevato TRL, dal "proof of concept" ad una versione fruibile per l'applicazione. Il team di MNF conduce anche attività di ricerca in proprio al fine sia di mettere a disposizione delle Unità di ricerca del CMM nuovi processi tecnologici in grado di contribuire all'eccellenza dei risultati del Centro, che di allargare il know-how disponibile e la rete di collaborazioni. È in questo quadro che si collocano gli obiettivi raggiunti nel 2019. Innanzitutto si è avuta una crescita della presenza di dottorandi che coprono soprattutto il settore della micro-meccanica (quello della sensoristica di radiazione è già molto ben presidiato con il lavoro condotto con l'Unità IRIS) e poi c'è stata la progressione relativa alle azioni di investimento sostenute da due finanziamenti specifici. La prima azione riguarda il bando FESR 2016 che nel corso del 2019 ha visto chiudere i bandi di gara e installare il grosso degli 8M€ disponibili; l'attuazione del programma ha richiesto la chiusura delle attività a metà luglio per poter consentire l'adeguamento dei laboratori (notare come il grande sforzo corale di MNF sia riuscito ad assicurare la chiusura della quasi totalità degli impegni, sforzo proseguito per assicurare il supporto all'attuazione del potenziamento dell'infrastruttura). La seconda azione riguarda lo schema europeo IPCEI, che ha visto MNF collaborare al chiarimento di vari aspetti operativi di questo progetto (vinto a fine 2018). Qui la difficoltà da superare è stata la novità dello "strumento" approvato, trattandosi del primo caso europeo (quello centrato sulla micro e nanoelettronica). Il finanziamento IPCEI permetterà una nuova tornata di investimenti in attrezzature scientifiche e lo sviluppo dello staff, permettendo l'inserimento di personale di ricerca e tecnico con copertura totale dei costi. Pur essendo stato il 2019 un anno che ha assorbito molta energia sull'attuazione di programmi d'investimento, sono stati confermati numeri rilevanti sia come pubblicazioni (44 nel 2019 contro 35 nel 2018) che come brevetti (4 depositi in Italia, 3 in Europa, 1 in USA).

2. Risultati dell'attività di ricerca

Obiettivo primario di MNF è l'efficienza del complesso apparato composto da vari laboratori tutti a servizio prioritario dell'attività di ricerca delle UdR del Centro. La

valutazione dell'impatto di questa azione primaria va dunque riscontrata nelle attività delle altre Unità, in particolare IRIS, per i sensori di radiazione custom, FMPS, per la parte di fotonica e MST per le attività MEMS. È quindi nei rispettivi rendiconti che si può vedere il contributo di MNF, nonché le indicazioni di come questi si collocano nei quattro obiettivi operativi (salute, territorio, lavoro, ambiente) di FBK. Di seguito ci si focalizza su quelle attività condotte in autonomia da MNF, nell'ottica di impiegare al meglio le proprie capacità, non saturate dalle UdR del centro, che includono anche servizi di supporto (realizzazione serie di componenti e analisi per controllo qualità) per le imprese, o più in generale per terzi. Abbiamo quindi due ambiti operativi, non indipendenti, da rendicontare: l'attività di R&D e quella di infrastruttura.

Ricerca e Sviluppo

MNF da qualche anno sta preparando lo sviluppo di una capacità nanotecnologica. Anche nel corso del 2019, grazie a collaborazioni e attività fatte presso strutture all'estero, sono state condotte sperimentazioni che hanno consentito l'acquisizione di preziose esperienze. L'arrivo della nuova attrezzatura dell'azienda Raith, la macchina a doppio fascio (nanofascio ionico ed elettronico) Velion, la prima installata al mondo, ora in fase di accettazione nel quadro del programma FESR, consentirà di avviare l'attività interna. Altro risultato sul fronte del potenziamento del settore della nanofabbricazione acquisito nel 2019 riguarda l'arrivo di importante strumento per la litografia elettronica (EBL). Tale situazione è frutto della reputazione che MNF si è costruita negli anni e che ha portato una azienda europea a proporre una partnership che prevede il testing e il perfezionamento di un nuovo strumento EBL installato in MNF in comodato d'uso, per prepararne il lancio sul mercato. Fatto rilevante è che in entrambi i casi, le aziende produttrici degli strumenti stanno siglando un accordo di collaborazione per ricerca e sviluppo legato alle attrezzature appena menzionate, di fatto sancendo una credibilità di MNF che la porta ad essere anche partner nello sviluppo di attrezzature d'avanguardia nel settore delle nanotecnologie. Ciò porta a creare il presupposto di sviluppi assolutamente nuovi a beneficio di tutti gli ambiti operativi nei quali la Fondazione articola il proprio piano strategico, ivi incluse le attività della quantum technology, poiché le nanotecnologie sono tecnologie abilitanti che hanno impatto trasversale rispetto ai settori applicativi.

Passando ora ad una sintesi delle attività di ricerca condotte in autonomia da MNF nel 2019 si possono evidenziare i seguenti progetti:

- *Borsa CARITRO su sensori di gas*; le attività e i demo in atto sono volti al monitoraggio della qualità dell'aria (obiettivo ambiente) e supporto della sicurezza (obiettivo salute). Il tema è anche alla base del progetto "cheAria" organizzato sul modello DomoSens con e per le scuole superiori (realizzazione di postazioni di monitoraggio, in collaborazione con APPA, nelle città di Trento, Rovereto e Pergine). In seguito agli eventi pubblici connessi a questa azione con le scuole è arrivata la manifestazione d'interesse di un'azienda del territorio con la quale sono iniziati i primi test (il progetto è condotto in collaborazione con l'Unità Ricerca e Innovazione per la Scuola e l'Unità OpenIoT).

- *Space Economy*: MNF ha fatto da punto di riferimento verso Thales Alenia Space-Italia per la composizione dei contributi di FBK al primo progetto satellitare finanziato in questo ambito. I contenuti tecnologici dei sotto-progetti che vedono coinvolta FBK vertono ovviamente sul tema spazio, ma sono tutti elementi trasferibili e ascrivibili nel setto Industria 4.0. A consuntivo si può dire che FBK ha giocato un ruolo centrale per il territorio, di fatto sostenendo le azioni assegnate a HIT e interfacciandosi con l'associazione industriali di Trento e l'Università di Trento. Grazie a questa attività di raccordo e le capacità tecnologiche presenti in MNF e più in generale nel CMM, con TAS-I si sta delineando una possibile collaborazione strategica strutturale che potrebbe includere realtà come Pro-M e aziende del territorio in grado di creare opportunità di sviluppo legate alla “new space economy”.
- *Relazioni con enti di ricerca*. Due sono le principali relazioni con enti di ricerca. La prima riguarda INFN con il quale attraverso l'accordo MiNaTAP è proseguita la relazione strategica con le varie sedi INFN sparse sul territorio nazionale e la collaborazione con il Centro INFN-TIFPA. La seconda riguarda INAF (principalmente sedi di Trieste, Bologna e Roma) attraverso il quale MNF e IRIS si trovano coinvolte in progettualità per nuovi satelliti sostenute ad oggi da tavoli negoziali ASI. Rispetto a quest'ultimo si vuole evidenziare che per la prima volta si è avviata anche un'attività di assemblaggio di payload per una piccola costellazione di satelliti. Questa attività di integrazione rafforza, affiancando alla tipica attività di realizzazione di componenti, l'impegno di FBK nella sua azione strategica nel settore Spazio.
- *Sensori di radiazione*. In questo settore di punta delle attività di MNF e dell'Unità IRIS, MNF nel corso del 2019 ha rafforzato le attività di innovazione con diverse multinazionali del settore analitico che utilizzano le tecnologie consolidate per rivelatori X (microstrisce e camere a deriva) mettendo al sicuro la continuazione delle attività nel 2020. Nel 2019 si sono evidenziate le attività riguardanti i rivelatori di radiazione con guadagno interno LGADs (Low Gain Avalanche Diodes) con una collaborazione con il Paul Scherrer Institute per le applicazioni di spettroscopia X alle basse energie e con INFN (in particolare Torino) per le applicazioni di timing in fisica delle alte energie.

Infrastruttura

Per quanto riguarda la facility, nel 2019 si possono identificare due periodi.

- Gennaio-luglio con la corsa ad assicurare le realizzazioni previste entro la data di chiusura dei laboratori per consentire l'attuazione dei lavori di ampliamento di questi e l'installazione delle nuove attrezzature. Da rilevare per la parte realizzativa la crescita del volume di fette a favore della ditta Optol (volume triplicato rispetto all'anno precedente), la conferma dell'attività per la ditta Microtec di Bressanone, la realizzazione dei sensori per rivelatori di radon per la ditta Nuvap di Milano. La facility ha inoltre registrato un significativo incremento delle attività di Microfab Solutions, start up abilitata all'uso delle attrezzature della Facility per offrire lavori/service di microtecnologia del silicio in modo complementare rispetto al mandato principale della Facility stessa. Per le aziende del territorio MNF ha offerto servizi che superano i 200 K€. Poiché questi servizi

riguardano la realizzazione di componenti, il beneficio commerciale per le aziende beneficiarie è certamente molto superiore. Ciò a dimostrazione anche del valore diretto assicurato al territorio.

Oltre a questo, il 2019 ha visto la facility sostenere un'importante contratto da "silicon foundry" (esecuzione secondo dettagliate istruzioni del cliente) di rivelatori di radiazioni richiesto da azienda internazionale, mentre è proseguita l'attività di collaborazione e realizzazione in serie per l'azienda internazionale, con sede in Giappone, Horiba.

- Agosto-dicembre: periodo nel quale sono stati effettuati lavori di ampliamento delle cleanroom e sono state installate le attrezzature acquistate grazie a FESR 2016. L'obiettivo, centrato, di chiudere le acquisizioni e le installazioni entro fine 2019 è senza dubbio un eccellente risultato conseguito dallo staff MNF, che si è impegnato costantemente in tutte le fasi, contribuendo in maniera sostanziale alla soluzione degli inevitabili imprevisti dettati dalla complessità degli interventi.

Progetto IPCEI. Sempre nel corso del 2019 è stata assicurata un'importante attività di preparazione per l'avvio del progetto legato al finanziamento *IPCEI-Micro and nano-electronics* vinto a fine 2018. Nell'anno si sono dovuti mettere a punto i rapporti col MISE e con i partner europei, cosa che ha avuto delle difficoltà inevitabili, trattandosi del primo utilizzo di questa tipologia di progetto (IPCEI).

Una chiosa finale merita un'attività che sta crescendo sempre più e che riguarda l'azione di "outreach". Insieme all'Unità Ricerca e Innovazione per la Scuola, MNF sta promuovendo un modello didattico di scuola lavoro denominato DomoSens (brand depositato) che è stato premiato presso SMAU nel novembre 2019 come modello d'innovazione. Ogni anno parte almeno un progetto che muove in media 200 studenti di scuole diverse (dalle 7 alle 10 a seconda dei casi). Nel novembre 2019 in una riunione presso il MIUR, dove era rappresentata anche la PaT, è stato riconosciuto il grado di novità e di impatto sulla formazione degli studenti ed è stato deciso di siglare un protocollo a tre (MIUR, FBK e PAT) per avviare una sperimentazione nazionale. La sperimentazione dovrebbe partire nell'autunno del 2020.

3. Pubblicazioni più significative

- A. Bagolini, A. Gaiardo, M. Crivellari, E. Demenev, R. Bartali, A. Picciotto, M. Valt, F. Ficorella, V. Guidi, P. Bellutti, Development of MEMS MOS gas sensors with CMOS compatible PECVD inter-metal passivation, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 292, 2019, p. 225-232, ISSN 0925-4005, <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.04.116>;
- A. Bagolini, P. Scauso, S. Sanguinetti, and P. Bellutti, Silicon Deep Reactive Ion Etching with aluminum hard mask, *Materials Research Express*, 6, 2019, p. 085913;
- F. Fuschino, R. Campana, C. Labanti, Y. Evangelista, M. Feroci, L. Burderi, F. Fiore, F. Ambrosino, G. Baldazzi, P. Bellutti, R. Bertacin, G. Bertuccio, G. Borghi, D. Cirrincione, D. Cauz, F. Ficorella, M. Fiorini, M. Gandola, M. Grassi, A. Guzman, G. La Rosa, M. Lavagna, P. Lunghi, P. Malcovati,

G. Morgante, B. Negri, G. Pauletta, R. Piazzolla, A. Picciotto, S. Pirrotta, S. Pliego-Caballero, S. Puccetti, A. Rachevski, I. Rashevskaya, L. Rignanese, M. Salatti, A. Santangelo, S. Silvestrini, G. Sottile, C. Tenzer, A. Vacchi, G. Zampa, N. Zampa, N. Zorzi, HERMES: An ultra-wide band X and gamma-ray transient monitor on board a nano-satellite constellation, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 936, 2019, 199-203, ISSN 0168-9002, <https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.11.072>.

FMPS – Functional Materials and Photonic Structures

<https://fmeps.fbk.eu/>

Responsabile: Georg Pucker

1. Sommario

L'UdR è stata costituita nel marzo 2014 è nata nella logica di allineamento delle attività di ricerca del CMM che mirano ad un collegamento strutturale lungo la catena di valore che dal materiale porta al dispositivo. Nell'Unità sono ora allocate significative competenze nella realizzazione di nuovi processi di crescita e deposizione di film sottili, nel design e nello studio di materiali innovativi per applicazioni in dispositivi sia nel settore dell'energia rinnovabile sia nello settore micro-dispositivi. Questo assetto riflette un trend generale nella ricerca relativa al settore dei materiali. Il materiale non è più visto come elemento a sé, ma acquista il suo valore come parte integrante e abilitante di un prodotto ben più complesso nel contesto di una specifica applicazione e favorisce l'integrazione di nuovi materiali e nuove funzionalità in tecnologie già esistenti creando un valore aggiunto non trascurabile.

L'Udr contribuisce a una serie di obiettivi definiti nel piano esecutivo 2018-2020 di FBK in particolare allo sviluppo di piattaforme lab-on-chip (Missione – cura personalizzata), allo sviluppo di sorgenti laser per l'orologio atomico (Missione - spazio) e allo sviluppo di materiali per lo stoccaggio e trasporto di Energia (Missione - Sostenibilità ed Energie rinnovabili). La ricerca svolta dalla UdR FMPS è inoltre ben allineata rispetto alle Strategie di Specializzazione Intelligente della Provincia Autonoma di Trento come descritta nel programma Pluriennale della ricerca per la XV legislatura e si colloca principalmente nell'ambito della "Scienza dei materiali" con alcuni aspetti della ricerca che si collegano anche negli ambiti delle "Biotecnologie, genomica, post-genomica, biologia computazionale" e "Tecnologie dell'informazione e della comunicazione". FMPS da anni svolge ricerca e sviluppo nel settore della fotonica considerata una KET (key enabling technology) che forma la base tecnologica per una vasta gamma di applicazioni e prodotti utilizzati in vari settori di specializzazione e rappresenta anche uno degli pilastri tecnologici per la ricerca europea nel ambito delle tecnologie quantistiche. Ricercatori dell'unità FMPS contribuiscono anche al Joint laboratory Q&TN fondato dal Università di Trento e Consiglio Nazionale delle Ricerche per coordinare gli sforzi per giocare un ruolo di rilievo a livello nazionale ed internazionale nelle tecnologie quantistiche.

Le attività di ricerca dell'Unità FMPS sono di rilevanza europea sia nell'ambito della ricerca sui materiali innovativi sia nell'ambito della ricerca sui dispositivi come dimostra la partecipazione a due programmi COST ("towards oxide based electronics", "multiscalesolar"), e la partecipazione al progetto CanBioSe della call H2020-MSCA-RISE-2017. FMPS rappresenta il centro materiali e microsistemi anche nel steering comitato della piattaforma europea EUMAT. L'anno 2018 ha dato inizio a nuovi progetti nel settore della fotonica per applicazione nello spazio (sviluppo di una sorgente

miniaturizzata per l'orologio atomico e realizzazione di un giroscopio ottico) e nel settore del trattamento delle superficie e fabbricazione di nano materiali per strutture di sicurezza (attività svolta in collaborazione col Istituto Poligrafico Zecca dello Stato-IPZS).

L'Unità FMPS contribuisce inoltre all'innovazione sul territorio nazionale e sul territorio della Provincia Autonoma di Trento tramite collaborazione dirette con enti nazionali, aziende e imprese su problematiche collegate alla tribologia, alla ricerca su materiali innovativi, allo sviluppo di nanomateriali per documenti (Istituto Poligrafico Zecca dello Stato- IPZS) e anche a collaborazioni nel settore della fotonica e ottica (progetto industria 4.0 con le aziende Adige Sala S.P.A e la newcom Femtorays nel settore della realizzazione di piattaforme lab-on-chip).

L'Unità svolge la sua attività di ricerca spesso in stretta collaborazione con le altre Unità del centro Materiali e Microsistemi. I dispositivi fotonici si realizzano all'interno della facility MNF, mentre con le altre Unità STM, IRIS, LABBSAH e ARES si collabora soprattutto su progetti e commesse di ricerca ma anche sviluppo interno collaborando con tutte le altre Unità di ricerca e anche con la facility MNF: con LABBSAH sulla funzionalizzazione di sensori ottici, con STM su microfluidica e elettronica, con IRIS su problemi di imaging e su tecnologie quantum, e con ARES su innovazione sui materiali per sistemi nel settore delle energie rinnovabili.

L'Unità FMPS nell'anno 2019 è stata coinvolta – come descritto nel portafoglio progetti, si veda documento budget 2019 – in un ampio spettro di attività.

Le attività del 2019 si possono raggruppare in tre grossi gruppi: - fotonica integrata con applicazioni per dispositivi per lo spazio, lab-on-chip e tecnologie quantistiche, - progetti di sviluppo di nuovi materiali e dispositivi per promuovere lo sviluppo e la crescita tecnologica di aziende sul territorio trentino e italiano e attività di networking per mantenere collaborazioni di alto livello scientifico e tecnologico nel ecosistema delle ricerca internazionale tramite la partecipazione alle iniziative COST, progetto Europei Marie Curie e partecipazione a piattaforme europee.

Gli obiettivi principali dell'anno 2019 erano di mantenere l'eccellenza scientifica in termini di pubblicazioni su riviste di alto livello, di continuare lo sviluppo di circuito ottici integrati per applicazioni nello spazio e per tecnologie quantistiche e di sviluppare i processi di sintesi per tagganti in collaborazione con l'Istituto Poligrafico Zecca dello Stato IPZS.

Alcuni progetti e commesse hanno avuto ritardi non trascurabili dovuti alla prolungata inaccessibilità delle clean-room di FBK-CMM. I fermi clean-room sono stati causati dai lavori di ampliamento e dall'installazione di nuove macchine e i ritardi saranno auspicabilmente recuperati durante l'anno 2020.

2. Risultati dell'attività di ricerca

FMPS ha ottenuto risultati importanti in rispetto alla maggior parte degli obiettivi operativi negli ambiti di Salute, Lavoro e Ambiente.

La collaborazione con Adige Sala Spa ha portato alla messa a punto di specchi per laser ad alta potenza con vari soluzioni che sono attualmente in fase di testing. Lo sviluppo di dispositivi ottici integrati ha portato a un primo prototipo per una cavità laser per la realizzazione di un laser eterointegrato per il progetto LESSO finanziato dall'ASI.

FMPS ha inoltre iniziato due importanti collaborazioni nel settore della fotonica nella seconda parte del 2019. Una collaborazione con Photonpath, start-up del Politecnico di Milano, per lo sviluppo di dispositivi Telecom per il routing di segnali ottici e una seconda collaborazione con CrestOptics per lo sviluppo di una componente di uno spettrometro Brillouin.

FMPS ha portato avanti anche la R&D prevista nella collaborazione Q&TN, iniziativa con partecipazione di FBK, CNR e UniTN per svolgere ricerca nel settore delle tecnologie quantistiche. In particolare è stato sviluppato un primo prototipo di un circuito ottico con rivelatore-pin integrati nello stesso substrato. Una versione del dispositivo più avanzato in fase di design prevede la possibilità di rilevare singoli fotoni su chip.

FMPS ha contribuito anche agli obiettivi nel settore Ambiente in particolare ha concluso i lavori per il sistema di controllo dell'inseguitore installato presso l'Istituto Tecnico Marconi di Rovereto.

Sono stati fatti importanti progressi nella ricerca svolta nel progetto 3 della collaborazione col istituto Poligrafico zecca dello Stato IPZS, nel quale si è riuscito a fare un importante aumento delle quantità e qualità delle nanoparticelle sintetizzate. I processi di sintesi sono stati portati da mg a grammi; in conseguenza si è adesso in grado di fornire a IPZS quantità di materiali che permettono di svolgere i primi test per sviluppare inchiostri e altri materiali con tagganti con proprietà ottiche.

FMPS anche nell'anno 2019 ha prodotto un numero di pubblicazioni scientifiche importanti, 21 pubblicazioni su riviste scientifiche (di quali 15 su riviste con impact factor) e la maggior parte (più del 80%) su riviste del primo e secondo quartile. Un ricercatore di FMPS è inoltre inventore di un brevetto che è stato valutato da InnovAgorà nel maggio 2019 tra i 170 brevetti più promettenti italiani. Si tratta del brevetto "Device per prove di trazione su nanomateriali", Inventori: Maria Pantano e Nicola Pugno (Dicam, UniTN) e Giorgio Speranza (FBK).

L'invenzione, nata anche nell'ambito delle collaborazioni esistenti tra UniTN e la Fondazione Bruno Kessler (FBK), si riferisce ad un dispositivo e a un metodo per determinare le proprietà meccaniche di nanomateriali, come microfibre, film ultrasottili, inclusi strati monoatomici (ad esempio il grafene) e simili mediante prove di trazione.

3. Pubblicazioni più significative

- U-Gov ID 318408, Anno 2019, Autori: Pantano, Maria F.; Iacob, Erica; Picciotto, Antonino; Margesin, Benno; Centeno, Alba; Zurutuza, Amaia; Galiotis, Costas; Pugno, Nicola M.; Speranza, Giorgio, Title: Investigation of charges-driven interactions between graphene and different SiO₂ surfaces, Journal CARBON Volume 148, Impact Factor 7.466; Q1.

- U-Gov ID 317304 Anno 2019 Autori: Marchetti, Francesca; Laidani, Nadhira; Scarpa, Marina; Gottardi, Gloria; Moser, Enrico; Title: Graphene films decorated with TiO₂ grown by atomic layer deposition: Characterization and photocatalytic activity study under UV–visible light, Journal APPLIED SURFACE SCIENCE 470, Impact Factor 5.155, Q1.
- U-Gov ID 317211, Anno 2019 Autori: Castellan, Claudio; Trenti, Alessandro; Vecchi, Chiara; Marchesini, Alessandro; Mancinelli, Mattia; Ghulinyan, Mher; Pucker, Georg; Pavesi, Lorenzo; Title: On the origin of second harmonic generation in silicon waveguides with silicon nitride cladding; Journal SCIENTIFIC REPORTS, Volume 9, Impact Factor 4.011, Q1.

IRIS – Integrated Radiation and Image Sensors

<http://iris.fbk.eu/>

Responsabile: Matteo Perenzoni

1. Sommario

L'Unità di Ricerca Integrated Radiation and Image Sensors (IRIS), operante all'interno del Centro Materiali Microsistemi, lavora nella ricerca di soluzioni innovative basate su sensori per radiazione in silicio. In particolare, l'attività è focalizzata sullo sviluppo di rivelatori ottimizzati con tecnologia custom, assieme alla facility MNF, e circuiti integrati a stato solido (microchip) nell'ambito della sensoristica integrata intelligente: microsistemi evoluti realizzati tramite tecnologie microelettroniche d'avanguardia. Il loro utilizzo spazia dagli esperimenti di fisica nucleare e delle particelle alle tecnologie quantiche, dall'astrofisica, diagnosi medica, biologia, monitoraggio ambientale, al controllo industriale e sicurezza.

L'anno 2019 vede in incremento significativo delle attività relative allo Spazio, con i progetti NSG (New Satellite Generation, PON-MIUR) e WALLIE (Wide-Range High-Resolution Lidar Imager, ESA), avviati con l'inizio dell'anno. Al tempo stesso c'è stata l'approvazione di un progetto sulla Space Economy che vede la partecipazione di IRIS e MNF sull'integrazione di un sistema per giroscopio che costituisce parte delle attività per far maturare una competenza di integrazione di moduli sensore.

Nel campo delle tecnologie quantistiche, è stato avviato il PoC per l'ingegnerizzazione di un dispositivo QRNG (Quantum Random Number Generator). È stato inoltre vinto ed avviato un FET Innovation Launchpad (GammaCam) per il followup dell'attività sul progetto europeo Supertwin.

In aggiunta, è stato raggiunto un ragguardevole risultato con l'acquisizione di ben 4 progetti Attract-EU non pianificati in B&PAA2019: POSiCS (Position-sensitive SiPM compact and scalable beta camera), RfLAS (Real-time fluorescence lifetime acquisition system), SP-LADOS (Innovative single-photon large area optical probe for diffuse optical spectroscopy), PHOTOQUANT (Nanophotonics applied to ultrafast single-photon quantum sensors).

Nell'ambito delle collaborazioni industriali, sono stati acquisiti i follow-up previsti su sensori di distanza per applicazioni industriali, miglioramenti sui fotomoltiplicatori per applicazioni automotive, e trasferimenti tecnologici su SPAD custom, in qualche caso con incremento di risorse finanziarie rispetto al B&PAA2019.

Complessivamente, i finanziamenti inattesi hanno compensato la partenza ritardata di alcuni dei progetti pianificati, e lo stato del budget e delle risorse dell'UdR è in linea con le previsioni.

2. Risultati dell'attività di ricerca

A partire dagli obiettivi indicati nel B&PAA2019, ci sono stati i seguenti risultati:

Sviluppo di nuovi sensori di immagine per lo spazio (Lavoro – Spazio). Depositato un brevetto sull'architettura di sensore lidar. È stato definito il concept dello star-tracker sul quale è stato costruito un modello software per la previsione del funzionamento del sensore. Il progetto Wallie ha raggiunto con successo la prima milestone di definizione dell'architettura. È stato ampliato il network e da recenti contatti ci si aspetta di riutilizzare know-how e risultati su attività Space Economy. È in partenza un nuovo progetto su Space Economy (IGSC) che va a rinforzare le competenze di integrazione e elettronica di prossimità.

- Eccellenza: un brevetto depositato e pubblicazioni in preparazione, riconoscimento internazionale nel campo con invito al workshop CNES su imaging spazio.
- Impatto: aumento del know-how in campo spazio ma anche ottenimento di risultati che possono trovare applicazione in altri campi.
- Sostenibilità: le attività sono finanziate ESA, MIUR, Space Economy. Alcune di queste hanno una percentuale di finanziamento ridotta che può impattare sull'autofinanziamento dell'Unità.

Sviluppo di sensori intelligenti per il medicale (Salute). Dopo gli ottimi risultati ottenuti sul progetto SBAM, è stato presentato un lavoro alla conferenza ESSCIRC 2019 e pubblicato su Solid-State Circuit Letters. Si è conclusa la prima fase con la realizzazione di un modulo integrato di prova e si è avviata la discussione per la seconda fase. È stato progettato ed è attualmente in fabbricazione il sensore MAPS (monolithic active pixel sensor) per il progetto HVTrack, per il quale sono in corso discussioni per la realizzazione di modulo e firmware.

- Eccellenza: diverse pubblicazioni su conferenza e su rivista, invito a presentare al Forum ISSCC 2020 su tecnologie di sensori per medicina nucleare.
- Impatto: consolidamento delle capacità di integrazione modulo e futuro impatto sulla società per il miglioramento della diagnostica.
- Sostenibilità: si tratta di attività finanziate e co-finanziate, che si aspetta portino a nuove collaborazioni nel breve termine per il loro proseguimento.

SiPM NIR e SiPM BSI (Lavoro – Industria 4.0, Veicolo Connesso). Il progetto commerciale SiPM BSI è stato positivamente concluso. Grazie ai risultati positivi è stato espresso interesse da parte del committente per uno sviluppo ulteriore congiunto. In seguito a nuovi elementi emersi in termini di proprietà intellettuale e possibilità di exploitation, è in atto una nuova fase di negoziazione del contratto su sviluppi ulteriori e licenze d'uso. Il brevetto è in fase di scrittura. Prodotto il primo run di SiPM NIR-UHD nuova generazione per applicazioni LIDAR, con efficienza più che raddoppiata rispetto alle generazioni precedenti e allo stato dell'arte. Sul tema, ci sono 4 brevetti in corso di scrittura. Forte interesse per una veloce industrializzazione: iniziate discussioni per il trasferimento della tecnologia a una nuova foundry esterna

su richiesta del cliente. Acquisito progetto ATTRACT su studi innovativi per combinare SiPM BSI e nanofotonica.

- Eccellenza: le pubblicazioni sono impedita da vincoli di riservatezza sui contratti commerciali, ma è in corso la preparazione di brevetti.
- Impatto: le tecnologie SiPM FBK sono a livello dello stato dell'arte, e saranno probabilmente adottate in applicazioni come il LiDAR for automotive (la tecnologia NIR-UHD è in fase di valutazione presso diversi produttori).
- Sostenibilità: Licenze e royalties, se la tecnologia viene adottata in prodotti di massa e prodotta in volumi. Estensione delle collaborazioni di R&D (progetto SiPM-BSI), nuovi progetti.

SiPM NUV per applicazioni scientifiche, spaziali e medicali (Lavoro – Spazio, Salute). Completamento sviluppo e trasferimento tecnologico a fonderia esterna della tecnologia NUV-HD-Cryo per esperimento DarkSide-20k ancora in corso, a causa di certo numero di ulteriori difficoltà tecniche. Supporto per aggiunta di TSV alla tecnologia, in collaborazione con LFoundry, in corso. Primi risultati degli studi sulla radiation hardness dei SiPM per applicazioni di fisica delle alte energie, e collaborazione con CERN (CMS Barrel Timing Layer upgrade). Avvio collaborazione con un altro grande esperimento di fisica: DUNE. La nuova tecnologia VUV-HD (cooperazione con Stanford) dimostra un'efficienza elevata, >23% a 175 nm. Nel medicale, iniziano nuovi sviluppi commerciali su miglioramenti alla tecnologia NUV-HD in ambito PET, per l'aggiunta metal nei trench per migliore isolamento ottico.

- Eccellenza: le tecnologie SiPM criogeniche (NUV-HD-Cryo) e sensibili nel VUV (VUV-HD) costituiscono lo stato dell'arte nel settore di SiPM per applicazioni scientifiche, dimostrato dalle 8 pubblicazioni su rivista nel 2019 e altre in fase di preparazione.
- Impatto: Le tecnologie NUV-SiPM FBK sono al momento in fase di valutazione in numerosi grandi esperimenti di fisica di prossima generazione, inclusi DUNE, nEXO, CMS, JUNO-TAO. Nell'esperimento DarkSide-20k, i SiPM FBK NUV-HD-Cryo verranno impiegati nella costruzione di un esperimento che richiederà l'installazione di diverse decine di metri quadri di silicio.
- Sostenibilità: diversi progetti R&D finanziati per lo sviluppo ulteriore delle tecnologie NUV-SiPM per esperimenti scientifici. Inoltre, in casi di produzioni di grandi volumi, lo schema di royalties potrà sostenere ulteriori attività di R&D.

Silicon Drift Detectors (SDD), planari (pixels e micro-strip) e LGAD (Lavoro – Spazio). Completato lotto commerciale di SDD con bassa corrente di leakage <0.85 nA/cm². Produzione prototipale di SDD per nuova azienda, con risultati positivi e prospettive di continuità della collaborazione. Dimostrata per la prima volta capacità di spettroscopia X con SDD di elevato spessore, 800 e 1000 um (progetto ARDE-SIA). Ultimata produzione SDD per progetto ReDSOX-4, contenente dispositivi per applicazioni in esperimenti spaziali: progetti THESEUS, HERMES, PixDD. Prodotti sensori strip per progetto PairedX e dimostrata capacità spettroscopica X. Uscito primo lotto LGAD con pixel separati da trench, per ridotta area morta. Uscito lotto

UFSD per studi di ottimizzazione di layout e processo per rivelatori per timing layer CMS. Prodotti sensori a pixel per collaborazione con PSI. 12 pubblicazioni su rivista.

- Eccellenza: stato dell'arte nel campo SDD con tecnologia a basso leakage e sensori di grande area. La tecnologia UFSD di FBK dimostra la maggiore tenuta al danno da radiazione, e i Trench-Isolated LGAD (TI-LGAD) hanno il minore bordo morto.
- Impatto: le tecnologie SDD sono usate in numerosi progetti scientifici in sincrotroni (ELETTRA e SESAME) e proposte per missioni spaziali in fase di studio (THESEUS e HERMES), e possibile contributo alla missione spaziale cinese eXTP. Le tecnologie LGAD e pixel sono considerate tra i candidati per l'upgrade di CMS e ATLAS, al CERN.
- Sostenibilità: diversi progetti di sviluppo di SDD finanziati da agenzie come ASI, ESA e Accademia delle Scienze Cinese. Collaborazione commerciale con una azienda giapponese per R&D e fornitura di sensori. I sensori LGAD sono coinvolti in progetti di sviluppo finanziati dal CERN, INFN e da una collaborazione con PSI.

In campo europeo, è in corso il progetto QRANGE all'interno della flagship su Quantum Technologies, che ha visto nel 2019 la conclusione di un primo design di test. Si è invece positivamente concluso il progetto SUPERTWIN con ottime valutazioni da parte dei revisori ed una notevole attività scientifica e di disseminazione; si prevedono comunque ancora delle importanti lavori di misura sul nuovo sensore (progetto Innovation Pilot: GammaCam) con dei possibili follow-up. Si è quasi concluso il secondo e ultimo anno il progetto flagship Graphene Core 2, che vede la realizzazione di un rivelatore THz e Mid-IR atteso agli inizi del 2020. Si è concluso il progetto FORENSOR con review positivo, mentre sono avviati 4 progetti Attract-EU che vedono un'importante partecipazione FBK, principalmente in relazione alle attività legate ai SiPM in tecnologia custom.

Le collaborazioni esistenti con aziende ed università sono attive e rafforzate, in particolare si è concretizzato il trasferimento tecnologico di celle SPAD e tecnologie SiPM a fonderia esterna, continua e si arricchisce la collaborazione con aziende multinazionali nel campo della sensoristica per misura di distanza con tempo di volo, sono state messe in piedi delle iniziative nell'ambito Q@TN con l'Università di Trento (scuola SQUAD), si è individuato un interesse sul vision sensor del progetto FORENSOR da parte di startup e aziende, con prospettive di scrittura di un progetto europeo FastTrack to Innovation, è stato sottomesso un progetto su ghost-imaging quantistico sulla call FET di Ottobre ed un progetto su simulazione quantistica usando fotonica. È in avvio di una importante attività di collaborazione con il grande esperimento di fisica DUNE, per SiPM criogenici da utilizzare in un esperimento di fisica in Canada (produzione prevista di 15 mq di silicio).

Prosegue la collaborazione tra UdR, in particolare MNF (ambito spazio, sensori, fabbricazione) e FMPS (ambito quantum), tramite la scrittura di progetti congiunti o la compartecipazione ad attività. Diversi ricercatori dell'Unità sono coinvolti in comitati

organizzatori di diverse conferenze, tra cui la International Solid-State Circuit Conference, European Solid-State Circuit Conference, International Conference in Electronic Circuits and Systems.

Complessivamente l'attività di disseminazione scientifica a tre quarti del 2019 è stata molto buona, con 34 articoli su rivista e 10 su conferenza, diverse partecipazioni a workshop ed invited talks/tutorials, alcuni brevetti depositati e concessi.

3. Pubblicazioni più significative

- Moreno-García, M., Pancheri, L., Perenzoni, M., del Río, R., Vinuesa, Ó. G., & Rodríguez-Vázquez, Á. (2019). *Characterization-Based Modeling of Retriggering and Afterpulsing for Passively Quenched CMOS SPADs*. "IEEE Sensors Journal", 19 (14), 5700-5709.
- Tontini, A., Gasparini, L., Massari, N., & Passerone, R. (2019). *SPAD-Based Quantum Random Number Generator With an Nth-Order Rank Algorithm on FPGA*. "IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs", 66 (12), 2067-2071.
- A. Gola, F. Acerbi, M. Capasso, M. Marcante, A. Mazzi, G. Paternoster, C. Piemonte, V. Regazzoni, N. Zorzi, *NUV-Sensitive Silicon Photomultiplier Technologies Developed at Fondazione Bruno Kessler*. "Sensors", 19 (2), 308, Jan 2019, doi: 10.3390/s19020308.
- I. Hafizh, G. Bellotti, M. Carminati, G. Utica, M. Gugiatti, A. Balerna, V. Tullio, G.O. Lepore, G. Borghi, F. Ficarella, A. Picciotto, N. Zorzi, A. Capsoni, S. Coelli, L. Bombelli, C. Fiorini, *Characterization of ARDESIA: a 4-channel SDD X-ray spectrometer for synchrotron measurements at high count rates*. "Journal of Instrumentation", 14, P06027, 2019, doi: 10.1088/1748-0221/14/06/P06027.

LaBSSAH – Laboratorio di studio e di analisi strutturale di biomarcatori per la salute

Responsabile: Cecilia Pederzoli

1. Sommario

L'Unità di ricerca è impegnata nel settore delle micro e nanotecnologie per lo studio e sviluppo di materiali ed interfacce integrabili in dispositivi per la ricerca e la diagnostica in ambito biomedicale (oncologia, malattie neurodegenerative). Le attività di ricerca riguardano:

1. lo sviluppo di protocolli e metodi miniaturizzati per la purificazione e l'analisi di biomarcatori di patologie complesse (DNA circolante, mRNA ribosomale, miRNA, esosomi) partendo da campioni di fluido biologico (es. sangue, saliva) (*interfacce biofunzionali*);
2. l'applicazione di tecniche di microscopia avanzata, quale la microscopia a forza atomica (AFM), nello studio e nella comprensione dei meccanismi molecolari alla base dell'insorgenza di patologie neurodegenerative (*bioimaging*);
3. in collaborazione con partner tecnologici la realizzazione e l'integrazione di materiali funzionalizzati in microdispositivi e la loro validazione (*device proof-of-principle*).

Il personale FBK di questa Unità è parte del Laboratorio congiunto FBK, CNR e UNITN dedicato alle bio nano scienze e tecnologie: Laboratorio di studio e di analisi strutturale di biomarcatori per la salute (LaBSSAH).

Questo Laboratorio si caratterizza per l'integrazione delle conoscenze e competenze derivanti dalla ricerca fondamentale in biologia molecolare e cellulare con quelle derivanti dal settore delle micro e nanotecnologie per lo sviluppo di metodologie e strumenti innovativi per la biomedicina con l'obiettivo di dare un contributo alla medicina del futuro - *Medicina di Precisione*. Questo approccio interdisciplinare all'attività di ricerca è fondamentale per lo sviluppo e l'innovazione bio-tecnologica. L'esperienza del LaBSSAH e in FBK le competenze relative ai settori dei dispositivi e sensori presenti nel CMM, comprensive di una filiera trasversale che va dalla sintesi e trattamento superficiale di materiali, dalla realizzazione di biointerfacce alla microfabbricazione di dispositivi e di sistemi di rivelazione fino alla validazione dei sistemi realizzati, rappresentano un punto di forza per il raggiungimento di nuovi risultati per la salute in particolare per una diagnosi e cura personalizzata. Grazie ai progressi in questo settore per la salute è possibile realizzare strumenti da un lato in grado di mettere a punto terapie che vadano ad agire a livello molecolare e dall'altro di incrementare sempre di più la sensibilità e precisione dei metodi diagnostici per un'individuazione precoce delle malattie.

Le attività di ricerca di base e applicata in corso nel LaBSSAH contribuiscono a questo innovativo settore della medicina in particolare con lo studio e sviluppo di metodi, tecniche e sistemi per la comprensione dei meccanismi molecolari alla base dell'insorgenza di patologie e lo sviluppo di sistemi innovativi di isolamento, purificazione e rivelazione di biomarcatori. Di principale interesse per il personale FBK del LaBSSAH è lo sviluppo di materiali integrabili in dispositivi e/o sensori per un'analisi biologica non invasiva utilizzando campioni di fluidi non trattati quale il sangue (*biopsia liquida*). Più in generale la realizzazione di dispositivi e sensori ad elevata sensibilità non solo per la prevenzione e la diagnosi di una malattia ma che permettano anche il suo monitoraggio durante il decorso. Tali dispositivi e sensori sono di interesse inoltre per la ricerca rappresentando strumenti innovativi di studio. Come già accennato sopra si tratta di una progettualità trasversale nella quale le competenze di biologia molecolare e cellulare del LaBSSAH (UNITN-CIBIO), di materiali e biointerfacce di questa Unità del LaBSSAH (FBK CMM) si integrano con le competenze tecnologiche del CMM.

Tre gli aspetti generali che hanno caratterizzato il lavoro di questa Unità nel corso dell'anno:

- 1) Messa in atto di iniziative per avviare collaborazioni con i medici della patologia clinica sia locale che nazionale che permettano una migliore finalizzazione delle attività di ricerca relative allo sviluppo di sistemi innovativi di ricerca e diagnosi (*medicina traslazionale*). Organizzati due eventi: 1) retreat "Converging micro-nano-bio technologies towards integrated biomedical systems", Rifugio Serot Roncegno Terme (TN) dal 27 febbraio al 1 marzo. In un contesto informale l'evento è stato un approfondimento e confronto fra ricercatori di FBK, Politecnico di Torino, Politecnico di Milano e IFN-CNR di Roma impegnati nel settore dei materiali, e delle micro e nanotecnologie con ricercatori di biologia molecolare (UNITN-CIBIO) e clinici (dr. Mattia Barbareschi, direttore U.O. Multizonale Anatomia Patologica presso U.O. Anatomia Patologica, Ospedale S.Chiera di Trento; dr. Natalia Malara del Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Bionem L@b, Università della Magna Graecia, Campus "Salvatore Venuta" Catanzaro; dr. Luca Primo Istituto Oncologico Candiolo di Torino. 2) workshop "Advanced nanotechnological approaches to translational medicine" 17-18 giugno Germaneto, Catanzaro. Iniziativa congiunta Università della Magna Graecia, FBK e Politecnico di Torino coordinata da Patrizio Candeloro, Matteo Cocuzza, Giovanni Cuda, Enzo Di Fabrizio, Natalia Malara, Cecilia Pederzoli, Fabrizio Pirri e Giuseppe Viglietto. Il workshop si è tenuto presso l'Università della Magna Graecia dove l'Ospedale, i Dipartimenti di Medicina convivono con quelli dedicati alle nanotecnologie.
- 2) La continuazione e il consolidamento della collaborazione con il Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia (prof. Fabrizio Pirri) con l'obiettivo di promuovere e sviluppare congiuntamente, con l'utilizzo delle rispettive risorse e nell'ambito dei ruoli e delle competenze di ciascuno, le attività di ricerca relative alle bio nanoscienze e le micro e nanotecnologie per il settore biomedicale ed agro-alimentare, con particolare riferimento alla salute umana. In particolare le attività coinvolte riguardano: Sviluppo di materiali, dispositivi e procedure per

l'isolamento e l'analisi di biomarcatori tumorali (biopsia liquida); Studio delle proprietà di biocompatibilità di materiali polimerici e sviluppo di interfacce funzionali nella realizzazione di dispositivi microfluidici per colture cellulari 3D ed organ-on-chip quali modelli in vitro avanzati per lo screening personalizzato; Sviluppo di piattaforme tecnologiche miniaturizzate per l'identificazione di contaminanti (per es. farmaci) in prodotti alimentari.

- 3) A seguito di una riorganizzazione del CMM la decisione di far confluire il Laboratorio nell'Unità di ricerca MST coordinata da Leandro Lorenzelli.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Di seguito vengono riportati i risultati scientifici più rilevanti ottenuti dal personale dell'Unità nell'ambito dell'obiettivo operativo *SALUTE - Cure personalizzate*:

- *O1 Biointerfacce per isolamento ed analisi di acidi nucleici quali marcatori tumorali*

La capacità di sviluppo di sistemi innovativi per una diagnosi precoce, non invasiva, rapida e che preveda l'utilizzo di quantità ridotte di materiale biologico dipende da diversi fattori fra i quali la conoscenza delle biomolecole e delle strutture presenti nei fluidi biologici e considerati marcatori di patologie, la capacità di modificare in modo funzionale la superficie di materiali utilizzati nella microfabbricazione di dispositivi per l'isolamento e l'analisi di specifiche classi di biomarcatori. Su queste tematiche è proseguita nel 2019 l'attività di ricerca in diverse direzioni: 1) È stata completata la messa a punto di un nuovo reagente per funzionalizzare le superfici con cariche positive, se ne sono caratterizzate le proprietà e la capacità di catturare microRNA in confronto con superfici preparate con reagenti commerciali. Questa attività ha portato ad una pubblicazione (Lunelli et al. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 181 (2019) 166-173). 2) L'attività in collaborazione con UNITN-CIBIO per la messa a punto di nuovo metodo per la cattura di esosomi da plasma umano basato sulla funzionalizzazione con cariche positive di microparticelle ha visto la conclusione di una prima fase ed i risultati ottenuti sono stati pubblicati (Notarangelo et al. *EBioMedicine* 43 (2019) 114-126). 3) Considerando i risultati ottenuti finora è di cruciale importanza lo studio e sviluppo di sistemi in grado di aumentare il rapporto superficie/volume per permettere di isolare ed analizzare biomarcatori rari e presenti in basse concentrazioni. Sono state esplorate due vie: i) il cambio di design di microdispositivi di PDMS (da una struttura a goccia ad una a spirale) e ii) l'utilizzo di nanofibre depositate per elettrospinning per tempi diversi e con composizione variabile a base di PDMS.

- *O2 Biointerfacce per isolamento ed analisi di contaminanti in prodotti agroalimentari*

Nel mese di giugno è iniziato un nuovo progetto, Food-Drug-Free, finanziato con fondi FESR dalla Regione Piemonte, che prevede la realizzazione di una piattaforma di sicurezza alimentare di filiera per un monitoraggio in campo rapido ed efficiente delle materie prime (latte, miele e uova) in ingresso nel processo produttivo e distri-

butivo al fine di abbattere i costi di controllo e prevenire sprechi produttivi. Il contributo di questa Unità riguarda soprattutto lo sviluppo di un modulo per la separazione iniziale degli analiti (es. antibiotici) da misurare dalla complessa matrice iniziale. In questo primo semestre la nostra attività si è focalizzata: 1) Attivazione di polimeri di interesse per la microfluidica (COC, COP, PC) mediante processi in plasma e silanizzazione; 2) Sviluppo di sistemi a microparticelle magnetiche per la separazione delle tetracicline; 3) Ottimizzazione della ingegnerizzazione di superfici mediante attameri.

– *O3 Studio di complessi biomolecolari mediante microscopia avanzata*

Questa attività di biomaging si è principalmente focalizzata sul lavoro in collaborazione con il gruppo del prof. Benfenati (Center for Synaptic Neuroscience, IIT Genova). Il nostro contributo all'attività di ricerca del gruppo genovese ha riguardato la caratterizzazione degli effetti di una molecola fotoattivabile (Ziapi2) su membrane cellulari modello mediante microscopia a forza atomica, il design dei relativi esperimenti, l'elaborazione dei dati ottenuti, nonché la produzione delle figure, didascalie, metodi sperimentali e discussione dei risultati finalizzati alla pubblicazione di un articolo sulla rivista *Nature Nanotechnology*, accettato nel dicembre 2019. Altre attività svolte nell'ambito della microscopia avanzata: 1) Analisi di biomolecole per il progetto RiboWat (Lg6 con la start-up Immagina Biotechnology); 2) Prosecuzione della collaborazione con IBF-CNR (Gabriella Viero) sullo studio di poliribosomi, complessi sovramolecolari intracellulari coinvolti nella sintesi proteica.

– *O4 Trattamenti superficiali per l'analisi in chemiluminescenza e label-free di biomarcatori*

Per quanto riguarda questo obiettivo, è proseguito nel corso dell'anno l'iter della domanda di brevetto mentre per quanto riguarda l'attività sperimentale è stato eseguito lo studio di fattibilità per la rivelazione con il prototipo realizzato dell'aflatossina, pericoloso contaminante del latte. Il sensore sviluppato in FBK è stato inserito in una proposta di progetto di un consorzio piemontese del settore agro-alimentare che ne prevede il suo sfruttamento. La proposta ha superato la prima fase di valutazione, si è in attesa dei risultati della seconda fase.

In questa Unità le pubblicazioni scientifiche rappresentano l'indicatore principale nella valutazione del conseguimento degli obiettivi 2019 anche se il personale sta comunque lavorando su progettualità con un elevato impatto in termini di brevettazione e trasferimento tecnologico. Considerando il livello dei risultati scientifici ottenuti finora (TRL 1-3) e gli obiettivi dei progetti in corso non potranno ancora essere considerati aspetti di impatto sul mercato dei prodotti realizzati. Nel triennio 2015-2017 il numero medio di pubblicazioni dei tre ricercatori componenti l'Unità è stato pari a 10,6. Nel 2018 questo numero si è dimezzato mentre nel 2019 sono 7 le pubblicazioni dell'Unità considerando la riduzione dell'attività sperimentale rispetto al tempo dedicato alla scrittura di proposte di progetto (6 di cui 2 europee, 1 nazionale, 3 locali).

3. Pubblicazioni più significative

- DiFrancesco, M. L.; Lodola, F.; Colombo, E.; Maragliano, L.; Bramini, M.; Paterò, G. M.; Baldelli, P.; Serra, M. D.; Lunelli, L.; Marchioretto, M.; et al. *Neuronal Firing Modulation by a Membrane-Targeted Photoswitch*. "Nature Nanotechnology", doi: 10.1038/s41565-019-0632-6
- Notarangelo, M., Zucal, C., Modelska, A., Pesce, I., Scarduelli, G., Potrich, C., Lunelli, L., Pederzoli, C., Pavan, P., la Marca, G., Pasini, L., Ulivi, P., Beltran, H., Demichelis, F., Provenzani, A., Quattrone, A. and D'Agostino, V.G. *Ultrasensitive detection of cancer biomarkers by nickel-based isolation of polydisperse extracellular vesicles from blood*. "EbioMedicine" (43), 2019, pp. 114-126.
- Potrich, C., Lunelli, L., Cocuzza, M., Marasso, S. L., Pirri, C. F. e Pederzoli, C. *Simple PDMS microdevice for biomedical applications*. "Talanta" (193), 2019, pp. 44-50.

CREATE-NET – Center for REsearch
And Telecommunication Experimentation
for NETworked communities

CREATE-NET – Center for REsearch And Telecommunication Experimentation for NETworked communities

<http://create-net.fbk.eu>

Direttore: Elio Salvadori

1. Sommario

Il 2019 è stato caratterizzato da un passaggio importante per il Centro CREATE-NET, ovvero la decisione presa dal CdA di FBK di far convergere le attività svolte dalle proprie Unità di Ricerca (OpenIoT, RiSING, WiN e SIRIS) all'interno del Centro ICT a partire dal 2020, in un'ottica non solo di maggior integrazione tra le competenze in campo informatico di quest'ultimo e quelle in ambito di reti e telecomunicazioni di CREATE-NET, ma anche per rendere FBK più pronta e proattiva nell'affrontare le sfide definite nel Piano Strategico tramite i quattro obiettivi operativi di Salute, Territorio, Lavoro ed Ambiente.

Con questa decisione si chiude un ciclo importante per un Centro che fin dalla sua inaugurazione a fine 2003, passando per il delicato processo di integrazione all'interno di Fondazione Bruno Kessler a fine 2016, ha saputo dimostrare un modello di sostenibilità e di eccellenza scientifica che lo ha reso noto in tutta Europa, come dimostrano i risultati più significativi evidenziati in questo sintetico elenco:

- più di 800 pubblicazioni di cui circa un quarto pubblicate su riviste ad alto Impact Factor, con una media annuale nel triennio 2017-2019 di circa 15 journal paper in maggioranza pubblicati su riviste Q1. Contemporaneamente a questo, una crescente presenza all'interno delle comunità scientifiche di riferimento soprattutto su tematiche relative a network management, network security e all'applicazione di tecniche AI in ambiti resource-constrained ("AI at the edge"), ma anche un aumento del numero di ricercatori ad alto H-index (nonostante alcune perdite importanti legate principalmente al periodo di incertezza durante la transizione avvenuta a fine 2016) soprattutto nell'ultimo quinquennio di esistenza del Centro;
- una forte capacità di attrazione di fondi europei ed una riconosciuta capacità di coordinamento di progetti R&I di grandi dimensioni. Dall'anno del suo primo successo in termini di finanziamento europeo (progetto FP6 BIONETS nel 2006), il Centro ha raccolto complessivamente circa 27 milioni di Eur da commesse europee, oltre a circa 7 milioni di Eur da commesse private in collaborazione con grandi e piccole imprese europee ed internazionali. BIONETS è stato il primo di ben 17 progetti di ricerca ed innovazione in cui CREATE-NET ha svolto il ruolo di coordinatore (su un totale di più di 60 progetti finanziati dalla Comunità Europea in cui il Centro ha partecipato come partner). Con tassi di

successo superiori al 30% durante il programma quadro FP7 (2007-2013), il Centro CREATE-NET è stato premiato per ben due bienni consecutivi a livello nazionale con un finanziamento aggiuntivo da parte del MIUR;

- una strategia di sfruttamento dei risultati della ricerca di tipo “asset-driven” secondo un approccio iniziato in corrispondenza dell’avvio del programma H2020 nel 2014 e che ha portato ciascuna Unità di Ricerca a sviluppare delle piattaforme software ad elevato TRL (“asset”) in grado di distinguere il Centro, rendendone appetibile il contributo non solo all’interno delle attività di progettualità europea, ma anche da parte di numerose industrie con le quali sono state attivate (o rese più stabili) importanti partnership in ottica Open Innovation. Nel corso della sua storia, CREATE-NET ha infatti collaborato non solo con numerosi operatori di telecomunicazione (TIM, Orange, Deutsche Telekom, Telefonica, GEANT, GARR,...) ma anche con alcune delle più importanti aziende manifatturiere in questo settore. Tra le partnership più significative, va sicuramente menzionata quella attiva fin dal 2006 con Cisco Systems nell’ambito delle reti di trasporto di nuova generazione (tuttora in essere); ma numerose altre collaborazioni sono state realizzate in altri ambiti applicativi con importanti attori come Siemens e Huawei ma anche con integratori di sistema come ATOS, Engineering, Reply (per citarne alcuni). È importante sottolineare che la maturità di alcuni degli “asset” sviluppati dal Centro ha anche contribuito al lancio di nuove iniziative imprenditoriali: nel 2011 sono stati lanciati tre spinoff (U-HOPPER, EXRADE e INTELINCS), da due dei quali sono nate due ulteriori iniziative (RetailerIN e Trakti) nel 2016. Complessivamente queste iniziative sono state in grado di generare opportunità di lavoro per circa 30 persone (dati di fine 2019). Infine, è di quest’anno il lancio dello spin-off TESSA, nato grazie alle competenze sviluppate nel corso degli ultimi 4 anni sulle piattaforme IoT nel settore dell’agricoltura digitale.

Per quanto riguarda la destinazione delle 4 Unità di Ricerca CREATE-NET all’interno del Centro ICT a partire dal 1 gennaio 2020, è stata decisa la seguente ricollocazione sulla base delle competenze e degli ambiti applicativi già presidiati da ciascuna di esse: l’Unità OpenIoT (responsabile: Fabio Antonelli) andrà a far parte della linea che si occupa di Digital Industry, l’Unità RiSING (responsabile: Domenico Siracusa) si fonderà con l’Unità SIRIS ed andrà a far parte della linea che si occupa di Cybersecurity, mentre l’Unità WiN (responsabile: Roberto Riggio) andrà a far parte della linea che si occupa di Digital Society.

Nonostante la decisione del CdA FBK avvenuta ad inizio estate 2019 abbia chiaramente condizionato la vita del Centro soprattutto nell’ultima parte dell’anno, non si evidenziano criticità o scostamenti rispetto agli obiettivi ed ai KPI definiti nel Piano annuale delle attività B&PAA 2019. Tale risultato dà evidenza non solo della qualità delle attività svolte presso tutte le Unità di Ricerca CREATE-NET, ma anche della resilienza e professionalità dimostrata da tutto il personale del Centro malgrado due trasformazioni radicali in meno di tre anni.

In sintesi e lasciando i dettagli nella Sezione successiva (e nei capitoli dedicati a ciascuna Unità di Ricerca), si evidenzia che per quanto riguarda l'eccellenza scientifica, il Centro ha proseguito nella propria strategia di dare maggiore attenzione alla pubblicazione su journal e magazine ad alta qualità, ottenendo un elevato numero di journal paper Q1 pubblicati nel 2019 (su 20 journal paper in totale, ben 11 Q1 e 5 Q2). È aumentata inoltre anche l'attività di collaborazione con enti di ricerca industriale ed accademica, grazie anche all'attivazione di due ulteriori borse di dottorato congiunte. Il Centro ha confermato anche nel 2019 la sua forte propensione all'autofinanziamento tramite nuovi finanziamenti sia in ambito H2020 tramite il nuovo progetto 5G-ZORRO su tematiche di 5G e mobilità intelligente, ma anche in ambito EIT Digital, EIT Climate ed EIT Raw Material tramite 4 nuovi progetti finanziati per il 2020; sono stati infine attivati nuovi progetti commerciali (tra cui il finanziamento di due nuovi progetti di ricerca di tipo "URP" con Cisco Systems). Tali successi hanno permesso di confermare le stime di ricavi identificate a livello di budget 2019 ed assestano il mantenimento di un elevato livello di autofinanziamento del Centro per il terzo anno consecutivo dall'entrata in FBK. Per quanto riguarda infine l'impatto su mercato e società, sono state attivate delle nuove collaborazioni con diverse realtà aziendali (Konica Minolta, ZF Marine, Cantina Roverè della Luna, Energenius, Agriculus) orientate alla sperimentazione avanzata di soluzioni fog computing ed IoT in scenari realistici. Infine, è proseguito il percorso di exploiting commerciale del Proof of concept "FogAtlas", attualmente in fase di mentoring da parte di HIT e del Fondo Vertis; come anticipato poc'anzi, nell'ultima parte dell'anno è stato lanciato lo spin-off TESSA in ambito "digital agriculture".

2. Risultati dell'attività di ricerca

In questa Sezione viene fornito un dettaglio più fine rispetto al raggiungimento degli obiettivi del Centro nel corso del 2019.

A livello di **eccellenza scientifica**, verso la fine del 2018 il Centro ha partecipato al secondo "carotaggio" del meccanismo di valutazione continua della VQR stabilito all'interno di FBK. Il risultato di questo secondo test per il Centro è stato incoraggiante tenendo in conto di una forte crescita del valor medi di C-VQR considerando tre span temporali diversi: 2014-2018, 2015-2018 e 2016-2018. Questa crescita non fa riferimento unicamente all'accresciuta qualità scientifica dei paper pubblicati dal Centro ma è da giustificare anche con il forte turnover di personale subito dal Centro in questi anni; soprattutto negli anni di maggiore incertezza prima dell'integrazione in FBK, numerosi ricercatori senior hanno abbandonato il Centro e quindi per il meccanismo intrinseco della VQR non è stato possibile tenere in conto di molti dei lavori scientifici prodotti dal Centro specialmente nel triennio 2014-2016. L'impegno è quello di aumentare ulteriormente il valore di C-VQR, confidando che altri ricercatori al momento coinvolti nei Team definiti per il calcolo di questo parametro non abbandonino FBK; a tale scopo, quest'anno sono stati accettati 15 journal paper di cui 11 Q1 e 4 Q2 oltre a 13 conference paper (di cui 1 su conferenza A++, IEEE Infocom 2019). Da segnalare inoltre il premio di Best Demo Award ricevuto da ricercatori dell'Unità WiN alla conferenza IEEE Infocom 2019 ed il Best Student Paper Award

ricevuto da ricercatori dell'Unità RiSING alla International Conference on Information and Communications Security (ICICS).

Dal punto di vista delle attività professionali svolte o in fase di svolgimento, ricercatori del Centro saranno Program Chair di OSA Photonics (D. Siracusa) mentre l'Unità di ricerca WiN organizzerà la prossima edizione della conferenza IEEE Network of the Future. R. Giaffreda e M. Vecchio sono stati coinvolti come Guest Editors in una Special Issue di IoT Magazine su "IoT e agricoltura" e per Future Internet magazine su "applicazioni della blockchain per IoT", mentre D. Siracusa è stato coinvolto come Guest Editor in una Special Issue su "Photonic Networks and Devices" di IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology. M. Savi è stato invitato per una talk alla Terena Networking Conference 2019 (principale conferenza di riferimento tra gli operatori NREN europei) mentre D. Siracusa è stato invitato a fare una keynote all'interno della conferenza HiPC 2019 (26th IEEE International Conference on High Performance Computing, Data, and Analytics). Nell'ultima parte dell'anno, il Direttore E. Salvadori si è occupato di organizzare l'edizione 2020 dell'Italian Networking Workshop a Cavalese (TN): alla sua 17^a edizione, INW è la principale conferenza nazionale della comunità scientifica che si occupa di reti di telecomunicazioni. Il workshop si è svolto nei giorni 29-30-31 gennaio 2020 ed ha visto la partecipazione di oltre 80 ricercatori provenienti da tutta Italia, ma anche con diversi ospiti da UK, Germania, Spagna e Francia.

In termini di nuove collaborazioni accademiche stabilite in questa prima parte dell'anno citiamo quelle con University of Antwerp, University of Catalunya, Università di Pointiers, University of Castilla La Mancha e con il Politecnico di Berlino. In particolare, è stato avviato da parte dell'Unità WiN un dottorato congiunto con l'Università di Antwerp su tematiche di interoperabilità tra reti 5G e reti Wi-Fi nell'ambito automotive. Nel corso della prima metà del 2019 è stata stabilita una collaborazione con il Nokia Bell Labs di Cambridge, che ha portato un PhD dell'Unità di ricerca OpenIoT a effettuare un periodo di tirocinio all'estero focalizzato sul tema dell'Embedded Intelligence nei dispositivi IoT. È stata inoltre rilanciata la collaborazione con il dipartimento DISI dell'Università di Trento, grazie a due nuovi corsi in ambito di Laurea Magistrale per l'AA 2018/2019 su tematiche di fog/cloud computing e piattaforme middleware IoT, nella speranza di rendere più facile la costruzione di collaborazioni di ricerca col Dipartimento su tematiche di comune interesse. È stata, ad esempio, attivata una borsa di dottorato congiunto con DISI sulla tematica innovativa relativa a Quantum Annealing (più in generale Quantum Optimization) all'interno del progetto Q@TN.

Dal punto di vista dell'**impatto su mercato e società**, l'Unità RiSING ha vinto due bandi Proof of Concept allo scopo di valorizzare uno dei suoi asset più maturi: "FogAtlas": il bando proposto a livello locale da HIT e quello proposto a livello nazionale dal Fondo Vertis. FogAtlas è una piattaforma di fog computing per l'orchestrazione intelligente delle risorse computazionali e di rete. Il focus iniziale del PoC verterà su scenari Industry 4.0, con use cases basati sull'installazione e la riottimizzazione dei servizi, e sulla gestione automatizzata degli aggiornamenti. RiSING ha inoltre attivato una nuova collaborazione con Konica Minolta sul monitoraggio intelligente di risorse di cloud e fog computing.

Grazie alle attività di trasferimento tecnologico del centro di competenza “Agriotlab” dell’Unità di ricerca OpenIoT nell’ambito della cosiddetta “Agricoltura 4.0”, nei primi mesi del 2019 si è proceduto al consolidamento delle soluzioni tecnologiche già sviluppate in questo ambito, ed infine al lancio di uno spin-off in tale ambito (TESSA). Il presidio della partecipazione di FBK al Competence Center Industria 4.0 denominato SMACT ha consentito di stabilire relazioni con i maggiori poli universitari del Triveneto ed un vasto numero di realtà industriali ivi coinvolte sul tema Industria 4.0.

Infine, la valorizzazione degli asset tecnico/scientifici dell’Unità WiN ha portato a due nuovi contatti commerciali interessati nell’utilizzo di alcuni asset dell’Unità (5G-EmPOWER e lightMANO) nei loro prodotti. La prima azienda (Wireless Lab) si occupa di consulenza per la realizzazione di reti radio-mobili principalmente nel mercato sud-americano. La seconda azienda (Spindex) si occupa di consulenza ICT per importanti realtà industriali. In particolare, Spindex ha dimostrato interesse negli asset dell’Unità che saranno proposti internamente a Vodafone Italia per possibili future esplorazioni.

L’Unità SIRIS ha proseguito la propria collaborazione con Cisco Systems nell’ambito dello sviluppo del piano per il controllo della nuova generazione di reti ottiche di trasporto basate sulle tecnologie di trasmissione cosiddette “elastiche”.

Sono proseguite le collaborazioni in ambito nazionale e locale con Alperia in Alto Adige, con la Cantina Roverè della Luna in Trentino e con l’azienda Agricolus in Umbria su tematiche di monitoraggio di meleti e vigneti; con Energenius, grazie al finanziamento di un progetto Legge 6 sul monitoraggio intelligente dei consumi energetici in ambito Smart Building; con ZF Marine, filiale del gruppo tedesco ZF Technologies che si occupa dello sviluppo di veicoli marittimi, grazie al finanziamento di un progetto Legge 6 su tematiche di controllo wireless dei comandi a bordo scafo.

Infine per quanto riguarda la **sostenibilità economica**, il Centro ha partecipato a numerose Call competitive: H2020 di gennaio, aprile, agosto e novembre, PRIMA (Partnership on Research and Innovation in the Mediterranean Area) a febbraio ed infine EIT Digital, Climate e Raw Material tra febbraio e maggio. Nello specifico sono state sottomesse 12 nuove proposte di progetto Horizon 2020 delle quali due come coordinatori. Una di queste proposte è stata accettata (5G-ZORRO), un immediato risultato della attività di valorizzazione legate al progetto 5G-CARMEN (corridoio 5G Bologna/Monaco). Sono anche state sottomesse 4 proposte ad EIT Digital, 2 delle quali sono state finanziate: I-FLY (su marketplace UAV all’edge), TOSS (su temi di sicurezza di rete). È anche stato finanziato un progetto di Innovazione nell’ambito di EIT Raw Materials (SAFEME4MINE) ed un progetto Pathfinder da parte di EIT Climate (SAPIENCE). Inoltre, sono stati acquisiti due nuovi progetti di ricerca con Cisco Systems sulle tematiche segment routing e su tecniche di AI applicate nel contesto delle reti ottiche. È stata pure sottomessa una proposta di finanziamento presso ESA in collaborazione con Fondazione Ugo Bordoni, TIM, RFI, Ericsson e Telespazio su tematiche di 5G ibrido satellitare in ambito di trasporti ferroviari, ed una proposta Legge 6 con MicroTel (Borgo Valsugana) su tematiche di monitoraggio di reti 5G.

Questi risultati confermano le stime di ricavi identificate a livello di budget 2019 ed assestano l’elevato livello di autofinanziamento del Centro CREATE-NET.

Per quanto riguarda infine il contributo del Centro agli **obiettivi operativi del piano esecutivo di FBK**, il Centro CREATE-NET si è focalizzato principalmente su tre missioni: (i) Veicolo Connesso, grazie alle attività in essere sul progetto 5G-CARMEN partito a novembre 2018; (ii) Industria 4.0, grazie alle attività in essere su tematiche di digital agriculture mediante l'iniziativa interna "AgriotLab" citata in precedenza, ma anche tramite i dimostratori e per la creazione di sistemi di supporto alla decisione per fabbriche digitali in ambito monitoraggio, manutenzione preventiva, analisi di guasto e ottimizzazione di processo industriali già messi in campo presso la clean room di FBK; (iii) Sostenibilità, grazie alle attività di monitoraggio avanzato dei consumi energetici fatto in collaborazione con l'azienda Energenius.

In questo senso sono proseguite anche le collaborazioni sia col Centro ICT che col Centro CMM. L'Unità di ricerca WiN sta coordinando il progetto bandiera FBK noto come 5G@Trento. Il progetto ha come obiettivo lo sviluppo di competenze FBK cross-dominio in ambito di ricostruzioni di modelli quadridimensionali utilizzando reti di quinta generazione. Nel corso del 2019 il progetto bandiera ha fatto notevoli passi avanti, tra i quali la sottomissione di due articoli scientifici e la realizzazione di un prototipo congiunto tra WiN e le Unità di ricerca DOM, TeV del Centro ICT. Prosegue anche la collaborazione con la linea Digital Society del Centro ICT all'interno del progetto bandiera CitySensing con un contributo che si focalizza sullo sviluppo di una piattaforma basata su IoT LoraWAN e su fog computing. L'Unità OpenIoT ha partecipato, assieme all'Unità MNF del centro di ricerca CMM di FBK, alle attività progettuali che coinvolgono le scuole del territorio (progetto "CheAria").

OPENIoT – Open Platforms and Enabling Technologies for the Internet of Things

<https://create-net.fbk.eu/openiot/>

Responsabile: Fabio Antonelli

1. Sommario

L'Unità OpenIoT ("Open Platforms and Enabling Technologies for the Internet of Things") focalizza le proprie attività di ricerca sulle piattaforme e tecnologie abilitanti lo sviluppo di applicazioni per l'Internet of Things (IoT), occupandosi sia di piattaforme hardware che software, che coprono i dispositivi "embedded", i dispositivi presenti nell'"edge" della rete (quali, gli gateway IoT) e le componenti cloud per l'IoT, col fine di identificare soluzioni in grado di facilitare lo sviluppo e la messa in campo di soluzioni IoT scalabili e distribuite. La capacità di elaborare flussi di dati IoT nell'"edge" della rete rappresenta una caratteristica essenziale per abilitare un paradigma di computazione e di logica applicativa IoT decentralizzata, questo consente inoltre alle soluzioni IoT di guadagnare in termini di reattività, consentendo di filtrare i dati non rilevanti già alla sorgente e di demandare al "cloud" le analisi dati di natura più complessa ed estesa (sia temporalmente, che spazialmente) che richiedono scalabilità nella gestione dei dati raccolti dai dispositivi e nella loro elaborazione.

L'elaborazione dati effettuata nell'edge della rete può inoltre risultare più efficace se si è in grado di esercitare tecniche di machine learning sui dati già nei dispositivi "embedded" (dotati di anche minime capacità computazionali) e nei gateway IoT, consentendo di effettuare analisi dei dati in tempo reale proprio dove questi vengono generati.

In linea con il piano strategico di FBK che vede nell'applicazione delle competenze e delle tecniche di AI un fattore chiave per abilitare funzionalità innovative e nuove capacità di interpretare i dati acquisiti da sensori e dispositivi connessi, una linea di ricerca del gruppo ha riguardato proprio l'utilizzo di tecniche di machine learning distribuite nei vari punti dell'infrastruttura IoT (nei dispositivi "embedded", dove sono esponenzialmente crescenti le capacità elaborative, nei gateway IoT nell'edge della rete e in cooperazione con il cloud, dove la capacità computazionale quasi illimitata consente di elaborare strategie di analisi del dato più sofisticate e dimensionalmente molto più complesse), per mettere in campo strategie di analisi AI del dato federate.

Un altro ambito di ricerca del gruppo ha riguardato inoltre l'utilizzo della tecnologia blockchain in ambito IoT come elemento per abilitare processi di trasparenza e tracciabilità delle attività dei dispositivi, migliorarne l'identificazione e la capacità di operare in modo autonomo e sicuro. Questo include anche la capacità di tracciare l'accesso ai dati generati dai dispositivi, nel rispetto della privacy del dato e considerando anche gli aspetti di monetizzazione nell'accesso agli stessi.

Sul tema reti di comunicazione per l'loT, una particolare enfasi nelle attività di ricerca e sperimentazione è stata dedicata poi all'estensione dell'utilizzo delle tecnologie LPWAN (con particolare focus sui protocolli LoRa/LoRaWAN) in scenari applicativi riguardanti la Digital Agriculture e anche in ambiti industriali.

In linea con l'obiettivo operativo "Lavoro" di FBK ed in particolare, la missione "Industria 4.0", nel corso del 2019 l'Unità OpenIoT ha focalizzato in sintesi le proprie attività di ricerca nei due seguenti ambiti applicativi:

- "Digital Factory": il focus ha riguardato lo sviluppo di sistemi di supporto alla decisione in ambito monitoraggio, manutenzione preventiva, analisi di guasto, ottimizzazione di processo. In questo ambito le attività di ricerca hanno visto la creazione di dimostratori con test e validazione in ambienti reali di prova (supportati da macchinari e processi in contesti operativi reali) per il controllo di macchine e impianti connessi, basati sul paradigma dell'Industrial IoT applicato alla fabbrica "intelligente".
- "Digital Agriculture": dove la capacità di acquisire quantità crescenti di dati dalle colture mediante sensoristica diffusa a basso costo, e l'applicazione di tecniche AI di analisi del dato abilitano nuove modalità di monitoraggio delle coltivazioni, favorendo l'ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse agricole (in particolare, nel 2019 ci si è focalizzati sul tema della gestione irrigua). Tali attività sono state supportate da sperimentazione sul campo effettuata in collaborazione sia con partner del territorio a livello regionale, sia con partner internazionali, nel contesto sub-sahariano del progetto europeo di ricerca WaziHub.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Eccellenza scientifica

Per quanto riguarda la produzione scientifica, sono stati accettati alcuni articoli in riviste internazionali in primo quartile (Q1). In particolare, 1 articolo in IEEE Communications Surveys & Tutorials, 1 articolo in ACM Transactions on Sensor Networks e 2 articoli in Engineering Applications of Artificial Intelligence. Vanno inoltre menzionati 2 articoli pubblicati dalla rivista IEEE Internet of Things Magazine.

Dal punto di vista dell'eccellenza scientifica, OpenIoT è ben posizionata nelle comunità scientifiche di riferimento per l'loT ed in particolare nell'IEEE IoT Initiative, (<https://iot.ieee.org/about.html>, i cui strumenti principali sono l'IEEE IoT Journal, l'IEEE IoT Magazine, la IEEE IoT newsletters, l'IEEE World Forum on IoT) come presidio principale. Due ricercatori dell'Unità presidiano la IEEE IoT newsletters (Editor-in-Chief e Managing Editor), oltre ad essere membri dell'Editorial Board della rivista IEEE IoT Magazine ed essere stati Guest Editor per una special issue incentrata sull'loT in ambito Agricoltura di precisione.

Impatto su mercato e società

Per quanto riguarda il tema della “Digital Factory”, il focus ha riguardato lo sviluppo di sistemi di supporto alla decisione in ambito monitoraggio, manutenzione preventiva, analisi di guasto, ottimizzazione di processo basati sul paradigma dell’Industrial IoT applicato alla fabbrica “intelligente”. In questo ambito sono state sviluppate soluzioni dimostrative presso la Clean Room di FBK, in collaborazione col gruppo MNF di CMM e con ES di ICT, per il retro-fitting di macchinari industriali utilizzati nella produzione dei microchip.

Soluzioni di edge computing ed IoT industriale sono invece state prototipate e sviluppate in ambito nautica grazie alla collaborazione commerciale con il partner ZF Marine. In particolare, è stato portato a termine il progetto commerciale che ha riguardato l’analisi, valutazione e sperimentazione per l’utilizzo di soluzioni embedded e tecnologie wireless in ambito comunicazione di componenti “intelligenti” distribuiti a bordo barca per il monitoraggio ed il controllo dell’imbarcazione stessa, che fa leva su piattaforme di computing/unità di controllo distribuite (Edge Computing). Sono stati portati in campo prototipi che hanno fatto leva su varie competenze dell’Unità di ricerca riguardanti gli aspetti di comunicazione wireless IoT, lo sviluppo di soluzioni embedded e integrazione di sensoristica, risultati che hanno consentito di instaurare una relazione proficua con una realtà industriale radicata sul nostro territorio ed importante realtà del mercato internazionale. .

Nell’ambito dell’agricoltura di precisione sono state aperte nuove iniziative di collaborazione territoriali (con Alperia SpA in Alto Adige, con A2A Smart City nel nord Italia, e a livello provinciale con consorzi vitivinicoli, quali la Cantina Sociale di Roverè della Luna) Tali attività hanno portato inoltre alla creazione di un centro di competenza all’interno della linea sul tema agricoltura 4.0, denominato AGRIOT Lab (si veda <https://agriotlab.com/> per maggiori dettagli).

Dall’attività del laboratorio FBK AGRIOT, è nata la spin-off TESSA, un’azienda che sviluppa prodotti e servizi innovativi per l’agricoltura di precisione, applicando i risultati di ricerca e sperimentazione di tecnologie IoT al settore agricolo. La soluzione si basa sull’utilizzo di sensori wireless alimentati a batterie per la raccolta di dati dal campo in modo puntuale e ad elevata granularità. I dati raccolti alimentano i modelli previsionali ultra-locali basati su algoritmi predittivi (AI) che aiutano a determinare l’evoluzione futura delle condizioni delle colture, fornendo un importante supporto ad agronomi e agricoltori nel prendere le decisioni migliori. TESSA mira ad aiutare gli agricoltori nelle loro pratiche quotidiane al fine di supportarli nel delineare il futuro di un’agricoltura che sia sostenibile e che consenta il miglioramento delle rese e della qualità dei prodotti riducendo gli sprechi nei trattamenti e preservando le risorse naturali.

Sostenibilità economica

Nel corso del 2019 sono state sottomesse più di 10 proposte progettuali di ricerca attraverso differenti strumenti di finanziamento europeo ed italiano (bandi H2020, EIT Climate e Raw material, bandi ministeriali). Il progetto SAFEME4MINE, un pro-

getto collaborativo europeo finanziato da EIT Raw Material e riguardante la manutenzione predittiva e gli aspetti di sicurezza in ambito macchinari e impianti per il Mining, è stato finanziato con successo per un budget di circa 250K. Il progetto SAPIENCE; finanziato da EIT Climate, riguardante l'utilizzo di tecnologia blockchain in ambito gestione dell'acqua in agricoltura, è stato finanziato per altri circa 100K. Alcune proposte sono ancora in fase di valutazione.

Per quanto riguarda i contratti commerciali, nel corso del 2019 è stato siglato e portato a compimento inoltre un nuovo contratto commerciale relativo al progetto "Smart Land" con Alperia Spa nell'ambito dell'agricoltura di precisione, per un valore di circa 50K.

3. Pubblicazioni più significative

Di seguito le 3 pubblicazioni più rappresentative dell'attività di ricerca svolta e pubblicate in via definitiva nel 2019:

- "Applications of Blockchains in the Internet of Things: A Comprehensive Survey", M.S. Ali, M. Vecchio, M. Pincheira, K. Dolui, F. Antonelli, M.H. Rehmani, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 1-42, 2019.
- "IRESE: An intelligent rare-event detection system using unsupervised learning on the IoT edge", Z.H. Janjua, M. Vecchio, M. Antonini, F. Antonelli, Engineering Applications of Artificial Intelligence 84, 41-50, 2019.
- "An effective Decision Support System for social media listening based on cross-source sentiment analysis models", P. Ducange, M. Fazzolari, M. Petrocchi, M. Vecchio, Engineering Applications of Artificial Intelligence 78, 71-85, 2019.

RiSING – Robust and Secure Distributed Computing

<https://create-net.fbk.eu/rising/>

Responsabile: Domenico Siracusa

1. Sommario

L'Unità di ricerca Robust and Secure Distributed Computing (RiSING) focalizza la propria attività sullo studio e l'implementazione di piattaforme e metodi in grado di rendere le infrastrutture di calcolo distribuito resilienti, affidabili e sicure, pur tenendo in debita considerazione altre metriche, quali il rispetto dei requisiti di qualità servizio, l'efficienza nell'allocazione delle risorse e il consumo energetico. RiSING unisce competenze di sistema, di controllo e di gestione, e le elabora su temi quali il cloud computing, le reti di telecomunicazioni e la sicurezza dell'infrastruttura.

Le infrastrutture di calcolo distribuito offrono elevate risorse di computazione, di rete e di archiviazione in grado di assicurare l'esecuzione automatizzata di applicazioni informatiche più o meno complesse. Tra queste applicazioni, quelle basate su algoritmi di intelligenza artificiale pongono requisiti sempre più stringenti in termini di tempistiche di esecuzione, mole dati da elaborare, privacy, sicurezza, e molto altro. Il paradigma su cui l'industria ha deciso di puntare di più per garantire tali requisiti è quello del "Fog Computing", una evoluzione del cloud che unisce a queste innovative capacità di rete (tramite Software Defined Networks, SDN) per creare un'infrastruttura decentralizzata e portare parte della capacità computazionale e di archiviazione più vicina all'utente finale, laddove i dati vengono prodotti o elaborati e consumati.

In questo campo della ricerca, RiSING adotta un approccio duale, che si avvale di metodi teorico-simulativi e sperimentali. La ricerca teorica adotta metodologie quali l'ottimizzazione discreta e continua, l'intelligenza artificiale basata sull'apprendimento (supervisionato e non), la teoria dei giochi, ecc., con l'obiettivo finale di proporre tecniche innovative che possano essere validate e dimostrate presso i laboratori dell'Unità o dai partner strategici. Dal punto di vista sperimentale, negli ultimi anni i ricercatori e i tecnologi dell'unità RiSING hanno lavorato alla creazione di un prototipo per l'orchestrazione delle risorse infrastrutturali che sono disposte in quello che viene chiamato il continuum tra il cloud e l'edge (i nodi edge sono solitamente nodi con limitate capacità, come ad esempio gateway, mini-PC o piccoli server). Il prototipo, chiamato FogAtlas, permette la gestione di cloud decentralizzate, eterogenee e federate, garantendo automazione in termini di creazione/installazione (deployment) e di successiva gestione (operations) dei servizi offerti dalle applicazioni. Tale soluzione prevede anche un fondamentale apporto delle risorse di rete basate su tecnologie a pacchetto e a circuito (reti in fibra ottica), che debbono essere ottimizzate e configurate congiuntamente alle risorse di computazione. Le soluzioni proposte da RiSING sono state sviluppate anche grazie a diversi progetti internazionali, finanziati su bandi europei e collaborazioni commerciali (con partner di notevole ri-

lievo nel settore, quali Cisco) dando prova del carattere spiccatamente innovativo delle attività di ricerca dell'Unità.

Per ciò che concerne gli aspetti di sicurezza informatica, RiSING si occupa principalmente di infrastrutture critiche quali le reti di comunicazione o, a titolo di esempio, impianti di gestione delle acque o dell'energia. A tal proposito, l'Unità lavora allo sviluppo di prototipi per la rilevazione di attacchi informatici atti a prevenire il corretto funzionamento delle stesse. Questi artefatti combinano algoritmi di intelligenza artificiale per l'identificazione di tentativi di intrusione a soluzioni basate sul paradigma Software Defined Networking (SDN) per il filtraggio del traffico e la mitigazione dell'attacco. Le soluzioni proposte sono elaborate in un contesto internazionale in continua evoluzione, in seno al progetto H2020 Europa/Corea DECENTER, coordinato dai ricercatori della linea, e ai progetti H2020 GÉANT (progetto che riunisce gli operatori delle reti Europee della ricerca e dell'educazione) e H2020 CyberSec4Europe (centro di competenza a livello europeo con 44 partner da 21 stati membri dell'unione).

Gli obiettivi dell'Unità e i risultati sino ad ora raggiunti garantiscono all'unità RiSING una presenza costante non solo nella comunità scientifica di riferimento nel contesto della Next Generation Internet (con la partecipazione alle maggiori conferenze di settore e la pubblicazione su riviste ad alto impatto), ma anche ad eventi di carattere più prettamente industriale.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Dal punto di vista della produzione scientifica, i membri dell'Unità di ricerca hanno pubblicato 4 articoli su rivista e 6 articoli in atti di convegno. È stata posta attenzione alla pubblicazione in convegno di rilievo internazionale quali IEEE Infocom, Optical Fiber Communication (OFC) ed IEEE Netsoft, e riviste internazionali nel primo quartile della distribuzione delle riviste ad alto impatto nel settore delle telecomunicazioni (secondo ISI Web of Science), come IEEE Access, IEEE Transactions on Cloud Computing e IEEE Transactions on Network and Service Management. Inoltre, i ricercatori dell'Unità RiSING sono stati chiamati in qualità di relatori invitati ad eventi internazionali, come nel caso del keynote al "Multi-tier Big Data Pipelines from edge to cloud data centers" workshop all'interno della conferenza HiPC 2019 (26th IEEE International Conference on High Performance Computing, Data, and Analytics). Oltre a queste iniziative, si segnalano ruoli editoriali in prestigiose riviste internazionali come IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology (guest editor di special issue), e nell'organizzazione di eventi come OSA Advanced Photonics (in qualità di program chair) e IEEE Consumer Communications and Networking Conference (IEEE CCNC, in qualità di track chair) e partecipazioni ai Technical Program Committee di conferenze come IEEE 23rd Conference on Innovation in Clouds, Internet and Networks (ICIN), IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS), e altre. Per quanto riguarda i premi, si segnala il best student paper award alla 21esima edizione della International Conference on Information and Communications Security (ICICS). Per ciò che concerne la collaborazione con altri gruppi di ricerca nazionali ed internazionali, il gruppo ha stabilito una nuova collaborazione

con l'Università di Alcalá, ospitando un professore e un dottorando che hanno lavorato in sinergia con i ricercatori dell'Unità su temi relativi al Software Defined Networking.

Le attività di RiSING nel 2019 hanno mirato a creare impatto su diversi contesti, ed in linea con il piano strategico di FBK, principalmente sui seguenti obiettivi strategici:

- Lavoro (Industria 4.0), con la creazione di un'infrastruttura di fog computing robusta che ha permesso l'ottimizzazione dei flussi di produzione delle industrie manifatturiere e la virtualizzazione delle logiche di controllo dei macchinari. Questa attività è stata svolta in seno al progetto EIT Digital DigiFlow e in collaborazione con Santer Reply, l'Università di Edimburgo e ThinkInside, una startup trentina che si occupa di indoor tracking.
- Ambiente (sostenibilità), con una infrastruttura di calcolo distribuita che ha reso possibile l'analisi energetica di edifici industriali e del terziario tramite intelligenza artificiale. In questo contesto, l'Unità ha collaborato con la startup trentina Energenius.
- Territorio (comunità intelligente), con una gestione automatizzata e resiliente del fog per la rapida esecuzione di applicazioni nei nodi edge installati nei parchi, o presso incroci, stazioni, ed altre postazioni sul territorio. Questa attività è stata declinata sia nel contesto del progetto H2020 Europa/Corea DECENTER in collaborazione con partner industriali (come ATOS e LGU+), accademici (come CEA-LETI e KETI) e istituzioni locali (Comune di Trento), sia nel progetto bandiera di FBK incentrato sulle città intelligenti.

In aggiunta a questi importanti contributi agli obiettivi "verticali" individuati nel piano strategico di FBK, le attività dell'Unità RiSING hanno creato impatto su altri settori del mercato e della società. Tra queste, va menzionata la collaborazione con Cisco su tematiche di telecomunicazioni relative alle reti di trasporto dati a pacchetto e in fibra ottica. Sempre sul tema delle nuove tecnologie, l'Unità RiSING partecipa attivamente al progetto Q@TN e si è aggiudicata, in collaborazione con l'Università di Trento, una borsa di studio sullo studio di metodi di Quantum Annealing per la risoluzione efficace di complessi problemi di ottimizzazione legati al mondo delle reti e del cloud computing.

Infine, i ricercatori e i tecnologi dell'Unità hanno contribuito ad attività di educazione e formazione, erogando il corso "Fog and Cloud Computing" presso l'Università di Trento ed il corso su OpenStack nel contesto dell'iniziativa "Alta Formazione" presso ITI Marconi di Rovereto.

L'anno 2019 è stato caratterizzato da un'intensa attività volta ad assicurare la sostenibilità economica dell'Unità. RiSING ha contribuito alla stesura di 5 proposte di progetto Europeo in ambito Horizon 2020, in collaborazione con partner stranieri ed altri centri e Unità di FBK, 4 proposte EIT Digital, ed ha interagito con diversi enti industriali al fine di concretizzare delle collaborazioni bilaterali. L'Unità si è assicurata un finanziamento nel contesto del progetto H2020 GN4-3 che mira all'evoluzione delle infrastrutture di calcolo e di rete degli operatori delle infrastrutture della ricerca Europea. Sono stati finanziati due progetti EIT Digital chiamati I-FLY (sul tema dei droni

e della gestione delle loro capacità computazionali) e TOSHI (sul tema della sicurezza di rete). Inoltre, sono stati aggiudicati due nuovi progetti commerciali con Cisco sulle tematiche segment routing e intelligenza artificiale applicata nel contesto delle reti ottiche. RiSING ha stabilito una nuova collaborazione con Konica Minolta, una multinazionale giapponese che ha finanziato un'attività sul monitoraggio intelligente di risorse di cloud e fog computing.

L'Unità RiSING si è infine aggiudicata un bando Proof of Concept proposto a livello nazionale dal Fondo Vertis, con lo scopo di valorizzare uno dei suoi prototipi più maturi: "FogAtlas". FogAtlas è una piattaforma di fog computing per l'orchestrazione intelligente delle risorse computazionali e di rete. Il focus iniziale del PoC, che ha avuto inizio nel 2020, verterà su scenari Industry 4.0, con use case basati sull'installazione e la ri-ottimizzazione dei servizi, e sulla gestione automatizzata degli aggiornamenti. Di questa iniziativa è stata data visibilità presso la Cloud Native Computing Foundation e ne è stata fatta una presentazione a soggetti interessati durante l'evento europeo di Kubecon 2019.

3. Pubblicazioni più significative

- S. Miano, R. Doriguzzi-Corin, F. Risso, D. Siracusa and R. Sommese, "Introducing SmartNICs in Server-Based Data Plane Processing: The DDoS Mitigation Use Case", in IEEE Access, vol. 7, pp. 107161-107170, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.293.
- F. Pederzoli, M. Savi, D. Siracusa, E. Salvadori, "Optimization of Secure Quantum Key Distribution Backbones in Core Transport Network", Optical Fiber Communication Conference (OFC), 2019.
- R. Doriguzzi-Corin, S. Scott-Hayward, D. Siracusa, M. Savi and E. Salvadori, "Dynamic and Application-Aware Provisioning of Chained Virtual Security Network Functions", in IEEE Transactions on Network and Service Management, doi: 10.1109/TNSM.2019.2941128.

WiN – Wireless and Networked Systems

<http://create-net.fbk.eu/win>

Responsabile: Roberto Riggio

1. Sommario

L'Unità di ricerca WiN ha la missione di accelerare lo sviluppo delle tecnologie delle comunicazioni di tipo radiomobile in grado di connettere l'Internet delle persone, dei contenuti, del cloud e delle cose attraverso un'unica piattaforma aperta e sostenibile. Tali obiettivi sono perseguiti attraverso una commistione di risorse industriali, accademiche e governative.

I risultati scientifici del gruppo in settori critici delle telecomunicazioni radiomobili congiuntamente alle capacità di progettare e realizzare nuove soluzioni tecnologiche, sono utilizzati come strumento di interfacciamento con tutte quelle realtà ad alto contenuto innovativo sia nel settore pubblico che in quello privato. L'Unità mira a sviluppare, sia nel contesto di progetti scientifici che in quelli rivolti a realtà industriali, soluzioni di ottimizzazione e gestione di reti di telecomunicazioni radiomobili includendo, ove rilevante, anche i segmenti cablati. Esempi includono il supporto di soluzioni di calcolo decentralizzato ai bordi della rete, il cosiddetto Multi-access Edge Computing, e l'orchestrazione di risorse in reti 5G.

Particolare rilievo per l'anno 2019 può essere dato alla maturazione del laboratorio 5G-Lab, per reti di quinta generazione che ha contribuito in maniera significativa alla visibilità dell'Unità sul panorama internazionale. Tale laboratorio sta consentendo all'Unità di intercettare una frazione significativa dei finanziamenti europei nel settore delle reti di quinta generazione (progetti 5G-PPP) e di sollevare l'interesse di operatori e fornitori di equipaggiamenti di reti di livello internazionale. Nel corso del 2019 il 5G Lab ha supportato la realizzazione di nuovi ed innovativi scenari d'uso 5G per il settore della guida assistita ed autonoma. Inoltre, il 2019 ha anche visto l'avvio di nuovi casi d'uso ad alto impatto industriale nel settore del fog computing e dell'Internet delle cose. Il laboratorio 5G-Lab è operato e mantenuto dall'Unità WiN.

Durante il 2019, l'Unità di ricerca ha raggiunto eccellenti risultati scientifici come dimostrato dagli ottimi risultati in termini di disseminazione (v. sotto). L'Unità ha un solido assetto in termini di autofinanziamento e non si rilevano scostamenti relativamente al piano originale. Nel corso della prima metà del 2019 sono state sottomesse 6 nuove proposte di progetto Horizon 2020 della quali una come coordinatore. Di queste una proposta (H2020 5G-ZORRO) è stata accettata. È importante sottolineare come 5G-ZORRO si inquadra nel contesto della mobilità connesse ed intelligente ed è un immediato risultato della attività di valorizzazione legate al progetto 5G-CARMEN (corridoio 5G Bologna/Monaco).

A seguito della fusione tra il centro ICT ed in centro CREATE-NET, nel 2020 l'Unità WiN modifica nome e missione. La nuova unità, denominata Smart Networks and Services (SENSE), avrà una missione più ampia focalizzata sullo studio di soluzioni

per la gestione di reti intelligenti (accesso, edge/fog e core) basate su tecniche di intelligenza artificiale "osservabile", e.g. machine learning. Nel corso del 2020 si prevede una forte accelerazione su questa particolare area di ricerca in particolare nel dominio delle reti veicolare e dell'allocazione di risorse in reti multi-dominio (il cosiddetto edge-to-cloud continuum).

Relativamente al contributo al piano esecutivo 2018-2020, l'Unità SENSE contribuirà attivamente alle missioni FBK in tema di veicoli connessi ed industria 4.0. Relativamente alla prima missione l'Unità coordinerà il progetto 5G-CARMEN. Tale progetto mobilita circa 20 Milioni di Euro ed ha come obiettivo la validazione del 5G lungo il corridoio Bologna-Monaco, una delle principali arterie europee. Il progetto, guidato dall'Unità SENSE, si prefigge di ridurre gli incidenti causati da distrazione ed errore umano, premiare stili di guida ecologici ed in generale fornire al guidatore maggiori informazioni sul territorio attraversato contribuendo quindi al turismo di qualità. Relativamente alla missione industria 4.0, l'Unità è stata incaricata di coordinare un progetto bandiera FBK (5G@Trento) all'interno del quale sarà realizzata una piattaforma aperta per la validazione di soluzioni ad alto impatto tecnologico. I primi risultati attesi sono in termini di un servizio per il mappaggio 3D in collaborazione con le Unità TeV e 3DOM.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Eccellenza scientifica

L'Unità ha pubblicato 5 articoli su rivista (dei quali 3 di classe Q1) e quattro articoli su atti di convegno. L'Unità ha anche pubblicato un articolo su atti di workshop and una dimostrazione. Quest'ultima ha ricevuto il premio di Best Demo Award alla conferenza IEEE Infocom 2019 (la principale conferenza mondiale nell'ambito delle comunicazioni con un tasso di accettazione inferiore al 15%). Alcuni ricercatori dell'Unità fanno parte dell'editorial boards di importanti riviste di settore come ad esempio IEEE Transaction on Networks and Service Management (Q1), Springer Wireless Networks, Wiley International Journal of network and service management. I ricercatori dell'Unità fanno anche parte dei technical program committee di diverse conferenze internazionali come ad esempio: IEEE CNSM, IEEE IM/NOMS, IEEE NFV- SDN, IEEE CCNC, IEEE 5G WF etc.

Impatto su mercato e società

Sebbene l'attenzione dell'area nell'anno 2018 sia stata principalmente focalizzata sullo sviluppo degli asset e dei prototipi di ricerca esistenti, l'Unità si sta attrezzando per avviare dei processi di maturazione atti allo sviluppo di innovazioni tecnologiche da validare nel contesto di eventi organizzati dalle maggiori comunità scientifiche e open source nel settore delle reti di telecomunicazioni e presso eventi a carattere prettamente industriale. Evidenza di questo cambio di direzione sono la realizzazione all'interno del 5G Lab di nuovi casi d'uso a forte carattere industriale come ad esempio il prototipo per guida assistita su piattaforme per il calcolo di prossimità che

ha ricevuto il best demonstration award presso la prestigiosa conferenza IEEE Info-com 2019. Tale direzione sarà ulteriormente perseguita nel corso del 2020 con un'accelerazione nella direzione di droni 5G ed auto connesse.

Sostenibilità economica

L'Unità ha un solido assetto in termini di autofinanziamento e non si rilevano scostamenti relativamente al piano originale. Nel corso della prima metà del 2019 sono state sottomesse 6 nuove proposte di progetto Horizon 2020 della quali una come coordinatore. Di queste una proposta (H2020 5G-ZORRO) è stata accettata.

Creazione ed evoluzione di prototipi innovativi

Sono stati identificati per l'Unità tre obiettivi principali per il 2019: controllo e coordinazione di reti radiomobile, orchestrazione di servizi in reti di quinta generazione e piattaforme per il calcolo di prossimità. Tali obiettivi sono direttamente riconducibili a progetti attivi ed attività nel campo delle reti di quinta generazione dove l'Unità di ricerca ha considerevoli competenze tecnico scientifiche frutto di attività di ricerca avviate negli ultimi 5 anni.

Queste attività trovano immediato riscontro nel contesto dell'obiettivo su Lavoro ed in particolare nel contesto del veicolo connesso dove l'Unità di ricerca coordina il progetto strategico 5G-CARMEN relativo al corridoio connesso 5G da Bologna a Monaco:

Piattaforma di controllo delle reti di quinta generazione: la piattaforma 5G-EmPOWER rappresenta al momento uno degli asset fondamentali di FBK in ambito di piattaforme SDN per reti di quinta generazione. 5G-EmPOWER è attualmente utilizzato in diversi progetti Europei e da diverse università internazionali. 5G-EmPOWER rappresenta inoltre un asset fondamentale per il progetto 5G-CARMEN. Nel corso del 2019 la piattaforma è stata estesa con il supporto di funzionalità di intelligenza artificiale.

Piattaforma per l'orchestrazione distribuita di servizi di rete in ambiti di multi-access edge computing: continua la maturazione della piattaforma LightMANO. La piattaforma ha raggiunto un livello di maturità tale da essere considerata per la realizzazione dei piloti del progetto 5G-CARMEN sul corridoio Bologna/Monaco. LightMANO è attualmente il sistema di riferimento per l'orchestrazione decentralizzata di piattaforme di Fog/Edge computing.

Piattaforma per il calcolo distribuito: questa piattaforma, denominata LightEdge, è stata sviluppata grazie al supporto del progetto bandiera FBK 5G@Trento. La piattaforma permette la realizzazione di casi d'uso avanzati per il calcolo di prossimità (Edge/Fog). LightEdge ha già un ruolo importante nella sperimentazione sul corridoio 5G parte del progetto 5G-CARMEN e rappresenta un importante asset per la futura Unità SENSE.

3. Pubblicazioni più significative

- Estefania Coronado, Elisenda Temprado Garriga, Jose Villalon, Antonio Garrido, Leonardo Goratti, Roberto Riggio, "SDN@Play: Software-Defined Multicasting in Enterprise WLANs", in IEEE Communications Magazine, vol. 57, no. 7, pp. 85-91, July 2019.
- Estefania Coronado, Shah Nawaz Khan and Roberto Riggio, "5G-EmPOWER: A Software-Defined Networking Platform for 5G Radio Access Networks", in IEEE Transactions on Network and Service Management, vol. 16, no. 2, pp. 715-728, June 2019.
- Estefania Coronado, Gabriel Cebrian-Marquez, and Roberto Riggio, "Enabling Computation Offloading for Autonomous and Assisted Driving in 5G Networks", in Proc. of IEEE Globecom 2019, Waikoloa, HI, USA.

SIRIS – Future Internet Experimental Facility

<http://create-net.fbk.eu/siris>

Responsabile (ad interim): Elio Salvadori

1. Sommario

L'UdR SIRIS è composta dal team di Research Engineer che collabora da anni con Cisco Systems e ne presidia l'evoluzione dei prodotti relativi al piano di controllo degli apparati basati su tecnologie ottiche, oltre ad alcuni esperti in tecnologie di rete e amministrazione di sistemi IT. Gli obiettivi generali dell'Unità sono molteplici: da un lato il mantenimento e l'evoluzione del laboratorio congiunto in collaborazione con Cisco Systems, dall'altro il mantenimento e l'evoluzione dell'infrastruttura sperimentale DIVINE (Distributed Virtualized network Infrastructure for Next-generation internet Experimentation), il cui obiettivo primario è quello di offrire una facility tecnologicamente all'avanguardia per supportare gli obiettivi strategici di FBK consentendo di realizzare proof-of-concept e abilitando la possibilità di effettuare sperimentazioni multi-tecnologia.

A fine 2018 è stata effettuata una riorganizzazione dell'Unità, mediante una riduzione di personale da 8 a 5 tecnologi. Questi tre tecnologi sono stati spostati in altrettante Unità di ricerca interne al Centro preservandone quindi competenze ed esperienze acquisite in SIRIS. Tale esigenza è stata resa necessaria in parte da una riduzione dei finanziamenti di Cisco Systems sul laboratorio congiunto legate a tagli subiti presso la Business Unit coinvolta nel laboratorio, ma anche da una raggiunta maturità dell'infrastruttura di sperimentazione che rende difficile giustificare l'impegno di due risorse full time per gestirne operazioni ed evoluzione futura.

Con la recente decisione presa dal CdA di FBK rispetto all'integrazione delle UdR di CREATE-NET all'interno di ICT, è stato deciso che l'Unità SIRIS affrontasse un'ulteriore integrazione sulla base delle competenze presenti e delle attività svolte all'interno del laboratorio congiunto con Cisco Systems. Inoltre, il percorso di migrazione di tutte le infrastrutture di sperimentazione verso infrastrutture di cloud pubblica rende obsoleta la disponibilità di un'infrastruttura di sperimentazione privata come DiVINE. È stato quindi deciso che per i 4 tecnologi attivi all'interno del laboratorio congiunto con Cisco Systems (A. Zanardi, L. Galvagni, P. De Matteis e K. Gutema Tefera) il percorso più naturale fosse quello di essere trasferiti all'interno dell'UdR RiSING con la quale la collaborazione è stata continua fin dalla creazione dell'Unità SIRIS. Per quanto riguarda F. Lenzi, le competenze acquisite nella gestione dell'infrastruttura sperimentale verranno messe a disposizione dell'UdR OpenIoT.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Trattandosi di un'Unità principalmente focalizzata su aspetti di implementazione di progetti software e di operation & maintenance della facility sperimentale DIVINE, SIRIS non si occupa di temi specifici di ricerca che non siano strettamente legati a

quanto già in fase di studio da parte delle tre UdR di CREATE-NET a cui viene dato supporto ai fini di una valorizzazione dei loro asset.

Le attività assimilabili a ricerca svolte nel 2019 sono state principalmente le seguenti:

L'implementazione di nuove funzionalità software nel piano di controllo SDN di Cisco Systems, come da roadmap. Il supporto a Cisco Systems nella realizzazione di demo ad hoc per clienti business interessati all'acquisto di reti ottiche. Grazie al laboratorio congiunto, il processo di design dell'architettura software è effettuato dagli ingegneri di Cisco Systems in collaborazione con i tecnologi del gruppo SIRIS. Le attività hanno permesso il pieno finanziamento dei collaboratori coinvolti nel laboratorio. Sono inoltre proseguite le sinergie con l'UdR RiSING finalizzate alla pubblicazione di alcuni paper su riviste scientifiche e conferenze di alto livello.

La gestione operativa ed il mantenimento dell'infrastruttura di testbed DiVINE basata sull'ultima release di OpenStack. Nell'ottica di una migrazione verso un'infrastruttura di sperimentazione di tipo pubblico, nella prima parte del 2019 è stato effettuato uno studio di fattibilità per la migrazione di tutti i servizi interni a DiVINE sulla cloud pubblica di Microsoft "Azure". Seppur utile per capire i costi di una migrazione da una cloud privata ad una pubblica, tale studio è stato reso superfluo dalla decisione presa dal CdA FBK rispetto al futuro del Centro. Nell'ultima parte dell'anno ci si è occupati quindi di chiarire come facilitare la migrazione dell'hardware che compone l'infrastruttura DiVINE tra le tre UdR in vista della loro integrazione all'interno del Centro ICT ed al trasferimento fisico presso gli edifici di via Sommarive. In particolare, la parte di infrastruttura ospitante l'istanza di OpenStack sarà presa in carico dall'UdR RiSING a partire dal 1 gennaio 2020, nell'ottica dello spegnimento della stessa entro fine 2020.

3. Pubblicazioni più significative

- Pederzoli, Federico; Siracusa, Domenico; Zanardi, Andrea; Galimberti, Gabriele; La Fauci, Domenico; Martinelli, Giovanni, "Path-based Fragmentation Metric and RSA Algorithms for Elastic Optical Networks", in "Journal of Optical Communications and Networking", vol. 11, n. 3, 2019, pp. 15 -25;
- Pederzoli, Federico; Savi, Marco; Siracusa, Domenico; Salvadori, Elio, "Optimization of Secure Quantum Key Distribution Backbones in Core Transport Networks", Proceedings Optical Fiber Communication Conference (OFC) 2019, OSA Publishing, San Diego, USA, 03-07/03/2019.

ECT* – Centro Europeo per gli Studi Teorici in Fisica Nucleare e Aree Collegate

<http://www.ectstar.eu/>

Direttore: Jochen Wambach

1. Sommario

Il Centro Europeo per gli Studi Teorici in Fisica Nucleare e Aree Collegate (ECT*) è stato concepito come un'Istituzione Europea ed opera pertanto in un contesto prevalentemente internazionale. Gli obiettivi scientifici di ECT*, decisi da un Comitato Scientifico Internazionale, sono così riassumibili:

- promuovere un'approfondita ricerca su problemi d'attualità e in particolare sugli sviluppi contemporanei nella fisica nucleare teorica;
- favorire i contatti interdisciplinari tra la fisica nucleare e settori affini quali la fisica delle particelle elementari, l'astrofisica, la fisica della materia condensata, la fisica statistica e la fisica quantistica;
- incoraggiare i giovani ricercatori di talento dando loro la possibilità di partecipare alle attività del Centro, organizzando attività di training e favorendo una rete di contatti tra giovani ricercatori intraprendenti;
- rafforzare la sinergia tra fisici sperimentali e teorici.

Questi obiettivi vengono realizzati organizzando e promuovendo di anno in anno le seguenti attività scientifiche:

- Workshops internazionali e incontri tra gruppi di ricerca: 24 sono stati i convegni organizzati nel 2019;
- Programmi di formazione avanzati: nel 2019 si sono svolti il programma annuale di formazione avanzata per studenti di post-dottorato (DTP – Docoral Training Programme) e la TALENT School;
- Programmi di ricerca sviluppati da studenti di post-dottorato, ricercatori interni e visitatori del Centro.

Numerose sono le collaborazioni di ricerca consolidate da ECT*. A livello nazionale e locale, si segnalano per particolare rilievo quelle con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e con il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trento, oltre che con Trento Institute for Fundamental Physics and Applications-TIFPA). Sul piano europeo, sono stati rafforzate le collaborazioni scientifiche con la Goethe Universität di Francoforte, la Technische Universität di Darmstadt, l'Extreme Matter Institute di Darmstadt (EMMI), l'Helmholtz International Center for FAIR e il Joint Institute for Nuclear Research (JINR) di Dubna. Molte di queste istituzioni contribuiscono anche economicamente all'attività di ricerca del Centro. Si sottolinea inoltre la rile-

vanza internazionale di ECT* attraverso anche le collaborazioni in essere con il Centro di ricerca RIKEN e l'Osservatorio Astronomico Nazionale del Giappone (NAOJ); l'Advanced Science Research Center (ASRC) del JAEA in Giappone, la comunità cinese attraverso la Chinese Academy of Sciences (CAS) con il suo Istituto di Fisica Nucleare Teorica di Pechino (ITP) e la Korea con l'Asian Pacific Center for Theoretical Physics (APCTP). A livello europeo, inoltre sono di particolare rilievo le collaborazioni con la Goethe Universität di Francoforte, la Technische Universität di Darmstadt, l'Extreme Matter Institute di Darmstadt (EMMI), l'Helmholtz International Center for FAIR e il Joint Institute for Nuclear Research (JINR) di Dubna. Molte di queste istituzioni contribuiscono anche economicamente all'attività di ricerca del Centro.

2. Risultati dell'attività di ricerca

L'anno 2019 ha rappresentato un periodo ricco di eventi e risultati per ECT*. Gli scienziati, i ricercatori e gli studenti che hanno visitato e lavorato nel Centro sono stati circa 900. I risultati dell'attività di ricerca nel 2019 sono stati:

- 20 workshop e 4 incontri di collaborazione tra gruppi di ricerca, a cui hanno partecipato 787 scienziati. Gli argomenti hanno spaziato, come tradizione, su una grande varietà di settori e sotto-settori della fisica adronica, nucleare e delle particelle elementari, con particolare attenzione ad argomenti multidisciplinari.
- 31 ricercatori provenienti da Istituti nazionali e internazionali hanno visitato il Centro dedicandosi in parte alla ricerca e in parte all'insegnamento nell'ambito dell'offerta formativa per i dottorandi.
- 1 programma, della durata di 4 settimane, per lo studio avanzato della fisica nucleare, Doctoral Training Programme (DTP), "*Effective Field Theory Techniques*" si è svolto dal 24 giugno al 12 luglio. Gli studenti selezionati sono stati 33.
- 1 Talent School, della durata di 3 settimane, sul tema "From Quark to Gluons to Nuclear Forces and Structures" si è svolta dal 15 luglio al 2 agosto. Gli studenti selezionati sono stati 28.
- 8 ricercatori (5 Post-docs, 2 Ricercatori Senior ed il Direttore) hanno pubblicato 43 tra pubblicazioni in riviste internazionali ISI e atti di convegno.
- 22 il numero degli interventi tenuti dal personale scientifico del Centro in occasione di conferenze internazionali.

Tutte le attività di ECT* sono riportate in dettaglio nell'Annual Report 2019 (disponibile anche online sul sito di ECT* al seguente indirizzo: <http://www.ectstar.eu/annual-report>) dal quale sono state estratte le informazioni sintetiche qui riportate.

L'eccellenza del Centro consiste nell'offrire una combinazione unica di progetti scientifici di alto livello, e nello sviluppare una ricerca e formazione avanzata nell'area della fisica teorica nucleare e campi correlati. L'importanza di ECT* per la ricerca deriva dalla sua missione: creare le condizioni necessarie per l'eccellenza e la ricerca all'avanguardia attraverso collaborazioni internazionali riunendo scienziati

provenienti da tutto il mondo; offrire a équipes di ricerca internazionali un forum naturale di interscambio con altri team provenienti da molte parti d'Europa e del mondo; promuovere il coordinamento delle attività di ricerca cercando di impedire l'isolamento di gruppi di ricerca minori, collocati in regioni periferiche e svantaggiate della Comunità scientifica, rafforzando la mobilità dei ricercatori e inserendoli in un ambiente competitivo mondiale molto forte. I benefici per gli utenti derivano dalle opportunità uniche fornite dai progetti internazionali organizzati in ECT* (workshop, incontri di collaborazione, programmi di formazione) che permettono di trasferire e aggiornare le informazioni sulla ricerca teorica e sperimentale alle frontiere del settore.

L'eccellenza scientifica di ECT* è stata inoltre riconosciuta nei Progetti Quadro, a cui il Centro ha partecipato ed è ancora coinvolto, tanto da essere definito come "grande infrastruttura di ricerca".

La sostenibilità economica delle attività 2019 di ECT* è stata possibile grazie ai sostanziali contributi provenienti dalle Agenzie Europee Finanziatrici (INFN, Goethe-Universität Frankfurt am Main, CNRS, CEA, STFC e JINR e in misura minore da FWO, FNRS, Czech Academy of Science, Polish Academy of Science, SNF, Nikhef, Helsinki Institute of Physics, NIPNE e MTA Wigner-Atomki), dal finanziamento da parte di PAT/FBK e dai progetti Europei nei quali ECT* è accreditato come Transnational Access Activity (TNA). In particolare nell'ambito del Programma Quadro Horizon 2020, ECT* ha in parte finanziato 12 dei 24 eventi scientifici organizzati nel 2019 attraverso i progetti ENSAR2 e STRONG-2020. Nel 2019 ha inoltre ricevuto consistenti contributi provenienti da Università e Istituti di ricerca nazionali e internazionali. Nel 2019 un ricercatore stabile di ECT*, Daniele Binosi, ha ottenuto l'abilitazione nazionale al Professore di la Fascia (Professore Ordinario) nel campo della Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali.

3. Pubblicazioni più significative

Per quanto riguarda le pubblicazioni, nel 2019 il gruppo di ricerca di ECT* ha pubblicato 27 articoli, di cui 25 in riviste scientifiche specializzate e 2 in atti di conferenza. Tra gli articoli più significativi si segnalano in particolare:

- Minghui Ding, Khepani Raya, Adnan Bashir, Daniele Binosi, Lei Chang, Muyang Chen, Craig D. Roberts, $\gamma^* \gamma \rightarrow \eta, \eta'$ transition form factors, in "Phys. Rev." D 99, 014014 (2019).
- B. Ducloué, E. Iancu, A.H. Mueller, G. Soyez, D.N. Triantafyllopoulos, Non-linear evolution in QCD at high-energy beyond leading order, in "JHEP" 04 (2019) 081.
- Arianna Carbone and Achim Schwenk, Ab initio constraints on thermal effects of the nuclear equation of state, in "Phys. Rev." C100 (2019) no. 2, 025805.
- C. Fernandez-Ramirez, A. Pilloni, M. Albaladejo, A. Jackura, V. Mathieu, M. Mikhasenko, J.A. Silva-Castro, A.P. Szczepaniak, Interpretation of the LHCb $P_c(4312)+$ Signal, in "Phys. Rev.", Lett. 123 (2019) no. 9, 092001.

ECT*/LISC – Laboratorio Interdisciplinare di Scienza Computazionale

<http://www.ectstar.eu/people/ect-lisc-researcher>

Responsabile: Maurizio Dapor

1. Sommario

ECT*/LISC è un laboratorio di fisica computazionale che svolge attività di simulazione numerica dei numerosi processi fisici che hanno luogo nella materia. I metodi utilizzati sono: Dinamica Molecolare, Monte Carlo, *ab initio*. I membri di ECT*/LISC hanno sviluppato ed applicato in questi anni **tecniche computazionali** allo stato dell'arte per studiare le proprietà fondamentali di **sistemi di materia condensata**. ECT*/LISC contribuisce alle attività di ricerca di ECT* nello sviluppo di **strategie interdisciplinari** per la soluzione di problemi di fisica della materia condensata, teoria dei sistemi a molti corpi e, in generale, di **scienza computazionale**. Recentemente il gruppo ha iniziato ad occuparsi di tematiche riguardanti quantum-computing e quantum-information.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Nel corso del 2019, ECT*/LISC è stato coinvolto in due progetti europei relativi alla metrologia di precisione. Questi progetti si propongono di avanzare ulteriormente lo stato dell'arte nel caso delle unità di misura di pressione e temperatura, contribuendo allo sviluppo di strumenti di misura più accurati e convenienti. La loro disponibilità permetterà di controllare in maniera più precisa svariati processi industriali, con la possibilità di risparmio di energia e aumento dell'efficienza produttiva.

ECT*/LISC è stato poi coinvolto in tre ulteriori progetti, tutti selezionati tramite bando competitivo nel 2019, di cui due finanziati dal consorzio Q@TN ed uno finanziato dalla Fondazione Caritro.

I due progetti Q@TN prevedono lo sviluppi di algoritmi di "machine e deep learning" basati sull'intelligenza artificiale, in accordo al piano decennale della Fondazione, per il calcolo di proprietà di sistemi atomici ed allo stato solido.

Il progetto Caritro, iniziato negli ultimo due mesi del 2019, verte sullo studio della terapia con adroni, che rappresenta un moderno trattamento del tumore basato sull'interazione di fasci di protoni o di ioni con i tessuti lesionati, il cui scopo è la distruzione delle cellule tumorali maligne con effetti minimi sul tessuto sano circostante. Per studiare le basi fisiche dell'efficacia biologica relativa (RBE) di diversi proiettili, come protoni o ioni carbonio, è necessario calcolare la distribuzione radiale di energia depositata dagli elettroni secondari generati nei biomateriali dal passaggio di questi ioni. Enorme è la ricaduta applicativa di questi studi, in particolare sul territorio trentino dove è presente il centro di prototenterapia.

Nel 2019 è poi proseguita l'attività di sviluppo del software relativistico per il calcolo dello spettro beta del trizio e della cattura elettronica del disprosio 163 per la determinazione ab-initio della massa del neutrino. Questo software risolve l'equazione di Dirac, sia radiale che su base gaussiana, per trattare anche sistemi privi di simmetria centrale come le molecole.

Data la sua sempre crescente importanza applicativa in svariati campi, dall'elettronica ad alta frequenza alla produzione di materiali compositi dalle caratteristiche eccezionali, il grafene è destinato ad avere un enorme impatto nelle applicazioni tecnologiche del prossimo futuro. ECT*/LISC ha contribuito nel corso dell'anno 2019 allo studio di questo importante materiale. In particolare, si è implementato un nuovo metodo per predire la struttura atomica di sistemi bi-dimensionali a base carbonio con densità più bassa del grafene senza compromettere le sue proprietà meccaniche specifiche. Questo studio si rivela importante laddove è cruciale avere a disposizione materiali leggeri ma resistenti. Il calcolo delle proprietà elettroniche di questi sistemi innovativi ha evidenziato la presenza di bande piatte in prossimità del livello di Fermi, che denota un sistema a massa efficace elevatissima. Questo potrebbe trasformare questi materiali in superconduttori a bassa densità. Le proprietà meccaniche specifiche ne evidenziano le caratteristiche uniche, in alcuni casi superiori a quelle del grafene stesso, relativamente al modulo di Young.

Nel 2019 due ricercatori stabili di ECT*-LISC, Maurizio Dapor e Simone Taioli, hanno ottenuto l'Abilitazione Scientifica Nazionale a Professore di I Fascia (Professore Ordinario) nel campo della Fisica Teorica della Materia.

Inoltre Simone Taioli ha ottenuto l'Abilitazione Scientifica Nazionale a Professore di II Fascia (Professore Associato) nel campo Modelli e Metodi per le Scienze Chimiche e l'Abilitazione francese come Maître de conférences nel campo Milieux Denses et Matériaux.

Infine Maurizio Dapor ha ottenuto anche l'Abilitazione Scientifica Nazionale a Professore di I Fascia (Professore Ordinario) nel campo della Fisica Sperimentale della Materia.

3. Pubblicazioni più significative

- Kerry J Abrams, Maurizio Dapor, Nicola Stehling, Martina Azzolini, Stephan J Kyle, Jan Schäfer, Antje Quade, Filip Mika, Stanislav Kratky, Zuzana Pokorna, Ivo Konvalina, Danielle Mehta, Kate Black, Cornelia Rodenburg - *Making Sense of Complex Carbon and Metal/Carbon Systems by Secondary Electron Hyperspectral Imaging* – “Advanced Science” 6 (19), 1900719 (2019).
- Robert C Masters, Nicola Stehling, Kerry J Abrams, Vikas Kumar, Martina Azzolini, Nicola M Pugno, Maurizio Dapor, Andreas Huber, Philip Schäfer, David G Lidzey, Cornelia Rodenburg - *Mapping Polymer Molecular Order in the SEM with Secondary Electron Hyperspectral Imaging* – “Advanced Science” 6 (5), 1801752 (2019).
- Martina Azzolini, Marco Angelucci, Roberto Cimino, Rosanna Larciprete, Nicola M Pugno, Simone Taioli, Maurizio Dapor - *Secondary Electron Emission and*

Yield Spectra of Metals from Monte Carlo Simulations and Experiments – “Journal of Physics: Condensed Matter” 31 (5), 055901 (2019).

- D Vescovi, L Piersanti, S Cristallo, M Busso, F Vissani, S Palmerini, S Simonucci, S Taioli - *The effects of a revised Be e -capture rate on solar neutrino fluxes* – “Astronomy & Astrophysics” 623 (A126) 7 (2019).
- Tommaso Morresi, Daniele Binosi, Stefano Simonucci, Riccardo Piergallini, Stephan Roche, Nicola M Pugno, Simone Taioli - *Exploring Event Horizons and Hawking Radiation through Deformed Graphene Membranes*; preprint arXiv: 1907.08960 (2019).

IRVAPP – Istituto per la Ricerca Valutativa sulle Politiche Pubbliche

<http://irvapp.fbk.eu/>

Direttore: Andrea Simoni

1. Sommario

L'area centrale delle attività di ricerca di IRVAPP è costituita, fin dagli inizi della vita del centro stesso, dalla valutazione di impatto, condotte con metodi di analisi controfattuali, delle politiche pubbliche. All'interno di questo ampio ambito, nel corso del 2019, l'attenzione di IRVAPP si è focalizzata sull'analisi degli effetti delle politiche dell'istruzione, del lavoro e industriali. Inoltre, sono state condotte analisi sulla configurazione delle principali forme di disuguaglianza esistenti nelle società contemporanee, nonché su alcuni significativi aspetti della realtà socio-economica locale, quali ad esempio il rischio di povertà e di esclusione sociale, la dispersione scolastica, i corsi di formazione, il mondo delle piccole imprese e i fenomeni di evasione fiscale. Infine, si sono messe a punto metodologie atte a misurare le ricadute conoscitive, economiche e sociali degli investimenti pubblici in ricerca e innovazione.

Dei risultati ottenuti negli ambiti di indagine appena richiamati si parlerà nel prosieguo di questo documento. Qui conviene, invece, ricordare l'impegno posto da IRVAPP nell'affinare la propria strumentazione metodologica attraverso un crescente ricorso a disegni sperimentali randomizzati e all'integrazione di grandi basi di dati derivanti da archivi amministrativi con informazioni derivanti da rilevazioni campionarie. In quest'ottica, il centro IRVAPP ha anche rafforzato l'attenzione sulle analisi del rapporto tra costi e benefici delle politiche pubbliche.

Molte delle proprie attività di valutazione e di ricerca sono state condotte da IRVAPP in collaborazione con, o per conto di, varie entità politico-amministrative. Si ricordano, innanzitutto, quelle con ISPAT a favore della PaT riguardanti i) l'elaborazione degli scenari previsionali sul PIL e sulle principali grandezze macroeconomiche del Trentino; ii) la revisione del questionario che riguarda il panel sulle Condizioni di Vita delle Famiglie Trentine, iii) la revisione del questionario dell'indagine panel sulle Microimprese; iv) la valutazione della misura nota come Garanzia Giovani. Si rammentano, poi, gli studi svolti per conto di organismi internazionali, segnatamente per la Commissione Europea.

Oltre a svolgere attività di studio e ricerca - e sempre in armonia con i propri obiettivi istituzionali perseguiti fin dalla propria fondazione - IRVAPP ha continuato a promuovere nel corso del 2019 la diffusione della cultura della valutazione d'impatto. E anche in questo campo il centro ha acquisito una buona reputazione nazionale ed internazionale, tant'è che i ricercatori di IRVAPP sono stati invitati in varie occasioni a svolgere attività di formazione presso prestigiose istituzioni del nostro e di altri paesi.

Ad ulteriore dimostrazione dell'elevato livello qualitativo dei propri ricercatori, va sottolineato che uno di essi ha conseguito l'Abilitazione Scientifica Nazionale (ASN) per il ruolo di Professore universitario di seconda fascia, affiancando quello che l'aveva già ottenuta nel 2018.

L'insieme delle iniziative e dei risultati sopra descritti sono stati svolti e raggiunti non solo in riferimento alle vocazioni analitiche dell'istituto e dei suoi ricercatori, ma anche alla luce sia degli obiettivi <Lavoro> e <Territorio> fissati dal Piano strategico di FBK 2018-2027, sia delle missioni "Società inclusiva sicura" e "Industria 4.0" stabiliti dal Piano esecutivo di FBK 2018-2020. Proprio per i loro collegamenti con il Piano strategico e con il Piano esecutivo della Fondazione, le attività di IRVAPP presentano connessioni anche con alcuni dei *Global Sustainable Goals*, quali "Istruzione di qualità" e "Riduzione delle disuguaglianze".

2. Risultati dell'attività di ricerca

2.1 Principali risultati dell'attività di ricerca

Tra le varie attività di ricerca svolte o ultimate nel 2019, se ne ricordano alcune per il loro particolare rilievo sostanziale o metodologico. Si tratta dei progetti:

- a) a livello internazionale
 - i. Teach up

Il progetto afferisce all'area della valutazione delle politiche di istruzione. Si tratta di una *policy experimentation* condotta in 10 paesi europei avente ad oggetto la formazione continua degli insegnanti delle scuole secondarie di I grado. Per tramite di questa sperimentazione è stata testata l'efficacia di uno strumento innovativo di tutoraggio on line utilizzato in quattro distinti corsi formativi riguardanti le seguenti competenze chiave per l'insegnamento: *formative assessment, personalised learning, collaborative learning e creativity*.

Nel corso del 2019 i ricercatori IRVAPP hanno redatto il Rapporto tecnico sul campionamento e presentato i risultati relativi alla partecipazione dei docenti ai quattro corsi e quelli concernenti la valutazione di impatto.

Il progetto rientra nell'ambito dell'obiettivo "Territorio" e in particolare nelle missioni "Comunità intelligente" e "Società inclusiva e sicura".

Dal punto di vista scientifico, il progetto rappresenta un'eccellenza in quanto finalizzato a sviluppare e testare, a livello europeo, uno strumento innovativo nel campo della formazione degli insegnanti.

Sotto il profilo dell'impatto sul mercato e sulla società, la sperimentazione si pone come un importante contributo alla generalizzazione dei processi di aggiornamento professionale in servizio dei docenti delle scuole secondarie di I grado, realizzati attraverso il ricorso alle ICT.

Per quanto riguarda infine la sostenibilità economica si rammenta che *Teach up* è finanziato dalla *Education, Audiovisual & Culture Executive Agency* dell'Unione Europea attraverso il programma Erasmus plus Key action 3.

ii. Engagement and achievement of 15 year olds in Pisa 2015 across EU member states

Nel corso del 2019 è arrivato a conclusione uno studio realizzato dai ricercatori IRVAPP per conto della Commissione Europea (*Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture*). Lo studio, denominato *Engagement and achievement of 15 year olds in Pisa 2015 across EU member states*, si è posto l'obiettivo di rilevare le competenze non cognitive degli studenti europei coinvolti nelle indagini *Programme for International Student Assessment (PISA)* sfruttando le potenzialità dei cosiddetti log-files e di metterne in luce le principali determinanti. Il rapporto finale è stato consegnato a febbraio 2019 e i principali risultati sono stati presentati in un seminario pubblico organizzato dalla DG Education e in svariati convegni e workshop internazionali.

In relazione al piano strategico di FBK, tale progetto rientra nell'ambito dell'obiettivo operativo "Territorio", e più nello specifico nella missione "Società inclusiva e sicura". Infatti, come testimoniato dalla letteratura scientifica, le competenze non cognitive sono fortemente collegate al successo scolastico e alle carriere occupazionali.

Dal punto di vista scientifico, il progetto rappresenta un'eccellenza, in quanto si inserisce in un filone di ricerca innovativo che ha permesso ai ricercatori di IRVAPP di presentarne i risultati in conferenze e workshop prestigiosi. Tra questi ricordiamo il simposio *PISA 2015: What Can Science Education Learn from the Data*, organizzato nell'ambito della conferenza ESERA (*European Science Education Research*) dal professor Jonathan Osborne (Università di Stanford), e il workshop *Opportunity versus Challenge: Exploring Usage of Log-File and Process Data in International Large Scale Assessments* organizzato dall'*Educational Research Centre* di Dublino e dall'*Educational Testing Service* di Princeton.

Per quanto attiene alle ricadute su mercato e società, il progetto consente di porre in luce l'eventuale presenza di disuguaglianze sociali nell'acquisizione delle competenze non cognitive e di fornire suggerimenti di *policy* sui modi attraverso i quali favorirne lo sviluppo anche presso anche in soggetti socio-economicamente svantaggiati.

Il progetto è stato finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito di un'apposita *call for tender* vinta dai ricercatori di IRVAPP nel 2017.

iii. European Disability Card

Il progetto consiste nella valutazione dell'introduzione, in via sperimentale, della carta europea di disabilità in 8 Stati Membri. Tale sperimentazione si pone all'interno della strategia europea sulla disabilità 2010-2020. La carta europea di disabilità permette ai suoi destinatari di godere di ingressi gratuiti o almeno di sconti sui prezzi dei biglietti, nonché di specifici servizi di assistenza, in musei, sale di concerto, strutture sportive e servizi di trasporto in tutti gli stati partecipanti al progetto. Nell'ambito

del progetto di valutazione, ad IRVAPP è stato assegnato il compito di disegnare una metodologia affidabile e riproducibile per valutare l'efficacia del progetto pilota e la sua trasferibilità agli stati dell'Unione Europea non attualmente coinvolti.

Sotto il profilo scientifico, la partecipazione di IRVAPP alla valutazione del progetto sperimentale della European Disability Card avrà riscontri positivi in quanto amplierà le capacità del centro di ricorrere a metodologie del tipo *mixed approach* e di collegare dati provenienti da archivi amministrativi con i risultati di indagini campionarie. Inoltre, il progetto svilupperà opportuni metodi di analisi comparativa tra più Paesi del rapporto tra costi e benefici della misura valutata.

In termini di impatto su mercato e società il progetto contribuirà alla messa a punto di più efficaci misure per limitare in misura significativa i rischi di esclusione sociale e lavorativa delle persone con disabilità e per incrementare il movimento turistico di queste e delle loro famiglie.

Il progetto è stato finanziato dalla Direzione Generale Occupazione, Affari sociali e Inclusione della Commissione Europea nell'ambito del framework contract guidato da Ernst & Young e di cui IRVAPP fa parte.

b) a livello nazionale e locale

i. Will

Il progetto riguarda la valutazione di un programma innovativo di risparmio incentivato rivolto a studenti iscritti al primo anno della scuola secondaria di I grado. Il progetto è finanziato nell'ambito del Bando Contrasto alle Povertà Educative e si basa su un esperimento controllato randomizzato svolto in tre città italiane (Torino; Firenze; Teramo) e in quattro centri sardi (Quartu S.Elena, Fluminimaggiore, Sant'Antioco e Carbonia). L'obiettivo del programma è duplice: sostenere gli investimenti in istruzione da parte delle famiglie a basso reddito e ridurre, conseguentemente, i rischi di dispersione scolastica dei loro figli e figlie. Il 2019 ha visto la stesura del protocollo di valutazione e l'inizio delle attività di field coordinate dai ricercatori di IRVAPP.

Il progetto rientra nell'obiettivo operativo Territorio e nella missione Società inclusiva e sicura.

Il progetto è decisamente innovativo sotto il profilo scientifico sia per il contesto italiano che per quello europeo, dai quali i programmi di risparmio incentivato a fini di crescita del capitale umano e della realizzazione dell'uguaglianza delle opportunità educative sono sostanzialmente assenti, al contrario di quanto accade negli Stati Uniti. L'eccellenza scientifica del progetto deriva anche dall'utilizzazione di una strategia valutativa basata su un esperimento controllato randomizzato. In quest'ottica, IRVAPP ha sostenuto un periodo di visiting presso l'*Urban Institute* (Washington, DC) - istituto di ricerca specializzato nell'analisi e nella valutazione di programmi di risparmio incentivato nel campo dell'istruzione - di un suo ricercatore.

In termini di impatto su mercato e società, il progetto si qualifica per la capacità di contribuire alla messa a punto di politiche per il diritto allo studio e di *financial literacy*.

Il programma è stato finanziato all'interno di un bando dell'Impresa Sociale Con i Bambini (progetto numero 2017-COF-01373), cofinanziato dalla Compagnia di San Paolo e dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Firenze.

ii. Garanzia Giovani

Il progetto, come già indicato nel sommario, attiene all'area delle politiche del lavoro ed è costituito dalla valutazione della misura nota come Garanzia Giovani. Nel corso del 2019 è stata avviata una collaborazione con Irpet (Regione Toscana) e Veneto Lavoro (Regione Veneto), con l'obiettivo di svolgere un'analisi comparativa, unica in Italia. quest'ultima prevede di: i) stimare la consistenza della popolazione dei giovani Neet (*Not in Employment nor in Education or Training*); ii) ricostruire le specifiche misure che ciascuna regione/provincia ha posto in essere in attuazione del programma Garanzia Giovani; iii) contestualizzare queste misure entro l'insieme delle politiche del lavoro destinate ai giovani a livello nazionale; e iv) valutare gli effetti del programma.

Rispetto agli obiettivi operativi di FBK, il progetto rientra in "Lavoro" e "Territorio", con riferimento alla missione Società inclusiva e sicura.

Quanto alle ricadute scientifiche, il progetto si propone, tra l'altro, di affrontare, il delicato tema della stima dell'aggregato dei Neet, su cui è in atto una vivace discussione scientifica. I risultati non sono ancora stati fatti oggetto di pubblicazione, ma hanno attirato l'interesse di importanti istituzioni scientifiche in Italia, tra le quali Istat con cui è in corso di sottoscrizione un protocollo di intesa volto all'utilizzazione dei dati della Rilevazione sulle Forze di Lavoro al fine di contribuire al ricordato dibattito sui Neet. Il progetto Garanzia Giovani ha quindi notevoli potenzialità dal punto di vista scientifico.

Sotto il profilo dell'impatto su mercato e società, il progetto si propone di contribuire a innalzare l'efficacia delle politiche attive del lavoro, nazionali e locali, dirette alla popolazione giovanile.

La ricerca, visto il particolare interesse in chiave locale, è stata finanziata in base all'accordo di programma stralcio 2019 tra PaT e FBK.

iii. Evasione fiscale

Il progetto, che ha preso vita da una sperimentazione condotta nel 2018 con ISPAT e riguardante la realtà trentina, si propone di stimare l'incidenza e gli effetti di tipo redistributivo dell'evasione fiscale tra i lavoratori autonomi nel nostro paese. Questa ricerca si basa su un accordo di collaborazione tra IRVAPP, l'Università degli Studi di Milano, l'Università degli Studi dell'Insubria e il Ministero delle Finanze. Esso si fonda sull'integrazione tra dati reddituali IRPEF dell'Agenzia delle Entrate e quelli raccolti da ISTAT nell'indagine nazionale sui consumi delle famiglie italiane

Dal punto di vista scientifico, il progetto risulta di notevole interesse come dimostrato dalla positiva accoglienza ottenuta da versioni preliminari dei risultati della ricerca presentate a conferenze nazionali e internazionali.

In relazione al piano strategico di FBK, tale lavoro rientra nell'ambito dell'obiettivo Territorio e in particolare nella missione Società inclusiva e sicura. Esso si propone, infatti, di individuare possibili suggerimenti per limitare l'evasione fiscale e, conseguentemente, per contenere i negativi effetti che essa esercita in termini di disuguaglianze di reddito e di capacità redistributiva del sistema di tassazione e dei trasferimenti dallo Stato ai cittadini.

La ricerca, visto anche il suo interesse in chiave locale, è finanziata in base all'accordo di programma stralcio 2019 tra PaT e FBK.

2.2 Attività di alta formazione e di diffusione della cultura della valutazione

Come anticipato in chiusura del primo paragrafo del presente documento, nel corso del 2019 IRVAPP ha consolidato e ulteriormente diversificato le sue attività di alta formazione e di promozione della cultura della valutazione. Accanto alla ricca e ormai consuetudinaria attività seminariale condotta con cadenza mensile e alla corrispondente attività interna, IRVAPP ha organizzato, in collaborazione con l'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, la seconda edizione della *School on Advanced Methods for Impact Evaluation* e l'undicesima edizione della *Winter School on Fundamentals and Methods for the Evaluation of Public Policies*.

Ancora in tema di alta formazione, nel corso del 2019 è iniziata la terza edizione del Master in Analisi e Valutazione delle Politiche Pubbliche, promosso dal Senato della Repubblica, dalla Conferenza dei Presidenti delle Assemblee legislative delle Regioni e delle Province Autonome, da IRVAPP assieme all'Università Ca' Foscari di Venezia e ad ASVAPP.

Si ricordano anche le iniziative di carattere formativo dirette sia ai membri sia ai funzionari di importanti istituzioni pubbliche. Tra queste ultime si citano gli interventi presso l'Ufficio Parlamentare di Bilancio e la Direzione Generale degli Affari Economici e Finanziari della Commissione Europea.

2.3 Autofinanziamento

Nel corso del 2019, IRVAPP ha confermato la propria presenza sul mercato dei bandi di carattere valutativo provenienti dalla PA locale e nazionale e dalla UE, così come da altre istituzioni internazionali. Lo ha fatto anche rafforzando gli accordi di collaborazione con alcune organizzazioni italiane di consulenza tecnica alla PA, con importanti imprese multinazionali di *consulting* e con istituzioni di ricerca europee.

Nello specifico, IRVAPP ha partecipato ai seguenti bandi di concorso per l'effettuazione di analisi valutative:

- Call for Tender della Commissione Europea, DG Employment riguardante la sperimentazione della European Disability Card in collaborazione con Ernst&Young [si veda quanto sopra indicato al punto 2.1 a) iii)] .
- Call for Tender della Commissione Europea "Evaluation of investments in Research and Technological Development (RTD) infrastructures and activities supported by the European Regional Development Fund (ERDF) in the period

2007-2013” (N° 2018CE16BAT111), in qualità di partner in un consorzio guidato dalla Fondazione Brodolini.

- Call for Tender della Commissione Europea “H2020-SwafS-2018-2020: Science with and for Society / Topic: SwafS-19-2018-2019: Taking stock and reexamining the role of science communication” in qualità di partner in un consorzio guidato dalla University of Copenhagen.
- Call for Tender della Commissione Europea “Evaluation, Impact Assessment and Related Activities In Areas Of Competence Of DG EAC and Including Education and Training, Youth, Sport And Culture, Research and Innovation” (DG EAC EAC/05/2018), in qualità di subcontractor in un consorzio guidato dalla Fondazione Brodolini.
- Nell’ambito della Gara comunitaria a procedura aperta, ai sensi dell’art. 60 del d. lgs. n° 50/2016 e s.m.i., per l’affidamento del Servizio di Valutazione del Programma di Reindustrializzazione del Lazio (attività v_1 e v_2 del piano di valutazione del POR FESR 2014-2 ha partecipato in qualità di partner in un RTI guidato da Monitoraggio Economia e Territorio (MET).
- Nell’ambito del Bando post-doc 2019 della Fondazione Caritro è stato presentato il progetto dal titolo “Diversità e socialità a scuola. Una ricerca-azione sulle relazioni inter-etniche e inter-religiose e il loro legame con il successo scolastico degli studenti con background migratorio”.

3. Pubblicazioni più significative

- Azzolini, D., Bazoli, N., Lievore, I., Schizzerotto, A., & Vergolini, L. (2019). *Beyond achievement. A comparative look into 15-year-olds’ school engagement, effort and perseverance in the European Union*. Luxembourg: Publications Office of the European Union;
- Marzadro, S., Schizzerotto, A., & Vergolini, L. (2019). *Classi sociali o gruppi multidimensionali? Come rappresentare le disuguaglianze sociali nell’Italia di oggi*. “Stato e mercato”, 39 (1), 7-40. [IF: -; SJR 0.318; Q2 Sociology and Political Science];
- Rettore, E., & Trivellato, U. (2019). *The Use of Administrative Data to Evaluate the Impact of Active Labor Market Policies: The Case of the Italian Liste di Mobilità*, in N. Cratto and P. Paruolo (eds.), *Data-Driven Policy Impact Evaluation*. Springer, Cham, pp. 165-182.

ISIG – Istituto Storico Italo-Germanico

<http://isig.fbk.eu/>

Direttore: Christoph Cornelissen

1. Sommario

L'ultimo triennio ha rappresentato per ISIG l'occasione di affermarsi come un Centro di riferimento nello studio dei rapporti tra storia e media. Il progetto "Mediatizzazione e medialità della storia" ha definito l'orizzonte della ricerca collettiva dell'Istituto, focalizzata sul ruolo esercitato dai media nello sviluppo dei processi politici, sociali e culturali tra età moderna e contemporanea. Forte della possibilità di sviluppare la ricerca in una prospettiva di lungo periodo, ISIG si è inserito nel fecondo dibattito internazionale sul tema e ha prodotto ricerche innovative dedicate all'universo mediale in prospettiva storica.

Nel corso del 2019 l'equipe di ricerca ha ulteriormente approfondito il progetto collettivo, dedicando particolare attenzione allo studio dell'interazione tra media ed eventi elettorali, sempre in una prospettiva di lungo periodo e in chiave comparata. La ricerca, a cui hanno collaborato studiosi affermati di livello internazionale, si è concretizzata nella stesura di un volume (M. Cau, C. Cornelissen [edd], *Il ruolo dei media nei processi elettorali. Modelli ed esperienze a confronto tra età moderna e contemporanea*, il Mulino), attualmente in preparazione.

Nel 2019 si è inoltre proceduto a definire il nuovo orizzonte tematico entro cui saranno sviluppate le ricerche comuni del prossimo triennio. Si è scelto di dare continuità alle ricerche legate al rapporto tra storia e media, che si svilupperanno nel progetto "Medialità, intermedialità, infrastrutture" (2020-2022). La ricerca sarà articolata in tre fasi: Intermedialità: la natura delle rivoluzioni medianiche e le loro conseguenze sociali e culturali (2020); I media e la percezione dell'innovazione tecnologica: l'ascesa dell'intelligenza artificiale (2021), Le infrastrutture della comunicazione: come le tecnologie modellano la conoscenza (2022).

Accanto all'investimento scientifico sul nuovo asse tematico si è puntato a consolidare il posizionamento e la reputazione dell'Istituto a livello internazionale, intensificando le collaborazioni scientifiche di carattere istituzionale e personale. Vanno in questa direzione l'attivazione e il consolidamento dei rapporti con alcuni partner istituzionali strategici (tra cui: Deutsches Historisches Institut - DHI, Roma; Deutsche Forschungsgemeinschaft - DFG; Leibniz-Zentrum für Zeithistorische Forschung, Potsdam; Institut für Zeitgeschichte, Monaco; Boston College; Università di Francoforte; Università di Trento; Università di Exeter; Università di Trier; Università di Erlangen; Università di Groningen; Università della Svizzera Italiana; Università di Valencia; Università di Warwick; Kommission für Geschichte des Parlamentarismus und der politischen Parteien, Berlino; International Institute of Social History, Amsterdam).

Gli sforzi per aumentare la sostenibilità della ricerca incrementando le fonti di finanziamento esterno hanno rappresentato anche nel 2019 uno dei principali obiettivi del Centro. L'allargamento della rete delle istituzioni partner promosso negli ultimi anni ha permesso di confermare il trend positivo di autofinanziamento avviato nell'ultimo triennio. Lo testimoniano l'avvio del progetto europeo "HERA", la conferma di una fellowship in collaborazione con l'Università di Francoforte per un progetto finanziato dalla DFG, l'attivazione di una nuova fellowship su un progetto finanziato dalla Fritz Thyssen Stiftung, il rinnovo dell'intesa con il DHI di Roma per il finanziamento di una collaborazione post-doc, la buona performance nei bandi di finanziamento promossi dalla Fondazione CARITRO, con due progetti ISIG finanziati per il prossimo biennio.

Un obiettivo a cui si è lavorato con intensità riguarda l'attivazione di forme di collaborazione e sinergia con gli altri Centri FBK, in linea con il Piano strategico della Fondazione. Si è lavorato in particolare all'elaborazione di un progetto bandiera FBK dal titolo "Mapping Mobilities", finalizzato ad approfondire lo studio dei fenomeni legati a mobilità, cambiamento sociale e mutamento urbano e di contribuire all'innovazione e all'impatto sociale, in piena coerenza con la mission della Fondazione. Nella sua fase progettuale la flagship ha assunto un carattere spiccatamente interdisciplinare, raccogliendo gli stimoli complementari delle scienze storiche, delle scienze sociali, dell'IT e delle Spatial Humanities. Per ragioni di bilancio il progetto, che prevedeva il coinvolgimento di quattro Centri (ISIG, ISR, IRVAPP e ICT), non ha ottenuto il finanziamento da parte di FBK; ha comunque rappresentato un'importante occasione di dialogo tra i Centri e di stimolo all'attivazione di nuove pratiche collaborative. Continuano in particolare le forme di collaborazione tra ISIG e ICT, come mostrano vari progetti conclusi o attivati nel corso del 2019 e attualmente in corso ("La città dell'accoglienza", "A.L.C.I.D.E.", "Ci provo gusto", "Mapping Mobilities").

Sempre nell'ambito delle collaborazioni con altre realtà istituzionali si è puntato a rinsaldare i rapporti con la Fondazione Museo Storico del Trentino (FMST), con cui si sono organizzate numerose iniziative comuni, legate in particolare alla divulgazione e alla disseminazione. Si è inoltre mirato a conservare la collaborazione con le Università di Trento, Bologna, Verona per l'organizzazione di eventi scientifici.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Il progetto collettivo dedicato ai rapporti tra storia e media si articola in tre fasi, ognuna delle quali si è conclusa o si concluderà con un volume: 1. La medialità della storia; 2. La mediatizzazione dei processi elettorali; 3. L'intermedialità tra passato e presente.

Nel corso del 2019 è stato pubblicato il volume collettivo G. Bernardini - C. Cornmelissen (edd), *La medialità della storia. Nuovi studi sulla rappresentazione della politica e della società* (Il Mulino), che raccoglie i contributi dell'intera équipe di ricerca. Il volume è organizzato in tre sezioni tematiche: "Media e conflitto"; "Media e transnazionalità"; "Media e autorappresentazione del potere".

In parallelo ha preso forma la seconda fase della ricerca collettiva, che si concentra sul ruolo dei media nei processi elettorali. Per la messa a punto del tema e la discussione dei fondamenti metodologici delle ricerche sono stati organizzati seminari con il coinvolgimento di esperti del campo (S. Derix, Erlangen; F. Bösch, Potsdam). Il volume, attualmente in fase di preparazione, è il frutto della collaborazione tra ricercatori ISIG ed esperti esterni (T. Mergel, F. Bösch, S. Derix, C. Gatzka, F. Ruozzi, R. Brizzi).

Nell'ambito del progetto sulla mediatizzazione è stata organizzata la ISIG Summer School 2019 (19-21 giugno) "I media e la storia", nella quale ci si è proposti di approfondire il ruolo dei media nel contesto delle trasformazioni socio-politiche e culturali che hanno caratterizzato l'epoca moderna e contemporanea. Hanno partecipato alla scuola 15 borsisti e 11 keynote speaker.

Di seguito l'elenco dei principali prodotti editoriali – in parte già realizzati e in parte in via di pubblicazione – legati al progetto collettivo:

- G. Bernardini - C. Cornelissen (edd), *La medialità della storia. Nuovi studi sulla rappresentazione della politica e della società* (2019).
- C. Cornelissen - M. Mondini (eds.), *The Mediatization of War and Peace* (2020).
- M. Rospocher - J. Salman - H. Salmi (eds.), *Crossing Borders, Crossing Cultures. Popular Print in Europe (1450-1900)* (2019).
- M. Cau - C. Cornelissen (edd), *Il ruolo dei media nei processi elettorali. Modelli ed esperienze a confronto tra età moderna e contemporanea* (2020).
- "Annali / Jahrbuch", 45, 2019, 1: G. D'Ottavio - M. Rospocher (edd), *Nuovi approcci alla storia europea / Neue Ansätze zur europäischen Geschichte*.
- "Annali / Jahrbuch", 45, 2019, 2: D. Bellingradt - M. Rospocher (edd), *A History of Early Modern Communication: German and Italian Historiographical Perspectives*.

Progetto HERA

Ha preso avvio nel corso dei primi mesi del 2019 "Public Renaissance: Urban Cultures of Public Space between Early Modern Europe and the Present" (PURE), un progetto collaborativo europeo che con ISIG (responsabile Massimo Rospocher) coinvolge le università di Exeter, Erlangen, Groningen e Valencia ed è finanziato dal consorzio Humanities in the European Research Area (HERA) per il triennio 2019-2022 (€ 1.200.000 complessivi).

Il progetto, dal forte taglio interdisciplinare e aperto alle tecnologie digitali, si propone di ricostruire in chiave comparata e in una prospettiva di lungo periodo la funzione degli spazi pubblici nelle città europee. È stato selezionato il ricercatore esterno (Enrico Valseriati) chiamato a collaborare al progetto. La sua ricerca, avviata in settembre, è dedicata allo studio della nascita dell'opinione pubblica a Venezia in età moderna e allo sviluppo di una app sui luoghi del dissenso nella terraferma veneta del Cinquecento.

Progetto flagship FBK

Nella prima metà dell'anno si è lavorato intensamente, in linea con il Piano esecutivo FBK 2018-2020, allo sviluppo di un progetto bandiera dedicato al tema della mobilità, con l'obiettivo di mettere a fattor comune prospettive di ricerca attive nei differenti Centri della Fondazione. Ciò ha comportato un'intensa attività di confronto con i referenti dei vari Centri coinvolti nel progetto (M. Rospocher, V. Fabretti, D. Azzolini, M. Pistore), per la definizione dell'ossatura della ricerca e delle sue fasi di sviluppo.

Le circostanze non hanno consentito di dare corso all'avvio e al finanziamento della flagship, ma per ambizione ed energie investite, la costruzione del progetto ha rappresentato un momento importante della progettualità scientifica espressa da ISIG nel corso del 2019.

Intelligenza Artificiale e sapere storico

Nell'ambito dell'attenzione dedicata dal Piano strategico FBK all'Intelligenza Artificiale, ISIG ha inteso sfruttare a pieno le possibilità degli sviluppi dell'informatica umanistica promuovendo l'interdisciplinarietà nell'ambito delle competenze legate alla ricerca storica.

L'attività di ricerca condotta in ISIG ha incrociato anche nel 2019 le traiettorie dell'AI, che rappresenta anche per la storiografia uno spazio di azione e di sviluppo di notevole interesse. Grazie alle collaborazioni con alcune Unità del Centro ICT, in particolare Digital Humanities (Sara Tonelli) e FBK-ICT Digital Commons Lab (Maurizio Napolitano), ISIG ha rafforzato il proprio posizionamento in ambito nazionale, e di fatto rappresenta uno dei Centri di riferimento per l'interazione tra riflessione storiografica e intelligenza artificiale.

Nel corso del 2019 si è concluso il progetto "ALCIDE" (ISIG e ICT-DH), che ha dato vita alla piattaforma digitale degli scritti e discorsi di De Gasperi <http://alcidedigitale.fbk.eu/>. Proprio il progetto "ALCIDE" è all'origine del coinvolgimento ISIG in due Edizioni Nazionali attualmente finanziate dal MIBACT, l'Edizione Nazionale delle opere e dei discorsi di Aldo Moro (Maurizio Cau) e l'Edizione Nazionale dell'Epistolario di Alcide De Gasperi (Maurizio Cau e Gabriele D'Ottavio) i cui lavori sono proseguiti anche nel corso dell'anno.

ISIG è risultato vincitore nel 2019 di un finanziamento per una posizione post-doc biennale sul progetto "Mapping Mobilities. Un'analisi storica e digitale dell'emigrazione trentina tra Otto e Novecento". Si tratta di una ricerca dedicata alla mobilità in età contemporanea, che verrà svolta utilizzando tecnologie informatiche innovative per l'analisi e la visualizzazione di database a contenuto storico. Una parte rilevante del progetto è svolta in collaborazione con il Centro ICT di FBK.

Ulteriori forme di interazione con il mondo delle ICT hanno riguardato nel corso del 2019 lo sviluppo della componente DH del progetto "La città dell'accoglienza" (Alessandro Paris) e la definizione di un nuovo orizzonte di ricerca: la digitalizzazione e valorizzazione dei *Diarii (1496-1533)* di Marin Sanudo, una delle fonti più importanti per la storia moderna veneziana ed europea (Massimo Rospocher e Matteo Largioli, assegnista di UniTrento affiliato ISIG).

È proseguita la collaborazione tra ISIG (Claudio Ferlan), ISR (Paolo Costa) e ICT4G (Adolfo Villaforita) per il progetto “Ci provo gusto”, che sta indagando secondo una prospettiva storico-filosofica il fenomeno del gusto e intende mettere a disposizione, grazie agli strumenti informatici, nuovi strumenti per rendere più consapevoli le scelte dei consumatori.

Progetti di interesse istituzionale

Nel corso del 2019 sono state avviate nuove forme di collaborazione istituzionale con partner strategici attivi sul territorio nazionale e internazionale, tra cui:

- l'Università di Monaco, e in particolare la cattedra di Storia europea di Kiran Klaus Patel e il Carson Center diretto da Hellmuth Trischler, con cui è in corso un confronto legato allo sviluppo di comuni progettualità europee
- l'Istituto Italiano di Studi Germanici diretto da Luca Crescenzi per un progetto di pubblicazione di un volume sulla storia della Repubblica di Weimar
- Un gruppo di lavoro ISIG (Fernanda Alfieri, Laura Di Fabio, Claudio Ferlan, Cecilia Nubola, Camilla Tenaglia) ha avviato una ricognizione archivistica allo scopo di costruire un progetto di ricerca sulla quotidianità nelle zone d'Italia occupate nel periodo 1939-1947, con possibile estensione all'immediato dopoguerra. Tale ricognizione si basa su un accordo di collaborazione stretto con l'Archivio della Provincia Euro-Mediterranea della Compagnia di Gesù e coinvolge anche altri archivi della medesima Compagnia (Archivum Romanum Societatis Iesu e Archivio della Pontificia Università Gregoriana). Il progetto si inserisce in continuità con le ricerche condotte dai tre ricercatori stabili rispettivamente nei campi della storia gesuitica (Alfieri e Ferlan) e della Seconda guerra mondiale (Nubola), e mira a valorizzare la specificità di una documentazione archivistica nuova, in quanto proveniente dall'apertura di fondi non disponibili fino al 2020 in virtù delle regole di embargo in vigore per alcuni archivi ecclesiastici.
- Il Centro ha inoltre avviato, insieme alla Coordinatrice organizzativa del Polo delle Scienze Umane e Sociali (Chiara Zanoni), un'indagine preliminare sui discorsi di Bruno Kessler finalizzata alla loro pubblicazione su una piattaforma digitale, realizzata sul modello del progetto “ALCIDE”. In vista del 30° anniversario della morte (19.03.2021) è stata quindi avviata una prima riflessione per la valorizzazione dell'archivio personale di Bruno Kessler conservato presso l'Archivio provinciale di Trento. Si tratta di un fondo non ancora fruibile, ma di fondamentale importanza per lo sviluppo di nuovi progetti di ricerca sulla storia del processo di modernizzazione del Trentino.

Ricerche individuali

Accanto alle ricerche che coinvolgono i/le ricercatori/trici in forma più o meno collettiva, ci sono i singoli progetti di studio e ricerca portati avanti dal personale ISIG in forma autonoma, che seguono i canali tradizionali della ricerca scientifica e puntano

alla pubblicazione dei risultati ottenuti nelle sedi di riferimento per la disciplina storica. L'elenco aggiornato dei progetti individuali del personale strutturato si trova ora nel booklet in tre lingue *ISIG Storia | Futuro* consultabile all'indirizzo <https://isig.fbk.eu/wp-content/uploads/2020/01/Booklet-Isig-2019-1.pdf>.

Attività convegnistica e seminariale

Una parte rilevante dell'attività dell'ISIG riguarda come da tradizione l'attività convegnistica e seminariale. Sono state complessivamente una trentina le iniziative organizzate nel corso del 2019 (l'elenco completo è consultabile all'indirizzo <https://isig.fbk.eu/it/eventi/>).

Le iniziative principali hanno riguardato

- l'organizzazione della LXI Settimana di Studio "Migration And European City. Social and Cultural Perspectives from Early Modernity to the Present", dedicata all'interazione tra mobilità umana e società urbane dal XV secolo al presente e che ha visto la partecipazione di importanti studiosi, come Claus Leggewie (Giessen), Leo Lucassen (Leiden) e Susanne Rau (Erfurt);
- l'organizzazione del convegno "Weimar. Modernità e democrazia in Europa (1919-1933)", in collaborazione con SISCALT, DHI (Roma), IFZ (Monaco), Università di Francoforte, Università di Trento;
- la Summer School "I media e la storia", che lavorando sui concetti di medialità, intermedialità e transnazionalità ha inteso approfondire il ruolo dei media nel contesto delle trasformazioni socio-politiche e culturali che hanno caratterizzato l'epoca moderna e contemporanea.

Pubblicazioni e attività editoriale

È proseguita l'attività di pubblicazione e di comunicazione dei risultati delle ricerche condotte dai/le ricercatori/trici, così riassumibili in termini sintetici: 1 monografia, 8 curatele, 7 saggi su rivista fascia A, 3 saggi su rivista, 23 saggi su volume, 11 recensioni, 1 piattaforma multimediale, Organizzazione e partecipazione a convegni di studio in Italia e all'estero, Attività di peer-review per riviste di fascia A, nazionali e internazionali, 1 position paper.

Tra le riviste che hanno ospitato contributi dei/le ricercatori/trici ISIG si ricordano "Renaissance Studies", "Storia della Storiografia", "Rivista Storica Italiana", "Annali/Jahrbuch", "Studi Storici", "Deutsches Dante Jahrbuch", "The Journal of Religious History, Literature and Culture", "Giornale di Storia Costituzionale". Tra gli editori il Mulino, de Gruyter, Brill, Max Planck Institute for European Legal History.

L'elenco completo dei prodotti della ricerca del personale ISIG è consultabile tramite il database Iris-FBK.

Passando alle collane di pubblicazioni direttamente promosse da ISIG, il 2019 si è concluso il processo di razionalizzazione della linea editoriale dell'Istituto, segnata dal passaggio da Duncker&Humblot a De Gruyter come editore per le collane in inglese e/o tedesco. Nel corso dell'anno sono stati realizzati i primi due volumi delle

nuove collane ISIG per i tipi di De Gruyter “Transfer” e “Studies in Early Modern and Contemporary European History”. Si è inoltre proceduto a un restyling grafico degli “Annali/Jahrbuch”, che possono contare ora su un layout più moderno ed efficace. Nella parte finale dell’anno è stato realizzato il book trilingue di presentazione dell’ISIG e delle sue linee di ricerca *ISIG Storia|Futuro*.

Accanto alla tradizionale rivista cartacea sono proseguiti inoltre i lavori afferenti al progetto editoriale ARO - Annali_Recensioni_Online, che offrono una ricca rassegna di recensioni (25 per ognuno dei tre numeri annui) dedicate alle opere più recenti riguardanti la storia europea, con un’attenzione particolare all’area di lingua italiana e a quella tedescofona. Nel corso del 2019 la piattaforma della rivista, avviata nel 2018 dietro il coordinamento di Katia Occhi è stata ulteriormente migliorata e ARO può ora contare su più di 150 tra recensori coinvolti e referee, provenienti principalmente da Italia, Austria, Argentina, Belgio, Germania, Francia, Inghilterra, Svizzera, Stati Uniti, Canada. I Forum dei tre fascicoli 2019 ha riguardato: la storia della storiografia italiana, le storie d’Europa, la carestia nella storia europea.

Di seguito le pubblicazioni realizzate nel corso del 2019:

- C. Nubola - P. Pezzino - T. Rovatti (edd), *Giustizia straordinaria tra fascismo e democrazia. I processi presso le Corti d’assise e nei tribunali militari* (Quaderni ISIG, 103), Bologna, il Mulino, 2019;
- C. Cornelissen - G. Bernardini (edd), *La medialità della storia. Nuovi studi sulla rappresentazione della politica e della società* (Quaderni ISIG, 104), Bologna, il Mulino, 2019;
- C. Cornelissen - G. D’Ottavio (edd), *Germania e Italia. Sguardi incrociati sulla storiografia* (Quaderni ISIG, 105), Bologna, il Mulino, 2019;
- C. Nubola, *Faschistinnen vor Gericht* (Transfer, 1), Berlin - Boston, De Gruyter Oldenbourg, 2019;
- M. Rospocher - J. Salman - H. Salmi (eds.), *Crossing Borders, Crossing Cultures. Popular Print in Europe (1450-1900)*, (Studies in Early Modern and Contemporary European History, 1), Berlin - Boston, De Gruyter-Oldenbourg, 2019;
- “Annali / Jahrbuch”, 45, 2019, 1: G. D’Ottavio - M. Rospocher (edd), *Nuovi approcci alla storia europea / Neue Ansätze zur europäischen Geschichte*;
- “Annali / Jahrbuch”, 45, 2019, 2: D. Bellingradt - M. Rospocher (edd), *A History of Early Modern Communication: German and Italian Historiographical Perspectives*;
- “ARO – Annali.Recensioni.Online”, 2, 2019/1 – Open Access;
- “ARO – Annali.Recensioni.Online”, 2, 2019/2 – Open Access;
- “ARO – Annali.Recensioni.Online”, 2, 2019/3 – Open Access;
- *ISIG Storia | Futuro*, FBK Press, 2019.

A fine 2019 risultavano infine in lavorazione alcuni dei volumi previsti per il 2020, nello specifico:

- C. Ferlan - M. Plesnicar (edd), *Historia Collegii Goritiensis*, (Fonti, 14), FBK Press, 2019, open access;
- M. Bellabarba, *Geschichte des Habsburgerreichs* (Transfer, 2), Berlin - Boston, De Gruyter-Oldenbourg;
- M. Mondini - C. Cornelissen (edd), *The Mediatization of War and Peace* (Studies in Early Modern and Contemporary European History, 2), Berlin - Boston, De Gruyter-Oldenbourg;
- M. Cau - C. Cornelissen (edd), *Il ruolo dei media nei processi elettorali. Modelli ed esperienze a confronto tra età moderna e contemporanea* (Quaderni ISIG, 106), Bologna, il Mulino;
- F. Alfieri - T. Jinno (eds.), *Religion and Violence* (Studies in Early Modern and Contemporary European History, 1), Berlin - Boston, De Gruyter-Oldenbourg.

Autofinanziamento

Riguardo alle attività legate all'autofinanziamento della ricerca si segnalano alcuni importanti successi, primo fra tutti l'ufficializzazione del già citato progetto "Public Renaissance: Urban Cultures of Public Space between Early Modern Europe and the Present", finanziato da HERA per € 1,2 milioni, che consentirà a ISIG di coprire una posizione di ricercatore post-doc per 3 anni (le procedure di selezione si sono già svolte) e una posizione di research assistant part-time per due anni.

Altre importanti forme di cofinanziamento su base internazionale riguarda il progetto "Personalentscheidungen in der öffentlichen Verwaltung seit den Krisen der 1970er Jahre: Nationale und internationale Perspektiven" (Camilla Tenaglia, Universität Frankfurt a.M. e ISIG), che permette a ISIG di contare su una ricercatrice affiliata per due anni (2019-2020), e la finalizzazione di un rapporto di collaborazione finanziato da un bando Fritz Thyssen Stiftung per una posizione biennale di ricercatore affiliato (a partire dal 2020).

Altre forme di co-finanziamento alla ricerca hanno riguardato:

- un contratto di collaborazione tra DHI e ISIG per una ricerca sulla mediatizzazione della violenza politica armata tra Italia e Germania tra anni Settanta e Ottanta (Laura Di Fabio);
- un contratto post-doc per la ricerca "La città dell'accoglienza. Cultura urbana e spazio pubblico a Trento al tempo del Concilio", cofinanziamento CARITRO (Alessandro Paris);
- il progetto di "Edizione Nazionale delle opere di Aldo Moro", nella parte relativa all'edizione degli scritti filosofico-giuridici di Moro (Maurizio Cau) e in quella legata a una ricerca sullo stile retorico di Moro (Matteo Largaiolli).

Nel corso del 2019 ISIG è risultato assegnatario di due finanziamenti CARITRO su bandi competitivi, che hanno riguardato i progetti:

- "Mapping Mobilities. Un'analisi storica e digitale dell'emigrazione trentina tra Otto e Novecento" (Maurizio Cau, € 50.000);

- “Grenzakten 2.0. Carte e documenti sui confini dell’Impero - Il parte” (Katia Occhi, € 20.000).

Si segnala inoltre l’organizzazione di un seminario con Guido Lammers, referente DFG per i progetti a contenuto storico, in vista di future partecipazioni a bandi competitivi DFG.

Formazione

Sul fronte della formazione è proseguito l’impegno di parte del personale ISIG nell’attività didattica presso alcuni atenei italiani. Ricercatori e ricercatrici del Centro hanno inoltre partecipato a seminari universitari in Italia e all’estero, hanno svolto attività didattica o partecipato ai lavori di commissioni di selezione o valutazione in diverse scuole di dottorato.

Terza missione

È proseguita l’attività di divulgazione delle ricerche condotte in Istituto e la restituzione alla comunità locale degli esiti del lavoro di ricerca. In particolare si è concluso il ciclo di incontri per insegnanti “Nuovi orientamenti storiografici e didattica della storia”, in collaborazione con IPRASE e i ricercatori/trici sono stati/e coinvolti/e in varie presentazioni e conferenze pubbliche sul territorio (biblioteche, librerie, circoli culturali, festival, università dell’età libera).

È proseguita, da parte del personale di ricerca e degli affiliati, la collaborazione con periodici e quotidiani nazionali (“La Lettura”, “Corriere della Sera”, “Mentepolitica”), così come la partecipazione a programmi radiofonici (Rai Radiodue, Rai Radiotre) e televisivi (RaiTre, History Lab, Trentino TV).

Sempre nell’ambito della terza missione si segnala la partecipazione di ISIG al progetto FBK di Alternanza scuola-lavoro (progetto Che Acqua di FBK, giugno 2019, tutor Claudio Ferlan) e l’avvio del confronto con l’ateneo di Bologna per l’attivazione di tirocini di studenti bolognesi presso ISIG. Per l’Alternanza scuola-lavoro è stata attivata anche una collaborazione con FBK-ICT Digital Commons Lab (tutor Alessandro Paris per ISIG e Maurizio Napolitano per ICT) per un progetto sulle mappe urbane svolto con il Liceo Scientifico “Da Vinci”.

In occasione dell’edizione 2019 delle Feste Vigiliane, l’insieme di iniziative di divulgazione e spettacolo legate alla festa del patrono del capoluogo, alcuni ricercatori ISIG (Massimo Rospoche, Alessandro Paris) hanno svolto attività di consulenza per l’organizzazione di uno spettacolo teatrale sulla Trento del Concilio. Sempre Massimo Rospoche e Alessandro Paris hanno curato organizzazione e allestimento di una mostra su Lutero in programma al Museo Per Via di Pieve Tesino per l’estate 2019.

In collaborazione con il Forum Trentino per la Pace e la Fondazione Museo Storico del Trentino sono state organizzate alcune conferenze e proiezioni per riflettere insieme a ISIG (Maurizio Cau) sui 30 anni dalla caduta del Muro di Berlino.

Collaborazioni con enti esterni (locali, nazionali, internazionali)

Sul fronte delle collaborazioni con realtà esterne, una parte significativa ha riguardato l'incremento dei rapporti con la Fondazione Museo Storico del Trentino, con cui si sono sviluppati alcuni progetti comuni:

- prosecuzione del ciclo “Dalla storia ai pixel. La storia raccontata”, incontri pubblici dedicati al ruolo dei media nella trasmissione del sapere storico (coordinamento Maurizio Cau, Massimo Rospoher);
- collaborazione per l'organizzazione di iniziative legate al tema della violenza sulle donne analizzata in prospettiva storica (referenti Cecilia Nubola, Fernanda Alfieri);
- collaborazione di ricercatori/trici ISIG alle attività del canale televisivo History-Lab della FMST; dagli eventi comuni organizzati in occasione della giornata mondiale di sensibilizzazione per la violenza sulle donne è nato un programma di History Lab.

Per quanto riguarda le collaborazioni con realtà nazionali e internazionali si segnalano:

- una Fellowship Senior Researcher presso l'Institute for Advanced Jesuit Studies del Boston College (settembre-dicembre 2019) ottenuta da Claudio Ferlan per il progetto “Food and Jesuits in the early modern and modern Western World”;
- un co-finanziamento con il DHI-Roma per una ricerca dal titolo “Stati d'emergenza in TV. Notiziari televisivi e sguardi transnazionali di fronte alla violenza politica armata in Italia e nella Repubblica Federale Tedesca (1972-1982)” (Laura Di Fabio);
- una collaborazione con l'Università di Francoforte per la ricerca “I prefetti in Italia (1970-2000)”, finanziata dalla DFG e inserita nel progetto “Personalentscheidungen in der öffentlichen Verwaltung seit den Krisen der 1970er Jahre: Nationale und internationale Perspektiven” (Camilla Tenaglia);
- una collaborazione con l'Università di Trento per l'attività convegnistica e seminariale, con il diretto coinvolgimento degli studenti;
- una collaborazione con la Società di studiosi di storia contemporanea italo-tedesca (SISCALT) per l'organizzazione di un convegno in occasione del centenario della Repubblica di Weimar;
- la collaborazione con il Museo Per Via di Pieve Tesino, concretizzatasi nell'organizzazione di una mostra su Lutero;
- la collaborazione con il Centro Studi Paolo Prodi di Bologna per l'organizzazione di seminari di studio dedicati a giovani storici;
- un dialogo costante con il Kompetenzzentrum für Regionalgeschichte dell'Università di Bolzano;

- L’attivazione di una collaborazione con l’Archivio della Provincia Euro-Mediterranea della Compagnia di Gesù e anche altri archivi della Compagnia (Archivum Romanum Societatis Iesu e Archivio della Pontificia Università Gregoriana).

3. Pubblicazioni più significative

- “Annali / Jahrbuch”, 45, 2019, 2: D. Bellingradt - M. Rospocher (edd), *A History of Early Modern Communication: German and Italian Historiographical Perspectives*.
- C. Cornelissen - G. Bernardini (edd), *La medialità della storia. Nuovi studi sulla rappresentazione della politica e della società*, il Mulino, 2019.
- C. Cornelissen - G. D’Ottavio (edd), *Germania e Italia. Sguardi incrociati sulla storiografia*, il Mulino 2019.

ISR – Centro per le Scienze Religiose

<http://isr.fbk.eu/>

Direttore: Marco Ventura

1. Sommario

Come programmato, le tre realizzazioni di maggiore significato strategico del 2019, sono risultate il position paper *Religion and Innovation. Calibrating Research Approaches and Suggesting Strategies for a Fruitful Interaction* del febbraio 2019, il booklet *Religion & innovation at FBK* del giugno 2019 e il Piano strategico FBK-ISR 2019-2021 attuativo del Piano strategico FBK 2018-2027 e del Piano esecutivo FBK 2018-2020. Il Piano è stato varato nel novembre 2019 e approvato dal CdA di FBK il 31 gennaio 2020.

I tre documenti hanno consentito il consolidamento e lo sviluppo del portafoglio progetti, tanto dal punto di vista della messa a punto della strategia, quanto dal punto di vista della realizzazione delle attività. Si collocano in questo orizzonte gli obiettivi progressi realizzati dal Centro sul piano della ricerca-azione, delle partnership all'interno e all'esterno di FBK, del modello di organizzazione per lo sviluppo delle risorse umane e dell'autofinanziamento, della comunicazione e disseminazione, nonché della formazione. Attraverso le realizzazioni nei vari ambiti, come previsto, in questo primo anno si sono poste le basi per lo sviluppo dell'intero triennio 2019-2021 all'insegna dei dieci principi delineati nel B&PAA 2019.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Si illustrano di seguito i principali risultati raggiunti, relativi:

- 2.1 ai quattro obiettivi strategici del B&PAA 2019;
- 2.2 al contributo del Centro agli obiettivi operativi;
- 2.3 agli indicatori di misurabilità;
- 2.4 ad altre attività.

2.1 Risultano pienamente raggiunti i **quattro obiettivi strategici** individuati nel B&PAA 2019. In particolare:

- a. È stato elaborato il Piano strategico ISR 2019-2021. La preparazione ha consentito di consolidare il quadro delle partnership, di identificare indicatori quantitativi di valutazione e di rafforzare le azioni di ciascuno dei nove progetti selezionati.
- b. Si è proceduto regolarmente alla disseminazione e alla circolazione del position paper *Religion and Innovation*. Varato nel febbraio 2019, il position paper è stato presentato e discusso, in particolare, nelle seguenti occasioni:

- New York United Nations Inter-agency Task Force on Religion and Development (feb. 2019).
 - Uppsala Meeting with Directors of Religious Studies Centers, Impact Project (apr. 2019).
 - Abu Dhabi Ministry of Tolerance (mag. 2019).
 - Trent School of International Studies, University of Trento (mag. 2019).
 - Erfurt Max Weber Kolleg, Universität Erfurt (mag.-giu. 2019).
 - Münster Cluster of Excellence “Religion and Politics” (giu. 2019).
 - Tokyo G20 Interfaith Forum (giu. 2019).
 - Cambridge The Woolf Institute (giu. 2019).
 - Istanbul Turkey in Horizon 2020 Conference (lug. 2019).
 - Bochum Center for Religious Studies, Universität Bochum (lug. 2019).
 - Barcelona Observatorio Blanquerna de Comunicación, Religión y Cultura (sett. 2019).
 - Rome Workshop with Italian anthropologists, Sapienza University (sett. 2019).
 - Washington DC Kennedy Institute of Ethics and Pellegrino Center for Clinical Bioethics, Georgetown University (nov. 2019).
- c. È stato sviluppato, come da progetto, il portafoglio dei progetti di ricerca e azione. Mentre si rinvia al sito istituzionale per il dettaglio delle attività dei vari progetti, si riporta qui di seguito la mappa del contributo dei vari progetti alle aree di applicazione e agli obiettivi strategici di FBK:

ISR Projects	ISR Fields of Application			FBK Strategic Goals			
	Inclusive and Safe Society	Ethics and Rights	Mobility in Time and Space	Cybersecurity	Digital Society	Health and Wellbeing	Smart Industry
Arguing Religion							
Critically Connected							
Freedom of Religion or Belief							
Migrant Trajectories and Policies							
Religion and Digital Technologies							
Religion and Violence							
Religion, Ethics and Medicine							
Spirituality and Lifestyles							

- d. Sono state sviluppate, come da progetto, le risorse umane, le partnership e il finanziamento.
- Per quanto riguarda le risorse umane, nel corso del 2019 sono state affiliate all'FBK PhD Program due unità finanziate esternamente, che hanno portato a tre unità la componente dottorale ISR, e sono state aggiunte due unità con contratti di dipendente part-time. Il gruppo è stato poi arricchito dall'ingresso di un'ulteriore ricercatrice finanziata con borsa esterna. Hanno intanto goduto di periodi di mobility, di cui due finanziati dal Mobility Program di FBK, tre ricercatori a tempo pieno.
 - Per quanto riguarda le partnership, quelle interne a FBK si sono rafforzate nei vari progetti, e per quanto riguarda la partnership con il Centro ICT secondo la mappa di cui sopra del contributo di ISR agli obiettivi strategici, mentre quelle esterne si sono consolidate e sviluppate secondo il quadro seguente:

Nel mondo

Al-Farabi Kazakh National University, Almati
 Blanquerna Observatory of Communication, Religion, and Culture Ramon Llull University, Barcelona
 Brigham Young University, Provo
 Centre national de la recherche scientifique Alsace, Strasbourg
 Center of Theological Inquiry, Princeton
 Erasmus University Rotterdam
 Friedrich-Schiller-Universität Jena
 Georgetown University, Washington DC
 Humboldt-Universität zu Berlin
 Institut für die Wissenschaften vom Menschen, Wien
 Institut national de la recherche scientifique, Québec
 Pushkin Leningrad State University, St. Petersburg
 Ruhr-Universität Bochum
 The Woolf Institute, Cambridge
 Universität Erfurt
 Universität Innsbruck
 Universität Wien
 Université catholique de Lille
 Université de Luxembourg
 Université de Strasbourg
 Universiteit Antwerpen
 University of Bristol
 University of Cambridge
 University of Exeter
 University of Helsinki
 University of Illinois
 University of Roehampton, London
 Uppsala University

In Italia

Amnesty International Italia
 Centro Studi Confronti, Roma
 Eurac Research, Bolzano/Bozen
 European Academy of Religion, Bologna
 Festival dei Diritti Umani, Milano
 Fondazione Intercultura Onlus, Roma
 Fondazione per le scienze religiose Giovanni XXIII, Bologna
 Forum per i problemi della pace e della guerra, Firenze
 Reset Dialogues on Civilizations
 Rete Dialogues MIUR
 Sapienza Università, Roma
 Save the Children Italia
 School of Advance Studies for Interreligious and International Dialogue, Firenze
 Ufficio nazionale antidiscriminazioni razziali, Roma
 Università di Modena e Reggio Emilia
 Università di Padova
 Università di Siena
 Università Tor Vergata, Roma
 Università Vita-Salute San Raffaele, Milano

In Trentino

Arcidiocesi di Trento
 Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari, Trento
 Centro per la Cooperazione Internazionale, Trento
 Fondazione Franco Demarchi, Trento
 Istituto provinciale per la ricerca e la sperimentazione educativa, Trento
 Museo delle Scienze di Trento
 Ordine dei Medici, Chirurghi e Odontoiatri della Provincia Autonoma di Trento
 Religion Today Film Festival, Trento
 Trento Film Festival
 Università di Trento

- Per quanto riguarda il finanziamento esterno, esso si è assestato al 6,5% del budget da AdP del Centro. Ulteriori risorse esterne sono state acquisite mediante la partecipazione di enti partner al finanziamento di affiliati al centro e di attività comuni.

2.2 Per quanto riguarda gli **obiettivi operativi**, Il Centro ha principalmente contribuito nel modo seguente:

- a. all'obiettivo salute mediante: la prosecuzione del progetto Global Faith Based Health Systems con il finanziamento diretto da parte di Georgetown; il progetto Neuroscienze e religione nell'ambito del quale è stato acquisito il *Fall 2019 International Collaborative Grant* dalla Georgetown University; il progetto Babel

con la Bristol University; la collaborazione con le università di Lille e Louvain-la-Neuve, e il progetto Personalized Medicine-based healthcare for Diabetes Mellitus per la call H2020-SC1-2019-Two-Stage-RTD.

- b. all'obiettivo territorio mediante le azioni del progetto BeSEC relative alla cybersecurity e in particolare il workshop in FBK del giugno 2019 (video <https://www.youtube.com/watch?v=tXIHyleQ9s&feature=youtu.be>) e la conferenza in Banca d'Italia dell'ottobre 2019, e relativamente alla digital society, mediante la chiusura, il report e le pubblicazioni del progetto DICODINO, e i vari progetti per finanziamento presentati congiuntamente con il centro ICT.

2.3 Per quanto riguarda gli **indicatori di misurabilità**, i risultati del Centro possono essere valutati nel modo seguente:

- a. per quanto riguarda l'eccellenza scientifica, il Centro può essere misurato attraverso le valutazioni dei progetti presentati, positive anche in caso di non finanziamento, attraverso il consolidamento e la crescita delle reti di partner, e attraverso la qualità delle pubblicazioni;
- b. per quanto riguarda l'impatto su mercato e società, il Centro può essere misurato attraverso le ricadute dei vari progetti e in particolare del progetto DICODINO e del progetto IMMERSE con Save the Children, come anche del progetto BeSEC relativo, tra l'altro, alla cybersecurity;
- c. per quanto riguarda la sostenibilità economica, il Centro può essere misurato attraverso il risultato di autofinanziamento, attraverso i progetti per ulteriori finanziamenti presentati, e attraverso le forme indirette di sostegno dell'attività da parte di partner esterni come le borse di studio di dottorato, il finanziamento di visiting e il co-finanziamento di attività di ricerca e disseminazione.

2.4 Per quanto riguarda altre tipologie di risultati raggiunti, nel corso del 2019 il Centro ha svolto un'intensa attività convegnistica e seminariale, per la quale si rinvia al link <https://isr.fbk.eu/it/eventi/>.

Infine, nel corso del 2019 si sono definitivamente concluse le attività del Corso Superiore di Scienze Religiose (CSSR) gestito dal Centro ISR, in collaborazione con l'Arcidiocesi di Trento, per la formazione degli insegnanti di religione cattolica nella scuola pubblica, coerentemente con la decisione assunta da FBK nel 2016 in condivisione con l'Arcidiocesi di Trento. Con l'1 marzo 2019, il Corso, istituito dalla Congregazione per l'Educazione Cattolica della CEI e collegato accademicamente alla Facoltà Teologica del Triveneto di Padova, ha passato il testimone all'ISSR "Romano Guardini", afferente all'Arcidiocesi di Trento. Permangono in capo a FBK adempimenti quali la creazione e gestione dell'Archivio CSSR, il rilascio di certificati di studio e l'accompagnamento degli studenti interessati al completamento del percorso di studio, secondo gli accordi presi con l'Arcidiocesi di Trento.

3. Pubblicazioni più significative

- Paolo Costa, *La città post-secolare. Il nuovo dibattito sulla secolarizzazione* (Biblioteca di teologia contemporanea, 193), Brescia, Queriniana, 2019.
- “Annali di studi religiosi”, 20, 2019, ISSN 2284-3892 <https://books.fbk.eu/pubblicazioni/titoli/annali-di-studi-religiosi-20-2019/>.
- Ana Nordberg - Timo Minssen - Oliver Feeney - Inigo de Miguel Berlain – Lucia Galvagni - Kirm Wartiovaara, *Regulating Germline Editing in Assisted Reproductive Technology: An EU Cross-disciplinary Perspective*, in “Bioethics”, 2019.
- Marco Guglielmi, *Ein „westliches orthodoxes Laboratorium“? Orthodoxie in Italien*, in „Religion & Gesellschaft in Ost und Westen“, 10, 2019.
- *Religion and Innovation. Calibrating Research Approaches and Suggesting Strategies for a Fruitful Interaction*, position paper, 2019, <https://isr.fbk.eu/wp-content/uploads/2019/03/Position-Paper.pdf>.

PROGETTI SPECIALI

IRCS-HTA: INNOVAZIONE E RICERCA CLINICA E SANITARIA / HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT

Responsabile: Giandomenico Nollo

1. Sommario

La valutazione delle tecnologie sanitarie ai fini della innovazione della pratica clinica e assistenziale e dell'innovazione di 'prodotto' è il tema core del progetto speciale IRCS-HTA. L'attività 2019, in continuità con gli anni precedenti, si è svolta bilanciando le attività rivolte al governo clinico, valutazione d'esito e accompagnamento all'innovazione clinica, svolte in collaborazione con le istituzioni locali e nazionali, con attività di supporto all'imprenditoria locale per l'innovazione tecnologica.

Considerata irrinunciabile e strategica l'adesione alla rete Nazionale per l'appropriatezza Clinica (LEA, Programma Nazionale HTA, Nuovo Sistema Nazionale Linee Guida), nel 2019 si è operato per produrre una proposta strutturale che possa fornire anche nel lungo periodo il necessario supporto tecnico-scientifico al Servizio Sanitario Provinciale (SSP) e ai suoi professionisti. Sulla base dell'esperienza già condotta e della analisi delle principali esperienze nazionali, la proposta prevede una struttura che, sotto la guida del Dipartimento Salute della PAT, e operando in sinergia con la APSS, possa essere l'elemento di raccordo tra gli interessi del SSP, del mondo della ricerca e dell'imprenditoria locale fornendo le competenze tecnico scientifiche necessarie al più alto livello di competenza e conoscenza disponibile. Inoltre, in lettura della messa a regime del Sistema Nazionale Linee Guida, al personale in staff IRCS-HTA è stato chiesto un approfondimento del tema produzione di Linee Guida e aggiornamento sulle metodologie individuate dal Centro Nazionale per l'Eccellenza Clinica (CNEC) dell'Istituto Superiore di Sanità, per la loro stesura e aggiornamento. È proseguita a buon livello l'attività di valorizzazione della ricerca del SSP attraverso pubblicazioni su riviste peer review (19 lavori, source: Scopus) e partecipazione a conferenze nazionali e internazionali particolarmente significative. In continuità con l'expertise specifico dei collaboratori IRCS-HTA e dell'impegno degli operatori APSS della centrale di sterilizzazione e di Medicina di laboratorio, ampio impegno è stato mantenuto nel settore della sicurezza dei dispositivi medici e dei rischi infettivi, in ragione della importanza che questo tema ha nella qualità dei processi di cura nosocomiali.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Il piano 2019 prevedeva di svolgere le attività di IRCS-HTA su tre macro temi: Istituzionale, Accreditamento e visibilità Internazionale, Formazione.

In riferimento al tema *Istituzionale*, nel corso del primo semestre 2019, è stata prodotta una proposta di assetto istituzionale per un piano provinciale di HTA, che risponda alle richieste nazionali (Programma Nazionale HTADM e bando per centri Collaborativi regionali) ma che possa anche risposte alle specificità locali e alle

espresse esigenze di supporto alla ricerca e innovazione, in un contesto in cui sono ad oggi assenti localmente istituzioni a grande capacità di sviluppo innovativo come gli IRCCS e le Facoltà di medicina. Le esperienze nazionali ed internazionali ci dicono inoltre che l'avvio della Scuola di Medicina non risolve peraltro il problema di capacità di innovazione e di governo della stessa nelle strutture sanitarie, al più anzi lo potrà acuire rendendo ancora più urgente che il SSP si doti di opportune competenze e strumenti operativi nel campo della ricerca clinica primaria e secondaria. La proposta è stata sottoposta al vaglio del nuovo Dirigente Generale del Dipartimento Salute.

Su incarico del Dipartimento Salute PAT è stato realizzato un report di valutazione delle tecnologie per lo screening del tumore al seno. Il report, realizzato con una ampia rete collaborativa di professionisti APSS e Dipartimento Salute e Politiche Sociali (14 professionisti coinvolti nel gruppo di lavoro) è stato consegnato all'Assessorato alla Salute nel mese di giugno 2019 a supporto delle proprie decisioni in materia. Il Report è stato quindi sottoposto a revisione esterna per tramite di esperti nazionali nel settore della HTA e quindi emendato in funzione dei commenti dei revisori. La versione finale del report: *Tomosintesi Digitale e Screening dei Tumori Mammari*, è stata quindi rilasciata e caricata sul sito web di Trentino Salute nell'ottobre 2019 (<https://www.trentinosalute.net/Temi/Innovazione-e-ricerca/Health-Technology-Assessment-HTA/Report/Tomosintesi-digitale-e-screening-dei-tumori-mammari>).

Il Nucleo Provinciale HTA ha partecipato ai lavori del progetto nazionale PRONHTA (Programma Nazionale HTA) cofinanziato da AGENAS portando a compimento in collaborazione con la Regione Marche una survey sui principali strumenti attualmente impiegati nel governo dei dispositivi Medici. Il materiale di progetto è reperibile su: PRONHTA survey (<https://www.trentinosalute.net/Temi/Innovazione-e-ricerca/Health-Technology-Assessment-HTA/Report/Relazione-del-progetto-di-Ricerca-Autofinanziata-L-utilizzo-di-strumenti-per-il-governo-dei-dispositivi-medici-per-I-Health-Technology-Assessment-HTA-PRONHTA>)

Sul tema dell'*Accreditamento e visibilità internazionale* sono proseguite le attività di supporto e sviluppo della ricerca clinica. Questa attività ha portato alla accettazione e pubblicazione di numerosi e rilevanti lavori scientifici su riviste cliniche con peer review (Plosone, Italian Journal of Medicine, European Journal of Heart Failure, Journal of Cardiology, Journal of Ophtalmology), risultato del lavoro di ricerca di valutazione d'esito condotto con numerosi Dirigenti medici del SSP. Tra questi preme sottolineare, per la qualità clinica del lavoro condotto e dei risultati raggiunti in termine di miglioramento del processo organizzativo e dei risultati clinici (riduzione dell'aggravamento clinico a breve termine) il lavoro di valutazione d'esito condotto con il dottor W. Spagnoli, Direttore dell'U.O. di Medicina dell'Ospedale S. Chiara di Trento, sul tema della riorganizzazione del reparto per intensità di cura. È stato concluso e pubblicato un lavoro scientifico in collaborazione con l'Unità operativa di cardiologia dell'Ospedale S. Chiara di Trento su una metodica chirurgica mini invasiva (Impianto transcater di valvola aortica) la cui applicazione è in continua espansione in questi ultimi anni. Infine una consistente attività di supporto ai professionisti clinici di APSS ha portato a partecipare al Disegno dello studio clinico, interrogazione al

Comitato etico e avvio della ricerca in 8 studi, nei temi della Anestesia, Cardiologia, Ortopedia, Protonterapia, etc.

In riferimento alla proposta di innovazione tecnologica e clinica si sono avviati due contratti di ricerca, uno con la multinazionale Dentsply, leader mondiale nella implantologia dentale, per la valutazione di tecnologie innovative di implantologia e uno come subcontraente del Dipartimento Salute della PAT in un progetto europeo sul tema della Antibiotico resistenza. Progetto Europeo “ANTI-SUPERBUG Precommercial procurement” GA 688878, finanziato dal programma Horizon 2020 dell’Unione Europea, Call: H2020-ICT–2015, Topic: ICT 36-2015. Sempre sul tema delle infezioni nosocomiali in collaborazione con l’Università di Trento e l’Università del Piemonte Orientale, con cofinanziamento Fondazione Caritro, si è sviluppato un percorso di approfondimento sul ruolo dei Biosurfattanti nella inibizione della proliferazione del Biofilm su materiali per uso biomedico.

IRCS-HTA con i propri collaboratori e fellows ha preso parte alle attività del Gruppo di lavoro AMCLI per le infezioni correlate all’assistenza e dei dispositivi impiantabili (GLICADI), contribuendo alla stesura del Percorso diagnostico AMCLI “Diagnosi Microbiologica Delle Infezioni Catetere Correlate” e al “Percorso Diagnostico Sulle Infezione Di Dispositivi Cardiovascolari Elettronici Impiantabili”. I collaboratori IRCS-HTA hanno inoltre avuto l’incarico di Organizzare e moderare la Sessione congiunta AMCLI - ESGIAI ESCMID “Percorso Diagnostico - Infezioni da Device Vascolari” nel contesto del XLVIII Congresso Nazionale AMCLI 2019. Rimini, Italy. November 9-12, 2019. Ancora sul tema della sicurezza dei Dispositivi Medici e della prevenzione delle infezioni nosocomiali sono state condotte specifiche sperimentazioni sulla qualità del processo di sterilizzazione con il coinvolgimento di aziende internazionali del settore, (Steelco – Miele), e con università straniere (Scuola di scienze infermieristiche dell’Università di Goias, Brasile), la partecipazione allo studio multicentrico internazionale sulla percezione degli operatori nei confronti di incidenza e possibili cause dei carichi bagnati nei processi di sterilizzazione a vapore dei dispositivi medici riprocessabili. Collaborazione internazionale multi societaria tra Australia, Belgio, Italia, e Paesi Bassi.

Nel corso del primo semestre 2019 si sono concluse le attività di ricerca con la ditta CBA per lo sviluppo di sistemi di valutazione delle prestazioni assistenziali in strutture residenziali per anziani (MINERVA). Sempre sul tema dell’invecchiamento della popolazione e necessità di sviluppo di tecnologie di supporto, è stato avviato un tavolo di lavoro su un importante tema di innovazione sociale, ovvero la convergenza tra gli approcci tecnologici avanzati a supporto della vita autonoma e indipendente del cittadino fragile, sviluppati in Provincia di Trento con il progetto AUSILIA e altra progettualità europea (UNCAP, CAPTAIN,...), con gli approcci di valorizzazione degli aspetti sociali e comunitari quali quelli portati avanti dai modelli di social Housing. Il tavolo di lavoro, Invecchiare in salute, Ambienti Intelligenti e strategie per il co-housing, avviato nel febbraio 2019 ha visto il susseguirsi quattro incontri a cui hanno partecipato rappresentanti di più di 20 istituzioni pubbliche e private operanti nel settore socio sanitario (Comune di Trento, APSS, Cooperative, Imprenditori, enti di servizi alla persona, Ordini professionali, Accademia, etc.). Si tratta di una operazione di Horizon Scanning attivo, in cui sono stati messi a fuoco i diversi punti di vista in

riferimento a questo tema per produrre azioni sinergiche tra i partecipanti al tavolo e la condivisione di un documento di indirizzo sugli ambiti di intervento, finalità, regole generali etc.

Sui temi della HTA è importante segnalare la qualificata partecipazione con relazioni ad invito al XII congresso Nazionale SIHTA (Milano, Ottobre 2019) di Dirigenti Medici APSS e del Dipartimento Salute e Solidarietà sociale a fianco dei ricercatori IRCS-HTA. Nella stessa conferenza un importante tema di ricerca secondaria sulla appropriatezza della prescrizione di Defibrillatore impiantabile in pazienti con depressa frazione di eiezione ha vinto il secondo premio per la migliore comunicazione orale. Su questo stesso tema si è conseguita una pubblicazione scientifica su una revisione sistematica della letteratura ed una ulteriore è pubblicata nel 2020.

In riferimento alla attività *formativa*, i collaboratori di IRCS-HTA hanno partecipato in qualità di docenti ai corsi di formazione per dirigenti sanitari della PAT, portando la propria esperienza e competenza sui temi dell'innovazione in sanità delle metodologie della ricerca e produzione di evidenze. Si è inoltre avviato un percorso di approfondimento della metodologia GRADE, strumento adottato dall'Istituto Superiore di Sanità per la stesura e aggiornamento di Linee Guida e quindi materia fondamentale per regioni e società scientifiche che vogliano partecipare al Nuovo Sistema Nazionale per le Linee Guida. Obiettivo di questa attività è la formazione di un corpus documentale e culturale utile alla realizzazione di corsi formativi per i professionisti della salute che debbano partecipare a gruppi di lavoro per la stesura di Linee Guida /o loro applicazione.

3. Pubblicazioni più significative

- Disertori, M., Masè, M., Rigoni, M., Nollo, G., Ravelli, F. Heart failure patients unresponsive to implantable cardioverter-defibrillator therapy: a neglected problem. (2019) *European Journal of Heart Failure* 21(12), pp. 1507-1509.
- Ghensi, P., Bettio, E., Maniglio, D., (...), Nollo, G., Tessarolo, F. Dental implants with anti-biofilm properties: A pilot study for developing a new sericin-based coating. (2019) *Materials* 12(15),2429 Open Access.
- Cristoforetti, A., Mase, M., Bonmassari, R., (...), Nollo, G., Ravelli, F. A patient-specific mass-spring model for biomechanical simulation of aortic root tissue during transcatheter aortic valve implantation. (2019) *Physics in Medicine and Biology* 64(8),085014.
- Torri, E., Rigoni, M., Dorigoni, S., (...), Nollo, G., Spagnolli, W. A model based on intensity of medical care may improve outcomes for internal medicine patients in Italy. (2019) *PLoS ONE*, 14(1), e0211548 Open Access.

Accordo Quadro CNR-FBK (Convenzioni operative, Programmi di ricerca congiunti)

CNR-FBK (IBF): BIOMOLECOLE E MEMBRANE BIOLOGICHE

<http://www.ibf.cnr.it/>

Responsabile: Mauro Dalla Serra

1. Sommario

Di seguito vengono riportate sommariamente le principali attività svolte nel 2019 dall'Unità FBK-CNR (IBF) che, in continuità con l'attività programmata, hanno riguardato lo studio della struttura e funzione di complessi macro-bio-molecolari di grande rilevanza per la salute umana. Tali attività possono essere ricondotte alle seguenti 5 linee tematiche:

- (i) **Interazione Ospite-Patogeno (Mauro Dalla Serra)** Le Proteine Formanti Pori (PFP), sono macromolecole rilevanti per la salute umana e costituiscono un arsenale di armi di attacco e di difesa rilevanti per le interazioni ospite-patogeno. Rappresentano inoltre ottimi sistemi modello per comprendere gli aspetti fondamentali delle interazioni proteina-proteina e proteina-membrana. Le PFP hanno anche interessanti applicazioni biotecnologiche che sfruttano la loro capacità di auto-aggregare e di formare pori nanometrici. Comportamento simile è stato individuato anche proteine coinvolte in processi neurodegenerativi.
- (ii) **Imaging Molecolare Imaging e Biosensing (Daniele Arosio)** L'imaging molecolare è una disciplina integrativa che consente l'indagine non invasiva delle funzioni cellulari e dei processi molecolari in vivo in condizioni fisiologiche o patologiche. Le attività si sono focalizzate principalmente sullo sviluppo ed ottimizzazione di biosensori molecolari per il monitoraggio di specifiche funzioni cellulari. L'approfondimento perseguito nell'ambito dell'imaging molecolare è volto allo sfruttamento delle tecnologie sviluppate nella ricerca farmacologica, ad esempio contro la fibrosi cistica.
- (iii) **Biofisica di Sistemi Neurali e Fotosensoriali (Carlo Musio)** Analisi funzionale mediante elettrofisiologia avanzata di membrane eccitabili neurali e non-neurali in condizioni fisiologiche, patologiche in neurosistemi naturali e bioibridi e dallo studio e sviluppo di applicazioni optogenetiche. In particolare: 1) caratterizzazione funzionale e analisi farmacologica di canali ionici eventualmente coinvolti nella patogenesi di malattie neurodegenerative (e.g. Atrofia Muscolare Spino Bulbare, Malattia di Alzheimer) per lo sviluppo di eventuali opzioni terapeutiche; 2) caratterizzazione ed analisi optogenetica di fotosensori proteici geneticamente ingegnerizzati per l'eccitazione e/o l'inibizione funzionale in sistemi neurali e non-neurali, patologici e non patologici.

- (iv) Organizzazione sovrastrutturale dei poliribosomi e loro implicazioni nelle malattie neurodegenerative del moto neurone (Gabriella Viero). La traduzione genica gioca un ruolo cruciale nella gestione e nel corretto funzionamento di tutti i processi biologici fondamentali. Sono continuate le indagini sull'organizzazione sovrastrutturale del poliribosoma, il macchinario cellulare deputato alla sintesi proteica. Il lavoro riguarda l'analisi di immagini AFM di poliribosomi purificati da svariati organismi allo scopo di studiarne l'evoluzione strutturale. In merito a questo lavoro abbiamo sviluppato delle pipeline di analisi computazionale per l'estrazione delle caratteristiche strutturali dell'organizzazione dei ribosomi nei polisomi. Questi studi sono contestualizzati in due campi di grande rilevanza per la salute umana: le malattie neurodegenerative del moto neurone (in particolare Atrofia Muscolare Spinale e Sclerosi Laterale Amiotrofica) attraverso l'accoppiamento di queste analisi sovrastrutturali con dati di sequenziamento posizionale in modelli animali e cellulari delle due malattie.
- (v) meccanismi di regolazione dell'espressione genica, sia trascrizionale che traduzionale nell'ospite (umano) e patogeni virali (CMV) e batterici (pneumococco). Sono iniziati gli studi per caratterizzare meglio lo scambio di informazione geniche in specie affini (ma innocue) di pneumococco, per agevolare le analisi fenotipiche. È stato sviluppato un metodo per analizzare i dati trascrizionali di pneumococco.

2. Risultati dell'attività di ricerca

Nel corso del 2019 l'Unità ha prodotto 4 pubblicazioni con IF medio = 2.859. Di seguito vengono descritti i risultati più rilevanti inerenti ai progetti finanziati.

- *Progetto "Biofisica di Sistemi Neurali e Fotosensoriali"* (C. Musio)
PolyQClamp - Characterization, alteration and recovery of the cellular excitability in spinal and bulbar muscular atrophy (sbma), a polyglutamine neurodegenerative disease
(C. Musio) [Fondazione Caritro] (19.11.2018 - 18.11.2020).

Il progetto ha lo scopo di studiare l'eccitabilità cellulare nell'atrofia muscolare spinale e bulbare (SBMA), una malattia neurodegenerativa poliglutammina, in termini di caratterizzazione, alterazione e recupero delle attività dei canali ionici. In particolare, è stata effettuata la caratterizzazione dei canali del cloro CIC-2 le cui correnti alterate sono probabilmente coinvolte nella patogenesi della malattia. Gli approcci elettrofisiologici (aggiunti alla biologia molecolare, alla biochimica e all'optogenetica) condotti su cellule motoneuronali modello MN-1 che esprimono il fenotipo SBMA sono stati - e continueranno a essere - impiegati per l'identificazione di canale ionici che inducono eventuali alterazioni dell'eccitabilità e per chiarire il loro ruolo nella fisiologia della malattia. È stato effettuato lo studio farmacologico dei canali del cloro CIC-2 mediante il neuropeptide ad attività neuroprotettiva PACAP per migliorare l'attività ionica alterata del cloro (relativo paper inviato a Int. J. Mol. Sci e attualmente in revisione). Analogo studio è cominciato ed è tuttora in corso sull'attività facilitante del Clenbuterol (una amina simpaticomimetica, agonista dei recettori β 2-adrenergici)

sui canali del potassio voltaggio-dipendenti. Questa impostazione consente l'identificazione dei canali ionici come possibili target farmacologici per la SBMA e la proposizione di possibili opzioni terapeutiche. Il post-doc premiato da Caritro per questo progetto è Vladimir Martinez-Rojas, che ha iniziato la sua collaborazione con l'Unità a fine 2018.

- *Astratta - Approccio multidisciplinare per l'analisi strutturale del recettore degli androgeni nelle malattie del motoneurone e nel cancro alla prostata* (M. Dalla Serra) [Fondazione Caritro] (01.04.2018 - 31.03.2020) L. Tosatto.

Lo scopo del progetto è di verificare come stati di fosforilazione del recettore per gli androgeni possano influire sull'attività della proteina in base a cambiamenti strutturali o di interattori. Analisi strutturali a bassa ed alta risoluzione (in collaborazione con il laboratorio di X. Salvatella, IRB, Barcelona) hanno rivelato cambiamenti strutturali di lieve entità in risposta a fosforilazione di serina 96. Mutanti fosfomimetici per la stessa serina mostrano un aumento dell'attività della proteina, rivelando che questo sito è un modulatore per l'attività trascrizionale della proteina. Si sta concludendo l'analisi degli interattori del recettore degli androgeni (in collaborazione con G. Arrigoni, Università di Padova).

- *Progetto "Imaging molecolare e biosensing"* (D. Arosio)

Identificazione di contro-mutazioni per la cura della fibrosi cistica. La fibrosi cistica (FC) è una malattia letale monogenica che provoca severe infezioni polmonari nei pazienti determinandone una sopravvivenza media di circa 40 anni. La FC è causata da mutazioni nel gene CFTR, un canale trasportatore del cloro. La forma più comune di FC è associata alla delezione di un singolo amminoacido F508. Alcune evidenze suggeriscono che il gene difettoso $\Delta F508$ -CFTR possa essere "curato" con mutazioni puntiformi che agiscono in maniera compensatoria, qui definite contro-mutazioni. L'identificazione di correzioni puntiformi rappresenta una delle più promettenti terapie per le forme maggiormente diffuse di FC. Al fine di potenziare l'identificazione di tali contro-mutazioni in grado di ripristinare la corretta funzione del gene difettoso, ci proponiamo di sviluppare sensori fluorescenti del cloro e nuove strategie di variazione genica basati sulla tecnologia CRISPR-Cas9. Per consentire lo screening e l'identificazione di un elevato numero (milioni) di contro-mutazioni svilupperemo un sistema di lettura ottica raziometrica a flusso con velocità paragonabile ai sistemi di laser flow cytometry ed elevata precisione di misura delle intensità di fluorescenza mediante lo sviluppo di innovativi circuiti micro-fluidici compatibili con microscopia a fluorescenza ad elevata risoluzione da singole cellule in tempo reale. Sono stati reclutati un post doc e uno studente di dottorato e lo sviluppo del progetto è in fase di attuazione. In particolare ci stiamo concentrando sulla messa a punto di un sistema di evoluzione continua in cellule eucariotiche ed un sistema di selezione per le mutazioni curative del difetto genetico $\Delta F508$ -CFTR.

Nello stesso ambito: (1) stiamo sperimentando un nuovissimo sistema di editing genomico, prime editing, per l'inserimento della tripletta nucleotidica mancante nei pazienti $\Delta F508$; e (2) stiamo validando il sistema cellulare ed il metodo di screening per l'identificazione di contro mutazioni correttive.

- *Progetto “Organizzazione Sovrastrutturale di Poliribosomi e loro implicazioni nelle malattie neurodegenerative del moto neurone (G. Viero)*

Il Laboratory of Translational Architectomics coordinato da G. Viero contribuisce in particolare agli studi su due malattie neurodegenerative, la Sclerosi Laterale Amiotrofica (ALS) e l'Atrofia Muscolare Spinale. Il lavoro è attualmente finanziato, attraverso progetti competitivi, da varie agenzie nazionali (Telethon, ARISLA e CARI-TRO) ed internazionali (AFM-Telethon).

Per quanto riguarda le attività svolte nell'ambito dell'ALS:

Il progetto “Axonal translome in mouse models of amyotrophic lateral sclerosis” (ARISLA – 2018-2021) ha l'obiettivo principale di investigare un possibile danno nel trasporto di mRNA lungo l'assone e nel reclutamento dei trascritti a polisomi assonali. Tale difetto potrebbe condurre ad una mancata funzionalità traduzionale nell'assone, e può rappresentare una componente importante e ancora inesplorata della neurodegenerazione in pazienti affetti da Sclerosi Laterale Amiotrofica e/o Demenza FrontoTemporale (ALS/FTD). L'attività si è focalizzata sulle validazioni mediante qPCR dei dati ottenuti lo scorso anno da modelli in vitro che si avvalgono di colture primarie di neuroni corticali coltivati in microcamerette per la separazione dei corpi cellulari dagli assoni. Il lavoro di quest'anno ha quindi valutato il ruolo di alcuni biomarcatori identificati lo scorso anno quali candidati ottimali per l'analisi dei difetti traduzionali scoperti mediante sequenziamento. In parallelo, il coordinatore e partner del progetto Prof. Consalez della Fondazione San Raffaele, ci ha fornito i primi campioni tissutali per l'osservazione in vivo dei difetti identificati in vitro. Questa seconda parte del progetto mira a caratterizzare i difetti traduzionali in assoni di modelli murini di Sclerosi Laterale Amiotrofica per (i) identificare alterazioni a livello sub-cellulare nel reclutamento di trascritti su polisomi assonali in vivo; (ii) identificare in vivo la mislocalizzazione e/o alterata distribuzione di ribosomi assonali lungo gli mRNA, con risoluzione di singolo nucleotide.

Per quanto riguarda gli studi compiuti sulla SMA:

In vivo translational alterations in spinal muscular atrophy at single nucleotide resolution (AFM Telethon). L'obiettivo generale di questo progetto è quello di ottenere una migliore comprensione di come le alterazioni dell'espressione della proteina SMN nella Atrofia Spinale Muscolare (SMA) possano influenzare l'organizzazione e la funzione dei ribosomi e polisomi. La nostra ipotesi, fortemente supportata dai dati preliminari, è quella che SMN interagisca con i ribosomi e che tale interazione sia alla base del destino dell'mRNA sul macchinario di traduzione. La mancata espressione di SMN nella malattia potrebbe essere la causa degli dei difetti traduzionali osservati da noi in una recente pubblicazione. Durante il 2019 abbiamo (i) identificato i difetti di traduzione nei tessuti rilevanti per la malattia ottenuti da un noto modello murino di SMA a stadi precoci e pre-sintomatici della malattia; (ii) definito i cambiamenti globali nell'efficienza della traduzione a stadi precoci e pre-sintomatici della malattia in due tessuti rilevanti per la malattia; (iii) mappato le alterazioni nel posizionamento dei ribosomi sugli mRNA con risoluzione a singolo nucleotide; (iv) proposto un meccanismo molecolare alla base della malattia.

L'ottenimento di questi risultati ha beneficiato delle dettagliate analisi computazionali dei dati di sequenziamento (Caritro), che permettono di identificare le alterazioni traduzionali non solo a livello di singolo nucleotide ma anche attraverso la valutazione comparativa dei diversi tessuti e dei diversi stage di comparsa della patologia nel topo.

Infine abbiamo iniziato l'ulteriore approfondimento di quanto identificato utilizzando altri modelli murini della malattia (Telethon), studio che è appena iniziato e che è previsto proseguire nei prossimi tre anni (Dicembre 2019- Dicembre 2022).

3. Pubblicazioni più significative

- Iosub, Ira A., Marta Marchioretto, Brandon Sy, Stuart McKellar, Karen J. Nieken, Rob W. van Nues, Jai J. Tree, Gabriella Viero, and Sander Granneman. 2019. "Hfq CLASH Uncovers SRNA-Target Interaction Networks Involved in Adaptation to Nutrient Availability." *BioRxiv*, August, 481986. <https://doi.org/10.1101/481986>.
- Lauria, F., P. Bernabò, T. Tebaldi, E. J. N. Groen, E. Perenthaler, M. Clamer, F. Maniscalco, et al. 2019. "SMN-Primed Ribosomes Modulate the Translation of Transcripts Related to Spinal Muscular Atrophy." *BioRxiv*, September, 751701. <https://doi.org/10.1101/751701>.
- Lunelli, L., C. Collini, A. M. Jimenez-Garduño, A. Roncador, G. Giusti, R. Verucchi, L. Pasquardini, et al. 2019. "Prototyping a Memristive-Based Device to Analyze Neuronal Excitability." *Biophysical Chemistry* 253 (October): 106212. <https://doi.org/10.1016/j.bpc.2019.106212>.

4. Composizione dell'Unità

Non essendoci personale FBK afferente all'Unità IBF, in tabella si riporta l'organico CNR

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	5	5	-
Tecnologi	-	-	-
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	1	1	-
Collaboratori	6	1	5
Studenti di dottorato	3		3
Totale	15	7	8

5. Tabella finanziaria

Valori di bilancio CNR-IBF

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
- Personale	€ 500.498,82	€ 488.122,04
- Viaggi	€ 7.000,00	€ 6.000,00
- Altro	€ 49.859,00	€ 246.481,35
Totale costi	€ 557.357,82	€ 740.603,38
Ricavi		
- Progetti europei	-	-
- Altri ricavi esterni	€ 157.000,00	€ 352.801,31
- Progetti in corso di definizione	-	-
Totale ricavi	€ 157.000,00	€ 352.801,31
AdP	€ 400.357,82	€ 387.802,07
Quota di Autofinanziamento	28%	48%

Per i valori di Bilancio FBK, si veda la tabella nella sezione finale del documento.

CNR-FBK (IFN). FOTONICA: MATERIALI, STRUTTURE E DIAGNOSTICA

<http://www.tn.ifn.cnr.it/>

Responsabile: Maurizio Ferrari

1. Sommario

L'Unità "Fotonica: materiali, strutture e diagnostica" valorizza competenze complementari nella scienza dei materiali, nella fisica della materia, nelle nanotecnologie, nell'ottica e nella fotonica per la progettazione, la ricerca, la fabbricazione e la valutazione di dispositivi fotonici. L'Unità è focalizzata sulla tematica scientifica legata alla Fotonica in Vetro, un'area di cruciale interesse per l'applicazione in settori strategici quali tutela dell'ambiente, salute, energia, illuminazione, sorgenti di luce e comunicazioni. Rivelatori limitati da rumore termico è l'altra attività strategica dell'Unità Fotonica e pone il suo fulcro nello sviluppo di dispositivi innovativi che nascono dall'indagine degli effetti quantistici a cui si affianca lo sviluppo di tecnologie per la rivelazione di onde gravitazionali nello spazio. I materiali e dispositivi sviluppati per funzionalità specifiche incrementano la ricerca di base ed applicata attraverso l'innovazione delle tecniche di sintesi, di misura, di modellazione e di analisi. Le attività dell'Unità Fotonica convergono su obiettivi ad alto valore aggiunto scientifico e tecnologico in fisica, chimica ed ingegneria. L'Unità ha costruito un sistema efficace per lo sviluppo e la validazione di nuove proprietà e nuove tecnologie nella Fotonica in Vetro e nei Rivelatori limitati da rumore termico sulla base di consolidate competenze. Queste aree tematiche, caratterizzate da un comune denominatore scientifico, permettono lo sfruttamento sinergico delle differenti competenze e di interessi tecnologici e scientifici trasversali. L'Unità di ricerca è costituita da ricercatori che appartengono a FBK ed al CNR-IFN e il personale FBK è associato ad IFN-CNR a tempo pieno. L'attività di ricerca, che verte su tematiche ben definite nell'accordo quadro CNR-FBK, è pienamente in linea con i temi di cui si occupa il Dipartimento di Scienze Fisiche e Tecnologie della Materia del CNR, in cui opera l'Unità di Fotonica e l'istituto CNR-IFN. Primo punto di forza dell'Unità è l'eccellenza scientifica validata dalle principali attività di ricerca che riguardano l'innovazione, così come l'alta formazione, attraverso lo studio di dispositivi avanzati, sistemi e strutture per la fotonica e nanotecnologie. L'Unità di ricerca promuove lo sviluppo e l'applicazione sotto il profilo scientifico e tecnologico, promuove la diffusione dei risultati scientifici e, tramite le attività di terza missione, la valorizzazione e l'impiego della conoscenza per contribuire allo sviluppo sociale, culturale ed economico della Società favorendo l'accesso di giovani studenti alla scienza e alla tecnologia nel rispetto dell'equilibrio di genere.

2. Risultati dell'attività di ricerca

– *Fotonica in vetro – RF sputtering technology*

Deposizione di cavità attive su fibra

L'Unità ha ottimizzato il protocollo di fabbricazione con tecnica rf-sputtering cavità monolitiche attivate con ioni Er^{3+} ottenute con sistemi multistrato SiO_2/TiO_2 per ottenere emissione coerente a $1.5 \mu m$ a bassa soglia di pompaggio con l'obiettivo di realizzare dei campioni direttamente sulla punta di una fibra SMF28. Misure preliminari mostrano come effettivamente la cavità sia cresciuta sulla punta della fibra e i risultati con le microimmagini SEM della sezione della fibra con la cavità monolitica integrata sono in fase di finalizzazione per pubblicazione.

Modi superficiali su cavità 1D

I sistemi a multistrato composti da film alternati di TiO_2 e SiO_2-TiO_2 e HfO_2 realizzati per via rf-sputtering dall'Unità per verificare la possibilità di eccitare e propagare differenti modi superficiali sono in fase di misura e modellizzazione presso i laboratori del CNR-IFN-FBK e Politecnico di Milano. Sulla superficie dei campioni realizzati a Trento sarà depositato un film di SU8 che successivamente verrà eroso per realizzare differenti guide di luce canali. I protocolli di caratterizzazione dei modi di luce in tali guide e nuove modellizzazioni per ottimizzare la geometria dei sistemi sono già in via di definizione.

Sistemi flessibili e sensori

Nello sviluppo di sensori per la rilevazione ottica di onde acustiche, in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica dell'Università degli Studi di Trento, sono stati definiti i protocolli di caratterizzazione statica e dinamica dei prototipi fabbricati per via rf-sputtering dell'unità. I primi risultati, ottenuti su una cavità 1D ibrida con strato di difetto elastico realizzato in materiale polimerico, mostrano come l'approccio adottato consenta effettivamente di realizzare questi sensori che riescono a trasdurre sollecitazioni meccaniche in alterazioni ottiche che possono essere misurate per via spettroscopica.

Sulla base dei risultati di queste misure sono stati implementati nuovi modelli e ottimizzata la geometria dei sistemi a multistrato con l'obiettivo di rendere l'interrogazione ottica di questi dispositivi più semplice ed economica senza la necessità di acquisire un intero spettro di trasmissione per ogni rilevamento.

L'Unità ha, quindi, realizzato i primi riflettori alla Bragg depositando direttamente film di vetro su supporti polimerici flessibili. Le misure ottiche eseguite sui campioni realizzati su polimero e quelli su substrati rigidi come SiO_2 o Si non mettono in evidenza differenze o degradazione dei film. Misure AFM presso il MiNALab FBK e SEM sono in corso.

Multistrati tungsteno metallico ed ossido

Nell'ambito dello sviluppo di multistrati composti da materiali con differenti densità adatti allo sviluppo di risonatori meccanici ad alto fattore di qualità, sono ancora in corso di definizione i protocolli di crescita di multistrati SiO_2 /Tungsteno metallico

mentre i multistrati basati sui sistemi SiO_2 /Tungsteno ossido sono in fase di misura. Si prevede che le differenti densità tra silice e tungsteno metallico, molto più accentuate rispetto al sistema già realizzato SiO_2 /Tungsteno ossido, dovrebbero migliorare la risposta del sistema e l'effetto sarà verificato in collaborazione con FBK. Le differenti caratteristiche meccanica che caratterizzano SiO_2 e tungsteno rendono, però, anche molto critica l'adesione tra i vari strati che compongono la struttura ed è quindi fondamentale ottimizzare il numero di strati che compongono il sistema.

Presso il politecnico di Milano si sono eseguite misure di conducibilità elettrica e irraggiamento con cannone elettronico su film di tungsteno ossido, realizzati dall'Unità per via rf-sputtering su differenti substrati, con lo scopo di indurre localmente attraverso irraggiamento con fascio elettronico nanoparticelle di tungsteno sottostechiometrico sulla superficie di tungsteno ossido amorfo. WO_3-x presenta, infatti, caratteristiche molto interessanti, che possono essere sfruttate per applicazioni nel campo della sensoristica, per applicazioni elettrocromiche o per lo impiego di effetti fotoelettrocatalitici. In collaborazione con il politecnico di Milano su questa tematica si è presentato un proposal da presentare presso il "Molecular Foundry, Lawrence Berkeley National Laboratory" come partecipazione nell'ambito del progetto "Research and Innovation Staff Exchange (RISE) Call: H2020-MSCA-RISE-2016", IFN è partner del progetto SONAR, coordinato da POLIMI (P.I. Francesco Scotognella).

– Fotonica in vetro – Sol-Gel Technology

Nell'ambito dell'attività via sol-gel i risultati ottenuti riguardano la fabbricazione di opali inversi di silice attivati con differenti concentrazioni di ioni di terre rare (Er^{3+}) verificando le loro proprietà spettroscopiche in funzione della concentrazione degli ioni Er^{3+} , andando a determinare la "concentration quenching". Nello specifico si è dimostrato che le strutture a cristallo fotonico inverso permettono di allocare un numero maggiore di ioni di terra rara rispetto ai corrispettivi sistemi massimi attribuendo ciò alla modulazione spaziale dell'indice di rifrazione efficace su scala nanometrica.

Di particolare interesse i risultati ottenuti riguardo alla fabbricazione di vetro ceramiche trasparenti SiO_2 - SnO_2 attivate con ioni Er^{3+} e caratterizzate da una importante fotorefrattività.. Le strutture ottiche in vetro attivato con ioni di terre rare rappresentano il pilastro tecnologico di un numero enorme di applicazioni fotoniche che coprono salute e biologia, ingegneria strutturale, sistemi di monitoraggio ambientale, illuminazione, sorgenti laser e tecnologie quantistiche. Tra i diversi sistemi basati sul vetro, un posto strategico è assegnato alle vetroceramiche trasparenti, materiali nanocompositi, che offrono caratteristiche specifiche di importanza capitale nella fotonica. Sono state dimostrate due caratteristiche innovative e uniche delle vetroceramiche trasparenti SiO_2 - SnO_2 , ovvero l'ottimizzazione del processo di popolamento degli stati elettronici responsabili dell'emissione e la fotorefrattività. Il ruolo dei nanocristalli di SnO_2 come sensibilizzatori a luminescenza di ioni di terre rare consente di superare la bassa efficienza d'assorbimento delle terre rare. La fotorefrattività di 10^{-3} in SiO_2 - SnO_2 consente di applicare la robusta tecnica di irraggiamento UV diretto per fabbricare reticoli di Bragg e guide d'onda canale per ottica integrata. Sulla base di un approccio orientato all'applicazione, è stato condotto uno studio completo su

vetroceramiche $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2$, sia guide d'onda planari che monoliti in vetroceramica. È stato dimostrato il trasferimento di energia da SnO_2 a Er^{3+} ed è stato progettato ed analizzato lo schema di pompaggio che sfrutta SnO_2 come sensibilizzatore dello ione Er^{3+} . La fotorefrattività di 10^{-3} ha permesso l'iscrizione di reticoli sulle guide d'onda planari $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{:Er}^{3+}$. Un altro importante risultato di questa ricerca è la progettazione di un laser a stato solido con schema di pompaggio laterale e di un laser a guida d'onda integrato in due diverse strutture DFB utilizzando tutti i parametri misurati durante l'attività sperimentale.

Nell'ambito della tematica riguardante la sensoristica strutturale, in collaborazione con il DICAM, sono stati realizzati nuovi sistemi elastomerici caratterizzati da maggiore deformabilità grazie all'impiego di elastomeri complementari al Sylgard 184, quali Ecoflex™. I sistemi prodotti sono in fase di test per verificarne la sensitività sfruttando le competenze d'interrogazione acquisite nell'anno precedente.

Le competenze nell'analisi strutturale mediante spettroscopia Raman hanno permesso di instaurare nuove collaborazioni con il Dipartimento di Ingegneria di UNITN per quanto riguarda lo studio di sistemi $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) per lo sviluppo di dispositivi termoelettrici o per la realizzazione di film sottili per celle fotovoltaiche a base di semiconduttori, nonché nell'analisi di materiali MoS_2 per applicazione elettroniche.

Nell'ambito delle azioni promosse da Q@Tn è stato sottomesso, in collaborazione con FBK (Coordinatore dell'azione) un progetto sulla tematica "Colour centres in polycrystalline diamond metal-nano-cavities" per il reclutamento di uno studente di PhD sulla azione Q@TN

Inoltre, nell'ambito della ricerca sulle tecnologie quantistiche condotta con IFN-CNR Milano & Politecnico di Milano, sono in essere misure per verificare la modifica, mediante fasci di Bessel, della struttura del diamante in funzione dell'orientazione

– *Rivelatori limitati da rumore termico*

È stato avviato il progetto SIMP (Single Microwave Photon, INFN, 2019-21) che consiste nello sviluppo di sensori con sensibilità al meV o migliori. Si tratta in particolare di due tipi di rivelatore criogenico di singolo fotone nel range di frequenze delle microonde, il primo basato su giunzioni Josephson polarizzate in corrente (range 10-50 GHz) e il secondo su TES (Transition Edge Sensor) (range 30-100 GHz).

È stato avviato il progetto SOCCER (Superconducting Circuits for the Casimir Effect 2019-2021, iniziativa Q@TN - Quantum Science and Technology in Trento finanziata dalla Provincia di Trento) per la costruzione di una guida d'onda planare superconduttiva chiusa ad una estremità da uno SQUID che agisce come uno specchio sintonizzabile in modo da usare questo sistema in esperimenti di ottica quantistica per osservare l'effetto Casimir Dinamico e gli effetti di fluttuazione di punto zero correlati nel dominio spettrale delle microonde. Purtroppo nessuno tra i candidati risultati idonei al concorso di ammissione al 34° ciclo – di dottorato in fisica di Trento A.A. 2018/2019 si è dimostrato interessato a partecipare al progetto con conseguente rallentamento dell'attività di sviluppo rispetto alle attese.

Stiamo ulteriormente raffinando l'esperimento realizzato con microcantilever monitorato da SQUID a bassissime temperature (pochi milliKelvin), dapprima modificando la microscopica massa posizionata all'estremità del microcantilever e successivamente sostituendo quest'ultimo con una sospensione magnetica realizzata con superconduttori (progetto europeo TEQ - Testing the Large- Scale Limit of Quantum Mechanics)

Per quel che riguarda il rivelatore spaziale di onde gravitazionali LISA, sta proseguendo la fase di studio industriale competitivo con lo scopo di maturare in circa due anni una baseline della missione e una definizione dei relativi requisiti di sistema. L'adozione della missione è prevista nel 2020-2022 per un lancio nel 2030-2034. Nell'ambito del progetto SIMP, finanziato dall'INFN, sono stati prodotti i primi TES nanometrici basati su effetto di prossimità combinando metalli superconduttori e normali (Al/Cu presso il NEST di Pisa, Ti/Au presso l'INRIM di Torino)

Nell'ambito del progetto SIMP, finanziato dall'INFN, sono stati prodotti i primi TES nanometrici basati su effetto di prossimità combinando metalli superconduttori e normali (Al/Cu presso il NEST di Pisa, Ti/Au presso l'INRIM di Torino)

Il progetto SOCCER (collaborazione CNR-FBK) è stato riproposto e, sulla base delle opinioni espresse dai referee e dei criteri espressi dal comitato di gestione di Q@TN, è stato giudicato finanziabile. Ci si è quindi attivati per diffondere le informazioni riguardanti il progetto tra i potenziali candidati dottorandi. Per quanto riguarda la produzione in FBK di giunzioni Josephson e SQUID, questa è stata ulteriormente messa a punta migliorando affidabilità e riproducibilità dei dispositivi.

Per quanto riguarda il progetto europeo TEQ recentemente sono stati fatti notevoli progressi nello sviluppo di una sospensione magnetica a bassa dissipazione. Questa è stata realizzata facendo levitare un micromagnete in un contenitore superconduttore di piombo operato in alto vuoto a 4.2K e leggendo la sua posizione mediante un magnetometro SQUID. Una volta identificati i principali meccanismi di dissipazione è stato possibile ottenere oscillazioni del micromagnete con fattori di qualità fino a 13 milioni, valore questo che costituisce un record nel range di frequenze audio.

– *Attività di terza missione outreach*

L'Unità è membro del consortium europeo del progetto di outreach PhabLab4.0 che mira all'integrazione della Fotonica nei Fab Lab europei per ottenere un impatto duraturo e positivo sul modo in cui la Fotonica viene utilizzata nei FabLabs, combinando le competenze di esperti in Fotonica e degli stakeholders dei FabLabs.

Nell'ambito del progetto PHABLABS 4.0 è stato organizzato il 9 aprile presso il MuSe l'evento finale del progetto europeo Phablab 4.0, che ha visto sfidarsi 7 progetti candidati alla Photonics Challenge 2019.

Gli internships di durata trimestrale con studenti provenienti da IUT Lannion (Francia), IUT Le Mans (Francia) sono stati attivati e conclusi nel corso del mese di giugno.

3. Pubblicazioni più significative

- Osman Sayginera, Alessandro Chiasera, Lidia Zur, Stefano Varas, Lam Thi Ngoc Trana, Cristina Armellini, Maurizio Ferrari, Oreste S. Bursi - "Fabrication, Modelling and Assessment of Hybrid 1-D Elastic Fabry Perot Microcavity for Mechanical Sensing Applications", *Ceramics International* 45 (2019) pp. 7785-7788, doi: 10.1016/j.ceramint.2019.01.083.
- Chiasera, C. Meroni, F. Scotognella, Y.G. Boucher, G. Galzerano, A. Lukowiak, D. Ristic, G. Speranza, S. Valligatla, S. Varas, L. Zur, M. Ivanda, G.C. Righini, S. Taccheo, R. Ramponi, M. Ferrari - "Coherent emission from fully Er³⁺ doped monolithic 1-D dielectric microcavity fabricated by rf-sputtering", *Optical Materials* 87 (2019) pp. 107-111, ISSN: 0925-3467, doi: 10.1016/j.optmat.2018.04.057.
- Chiappini, C. Armellini, V. Piccolo, L. Zur, D. Ristic, D.J. Jovanovic, A. Vaccari, D. Zonta, G.C. Righini, M. Ferrari - "Colloidal crystals based portable chromatic sensor for butanol isomers and water mixtures detection", *Optical Materials* 90 (2019) pp. 152-158, ISSN: 0925-3467, doi: 10.1016/j.optmat.2019.02.039.

4. Composizione dell'Unità

Oragnico CNR-IFN

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	6	5	1
Tecnologi	-	-	-
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	5	5	-
Collaboratori	17	-	-
Studenti di dottorato	4	-	-
Totale	32	10	1

Per il personale FBK afferente all'Unità, si veda la tabella nella sezione finale del documento.

5. Tabella finanziaria

Valori di bilancio CNR-IFN

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	799.945,92	772.387,96
Viaggi	17.000,00	19.530,09
Occasionali Stage Dir Autore	5.324,00	7.026,41
Altre spese	49.534,00	39.182,65
Totale costi	871.803,92	838.127,11

Ricavi		
Progetti Europei	50.000,00	47.612,80
Altri ricavi esterni	69.586,61	69.586,61
FOE	391.667,31	391.015,53
Totale ricavi	511.253,92	508.214,94
AdP	360.550,00	329.912,17
Quota di Autofinanziamento	58,64%	60,64%

Per i valori di Bilancio FBK, si veda la tabella nella sezione finale del documento.

CNR-FBK IMEM: NANOSCIENZE: MATERIALI, FUNZIONALIZZAZIONI E DISPOSITIVI PROTOTIPALI

<http://.imem.cnr.it>

Responsabile: Roberto Verucchi

1. Sommario

Le ricerche sviluppate dal gruppo spaziano da studi di base nell'ambito della fisica/chimica, con una particolare attenzione rivolta alla sintesi/analisi di materiali innovativi multifunzionali, ma riguardano anche lo sviluppo di nuove tecnologie e metodologie. Le collaborazioni scientifiche si estendono a livello sia locale (FBK-CMM in primis), che nazionale ed internazionale, con l'obiettivo di perseguire una costante politica di sviluppo progettuale e promuovere una comune visione di implementazione delle realtà di ricerca trentine a tutti i livelli, sia nazionale che internazionale.

L'Istituto CNR IMEM, Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo, che ha sede a Parma e Direttore il DR. Andrea Zappettini, ha come afferenza il Dipartimento CNR DIITET, Ingegneria - ICT e tecnologia per l'Energia e Trasporti. Il gruppo include personale di ruolo sia FBK (2 ricercatori senior) che CNR (6 ricercatori, 4 tecnici, 2 amministrativi a tempo parziale, 1 assegnisti, 1 dottorando di ricerca). Le ricerche, che sono organizzate secondo lo schema delle Attività, Progetti e Sottoprogetti definito dagli attuali regolamenti del CNR, riguardano tre linee principali:

- “Materiali funzionali e multifunzionali inorganici, organici ed ibridi” (Resp. DR. R. Verucchi). Studio alla nano e mesoscala dei processi di sintesi, crescita di film sottili di materiali organici, inorganici ed ibridi, della loro funzionalizzazione e realizzazione di dispositivi prototipali. Il fine è di realizzare ed ottimizzare una multifunzionalità utile per applicazioni nei settori della elettronica, sensoristica, biomedicale e della salute.
- “Fluttuazioni spontanee e dissipazione” (Resp. DR. M. Bonaldi). Studi di fisica fondamentale, meccanica statistica per l'analisi di fenomeni di trasduzione di rumore. Caratterizzazione e realizzazione di oscillatori meccanici e optomeccanici in condizioni fuori dall'equilibrio.
- “Metodi di analisi e monitoraggio di processi con spettroscopia laser e spettrometria di massa” (Resp. DR. A. Boschetti) Studi a carattere applicativo per l'analisi ad altissima sensibilità in tempo reale e non invasiva di tracce di gas e composti volatili organici (VOCs) emessi da prodotti agronomici e agroindustriali, nei processi industriali (controllo e inquinamento ambientale) e in genere da sostanze biologiche (diagnosi mediche).

Le attività portate avanti permettono di posizionare il gruppo ai vertici nelle varie tipologie di ricerca sviluppate, come testimoniato dalle numerose pubblicazioni di alto impatto prodotte e collaborazioni attive sia a livello locale che nazionale ed internazionale.

Va ricordato come nel 2019 sia stata rinnovata sia la convenzione quadro tra FBK e CNR che le varie convenzioni attuative con i vari Istituti CNR, tra cui IMEM. In accordo e continuità con le linee di ricerca prima illustrate, i nuovi Programmi di Ricerca nelle aree Materiali innovativi, Nano scienze e Microsistemi, si esplicitano nelle tematiche scientifiche “Materiali bidimensionali multifunzionali organici, inorganici ed ibridi”, “Metodi di Spettroscopie Laser e di Spettrometrie di Massa per l’analisi di VOC e la biosensoristica”, “Materiali per elettronica ed optoelettronica avanzate”, “Rumore e fluttuazioni in sistemi opto e elettromeccanici”, “Sintesi e studio di interfacce 2D e 3D e loro ottimizzazione per applicazioni sensoristiche e biomedicali”, oltre che nella “Valorizzazione e impiego della conoscenza tramite le attività di terza missione”.

Dal punto di vista del personale, oltre al DR. Antonio Borrielli, entrato nel gruppo del DR. M. Bonaldi ad inizio 2019, il gruppo ha acquisito una nuova unità di personale Ricercatore CNR, il DR. Nardi Marco Vittorio, dal 01/07/2019 che lavora nel settore dei materiali funzionali, loro sintesi e studio. Dal 01/01/2020 uno dei ricercatori FBK, il DR. Andrea Boschetti, è entrato in quiescenza: la gestione del suo laboratorio e, in genere, delle attività ad esso collegate passerà al DR. Matteo Tonezzer, anche se il gruppo potrà ancora avvalersi (anche se non a tempo pieno) della preziosa esperienza del DR. Boschetti che verrà associato come CNR-IMEM.

2. Risultati dell’attività di ricerca

Con riferimento alle tematiche previste nel B&PAA2019, questi in dettaglio i principali risultati ottenuti:

– *Sintesi e studio di film di materiali organici e inorganici*

L’attività di sintesi e studio di film sottili di MoS₂, sviluppata nell’ambito della tesi di PhD di Amir Ghiami e del progetto MILA (CARITRO, dove anche FBK è partner), ha portato alla sottomissione di un articolo sul controllo delle proprietà elettroniche del materiale, mentre gli ottimi risultati sulla sintesi di film sottili da IJD (Ion Jet Deposition) saranno anch’essi presentati a breve su una rivista ad alto impatto. Inoltre, grazie ai contatti nati in una conferenza internazionale sui 2D materials a Napoli (CA2D, 4-5/11/19) dove avevamo un invited talk, abbiamo raccolto un notevole interesse sulle nostre tecniche di sintesi e caratterizzazione (come testimoniato da una recente pubblicazione sulla prestigiosa ACS Nano), interesse che porterà auspicabilmente a una nuova progettualità a livello europeo.

Le diverse collaborazioni a livello nazionale, tutt’ora attive, sullo studio di materiali a base carbonio (grafene, molecole organiche) ed interfacce hanno portato alla stesura di diverse pubblicazioni e al coinvolgimento in diversi progetti già avviati, proprio per studi di proprietà chimico/fisiche dei materiali lì utilizzati. Va sottolineato come, anche se a distanza di due anni dalla sua chiusura ufficiale, il progetto Madelena (Grandi Progetti PAT) abbia prodotto una nuova pubblicazione, in collaborazione con i gruppi di FBK, sull’accoppiamento tra neuroni e dispositivi memristivi (si veda lista al par. 3).

Dal punto di vista dello studio di sensori di gas a base di nanostrutture, le attività portate avanti in collaborazione con gruppi vietnamiti e sud-coreani hanno portato alla pubblicazione di diversi articoli, oltre che alla presentazione di due progetti bilaterali. Le tecniche di analisi dati sviluppate hanno permesso di allargare le collaborazioni coinvolgendo anche gruppi in FBK. Va sottolineato come questa attività sia stata oggetto di un invited talk al congresso interazionale "International Conference on Advanced Materials and Nanotechnology" di Hanoi (Vietnam), 12-17/10/19), a testimonianza dell'importanza dei risultati ottenuti.

– *Crescita di semiconduttori organici per la realizzazione di dispositivi prototipali*

L'attività relativa alla deposizione di film di semiconduttori organici si è basata principalmente sulla realizzazione di dispositivi prototipali, a base pentacene, per misure ESR. Queste sono funzionali alla successiva realizzazione di dispositivi tipo MASER. A tale scopo si sono realizzati sia dei diodi di tipo schottky (Au-Pen-Al), sia dei transistor ad effetto campo di tipo bottom contact. Allo stesso tempo, in collaborazione con gruppi dell'Univ. di Napoli, si sono preparati dei film misti picene-pentacene per lo studio del transfer di energia fra le due molecole, usando il picene come matrice al pentacene come dopante.

L'impatto che la realizzazione di sistemi MASER compatti e che possano lavorare in modo continuo è molto potenzialmente molto alto, in quanto si avrebbe così la possibilità di realizzare dispositivi in diverse aree quali le telecomunicazioni, in biologia e in medicina cioè in tutti quei campi in cui è richiesta la detection di microonde così come la loro generazione in modo molto compatto.

– *Transistor elettrochimici*

È continuata la collaborazione con il Dr. David Maniglio dell'università di Trento per la realizzazione di dispositivi OECT per la rivelazione di proteine a basse concentrazioni. In particolare, si è lavorato verso l'ottimizzazione dei dispositivi e a capire il tipo di risposta che gli stessi danno in presenza dell'analita che si vuole rivelare. È stata migliorata l'interfaccia con la sede centrale del nostro istituto per verificare il possibile utilizzo di tali dispositivi in altri ambiti come quello agro-alimentare.

– *Piattaforma opto-meccanica per lo studio di correlazioni quantistiche tra radiazione e sistemi meccanici*

Nei primi mesi del 2019 ci siamo dedicati ad analisi e caratterizzazione dei device prodotti gli anni precedenti, per identificare le cause della ampia variabilità osservata nel fattore di qualità degli oscillatori prodotti. Questa attività è stata necessaria anche perchè l'aggiunta delle strutture fotoniche ha portato ad un incremento della complessità del processo, con conseguente riduzione della resa. Abbiamo verificato che lungo il bordo di supporto della membrana nanometrica di Silicon Nitride può formarsi una erosione dell'ossido di supporto, a causa dei passi di overetch utilizzati per liberare completamente la membrana stessa. In questi casi si osserva uno stitching della membrana dovuto ai processi wet successivi, che è correlato ad una variazione del fattore di qualità rispetto all'atteso. Abbiamo già adattato il processo

e prodotto un lotto di device con un migliore controllo della fase di release, utilizzando anche passi di release a secco per evitare la possibilità di stitching.

Questi oscillatori a membrana sono stati poi utilizzati nella preparazione e nella osservazione di oscillatori meccanici macroscopici in stati quantistici, in collaborazione con l'Università di Firenze. Abbiamo confrontato due procedure per dedurre il numero di occupazione dell'oscillatore, riducendo al minimo la necessità di calibrazioni del sistema. Il primo parte da spettri omodina, il secondo si basa sulla misurazione dell'asimmetria della banda laterale dinamica negli spettri eterodina. L'articolo è stato pubblicato su una rivista internazionale (si veda lista a Par. 3). Sullo stesso sistema abbiamo poi applicato una modulazione parametrica della molla ottica per studiare la transizione classico-quantistica in un sistema progressivamente raffreddato (squeezing parametrico). Le misure sono state rese pubbliche su un repository (arXiv:1907.05148) e sono in fase di pubblicazione su rivista internazionale.

- *Metodi di analisi e monitoraggio di processi con spettroscopia laser e spettrometria di massa*

Nel corso del 2019, la collaborazione fra IMEM-CNR e la ditta 3Slab si è ulteriormente consolidata ed è stata anche rinnovata per altri quattro anni. Dopo la messa a punto del set-up di piattaforma strumentale per la misurazione dei composti volatili basata su GC/MS e PTR-MS, sono proseguite in modo sistematico le misure nell'ambito delle sigarette elettroniche: controllo del rispetto la formulazione in etichetta e di presenza di eventuali contaminanti, controllo ed analisi dei condensati. Inoltre, sono stati quantificati i contaminanti presenti nelle emissioni dei fumi quali formaldeide, acetaldeide, diacetile e acroleina e sono state avviate misure di citotossicità dei liquidi e relative emissioni. Il giovane ricercatore IMEM-CNR, pagato sui fondi forniti da 3Slab, dopo aver svolto molte delle attività descritte ha terminato la sua esperienza a giugno 2019.

Per quanto riguarda il campo biomedico, per confermare i risultati ottenuti durante gli ultimi due anni, in collaborazione con l'Istituto dei Tumori di Milano è stato portato a termine il campionamento delle urine provenienti da persone ammalate di cancro alla prostata e sane, ma con età paragonabili. Contemporaneamente, sono state aggiunti campioni di persone affette da altre patologie cancerogene. La campagna di misura dei composti volatili organici emessi dai campioni di urina è stata portata a termine, anche in collaborazioni con laboratori della FEM, ed è iniziata l'analisi dei dati per la possibile classificazione dei pazienti.

Infine, sono state indagate le emissioni di composti volatili rilasciate da sporofori essiccati di varie specie del genere *Cortunarius*, ottenendo un data set completo che permette la classificazione rapida e non invasiva delle varie specie.

3. Pubblicazioni più significative

- L. Lunelli, C. Collini, A.M. Jimenez-Garduño, A. Roncador, G. Giusti, R. Verucchi, L. Pasquardini, S. Iannotta, P. Macchi, L. Lorenzelli, C. Pederzolli, C. Musio, C. Potric, "Prototyping a memristive-based device to analyze neuronal excitability", *Biophysical Chemistry* 253, 106212 (2019);

- M. Tonezzer, J.-H. Kim, J.-H. Lee, S. Iannotta, S.S. Kim, "Predictive gas sensor based on thermal fingerprints from Pt-SnO₂ nanowires", Sens. Act. B, 281 (2019) 670-678;
- A. Chowdhury, P. Vezio, M. Bonaldi, A. Borrielli, F. Marino, B. Morana, G. Pandraud, A. Pontin, G.A. Prodi, P.M. Sarro, E. Serra, F. Marin, "Calibrated quantum thermometry in cavity optomechanics", Quantum Science and Technology 4, 024007 (2019).

4. Composizione dell'Unità

Organico FBK.IMEM

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	7	6	1
Tecnologi	-	-	-
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	3	3	-
Collaboratori	-	-	-
Studenti di dottorato	1	-	1
Totale	11	9	2

Per il personale FBK afferente all'Unità, si veda la tabella nella sezione finale del documento.

5. Tabella finanziaria

Valori di bilancio CNR-IMEM

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
- Personale	463.465,08	528.409,53
- PhD	18.666,67	20.379,97
- Viaggi	2.000,00	1.025,63
- Investimenti (cespiti)	-	0
- Altre spese	5.000,00	994,93
- I/C Costi	-	-
- I/C Ricavi	-	-
Totale costi	489.131,75	550.810,06
Ricavi		
- Progetti europei	35.308,42	36.808,44
- Altre Agenzie Pubbliche	-	-
- Commesse con Privati	7.943,00	26.114,80

- Altri Ricavi	-	-
Totale ricavi	43.251,42	62.923,24
Fondo Ordinario CNR	445.880,32	487.886,82
Quota di Autofinanziamento	8,84%	11,42%

Per i valori di Bilancio FBK, si veda la tabella nella sezione finale del documento.

Tabelle Bilancio, Organico e Pubblicazioni
per Centro / Linea / Unità / Progetto

ICT – Centro per le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	12.095.968	12.421.104
PHD	1.683.105	1.615.342
Viaggi	661.256	513.360
Investimenti	163.047	216.697
Altre spese	994.596	1.660.713
Costi / Ricavi Trasversali	- 192.858	- 242.193
Totale costi	15.405.115	16.185.022
Ricavi		
Progetti europei	2.437.985	4.191.933
Altre Agenzie Pubbliche	1.468.775	1.683.039
Commesse con Privati	1.224.516	2.803.187
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	3.764.090	-
Altri Ricavi	18.048	223.303
Ricavi da Acquisire	445.000	-
Ricavi	9.358.414	8.901.461
ADP	6.046.702	7.696.734
Quota di autofinanziamento	61%	55%

Organico complessivo del Centro

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	121	66	55
Tecnologi	53	22	31
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	41	4	37
Collaboratori	6		6
Studenti di Dottorato	92		92
Totale	313	92	221

ICT – SCC – Smart Cities and Communities

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	3.468.836	3.366.197
PHD	579.934	525.441
Viaggi	143.070	134.373
Investimenti	42.200	47.720
Altre spese	262.685	453.058
Costi / Ricavi Trasversali	- 49.129	- 57.234
Totale costi	4.447.596	4.469.555
Ricavi		
Progetti europei	648.573	1.149.731
Altre Agenzie Pubbliche	83.318	258.379
Commesse con Privati	181.194	980.068
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	1.432.601	-
Altri Ricavi	-	32
Ricavi da Acquisire	130.000	-
Ricavi	2.475.687	2.388.211
ADP	1.971.909	2.234.125
Quota di autofinanziamento	56%	53%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	35	19	16
Tecnologi	12	8	4
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	8		8
Collaboratori	1		1
Studenti di Dottorato	32		32
Totale	88	27	61

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	52
dei quali Scopus top 10%	26
dei quali Scopus Q1	37
Contributo in atti di convegno	40
Monografia	0
Collettanea	2
Capitolo in libro	3
Altro	11

ICT – HWB – Health & Well Being

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	3.677.657	3.837.925
PHD	407.532	403.063
Viaggi	168.550	134.107
Investimenti	25.500	73.226
Altre spese	330.809	344.440
Costi / Ricavi Trasversali	- 50.109	- 60.245
Totale costi	4.559.939	4.732.516
Ricavi		
Progetti europei	927.091	1.120.294
Altre Agenzie Pubbliche	815.575	805.310
Commesse con Privati	249.348	374.117
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	924.876	-
Altri Ricavi	-	24.888
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	2.916.889	2.324.609
ADP	1.643.051	2.422.686
Quota di autofinanziamento	64%	49%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	36	16	20
Tecnologi	22	6	16
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	6	2	4
Collaboratori	1		1
Studenti di Dottorato	21		21
Totale	86	24	62

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	46
dei quali Scopus top 10%	30
dei quali Scopus Q1	38
Contributo in atti di convegno	35
Monografia	0
Collettanea	3
Capitolo in libro	3
Altro	2

ICT – SDI – Smart Digital Industry

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	2.990.167	3.121.388
PHD	388.123	404.485
Viaggi	137.960	116.602
Investimenti	45.000	76.821
Altre spese	225.734	360.956
Costi / Ricavi Trasversali	- 93.619	- 91.508
Totale costi	3.693.365	3.988.744
Ricavi		
Progetti europei	393.487	624.032
Altre Agenzie Pubbliche	273.311	236.493
Commesse con Privati	792.628	1.353.443
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	579.811	-
Altri Ricavi	18.048	170.470
Ricavi da Acquisire	132.000	-
Ricavi	2.189.286	2.384.439
ADP	1.504.079	1.880.493
Quota di autofinanziamento	59%	60%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	35	22	13
Tecnologi	8	4	4
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	18	1	17
Collaboratori	1		1
Studenti di Dottorato	20		20
Totale	82	27	55

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	16
dei quali Scopus top 10%	7
dei quali Scopus Q1	9
Contributo in atti di convegno	66
Monografia	0
Collettanea	2
Capitolo in libro	0
Altro	8

ICT – DS/MPBA – Data Science/Predictive Models for Biomedicine and Environment

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	624.944	702.116
PHD	127.549	118.661
Viaggi	23.933	19.589
Investimenti	13.347	9.216
Altre spese	66.366	192.292
Costi / Ricavi Trasversali	-	- 33.205
Totale costi	856.140	1.008.668
Ricavi		
Progetti europei	67.884	68.732
Altre Agenzie Pubbliche	136.989	184.524
Commesse con Privati	1.345	94.387
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	109.162	-
Altri Ricavi	-	34.056
Ricavi da Acquisire	183.000	-
Ricavi	498.380	381.699
ADP	357.760	595.351
Quota di autofinanziamento	58%	38%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	4	3	1
Tecnologi	3		3
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	2		2
Collaboratori	2		2
Studenti di Dottorato	7		7
Totale	18	3	15

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	12
dei quali Scopus top 10%	8
dei quali Scopus Q1	12
Contributo in atti di convegno	4
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	1
Altro	3

ICT – Security & Trust

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	653.113	650.516
PHD	136.224	121.386
Viaggi	67.500	35.283
Investimenti	3.000	2.466
Altre spese	52.500	28.893
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	912.337	838.544
Ricavi		
Progetti europei	178.524	508.214
Altre Agenzie Pubbliche	128.902	161.412
Commesse con Privati	-	150
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	528.637	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	836.063	669.776
ADP	76.274	168.790
Quota di autofinanziamento	92%	80%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	8	3	5
Tecnologi	3		3
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	6		6
Collaboratori			
Studenti di Dottorato	6		6
Totale	23	3	20

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	2
dei quali Scopus top 10%	1
dei quali Scopus Q1	1
Contributo in atti di convegno	11
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

CMM – Centro Materiali e Microsistemi

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	5.722.196	6.204.136
PHD	278.400	298.743
Viaggi	271.110	233.204
Investimenti	225.800	3.919.542
Altre spese	2.572.862	2.313.206
Costi / Ricavi Trasversali	- 50.026	- 65.156
Totale costi	9.020.342	12.903.675
Ricavi		
Progetti europei	777.833	972.653
Altre Agenzie Pubbliche	1.359.958	5.048.049
Commesse con Privati	436.990	1.991.919
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	1.902.143	-
Altri Ricavi	71.300	224.804
Ricavi da Acquisire	297.000	-
Ricavi	4.845.224	8.237.425
ADP	4.175.117	4.893.405
Quota di autofinanziamento	54%	64%

Organico complessivo del Centro

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	69	40	29
Tecnologi	7	5	2
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	28	22	6
Collaboratori	1		1
Studenti di Dottorato	21		21
Totale	126	67	59

CMM ARES – Applied Research on Energy Systems

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	616.342	594.841
PHD	30.789	33.743
Viaggi	51.300	46.762
Investimenti	56.800	43.916
Altre spese	198.299	104.232
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	953.530	823.495
Ricavi		
Progetti europei	337.302	326.218
Altre Agenzie Pubbliche	60.000	44.721
Commesse con Privati	89.649	204.106
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	321.491	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	808.442	575.046
ADP	145.088	293.082
Quota di autofinanziamento	85%	70%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	5	2	3
Tecnologi	3	1	2
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	4	1	3
Collaboratori			
Studenti di Dottorato	2		2
Totale	14	4	10

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	3
dei quali Scopus top 10%	1
dei quali Scopus Q1	1
Contributo in atti di convegno	2
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

CMM MST – Microsystems Technology

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	738.036	801.015
PHD	4.500	3.918
Viaggi	10.000	27.970
Investimenti	-	16.105
Altre spese	68.233	143.250
Costi / Ricavi Trasversali	-	- 32.673
Totale costi	820.769	959.585
Ricavi		
Progetti europei	-	39.510
Altre Agenzie Pubbliche	26.506	341.885
Commesse con Privati	25.457	212.201
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	139.059	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	182.000	-
Ricavi	373.022	593.595
ADP	447.747	433.374
Quota di autofinanziamento	45%	62%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	12	7	5
Tecnologi	1	1	
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	1	1	
Collaboratori			
Studenti di Dottorato	1		1
Totale	15	9	6

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	11
dei quali Scopus top 10%	4
dei quali Scopus Q1	6
Contributo in atti di convegno	2
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	1

CMM MNF – Micro Nano Facility

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	2.045.397	2.242.271
PHD	110.013	126.166
Viaggi	49.760	55.713
Investimenti	59.000	326.554
Altre spese	1.652.464	1.395.822
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	3.916.634	4.146.527
Ricavi		
Progetti europei	165.005	174.150
Altre Agenzie Pubbliche	752.907	549.914
Commesse con Privati	120.069	901.937
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	587.064	-
Altri Ricavi	-	112.894
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	1.625.045	1.738.895
ADP	2.291.589	2.356.592
Quota di autofinanziamento	41%	42%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	20	14	6
Tecnologi	3	3	
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	16	15	1
Collaboratori	1		1
Studenti di Dottorato	12		12
Totale	52	32	20

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	45
dei quali Scopus top 10%	11
dei quali Scopus Q1	18
Contributo in atti di convegno	4
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	4

CMM FMPS – Functional Materials and Photonic Structures

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	558.555	581.347
PHD	26.407	23.942
Viaggi	22.500	12.035
Investimenti	15.000	20.529
Altre spese	69.769	76.721
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	692.231	714.575
Ricavi		
Progetti europei	17.062	22.915
Altre Agenzie Pubbliche	185.100	223.604
Commesse con Privati	-	96.542
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	98.775	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	25.000	-
Ricavi	325.937	343.060
ADP	366.294	414.379
Quota di autofinanziamento	47%	48%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	8	5	3
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	2	2	
Collaboratori			
Studenti di Dottorato	2		2
Totale	12	7	5

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	21
dei quali Scopus top 10%	8
dei quali Scopus Q1	13
Contributo in atti di convegno	4
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	4

CMM IRIS – Integrated Radiation and Image Sensors

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	1.166.126	1.274.014
PHD	106.690	110.974
Viaggi	93.050	59.948
Investimenti	25.000	28.246
Altre spese	387.269	402.619
Costi / Ricavi Trasversali	- 50.026	- 32.483
Totale costi	1.728.110	1.843.318
Ricavi		
Progetti europei	249.457	403.105
Altre Agenzie Pubbliche	335.445	467.014
Commesse con Privati	178.770	497.302
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	665.379	-
Altri Ricavi	-	24.817
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	1.429.051	1.392.239
ADP	299.058	565.575
Quota di autofinanziamento	83%	76%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	19	8	11
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	1		1
Collaboratori			
Studenti di Dottorato	4		4
Totale	24	8	16

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	40
dei quali Scopus top 10%	4
dei quali Scopus Q1	12
Contributo in atti di convegno	12
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	8

CMM LaBSSAH – Laboratorio di studio e di analisi strutturale di biomarcatori per la salute

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	226.677	244.974
PHD	-	-
Viaggi	7.500	8.321
Investimenti	-	32.763
Altre spese	71.664	59.191
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	305.841	345.248
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre Agenzie Pubbliche	-	39.158
Commesse con Privati	18.945	23.802
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	88.213	-
Altri Ricavi	71.300	74.723
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	178.458	137.683
ADP	127.383	213.909
Quota di autofinanziamento	58%	40%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	3	3	
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	1	1	
Collaboratori			
Studenti di Dottorato			
Totale	4	4	

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	5
dei quali Scopus top 10%	1
dei quali Scopus Q1	4
Contributo in atti di convegno	0
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

**CREATE-NET – Center for Research And Telecommunication Experimentation
for NETworked communities**

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	2.695.865	2.743.964
PHD	252.864	229.449
Viaggi	142.556	133.111
Investimenti	32.000	29.651
Altre spese	208.885	256.670
Costi / Ricavi Trasversali	- 50.000	- 254.711
Totale costi	3.282.169	3.138.135
Ricavi		
Progetti europei	1.038.415	1.295.745
Altre Agenzie Pubbliche	74.735	87.294
Commesse con Privati	5.012	625.920
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	1.321.007	-
Altri Ricavi	-	23.741
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	2.439.169	2.032.699
ADP	843.000	1.097.668
Quota di autofinanziamento	74%	65%

Organico complessivo del Centro

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	17	8	9
Tecnologi	17	7	10
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	5	3	2
Collaboratori	3		3
Studenti di Dottorato	12		12
Totale	54	18	36

CREATE-NET OpenIoT – Open Platforms and Enabling Technologies for the Internet of Things

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	700.420	780.214
PHD	74.546	66.034
Viaggi	34.500	24.533
Investimenti	3.000	3.509
Altre spese	67.019	145.664
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	879.485	1.019.954
Ricavi		
Progetti europei	425.695	429.978
Altre Agenzie Pubbliche	-	-
Commesse con Privati	5.012	249.405
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	225.752	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	656.459	679.384
ADP	223.026	369.263
Quota di autofinanziamento	75%	67%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	4	3	1
Tecnologi	4	1	3
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	2		2
Collaboratori	2		2
Studenti di Dottorato	4		4
Totale	16	4	12

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	6
dei quali Scopus top 10%	0
dei quali Scopus Q1	3
Contributo in atti di convegno	2
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

CREATE-NET RISING – Robust and Secure Distributed Computing

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	693.008	678.341
PHD	76.335	71.246
Viaggi	40.013	33.768
Investimenti	3.000	-
Altre spese	36.985	24.725
Costi / Ricavi Trasversali	- 50.000	- 106.657
Totale costi	799.341	701.422
Ricavi		
Progetti europei	331.414	358.469
Altre Agenzie Pubbliche	74.735	87.294
Commesse con Privati	-	74.546
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	250.347	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	656.496	520.308
ADP	142.845	192.999
Quota di autofinanziamento	82%	74%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	6	2	4
Tecnologi	4	2	2
Tecnici di laboratorio/Amministrativi			
Collaboratori	1		1
Studenti di Dottorato	4		4
Totale	15	4	11

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	5
dei quali Scopus top 10%	3
dei quali Scopus Q1	5
Contributo in atti di convegno	5
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

CREATE-NET WiN – Wireless and Networked Systems

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	613.658	574.443
PHD	101.983	92.169
Viaggi	36.000	51.523
Investimenti	1.000	7.878
Altre spese	28.527	31.676
Costi / Ricavi Trasversali	-	- 148.054
Totale costi	781.168	609.635
Ricavi	267.342	492.741
Progetti europei	-	-
Altre Agenzie Pubbliche	-	13.240
Commesse con Privati	-	-
PAT AdP Aggiuntivo	463.044	-
Progetti in Negoziazione	-	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	730.386	505.981
Ricavi	267.342	492.741
ADP	50.782	112.927
Quota di autofinanziamento	93%	83%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	6	2	4
Tecnologi	4	1	3
Tecnici di laboratorio/Amministrativi			
Collaboratori			
Studenti di Dottorato	4		4
Totale	14	3	11

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	9
dei quali Scopus top 10%	3
dei quali Scopus Q1	3
Contributo in atti di convegno	10
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	1
Altro	0

CREATE-NET SIRIS – Future Internet Experimental Facility

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	383.890	385.978
PHD	-	-
Viaggi	3.000	2.192
Investimenti	20.000	16.165
Altre spese	13.680	36.124
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	420.570	440.459
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre Agenzie Pubbliche	-	-
Commesse con Privati	-	288.729
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	374.272	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	374.272	288.729
ADP	46.298	94.112
Quota di autofinanziamento	89%	66%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori			
Tecnologi	5	3	2
Tecnici di laboratorio/Amministrativi			
Collaboratori			
Studenti di Dottorato			
Totale	5	3	2

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	1
dei quali Scopus top 10%	0
dei quali Scopus Q1	1
Contributo in atti di convegno	0
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

ECT* Centro Europeo per gli Studi Teorici in Fisica Nucleare e Aree Collegate

Bilancio (escluso LISC)

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	657.314	568.818
PHD	-	-
Viaggi	32.000	17.131
Investimenti	-	583
Altre spese	271.600	348.752
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	960.914	935.283
Ricavi		
Progetti europei	40.000	204.575
Altre Agenzie Pubbliche	-	-
Commesse con Privati	-	-
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	-	-
Altri Ricavi	500.000	490.083
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	540.000	694.658
ADP	420.914	240.625
Quota di autofinanziamento	56%	74%

Organico (escluso LISC)

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	4	2	2
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	3	3	
Collaboratori	3		3
Studenti di Dottorato			
Totale	10	5	5

Pubblicazioni ECT* (escluso LISC)

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	19
dei quali Scopus top 10%	14
dei quali Scopus Q1	17
Contributo in atti di convegno	2
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

ECT*-LISC – Laboratorio Interdisciplinare di Scienza Computazionale

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	216.590	238.363
PHD	-	-
Viaggi	2.000	2.623
Investimenti	-	4.473
Altre spese	4.248	5.853
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	222.838	251.312
Ricavi		
Progetti europei	-	2.644
Altre Agenzie Pubbliche	-	-
Commesse con Privati	-	7.998
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	-	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	-	10.642
ADP	222.838	239.974
Quota di autofinanziamento	0%	4%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	3	3	
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi			
Collaboratori	1		1
Studenti di Dottorato			
Totale	4	3	1

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	3
dei quali Scopus top 10%	2
dei quali Scopus Q1	3
Contributo in atti di convegno	0
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

IRVAPP – Istituto per la Ricerca Valutativa sulle Politiche Pubbliche

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	698.844	651.683
PHD	-	-
Viaggi	40.650	38.101
Investimenti	500	-
Altre spese	97.000	79.676
Costi / Ricavi Trasversali	-	- 21.013
Totale costi	836.994	748.447
Ricavi		
Progetti europei	49.056	68.913
Altre Agenzie Pubbliche	2.257	28.316
Commesse con Privati	-	51.003
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	27.291	-
Altri Ricavi	33.258	15.509
Ricavi da Acquisire	25.000	-
Ricavi	136.861	163.740
ADP	700.133	591.887
Quota di autofinanziamento	16%	22%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	9	4	5
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	1	1	
Collaboratori	6		6
Studenti di Dottorato			
Totale	16	5	11

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	9
dei quali Scopus top 10%	3
dei quali Scopus Q1	5
Contributo in atti di convegno	0
Monografia	1
Collettanea	0
Capitolo in libro	5
Altro	1

ISIG – Istituto Storico Italo-Germanico

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	434.820	507.977
PHD	-	-
Viaggi	25.250	29.024
Investimenti	-	27.636
Altre spese	194.164	172.374
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	654.234	737.012
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre Agenzie Pubbliche	17.303	23.942
Commesse con Privati	25.291	24.961
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	-	-
Altri Ricavi	-	13.062
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	42.594	61.965
ADP	611.640	675.047
Quota di autofinanziamento	7%	8%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	6	6	
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi			
Collaboratori	3		3
Studenti di Dottorato			
Totale	9	6	3

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	7
dei quali Scopus top 10%	0
dei quali Scopus Q1	2
Contributo in atti di convegno	0
Monografia	2
Collettanea	5
Capitolo in libro	16
Altro	11

ISR – Centro per le Scienze Religiose

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	390.034	471.972
PHD	18.000	17.969
Viaggi	34.920	34.974
Investimenti	500	1.407
Altre spese	115.079	122.937
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	558.533	649.258
Ricavi		
Progetti europei	17.035	14.454
Altre Agenzie Pubbliche	13.000	23.638
Commesse con Privati	-	-
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	2.700	11.500
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	32.735	49.592
Ricavi	17.035	14.454
ADP	525.798	601.500
Quota di autofinanziamento	6%	8%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	8	3	5
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi			
Collaboratori	2		2
Studenti di Dottorato	1		1
Totale	11	3	8

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	6
dei quali Scopus top 10%	1
dei quali Scopus Q1	1
Contributo in atti di convegno	0
Monografia	1
Collettanea	0
Capitolo in libro	1
Altro	6

PROGETTI SPECIALI**IRCS-HTA: Innovazione e Ricerca Clinica e Sanitaria / Health Technology Assessment**

Bilancio

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	182.705	111.332
PHD	-	-
Viaggi	16.000	2.248
Investimenti	-	-
Altre spese	26.592	65.417
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	225.297	178.998
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre Agenzie Pubbliche	150.259	156.043
Commesse con Privati	-	17.597
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	82.035	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	232.294	173.641
ADP	- 6.997	7.938
Quota di autofinanziamento	103%	97%

Organico

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	1		1
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi			
Collaboratori	1		1
Studenti di Dottorato			
Totale	2		2

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	1
dei quali Scopus top 10%	0
dei quali Scopus Q1	1
Contributo in atti di convegno	0
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

CNR-FBK (IBF): Biomolecole e Membrane Biologiche

Bilancio FBK

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	-	-
PHD	-	-
Viaggi	3.700	4.330
Investimenti	-	-
Altre spese	300	634
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	4.000	4.964
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre Agenzie Pubbliche	-	-
Commesse con Privati	-	-
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	-	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	-	-
ADP	4.000	4.964
Quota di autofinanziamento	0%	0%

Organico FBK

Al 31.12.2019, non vi è personale FBK afferente all'Unità.

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	4
dei quali in rivista con ranking	2
Contributo in atti di convegno	2
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

CNR-FBK (IFN): Fotonica: Materiali, Strutture e Diagnostica

Bilancio FBK

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	306.744	315.394
PHD	-	-
Viaggi	5.000	1.475
Investimenti	-	-
Altre spese	13.858	14.303
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	325.602	331.172
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre Agenzie Pubbliche	-	-
Commesse con Privati	-	-
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	-	-
Altri Ricavi	-	3.776
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	-	3.776
ADP	325.602	327.396
Quota di autofinanziamento	0%	1%

Organico FBK

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	2	2	
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi	2	2	
Collaboratori			
Studenti di Dottorato			
Totale	4	4	

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	21
dei quali in rivista con ranking	21
Contributo in atti di convegno (invited)	14
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	0
Altro	0

CNR-FBK (IMEM): Nanoscienze: Materiali, Funzionalizzazioni e Dispositivi Prototipali

Bilancio FBK

	Budget 2019	Consuntivo 2019
Costi		
Personale	181.434	194.660
PHD	-	-
Viaggi	1.510	1.195
Investimenti	1.000	-
Altre spese	12.062	10.304
Costi / Ricavi Trasversali	-	-
Totale costi	196.006	206.160
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre Agenzie Pubbliche	-	-
Commesse con Privati	-	-
PAT AdP Aggiuntivo	-	-
Progetti in Negoziazione	-	-
Altri Ricavi	-	-
Ricavi da Acquisire	-	-
Ricavi	-	-
ADP	196.006	206.160
Quota di autofinanziamento	0%	0%

Organico FBK

<i>Tipologia personale</i>	<i>n. unità al 31/12/2019</i>	<i>di cui a tempo indeterminato</i>	<i>di cui a tempo determinato</i>
Ricercatori	2	2	
Tecnologi			
Tecnici di laboratorio/Amministrativi			
Collaboratori			
Studenti di Dottorato			
Totale	2	2	

Pubblicazioni

<i>Tipo di pubblicazione</i>	<i>n.</i>
Articolo in rivista	13
dei quali in rivista con ranking	13
Contributo in atti di convegno	0
Monografia	0
Collettanea	0
Capitolo in libro	1
Altro	0

Quadro finanziario

Descrizione	Personale	PHD	Viaggi	Investimenti (cespiti)	Altre spese	Costi	Ricavi	AdP Aggiuntivo	AdP
Polo scientifico e tecnologico									
ICT	12.421.104	1.615.342	513.360	159.017	1.476.200	16.185.022	8.901.461		7.696.734
CMM	6.204.136	298.743	233.204	502.897	5.664.696	12.903.675	8.237.425		4.893.405
CREATE-NET	2.743.964	229.449	133.111	29.651	1.959	3.138.135	2.032.699		1.097.668
ECT	807.181		19.754	4.359	355.301	1.186.595	705.300		480.599
Polo delle scienze umane e sociali									
IRVAPP	651.683		38.101		58.663	748.447	163.740		591.887
ISIG	507.977		29.024	27.636	172.374	737.012	61.965		675.047
ISR	471.972	17.969	34.974	1.407	122.937	649.258	49.592		601.500
Progetti speciali									
CNR-IBF			4.330		634	4.964			4.964
CNR-IFN	315.394		1.475		14.303	331.172	3.776		327.396
CNR-IMEM	194.660		1.195		10.304	206.160			206.160
PS FBK	270.907		13.791		2.317	287.015	57.947		269.038
PS IRCS	111.332		2.248		65.417	178.998	173.641		7.938
PS FBK-UNITN	51.154				109.348	160.503	107.250		53.753
Progetti Bandiera	278.150		8.718		337.408	624.276			624.276
Progetti Sistema	204.546	16.673	3.810		196.419	421.448	8.738	28.656	382.788
Progetti Proof-of-Concept				20.924	153.606	174.530			174.530
Progetti Strategici									
Costi comuni RICERCA		23.755	5.086		499.940	528.780	426.197		68.795
Supporto alla Ricerca									
Valutazione della Ricerca	150.717				37.919	188.636			188.636
Marketing / KTA	475.248		28.475		10.728	514.451	43.023		479.296
AIRT	372.991		3.307		23.396	399.694			399.694
Biblioteca Editoria e Supporto al PSUS	699.043		710		79.171	778.923	25.354		760.754
Comunicazione	504.662		5.678	6.700	78.669	595.709	133.720		461.637
Service	216.684		1.937	18.291	37.356	274.269			274.269
Supporto e Infrastrutture	466.044		761		10.695	477.500			477.500
Sicurezza e Prevenzione	271.156		1.345		138.765	411.267	13.400		411.267
Gestione Finanziaria Progetti	135.674		692		11.473	147.839			147.839
Viaggi e Trasferte	203.008		429		4.581	208.018			208.018
Data Office	420.364				11.213	431.576			431.576
Innovazione Scuola	144.753		2.775		77.587	225.115	81.498		147.186
Amministrazione									
Organi Istituzionali	329.054	3.959	19.216		397.506	749.736	31.423		718.442
Amministrazione contabile	582.156		610		24.076	606.842			606.842
Amministrazione del personale	903.253	26.981	6.715		171.612	1.108.562	467		1.108.095
Appalti e Contratti	534.499		703	677	24.914	560.793			560.793
Legale	105.604		4.783		20.959	131.347			131.347
Patrimonio	542.018		5.895		18.024	565.938			565.938
Trasparenza	51.159		113		19.010	70.281			70.281
Plessi				224.459	2.452.771	2.677.230	393.276		2.186.132
Costi comuni			-442	609.284	1.662.009	2.270.851	185.913		1.758.117
Investimenti strategici									
Piano edilizio				141.180	846.362	987.543			987.543
Sistema Informativo					201.527	201.527			201.527
Partecipate - spin-offs									
					20.835	20.835			20.835
TOTALE	32.342.248	2.232.870	1.125.882	1.746.484	15.622.985	53.070.469	21.837.805	28.656	31.460.037
RICERCA CORE	25.234.160	2.201.930	1.042.182	745.892	9.241.826	38.465.990	20.929.731	28.656	18.156.476
SUPPORTO ALLA RICERCA	4.060.344		46.108	24.991	521.554	4.652.997	296.995		4.387.671
AMMINISTRAZIONE	3.047.744	30.941	38.034	677	676.102	3.793.497	31.890		3.761.737
PLESSI E COSTI COMUNI			-442	833.743	4.114.780	4.948.081	579.189		3.944.249
INVESTIMENTI STRATEGICI				141.180	1.047.889	1.189.069			1.189.069
PARTECIPATE - SPIN-OFFS					20.835	20.835			20.835
TOTALI	32.342.248	2.232.870	1.125.882	1.746.484	15.622.985	53.070.469	21.837.805	28.656	31.460.037

Tabella di confronto Preventivo/Consuntivo Accordo di Programma 2019

Descrizione	ADP PREVENTIVO	TRASLAZIONI ASSEGNATE	ADP DISPONIBILE	ADP CONSUNTIVO	Scostamento (valore)	Scostamento (percentuale)
Polo scientifico e tecnologico						
ICT	6.046.702	169.664	6.216.365	7.696.734	1.480.368	24%
CMM	4.175.117	439.649	4.614.766	4.893.405	278.639	6%
CREATE-NET	843.000	12.686	855.686	1.097.668	241.982	28%
ECT	643.751	1.098	644.849	480.599	-164.250	-25%
Polo delle scienze umane e sociali						
IRVAPP	700.133	15.484	715.617	591.887	-123.730	-17%
ISIG	611.640	20.737	632.377	675.047	42.670	7%
ISR	525.798	3.884	529.681	601.500	71.819	14%
Progetti speciali						
CNR-IBF	4.000		4.000	4.964	964	24%
CNR-IFN	325.602		325.602	327.396	1.794	1%
CNR-IMEM	196.006	1.819	197.825	206.160	8.334	4%
PS FBK	397.690		397.690	269.038	-128.652	-32%
PS IRCS	-6.997		-6.997	7.938	14.935	-213%
PS FBK-UNITN	45.580		45.580	53.753	8.173	18%
Progetti Bandiera	925.819		925.819	624.276	-301.544	-33%
Progetti Sistema	410.084	3.892	413.976	382.788	-31.188	-8%
Progetti Proof-of-Concept	400.026		400.026	174.530	-225.496	-56%
Progetti Strategici						
Costi comuni RICERCA	1.044.107	1.400.000	2.444.107		-2.444.107	-100%
	3.236.650	1.148.967	4.385.617	68.795	-4.316.822	-98%
Supporto alla Ricerca						
Valutazione della Ricerca	190.378		190.378	188.636	-1.741	-1%
Marketing / KTA	499.610		499.610	479.296	-20.315	-4%
AIRT	367.922	2.300	370.222	399.694	29.472	8%
Biblioteca Editoria e Supporto al PSUS	774.988	4.523	779.511	760.754	-18.757	-2%
Comunicazione	410.337	6.867	417.204	461.637	44.433	11%
Service	274.980		274.980	274.269	-712	0%
Supporto e Infrastrutture	453.764		453.764	477.500	23.736	5%
Sicurezza e Prevenzione	392.100	1.210	393.311	411.267	17.956	5%
Gestione Finanziaria Progetti	151.398		151.398	147.839	-3.559	-2%
Viaggi e Trasferte	212.870		212.870	208.018	-4.853	-2%
Data Office	537.330		537.330	431.576	-105.754	-20%
Innovazione Scuola	138.263	6.029	144.292	147.186	2.895	2%
Amministrazione						
Organi Istituzionali	728.081		728.081	718.442	-9.639	-1%
Amministrazione contabile	604.188		604.188	606.842	2.654	0%
Amministrazione del personale	1.032.001	18.866	1.050.867	1.108.095	57.227	5%
Appalti e Contratti	510.944	677	511.621	560.793	49.171	10%
Legale	113.802	6.605	120.406	131.347	10.940	9%
Patrimonio	515.914		515.914	565.938	50.024	10%
Trasparenza	80.981	6.100	87.081	70.281	-16.800	-19%
Plessi						
Costi comuni	1.985.900	685.836	2.671.736	2.186.132	-485.603	-18%
	2.282.650	1.548.923	3.831.574	1.758.117	-2.073.457	-54%
Investimenti strategici						
Piano edilizio	337.000	300.000	637.000		-637.000	-100%
Sistema informativo	900.000	665.423	1.565.423	987.543	-577.880	-37%
	225.000	394.709	619.709	201.527	-418.182	-67%
Partecipate - spin-offs						
	150.000	240.000	390.000	20.835	-369.165	-95%
TOTALE	34.395.110	7.105.947	41.501.057	31.460.037	-10.041.020	-24%
RICERCA CORE						
SUPPORTO ALLA RICERCA	20.524.708	3.217.879	23.742.587	18.156.476	-5.586.111	-24%
AMMINISTRAZIONE	4.403.941	20.929	4.424.870	4.387.671	-37.199	-1%
PLESSI E COSTI COMUNI	3.585.911	32.248	3.618.159	3.761.737	143.578	4%
INVESTIMENTI STRATEGICI	4.268.550	2.234.759	6.503.309	3.944.249	-2.559.060	-39%
PARTECIPATE - SPIN-OFFS	1.462.000	1.360.132	2.822.132	1.189.069	-1.633.063	-58%
	150.000	240.000	390.000	20.835	-369.165	-95%
TOTALI	34.395.110	7.105.947	41.501.057	31.460.037	-10.041.020	-24%

Riclassificazione del quadro finanziario generale rispetto alle Aree Prioritarie ed alle Dimensioni Strategiche del PPR

<u>Descrizione</u>	Costo	Ricavo	AdP Aggiuntivo	ADP
Aree prioritarie				
Agrifood, sicurezza ambientale e agricoltura	2.057.549	1.318.652	-	796.357
Ambiente e clima, energia e fonti rinnovabili	1.761.183	1.202.321	-	601.334
Fabbrica intelligente	6.974.455	4.610.691	-	2.746.917
Salute	6.116.145	3.431.093	3.439	2.772.827
Scienze umane e sociali	3.133.064	362.802	-	2.787.265
Smart cities & communities	6.425.244	3.247.266	-	3.324.247
Turismo e patrimonio culturale	844.119	460.527	-	356.762
Altre attività	1.753.209	844.144	25.218	882.846
Domini scientifico-tecnologici trasversali				
ICT	3.019.664	1.911.266	-	1.096.694
Biotecnologie e Genomica	12.011	4.781	-	7.292
Fotonica	345.267	13.338	-	332.052
Materiali avanzati	-	-	-	-
Micro-Nano elettronica	-	-	-	-
Nanotecnologie e nanoscienze	213.207	4.781	-	208.488
Dimensioni strategiche				
Interconnessione con il mondo produttivo e ricadute territoriali	1.261.023	129.007	-	1.139.956
Apertura internazionale e collaborazioni interregionali, nazionali ed europee	452.741	71.641	-	380.985
Attori territoriali della ricerca: sinergia, eccellenza e massa critica	-	-	-	-
Innovazione sociale	-	-	-	-
Valorizzazione del capitale umano e dei talenti	246.257	95.840	-	154.171
Legame tra ricerca, innovazione e istruzione – Poli di specializzazione	-	-	-	-
Valutare per migliorare	195.684	4.781	-	190.965
Infrastrutture di ricerca	8.154.247	3.494.337	-	4.617.130
Partecipate in chiusura	-	-	-	-
Comparto Amministrazione e Supporto alla Ricerca				
Technology Innovation	498.757	-	-	498.757
Legale	131.347	-	-	131.347
Sicurezza	411.267	13.400	-	411.267
Organi Istituzionali	749.736	31.423	-	718.442
Amministrazione contabile	606.842	-	-	606.842
Amministrazione del personale	1.108.562	467	-	1.108.095
Patrimonio	280.396	-	-	280.396
Plessi	2.677.230	393.276	-	2.186.132
Costi comuni	2.452.194	191.971	-	1.933.402
Investimenti strategici	-	-	-	-
Piano edilizio	987.543	-	-	987.543
Sistema Informativo	201.527	-	-	201.527
TOTALI	53.070.469	21.837.805	28.656	31.460.037