



Bilanci previsionali e strumenti di programmazione

I. Budget Economico Triennale e Piano Triennale
delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno
Kessler per gli anni 2020-2022

II. Budget e Piano Annuale delle Attività di Ricerca
della Fondazione Bruno Kessler per l'anno 2020

Premessa

Il presente documento contiene il “Budget Economico Triennale e Piano Triennale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per gli anni 2020-2022” (B&PTA 2020-2022) ed il “Budget e Piano Annuale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per l’anno 2020” (B&PAA 2020).

Come previsto dal d.lgs. n. 118/2011 ed in linea con la legge di contabilità provinciale, articolo 78 bis 2, il B&PTA 2020-2022 presenta la visione strategica ed il budget triennale della Fondazione Bruno Kessler (FBK).

Il B&PAA 2020 riporta, invece, le attività di ricerca e innovazione che la Fondazione intende condurre nel corso del 2020 e le poste di bilancio necessarie per realizzarle, in armonia con quanto previsto dalla legge provinciale (14/2005) istitutiva della stessa Fondazione e dalle direttive provinciali in materia ed è stato sottoposto al Comitato Scientifico della Fondazione per un parere obbligatorio ex-ante sui contenuti tecnico-scientifici.

Le pagine che seguono sono articolate in tre parti.

La prima delinea la visione della Fondazione e ne presenta gli obiettivi e la strategia per il triennio 2020-2022.

La seconda parte descrive le attività di ricerca che la Fondazione intende condurre nel corso dell’anno 2020 – raggruppate per Centro (e, eventualmente, per Linea o Unità operativa) o Progetto Speciale – dettagliando gli obiettivi posti per il 2020, gli strumenti per realizzarli e gli indicatori e risultati misurabili adottati per valutarne il conseguimento.

La parte conclusiva del documento presenta le tabelle relative al Budget Economico Triennale di FBK per gli anni 2020-2022 (Conto Economico 2020-2022), oltre al Budget delle Attività di Ricerca per l’anno 2020 (Quadro finanziario generale 2020) corredato da una tabella atta a guidare la rilettura¹ in relazione alle Aree Prioritarie e alle Dimensioni Strategiche individuate nel “Programma Pluriennale della Ricerca per la XV legislatura” (PPR) della Provincia autonoma di Trento, e quindi alla strategia di specializzazione intelligente (Smart Specialization Strategy - S3).

Per l’anno 2020 vengono, inoltre, presentate le tabelle relative all’Organico, al Portafoglio Progetti e al Budget, suddivise per Centro, Linea o Unità, Progetto Speciale.

¹ Per la classificazione delle attività condotte da FBK in relazione al PPR si rimanda al “Piano Stralcio 2016-2018 della Fondazione Bruno Kessler” (PS2016-2018).

Indice

Parte I

Piano Triennale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per gli anni 2020-2022

Visione strategica	9
--------------------------	---

Parte II

Piano Annuale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per l'anno 2020

ICT – Centro per le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione	27
DigiS – Digital Society	39
HWB – Health & Wellbeing	49
DI – Digital Industry	58
CS – Cybersecurity.....	65
CMM – Centro Materiali e Microsistemi	71
ARES – Applied Research on Energy Systems.....	78
MST – Microsystems Technology	85
MNF – Micro Nano Facility	95
FMPS – Functional Materials and Photonic Structures	101
IRIS – Integrated Radiation and Image Sensors	107
ECT* – Centro Europeo per gli Studi Teorici in Fisica Nucleare e Aree Collegate	115
ECT*/LISC – Laboratorio Interdisciplinare di Scienza Computazionale	122

IRVAPP – Istituto per la Ricerca Valutativa sulle Politiche Pubbliche	125
ISIG – Istituto Storico Italo-Germanico	131
ISR – Centro per le Scienze Religiose	139

PROGETTI SPECIALI

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

CNR-FBK (IBF): Biomolecole e Membrane Biologiche.....	147
CNR-FBK (IFN): Fotonica: Materiali, Strutture e Diagnostica.....	154
CNR-FBK (IMEM): Nanoscienze: Materiali, Funzionalizzazioni e Dispositivi Prototipali	166

TABELLE ECONOMICO FINANZIARIE

Tabelle Parte I

Budget Economico Triennale della Fondazione Bruno Kessler per gli anni 2020-2022

Conto Economico 2020-2022	179
---------------------------------	-----

Tabelle Parte II

Budget delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per l'anno 2020

Tabelle Organico, Budget e Portafoglio Progetti per Centro / Linea o Unità /	
Progetto Speciale.....	183
Quadro finanziario generale 2020.....	225
Riclassificazione del quadro finanziario generale rispetto alle Aree Prioritarie ed alle Dimensioni Strategiche del PPR.....	226

Parte I

Piano Triennale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per gli anni 2020-2022

Visione strategica

1. La Fondazione e i suoi obiettivi strategici di lungo periodo

Le considerazioni esposte nelle pagine che seguono si muovono nell'ambito degli obiettivi di lungo periodo fissati dal Piano Strategico 2018-2027 (PS 2018-2027) e di quelli di medio e breve termine illustrati nel Piano Esecutivo 2018-2020 (PE 2018-2020). Essendo già stati ampiamente descritti nel documento intitolato "Budget Economico Triennale e Piano Triennale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per gli anni 2019-2021" (B&PTA 2019-2021), essi non verranno qui nuovamente ripresi se non per sommi capi.

Si ricorda, dunque, che in quei documenti la Fondazione si è posta quattro grandi finalità che, ovviamente, continueranno ad essere perseguite anche nel triennio 2020-2022. Si tratta: a) dell'impegno a far crescere le competenze e le qualificazioni professionali dei propri ricercatori; b) della volontà di garantire l'ulteriore consolidamento della propria reputazione scientifica a livello nazionale e internazionale; c) del proposito di sviluppare nuove forme di cooperazione a lungo termine con affermate istituzioni nazionali e internazionali di ricerca e d) della ferma intenzione di trasformare i risultati della ricerca in strumenti per migliorare i modi di funzionamento dell'economia e della società a vantaggio di cittadini, associazioni, imprese e istituzioni.

Si rammenta, inoltre, che gli stessi documenti programmatici collegano le quattro grandi finalità appena illustrate a quattro domini, o aree, – territorio, ambiente, salute e lavoro – derivati dai *Global Sustainable Development Goals* fissati dall'ONU¹ sui quali la Fondazione agirà in tutti gli ambiti territoriali e in tutti i contesti socio-economici – da quello provinciale a quelli nazionale, europeo ed extra-europeo – nei quali essa si trova ad operare. Si noti, inoltre che i macro obiettivi e i domini sopra elencati, trovano pieno riscontro nel IX programma quadro della Commissione UE, segnatamente per quanto riguarda il ruolo di *pivot* assegnato all'AI nella ricerca di frontiera e in quella dei settori maturi.

Il panorama fin qui disegnato è, però, mutato nel corso del 2019.

In primo luogo, perché le finalità strategiche e le mete di medio periodo che innervano i domini operativi che quel panorama compongono sono state rivisitate nel secondo semestre del 2019 in modo da meglio integrarle ai contenuti della <Carta di

¹ Com'è noto, i Global Sustainable Goals sono i seguenti: i) Pace e giustizia; ii) Sconfiggere la Fame nel mondo; iii) Eliminare la Povertà; iv) Riduzione delle Disuguaglianze; v) Parità di genere; vi) Istruzione di qualità; vii) Buona Salute; viii) Acqua pulita e Servizi igienico-sanitari; ix) Occupazione e crescita economica; x) Innovazione e infrastrutture; xi) Città e comunità sostenibili; xii) Consumo responsabile xiii) Lotta contro il cambiamento Climatico; xiv) Energie rinnovabili; xv) Flora e Fauna Terrestre; xvi) Flora e Fauna Acquatica; xvii) Partnership per gli obiettivi.

Rovereto sull'innovazione> che definisce le linee strategiche per la ricerca trentina dei prossimi anni.

In secondo luogo, perché, sfortunatamente, si dovrà procedere a una ridefinizione dei risultati previsti per il 2020 e per gli anni successivi dai piani pluriennali sopra richiamati. Questa ridefinizione riguarderà sia i livelli dell'eccellenza scientifica, sia, soprattutto, le ricadute sul territorio trentino ed è resa necessaria dalla sensibile diminuzione del finanziamento in Accordo di Programma (AdP) da parte della Provincia autonoma di Trento (PaT).

Il presente piano non tiene in considerazione la ridefinizione di cui sopra perché la riduzione prevista - 2 milioni di Euro per il 2020 ed ulteriori 1.5 milioni di Euro per il 2021 e 2022 rispetto al finanziamento relativo al 2019 -, è stata comunicata ad FBK dopo la fine del processo di definizione del piano stesso.

Durante lo svolgimento delle attività del 2020 si cercherà quindi di definire sia il livello di risultati possibili compatibili con il nuovo livello di finanziamento in AdP, sia un nuovo modello di funzionamento di FBK adatto ad affrontare le nuove difficoltà economico-finanziarie.

A tale proposito va evidenziato che la riduzione appena menzionata si aggiunge a quella già subita nel periodo 2013-2016 (ammontante a oltre 5 milioni di Euro per anno) e che aveva indotto a un pesante processo di razionalizzazione delle attività della Fondazione.

L'inevitabile conseguenza di questi due provvedimenti porterà a un livello critico il rapporto fra fondi su commesse e fondi in AdP e, perciò stesso, a una progressiva erosione della capacità di effettuare ricerca di eccellenza. Dal canto suo, quest'ultimo evento si sta traducendo in un minore impatto di FBK sul territorio, il che mette in pericolo il principio dell'economia circolare della conoscenza su cui FBK ha fin qui basato tutta la sua attività. Basti ricordare, in linea con quanto più volte fatto in vari documenti ufficiali, che FBK, nel 2018, ha restituito al sistema trentino in termini di tasse, risparmi e contributo al PIL molto più di quanto ricevuto dalla PaT in AdP.

Un'importante modifica contemplata nel piano riguarda l'integrazione fra i Centri CREATE-NET ed ICT. Tale integrazione, prevista a partire dal 1 gennaio 2020, è stata considerata opportuna sia per rafforzare la sinergia fra le varie attività delle Unità di Ricerca afferenti ai due Centri, sia per anticipare una razionalizzazione generale resa necessaria dalla contrazione di fondi in AdP da parte della PAT.

Per inquadrare meglio i contenuti del presente documento, è opportuno ricordare gli assetti organizzativi attuali – post razionalizzazione, cioè – della Fondazione e ricordare che essa è organizzata su sei Centri di ricerca raggruppati in due poli: i) scientifico e tecnologico; e ii) delle scienze umane e sociali.

Il primo comprende tre Centri: a) ICT; b) Materiali e Microsistemi e c) ECT*.

Essi producono conoscenze analitiche e strumentazioni operative nel campo dei sistemi multifunzionali, dei sensori avanzati, dell'automazione, delle nanotecnologie, della cyber security, del fog computing, della data science, del cognitive computing e della fisica teorica.

Dal canto suo, il polo delle scienze umane e sociali è formato dall'ISR, dell'ISIG e dall'IRVAPP. Essi generano conoscenze, riflessioni e interventi concreti, in materia di: i) cambiamento dei modelli valoriali ed etici derivati dalle trasformazioni tecnologiche; ii) mutamenti socio-culturali e socio-economici collegati alla trasformazione del mondo dei media di massa e dell'avvento dei social media, iii) impatti economici e sociali causalmente attribuibili alle politiche e agli interventi della PA a livello europeo, nazionale e locale.

In linea con le indicazioni del PS 2018-2027 e del PE 2018-2020, nonché del B&PTA 2019-2021, queste varie aree di competenza hanno iniziato ad essere collegate tra loro in promettenti progetti multidisciplinari che dovrebbero essere ulteriormente sviluppati – ammontare di risorse economiche in AdP permettendo – nel corso dei prossimi anni, così da generare produttive esperienze di *cross-fertilisation* tra discipline e, per questa via, il ricordato avanzamento della frontiera conoscitiva e della rilevanza, rispetto alla generalità degli ambiti della vita associata, delle ricadute della ricerca scientifica prodotta dalla Fondazione. Nell'ottica appena espressa, l'Intelligenza Artificiale (AI) costituisce lo strumento privilegiato per realizzare l'integrazione multidisciplinare delle attività dei Centri di FBK e, con essa, il più volte ricordato spostamento in avanti della natura e dei metodi degli studi e delle ricerche da essa condotte, nonché della qualità e della rilevanza dei loro esiti pratici.

2. Gli obiettivi operativi di medio e di breve periodo

In questa sezione saranno richiamate le articolazioni operative del PS 2018-2027 effettuate dal PE 2018-2020, riprese dal B&PTA 2019-2021 e qui attualizzate fino al 2022, ponendo, però, particolare attenzione alle iniziative che si concluderanno entro il 2020 e a quelle che, iniziando in tale anno, proseguiranno nei due anni successivi.

2.1. Crescita delle qualificazioni del personale di ricerca

Com'è noto, la Fondazione ha posto in essere da tempo misure intese ad innalzare le competenze sia dei propri ricercatori, segnatamente quelli più giovani, sia dei propri funzionari amministrativi. Questi ultimi partecipano a svariati corsi di specializzazione, mentre i primi sono incentivati a intervenire in convegni scientifici di rilievo nazionale e internazionale e godono della possibilità di trascorrere, attraverso il programma *Mobility*, periodi di studio e ricerca variamente estesi presso prestigiose istituzioni scientifiche italiane e straniere.

FBK si era, inoltre, riproposto di attuare nel 2020 e nei due anni seguenti qualificanti processi di reclutamento di nuovo personale ricercatore, selezionandolo da quello operante in prestigiose istituzioni accademiche e di ricerca italiane e straniere. Difficilmente questo obiettivo sarà raggiunto a causa del ricordato precario equilibrio economico-finanziario che, a causa delle più volte ricordate variazioni negative dell'AdP, la Fondazione si troverà a dover affrontare.

2.2. Consolidamento della reputazione scientifica

I brillanti risultati raggiunti dalla Fondazione nell'ultima VQR sono stati presentati in plurime occasioni e documenti. Analogamente, è stata a più riprese resa nota la consistenza dei fondi di ricerca acquisiti da bandi competitivi nazionali e internazionali, dai numerosi programmi di collaborazione scientifica con prestigiose istituzioni italiane e straniere sottoscritti negli ultimi due anni e dalle richieste di formazione che importanti segmenti dell'amministrazione pubblica italiana e dell'UE continuano a rivolgerle a FBK. Non si può, dunque, negare che fino ad oggi la Fondazione goda di una solida reputazione scientifica.

Al fine di cercare di conservare quest'ultima, la Fondazione si propone di mantenere la propria presenza sul mercato internazionale della ricerca anche tramite le attività svolte congiuntamente con notorie organizzazioni accademiche e scientifiche italiane e straniere. Inoltre, ha posto in essere e sta sistematicamente implementando un sistema di monitoraggio continuo delle pubblicazioni dei propri ricercatori. Esso consiste nel misurare con cadenza mensile l'andamento della numerosità delle pubblicazioni dei suoi dipendenti e quello dell'impact factor delle riviste sulle quali quelle pubblicazioni appaiono. Questo sistema di monitoraggio consente, inoltre, di effettuare previsioni di massima sui possibili esiti per la Fondazione di eventuali nuove tornate della VQR poste in essere dall'ANVUR.

2.3. Sviluppo di forme di cooperazione a lungo termine con affermate istituzioni accademiche e di ricerca

Proprio in virtù della sua elevata reputazione scientifica e dell'impegno che pone nella formazione delle giovani leve di ricercatori, FBK è stata invitata a partecipare a, (o ha proposto, ottenendone reazioni ampiamente positive, di intervenire in), vari dottorati di ricerca. Va sottolineato che non si tratta di interventi di mero sostegno finanziario. Naturalmente FBK partecipa anche economicamente – come accade nella generalità delle *joint ventures* – ai corsi di dottorato nei quali essa è presente, ma l'elemento di gran lunga più importante – quello cioè dal quale è dipeso l'invito fatto a FBK o l'accettazione di quello da essa avanzato – è costituito dall'alta considerazione culturale e scientifica nella quale la Fondazione è tenuta dalle istituzioni accademiche con le quali collabora. Tant'è vero che i contenuti e l'organizzazione didattica di questi corsi sono disegnati assieme tra FBK e il pertinente Ateneo, che gli studiosi di FBK sono chiamati a far parte dei collegi dei corsi di dottorato nei quali la Fondazione interviene, che gli studenti di questi corsi sono inseriti anche nei gruppi di ricerca in essa operanti e che molti di essi in questi gruppi svolgono la loro tesi. A ulteriore testimonianza dell'organicità e del rilievo di queste forme di collaborazione didattica stanno la loro durata pluriennale e la notorietà degli Atenei italiani e, soprattutto, stranieri in esse coinvolte. I primi sono costituiti dalle Università di Bologna, di Bolzano, di Brescia, di Genova, di Padova, di Pavia, di Roma Tor Vergata, di Trento, dal Politecnico di Torino e dal consorzio delle Università di Firenze, Pisa e Siena. Tra quelli stranieri si annoverano: l'Università del Lussemburgo, l'University College, l'Imperial College, la Queen Mary University e l'Università di Liver-

pool in Inghilterra, il Centro Skoltech dello Skolkovo Institute of Science And Technology in Russia, il MIT negli USA, la Pontifical Catholic University of Rio Grande Do Sul e l'Universidade Federal De Santa Catarina in Brasile.

Tutte le collaborazioni sopra menzionate fanno capo a quello che dal febbraio 2017 è noto come *FBK International PHD Program*. Ad esso partecipano più di 130 studenti di dottorato che svolgono il loro cursus studiorum presso i vari Centri della Fondazione. Nel prossimo futuro è prevista un'iniziativa di rafforzamento dell'attività in esame costituendo una scuola estiva internazionale riservata, appunto, ai dottorandi che fanno capo al programma di FBK e, più in generale, alle scuole di dottorato degli atenei con i quali la Fondazione collabora.

Nell'ambito delle attività formative svolte da FBK in accordo con importanti istituzioni accademiche, si devono ricordare, anche per la loro significativa portata di innovazione istituzionale, le *double affiliations* poste in essere assieme all'Università di Trento, costituite dalla condivisione di professori universitari che svolgono la loro attività di ricerca principalmente presso la Fondazione.

L'appena citato accordo con l'Università di Trento per la creazione di posizioni di doppia affiliazione è parte integrante del processo di costituzione di un laboratorio congiunto fra il Centro ICT e il DISI sulla Visione Artificiale. Con l'Università di Trento, inoltre, sono stati posti in essere due altri laboratori congiunti riguardanti, rispettivamente gli "Aspetti giuridici in sanità digitale" e la "Valutazione socio-economica della sanità digitale". Va da sé che, dal lato dell'Università di Trento, il primo laboratorio coinvolge il Dipartimento di Giurisprudenza, mentre l'altro riguarda il Dipartimento di Economia. Dal lato di FBK, entrambe le iniziative fanno, invece, capo al Centro ICT.

Esiste un'ulteriore iniziativa di collaborazione scientifica di lunga durata prospettica tra FBK e l'Ateneo trentino. Essa ha, però, respiro più ampio delle precedenti nel senso che coinvolge anche il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Si tratta del Laboratorio Q@TN che ha come obiettivo lo sviluppo delle scienze e delle tecnologie quantistiche e che ha, per così dire, tratto ispirazione dalla FET Flagship lanciata dall'UE intitolata, appunto, alle "Quantum Technologies".

FBK ha, poi, contribuito in misura decisiva alla creazione del neonato laboratorio nazionale di Artificial Intelligence and Intelligent Systems (AIIS), laboratorio che è incardinato nel Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica (CINI). La Fondazione sarà, ovviamente, parte del comitato di gestione del laboratorio in parola.

FBK va, inoltre, annoverata tra i principali promotori dell'iniziativa CLAIRE (Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe), un'iniziativa della Comunità Europea che mira a rafforzare l'eccellenza continentale nella ricerca e nell'innovazione nell'ambito dell'AI.

Nel corso dei prossimi due anni saranno mantenute, ove possibile, le collaborazioni scientifiche già esistenti tra il Centro Europeo per gli Studi Teorici in Fisica Nucleare, ECT* di FBK, l'Università di Trento, la Goethe Universität di Francoforte, la Technische Universität di Darmstadt, la Technische Universität di Monaco, l'Extreme Matter Institute di Darmstadt e il Joint Institute for Nuclear Research (JINR) di Dubna.

Si conserveranno, inoltre, le partnership internazionali dell'ISR, in particolare, quelle con la Georgetown University di Washington DC, e con le università di Cambridge, Helsinki, Sheffield, Humboldt, Lussemburgo e Al-Farabi.

2.4. Trasformazione dei risultati della ricerca in strumenti per migliorare i modi di funzionamento dell'economia e della società a vantaggio di cittadini, associazioni, imprese e istituzioni

In quest'ultimo paragrafo della seconda sezione si esporranno le iniziative e i modi nei quali FBK intende realizzare nel medio e nel breve periodo il suo quarto obiettivo strategico, il quale - lo si ricorderà – statuisce che la ricerca svolta dalla Fondazione debba contribuire a migliorare i modi di funzionamento dell'economia e della società a vantaggio di cittadini, associazioni, imprese e istituzioni. Per il triennio 2020-2022 la finalità strategica in parola è stata articolata in una serie di obiettivi operativi che gravitano su quattro aree: i) salute; ii) territorio; iii) lavoro e iv) ambiente.

Di questi obiettivi si dà conto qui di seguito, distintamente area per area.

Si sottolinea, tuttavia, che essi sono stati non marginalmente ridimensionati, rispetto a quanto precedentemente previsto in PS 2018-2027 e in PE 2018-2020, sempre a causa dei tagli dell'AdP subiti a valere sul 2020.

2.4.1. Obiettivi operativi dell'area Salute

All'area Salute fanno capo due obiettivi operativi definibili, rispettivamente, come promozione di sani stili di vita e come sviluppo di procedure per cure mediche personalizzate.

Nell'ambito dell'obiettivo operativo promozione di sani stili di vita, per il 2020 e per i due anni seguenti, si prevede di sviluppare la versione definitiva di un applicativo, denominato Salute+, accessibile gratuitamente a tutti i cittadini, inteso a suggerire sani stili di vita e, più esattamente, equilibrati modelli di alimentazione, di attività fisica e di relazioni sociali. In termini quantitativi si prevede che questo applicativo sia utilizzato da circa 100.000 soggetti.

A contribuire alla realizzazione della finalità in esame sarà, nel 2020 e nei due anni seguenti, anche un'iniziativa di coaching virtuale che prevede lo sviluppo di un sistema, basato su AI, finalizzato all'addestramento di individui e famiglie all'assunzione di comportamenti quotidiani atti a garantire un'elevata efficacia delle terapie mediche. Nell'ambito dell'iniziativa in esame, è già stato rilasciato l'applicativo TreC-Diabete, in grado di permettere al medico specialista di consegnare al paziente un software personalizzato, caricabile su smartphone o tablet. Il software in questione è in grado di essere specificamente adattato alla situazione patologica e alle connesse esigenze di cura del paziente e consentirà a quest'ultimo di apprendere i modi migliori per seguire puntualmente le prescrizioni mediche. L'applicativo, inoltre, fornirà al medico indicazioni in merito ai comportamenti del paziente e all'eventuale insorgere di particolari problematiche. Il sistema è al momento in uso sperimentale da parte di 30 pazienti che soffrono di diabete di tipo I e II. Nel 2020 inizieranno le attività per rendere a 3 anni il sistema in grado di essere utilizzato da altri 10.000

pazienti trentini. Inoltre quest'ultimo verrà esteso all'ambito delle malattie cardiovascolari. In questa seconda versione l'applicativo gestirà lo scompenso cardiaco e i problemi di aritmia cardiaca. Si pensa di riuscire ad attivare nel 2020 una sperimentazione del dispositivo che coinvolga 500-1.000 persone in ambito provinciale. Sempre in materia di messa a punto di tecnologie di virtual coaching, FBK si propone di mettere a punto applicativi di tal fatta a sostegno della salute delle gestanti, delle puerpere e delle madri nei primi 1000 giorni di vita del bambino, coinvolgendo 4.000 nuove madri ogni anno.

Una terza linea di intervento in campo sanitario è costituita dalla messa a punto di una piattaforma digitale denominata TreC in grado di gestire informazioni sullo stato di salute sulle singole persone e di gestire, in funzione di quest'ultimo, applicazioni da dispositivi mobili.

Sempre nell'ottica di promuovere le capacità diagnostiche e di cura del sistema sanitario locale e nazionale, FBK si impegna a mettere a punto dispositivi "lab-on-chip" per l'isolamento e lo studio di biomarcatori di malattie, quali, ad esempio, le neoplasie, attraverso l'esame di microRNA e RNA non codificanti, di esosomi e di piastrine. Come è noto, tali dispositivi si rivelano particolarmente utili per sistemi miniaturizzati di diagnosi precoce e non invasiva (biopsia liquida). Nel 2020, si effettueranno, inoltre, test sul campo per migliorare i sensori, messi a punto nel 2019, utilizzati nella riduzione del coinvolgimento dei tessuti sani da parte del fascio di protonterapia.

Si potenzieranno, inoltre, le applicazioni in campo medico dei sensori NUV-SiPM con sensibilità nel vicino ultravioletto anche al fine di sviluppare collaborazioni con l'industria del settore le possibilità di utilizzazione diagnostica della Positron-Electron Tomography (PET).

Oltre che attraverso la predisposizione di piattaforme informatiche, di applicativi e di strumentazioni nanotecnologiche, FBK affronterà i problemi connessi a garantire un miglior stato di benessere psico-fisico alle persone attraverso iniziative di stampo formativo. In particolare, la Fondazione continuerà nella realizzazione di forme di alta formazione rivolta ai medici. Esse ruoteranno principalmente attorno alla Scuola di formazione in Medicina Generale, ospitata negli edifici della Fondazione. La gestione di quest'ultima, grazie alla sottoscrizione di un protocollo d'intesa con l'Ordine dei Medici e l'APSS e ad un Accordo di programma aggiuntivo con il Dipartimento Salute Politiche sociali della PAT, vedrà esercitare un ruolo ancora più significativo da parte della Fondazione. Quest'ultima continuerà ad operare, in collaborazione con i tre soggetti appena citati, nel campo della salute digitale e dei processi formative dei medici. Nel corso del 2020, inoltre, FBK organizzerà una Summer School sulla Responsabilità medica, assieme all'Ordine dei Medici della Provincia di Trento e all'Osservatorio nazionale sulla responsabilità medica. Con il Dipartimento Ambiente della PaT, darà vita, inoltre, a un convegno su "Ambiente e Salute".

2.4.2. Obiettivi operativi dell'area Territorio

Quest'area annovera quattro obiettivi: i) sviluppo di comunità intelligenti; ii) costruzione di tecnologie per un uso protetto del denaro e delle risorse finanziarie; iii) strumenti per garantire la presenza di collettività sicure e inclusive e iv) effettuazione di stime previsionali del PIL provinciale.

La prima iniziativa riguardante lo sviluppo di comunità intelligenti consiste nell'allargamento a una pluralità di quartieri della città di Trento e ad altri centri urbani esterni al Trentino della sperimentazione su piccola scala (quartiere Vela) condotta nel corso del 2019 e intesa a costituire, via AI, una piattaforma territoriale capace di gestire una pluralità di strumenti informatici capaci di effettuare analisi della sostenibilità sociale e ambientale dei modelli di vita quotidiana dei cittadini.

L'idea di utilizzare le ICT per fluidificare i modelli di vita quotidiana e i rapporti dei cittadini con le istituzioni ha indotto FBK, già nel 2018, a mettere a punto una seconda piattaforma digitale, denominata Cartella dello Studente, in grado di monitorare le carriere scolastiche dei trentini in età compresa tra 6 e 19 anni. Questa cartella è già stata utilizzata da tutto il sistema scolastico trentino e a partire dal 2020 la sua portata sarà allargata così da comprendere anche le transizioni dalla scuola al lavoro.

In quest'ottica vanno anche segnalate le valutazioni di impatto e le analisi del rapporto costi benefici che saranno condotte sui corsi di FP riservati a soggetti in condizione di disoccupazione.

Venendo ora alle attività di FBK riguardanti l'uso sicuro delle risorse finanziarie da parte dei cittadini e la protezione dei rapporti tra essi e le istituzioni bancarie o le società di gestione patrimoniale, si deve menzionare la generalizzazione delle prestazioni della carta di identità elettronica (già messa a punto nel 2018) utilizzabile per accedere ai servizi finanziari on line anche grazie alle tecnologie sviluppate nel co-innovation lab realizzato congiuntamente al GFT, nota multinazionale operante nel settore delle finanze digitali.

Di pieno rilievo rispetto alle tematiche qui in discussione sono, infine, il potenziamento: a) dei sistemi di *blockchain* basati su tecniche di *distributed ledger* intese a garantire la sicurezza e la certificazione di pagamenti e di altri atti di scambio commerciale; b) dei sistemi *data driven* per la stima del valore di particolari oggetti di attività economica (ad esempio, la compravendita di terreni e abitazioni) di rilevante impatto finanziario, nonché la predizione del grado di affidabilità di possibili clienti delle istituzioni finanziarie; e c) delle soluzioni per garantire la sicurezza delle procedure di gestione dell'identità personale.

Ancora in tema di sicurezza degli strumenti informatici, va ricordato il progetto "Cyber Security," al cui interno, grazie alla sinergia tra due Centri della Fondazione (ICT e IRVAPP), si sta attuando una collaborazione con ISTAT e Banca d'Italia per lo sviluppo di una metodologia per l'analisi degli incidenti di sicurezza con l'obiettivo di fornire un supporto ai decisori per definire una strategia per la messa in sicurezza dei vari eco-sistemi digitali che, interconnessi, costituiscono l'infrastruttura digitale portante del paese.

In materia di iniziative per garantire lo sviluppo di società sicure e inclusive, nel corso del 2020, FBK intende produrre indagini sulle buone pratiche di coesione sociale e di partecipazione alla vita collettiva nelle società avanzate in vista della messa a punto di disegni di policy e di servizi in materia, ponendo specifica attenzione anche alle politiche di welfare della PaT.

Benché assai difforme dalle attività di ricerca illustrate in questo paragrafo, è d'uopo ricordare anche l'esercizio di stima del PIL provinciale che la Fondazione, attraverso un proprio modello econometrico multisettoriale, sta effettuando da anni e che continuerà anche in futuro. Tali stime, infatti, rivestono una notevole rilevanza informativa ai fini del monitoraggio degli andamenti dell'economia locale, dalla quale anche dipende il grado di benessere collettivo e coesione sociale.

2.4.3. Obiettivi operativi dell'area Lavoro

L'area Lavoro si articola su quattro diversi obiettivi: 1) Industria; 2) Veicolo Connesso; 3) Spazio e 4) Analisi delle politiche del lavoro locali.

Entro l'obiettivo Industria, a partire dal 2020, verranno messi in produzione tecniche, basate sulla AI, di pianificazione automatica, controllo predittivo, diagnostica e ripianificazione per il supporto alla produzione flessibile di sistemi industriali complessi e ad alta variabilità. Verrà condotto uno studio di fattibilità e realizzazione di strumenti per applicazioni di robotica autonoma con aziende chiave nei diversi settori industriali, da utilizzarsi sia in stazione di controllo che a bordo del robot (e.g. AUV, AGV).

Sempre via AI, sarà costruita una piattaforma per l'analisi di grandi quantità di dati provenienti sia da sensori installati su singoli sistemi produttivi, sia da log del sistema stesso. Queste analisi che, ovviamente, rivestono finalità diagnostiche e prognostiche si fonderanno sull'integrazione di tecniche avanzate di DSP, Machine Learning, Modellazione Formale, Model Based Design e Safety Assessment.

Si procederà, infine, al disegno, alla prototipazione e alla dimostrazione di sistemi autonomi per la percezione avanzata, basati sull'utilizzo di veicoli autonomi (quali droni, robot terrestri, e/o underwater) equipaggiati con sensori ottici attivi e passivi, in grado di svolgere attività di raccolta dati multi-sensoriale (immagini multi-modali, video, audio, dati ambientali) e programmati per svolgere missioni differenti in funzione del contesto operativo di utilizzo.

L'integrazione di sensoristica intelligente sul campo consentirà inoltre di configurare i sistemi autonomi come sistemi distribuiti e collaborativi in grado di migliorare gli aspetti di controllo, comunicazione e decisione del sistema stesso. Un importante campo di applicazione sarà quello dell'Agricoltura Digitale di Precisione. Importante in questo settore l'accordo con la Fondazione Edmund Mach (FEM) per la costituzione di una nuova Joint Research Unit (JRU) per lo sviluppo di soluzioni innovative per l'agricoltura, quali l'analisi tramite IoT di culture agricole e l'automazione degli interventi (ad esempio per l'irrigazione), l'analisi automatica per la prevenzione e cura delle malattie delle piante, l'integrazione di tecniche di IoT, tecniche di remote sensing e tecniche di analisi dei dati (con utilizzo di apprendimento automatico) per l'analisi dello stato di salute di coltivazioni.

Inutile sottolineare che tutte le iniziative di ricerca richiamate qui sopra verranno condotte nell'ambito di progetti di largo respiro da realizzare con primari attori industriali, quali Boeing Seattle, SAIPEM, United Technologies, Rete Ferroviaria Italiana (RFI), Enel, EyesVision, Spindox e Marangoni. Nell'ambito dell'agricoltura di precisione importanti partner industriali saranno costituiti da Alperia SpA in Alto Adige, A2A Smart e da consorzi vitivinicoli, quali CodiPra. Di tutto rilievo per ciò che riguarda le collaborazioni con imprese internazionali di grandi dimensioni, si deve ricordare lo sviluppo di sensori per la PET.

Oltre che della messa a punto di sistemi digitali capaci di migliorare i processi produttivi di imprese di grandi dimensioni a caratura nazionale e internazionale, nel corso del prossimo triennio la Fondazione si occuperà anche delle piccole imprese locali. Ciò avverrà in due modi. Rispondendo alle loro richieste di supporto tecnologico e di innovazione. E attraverso un'indagine panel condotta in collaborazione con ISPAT riguardante, tra l'altro, il ricorso alle tecnologie ICT e all'uso dei collegamenti internet in banda larga, le prospettive di innovazione di prodotto e di processo, le relazioni con la PA, il mondo bancario, i fornitori e la clientela.

L'obiettivo Veicolo Connesso, durante il triennio di interesse, si sostanzierà nella continuazione di esperienze di laboratorio per lo sviluppo di sistemi di *mapping* tridimensionale a veicoli in connessione permanente e, in prospettiva, a guida autonoma. Di rilievo al riguardo sarà anche la messa a punto di fotomoltiplicatori al silicio con sensibilità nel vicino infrarosso (NIR-SiPM).

L'obiettivo Spazio vedrà un'importante partecipazione nella fondazione al progetto Ital-GovSatCom (IGSC) della Space Economy coordinato a livello nazionale da Thales Alenia Space Italia (TASI), progetto che si propone la realizzazione di una nuova generazione di satelliti per telecomunicazioni che siano innovativi sotto diversi punti di vista, dalla propulsione al payload, dai sensori a bordo alla realizzazione della struttura stessa del satellite. FBK si occuperà in particolare dello sviluppo di sensori ottici space grade, di giroscopi e lo sviluppo di tecniche di Additive Manufacturing (AM), di sensori ed imager per Rendez-vous, di dispositivi fotonici per Atomic clocks e dispositivi di puntamento.

Infine l'obiettivo Analisi delle politiche del lavoro locali consisterà nella valutazione di impatto, condotta anche comparando tra loro la provincia di Trento, la regione Veneto e la regione Toscana, della misura nota come Garanzia Giovani. Essa sarà affiancata da una nuova valutazione di impatto dei corsi di formazione per disoccupati attuati in Provincia di Trento.

2.4.4. Obiettivi operativi dell'area Ambiente

La finalità di base delle ricerche gravitanti nell'area ambiente consiste nel garantire la sostenibilità ambientale principalmente, ancorché non esclusivamente, attraverso l'utilizzazione di energie rinnovabili.

Naturalmente il monitoraggio ambientale rappresenta il primo passo per mettere a punto interventi atti a garantire la sostenibilità dei modelli di vita economica e sociale delle singole comunità e della terra nel suo complesso. FBK studierà, pertanto, nuovi sensori per misurare lo stato e i livelli di resilienza dell'ambiente naturale e di quello

urbano e metterà a punto e valorizzerà nuove iniziative di innovazione sociale ispirate alla sostenibilità e all'economia circolare.

La Fondazione procederà, poi, a sviluppare combustibili generati attraverso l'energia solare. In particolare metterà a punto un ricevitore solare volumetrico incorporato in un reattore per la produzione di idrogeno e inizierà lo studio di nuove forme di solare termico per grandi processi industriali.

Di particolare rilievo saranno anche le ricerche condotte in materia di processi di accumulazione di energia elettrica (batterie per veicoli elettrici).

Pur non rientrando in nessuno dei quattro gruppi di obiettivi operativi descritti qui sopra, si ricorda che nella Fondazione esistono anche altre attività di ricerca che contribuiscono ai processi di innovazione sociale e di innalzamento dei livelli di coesione sociale. Tra esse si ricordano: i) le indagini di carattere storico sul tema delle interazioni tra mondo dei media e il mondo delle infrastrutture, intese come istituzioni che contribuiscono a mantenere le funzionalità di base dello stato moderno e dei suoi sistemi di welfare; ii) il ruolo delle religioni nel contenimento dei fenomeni di violenza comportamentale e verbale, anche veicolata, via social networks, che sfortunatamente caratterizzano non poca parte della cronaca quotidiana delle società contemporanee.

3. I progetti bandiera e a carattere trasversale della Fondazione

Le attività di ricerca descritte nel precedente paragrafo non esauriscono tutte quelle che la Fondazione svolgerà nel triennio 2020-2022. Ne esistono, infatti, altre, che pur essendo, ovviamente, connesse ai grandi obiettivi fissati dal PS 2018-2027 si caratterizzano per configurarsi come progetti pilota ossia di progetti intesi ad esplorare ambiti posti alle frontiere della conoscenza scientifica contemporanea e che, proprio perciò, fanno ricorso congiunto ai metodi e ai contributi sostantivi di una pluralità di discipline in vista della formulazione di nuovi paradigmi teorici e di nuovi approcci analitici. Proprio per le sfide cognitive che li sottendono, questi progetti, di durata pluriennale, sono definiti come progetti bandiera di FBK. Per loro tramite, la Fondazione, infatti, intende dimostrare la sua capacità di configurarsi, giusto quanto sottolineato parlando del PS 2018-2027, come un'istituzione *leader* nei settori più avanzati della riflessione scientifica contemporanea.

Di questi progetti, partiti nel corso del 2019, si è già detto ampiamente nel B&PTA 2019-2021. In questa sede ci limiteremo, pertanto, a farne memoria attraverso un semplice elenco. Utilizzando gli acronimi e le etichette in uso nella Fondazione i progetti in parola sono i seguenti: a) 5G@Trento; b) City sensing @TN; c) Computational human behaviour. Anche per questi progetti va ricordato il collegamento fra la mancanza di fondi in AdP e la necessità di ridefinire gli obiettivi concreti previsti ad inizio dei vari progetti.

4. Ulteriori iniziative di ricerca per il territorio

FBK, nell'ideazione e nello svolgimento di tutti i suoi progetti di ricerca ed innovazione, presta molta attenzione al contesto geografico, amministrativo economico e sociale al quale appartiene. In effetti, crediamo si debba riconoscere che svariate collaborazioni di ricerca e formative poste in essere dalla Fondazione coinvolgono il locale Ateneo e, soprattutto, che gli esiti culturali ed economici (si ricordi, uno per tutti, l'impatto sul PIL provinciale degli investimenti e delle spese sostenute anche utilizzando proventi finanziari nazionali ed europei) di tutte le attività della Fondazione, anche di quelle apparentemente più lontane dalla realtà provinciale, ricadono sul Trentino assai più che altrove. Ma esiste un più incisivo argomento per dimostrare che FBK non trascura il suo territorio e, anzi, lo pone al centro dei suoi interessi. Si tratta di un'ampia serie di iniziative di ricerca – delle quali non si ha, fin qui, avuto occasione di parlare – che sono specificamente rivolte, in toto o, almeno, in parte preponderante, alla realtà provinciale. È di queste che trattano le righe seguenti.

- i. FBK ha costituito un gruppo di studiosi – l'Unità Ricerca e Innovazione per la Scuola – che, in collaborazione con il Dipartimento della Conoscenza della PaT, l'IPRASE e l'Università di Trento e l'Indire, intervengono nella sperimentazione di modelli di innovazione del sistema formativo trentino. In particolare, nel corso del triennio, l'Unità, svolgerà attività di consulenza strategica per la scuola, anche avanzando proposte di divulgazione scientifica e ponendo in essere iniziative di orientamento professionale con particolare riguardo alle nuove occupazioni emergenti. L'Unità Ricerca e Innovazione per la Scuola intende, inoltre, esportare sul territorio nazionale i modelli di innovazione scolastica sperimentati a livello locale. In quest'ottica promuoverà l'utilizzazione su scala nazionale del modello DomoSens come best practice per la realizzazione di progetti di Alternanza Scuola-Lavoro grazie anche alla collaborazione con il MIUR. Anche l'esperienza dei campi sarà consolidata, soprattutto per quanto riguarda le tematiche di Industry 4.0, manutenzione predittiva e cybersecurity, andando ad alimentare e arricchire la già consolidata formula di living lab tramite un maggiore coinvolgimento delle aziende.
- ii. Ancorché si tratti di iniziative riguardante l'intera UE e da questa siano finanziate, è opportuno ricordare anche che la Fondazione, partecipando ai progetti denominati Teach up e Assess@learning, effettuerà una serie di valutazioni di impatto dell'efficacia di processi di formazione in servizio, attuati via internet, di insegnanti delle secondarie inferiori operanti in una decina di stati membri. In effetti, da queste valutazioni si potranno derivare importanti indicazioni circa il modo di risolvere, anche nel nostro paese e in Trentino, l'importante e difficile questione dell'aggiornamento metodologico e disciplinare degli insegnanti che già lavorano nelle scuole secondarie.
- iii. Com'è noto, FBK contribuisce da tempo, in virtù dell'accordo sottoscritto con la PaT, l'Università di Trento, la locale Associazione Industriali e Trentino Sviluppo, al consolidamento del Polo della Meccatronica e della PRO-M facility. Questo sostegno continuerà anche nel 2020 attraverso la messa a disposizione di personale ricercatore e tecnico nell'ambito della gestione del laboratorio e

all'interno di progetti di ricerca congiunti. La PRO-M facility completerà nel 2020 la fase di start-up con l'installazione delle ultime attrezzature acquistate sul bando FESR e provvederà alla definizione degli investimenti futuri con lo scopo di mantenere gli elevate livelli di funzionalità raggiunti dal laboratorio. Contemporaneamente si provvederà al consolidamento delle relazioni industriali con aziende trentine, italiane ed europee per l'attività di service specialistico sul tema dell'Additive Manufacturing, della progettazione elettronica e meccanica e della simulazione di processi di fabbricazione industriale innovativi. L'attività di acquisizione di progetti da privati o da pubblico tuttora in atto verrà ampliata ed estesa nel prossimo futuro. Continuerà anche l'attività di formazione fornita sia agli istituti scolastici che alle aziende sui temi innovativi della mecatronica.

- iv. Manifattura Domani rappresenta un terzo significativo progetto sulla realtà locale. Entro questo progetto, a partire dal 2020, la realizzazione dei TESSLabs, laboratori di supporto sul tema GREENTECHs, entrerà nella sua fase operativa. Nella prima parte dell'anno sarà realizzata l'opera di ristrutturazione dell'immobile dedicato arrivando, con il mese di luglio 2020, alla realizzazione dell'impiantistica dei laboratori e all'allestimento degli ambienti dedicati al test tecnologico e al service industriale. Seguendo il piano proposto, saranno realizzate le infrastrutture a supporto dei tre magneti: sistema casa, mobilità sostenibile e sportech. I laboratori forniranno supporto e servizi in vari ambiti: dalle IT e dall'applicazione delle soluzioni AI per sistemi energetici, alla modellazione e ingegnerizzazione di soluzioni tecnologiche innovative, ai test e alle validazioni di infrastrutture, alla produzione energetica e ai vettori e agli accumuli per la flessibilità del sistema energetico. Lungo la fase di preparazione dei laboratori, sarà attivata la collaborazione con Trentino Sviluppo in vista del coinvolgimento delle aziende locali. Dal settembre 2020 l'attività presso i TESSLabs dovrebbe entrare nella fase più operativa con personale dedicato alle prime collaborazioni, allo svolgimento dei progetti secondo le modalità di engineering, service, co-design, validation e qualification.

Nel 2021 e nel 2022 l'azione dei TESSLabs si specializzerà ulteriormente segmentando più in profondità i settori chiave della filiera territoriale della Greentech. L'azione sarà quindi orientata a completare o complementare parti di filiere già presenti presso la Manifattura o il territorio Trentino con ulteriori partner tecnologici.

- v. Di tutto rilievo, sotto il profilo della crescita e dell'integrazione sistemica delle strutture provinciali di ricerca, accademica e non, sono le sinergie tra FBK e la Fondazione Edmund Mach (FEM). Tra esse, relativamente al triennio, si devono ricordare la partecipazione di FBK, grazie alle sue competenze in AI, allo sviluppo di sistemi per la 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. In collaborazione trilaterale con FEM e l'Università di Trento, FBK continuerà a sostenere l'Osservatorio Trentino Clima e parteciperà al gruppo di lavoro del piano speciale PaT per l'irrigazione in Val di Non, contribuendo con strumenti di big data ana-

lytics e IoT. Inoltre, va sottolineata l'estensione dell'accordo quinquennale sottoscritto con la FEM, estensione che costituirà una nuova Joint Research Unit intesa a garantire l'applicazione dell'ICT all'ambito dell'agricoltura e delle foreste concentrandosi su una gestione intelligente dell'acqua, sul monitoraggio della fenologia vegetale, sulla gestione dei parassiti e dei predatori. Infine, si ricorda che la già esistente Joint Research Unit denominata EPILAB, continuerà ad operare nell'ambito del consorzio MOOD (MONitoring Outbreak events for Disease surveillance in a data science context; H2020; 2020-24) che produrrà tecniche innovative per migliorare l'identificazione, il monitoraggio e la valutazione di malattie emergenti in Europa (es. Dengue, Chikungunya, Zika, Febbre Gialla) e trasmesse per via aerea, da acqua contaminate, ecc.

- vi. Una recente e assai significativa iniziativa che rafforza ulteriormente l'integrazione di FBK con il proprio territorio è costituita dal potenziamento dei laboratori afferenti alla facility di Micro-Nano fabbricazione facente capo al Centro Materiali e Microsistemi, potenziamento che è stato reso possibile da un finanziamento di 8 milioni di Euro provenienti dai fondi FESR assegnati alla PaT per il progetto denominato "Key enabling technologies Facility in Trento". Questi fondi consentono di accrescere notevolmente le capacità del Centro in materia di Quantum Technology e nanotecnologie. In particolare i nuovi macchinari acquistati con il finanziamento di cui sopra consentiranno: 1) lo sviluppo di sistemi fotonici di elevate *performance* (guide d'onda, risuonatori ottici); 2) lo sviluppo di giunzioni Josephson e SQUIDs per circuiti QED e sensoristica (qBits superconduttori e studio dell'interazione radiazione materia a livello quantistico); 3) l'espansione degli studi per Q-BIT a temperature non-criogeniche con cristalli (diamante, SiC); 4) la realizzazione di strutture plasmoniche per l'estensione del *range* sensibile di fotosensori in silicio; 5) la realizzazione di strutture otticamente attive per applicazioni in campo analitico; 6) l'impiantazione di singolo ione per la creazione di effetti otticamente attivi e per lo sviluppo di transistor a singolo elettrone; 7) la realizzazione di nanostrutture per la miniaturizzazione di sensori chimici; 8) lo sviluppo di strutture piezoelettriche e piezoresistive per nanosensori; 9) l'ingegnerizzazione di superfici bioattive per applicazioni biomediche (*nano-scaffolding*, medicina rigenerativa, studio di sistemi biologici, bio-interfacce funzionali); e 10) la produzione di superfici nanostrutturate come substrato per lo studio di materiali bidimensionali. Da notare che questa crescita delle capacità operative del CMM consentirà anche il potenziamento della già ricordata iniziativa congiunta tra la Fondazione e l'Università di Trento, ossia del Laboratorio "Quantum Science and Technology in Trento" e, per questa via, della presenza trentina alla FET Flagship "Quantum Technologies" lanciata, come si è avuto modo di ricordare in precedenza.

5. Le compatibilità delle attività di ricerca con i tre pilastri di funzionamento della Fondazione

Nelle ultime pagine di questa nota sono stati sottolineati gli aspetti tecnici e applicativi delle ricerche che FBK condurrà nel triennio 2020-2022 trascurando, però, di richiamare quelli che sono definibili come pilastri dell'ordinato funzionamento della

Fondazione e che, come tali, sottendono l'effettuazione di tutti i progetti di ricerca ai quali si è fatto riferimento nelle pagine che precedono, nonché a tutti quelli in quella sede non menzionati per brevità, ma che compaiono nelle schede dei singoli dei Centri. Si ricorda, dunque, che i tre pilastri in questione sono costituiti: 1) dalla rilevanza scientifica di tutte le attività e di tutti i progetti di ricerca; 2) dalla garanzia di ricadute della produzione scientifica della Fondazione sulla vita quotidiana di persone, organizzazioni e istituzioni; e 3) dal grado di sostenibilità economica di ogni progetto di ricerca. Porre in evidenza come e in che misura i vincoli derivanti dai tre pilastri appena richiamati siano soddisfatti dalle singole iniziative di FBK comporterebbe uno spazio eccessivo, rischiando per di più di tradursi in un esercizio piuttosto noioso e poco informativo. Conviene, dunque, limitarsi a gettare uno sguardo di insieme, ma non per questo superficiale, su di essi.

Si può, allora, cominciare con il dire che, in tema di eccellenza scientifica, i ricercatori della Fondazione sono tenuti a tradurre i risultati delle loro analisi in testi da sottoporre all'attenzione della comunità disciplinare di appartenenza, presentandoli a convegni scientifici di carattere nazionale ed internazionale, e sono, poi, spinti a trasformare questi testi in veri e propri articoli scientifici da sottoporre per la pubblicazione a riviste specialistiche con impact factor collocato almeno nel quartile superiore della pertinente distribuzione. Purtroppo, questo impegno, in larga parte già onorato negli anni scorsi, difficilmente potrà essere rispettato con lo stesso livello di risultati, anche nel triennio qui di interesse a causa della riduzione dei fondi in AdP di cui si è parlato all'inizio del presente documento.

Quanto all'impatto delle iniziative di ricerca sul mercato e sulla società, rimane fermo e rispettato il principio secondo cui larga parte dei contributi scientifici della Fondazione è fin dall'inizio pensata per proporre soluzioni a concreti problemi della vita quotidiana delle persone, delle imprese, della PA e, più in generale, di intere collettività, siano esse locali, nazionali o sovranazionali. Sulla consistenza di questo impegno, ogni dubbio dovrebbe essere fugato da quanto detto in tutte le pagine che precedono e, ancor meglio, dalle già menzionate schede relative alle attività di ricerca dei singoli Centri di FBK, schede che completano il presente documento. Si tenga, comunque, presente che anche le ricerche di frontiera svolte dalla Fondazione riservano un'attenzione non marginale al tema dei loro esiti pratici, talché a volte si effettuano stime del periodo intercorrente tra l'acquisizione del risultato scientifico e la sua successiva utilizzazione su ampia scala. In ogni caso, le numerose start-up, i non pochi spin-off e i molti brevetti generati dalla Fondazione testimoniano direttamente dell'attenzione posta dai suoi ricercatori all'esigenza di valorizzare in termini non solo conoscitivi la propria attività. Va da sé che, anche sotto il rispetto in esame, si assisterà nel prossimo futuro a una diminuzione delle ricadute che la Fondazione sarà in grado di garantire a favore del territorio, a causa dell'importante diminuzione dei fondi in AdP.

Come conseguenza di quest'ultima, diventa necessariamente più complesso e problematico, giusto quanto sottolineato nella prima sezione del presente documento, rispettare il vincolo della sostenibilità economica delle attività di ricerca. Da qui discenderanno inevitabili ricadute negative sulla capacità di continuare ad acquisire fondi da fonti esterne. Considerato quindi il taglio previsto, la Fondazione si troverà

nella pratica impossibilità di assicurare, per l'anno 2020 e per i due successivi, l'autofinanziamento raggiunto nel 2019.

L'elemento appena richiamato non traspare dalla lettura degli obiettivi dei Centri riportati nella seconda parte di questo documento perché essi sono stati individuati, per ovvie ragioni organizzative, anteriormente all'ufficializzazione della decisione circa la diminuzione dell'AdP. Va da sé, dunque, che nel corso dell'anno in parola, gli obiettivi in questione saranno rivisti, inevitabilmente, al ribasso dai singoli Centri.

Parte II

Piano Annuale delle Attività di Ricerca della Fondazione Bruno Kessler per l'anno 2020

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

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

Direttore: Paolo Traverso

1. Sommario e visione

Le competenze scientifiche di base del Centro ICT sono nei settori dell'Intelligenza Artificiale (AI), della Scienza dei Dati e della Cybersecurity, competenze chiave per la realizzazione del Piano Strategico 2018-2027 e del Piano Esecutivo 2018-2020 di FBK. Il Centro ICT si concentra su tre obiettivi strategici del Piano Strategico e Esecutivo di FBK: "Lavoro" con la Linea "Digital Industry", "Salute" con la Linea "Health & Wellbeing", "Territorio" con la Linea "Digital Society". Inoltre si focalizza su attività di Sicurezza Informatica, con la Linea "Cybersecurity", trasversale ai tre obiettivi strategici.

Relativamente all'**eccellenza scientifica**, il Centro ICT è stato classificato come il miglior centro di ricerca dall'ultima valutazione nazionale ANVUR; ha circa 45 ricercatori con alto h-index (sopra il 20 - google scholar), 32 ricercatori con abilitazione nazionale (18 da professore ordinario e 14 da professore associato), circa 70 journal papers di alta qualità (Q1) in media ogni anno, 4 posizioni congiunte con l'Università di Trento.

Per quanto riguarda l'**impatto sul mercato e la società**, la Linea "*Digital Industry*" (**obiettivo "Lavoro"**) ha progetti pluriennali strategici che coprono la filiera ricerca – impatto sul mercato con importanti aziende – quali Boeing Seattle, ENI SAIPEM, United Technologies, RFI, Bonfiglioli su tecniche di manutenzione predittiva, automazione di processo e produzione flessibile. Il sistema di "Virtual Coaching" (basato su tecniche di AI) sviluppato dalla Linea "*Health & Wellbeing*" (**obiettivo "Salute"**) permette al dottore di prescrivere un sistema software di "Virtual Coaching" come un vero e proprio "atto medico". Il sistema è già in utilizzo da 30 persone che soffrono di diabete. La Linea "*Digital Society*" (**obiettivo "Territorio"**) – tramite il laboratorio territoriale sulla mobilità autonoma e sostenibile per i bambini ("*Kids Go Green*") – coinvolge 12 scuole e 1013 bambini in Trentino (+4 scuole e 166 bambini in Emilia Romagna), riducendo del 53% i viaggi in auto. Il Laboratorio di co-innovazione su trasformazione digitale con la Provincia Autonoma di Trento ed il Comune di Trento permetterà a FBK di giocare un ruolo importante nel futuro programma di Horizon Europe "Digital Europe" (finanziato per circa 10 miliardi di Euro). La Linea "*Cybersecurity*", trasversale ai tre obiettivi strategici, tramite il laboratorio congiunto con il Poligrafico e Zecca dello Stato, ha permesso grazie a nuove tecnologie realizzate con la Carta di Identità Elettronica un accesso sicuro ai servizi ed alle applicazioni del Mercato Unico Europeo digitale, abilitando i cittadini italiani ad accedere alla pubblica amministrazione di un qualsiasi stato membro.

Per quanto riguarda la **sostenibilità economica**, negli ultimi 5 anni abbiamo acquisito progetti su grant competitivi (principalmente EU) e progetti industriali per 6.3 M€ nel 2015, 7.3 M€ nel 2016, 7.4 M€ nel 2017, 8.6 M€ nel 2018 e circa 9.6 M€ nel 2019 (dati di budget) per un autofinanziamento che va dal 51% al 59% negli anni dal 2015 al 2018 ed è superiore al 61% nel 2019.

Nel 2020, le attività dei Centri **ICT e CREATE-NET** verranno integrate in un unico centro, organizzato nelle quattro linee Digital Industry, Digital Society, Health and Wellbeing e Cybersecurity. Le diverse Unità di CREATE-NET verranno integrate nelle linee del Centro. Le competenze su reti wireless e fisse, Internet of Things e Fog/Edge Computing saranno di vitale importanza per tutte le 4 linee di ICT. In particolare, anche se non in modo esclusivo, le tecnologie radiomobili basate su 5G saranno di vitale importanza per la Linea Digital Society; la ricerca sulle piattaforme per l'IoT sarà chiave per la Linea Digital Industry, ad esempio nelle applicazioni per l'agricoltura digitale; le competenze di Network Security saranno importanti per gli sviluppi della Linea Cybersecurity. I ricercatori di CREATE-NET contribuiranno all'eccellenza scientifica del Centro ICT grazie a 2 ricercatori abilitati da professore associato, 7 ricercatori con h-index ≥ 15 (2 dei quali con h-index ≥ 20) e ca. 15 journal paper di alta qualità (Q1) in media per anno.

La nostra **visione** sulla ricerca in AI e sulle tecnologie digitali avanzate è quella di una "AI integrata con diverse tecnologie avanzate" ("AI integrata"), il cui obiettivo sia quello di definire diversi modelli computazionali di diversi task cognitivi, in grado di integrare una eterogeneità di tecniche di rappresentazione e ragionamento, quali l'apprendimento automatico e la deduzione basata su modelli, le rappresentazioni simboliche e quelle numeriche e probabilistiche, e dal 2020 anche le tecnologie avanzate di networking, IoT e Cloud/Fog Computing. Questa visione, unita all'organizzazione in quattro linee (Digital Industry, Health & Wellbeing, Digital Society, Cybersecurity), ci permetterà di produrre ricerca di alta qualità e al tempo stesso di impatto sul mercato e sulla società, secondo una visione della ricerca moderna, in cui l'eccellenza scientifica non sia staccata dall'impatto su mercato e società. In altre parole, una visione che vada oltre l'idea tradizionale del "*trasferimento tecnologico*", dove i ricercatori generano conoscenze, idee, prototipi di ricerca e altri attori cercano di portare i risultati di ricerca sul mercato, nei prodotti e nei servizi. L'idea è quella di una profonda sinergia tra le attività di ricerca e le attività che mirano ad un impatto che affronti le sfide della società.

Il piano per il 2020 proseguirà lungo le linee che coprono la filiera dalla ricerca all'impatto, con l'obiettivo generale di rendere sempre più evidenti i benefici della ricerca secondo la nostra visione di una AI integrata, sfruttando i progetti industriali e con istituzioni pubbliche come un trampolino di lancio per un salto verso soluzioni "a larga scala" che possano essere messe a servizio o in produzione e vengano utilizzate da decine di migliaia di persone. In questo senso, nel 2020 sarà cruciale un forte posizionamento di FBK nell'iniziativa europea "Digital Europe".

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

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

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 (90 su 100). Fra gli 80 ricercatori, 64 hanno h-index ≥ 15 (secondo Google Scholar), dei quali 46 con h-index ≥ 20 , fra cui 19 con h-index ≥ 30 e 6 con h-index ≥ 40 . Abbiamo 32 ricercatori che hanno conseguito l'abilitazione nazionale (18 da professore ordinario e 14 da professore associato) – molti dei quali con più abilitazioni in diversi settori disciplinari. In media pubblichiamo 70 journal papers di alta qualità (Q1) all'anno. 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. 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, il cui obiettivo è sviluppare la Piattaforma Europea di Intelligenza Artificiale e il progetto FET Flagship Humane AI, 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".

Per quanto riguarda l'**impatto sul mercato e la società**, le attività di definizione della strategia, di contatto con i principali stakeholder e di realizzazione di veri e propri asset tecnologici sono gestite dalle Linee "Digital Industry", "Health & Wellbeing" e "Digital Society". La Linea "Digital Industry" (**obiettivo "Lavoro"**) ha continuato una serie di progettualità nel campo dei sistemi autonomi e della predictive maintenance, instaurando collaborazioni strategiche sfociate in progetti pluriennali con importanti aziende, quali ad esempio Boeing Seattle e United Technologies su tematiche di verifica di sistemi critici, ENI SAIPEM su temi di pianificazione automatica per la produzione e la robotica, RFI su tecniche di progettazione basata su modelli ("model based design"), Bonfiglioli su tecniche di manutenzione predittiva ("predictive maintenance"). La Linea "Cybersecurity" ha sviluppato tecnologie in grado di permettere tramite la Carta di Identità Elettronica un accesso sicuro ai servizi ed alle applicazioni del Mercato Unico Europeo digitale. Con alcune di queste aziende abbiamo ormai contratti pluriennali che superano il milione di Euro. La Linea "Health & Wellbeing" (**obiettivo "Salute"**), nel corso del 2019, ha sviluppato un sistema per la cura e il monitoraggio del diabete. Con questa applicazione un dottore può prescrivere, oltre a una ricetta elettronica o cartacea che sia, un sistema software, ovvero un "assistente virtuale" ("virtual coaching") basato su tecniche di Intelligenza Artificiale. Questo ha già permesso di avviare uno studio pilota di "prescrizione" del nostro assistente virtuale a 30 persone che soffrono di diabete. Il sistema di virtual coaching integra tecniche avanzate di AI, quali tecniche di rappresentazione della conoscenza, machine learning e agenti conversazionali. Importanti inoltre in questo ambito i laboratori congiunti di FBK con l'Azienda Sanitaria per lo sviluppo della versione

mobile della Cartella Clinica del Cittadino TreC (al momento in uso da più di 13.000 persone in Trentino) e la sua messa a servizio tramite il laboratorio congiunto con Dedagroup. Nella Linea “*Digital Society*” (**obiettivo “Territorio”**), il laboratorio territoriale sulla mobilità autonoma e sostenibile per i bambini (“*Kids Go Green*”), integra tecnologie innovative di AI al fine di promuovere un cambiamento collettivo di abitudini di mobilità, partendo dal percorso casa-scuola. Il progetto nel 2019 ha coinvolto 12 scuole e 1013 bambini in Trentino (+4 scuole e 166 bambini in Regione Emilia Romagna), portando ad una riduzione del 53% di viaggi in auto fino a scuola e ad un aumento del 26% nell'adozione di mobilità sostenibile anche nel tempo libero. Si è inoltre costituito il Laboratorio di co-innovazione su trasformazione digitale con la Provincia Autonoma di Trento e il Comune di Trento, al fine di favorire la trasformazione digitale nella PA trentina tramite scambio di buone pratiche sulla trasformazione digitale e condivisione di expertise e di soluzioni informatiche. Queste sono le basi per un ruolo fondamentale di FBK nel prossimo programma “Digital Europe”, programma per un totale di circa 10 miliardi di Euro di finanziamento in Horizon Europe.

Gli importanti risultati del Centro CREATE-NET nel 2019 costituiranno una importante base per affrontare le sfide del futuro. CREATE-NET contribuisce all'eccellenza scientifica con 2 ricercatori abilitati da professore associato, 7 ricercatori con h-index ≥ 15 (2 dei quali con h-index ≥ 20) e ca. 15 journal paper di alta qualità (Q1) in media per anno. Ad inizio anno l'Unità di ricerca RiSING ha vinto due bandi Proof of Concept (di cui uno proposto a livello nazionale dal Fondo VERTIS) allo scopo di valorizzare uno dei suoi asset più maturi: “FogAtlas”, 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 casi d'uso basati sull'installazione e la riottimizzazione dei servizi, e sulla gestione automatizzata degli aggiornamenti. In questo momento l'Unità sta lavorando agli aspetti di business e marketing dell'idea imprenditoriale col supporto della PoC Venture Factory di VERTIS, in particolare sul *customer journey* e sull'identificazione di potenziali partner. All'interno di questa Unità sta proseguendo il coordinamento del progetto H2020 DECENTER su tematiche di AI e *fog computing* in collaborazione con i partner coreani. L'Unità di ricerca OpenIoT si è focalizzata ulteriormente sulle attività di trasferimento tecnologico nell'ambito della cosiddetta “Agricoltura 4.0”, procedendo al consolidamento della piattaforma hardware e software già sviluppata in questo ambito, ed infine al lancio di una nuova iniziativa imprenditoriale (che prenderà il nome di TESSA “Technologies & Services for Sustainable Agriculture”) che avverrà entro al fine del 2019. È importante sottolineare come questa iniziativa abbia suscitato l'interesse non solo di aziende come NETAFIM e A2A, ma anche di fondi di investimento come VERTIS. Questa Unità è stata inoltre incaricata di coordinare le attività della *Joint Research Unit* tra FBK e Fondazione FEM in fase di costituzione sui temi relativi alla gestione intelligente dell'acqua in agricoltura, al tema della patologia e della fenologia delle piante, alla gestione dei predatori e delle risorse forestali. Infine l'Unità di ricerca WiN ha finalizzato positivamente il suo primo anno di coordinamento di “5G-CARMEN”, un importante progetto H2020 con un budget di 19 MEuro che vede coinvolte importanti aziende nel settore automotive e telco (FCA, BMW, Nokia, Qualcomm, TIM e

Deutsche Telekom) per sperimentare l'utilizzo di tecnologie radiomobili 5G a supporto dei nuovi paradigmi di mobilità connessa ed automatica lungo il corridoio del Brennero che collega Monaco di Baviera con Bologna.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Dal punto di vista scientifico, i piani Strategico ed Esecutivo di FBK si basano sulle competenze di Intelligenza Artificiale costruite in trenta anni di ricerca nel settore. In linea con questo piano, il Centro ICT affronterà la sfida scientifica dell'integrazione di diverse tecniche di ragionamento, quali apprendimento e deduzione, apprendimento guidato da modelli formali, integrazione di logica e machine (deep) learning, apprendimento continuo e non supervisionato. Queste sfide verranno affrontate sia dal punto di vista teorico che in applicazioni pratiche e industriali, quali ad esempio la predictive maintenance per l'Industry 4.0, il virtual coaching per le applicazioni in salute e sanità e l'integrazione di tecniche basate su dati e tecniche di rappresentazione della conoscenza per la Digital Society. Il piano si focalizzerà su quattro principali obiettivi strategici a lungo termine previsti dal piano strategico e esecutivo di FBK:

- **Obiettivo Lavoro**, AI che abiliti un nuovo concetto di luogo del lavoro, che consenta a macchine e persone di lavorare insieme, in fabbriche e luoghi di lavoro che siano più produttivi e sicuri, ma anche più piacevoli e vivibili; AI per l'Agricoltura Digitale di Precisione (Linea "*Digital Industry*").
- **Obiettivo Salute**, AI per la salute e la cura, per il benessere, AI che aiuti a vivere sani stili di vita e a prevenire le malattie oltre che a curarle (Linea "*Health and Wellbeing*").
- **Obiettivo Territorio**, ovvero AI per i cittadini nella società e nelle loro comunità, in grado di rendere le città e il nostro territorio più vivibili e sicuri, (Linea "*Digital Society*").

La Linea "*Cybersecurity*" è trasversale ai tre obiettivi strategici Salute, Territorio e Lavoro. Si concentra su tecnologie per l'Identità Digitale, la valutazione del rischio cyber e lo sviluppo di una metodologia assistita per l'individuazione del miglior compromesso tra sicurezza e qualità del servizio.

3.1. Obiettivo Lavoro: Linea Digital Industry

Il piano 2020 della Linea Digital Industry si concentrerà su 3 programmi di attività: Progettazione e Produzione Flessibile, Manutenzione Preventiva (Predictive Maintenance) e Sistemi Autonomi. Rispetto agli anni passati una nuova linea di azione sarà quella relativa all'Agricoltura Digitale di Precisione. La copertura della filiera Ricerca – Mercato sarà basata su ricerca nel campo delle Tecniche per la Pianificazione Automatica ed il Controllo Intelligente, tecniche per la Verifica e Validazione formale, Analisi dei Requisiti e Tecniche di Testing, Computer Vision e Ricostruzione 3D, Tecniche di Analisi del Linguaggio Naturale e traduzione automatica, sistemi altamente distribuiti, Edge e Fog Computing, IoT.

- **Progettazione e Produzione Flessibile:** sviluppo e messa in campo di metodi e strumenti innovativi per la progettazione, testing, verifica e validazione di sistemi complessi. Per questo obiettivo verranno realizzate tecniche di pianificazione, ottimizzazione, monitoraggio e diagnosi tipiche del campo dell'Intelligenza Artificiale. Le metodologie e i tool model-based saranno impiegati nella specifica di metodi di progettazione, realizzazione e testing di "digital twin" e di sistemi basati su Realtà Estesa. Verranno messi in produzione tecniche di pianificazione automatica, controllo predittivo, diagnostica e ri-pianificazione per il supporto alla produzione flessibile di sistemi industriali complessi e ad alta variabilità. Verrà condotto uno studio di fattibilità e realizzazione di strumenti per applicazioni di robotica autonoma con aziende chiave nei diversi settori industriali, da utilizzarsi sia in stazione di controllo che a bordo del robot (e.g. AUV, AGV).
- **Predictive Maintenance:** definizione di una piattaforma per l'analisi di grandi quantità di dati "grezzi" provenienti da diversi sensori installati o da installare sul sistema sotto analisi, e/o da log del sistema stesso con finalità di diagnostica e prognostica, basata sull'integrazione di tecniche avanzate di DSP, Machine Learning, Modellazione Formale, Model Based Design e Safety Assessment, e relativa applicazione su casi d'uso ad alto impatto. Dal punto di vista scientifico, una sfida è l'integrazione di tecniche di apprendimento automatico con tecniche di modellazione, la pianificazione di attività in modo da riparare in anticipo possibili malfunzionamenti, il deployment distribuito e l'uso di blockchain per sistemi di produzione altamente distribuiti.
- **Sistemi Autonomi:** disegno, prototipazione e dimostrazione di sistemi autonomi per la percezione avanzata, basati sull'utilizzo di veicoli autonomi (quali droni, robot terrestri, e/o underwater) equipaggiati con sensori ottici attivi e passivi, in grado di svolgere attività di raccolta dati multi-sensoriale (immagini multi-modali, video, audio, dati ambientali) e programmati per svolgere missioni differenti in funzione del contesto operativo di utilizzo. L'integrazione di sensoristica intelligente sul campo consentirà inoltre di configurare i sistemi autonomi come sistemi distribuiti e collaborativi in grado di migliorare gli aspetti di controllo, comunicazione e decisione del sistema stesso. Un importante campo di applicazione sarà quello dell'**Agricoltura Digitale di Precisione**. Importante in questo settore l'**accordo con la Fondazione Edmund Mach (FEM)** per la costituzione di una nuova **Joint Research Unit (JRU)** per lo sviluppo di soluzioni innovative per l'agricoltura, quali l'analisi tramite IoT di culture agricole e l'automazione degli interventi (ad esempio per l'irrigazione), l'analisi automatica per la prevenzione e cura delle malattie delle piante, l'integrazione di tecniche di IoT, tecniche di remote sensing e tecniche di analisi dei dati (con utilizzo di apprendimento automatico) per l'analisi dello stato di salute di coltivazioni.

Le attività di Digital Industry saranno basate su di una serie di progetti strategici con principali attori chiave nel settore, quali Boeing Seattle, SAIPEM, United Technologies, Rete Ferroviaria Italiana (RFI), Marangoni, Enel, EyesVision, Spindox. Nell'ambito dell'agricoltura di precisione importanti partner industriali sono Alperia SpA in

Alto Adige, A2A Smart e gli accordi con consorzi vitivinicoli, quali CodiPra, oltre allo spin off di FBK TESSA (<https://agriotlab.com/>).

3.2. *Obiettivo Salute: Linea Health & Wellbeing*

Il piano delle attività della linea, al fine di coprire la filiera ricerca – impatto sul mercato, è fortemente allineato con la pianificazione, le esigenze, i requisiti, le linee guida delle principali istituzioni operanti nel settore attraverso il Centro di Competenza “TrentinoSalute4.0”; a livello locale con il piano dell’Assessorato alla Salute, alla Sanità e alle Politiche Sociali e con l’azienda Sanitaria della Provincia autonoma di Trento; a livello nazionale con le direttive dell’Agenzia per l’Italia Digitale e del Ministero della Salute; a livello internazionale con i Programmi Europei sulla Salute Digitale (Digital Health). FBK in questo settore si pone come un attore chiave fra pubblico e privato, in grado di interpretare i bisogni del pubblico (ad esempio sulla proprietà di dati sensibili, sul rischio di una salute diseguale, sulla necessità di affrontare il problema della sostenibilità degli interventi pubblici in ambito sanitario, sulla necessità di una politica di prevenzione e promozione di sani stili di vita) e al tempo stesso di abilitare un business di aziende private. Questo obiettivo viene realizzato tramite la costruzione e la messa in opera della piattaforma tecnologica TreC (Cartella Clinica del Cittadino) in grado di soddisfare i bisogni del pubblico ma aperta a e abilitante soluzioni da parte del privato, anche e soprattutto Piccole e Medie Imprese, in grado di costruire le loro soluzioni di business su tale piattaforma.

Il piano 2020 della Linea Health & Wellbeing si concentrerà su 3 programmi di attività: Piattaforma Digitale TreC abilitante l’Ecosistema di Business Pubblico Privato, Assistenza Virtuale (“Virtual Coaching”) per la gestione delle malattie croniche (diabete e cardiovascolare) e Prevenzione e Promozione di sani Stili di Vita. La copertura della filiera Ricerca – Impatto su Mercato e Società sarà basata su ricerca nel campo di Integrazione di Tecniche di Machine Learning e Rappresentazione della Conoscenza, Agenti Conversazionali basati su tecniche di Pianificazione Automatica e Analisi del Linguaggio Naturale, Tecniche di Modellazione della Propagazione di Malattie Infettive, e tecniche di Process e Data Mining.

- **Piattaforma TreC.** La piattaforma TreC, in grado di gestire i dati personali relativi alla salute che sono raccolti dalla persona, è una piattaforma che realizza il concetto di Personal Data Store (i dati sono della persona e vengono gestiti dalla persona). La piattaforma TreC è al momento utilizzata in Trentino da più di 100.000 persone nella versione web e da oltre 13.000 nella versione mobile. Per il 2020, l’obiettivo è la messa in produzione in cloud della nuova piattaforma in grado di gestire applicazioni da dispositivi mobili (tramite un accordo pubblico privato con aziende del settore).
- **Virtual Coaching:** nel 2019 è stata rilasciata l’applicazione TreC-Diabete, in grado di permettere al dottore specialista in diabete di prescrivere non una ricetta (elettronica o cartacea che sia) ma un vero e proprio software. Il software viene personalizzato dal dottore a seconda delle esigenze di monitoraggio e cura personali del paziente, seguendo il concetto di medicina di precisione. Il software viene poi installato in un dispositivo personale, ad esempio un dispositivo mobile come smartphone o tablet. Il software sarà in grado di interagire

col paziente tramite tecnologie di agenti conversazionali, aiutare il paziente a gestire la propria cura tramite tecniche di rappresentazione della conoscenza e integrate con tecniche di machine learning, in particolare di continuous learning, e naturalmente di avvertire il medico in caso di problemi. Il sistema sarà in grado di imparare dalle attività e reazioni sia del paziente che del medico. Il sistema è al momento in uso sperimentale da parte di 30 pazienti che soffrono di diabete di tipo I e II. Nel 2020 inizieranno le attività per rendere a 3 anni il sistema in grado di essere utilizzato da 10.000 persone che soffrono di diabete in Trentino. Inoltre il sistema verrà esteso all'ambito delle malattie cardiovascolari. Questo progetto si concentrerà sulla gestione dello scompenso cardiaco ed aritmologia e su di uno studio pilota per l'implementazione e validazione di modelli predittivi del rischio cardiovascolare con uso di tecniche di data analytics per predire il rischio di malattia. Il piano è di attivare nel 2020 una sperimentazione nelle valli del Trentino che coinvolga 500-1.000 persone. Infine, il piano è di estendere le tecnologie di virtual coaching per il supporto della salute alle mamme nei primi 1000 giorni di vita del bambino durante la gravidanza e gestione della nascita. Il piano a tre anni è di coinvolgere 4.000 nuove mamme ogni anno.

- **Promozione di Sani Stili di Vita.** Da giugno 2018, è disponibile sul territorio e già utilizzata da 3.000 cittadini l'applicazione Salute+ sulla promozione di sani stili di vita. La promozione di sani stili di vita è realizzata attraverso un sistema di incentivi (sociali e personali). Le proposte del coach virtuale, in termini di miglioramento dei propri stili di vita, sono "certificate" dalle istituzioni sanitarie sulla base di studi approvati a livello provinciale e nazionale. Il piano per il futuro prevede di inserire tecniche avanzate di intelligenza artificiale e di promuovere l'utilizzo di Salute+ fino ad arrivare a qualche decina di migliaia di utilizzatori.

Nel modello a ecosistema di business pubblico-privato è molto importante il coinvolgimento di aziende private. Dedagroup (<https://www.dedagroup.it>), una delle 10 aziende italiane più grandi a livello nazionale nel campo della system integration, sarà attiva nella messa in produzione e mantenimento evolutivo della piattaforma TreC. FBK e GPI (<https://www.gpi.it/en/>), una delle tre maggiori aziende nazionali il cui principale business è nel settore della salute digitale, hanno costituito un co-innovation lab per studiare le potenzialità delle tecniche di machine learning per la predizione di co-morbilità. Una sfida per il futuro sarà far sì che un insieme di Piccole e Medie Aziende (PMI) realizzino soluzioni B2C o B2B integrate con la piattaforma TreC.

3.3. *Obiettivo Territorio: Linea Digital Society*

Le tecnologie digitali stanno avendo un ruolo sempre maggiore in tutti gli aspetti della società, inducendo un insieme di cambiamenti tecnologici, culturali, organizzativi, sociali, creativi e manageriali, cambiamenti che sono collettivamente indicati come "Trasformazione Digitale". La sfida è che questa trasformazione porti ad una società digitale che sia più sicura, inclusiva, e sostenibile – dal punto di vista ambientale, economico e sociale, toccando temi quali le città intelligenti, la mobilità autonoma, la società inclusiva, la finanza digitale, la scuola digitale, ecc. Queste sfide

hanno chiaramente un forte interesse per le istituzioni pubbliche coinvolte nella costruzione della “Digital Society”, ma hanno anche un forte interesse di mercato, sia da parte delle aziende IT che si trovano a sviluppare ed evolvere le tecnologie su cui si costruisce la società digitale (si pensi, ad esempio al mercato IT in ambito pubblica amministrazione, finanza, mobilità, utilities, mercati che vedono importanti attori in ambito locale), sia da parte delle aziende che vedono nelle soluzioni IT uno strumento per operare nella società (ad esempio le aziende del terzo settore negli ambiti dell’inclusione sociale o della scuola, che hanno bisogno di tecnologie digitali adeguate alle sfide che si trovano ad affrontare). Nelle sfide della società digitale, l’AI ha un ruolo chiave. Senza trascurare le importanti implicazioni etiche (fondamentali per la crescita positiva della società digitale), va sottolineato il fortissimo potenziale in termini di contributi positivi che l’AI può portare, ad esempio tramite la sua capacità di estrarre informazioni e conoscenza dai dati, di comprendere e analizzare i processi e di costruire interfacce più semplici da usare (ad es. attraverso la semplificazione dell’interazione) e inclusive (basti pensare alle nuove opportunità di accesso offerte per le categorie deboli).

Anche in questo caso, come nel caso della Linea Health & Wellbeing, il piano delle attività della Linea Digital Society, al fine di coprire la filiera ricerca – impatto sul mercato, è fortemente allineato con la pianificazione, le esigenze, i requisiti, le linee guida delle principali istituzioni operanti nel settore: a livello locale con il piano della P.A., della Provincia Autonoma di Trento e con le Politiche del Territorio e dei Comuni; a livello nazionale con le direttive dell’Agenzia per l’Italia Digitale; a livello internazionale con i futuri programmi su **Digital Europe**, impostando il nostro contributo a tale programma con iniziative mirate ai servizi pubblici basati sulle competenze di AI e Cybersecurity (“Public Services based on AI e Cybersecurity”).

Anche in questo caso FBK si pone come un attore chiave fra pubblico e privato. I requisiti del pubblico in questo caso si possono riassumere nei bisogni tipici di sostenibilità sociale, ambientale ed economica. Ad esempio, le direttive verso una mobilità sostenibile, politiche di inclusione sociale, politiche su formazione e politiche giovanili. Questo obiettivo viene realizzato tramite la costruzione e la messa in opera della piattaforma tecnologica SCC (Smart City and Community Platform), una piattaforma aperta, open source e che realizza i requisiti di interoperabilità necessari per la pubblica amministrazione, sviluppata nel co-innovation lab “Digital Hub” con Degroup.

Il piano 2020 della Linea Digital Society si concentrerà su 6 programmi di attività: Mobilità, Sostenibilità, Inclusione, Scuola, Trasformazione Digitale, Finanza Digitale. La copertura della filiera Ricerca – Impatto su Mercato e Società sarà basata su ricerca nel campo di Integrazione di Tecniche di Machine Learning e Rappresentazione della Conoscenza, Tecniche di Gamification per Behavioural Change, Tecniche di Analisi del Linguaggio per Semplificazione di testi, Tecniche di Interazione Intelligente, Remote Sensing, Human Behaviors Understanding, Complex Multi-layer Networks, Deep Learning for Vision e tecnologie per la progettazione, l’analisi e la gestione di reti intelligenti.

- **Mobilità.** Soluzioni digitali innovative per rendere la mobilità sostenibile, facilmente fruibile, integrata, flessibile e sicura – considerando sia le problematiche

di mobilità nelle aree urbane che nelle aree a domanda debole (aree rurali), e coprono trasporto di persone e di merci. Le soluzioni sviluppate favoriscono: connessione tra cittadini, veicoli e infrastrutture; coinvolgimento dei cittadini in campagne di mobilità sostenibile; adozione di soluzioni di mobilità assistita e autonoma; logistica dinamica e ottimizzata dell'ultimo miglio. I risultati attesi per il 2020 includono: sperimentazione di soluzioni innovative di logistica di ultimo miglio sia in ambito cittadino che in ambito rurale; sperimentazione di soluzioni di mobilità assistita per il trasporto di persone.

- **Sostenibilità.** Contribuire a rendere città e territorio un habitat più sano e resiliente dal punto di vista ambientale, sociale ed economico – in particolare tramite attività di raccolta e analisi dei dati e tramite campagne volte a sensibilizzare i cittadini e a promuovere comportamenti più sostenibili. Attenzione specifica viene dedicata ai temi della mobilità e dell'economia circolare, nonché all'importanza della formazione alla sostenibilità e alle sinergie con l'ambito Scuola descritto nel seguito. I risultati attesi per il 2020 includono: rafforzamento dei "living lab" con scuole e istituzioni pubbliche in Trentino e in altre regioni italiane per la sperimentazione in ambito scuola di soluzioni per la mobilità sostenibile e per l'economia circolare; contribuire alla realizzazione di un archivio di variabili climatiche essenziali a livello globale esplorando gli archivi storici (1990-oggi) di dati telerilevati nell'ambito della "Climate Change Initiative" promossa da ESA.
- **Inclusione.** Promuovere l'inclusione e l'integrazione sociale, prevenire disinformazione (fake news), discriminazione e segregazione, in particolare riguardo i gruppi vulnerabili (bambini, anziani, migranti, ecc.). I risultati attesi per il 2020 includono: strategie di monitoraggio e prevenzione in risposta ai discorsi d'odio online, confrontando piattaforme e fonti informative in lingue diverse, anche su temi specifici quali il cyberbullismo, la misoginia, l'odio religioso; strategie di intervento/prevenzione in risposta alle operazioni di manipolazione sociale per mezzo di agenti umani o automatizzati ("social bots"), e campagne di disinformazione ("fake news") di alto impatto sociale.
- **Scuola.** Studio, co-progettazione e sperimentazione di soluzioni digitali innovative per la "comunità scuola" quale luogo di innovazione e benessere, con l'obiettivo di rendere più efficiente tutto l'ecosistema "scuola". I risultati attesi per il 2020 includono: strumenti innovativi, basati su Cartella dello Studente, per supportare l'organizzazione di una rete di interazioni che colleghino efficacemente alunni, educatori, famiglie ed enti; strumenti avanzati rivolti al corpo insegnante per migliorare gli obiettivi educativi programmati e la loro valutazione.
- **Trasformazione Digitale.** Supportare l'adozione di tecnologie digitali, in particolare da parte delle istituzioni pubbliche, per creare nuove opportunità di crescita, semplificare la burocrazia e rendere la macchina pubblica più trasparente ed efficace. I risultati attesi per il 2020 includono: lancio di un laboratorio di co-innovazione sulla trasformazione digitale in collaborazione con PAT, Comune di Trento e altre istituzioni pubbliche, per condividere buone pratiche e sviluppare in modo collaborativo soluzioni innovative per la trasformazione digitale;

maturazione della piattaforma Digital Hub per facilitarne la replicazione e l'adozione da parte di istituzioni pubbliche; realizzazione di piattaforme per il calcolo di prossimità in ambiente radiomobile e su reti di quinta generazione allo scopo di estendere le applicazioni di city sensing anche in ambiente cellulare.

- **Finanza Digitale.** Adottare soluzioni e tecnologie “FinTech” per favorire il benessere economico di individui, comunità e società, con particolare attenzione all'inclusione finanziaria, all'economia circolare e alla finanza di impatto sociale. Si intendono promuovere in particolare nuove soluzioni basate su Intelligenza Artificiale e su sorgenti alternative di dati per favorire l'inclusione finanziaria di individui e piccole e medie imprese, e soluzioni basate su “Distributed Ledger” per semplificare la definizione di contratti e la registrazione di transazioni (economiche e non) tra cittadini, aziende e amministrazioni. I risultati attesi per il 2020 includono: soluzioni basate sulla innovazione partecipativa e sugli strumenti di finanza digitale (valute di comunità, distributed ledger) per il bilanciamento lavoro-famiglia e per la co-produzione di altri servizi per l'inclusione sociale.

3.4. *Linea Cybersecurity*

La linea si concentrerà su tre programmi principali, trasversali agli obiettivi strategici appena illustrati:

- **Identità digitale.** La linea ha una lunga esperienza delle problematiche di sicurezza relative alle soluzioni di gestione dell'identità digitale. La messa in sicurezza delle procedure per gestire l'identità è fondamentale per iniettare fiducia negli eco-sistemi digitali specialmente quando in questi operano sistemi che gestiscono grandi moli di dati personali come i servizi della pubblica amministrazione, quelli sanitari e finanziari. Nel contesto co-innovation lab “Digimat” condiviso con Poligrafico e Zecca dello Stato, la linea intende sviluppare e sperimentare nuove soluzioni di autenticazione per la fruizione di servizi basati sulla nuova Carta d'Identità Elettronica. Nel contesto del progetto europeo FINSEC, la linea intende investigare come la gestione dell'identità digitale possa, da una parte, supportare il processo di Know Your Customer (KYC) richiesto alle istituzioni finanziarie per acquisire nuovi clienti e, dall'altra, come possa essere integrata con la gestione dei contratti e la fruizione personalizzata di servizi insieme ad una tariffazione intelligente.
- **Valutazione del rischio cyber** (Obiettivi strategici “Territorio-Missione Digital Finance”). Nel contesto del progetto bandiera “Cybersecurity,” la linea (in sinergia con IRVAPP) ha in corso una collaborazione con ISTAT e Banca d'Italia per lo sviluppo di una metodologia per l'analisi degli incidenti di sicurezza con l'obiettivo di fornire un supporto ai decisori per definire una strategia per la messa in sicurezza dei vari eco-sistemi digitali che, interconnessi, costituiscono l'infrastruttura digitale portante del paese. Nel contesto del progetto europeo FINSEC, la linea intende sviluppare tecniche per l'analisi di sicurezza, il test e l'analisi di conformità alla PSD2 delle API costruite per fornire servizi finanziari.

- **Compromessi tra sicurezza e qualità del servizio.** La progressiva “softwarizzazione” dell’infrastruttura digitale per la comunicazione offre un’opportunità unica dal punto di vista della ricerca e dell’innovazione sia delle infrastrutture che delle applicazioni e dei servizi che le utilizzano; questo approccio sembra essere particolarmente conveniente per soluzioni IoT (come quelle utilizzate in Industry 4.0) nelle quali si ha l’esigenza di gestire enormi moli di dati ovviando alle limitazioni in termini di risorse computazionali e di comunicazione che rendono molto difficile garantire un adeguato livello di sicurezza. L’obiettivo è sviluppare tecniche per trovare il giusto compromesso tra qualità del servizio e gestione della sicurezza in particolare nel contesto della piattaforma FogAtlas, una soluzione per la gestione di applicazioni in sistemi IoT sviluppata all’interno della linea.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Eccellenza scientifica

- # Top level Journals (in Quartile Q1) e Top Level Conferences (ad es. A++).
- H-Index.
- Risultato VQR in continuo.
- # abilitazioni.
- Posizioni congiunte co-finanziate FBK- Università.
- Partecipazione a progetti, comitati e laboratori strategici a livello nazionale e internazionale.

Impatto su mercato e società

- Sperimentazioni in Living Labs con alto numero di utenti e lancio di campagne in grado di coinvolgere migliaia di cittadini e di cambiare le abitudini e gli stili di vita.
- Messa a Servizio di applicazioni nel settore Industry 4.0, Salute e Sanità e Digital Society.

Sostenibilità economica

- Ricavi e % autofinanziamento.

DIGIS – DIGITAL SOCIETY

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

Responsabile: Marco Pistore

1. Sommario e visione

La Linea Digital Society nasce nell'anno 2020 come evoluzione della Linea "Smart Cities and Communities" del centro ICT, con l'integrazione di nuove competenze nell'ambito delle reti wireless (grazie all'integrazione con CREATE-NET), dei sistemi complessi e della visione artificiale. Questo permette di rafforzare le capacità della linea di svolgere ricerca di eccellenza e impatto sul tema della società digitale, in sintonia con quanto previsto nell'*obiettivo strategico "Territorio"* e dalle relative missioni nel Piano Strategico e Esecutivo di FBK.

Visione e missione. Le tecnologie digitali hanno un ruolo sempre maggiore in tutti gli aspetti della società umana; questo induce un insieme di cambiamenti culturali, comportamentali, organizzativi, sociali, creativi e manageriali, cambiamenti che sono collettivamente indicati come *trasformazione digitale*. La sfida è che questa trasformazione porti ad una *società più inclusiva, sicura e sostenibile* – dal punto di vista ambientale, economico, sociale e socio-tecnologico.

In questo contesto, la missione della Linea "Digital Society" è la *ricerca avanzata* e lo sviluppo di *piattaforme e asset digitali* per affrontare *sfide chiave della società digitale*.

Ricerca. La "Digital Society" funge quindi da dominio in cui individuare *nuove sfide di ricerca*: sfide che abbiano un forte *potenziale di impatto sociale* e che allo stesso tempo siano funzionali a *rafforzare l'eccellenza scientifica* e sviluppare le competenze delle Unità che afferiscono alla linea, anche in collaborazione con le altre Unità del centro ICT e con gli altri centri tecnologici e umanistici di FBK.

Obiettivo della Linea "Digital Society" è affrontare queste *sfide di ricerca "orientata" alla Digital Society* congiuntamente – e ove possibile in maniera integrata – con le *tematiche di ricerca "di base" nelle varie discipline* di riferimento per le Unità di ricerca che afferiscono alla linea – con particolare attenzione alla ricerca "disruptive" e alle occasioni di collaborazioni di ricerca con Unità esterne alla linea.

Nelle sfide della società digitale, l'*Intelligenza Artificiale* ha un ruolo chiave. Senza trascurare le importanti implicazioni etiche (fondamentali per la crescita positiva della società digitale), va sottolineato il fortissimo potenziale in termini di contributi positivi che l'Intelligenza Artificiale può portare. Grazie alla sua capacità di estrarre informazioni e conoscenza dai dati, ma anche grazie alle possibilità di comprendere e analizzare i processi e di utilizzare paradigmi di interazione persona-macchina più efficaci ed efficienti (es. attraverso la semplificazione dell'interazione) oltre a favorire l'accesso ai servizi digitali ad una fascia più ampia della popolazione (es. riduzione

del “digital divide” tramite nuove opportunità di accesso offerte per le categorie deboli).

La strategia di ricerca della Linea “Digital Society” costruisce quindi sulle forti *competenze di ricerca in Intelligenza Artificiale* presenti nella linea (ragionamento basato su conoscenza, apprendimento automatico, visione artificiale, riconoscimento del parlato, linguaggio naturale, modelli predittivi, interazione intelligente). Adotta però una visione di “*Intelligenza Artificiale Integrata*” in cui si fondono le *competenze di ricerca in altri ambiti chiave dell’ICT* (reti di comunicazione, Internet delle cose, elaborazione di segnali/immagini, scienza dei dati, sistemi distribuiti e adattivi, modelli matematici per i sistemi complessi, interazione persona-macchina).

Impatto. Le sfide affrontate dalla linea hanno chiaramente un forte *impatto per la società e per le istituzioni pubbliche* coinvolte nella costruzione della “Digital Society”. Hanno inoltre un forte *impatto di mercato*, sia per le aziende IT che si trovano a sviluppare ed evolvere le tecnologie su cui si costruisce la società digitale (sono molte le aziende IT – anche locali – che operano nei settori quali pubblica amministrazione, finanza, mobilità, utilities), sia per quelle che vedono nelle soluzioni IT uno strumento per operare nella società (nel terzo settore sono diverse le realtà che necessitano di tecnologie digitali adeguate alle sfide che devono affrontare in ambiti come inclusione sociale o scuola).

La strategia di impatto della Linea “Digital Society” parte da questo presupposto e si pone l’obiettivo che la sua azione sia leva per la crescita economica e sociale del nostro territorio. La linea assume il ruolo di *attore chiave dell’innovazione* e da ponte fra le istituzioni pubbliche e le aziende private coinvolte nella trasformazione digitale, fornendo soluzioni socio-tecniche allineate con i bisogni e i requisiti pubblici, che allo stesso tempo abilitano il mercato delle aziende private. Questi *ecosistemi pubblico-privati* sono facilitati attraverso lo sviluppo di *piattaforme digitali aperte*, che includono asset tecnologici innovativi sviluppati dalla ricerca e al tempo stesso garantiscono un alto livello di maturità tecnologica. Queste piattaforme digitali sono concepite, progettate e realizzate all’interno di *laboratori di co-innovazione* in cui la ricerca collabora con le istituzioni pubbliche, in modo da garantire un allineamento con le loro strategie, e con aziende private che possono sviluppare soluzioni di mercato integrate con queste piattaforme.

Il resto del capitolo descrive il piano 2020 per la Linea “Digital Society”. In continuità con gli obiettivi e i risultati realizzati nell’anno 2019 (Sezione 2), il piano identifica un insieme di ambiti applicativi con forti potenzialità per quanto riguarda ricerca, impatto e sostenibilità economica, nonché un insieme di obiettivi strategici su cui indirizzare le attività della linea (Sezione 3); il piano identifica inoltre un insieme di risultati misurabili e di indicatori per valutare il conseguimento degli obiettivi (Sezione 4).

2. Principali risultati dell’attività di ricerca

Nell’anno 2019, la Linea “Smart Cities and Communities” – cuore della neo-nata Linea “Digital Society” – si è focalizzata sull’obiettivo strategico “Intelligenza Artificiale per la Società (Città e Comunità Intelligenti)”, svolgendo un ampio ventaglio di

progetti e attività, e conseguendo importanti risultati che hanno contribuito in modo trasversale ai tre pilastri della missione di FBK: eccellenza scientifica, impatto su mercato e società, sostenibilità economica.

Nel seguito, si descrivono alcuni dei risultati maggiormente significativi conseguiti nell'anno 2019, includendo risultati delle nuove Unità di ricerca che si sono aggiunte alla linea a partire dall'anno 2020.

Intelligenza Artificiale. Nell'anno 2019, è proseguito il forte investimento della linea in questo ambito strategico, in accordo con il piano strategico e con la visione di "Intelligenza Artificiale Integrata" quale filo conduttore per gli obiettivi strategici. La linea partecipa ai progetti strategici EU H2020 "AI4EU" (progetto finanziato con 20 milioni di Euro il cui obiettivo è sviluppare la piattaforma europea di AI) e EU H2020 "Humane AI" (progetto che l'ambizione di lanciare un nuovo approccio europeo all'Intelligenza Artificiale, basato sui valori sociali europei) [pilastro "*sostenibilità economica*"]. Il ruolo di FBK in questi progetti è sia di spingere la ricerca fondamentale in AI, in particolare per quanto riguarda l'ambito della integrazione di apprendimento automatico e di ragionamento su modelli ("learning + reasoning") [pilastro "*eccellenza scientifica*"], sia di sperimentare le soluzioni sviluppate nell'ambito dei Servizi Pubblici [pilastro "*impatto su mercato e società*"]. Sempre nell'anno 2019, è terminato il progetto EU H2020 "SIMPATICO" (coordinato da FBK, ha l'obiettivo di utilizzare tecniche di Intelligenza Artificiale per semplificare l'interazione on-line dei cittadini con la pubblica amministrazione) e si è avviato il progetto EU H2020 "INFINITECH" (progetto finanziato con 15 milioni di Euro, relativo all'utilizzo di Intelligenza Artificiale, Big Data e Blockchain come "game changer" nell'ambito della finanza digitale). Entrambi i progetti hanno portato importanti finanziamenti in ambiti di impatto chiave per la linea [pilastri "*sostenibilità economica*" e "*impatto su mercato e società*"]. Nel corso del 2019 si sono conseguiti importanti risultati di ricerca anche in altri ambiti dell'Intelligenza Artificiale [pilastro "*eccellenza scientifica*"], in particolare relativamente all'applicazione di tecniche di Intelligenza Artificiale all'analisi di testi, di immagini, e alla relazione tra questi due domini: per l'analisi del testo si è affrontata la sfida di analizzare testi in lingue diverse disponendo di dati di training solo per l'inglese (*zero-shot learning*); per quanto riguarda l'analisi di immagini la sfida affrontata è stato lo sviluppo di architetture neurali di tipo adattativo al fine di realizzare sistemi di riconoscimento visuale robusti a variazioni ambientali e in grado di autoriconfigurarsi adattandosi alla complessità del task.

Piattaforma Digital Hub. Digital Hub è la piattaforma digitale aperta descritta in altre parti del documento come elemento centrale nella strategia di impatto della linea per facilitare la nascita di ecosistemi pubblico-privati. La piattaforma è realizzata nel contesto dei Co-Innovation Lab co-gestiti con DedaGroup per quanto riguarda i servizi pubblici e con GFT per quanto riguarda la finanza digitale. Questa piattaforma ha l'obiettivo di supportare la trasformazione digitale fornendo una soluzione flessibile e innovativa per l'integrazione di dati e servizi [pilastro "*impatto su mercato e società*"]. Nella piattaforma sono confluiti nel corso dell'anno 2019 importanti asset tecnologici sviluppati dalle Unità di ricerca della linea, in particolare per quanto riguarda l'analisi di testi in linguaggio naturale, il riconoscimento del parlato, l'analisi di modelli del comportamento umano: ambiti in cui la piattaforma Digital Hub ha mostrato il suo

potenziale non solo nel favorire l'adozione dei risultati della ricerca da parte di istituzioni pubbliche e aziende, ma anche di aiutare la ricerca per quanto riguarda la sperimentazione e il consolidamento dei risultati [pilastro "*eccellenza scientifica*"]. Questo "asset" tecnologico è già adottato in diversi ambiti applicativi e in diversi progetti, fra cui l'ambizioso progetto EU H2020 "STARDUST" (che vede Trento come una delle città faro europee per quanto riguarda l'ambito "Smart Cities and Communities"), i progetti Climate KIC "SMASH", "InnoWEEE", "CLIMB Ferrara", "Landscape Metropolis" [pilastro "*sostenibilità economica*"]. Infine, nell'anno 2019 la piattaforma Digital Hub è stata adottata come riferimento tecnologico per la costruzione di una strategia comune degli enti trentini (PAT, Comune di Trento, APSS, Trentino Digitale e FBK) relativamente all'interoperabilità e alle piattaforme "cloud", ponendo quindi le basi per l'adozione sistemica della piattaforma da parte delle istituzioni pubbliche trentine [pilastro "*impatto su mercato e società*"].

Complex Network. Nell'anno 2019, la linea ha deciso di investire sulla scienza delle reti come potente strumento matematico per l'analisi di sistemi complessi rilevanti per gli obiettivi strategici. La linea partecipa alla rete di eccellenza internazionale USA-EU "AccelNet-MultiNet", progetto il cui obiettivo è quello di avanzare la conoscenza scientifica sui sistemi multi-dimensionali, come quelli sociali ed urbani, attraverso programmi di scambio per giovani ricercatori [pilastro "*eccellenza scientifica*"]. Grazie alla partecipazione al progetto EU H2020 "inDICEs" [pilastro "*sostenibilità economica*"], la linea ha il ruolo di guidare il task sull'analisi di grandi basi di dati per lo sviluppo di indici quantitativi per comprendere l'impatto economico e sociale della digitalizzazione nell'ambito delle industrie culturali e creative [pilastro "*impatto su mercato e società*"]. La linea ha inoltre partecipato, e vinto, due competizioni internazionali riguardanti lo sviluppo di modelli matematici per: 1) mappare l'organizzazione funzionale delle megacittà a partire da dati geolocalizzati provenienti da social media ("Future Cities Challenge"); 2) quantificare l'impatto delle politiche di inclusione sociale sulle comunità ("D4R") [pilastro "*eccellenza scientifica*"].

Smart Networks and Services. Riconoscendo l'importanza che l'Intelligenza Artificiale giocherà nelle reti di comunicazione di quinta e, soprattutto, sesta generazione, la linea ha deciso di investire nel corso del 2019 sul settore scientifico delle reti e dei servizi intelligenti. In particolare, si sono studiati nuovi approcci per il controllo delle reti radiomobili basati su tecniche di Machine Learning: in controtendenza rispetto agli sforzi attuali nel contesto delle cosiddette reti software-defined (sforzi che hanno prodotto poche soluzioni sostanzialmente innovative se non un nuovo modo di comporre funzionalità esistenti), la ricerca iniziata nel 2019 punta alla realizzazione di un sistema operativo innovativo per reti radiomobili basato su principi di intelligenza artificiale [pilastro "*eccellenza scientifica*"]. In questo contesto, la linea partecipa ai progetti EU H2020 "SPIDER" e "5G-ZORRO" e coordina l'importante progetto EU H2020 "5G-CARMEN" (finanziamento europeo di 15 milioni di Euro) [pilastro "*sostenibilità economica*"]; quest'ultimo progetto ha l'obiettivo di utilizzare innovative soluzioni basate sul 5G nel contesto del corridoio autostradale Monaco-Bologna per affrontare sfide della mobilità su strada che vanno dalla guida autonoma, alla riduzione dell'inquinamento, all'infotainment [pilastro "*impatto su mercato e società*"].

Behavioural Change per la Sostenibilità. Nel corso dell'anno 2019, la linea ha investito in iniziative volte a promuovere il cambiamento di comportamento e l'adozione di pratiche più sostenibili per affrontare le sfide della sostenibilità ambientale [pilastro "*impatto su mercato e società*"]. In particolare, nell'anno 2019 le attività hanno mirato ad un coinvolgimento (in ottica "living lab") delle scuole per sperimentare soluzioni innovative, sia per quanto riguarda la mobilità autonoma dei bambini, sia per quanto riguarda il riuso e il riciclo di prodotti elettronici. Le sperimentazioni hanno coinvolto oltre 2.100 bambini, 150 insegnanti e 19 scuole, mostrando risultati positivi sia per quanto riguarda l'adozione di comportamenti corretti a scuola (es. riduzione di oltre il 50% dei percorsi casa-scuola in auto), sia un un trasferimento delle buone pratiche fuori dalla scuola e verso le famiglie (es. nel 26% dei casi, impatto positivo sulle abitudini di mobilità anche nel tempo libero) [pilastro "*impatto su mercato e società*"]. Dal punto di vista della ricerca scientifica, questo ambito ha fornito occasioni di sperimentazione su larga scala di soluzioni di ricerca innovative negli ambiti dell'IoT, della co-progettazione, della gamification, della "peer pressure", degli approcci ludici all'educazione civica [pilastro "*eccellenza scientifica*"]. L'approccio proposto dalla linea per il cambiamento di comportamento e la sostenibilità ha ricevuto vari finanziamenti soprattutto nel contesto delle attività del KIC Climate, con i progetti "SMASH" (mobilità sostenibile per gli adulti), "CLIMB Ferrara" (mobilità sostenibile dei bambini), "Landscape Metropolis" (approccio di comunità, volto a incentivare la mobilità sostenibile sia negli adulti che nei bambini) e "InnoWEEE" (riuso e riciclo di prodotti elettronici) [pilastro "*sostenibilità economica*"]; ha inoltre riscosso l'interesse di svariate amministrazioni pubbliche locali italiane, interessate a replicare il modello sviluppato da FBK [pilastro "*impatto su mercato e società*"]. Con il progetto H2020 Families Share, si è iniziato a costruire un living lab per la co-produzione di servizi di *worklife balance* coinvolgendo l'area HR e il Distretto Famiglia [pilastro "*sostenibilità economica*"].

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Obiettivo generale della linea è promuovere la "Digital Society" come ambito in cui individuare nuove *sfide di ricerca*: sfide che la linea affronta in modo integrato con i temi e le sfide di ricerca "di base" specifiche delle Unità che afferiscono alla linea. Il modello di riferimento della ricerca è quello della "Intelligenza Artificiale Integrata", già descritto nella sezione introduttiva del capitolo.

Vista l'estrema ampiezza e diversità delle sfide offerte dalla "Digital Society", sono stati individuati specifici ambiti applicativi con forti potenzialità per quanto riguarda ricerca, impatto e sostenibilità economica. In particolare, per quanto riguarda la *ricerca*, gli ambiti sono selezionati in modo da focalizzare e favorire la contaminazione fra le Unità e fra le competenze scientifiche. Per quanto riguarda l'*impatto*, l'attenzione è stata posta ad ambiti che offrono opportunità di adottare soluzioni digitali innovative per migliorare la sostenibilità ambientale, economico, sociale e socio-tecnologico delle comunità e per migliorare la qualità della vita delle persone. Per quanto riguarda l'incisività della strategia di *finanziamento* della linea, si è fatto riferimento in particolare ai programmi di finanziamento europeo (es. Horizon Europe e Digital Europe).

Gli ambiti applicativi individuati, descritti nel seguito, contribuiscono inoltre alle missioni del Piano Esecutivo 2018-2020 relative alla “Comunità Intelligente”, alla “Società Inclusiva e Sicura” e alla “Digital Finance”.

Mobilità (*missione “Comunità Intelligente”*). Soluzioni digitali innovative per rendere la mobilità sostenibile, facilmente fruibile, integrata, flessibile e sicura – considerando sia le problematiche di mobilità nelle aree urbane che nelle aree a domanda debole (aree rurali), e coprono trasporto di persone e di merci. Le soluzioni sviluppate favoriscono: connessione tra cittadini, veicoli e infrastrutture; coinvolgimento dei cittadini in campagne di mobilità sostenibile; adozione di soluzioni di mobilità assistita e autonoma; logistica dinamica e ottimizzata dell’ultimo miglio. In questo contesto trovano applicazione le competenze di ricerca relative alle reti di comunicazione, all’Internet delle cose, all’analisi di dati di varia natura (geografici, aperti, elaborati dai social media, personali, ecc.), ai servizi, ai sistemi socio-tecnici, e alle tecnologie collaborative.

Sostenibilità (*missione “Comunità Intelligente”*). Contribuire a rendere città e territorio un habitat più sano e resiliente dal punto di vista ambientale, sociale ed economico – in particolare tramite attività di raccolta e analisi dei dati e tramite campagne volte a sensibilizzare i cittadini e a promuovere comportamenti più sostenibili. Attenzione specifica viene dedicata ai temi della mobilità e dell’economia circolare, nonché all’importanza della formazione alla sostenibilità e alle sinergie con l’ambito Scuola descritto nel seguito. In questo contesto trovano applicazione le competenze di ricerca in ambito di raccolta, gestione e analisi dei dati e delle tecnologie collaborative. Questo ambito permette collaborazioni con i gruppi di ricerca del Centro Materiali e Microsistemi in particolare nel settore energia.

Inclusione (*missione “Società Inclusiva e Sicura”*). Promuovere l’inclusione e l’integrazione sociale, prevenire disinformazione (fake news), discriminazione e segregazione, in particolare riguardo i gruppi vulnerabili (bambini, anziani, migranti, ecc.). In questo ambito trovano applicazione le competenze di ricerca legate all’analisi dei dati, all’adozione di tecnologie informatiche (on-line e non) per combattere l’odio, all’utilizzo di incentivi e di tecniche di persuasione per favorire il coinvolgimento e il dialogo fra le persone. Molto importante in questo contesto è la collaborazione con la Linea “Health and Wellbeing” e con il Centro di Studi Religiosi.

Scuola (*missione “Comunità Intelligente”*). Studio, co-progettazione e sperimentazione di soluzioni digitali innovative per la “comunità scuola” quale luogo di innovazione e benessere. Le soluzioni sono rivolte a rendere più efficiente tutto l’ecosistema “scuola” ed hanno varie finalità: supportare l’organizzazione di una rete di interazioni che colleghino efficacemente alunni, educatori, famiglie ed enti; rendere più efficace ed efficiente l’azione educativa, con particolare attenzione agli studenti svantaggiati; fornire al corpo insegnante strumenti avanzati per migliorare gli obiettivi educativi programmati e la loro valutazione; rimuovere le barriere e favorire l’integrazione sociale di tutta la comunità scolastica. In questo ambito, trovano applicazione le competenze di ricerca su interazione persona-macchina, analisi del testo e del parlato, analisi dei dati, co-creazione con i cittadini.

Trasformazione Digitale (*missione “Comunità Intelligente”*). Supportare l’adozione di tecnologie digitali, in particolare da parte delle istituzioni pubbliche, per creare

nuove opportunità di crescita, semplificare la burocrazia e rendere la macchina pubblica più trasparente ed efficace. A questo ambito appartengono le iniziative volte alla creazione di un ecosistema pubblico-privato e l'adozione di piattaforme digitali per i servizi pubblici, le soluzioni tecnologiche per il city sensing e per le smart city, l'adozione di soluzioni di co-progettazione e co-gestione con amministrazioni e cittadini. In questo ambito, trovano applicazione le competenze di ricerca su reti di comunicazione e IoT, sui dati, sui servizi, sulla co-partecipazione e co-creazione con i cittadini e sulle policy di riuso. Molto importante in questo contesto è la collaborazione con la Linea "Cybersecurity".

Finanza Digitale (*missione "Digital Finance"*). Adottare soluzioni e tecnologie "Fin-Tech" per favorire il benessere economico di individui, comunità e società, con particolare attenzione all'inclusione finanziaria, all'economia circolare e alla finanza di impatto sociale. Si intendono promuovere in particolare nuove soluzioni basate su Intelligenza Artificiale e su sorgenti alternative di dati per favorire l'inclusione finanziaria di individui e piccole e medie imprese, e soluzioni basate su "Distributed Ledger" per semplificare la definizione di contratti e la registrazione di transazioni (economiche e non) tra cittadini, aziende e amministrazioni. In questo ambito trovano applicazione le competenze di ricerca legate all'analisi dei dati, alle reti sociali, ai sistemi socio-tecnici. Importante la collaborazione con la Linea "Cybersecurity".

Nel contesto di questi ambiti applicativi, vengono identificati nel seguito alcuni *obiettivi specifici* per la Linea "Digital Society" per l'anno 2020, coerentemente con quanto previsto nel Piano Esecutivo 2018-2020.

Obiettivo Digital Innovation Hub for Public Services (*ambito Trasformazione Digitale*). Lancio di un hub di innovazione digitale nell'ambito dei servizi pubblici, per valorizzare in chiave europea le piattaforme digitali e gli ecosistemi di business pubblico-privati realizzati da FBK in ambito "Digital Society" e "Health & Wellbeing".

Risultati attesi (2020)

- Lancio di un laboratorio di co-innovazione sulla trasformazione digitale in collaborazione con PAT, Comune di Trento e altre istituzioni pubbliche, per condividere buone pratiche e sviluppare in modo collaborativo soluzioni innovative per la trasformazione digitale.
- Maturazione della piattaforma Digital Hub per facilitarne la replicazione e l'installazione; adozione da parte di istituzioni pubbliche (in Trentino e in Italia), come riferimento tecnologico per l'interoperabilità e per la migrazione sul "cloud".
- Allargamento della partecipazione all'ecosistema pubblico-privato legato a Digital Hub a nuove aziende (incluse PMI).
- Costituzione di un hub di innovazione digitale sul tema dei servizi pubblici, centrato sulle competenze di FBK in Intelligenza Artificiale e "Cybersecurity", basato sugli ecosistemi pubblico-privati costruiti in ambito "Digital Society" e "Health & Wellbeing".

Obiettivo City Sensing (*ambiti Mobilità, Sostenibilità, Inclusione, Trasformazione Digitale*). Realizzare e sperimentare approcci innovativi, basati su integrazione e analisi di dati multi-dimensione e multi-livello, per aiutare amministratori a riconoscere gli eventi, i fenomeni e le evoluzioni che avvengono nei diversi luoghi e contesti della città (si veda anche la descrizione del progetto bandiera).

Risultati attesi (2020)

- Realizzazione di algoritmi di intelligenza artificiale ottimizzati per sistemi embedded wireless a risorse limitate e “energy-neutral”, dotati di sensori e microcontrollori low-power per l’analisi di segnali audio e video e il riconoscimento di eventi negli spazi cittadini; installazione e sperimentazione nel “living lab” Trento Smart City.
- Realizzazione di algoritmi di intelligenza artificiale per l’individuazione di indicatori di vivibilità della città su temi quali sicurezza reale e percepita, valorizzazione del verde urbano, ecc.; dispiegamento di questi algoritmi su dashboard, messa a disposizione di cittadini e amministratori, sperimentazione e validazione dell’approccio.
- Realizzazione di piattaforme per il calcolo di prossimità in ambiente radiomobile e su reti di quinta generazione allo scopo di estendere le applicazioni di city sensing anche in ambiente cellulare.

Obiettivo Climate Change (*ambiti Sostenibilità, Scuola, Mobilità*). È ormai comunemente accettato che vi sia un cambiamento climatico in atto e che questo abbia impatti significativi a tutti i livelli della società; numerose sono le iniziative in corso a livello internazionale. In questo contesto, la linea intende sviluppare strumenti per comprendere, prevedere e mitigare il fenomeno del cambiamento climatico e promuovere attività di sensibilizzazione di cittadini – a partire dalle scuole, per informare e coinvolgere i bambini e le loro famiglie e promuovere comportamenti virtuosi.

Risultati attesi (2020)

- Rafforzamento dei “living lab” con scuole e istituzioni pubbliche in Trentino e in altre regioni italiane per la sperimentazione in ambito scuola di soluzioni per la mobilità sostenibile e per l’economia circolare.
- Contribuire alla realizzazione di un archivio di variabili climatiche essenziali a livello globale esplorando gli archivi storici (1990-oggi) di dati telerilevati nell’ambito della “Climate Change Initiative” promossa da ESA.
- Coordinamento di un gruppo di lavoro nell’ambito della società internazionale dei sistemi complessi, per supportare i policy-makers con strumenti data-driven e modelli predittivi per la resilienza ai cambiamenti climatici.

Obiettivo Inclusive Society (*ambiti Inclusione, Finanza Digitale*). Creare città e comunità inclusive e sicure, promuovendo l’inclusione dei gruppi più vulnerabili della società (migranti, anziani), prevenire i crimini e l’odio e promuovere uno stile di vita sostenibile.

Risultati attesi (2020)

- Incremento della rete di collaborazione nazionale ed internazionale sul tema dell'inclusione, aumentando i partner di proposte e progetti ed intensificando il numero di collaborazioni con l'Istituto di Scienze Religiose.
- Sperimentazione nel comune di Trento di una soluzione per diminuire la vulnerabilità dei luoghi pubblici agli attentati terroristici, sia in fase di pianificazione che di intervento.
- Sviluppare e sperimentare soluzioni basate sulla innovazione partecipativa e sugli strumenti di finanza digitale (valute di comunità, distributed ledger) per il bilanciamento lavoro-famiglia e per la co-produzione di altri servizi per l'inclusione sociale.

Obiettivo Media Awareness (*ambiti Inclusione, Scuola, Finanza Digitale*). Strumenti per l'analisi dei flussi di dati su social media, al fine di identificare contenuti digitali "tossici".

Risultati attesi (2020)

- Strategie di monitoraggio e prevenzione in risposta ai discorsi d'odio online, confrontando piattaforme e fonti informative in lingue diverse, anche su temi specifici quali il cyberbullismo, la misoginia, l'odio religioso.
- Strategie di intervento/prevenzione in risposta alle operazioni di manipolazione sociale per mezzo di agenti umani o automatizzati ("social bots"), e campagne di disinformazione ("fake news") di alto impatto sociale.
- Caratterizzazione e quantificazione dell'influenza delle news e dei social media sul valore delle principali criptovalute, con attenzione all'identificazione dei principali meccanismi responsabili dell'attenzione collettiva.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

La sezione precedente riporta, per ciascun obiettivo, i risultati misurabili attesi per l'anno 2020, risultati su cui si valuterà il conseguimento degli obiettivi.

Quali indicatori per la "performance" della linea, nel contesto più ampio degli indicatori utilizzati dal centro ICT, si adotteranno i seguenti:

Eccellenza scientifica

- Pubblicazioni su "journal" e conferenze di alto profilo; in particolare, pubblicazioni negli ambiti tematici specifici della linea.
- Partecipazione a progetti, comitati e laboratori strategici a livello nazionale e internazionale negli ambiti della "Digital Society".

Impatto su mercato e società

- Numero di utenti coinvolti nei “living lab” gestiti dalla linea.
- Numero di aziende e enti coinvolti nei “co-innovation lab” e in altre collaborazioni strategiche gestite dalla linea.
- Ambiti territoriali (es. città, aree, regioni) in cui sono adottati i risultati sviluppati dalla linea.
- Effetto (dimostrato empiricamente) delle azioni della linea sui comportamenti dei cittadini coinvolti verso una maggiore sostenibilità.

Sostenibilità economica

- Ricavi e % autofinanziamento; in particolare, questi indicatori verranno misurati per i vari ambiti di riferimento della linea “Digital Society”.

HWB – HEALTH & WELLBEING

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

Responsabile: Stefano Forti

1. Sommario e visione

La Linea Health&Wellbeing (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 (e-Health, NLP, PDI, DPCS, ICT4G, Nilab, FM e MPBA) sul tema della sanità e della salute, favorendo la stretta collaborazione tra gruppi di ricerca e laboratori di innovazione.

L'applicazione di tecniche di Intelligenza Artificiale (AI) nel campo della salute sta vivendo una fase di estrema vivacità e grandi potenzialità. Queste potenzialità sono dovute sia alla richiesta di tecniche per migliorare la produttività e ridurre i costi da parte delle organizzazioni fornitrici di servizi di cura (soggette ad una pressione crescente determinata da una crescente domanda di servizi medici e dall'aumento delle possibilità di trattamento), sia alla disponibilità di tecniche di AI sempre più sofisticate ed efficaci e alla crescente disponibilità di grosse quantità di dati (dovute, ad esempio, alla diffusione crescente di sistemi di cartelle cliniche elettroniche, ai progressi delle tecnologie di sequenziamento, alla diffusione di immagini digitali e alla co-produzione di dati relativi alla salute da parte dei pazienti stessi attraverso dispositivi mobili e indossabili). Alcuni esempi di contributi di tecniche di AI in medicina riguardano personalizzazione dei regimi di cura al singolo paziente (medicina personalizzata), il supporto alla prevenzione mediante tecniche predittive e persuasive, il supporto alla gestione e all'ottimizzazione dei processi di cura, l'individuazione precoce di pericoli per la salute (ad esempio la propagazione di un'epidemia), o di pazienti a rischio.

Visione. Progettare e realizzare piattaforme tecnologiche basate su tecniche di intelligenza artificiale (IA) per rendere il cittadino un manager più consapevole nella gestione della propria salute e cura ed un partner più attivo nella relazione con gli operatori sanitari.

Missione. Concretizzare i risultati più significativi dell'attività di ricerca e innovazione svolta all'interno di FBK e di TrentinoSalute4.0 nello sviluppo di piattaforme tecnologiche da mettere a disposizione del servizio sanitario per l'erogazione di servizi innovativi, centrati sul paziente e abilitati dalle nuove tecnologie di IA.

Value. Il valore dell'attività svolta può essere declinato lungo le seguenti direttrici: i) per FBK: attivare la filiera di progettazione e sviluppo di soluzioni tecnologiche coprendo tutta la scala TRL fino alla messa a servizio per facilitare il trasferimento dei risultati della ricerca nel mondo reale e al contempo ricevere stimoli per nuove attività di ricerca, ii) per i cittadini: ricevere un supporto per gestire in modo più efficace la

propria salute e cura, iii) per le organizzazioni sanitarie: avere un supporto tecnologico nella ridefinizione di nuovi modelli organizzativi abilitati dalle nuove tecnologie in grado di attivare servizi sanitari di prossima generazione più efficienti e sostenibili, iv) per il sistema sanitario provinciale: fare in modo che il territorio trentino diventi un laboratorio territoriale di innovazione in sanità, diventando un punto 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, v) per le aziende IT: ricevere un supporto attraverso laboratori congiunti e progettualità condivise con FBK e TrentinoSalute4.0 per il miglioramento della propria capacità competitiva.

Unicità. Lo sviluppo di questa azione strategica trova fondamento nei 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 sul campo fino alla loro messa a servizio, e iii) la recente costituzione del centro di competenza sulla Sanità Digitale "Trentino Salute 4.0" (TS4.0) come alleanza strategica tra PAT, APSS ed FBK nell'ambito della sanità digitale 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.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Eccellenza scientifica

- Pubblicazioni scientifiche

Le pubblicazioni scientifiche della linea nel corso del 2019 sono state 25 Q1 e 5 Q2 (Journals) e 6 Grin1 e 3 Grin2. Di seguito una suddivisione per Unità delle pubblicazioni scientifiche del 2019:

Journals: DPCS (10 Q1, 1 Q2), MPBA (6 Q1, 1 Q2), NiLab (3 Q1, 0 Q2), FM (1 Q1, 1 Q2), PDI (3 Q1, 2 Q2), NLP (2 Q1, 0 Q2).

Proceedings: MPBA (1 Grin1, 0 Grin2), NiLab (2 Q1, 0 Q2), PDI (1 Grin1, 0 Grin2), NLP (2 Grin 1, 3 Grin 2).

- Organizzazione eventi scientifici di rilevanza nazionale/internazionale:

Di seguito una lista degli eventi scientifici più significativi:

- organizzazione Summer School "Data Science and Epidemic Models" in collaborazione con l'Università di Trento (<https://webmagazine.unitn.it/en/evento/dmath/51928/data-science-and-epidemic-models>) (DPCS).
- General chair International Conference on Pervasive Health (<http://pervasivehealth2019.eai-conferences.org/>) sulle tecnologie pervasive per la salute (Trento, 20-23 maggio) (eHealth).

- In collaborazione con RIS, organizzazione della 19 edizione della scuola estiva “WebValley 2019 International”, con tema “AI for CardioVascularDiseases” (Sanzeno, 16/06 - 06/07) (MPBA).
- In collaborazione con la MAQC Society e CHARME, organizzazione della conferenza “3rd Annual Meeting on Precision Medicine and Clinical Omics: Reproducibility for Artificial Intelligence in Medicine” (Riva del Garda, dall’8 al 10 Aprile 2019) (MPBA).
- Organizzazione convegno ConnectBrain (connectbrain.org), Theoretical and practical course on clinical and surgical applications of structural and functional connectivity.
- Workshop Co-chair della International Conference on Business Process Management 2019 (PDI).
- Programme Co-chair della International Semantic Web Conference (PDI).
- Programme co-chair della 17th International Conference of the Italian Association for Artificial Intelligence (PDI).
- Knowledge and Language Processing Track chair della 34th ACM/SIGAPP Symposium On Applied Computing (PDI).
- Local organizer co-chair di ACL 2019, 57 conference of the Association for Computational Linguistics (NLP).
- Co-chair of the Lectures on Computational Linguistics 2019, Pavia (NLP).
- Cochair of the workshop LOUHI 2019: The Tenth International Workshop on Health Text Mining and Information Analysis (NLP).
- Senior area chair IJCAI 2019, International Joint Conference on Artificial Intelligence (Macao, August 2019).
- Master Thesis Prize in Computational Linguistics.
- Presidente Associazione Italiana di Linguistica Computazionale (NLP).

Impatto su mercato e società

- Partecipazione al Trento Film festival (5 maggio) con un incontro pubblico su “Montagne e Tecnologie per la Salute: mamme diabetiche in gravidanza”.
- Partecipazione a Trento Smart Week (19-22 settembre) in cui sono state attivate più di 400 installazioni della app TreC_FSE che ad oggi vede il coinvolgimento di quasi 13.000 cittadini (eHealth).
- Durante il festival dello sport (10-13 ottobre) è stato allestito uno stand per la promozione della app GeotreC, una app di geocaching per la promozione di corretti stili di vita, i cui percorsi storico-culturali sono stati realizzati con alcuni anziani del centro diurno gestito dalla cooperativa Kaleidoscopio. Più di 200 i cittadini che hanno aderito.
- Coinvolgimento di ca. 90 anziani all’interno del progetto “due passi in Salute con le Acli” in stretta collaborazione con FAP-ACLI.

- Attivazione di una collaborazione con l'associazione Alzheimer Trento per il possibile avvio di studi sull'uso delle tecnologie a supporto della cura e assistenza dei malati di Alzheimer (eHealth).
- Attivazione di un laboratorio congiunto con APSS e Deda Group per la re-ingegnerizzazione ed evoluzione della piattaforma TreC_FSE (lato middleware e lato client web e mobile) (eHealth).
- Conclusi positivamente i colloqui con le aziende fornitrici di dispositivi impiantabili (Medtronic, Abbott, Biotronik, Boston scientific) per l'integrazione dei loro dati in cloud all'interno della piattaforma TreC (eHealth).
- Ampia ripresa della stampa locale, nazionale ed internazionale degli articoli su vaccinazione contro il morbillo dei genitori ed all'entrata a scuola (DPCS).
- Ampia diffusione mediatica del progetto Fruitipy su testate giornalistiche di alto profilo e di impatto sia regionale che nazionale (L'Adige, Ansa, Sole 24Ore, ...) (MPBA).
- Attivazione di un Co-working space dedicato a progetti di AI in collaborazione con Istituto Pavoniano Artigianelli e Università di Trento per progetti dedicati all'open innovation con l'industria nazionale. (MPBA).
- Tra gennaio e ottobre 2019 sono state raccolte, attraverso BringTheFood, 1.380.876 porzioni da 150 grammi di prodotti freschi e cotti (ICT4G).
- Messa a servizio della prima versione dell'applicazione Web per Social Media management che ha visto il coinvolgimento della comunicazione FBK, TrentinoSalute4.0, e alcune progetti europei e gruppi di ricerca (FM).

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Obiettivo 1: AI in Healthcare

Questo obiettivo riguarda le attività di ricerca nell'area della AI in sanità condotte dalle Unità di ricerca presenti all'interno della linea. Alcune delle attività seguenti sono state condivise da più Unità (cross-unità) con l'obiettivo di cominciare a costruire un approccio di sistema con un rafforzamento delle potenziali ricadute sulle fasi di innovazione.

Risultati attesi

R1.1 Sistema di predizione (short-term e medium-term) della dinamica spazio-temporale di malattie trasmissibili, con specifico focus su influenza e Ebola (DPCS, MPBA).

R1.2: Sistema di raccolta e generazione di argomenti e contro argomenti e creazione di grafi di argomentazione da utilizzare nella piattaforma di Virtual Coaching. (FM e eHealth).

R1.3: Integrazione di basi di conoscenza all'interno di agenti conversazionali da utilizzare all'interno della piattaforma di Virtual Coaching per lo studio e lo sviluppo di strategie efficaci di explanation (PDI e HLT).

R1.4: Sistema di predizione del rischio di sviluppo sia di malattie croniche (es. diabete) e loro complicanze, che di eventi d'interesse in terapia intensiva (eHealth).

R1.5: Individuazione di nuovi fenotipi di interesse prognostico basati sull'espressione dei linfociti infiltranti il tumore, con specifico focus su neuroblastoma pediatrico, in collaborazione con Ospedale Pediatrico Bambino Gesù di Roma (MPBA)

R1.6: Sistema di predizione del rischio di contrarre malattie cardiovascolari in soggetti di aree urbane caratterizzate da diverse densità di popolazione e stili di vita, in collaborazione con Ospedale Bassini - Milano (dati da studio PLIC) (MPBA)

R1.7: Sistema per la caratterizzazione interindividuale delle principali strutture di connettività cerebrale per lo sviluppo di un metodo computazionale che possa raggiungere un livello di accuratezza competitivo con analogo operazione condotta manualmente dal neurochirurgo. (NiLab)

R1.8: Stime dell'efficacia di strategie di vaccinazione ad anello (network di contatti dei casi e contatti dei contatti) per Ebola (DRC, 2018-19) e meningococco C (Toscana, 2015-17) (DPCS).

R1.9: Piattaforma per la raccolta e gestione di dati conversazionali su larga scala con tecniche diversificate di Intelligenza Artificiale (NLP).

Strumenti e metodologie

R1.1: si utilizzeranno metodologie di machine learning classico e deep-learning su dati di serie temporali e dati georiferiti provenienti da sistemi di sorveglianza epidemiologica inseriti in procedure di validazione per ottenere predizioni bias-free della dinamica spazio-temporale e, potenzialmente, sistemi di early detection.

R1.2: si utilizzeranno metodologie di NLP classico e adattamenti di tecniche di deep learning usate nella machine translation utilizzando corpora testuali monolingui, per ottenere parafrasi che modificano le argomentazioni e le contro-argomentazioni a livello lessicale e strutturale.

R1.3: si utilizzeranno metodologie di modellazione della conoscenza per rappresentare il dominio della conversazione. Tali metodologie supporteranno la definizione di strategie di gestione dei dialoghi al fine di migliorare il livello di intelligenza della piattaforma di Virtual Coaching.

R1.4: si utilizzeranno metodologie di deep learning in grado di modellare evoluzione temporale dei parametri clinici contenuti principalmente nei fascicoli sanitari. Un'attività importante sarà sviluppo delle metodologie che permettono di interpretare decisioni prese dai modelli predittivi.

R1.5: saranno utilizzati metodi di analisi statistica e di machine learning classico a partire da dati di immunoistochimica, pannelli di espressione genica, imaging, e dati clinici.

R1.6: Saranno utilizzati metodi di analisi statistica e di machine learning a partire da dati clinici, biochimici, pannelli genetici, imaging, e dati genomici, secondo disponibilità.

R1.7: si utilizzeranno metodologie di machine learning per poter acquisire direttamente dall'attività manuale di dissezione virtuale dei cervelli curata dai neurochirurghi.

R1.8 Si utilizzeranno metodi di simulazione ad agenti informati da dati forniti da Istituto Superiore di Sanità e Organizzazione Mondiale della Sanità.

R1.9: Si utilizzeranno recenti approcci basati su data augmentation, transfer learning e active learning, in combinazione con crowdsourcing, Wizard of Oz e MAP task.

Eventuali rischi e criticità

R1.1: l'attività di ricerca proposta si può classificare come high-risk high reward in quanto prevedere l'andamento di epidemie è un problema molto difficile data la complessità delle variabili in gioco.

R1.2: l'attività di ricerca proposta è altamente sfidante, complessa e utile in molte applicazioni pratiche. Esiste una letteratura, alcuni benchmark e uno stato dell'arte oltre ad alcune soluzioni commerciali.

R1.3: le criticità legate all'attività di ricerca proposta sono legate principalmente alle procedure di validazione delle strategie proposte (es. coinvolgimento di numerosi utenti per un periodo temporale sufficientemente lungo).

R1.4: L'attività di ricerca proposta si può classificare come high-risk, high-reward, in quanto prevedere il rischio delle complicanze oppure eventi in terapia intensiva è un problema molto difficile, che deriva sia dalla struttura dei dati (e.s. mancanza dei valori) che dalle relazioni complessi tra i variabili clinici.

R1.5: Numerosità della coorte non sufficiente per garantire l'accuratezza degli obiettivi attesi.

R1.6: Natura e qualità dei dati non sufficiente per realizzare una predizione accurata degli obiettivi previsti.

R1.7: la maggiore criticità è legata al processo di validazione e alla quantificazione della qualità dei risultati; la strategia di gestione del rischio prevede la collaborazione con un team di esperti.

R1.9: l'acquisizione di dati conversazionali per addestrare sistemi neurali richiede un approccio altamente diversificato per fare fronte alla varietà dei dati e ai vincoli sulla protezione dei dati personali.

Obiettivo 2: Sanità digitale per la prevenzione

Questo obiettivo è strettamente legato al piano programmatico di azioni condivise da PAT, APSS e FBK all'interno del centro di TS4.0 ed ha la finalità di valorizzare i risultati più significativi dell'attività di ricerca e innovazione svolta all'interno di FBK per supportare il sistema sanitario locale e nazionale ad erogare servizi sanitari innovativi nell'ambito della prevenzione primaria e secondaria, centrati sul paziente e abilitati dalle nuove tecnologie di intelligenza artificiale.

Risultati attesi

R2.1: evoluzione della piattaforma Salute+ per la promozione della salute in provincia di Trento ed ampliamento dei soggetti interessati al progetto (eHealth).

R2.2: progettazione e sviluppo del modulo della piattaforma TreC a supporto del percorso nascita di APSS offerto alle donne in gravidanza (eHealth).

R2.3: studi pilota sull'invecchiamento attivo e la promozione di corretti stili di vita anche attraverso l'uso delle nuove tecnologie (es geocaching) (eHealth).

R2.4: avvio di uno studio di coorte di prevenzione personalizzata per il monitoraggio epidemiologico dei fattori di rischio cardiovascolari e cardio-metabolici (MPBA).

Eventuali rischi e criticità

R2.1: per l'ampliamento dei cittadini utilizzatori di Salute+ occorre avviare una importante campagna di promozione mediatica

R2.4: il progetto prevede alcuni elementi organizzativi e di raccordo con gli stakeholder che richiedono una attenzione particolare.

Obiettivo 3: Sanità digitale per la cura e assistenza

Anche questo terzo obiettivo è strettamente legato al piano programmatico di TS4.0 con la finalità di valorizzare i risultati più significativi dell'attività di ricerca e innovazione svolta all'interno di FBK attraverso la progettazione di soluzioni innovative basate anche su tecnologie di AI e la loro validazione sul campo in studi pilota per supportare da un lato il sistema sanitario locale e nazionale ad erogare servizi sanitari innovativi nell'ambito della cura e assistenza.

Risultati attesi

R3.1: messa a servizio della piattaforma di virtual coaching "TreC_AI" a supporto del telemonitoraggio delle donne con diabete 1 in gravidanza (eHealth).

R3.2: messa a servizio sperimentale della piattaforma "TreC_AI" a supporto del monitoraggio remoto e del self-management delle donne con diabete gestazionale (eHealth).

R3.3: studio pilota della piattaforma TreC_AI a supporto del self-management dei pazienti con diabete tipo 2 (eHealth).

R3.4: progettazione e sviluppo di una piattaforma per il monitoraggio remoto di pazienti cardiopatici con dispositivi impiantabili (eHealth).

R3.5: supporto all'evoluzione e messa a servizio della app TreC_FSE per l'accesso ai servizi sanitari online (eHealth).

Eventuali rischi e criticità

R3.2: barriere di utilizzo del sistema da parte delle donne di etnia straniera e necessità di definire nuovi modelli organizzativi (es. ambulatorio delle cronicità).

R3.3: possibili barriere all'utilizzo da parte dei soggetti anziani e sostenibilità organizzativa.

R3.4: stipula degli accordi per lo scambio dati tra APSS e le aziende fornitrici dei dispositivi in linea col nuovo Regolamento Europeo in materia di Protezione dei Dati (GDPR).

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Eccellenza scientifica

- Pubblicazioni scientifiche

Di seguito una suddivisione per Unità delle pubblicazioni scientifiche previste per il 2020:

Journals: DPCS (8 Q1, 0 Q2), MPBA (3 Q1, 1 Q2), NiLab (2 Q1, 1 Q2), FM (1Q1), PDI (4 Q1 3.Q2), NLP (2 Q1, 1 Q2).

Proceedings: MPBA (1 Grin1, 0 Grin2), NiLab (1 Grin1,2 Grin2), PDI (1 Grin1,1Grin2), NLP (2 Grin1, 3 Grin2).

- Organizzazione eventi scientifici di rilevanza nazionale/internazionale:

- organizzazione, in collaborazione con l'Unità RIS, la 20ma edizione della Scuola Webvalley International 2020, sul tema AI & Health, della durata di 3 settimane tra giugno e luglio 2020 (MPBA).
- Co-organizzazione di PRNI Summer School a Vienna (NiLab).
- Contributo all'organizzazione, come Demo Co-chair, della International Conference on Process Mining 2020 (ICPM2020). Contributo all'organizzazione, come Engineering track chair, della International Conference on Business Process Management (BPM2020). Knowledge and Language Processing Track chair della 35th ACM/SIGAPP Symposium On Applied Computing (SAC 2020) (PDI).
- organizzazione dell'undicesima edizione della conferenza "Dynamical Systems applied to Biology and Natural Sciences", Trento, febbraio 2020 (DPCS).
- Area chair di ECAI 2020 European Conference on Artificial Intelligence (NLP).
- Contributo alla organizzazione delle Lectures on Computational Linguistics (2020) (NLP).

Impatto su mercato e società

- Messa a servizio della nuova app e del nuovo portale web per l'accesso online ai servizi offerti dal sistema sanitario (es. referti, prenotazioni, ecc) (eHealth).
- Avvio della collaborazione con il Fatebenefratelli di Roma per la progettazione e realizzazione della app per le donne in gravidanza (eHealth).

- Adozione della app TreC_Diabete di almeno 100 pazienti con diabete (almeno 20 donne con pregravidico, almeno 40 donne con diabete gestazionale, almeno 60 pazienti con diabete di tipo 2) (eHealth).
- Servizio software per il mapping funzionale del cervello all'interno della procedura di pianificazione dell'intervento dell'Unità Operativa di Neurochirurgia dell'Ospedale S. Chiara. (NiLab).
- Predizione dell'impatto delle epidemie e valutazione delle policy di intervento attraverso le tecniche di modellizzazione della diffusione di malattie infettive (DPCS).
- Sperimentazione sul campo di un agente conversazionale basato su tecnologie di Intelligenza Artificiale, in particolare semantica del linguaggio naturale, per il calcolo dei carboidrati assunti in un pasto (NLP e eHealth).

DI – DIGITAL INDUSTRY

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

Responsabile: Alessandro Cimatti

1. Sommario e visione

La Linea Digital Industry (DI) – precedentemente High-Impact Initiative in Digital Industry, nata nel 2018 – comprende le Unità di ricerca in Embedded Systems (ES, resp. Alessandro Cimatti), Software Engineering (SE, resp. Angelo Susi), Technologies of Vision (TeV, resp. Stefano Messelodi), 3D Optical Metrology (3DOM, resp. Fabio Remondino), Machine Translation (MT, resp. Marco Turchi) e, a partire dal 2020, anche l'Unità di Open Internet of Things (OpenIoT, precedentemente in CREATE-NET, resp. Fabio Antonelli).

DI si propone di affrontare le sfide poste dalla industria nell'era digitale, con riferimento a sistemi industriali di vario genere: sistemi critici, sistemi adattivi e autonomi, sistemi per la percezione avanzata, sistemi di diagnosi e predizione. Esistono numerose esperienze pregresse ed in corso in vari settori applicativi, quali ferroviario, avionico, spaziale, controllo di produzione, petrolifero, automobilistico, robotico e automazione di processo. Più recentemente, grazie ad opportunità derivanti da specifici progetti commerciali, è stato indirizzato anche il tema della digitalizzazione del settore agrifood e, più in particolare, quello dell'applicazioni delle tecnologie digitali per un'agricoltura di precisione, tema di grande rilevanza per il contesto locale ed in linea con le strategie ed i piani nazionali ed europei in questo ambito. DI si configura all'interno del centro ICT come punto di riferimento e di coordinamento delle iniziative di FBK sui temi relativi all'applicazione dell'ICT all'ambito agricoltura e foreste.

Le attività di DI 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, piattaforme per la gestione e l'analisi dei dati IoT per la diagnostica e la manutenzione predittiva, la autocalibrazione dei sistemi di percezione, la riconfigurazione dinamica, l'integrazione di sensori e dati, la gestione di dati testuali in lingue diverse tramite la traduzione automatica.

DI 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, Linee, Centri di FBK.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Dal punto di vista dell'eccellenza scientifica, DI è ben posizionata nelle comunità scientifiche di riferimento, che comprendono Intelligenza Artificiale, Computer-Aided Verification, Visione Artificiale, Metrologia, Software Engineering, Requirements Engineering, Machine Translation e Internet of Things, 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, 26), Stefano Tonetta (23), Alberto Griggio (25), Marco Turchi (22), Matteo Negri (25), Elisa Ricci (30), Massimo Vecchio (16), Csaba Kiraly (13) e professore ordinario Fabio Remondino (47), Alessandro Cimatti (57), Marco Roveri (37), Angelo Susi (31), Anna Perini (39), Oswald Lanz (20). Hanno H-index superiore al 20 Piergiorgio Svaizer (26) e Luisa Bentivogli (24). Nel 2019, alla data di scrittura del budget descrittivo, DI ha pubblicato 8 articoli su rivista Q1 e 21 articoli su proceedings di conferenze internazionali.

Per quanto riguarda l'impatto sul mercato e nella società, esistono diversi fronti interessanti. Vari tools di verifica e di design automation sviluppati in DI sono applicati all'interno di realtà industriali, sia internazionali (Boeing, SAIPEM, United Technologies), sia italiane (Rete Ferroviaria Italiana) sia sul territorio (PhoxEng/Cinetix). Sistemi di visione, monitoraggio, ispezione e metrologia sono applicati in vari campi (pneumatici / Marangoni, energia / Enel, rilevamento difetti del legno / Meccanica del Sarca, riconoscimento di schemi elettrici / RFI, eventi sportivi / EyesVision, market analysis / Spindox). Le competenze di Machine Translation sono alla base delle attività della start up Modern Machine Translation. Soluzioni di edge computing ed IoT industriale in ambito nautica sono state sviluppate per ZF Marine. 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).

Per quanto riguarda la sostenibilità economica, nel 2019 DI prevedeva un budget di poco inferiore ai 4MEuro, ricavi di poco inferiori a 2.5MEuro, e un autofinanziamento superiore al 60%. In generale le attività progettuali previste sono allineate con gli obiettivi di ricerca, e consentono una buona sinergia tra ricerca e impatto applicativo. Nel corso del 2019 sono stati acquisiti ulteriori progetti, anche 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. Per il 2020, si prevede di mantenere un livello di budget sostanzialmente invariato, al netto della integrazione dell'Unità OpenIoT, e una maggiore attenzione alla realizzazione di attività di tipo istituzionale.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

In generale, l'obiettivo di DI è sviluppare metodi e soluzioni ad alto contenuto innovativo per le applicazioni industriali del futuro, adottare tali soluzioni per la realizzazione di prototipi precompetitivi ad alto grado di maturità, favorirne l'applicazione in

contesti reali. Dal punto di vista tecnico, gli obiettivi di DI sono organizzati come segue:

Tecnologie per la Percezione: studio e implementazione di tecnologie e sistemi di percezione flessibili, in grado di fornire un'interpretazione dell'ambiente in cui vengono inseriti. Caratteristica di tali sistemi è la capacità di integrare informazioni provenienti da un numero e una tipologia variabile di sensori, in base alla complessità dell'ambiente stesso e ai requisiti di accuratezza e responsività dell'applicazione. Nel caso di sensori visivi, ad esempio, il sistema deve gestire la variabilità delle condizioni operative (moto relativo camera/scena, punto di osservazione, indoor/outdoor) e del compito specifico (classificazione, segmentazione, localizzazione, descrizione della posa, re-identificazione, tracciamento). In questo contesto, avranno un ruolo rilevante le tecniche di IA ed apprendimento automatico. Nel caso di sensori acustici (microfoni) e vibrazionali (accelerometri) si estraggono informazioni sull'ambiente e i dispositivi in esso presenti attraverso una analisi tempo/frequenza dei corrispondenti segnali. Applicazioni di interesse per la Linea DI sono quelle del controllo di veicoli autonomi (robot/droni/bracci robotici), del controllo qualità di prodotti industriali, della ricostruzione 3D/4D di oggetti/scene ("digital twin"), sistemi di Realtà Estesa (VR/AR/MR), monitoraggio continuo di processi industriali e macchinari (predictive maintenance), tecniche di metrologia ottica per l'analisi dimensionale di oggetti (turbine, pneumatici, ecc.) e strutture (ponti, edifici, ecc.).

Progettazione Model-Based: sviluppo e messa in campo di metodi e tools model-based per la progettazione, il testing, la verifica e la validazione di sistemi complessi come quelli caratterizzati da alta variabilità dal punto di vista dello spazio delle possibili configurazioni funzionali, dello spazio delle architetture di rilascio e degli aspetti legati alla loro riconfigurazione dinamica. Verranno utilizzati approcci informali, mutuati dal Software Engineering, e formali, basati su model checking. Saranno inoltre investigate le relazioni con tecniche di pianificazione, ottimizzazione, monitoraggio e diagnosi tipiche del campo dell'Intelligenza Artificiale. Le metodologie e i tool model-based saranno impiegati nella specifica di metodi di progettazione, realizzazione e testing di "digital twin" e di sistemi basati su Realtà Estesa.

Produzione Flessibile: messa in produzione di tecniche di pianificazione automatica, controllo predittivo, diagnostica e ri-pianificazione per il supporto alla produzione flessibile di sistemi industriali complessi e ad alta variabilità. Particolarmente rilevante si ritiene lo studio della integrazione tra pianificazione temporale e diverse forme di learning (supervised, reinforcement, transfer). Studio di fattibilità e realizzazione di strumenti per applicazioni di robotica autonoma con player industriali, da utilizzarsi sia in stazione di controllo che a bordo del robot (e.g. AUV, AGV).

Predictive Maintenance: definizione di una piattaforma per l'analisi di grosse quantità di dati grezzi provenienti da diversi sensori installati o da installare sul sistema sotto analisi, e/o da log del sistema stesso con finalità di diagnostica e prognostica, basata sull'integrazione di tecniche avanzate di DSP, Machine Learning, Modellazione Formale, Model Based Design e Safety Assessment, e relativa applicazione su casi d'uso ad alto impatto: i) monitoraggio avanzato dello stato di salute; ii) manutenzione preventiva. La piattaforma e le tecniche verranno applicati ad una serie

di casi industriali. In aggiunta, verrà valutato l'uso di tecniche di traduzione automatica e di natural language processing con lo scopo principale di sfruttare informazioni testuali in lingue diverse per capire lo stato di salute di un componente e/o supportare la relativa manutenzione predittiva. L'integrazione nella Linea dell'Unità OpenIoT consentirà di investigare problematiche legate al deployment su Edge per ottimizzare consumo di banda ed energia, e l'uso di blockchain per garantire la tracciabilità delle transazioni.

Sistemi Autonomi: disegno, prototipazione e dimostrazione di sistemi autonomi per la percezione avanzata, basati sull'utilizzo di veicoli autonomi (quali droni, robot terrestri, e/o underwater) equipaggiati con sensori ottici attivi e passivi, in grado di svolgere attività di raccolta dati multi-sensoriale (immagini multimodali, video, depth map, audio, dati ambientali) e programmati per svolgere missioni differenti in funzione del contesto operativo di utilizzo. L'integrazione di sensoristica intelligente sul campo consentirà inoltre di configurare i sistemi autonomi come sistemi distribuiti e collaborativi in grado di migliorare gli aspetti di controllo, comunicazione e decisione del sistema stesso. La scelta delle specifiche attività di disegno e prototipazione saranno guidate dall'identificazione di case di studio applicativi di interesse per la DI (ad esempio: analisi stato delle coltivazioni in ambito agricoltura di precisione, sistemi di sicurezza per l'ispezione autonoma di zone pericolose non accessibili alle persone, monitoraggio di strutture, ecc.). In funzione delle specifiche configurazioni delle soluzioni da prototipare, verranno analizzate e sviluppate soluzioni per il mission planning e navigazione autonoma, per l'integrazione e sincronizzazione dei sensori a bordo, per la gestione del payload o delle comunicazioni, per il consumo/risparmio energetico, per l'integrazione di capacità computazionale a bordo con soluzioni di edge computing, ecc.

Iniziativa Strategiche. A livello metodologico, in DI si lavorerà attivamente allo svolgimento di progetti in collaborazione tra le varie Unità di ricerca, al fine di massimizzare la disponibilità di competenze complementari. A valle di una analisi di competenze effettuata nel corso del 2019, sono state identificati due scenari unificanti, Digital Farming e Predictive Maintenance, che consentano di dimostrare in modo integrato le competenze della Linea DI, con forte sinergia con altre iniziative strategiche. Tali tematiche si riflettono organizzativamente in termini di progetti flagship, che hanno chiari obiettivi e sono regolati da meccanismi premianti per favorire le sinergie.

Le attività sopra descritte sono allineate con due importanti iniziative strategiche verso l'esterno. Da un lato, DI parteciperà come coordinatore per FBK alle attività dello *SMACT* (Social, Mobile, Analytics, Cloud and Internet of Things) Competence Center del Triveneto finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico. Lo *SMACT* ha l'obiettivo di promuovere ricerca e trasferimento di tecnologie nell'ambito di "Industria 4.0". In questo contesto, DI contribuirà alla progettazione e realizzazione del rispettivo Live Demo che verrà istanziato a Rovereto presso il Polo della Meccatronica. Nel Live Demo verranno mostrati i metodi e le soluzioni tecnologiche relativi agli obiettivi precedentemente riportati, in integrazione con altre Unità di FBK, i gruppi di ricerca dell'Università di Trento e di Bolzano (altri membri di *SMACT* appartenenti al nodo del Trentino Alto Adige), e altri membri del competence center sia

locali che appartenenti ad altre regioni. La Linea DI si occuperà anche della creazione di una versione preliminare di una Live Demo di Predictive Maintenance e Condition Based monitoring di alcune componenti critiche della Clean Room.

Dall'altro lato, DI coordinerà e parteciperà attivamente alle attività della Joint Research Unit tra FEM e FBK in corso di costituzione nell'ambito dell'agricoltura digitale e gestione risorse ambientali. All'interno del centro ICT, DI fungerà da punto di coordinamento delle varie iniziative che vedranno FBK coinvolta, assieme a FEM, a temi relativi all'applicazione dell'ICT all'ambito agricoltura e delle foreste, ed in particolare sui temi relativi alla gestione intelligente dell'acqua in agricoltura, al tema della patologia e della fenologia delle piante, alla gestione dei predatori e delle risorse forestali. In funzione anche delle opportunità di finanziamento che verranno individuate per supportare la nascente JRU, DI contribuirà sui temi sopra indicati contribuendo in vari ambiti tecnologici (quali sensoristica e piattaforme IoT, visione, metrologia) e in modo più strategico indirizzando lo sviluppo di sistemi autonomi per la percezione da applicare in ambito agricoltura digitale, come già descritto tra gli obiettivi di linea.

Rischi, criticità, e strategie di mitigazione. La attuale situazione vede parecchi progetti industriali di respiro relativamente breve, è di portare le decisioni a un livello tattico e di non consentire una pianificazione strategica pluriennale che integri in modo sinergico ricerca ed impatto applicativo. Al fine di favorire la sostenibilità economica sul medio-lungo termine si cercherà di definire e consolidare alleanze strategiche con key player industriali, e di lavorare alla acquisizione di progetti finanziati a livello Europeo.

Un altro punto di attenzione è la difficoltà nell'attrarre studenti a livello top per i dottorati. Si è iniziata una attività capillare di connessione con gli studenti di triennale e specialistica di varie università con la finalità di identificare candidati di valore per i prossimi cicli.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Per quanto riguarda l'*Eccellenza Scientifica*, si prevedono come obiettivo minimo 5 pubblicazioni Q1 e 15 articoli su proceedings di conferenze internazionali (a livello di Linea).

Per quanto riguarda l'*Impatto sul Mercato e Società*, l'obiettivo primario è estendere le relazioni con aziende del territorio nei settori industry e digital farming. Specificamente, nel secondo tema DI ha coordinato la creazione e la costituzione della JRU FEM-FBK sul tema agricoltura digitale, consolidando e dando struttura ai rapporti già in essere con FEM su ampia progettualità su temi specifici relativi all'applicazione dell'ICT in agricoltura. L'obiettivo è quello di creare un centro di eccellenza congiunto sull'agricoltura digitale con visibilità a livello, locale, italiano ed europeo. La JRU intende stabilire relazioni di collaborazione con i principali stakeholder territoriali operanti nel settore dell'agricoltura con l'obiettivo di caratterizzare il territorio locale come polo di innovazione in ambito agricoltura digitale e di attrarre sul territorio aziende rilevanti in questo settore.

Nell'ambito dell'agricoltura di precisione sono state consolidate iniziative di collaborazione a livello italiano con soggetti che stanno investendo e facendo innovazione in questo ambito (A2A Smart City, IBF Servizi, Bonifiche Ferraresi), e anche sul territorio (Cantina Sociale di Roverè della Luna). Queste hanno portato alla predisposizione di attività di trasferimento tecnologico per la realizzazione di soluzioni per sensori connessi in tecnologia LoRaWAN per la realizzazione di soluzioni di irrigazione intelligente in ambito produzione di mele e vino. Tali attività hanno supportato inizialmente la creazione di un centro di competenza all'interno del gruppo di ricerca sul tema agricoltura 4.0, denominato AGRIOTLab e che sta consentendo ad alcuni ricercatori di AGRIOTLab, con il supporto di FBK, di procedere alla creazione di una iniziativa di spin-off (denominata "TESSA, Technologies and Services for Sustainable Agriculture").

Dal punto di vista della *Sostenibilità Economica*, l'obiettivo è mantenere i requisiti di budget ed in particolare i ricavi specificati come da acquisire, oltre a mettere in campo le azioni necessarie per assicurare sufficienti ricavi per la sostenibilità economica del 2021.

Nel corso del 2020 OpenIoT intende consolidare le attività di ricerca e trasferimento tecnologico in ambito Agricoltura Digitale già avviate con il laboratorio interno AGRIOTLab, grazie all'istituzione della JRU congiunta con FEM e la continuazione delle attività sul progetto EU WaziHub. Il progetto acquisito in ambito EIT Raw Raw Material consentirà inoltre di sostenere attività di ricerca, prototipazione e sviluppo di soluzioni di manutenzione preventiva e monitoraggio della sicurezza che verranno specializzate per l'applicazione in ambito minerario.

Il gruppo di MT avrà come principale obiettivo il consolidamento del proprio budget. Nell'anno in corso sono stati acquisiti principalmente progetti focalizzati sullo sviluppo software; il prossimo anno si porrà una particolare attenzione al maggior bilanciamento tra progetti di ricerca e di sviluppo. Inoltre, si darà continuità al processo di integrazione all'interno della DI, tramite, tra le altre cose, la sottomissione di progetti congiunti con gli altri membri della DI.

L'Unità 3DOM continuerà a consolidare la propria ricerca di base, soprattutto in ambito industry, dopo diversi anni di alto autofinanziamento. 3DOM ha raggiunto un buon bilanciamento tra progetto di sviluppo e deployment, acquisendo diversi progetti da varie fonti di finanziamento (EIT, privati, EU, CARITRO e MAECI) ma cercherà di consolidare il suo budget con ulteriori progetti in ambito Europeo.

L'Unità SE continuerà nella sviluppo delle proprie aree di ricerca e nell'acquisizione di progetti in ambito industry. Nell'anno in corso l'Unità ha acquisito un progetto di ricerca Europeo triennale nel framework H2020. L'obiettivo per il prossimo anno è quello di consolidare la strategia di ricerca e di acquisire progetti di ricerca e sviluppo da fonti di finanziamento industriali (come RFI) ed europee (con ulteriori progetti di ricerca H2020).

L'Unità TeV punterà ad intensificare le attività di scrittura di proposte per l'acquisizione di progetti europei (H2020) principalmente in ambito industry, mantenendo particolare attenzione alle collaborazioni con realtà industriali del territorio (Noovle, EBITmax, InnoVision, GPI, Sidera, ...). Da segnalare che a partire dal 2020, dalla

Unità di Ricerca TeV avrà origine una nuova Unità, denominata Deep Visual Learning, che farà capo ad una diversa linea e focalizzerà la ricerca sulle moderne tecniche di apprendimento automatico applicate alla visione. Una sfida per il prossimo anno sarà pertanto quella di mitigare gli effetti dell'uscita dal gruppo di ricercatori di primo piano, trovando un giusto equilibrio tra il rafforzamento della componente di ricerca, anche ridefinendone il focus, e la collaborazione scientifica con l'Unità di Ricerca nascente.

L'Unità ES, nel corso del 2020, continuerà il consolidamento delle attività di ricerca e trasferimento tecnologico in ambito Industry, mantenendo una particolare attenzione alle collaborazioni con realtà industriali sia del territorio che a livello nazionale ed internazionale, intensificando l'attività di scrittura di progetti nel framework H2020 possibilmente congiunti con gli altri membri della Linea. L'acquisizione di progetti H2020 ha l'obiettivo di cercare di ridurre il numero di progetti industriali, e di consentire una pianificazione strategica pluriennale che integri in modo sinergico ricerca ed impatto applicativo. I progetti acquisiti in ambito Predictive Maintenance (e.g. EIT Raw Raw Material, Bonfiglioli) consentiranno inoltre di sostenere e promuovere attività di ricerca, prototipazione e sviluppo di soluzioni avanzate per la manutenzione e monitoraggio della sicurezza di impianti complessi.

CS – CYBERSECURITY

<https://ict.fbk.eu/areas/cybersecurity/>

Responsabile: Silvio Ranise

1. Sommario e visione

La Linea Cybersecurity è in fase di organizzazione e sarà composta dalle Unità di Ricerca Security & Trust (S&T) e Robust and Secure Distributed Computing (RISING); quest'ultima ha acquisito componenti da un'altra Unità, SIRIS. La linea porta avanti le attività di ricerca ed innovazione in Cybersecurity, una delle competenze principali di FBK, con l'obiettivo di sviluppare soluzioni di sicurezza che tengano in considerazione varie dimensioni come ad esempio, l'esperienza dell'utente, la conformità alle disposizioni legali vigenti (come la General Data Protection Regulation, GDPR, oppure la nuova Payment Service Directive privacy, PSD2) e l'aderenza alle specifiche di qualità del servizio.

Per essere all'altezza di queste sfide, la linea è impegnata in un processo di comprensione profonda delle tecnologie attualmente più diffuse (Web, Mobile, Application Programming Interface e Cloud/Edge/Fog computing) e di quelle che lo saranno in futuro (Artificial Intelligence, Internet of Things, Distributed Ledger Technology e Quantum Computing) nonché delle loro possibili interazioni, del contesto umano (identificando quali sono le interazioni percepite come naturali dagli utenti oppure incentivando l'adozione di misure di sicurezza da parte degli sviluppatori di applicazioni e servizi) e dei casi d'uso (trattamento di dati nella Pubblica Amministrazione, transazioni finanziarie, gestione di dati sanitari, rilevazione di attacchi ad infrastrutture critiche). Ad esempio, alcune delle soluzioni di sicurezza sviluppate mirano alla portabilità oltre i confini nazionali delle identità rilasciate dai paesi membri della UE per accedere ai servizi della pubblica amministrazione (secondo la regolamentazione eIDAS, electronic IDentification, Authentication and trust Services), alla valutazione d'impatto relativa alla privacy dei trattamenti della Pubblica Amministrazione (obbligatoria per la GDPR), alla gestione di un'infrastruttura di cloud/fog computing per la gestione scalabile e flessibile di dispositivi IoT ed alla valutazione del rischio *cyber* (basata su opportune metriche) sia a livello di singola organizzazione che a livello aggregato per settore produttivo. La gestione sicura ed il più possibile inclusiva dell'identità digitale è uno dei catalizzatori principali per la fruizione dei servizi on-line sia della pubblica amministrazione che privati, in particolar modo quelli sanitari e finanziari, che necessitano di elevati livelli di garanzia per l'identificazione (on boarding) ed autenticazione (Obiettivo Strategico "Territorio-Missione Digital Finance", Obiettivo Strategico "Buona Salute" e Global Sustainable Goal "Innovazione e Infrastrutture").

Dal punto di vista metodologico, la linea utilizza vari approcci che vanno da metodi euristici per la progettazione e lo sviluppo di sistemi e soluzioni di sicurezza a quelli basati su metodi formali ed Intelligenza Artificiale (come il ragionamento automatico, il model checking e Machine Learning) per garantire la sicurezza a livello logico (ad

esempio per identificare in maniera automatica la possibilità che uno o più utenti malevoli possano, colludendo, eludere le politiche di controllo degli accessi di un sistema e rubare dati sensibili) con approcci per la valutazione qualitativa e quantitativa del rischio maturati nel contesto dell'economia, delle scienze sociali e umanistiche, dell'etica e del diritto. Infine, la linea pianifica di sviluppare una metodologia per identificare il miglior compromesso possibile tra postura di sicurezza e qualità dei servizi offerti da un sistema od un'infrastruttura sfruttando il progressivo processo di "softwarizzazione" delle infrastrutture (come ad esempio le Software Defined Network nel contesto delle reti di comunicazioni) che permette di intravedere nuove possibilità nel co-design dei livelli applicativo e di rete in servizi ed infrastrutture digitali, permettendo di ottenere il miglior compromesso tra postura di sicurezza e prestazioni (si pensi ad esempio ai servizi, alle applicazioni ed alle infrastrutture necessarie per rendere operativi i sistemi a guida autonoma o quelli per la manutenzione predittiva in ambito Industry 4.0, Obiettivo Strategico "Lavoro").

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Nel contesto del laboratorio condiviso DigiMat con IPZS ed in collaborazione con AgiD, Team Digitale ed il Ministero dell'Interno, la linea ha lavorato sul tema della gestione dell'identità digitale (Obiettivi strategici "Lavoro", "Salute" e "Territorio") e ha progettato ed implementato una soluzione per l'autenticazione, basata sulla Carta d'Identità Elettronica (CIE) 3.0, conforme alla regolamentazione eIDAS che è stata notificata il 13 settembre 2019 (<https://ec.europa.eu/cefdigital/wiki/display/EIDCOMMUNITY/Italy++eID>). Questa soluzione promette di avere un impatto importante sulla società poiché è visto come il primo passo per la formazione del mercato unico Europeo. Da settembre 2018, tutti i paesi europei sono obbligati a riconoscere l'identità digitale rilasciata da un altro stato membro a patto che questa sia conforme ad eIDAS. Ancora nel contesto del laboratorio condiviso, si sono investigati altri utilizzi della CIE 3.0 tra cui una soluzione di *pull printing* che garantisca maggiori garanzie di riservatezza per la stampa di documenti contenenti dati sensibili su stampanti condivise; si prevede di avviare una sperimentazione all'interno di FBK. La soluzione di *pull printing* può essere combinata con quella per la timbratura sviluppata in precedenza e contribuisce a definire la possibilità di fornire servizi *enterprise* basati sulla CIE 3.0. Una parte importante degli studi condotti all'interno di queste attività ha portato alla pubblicazione di tre articoli in conferenze internazionali di sicurezza ed alla sottomissione di un articolo ad una delle più importanti riviste nel settore della cybersecurity. Dal punto di vista della sostenibilità economica, l'accordo quadro di collaborazione con IPZS è stato rinnovato per altri tre anni e attualmente si stanno definendo le attività di ricerca ed innovazione da sviluppare nel futuro, corredate da un budget importante che contribuisce in maniera determinante alla sostenibilità economica.

Un'area di studio più recente è quella relativa alla messa in sicurezza dei servizi finanziari digitali (Obiettivo Strategico "Territorio-Missione Digital Finance"). Il progetto *flagship* FINSEC (Integrated Framework for Predictive and Collaborative Security of Financial Infrastructures) del programma H2020 (acquisito lo scorso anno) ha una durata di tre anni e mette a disposizione un budget consistente e costituisce

un contributo importante alla sostenibilità economica. In tale progetto, la linea ha iniziato a sviluppare un insieme di tecniche per la valutazione e la messa in sicurezza delle API offerte dalle banche ed altre istituzioni finanziarie come risultato dell'entrata in vigore a settembre 2019 della nuova direttiva sui pagamenti PSD2. Queste tecniche sono fondamentali anche per verificare la conformità delle API rispetto alla PSD2 e possono diventare importanti anche per la nuova grande realtà bancaria che si è recentemente formata in Trentino. Dal punto di vista delle pubblicazioni scientifiche, il lavoro effettuato nel progetto ha portato alla pubblicazione di due articoli in conferenze internazionali nel settore della sicurezza e dell'ingegneria del software.

Per ciò che concerne la sicurezza delle infrastrutture critiche (quali le reti di comunicazione o, a titolo di esempio, impianti di gestione delle acque o dell'energia), la linea ha iniziato lo 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 DE-CENTER, 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). L'attività di ricerca e sviluppo in questa area ha prodotto due pubblicazioni in riviste internazionali nel primo quartile della distribuzione delle riviste ad alto impatto nel settore dell'informatica e delle telecomunicazioni (secondo ISI Web of Science) ed una pubblicazione in una prestigiosa conferenza internazionale nel settore delle telecomunicazioni.

La linea ha organizzato, il 28-29 giugno 2019 in FBK a Trento, il convegno dal titolo "Security and Data Flows in the European Union" come evento congiunto tra il progetto Jean Monnet BESEC (in cui il centro ISR è coinvolto) ed il progetto H2020 FINSEC di cui si è detto sopra. L'obiettivo era quello di discutere in maniera interdisciplinare le problematiche di sicurezza relative ai flussi di dati, di persone e finanziari. Nel contesto del progetto FINSEC, la linea ha organizzato il workshop FINSEC (<https://sites.google.com/fbk.eu/finsec19>) co-locato con una delle maggiori conferenze in sicurezza in Europa ovvero ESORICS.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

La linea ha tre attività principali riguardanti l'identità digitale, la valutazione del rischio cyber e lo sviluppo di una metodologia assistita per l'individuazione del miglior compromesso tra postura di sicurezza e qualità del servizio. Nel seguito, si descrivono gli obiettivi all'interno di ciascuna delle tre attività allineandoli agli obiettivi strategici di FBK.

Identità digitale (*Obiettivi strategici "Lavoro", "Salute" e "Territorio"*). La linea ha una lunga esperienza delle problematiche di sicurezza relative alle soluzioni di gestione

dell'identità digitale, nello sviluppo di tecniche per l'identificazione di potenziali vulnerabilità, nelle metodologie per la progettazione seguendo il paradigma security-by-design, l'analisi dei rischi e l'implementazione (si pensi, ad esempio, alle attività sviluppate nel laboratorio Digimat in collaborazione con IPZS). La messa in sicurezza delle procedure per gestire l'identità (che includono l'identificazione, l'autenticazione e l'autorizzazione) è fondamentale per sviluppare sistemi sicuri abbracciando il paradigma Zero Trust ovvero riconoscendo che la nozione di perimetro di sicurezza ha perso di significato e pertanto tutte le relazioni di fiducia tra utenti, applicazioni e servizi del sistema devono essere verificate esplicitamente sfruttando un'adeguata infrastruttura per l'identità digitale. Questa osservazione è particolarmente importante per quei sistemi che gestiscono grandi moli di dati personali come i servizi della pubblica amministrazione e quelli sanitari oppure sono in grado di eseguire transazioni dispositive come quelle finanziarie. Per ottenere i benefici che la progressiva digitalizzazione dei servizi è in grado di dare (come la crescita sociale ed economica dei territori), risulta fondamentale iniettare fiducia nel sistema sviluppando in maniera sicura e con la "giusta" esperienza utente l'infrastruttura per l'identità digitale. Nel contesto del laboratorio Digimat condiviso con IPZS, la linea intende sviluppare e sperimentare (sia all'interno di FBK che nella pubblica amministrazione trentina) nuove soluzioni di autenticazione e per la fruizione di servizi (pull printing) basate sulla CIE 3.0 nonché investigare la possibilità di utilizzarla all'interno di processi di autenticazione standardizzati come FIDO. Inoltre, nel contesto del progetto FINSEC e della collaborazione con CherryChain (startup co-locata in FBK ed inserita in una "Legge 6") la linea intende investigare come la gestione dell'identità digitale possa, da una parte, supportare il processo di Know Your Customer (KYC) richiesto alle istituzioni finanziarie per acquisire nuovi clienti e, dall'altra, come possa essere integrata con la gestione dei contratti e la fruizione personalizzata di servizi insieme ad una tariffazione intelligente.

Valutazione del rischio cyber (*Obiettivi strategici "Territorio-Missione Digital Finance"*). Nel contesto del progetto bandiera "Cybersecurity," la linea (in sinergia con IRVAPP) ha in corso una collaborazione con ISTAT e Banca d'Italia per lo sviluppo di una metodologia per l'analisi degli incidenti di sicurezza al fine di comprendere le evoluzioni temporali rispetto a varie dimensioni come il settore economico, la tecnologia usata ed il tipo di attacco. Lo scopo è quello di fornire un supporto ai decisori per sviluppare una strategia per la messa in sicurezza dei vari eco-sistemi digitali che, interconnessi, costituiscono l'infrastruttura digitale portante del paese. L'attività principale che la linea intende portare avanti in questo contesto è la combinazione dei risultati dell'analisi di insiemi di incidenti resi disponibili online e opportunamente fusi con una metodologia sviluppata in precedenza con i risultati della *survey* ISTAT sugli attacchi relativi alla pubblica amministrazione ed una analoga della Banca d'Italia nel settore privato. L'obiettivo è quello di elaborare un modello per l'esposizione al rischio cyber (opportunamente quantificato anche in termini economici) rispetto a diverse dimensioni quali il settore produttivo, le tecnologie utilizzate e la tipologia d'attacco al fine di fornire un quadro preciso sullo "stato di salute" del sistema paese rispetto al rischio cyber. Nel contesto del progetto FINSEC e della collaborazione con CherryChain, la linea intende sviluppare tecniche per l'analisi di sicurezza, il test e l'analisi di conformità alla PSD2 delle API costruite per fornire servizi finanziari.

L'obiettivo è quello di sviluppare tecniche automatiche basate sia su una metodologia euristica che su metodi formali per l'identificazione di possibili vulnerabilità ed attacchi che violano proprietà di sicurezza cruciali quali la riservatezza e l'integrità nonché fornire adeguate misure per la loro mitigazione. Anche in questo contesto, le competenze per l'identità digitale sono utili poiché due dei meccanismi fondamentali per abilitare la fruizione delle API per la PSD2 sono l'autenticazione e l'autorizzazione (in particolare il meccanismo delega) dei clienti dei servizi finanziari offerti quali i pagamenti.

Compromessi tra postura di sicurezza e qualità del servizio (*Obiettivi strategici "Lavoro" e "Territorio"*). La progressiva "softwarizzazione" dell'infrastruttura digitale per la comunicazione offre un'opportunità unica dal punto di vista della ricerca e dell'innovazione sia delle infrastrutture che delle applicazioni e dei servizi che le utilizzano. Grazie al Fog Computing e alle Software Defined Networks sarà infatti possibile sviluppare una nuova generazione di applicazioni che non solo utilizzi le infrastrutture di calcolo e di rete esistenti, ma che tragga beneficio da una gestione ad hoc delle risorse disponibili che ne assecondino le esigenze di servizio sia in termini di qualità (si pensi ad indicatori quali la latenza e la scalabilità) che di sicurezza (si pensi ad esempio alla scelta adeguata dei cifrari per le operazioni crittografiche). Questo tipo di approccio sembra essere particolarmente conveniente in scenari applicativi relativi all'IoT nei quali si ha l'esigenza di trasmettere e gestire una mole enorme di dati prodotti da sensori e dispositivi intelligenti, con l'idea di ovviare alle limitazioni tecnologiche più importanti dal punto di vista delle risorse computazionali e di comunicazione che rendono molto difficile garantire un adeguato livello di sicurezza per i dati sia in fase di elaborazione che di trasmissione. Diventa pertanto necessario sviluppare tecniche per trovare il giusto compromesso tra qualità del servizio e gestione della sicurezza.

Nel contesto dello sviluppo della piattaforma FogAtlas (una soluzione per la gestione di applicazioni in sistemi Fog/IoT), l'obiettivo principale della linea sarà quello di sviluppare tecniche per un'analisi di tali compromessi e la gestione automatizzata delle applicazioni e delle risorse ad esse associate nella configurazione che offra il "giusto" bilanciamento tra prestazioni e livello di sicurezza. Questo tipo di approccio permetterà un ulteriore sviluppo della piattaforma all'interno del processo di maturazione che è già stato iniziato con il progetto Proof Of Concept in collaborazione con HIT, e risulta particolarmente vantaggioso nel settore dell'Industria 4.0, specificamente in contesti come quello energetico e finanziario, laddove è previsto l'utilizzo massivo di diverse sorgenti (dispositivi IoT) di informazioni ed allo stesso tempo si deve garantire sia la sicurezza che l'affidabilità dei dati e delle operazioni su di essi.

Rischi. È noto come in Europa vi sia una mancanza di persone adeguatamente formate alla gestione delle problematiche di sicurezza, si stima che nel 2022 mancheranno all'appello circa 350.000 professionisti della Cybersecurity (<https://iamcyber-safe.org/GISWS/>). Di conseguenza è facile prevedere difficoltà nell'attrarre ricercatori e tecnologi con tali competenze in un mercato (Europeo o mondiale) molto competitivo a fronte del fatto che la linea ha ricevuto e continua a ricevere molti stimoli da parte di partner locali, nazionali ed internazionali (sia di ricerca che del mondo industriale) a prendere parte in progetti di ricerca ed innovazione su tematiche molto

“calde” in cybersecurity come l'identità digitale, la gestione del rischio e la conformità alle normative in cui l'Unità ha competenze di punta.

Un altro rischio è dovuto al fatto che la linea sia di recente costituzione e pertanto è prevedibile che nella fase di avvio delle attività vi possano essere dei ritardi dovuti alla necessità di integrare e coordinare persone di diversa estrazione per allineare le varie attività al perseguimento degli ambiziosi obiettivi sopra descritti.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Indicatori. Per quanto riguarda l'eccellenza scientifica, l'indicatore principale è il numero di pubblicazioni in conferenze e riviste nei settori computer science e cybersecurity con un'elevata reputazione. Per quanto riguarda l'impatto su mercato e società, si considerano due indicatori: il numero di sperimentazioni che saranno avviate a partire dal 2020 ed il numero di eventi (workshop per gli addetti ai lavori e/o dibattiti-tavole rotonde aperti al pubblico) per comprendere come il fattore umano influenza i problemi di cybersecurity e, viceversa, come gli utenti possano essere resi maggiormente consapevoli circa i problemi di sicurezza e privacy. Infine, per la sostenibilità economica, si considerano due indicatori: il numero di progetti e collaborazioni attive/iniziate nel 2020 ed il numero di nuovi ricercatori/tecnologi che entreranno a far parte della linea.

Risultati attesi. Per ognuno dei tre obiettivi individuati nella sezione precedente (ovvero identità digitale, valutazione del rischio cyber ed individuazione del miglior compromesso tra postura di sicurezza e qualità del servizio) si prevede la pubblicazione di uno o due articoli in conferenze o riviste internazionali.

Oltre ai progetti ed alle collaborazioni già acquisite, si pianifica di acquisire almeno un'altra attività in ambito “sicurezza e qualità dei servizi finanziari” in collaborazione con una delle realtà ICT che ruotano attorno al nuovo grande gruppo bancario che si è recentemente costituito in Trentino.

CMM – Centro Materiali e Microsistemi

<http://cmm.fbk.eu>

Direttore: Gianluigi Casse

1. Sommario e visione

Il centro si prepara ad affrontare le future sfide definite dalla missione istituzionale e dalla propria visione con risorse rafforzate sia nelle infrastrutture che nelle competenze. Le attività e risultati di ricerca, all'innovazione in supporto o in collaborazione con l'industria e di terza missione, con particolare riferimento alla formazione, si mantengono sui livelli di eccellenza raggiunti e documentati con ottime possibilità di crescita in alcuni settori specifici ma importanti.

Un settore di crescita è sicuramente nell'ambito delle nanotecnologie e dell'integrazione tecnologica che si fonda su competenze proprie del centro e sul loro incremento e sull'acquisizione di nuove, profondamente migliorate, capacità di fabbricazione. Questo a valle dell'investimento di 8M€ provenienti dai fondi FESR assegnati dalla PaT al finanziamento del progetto denominato "Key enabling technologies Facility in Trento" e che viene essenzialmente completato entro il 2019. Le nuove competenze e possibilità di processo riguardano le nanotecnologie e la loro integrazione con le altre avanzate capacità produttive del centro, quali i circuiti e sensori CMOS, la fotonica e i sistemi micro (nano)-elettromeccanici (MEMS, NEMS). Il CMM ha accuratamente preparato l'utilizzazione dell'investimento sia in termini di scelta dei macchinari maggiormente indicati che nell'adeguamento delle competenze dei ricercatori, svolto in anticipo rispetto all'acquisto delle attrezzature, per ottenere risultati di rilievo già nel corso del 2020. Inoltre, in coerenza con la missione del centro, all'attività puramente di ricerca che consentirà lo sviluppo di nuove piattaforme tecnologiche ed il miglioramento di quelle esistenti, si andrà consolidando anche la visione e la capacità progettuale rispetto all'utilizzo della facility migliorata in ambito di supporto all'innovazione aziendale. Verranno messe in atto azioni (tramite aumento della visibilità presso le industrie, partecipazione a fiere ed eventi nazionali ed internazionali come Nanoinnovation Italy ecc) per valorizzare presso gli utenti o i partner l'incrementata offerta di tecnologie per l'innovazione.

Il centro così rinnovato nell'offerta tecnologica darà poi un contributo fondamentale alle attività Trentine nelle Scienze e Tecnologie Quantistiche (QT), che sono tra le principali sfide per abilitare le tecnologie del futuro con un sostanziale impatto sociale ed economico su scala Europea e mondiale, come testimoniano gli enormi investimenti da parte di varie nazioni e organizzazioni di scala globale. La facility FBK è in grado di svolgere un ruolo trainante, e per molti versi unico in Italia, grazie alla capacità di integrare le varie piattaforme di rilievo (CMOS, fotonica, MEMS, condizionamento delle superfici) su dispositivi compatti e multifunzionali.

Il centro va quindi nella direzione di sviluppare dispositivi e strumenti con funzionalità di potenza crescente, da sensori più sensibili e intelligenti, adatti alle applicazioni più sfidanti in vari ambiti e capaci di interfacciarsi con sistemi di AI, alla preparazione delle tecnologie e dispositivi abilitanti per le comunicazioni e la computazione del futuro.

Oltre a questo, il centro effettua investimenti di taglia più modesta ma mirati alla crescita dell'efficacia e visibilità della ricerca (come ad esempio la creazione di un laboratorio di ottica e fotonica integrata che consenta l'esecuzione di esperimenti e misure di nostri dispositivi in autonomia).

Le azioni qui sopra rafforzano la portata e l'impatto delle competenze messe a disposizione per la realizzazione di sensori e sistemi ad aumentata capacità di integrazione in ambienti intelligenti (AI) per perseguire gli obiettivi strategici sul lavoro, salute, territorio e ambiente.

Per quanto riguarda l'organizzazione, il centro si articolerà su quattro Unità di ricerca e due laboratori: il laboratorio di micro-nano fabbricazione viene gestito da un'apposita Unità (MNF), mentre la gestione del laboratorio di biologia è inclusa nell'Unità di ricerca MST.

Nell'ambito della sostenibilità ambientale e del controllo di emissioni di gas serra, il centro occupa e svolge attività di rilievo per quanto riguarda lo sviluppo del vettore idrogeno per l'energia e della generazione solare.

Essenziali per il buon andamento del centro, per veicolare la reputazione scientifica e l'attitudine alla collaborazione industriale, svolgendo il compito di supporto tecnologico all'industria, sono le collaborazioni con istituti importanti in ambito accademico o produttivo. CMM collabora con diverse Università italiane e straniere con tutoraggio congiunto di studenti di PhD e collaborazioni di ricerca. Nell'ambito delle scienze e tecnologie quantistiche si vedrà la prosecuzione del laboratorio congiunto Q@TN con temi di ricerca molto promettenti. Con istituti produttivi mediante laboratori congiunti (IPZS, con cui si sta discutendo per un ulteriore sviluppo della collaborazione) o affiancamento di ricerca e sviluppo (Broadcom, Horiba).

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Per quanto riguarda gli specifici risultati della ricerca, si rimanda al rapporto delle singole unità, qui sotto. In generale qui si ricorda che il 2019 ha visto un risultato molto buono nell'andamento delle pubblicazioni, sia in numero che qualità (con oltre il 35% in Q1). È importante notare che nuove attività di ricerca sono state perseguite nel 2019, che produrranno effetti in termini di pubblicazioni in anni successivi. In particolare, attività di ricerca di frontiera su Scienze e Tecnologie Quantistiche sono state intraprese (nel campo della fotonica quantistica, microscopia, generazione di numeri casuali per comunicazioni sicure, imaging biologico, sensori a superconduttore, ecc) che porteranno nel breve e medio periodo risultati significativi.

Nel campo dei sensori nuove ricerche continuano ad alimentare la tradizionale posizione di leadership del centro, per applicazioni in big science ma anche per auto-

motive e industria 4.0. Lo sviluppo di nuovi concetti, quali ad esempio i sensori denominati Low Gain Avalanche Detectors (LGAD), di cui FBK è leader mondiale, testimoniano come la vitalità del centro sia in grado di introdurre soluzioni inedite che hanno immediato impatto su applicazioni di ricerca (gli LGAD verranno adottati in esperimenti al CERN per fornire contemporaneamente elevate risoluzioni spaziale e temporale, denominata 4D tracking).

La visibilità presso gli istituti che collaborano alla definizione e costruzione degli esperimenti del CERN di Ginevra, consentirà poi, nel periodo che va dal 2021 al 2024, di acquisire contratti significativi per la produzione di sensori per gli esperimenti.

Risultati significativi di fotonica sono stati raggiunti, pubblicati sulle riviste migliori del settore. Nell'ambito biologico, si sono sviluppate concetti, metodologie e dispositivi d'avanguardia per la diagnostica.

Il trasferimento tecnologico di sensori e dispositivi ideati da CMM per applicazioni industriali prosegue e si vedono prospettive interessanti per nuovi concetti (per esempio LGAD) e per nuovi dispositivi (per esempio i generatori di numeri casuali quantistici, in ambito quantum).

L'andamento dell'autofinanziamento è positivo, tenendo conto del fatto che già a livello di pianificazione si poneva obiettivi ambiziosi. Si sottolinea la diversificazione delle entrate, con, a metà anno, circa un terzo ciascuno derivante da commesse private, progetti Europei e altre agenzie pubbliche (INFN, ASI, ...).

Nel 2018 il CMM ha lanciato numerosi progetti con industrie locali, tra cui 7 progetti finanziati tramite L. 6 (con due di questi partiti nel 2018) per un valore complessivo sull'anno di oltre 250 k€. C'è stato un accordo di utilizzo del laboratorio LABSSAH da parte di una start-up locale, che si aggiunge a quella già in operazione.

In tema di attività coinvolgenti il tessuto locale, il Centro MM ha ottenuto il finanziamento di due borse Caritro (sulle tre presentate) di cui una di ricerca ed una di sviluppo economico (per un valore complessivo di 220 k€).

Si è svolto un significativo lavoro di supporto per le scuole nell'ambito del sistema di alternanza scuola lavoro, oltre ad un buon lavoro di outreach in occasioni pubbliche, quali la Notte dei Ricercatori.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Il Centro MM, con le attività sull'energia e soprattutto con quelle sui sensori, fotonica, MEMS e materiali copre aree di ricerca ed applicative piuttosto ampie, con una progettualità basata principalmente su hardware di nicchia e ad alto valore aggiunto. Vogliamo citare qui alcuni settori particolarmente importanti in quanto richiedono un approccio ed una strumentazione ben lontani dalle possibilità offerte dal mercato consumer.

Spazio: per quanto riguarda questo tema, di rilievo sia di ricerca che per l'impatto economico, il centro prevede una serie di attività per il 2020. Nel corso degli ultimi mesi del 2019 inizia ufficialmente il progetto Ital-GovSatCom (IGSC) della Space

Economy, in cui il centro è coinvolto su varie attività. Il progetto nel suo complesso è proposto e coordinato a livello nazionale da Thales Alenia Space Italia (TASI), e ha come macro-obiettivo quello di realizzare una nuova generazione di satelliti per telecomunicazioni che siano innovativi sotto diversi punti di vista, dalla propulsione al payload, dai sensori a bordo alla realizzazione della struttura stessa del satellite. FBK è parte centrale di un sistema innovativo e produttivo che include Optoi e Hypertec Solution, aziende collocate sul territorio trentino, come pure con l'Università di Trento e Trentino Sviluppo per le attività che saranno svolte presso il Polo Meccatronica e ProM Facility a Rovereto. Tra le tematiche di cui si occuperà specificamente il centro vanno senz'altro citati lo sviluppo di sensori ottici space grade, di giroscopi e lo sviluppo di tecniche di Additive Manufacturing (AM) per la realizzazione di parti di satelliti. Il progetto IGSC, a seconda delle attività, si sviluppa su 24-36 mesi 2020 al 2021/2022. Oltre a IGSC, l'iniziativa Space Economy prevede altri due bandi, focalizzati sulla navigazione e l'osservazione della Terra, e che si tradurranno in ulteriori attività di ricerca e sviluppo in capo a FBK e ai suoi partner territoriali nei prossimi anni.

Oltre alle attività formalizzate nel progetto IGSC, per lo spazio vi sono altri spunti di ricerca ed innovazione in ambito ASI ed ESA che si incentrano soprattutto su sensori ed imager per Rendez-vous, su dispositivi fotonici per Atomic clocks, dispositivi di puntamento. Durante il 2020 questi sviluppi saranno a livello di studi di fattibilità e di ricerca.

Energia: il centro impenna le attività sullo sviluppo di dispositivi e metodi per la generazione, lo stoccaggio e la distribuzione a basso impatto ambientale di energia. I vettori energetici sono l'elemento chiave per conseguire gli obiettivi legati alla transizione energetica e alla riduzione delle fonti carboniche e climalteranti, e di conseguenza i temi degli accumuli elettrici e del vettore idrogeno risultano prioritari. Le azioni del centro si svolgono su scala locale, nazionale ed europea.

Salute: in questo ambito si configurano attività diverse del centro, che in modi diversi hanno un significativo impatto sul tema della salute (sia vista come creazione di condizioni ambientali migliori per la salute, come diagnostica e come sistemi per la cura personalizzata). Per quanto riguarda la diagnostica, il centro lavora su dispositivi "lab-on-chip" con funzionalizzati per l'isolamento e lo studio di biomarcatori di malattie quali il cancro, in particolare microRNA e RNA non codificanti, esosomi e piastrine. I dispositivi rivelano i biomarcatori con elevata sensibilità e aprono prospettive importanti per sistemi miniaturizzati di diagnosi precoce e non invasiva (biopsia liquida). Sensori sono stati sviluppati in fase prototipale, per migliorare il monitoraggio del fascio di protonterapia, per la riduzione della dose inferta al tessuto sano. Nel 2020 si effettueranno test sul campo e miglioramenti del sensore.

Inoltre prosegue l'ingegnerizzazione di sensori NUV-SiPM con sensibilità nel il vicino ultravioletto e applicazioni in campo medico per l'utilizzo in diagnostica Positron-Electron Tomography (PET) in collaborazione con l'industria.

Quantum, big science e ricerca interna: il laboratorio potenziato sulle nanotecnologie avrà una spiccata vocazione per la concezione, disegno e produzione di dispositivi quantistici. Questo sia per soddisfare esigenze di ricerca interne ad FBK, a Q@TN o come supporto ad enti di ricerca o industrie nazionali o internazionali. Il 2020 sarà

l'anno di entrata in operazione di queste nuove capacità, per cui c'è da attendersi una fase di ramping-up sia delle capacità operative, che della presa di conoscenza delle nuove opportunità offerte da FBK alla comunità quantum. Si possono però sin d'ora indicare settori in cui dispositivi per le QT verranno prodotti:

- dispositivi plasmonici (per applicazioni come l'estensione della sensibilità di singolo fotone al vicino infrarosso);
- dispositivi superconduttori per test di Quantum Electro-Dynamics (QED);
- generatori di numeri quantistici casuali;
- fotonica quantistica (qubits e blocchi operativi);
- Qubit a semiconduttore (impiantazione deterministica di difetti in semiconduttore).

In ambito Big Science, per cui spesso il centro svolge gli sviluppi tecnologici più avanzati, si stanno studiando e prototipando SiPM con caratteristiche avanzate per quanto riguarda il loro uso a temperature criogeniche, a migliorata efficienza quantica e nella riduzione dei segnali spuri.

Nuovi sviluppi di SiPM di elevata sensibilità nella banda di frequenze del vicino ultravioletto, NUV-SiPM, permetteranno alte prestazioni studiate per i grandi esperimenti di fisica e in applicazioni spaziali (area: lavoro – spazio). Si prevedono sviluppi finalizzati a mantenere l'eccellenza tecnologica dei NUV-SiPM di FBK, tra cui: riduzione del rumore correlato, incremento sensibilità nell'estremo ultravioletto, studi e miglioramento di resistenza al danno da radiazione, integrazione di connessioni verticali (TSV) presso foundry esterna. Si prevede inoltre di ultimare il trasferimento di alcune varianti tecnologiche verso foundry esterna per poter far fronte a richieste di grandi volumi per esperimenti scientifici e partner industriali. I risultati attesi sono il raggiungimento delle specifiche tecniche richieste dagli sviluppi o di milestones intermedie, l'esito positivo del trasferimento presso foundry esterne, l'avvio o la continuazione di collaborazioni scientifiche con esperimenti di fisica e la conseguente produzione di pubblicazioni scientifiche.

Il centro guarda poi agli sviluppi di lungo termine, con modifiche più radicali alla struttura dei SiPM sviluppati in FBK, con lo scopo di gettare le basi per tecnologie SiPM di nuova generazione. In questo ambito si prevede di incominciare valutazioni e studi preliminari, comprensivi di produzione di silicio e short loops, per lo sviluppo di SiPM Backside Illuminated o con caratteristiche di integrazione 3D, ad esempio verso chip di readout. I risultati attesi riguardano l'esito degli studi di fattibilità e l'eventuale produzione di know-how o brevetti su nuove soluzioni tecnologiche. Si segnala che in questo ambito ci sarà un importante settore di applicazione delle nuove, future capacità acquisite nella clean-room grazie al successo della proposta IPCEI microelettronica, con cui FBK si doterà di della possibilità di fare integrazione verticale di elettronica ad alta densità.

Si stanno perfezionando tecnologie di resistenza alle radiazioni per sensori LGAD per il CERN di Ginevra e a finestra sottile di ingresso per applicazioni per soft-xRays (con il PSI di Villigen, CH). Nel 2020 FBK parteciperà ai tender per la produzione di

sensori per futuri esperimenti al CERN: la fornitura di tali rivelatori rappresenterebbe un successo in termini di prestigio e di commessa commerciale.

Laboratori congiunti

Il laboratorio congiunto con l'IPZS volgerà alla fine della prima fase prevista dall'accordo del 2016, ed ha raggiunto gli obiettivi fissati, con ottimo riscontro da parte dei vertici di IPZS. Si sta mettendo a punto una nuova fase per continuare ed estendere una collaborazione reputata molto fruttuosa.

Il laboratorio Q@TN continuerà nei prossimi anni con importanti temi di ricerca sulle scienze quantistiche.

Attività con industria

In questo settore ci sarà continuità di un buon numero di collaborazioni in atto. Continua lo sviluppo di fotomoltiplicatori al silicio con sensibilità nel vicino infrarosso (NIR-SiPM) con applicazioni in campo industriale e automobilistico, per sistemi ADAS (Lavoro – Industria 4.0 e Veicolo Connesso). In questo campo il centro si concentrerà sul mantenimento del vantaggio tecnologico (world best results) sui competitor accumulato negli anni passati e sullo sviluppo e trasferimento delle tecnologie FBK a foundries esterne, per industrializzazione per grandi volumi. L'indicatore più importante in questo ambito sono le prestazioni raggiunte dai NIR-SiPM nei parametri rilevanti per le applicazioni LIDAR, quali efficienza di rivelazione, ad esempio alla lunghezza d'onda di 905 nm, e basso rumore primario e correlato. Grazie all'eccellenza in queste prestazioni, prevediamo un ottimo andamento nell'acquisizione o nel proseguimento di contratti con aziende del settore.

Già citato lo sviluppo di sensori per la PET, con industria. Collaborazioni con compagnie internazionali di grandi dimensioni (Broadcom, Horiba, altre confidenziali) sono pianificate per i prossimi anni.

Proseguono inoltre contatti per richieste di support tecnologico e d'innovazione sul territorio, con un rilevante numero di collaborazioni (di piccolo e media taglia) in atto (e.g. Leggi 6).

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Nel 2020 verranno intraprese una serie di importanti azioni con conseguenze di lungo termine sulle attività del centro. Gli interventi infrastrutturali per introdurre potenziate capacità su nanotecnologie vedranno i primi risultati di processo, che serviranno a definire più precisamente gli ambiti di utilizzo delle nuove macchine, integrate nel sistema esistente. Ci si aspetta di definire una rilevante nuova progettualità, con i primi output di ricerca che produrranno risultati ad alto impatto scientifico. Temi come plasmonica, sensori superconduttivi, fotonica saranno oggetto di pubblicazioni di elevato impact factor (IF) con una frazione rilevante nel quartile migliore (Q1).

In continuità con la ricerca degli ultimi anni, le nostre attività su rivelatori di singolo fotone (SPAD e SiPM) continueranno ai livelli di frontiera della tecnologia e delle

performance. Si prevede che il già consistente portafoglio di brevetti, know-how, nuovi sviluppi e contratti sia scientifici che industriali verrà ulteriormente rafforzato. Alcune incognite in questo ambito dovranno essere affrontate, tra cui quello della scelta della fonderia di riferimento per il trasferimento tecnologico per la fabbricazione di SiPM digitali. Per questo si richiede infatti la collaborazione con una fonderia con alte capacità produttive e che offra circuiti con elevata risoluzione spaziale. Questa fonderia nel recente passato è stata LFoundry ad Avezzano, ma le sue vicissitudini aziendali (il cambiamento di proprietà cinese) consiglia di identificare possibilità di collaborazione con altre realtà industriali per evitare il rischio di blocco tecnologico in caso di discontinuità nella produzione.

È stata citata la continuità rispetto alle collaborazioni industriali di maggior rilievo per il centro, cui si aggiungeranno prevedibilmente nuovi contatti in seguito alle azioni di networking sia di centro che di sistema (FBK nel suo complesso, HIT).

La politica brevettuale del centro continuerà nella sua strategia più recente, con attento esame delle proprietà intellettuali da proteggere, e con una strategia di valorizzazione che va dall'uso dell'IP come strumento di attrazione e garanzia dei prodotti per l'industria, al licensing per settore merceologico, alla cessione in toto.

Le attività per il territorio si strutturano sia con il supporto alle aziende che alla formazione. Quest'ultima su più livelli, dalle scuole secondarie, all'alta formazione, al livello universitario e post-universitario.

L'insieme delle azioni di ricerca e innovazione porterà il centro ad un livello di autofinanziamento atteso oltre il 40%.

ARES – APPLIED RESEARCH ON ENERGY SYSTEMS

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

Responsabile: Luigi Crema

1. Sommario e visione

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 2018-2027 e del Piano Esecutivo 2018-2020. 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. Principali risultati dell'attività di ricerca

- *Pubblicazione di papers in riviste di fascia Q1, Sensors and Actuators B, Q4, Mod. Phys. Lett. B, oltre a due papers Multifunct. Mater. e un Open Access in HAL, 2019. (white book). Oltre a un contributo su libro, M. Alverà (CEO Snam) – Generation H (Mondadori).*
- *Idrogeno.* Nell'ambito ricerca su 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, nella modalità CH₂P. L'impatto ricadrà in tutte le soluzioni distribuite, a supporto della mobilità, delle applicazioni stazionarie fino al livello di bilanciamento delle reti. È stato sviluppato inoltre un test per l'uso diretto di ammoniaca nelle celle di SOLIDpower, tramite una tesi master di uno studente dell'EPFL, con impatto potenziale nel settore navale e industriale e nell'uso dell'ammoniaca come carrier energetico ad alta densità.

- *Solare a concentrazione.* Nel 2018, ARES ha continuato 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 un abbinamento ai sistemi di elettrolisi a ossidi solidi. 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. Inoltre, nel contesto del solare termico, ARES partecipa a una proposta in bando H2020 per portare la tecnologia del ricevitore volumetrico solare alla scala di dimostratore, sulla taglia di circa 100 kW. Questo in collaborazione con IMDEA Energy di Madrid.
- *Progetti Lg. 6, progetti di ricerca industriale.* ARES è coinvolta in 2 progetti Lg. 6 con aziende sul fronte della ricerca industriale: ECONIT e GREENERSYS, più un quarto, in fase di avvio, MOSCA. 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;
- *Attività legate al territorio locale e agli scenari energetici:* durante 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 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.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Gli obiettivi su cui ARES svolgerà la propria azione sono in linea con gli obiettivi del Piano Esecutivo FBK 2018-2020.

Obiettivo 1. Sviluppo della tecnologia di accumulo di energia in batterie, a flusso e stato solido

- *Area:* Energia e Ambiente.
- *Risultati attesi:* nel 2020 sarà completato lo sviluppo della terza generazione di batteria tra completamento dell'attività sperimentale di laboratorio e ingegnerizzazione del balance of plant. L'obiettivo è realizzare un nuovo layout di batteria con uno stack nella dimensione di 5 kW e la gestione degli elettroliti in maniera da estrarre circa 15 kWh per singola batteria. Un risultato ulteriore importante lungo il 2020 è l'avvio del progetto IPCEI su batterie, dove ARES è coinvolta con un impegno importante di ampliamento delle attività sulle batterie includendo il tema dello stato solido di quarta generazione e un ampliamento di attività sulle batterie a flusso, compresa l'estensione delle aree dedicate a laboratori di ricerca, sviluppo e innovazione.
- *Strumenti e metodologie:* per le batterie a flusso si prevede lo sviluppo di ingegnerizzazione supportata da simulazione numerica. Questa fornirà dati per la scelta e integrazione dei componenti e, a un livello diverso, per la definizione delle strategie di controllo e del BCS, oltre alla definizione dei sistemi di sicurezza che devono essere implementati. Nelle piattaforme di test realizzate nei laboratori ARES saranno testati su scala di cella reale anche i nuovi materiali qualificati sulla piccola scala dal reparto ricerca di GES. Parte del processo di ottimizzazione della batteria sarà quello di identificare soluzioni, tra componenti dello stack e del balance of plant, in grado di ridurre i costi complessivi sotto la soglia dei 1000 €/kWh. ARES continuerà a collaborare con CMM-FMPS e CIT-ES, in parallelo alle attività con GES.
- *Eventuali rischi e criticità:* i risultati attesi sono relativi allo sviluppo di uno stack da 5 kW e della relativa batteria. Questa soluzione, validate l'efficienza di ciclo e la densità di potenza (W/cm²), metteranno GES in grado di raggiungere applicazioni su scala di centinaia di kW. In questa direzione, una incognita ancora da validare risulta essere quella delle performance dei singoli materiali, del sistema, di test di lunga durata che mettano in luce la tenuta dei componenti e la ciclabilità. Vi sono invece molte incognite ad oggi sull'efficacia delle nuove chimiche in fase di sviluppo. Il mancato raggiungimento degli obiettivi di GES lungo il 2020 comporteranno un problema di sostenibilità economica per l'azienda stessa.

Obiettivo 2. Miglioramento della tecnologia solare a concentrazione, dei concentratori volumetrici e nella prospettiva di produzione diretta dell'idrogeno da solare

- *Area:* Energia e Ambiente.
- *Risultati attesi:* ARES ha sviluppato lungo il 2019 nuovi layout dei ricevitori volumetrici solari e ha costruito una prospettiva per il loro scaling up, mediante la sottomissione di una proposta progettuale in H2020. L'obiettivo è di realizzare tramite 3d printing nuovi ricevitori volumetrici nella scala di 100 kW. L'avvio sperimentale della parabola solare con il motore di Stirling entro la fine del 2019

permetterà di iniziare una nuova fase strategica presso l'infrastruttura di Rovereto, con l'avvio successivo, nel 2020, di attività su combustibili solari. Con queste attività ARES porta a compimento l'integrazione delle proprie competenze pluriannuali nel solare a concentrazione con il tema della produzione e lo stoccaggio di idrogeno.

- *Strumenti e metodologie:* durante il 2020 ARES porterà avanti questa attività ingegnerizzando il ricevitore volumetrico su scale maggiori e disegnando un ciclo per la conversione diretta da solare di idrogeno. Oltre a questo, è in previsione la modellazione dinamica, lo studio e lo sviluppo di un sistema di controllo per il sistema solare sopra descritto;
- *Eventuali rischi e criticità:* il primo rischio è sicuramente legato alla fase di approvazione della proposta sottomessa nel bando H2020. Questo è un turning point per sostenere le attività previste sopra da un punto di vista economico. In ogni caso, l'attività è comunque garantita, sebbene in una forma ridotta, dai fondi disponibili dal progetto INSHIP. L'obiettivo minimo rimane comunque quello di ingegnerizzare un nuovo sistema di produzione di combustibili solari che sia adatto alla capacità della parabola solare installata a Rovereto.

Obiettivo 3. Sviluppo di iniziative legate alle reti energetiche: microreti, reti di distribuzione e reti di trasmissione

- *Area:* Energia e Ambiente.
- *Risultati attesi:* ARES vede le reti energetiche come piattaforma di raccordo tra fonti rinnovabili e vettori energetici. L'alta penetrazione di fonti rinnovabili nel sistema energetico richiede lo sviluppo di nuove tecnologie, di nuovi schemi di integrazione e gestione delle stesse. Sono da sviluppare nuovi mercati dell'energia, la ricarica delle auto elettriche, l'alimentazione di processi industriali, la fruizione dell'energia a livello distribuito, la sostituzione progressiva di combustibili a base carbonica. L'obiettivo che ARES si pone è l'identificazione di schemi economici, soluzioni ad alta efficienza, sistemi integrati e dotati di IA in controlli avanzati, oltre a power systems in grado di integrare fonti rinnovabili, accumuli di energia, vettori e soluzioni veicolate verso la sicurezza della fornitura.
- *Strumenti e metodologie:* ARES partecipa al progetto OSMOSE in collaborazione con Hydro Dolomiti Energia nell'identificazione di uno schema di gestione del nuovo Fleximarket dell'energia. ARES è coinvolta nell'attività di modelli per la gestione del nuovo mercato e su temi puntuali relativi all'uso dell'idroelettrico fluviale (Adige) per servizi maggiormente remunerativi per la rete. Infine, per il medio periodo, l'ipotesi di integrare l'idrogeno come backup di grande scala.
- *Eventuali rischi e criticità:* lungo il 2020 si prevede di ottenere i modelli di previsione per la generazione di potenza su idroelettrico. ARES ha da poco perso una competenza su power systems che deve essere sostituita e con il nuovo collaboratore si dovrà recuperare la traccia sui progetti in cui si è coinvolti sulle reti energetiche.

Obiettivo 4. Sviluppo di soluzioni innovative per la produzione di idrogeno verde

- *Area:* Energia e Ambiente.
- *Risultati attesi:* Nel 2020, ARES continuerà l'attività del progetto CH2P, che arriverà a conclusione, e avvierà due nuove attività all'interno dei progetti SWITCH e NEWELY. In SWITCH, progetto H2020-FCH JU, come coordinatore, ARES gestirà l'avvio delle attività e la messa in campo dell'ingegnerizzazione del nuovo sistema tecnologico, basato su un sistema a ossidi solidi reversibile tra elettrolisi e fuel cell, permettendo la generazione di idrogeno prevalentemente verde, e sempre garantita. In NEWELY, ARES sarà impegnato in un progetto su elettrolisi a membrana anionica.
- *Strumenti e metodologie:* ARES sarà al contempo coordinatore dei progetti CH2P e SWITCH in collaborazione con DLR, EPFL, Shell, SOLIDpower e Hygear. ARES lavora su due temi principali: lo sviluppo di tool di modellazione dinamica per lo studio del miglior scenario tecnologico e la definizione del sistema e il test dei nuovi stack e tower stack (fino a 5 kW) di celle a ossidi solidi. Questi permetteranno la generazione dinamica ad alta efficienza (target 80%) di idrogeno da fonti rinnovabili o metano, oltre a elettricità e calore. Analogamente, in NEWELY, ARES fornirà supporto sia modellistico che sperimentale, allo sviluppo di una nuova tecnologia di elettrolizzatori a membrana anionica, che permetteranno di ridurre drasticamente i costi per la produzione di idrogeno verde, in un consorzio assieme a DLR, AIR LIQUIDE, CEA tra gli altri.
- *Eventuali rischi e criticità:* Nel 2020 si dovrà concludere il progetto CH2P, attraverso una serie di attività ad alto rischio di ritardi. Il progetto è in fase di estensione al gennaio 2021 tramite amendment. Molti ritardi vi sono stati anche nell'avvio del progetto MOSCA, che sarà operativo lungo il 2020.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Per il consolidamento degli obiettivi 2020, ARES si propone il raggiungimento dei seguenti risultati misurabili:

Eccellenza scientifica

Lungo il 2020, ARES si propone di mantenere un numero (almeno 4) di pubblicazioni in riviste peer reviewed di fascia Q1 – Q2. Il potenziale risulta superiore, visto il numero di attività in cui l'Unità è coinvolta. L'aumento inoltre della dimensione dell'Unità permette di sviluppare un impatto più ampio in questo contesto.

Lungo il 2020 si mantiene l'obiettivo di organizzare un evento energia a livello locale (e.g. sessione del Festival della Green Economy 2020), di partecipare ad almeno 2 conferenze di impatto Europeo – Internazionale (e.g. SolarPaces, World Hydrogen Energy Conference, IBBF, EFCF).

Impatto su mercato e società

Lungo il 2020 verrà completato il Piano Energia e Ambiente della Provincia di Trento 2030.

Nel 2020 si prevede inoltre l'avvio delle attività presso i TESSLabs. Il tema del ferroviario a Idrogeno, in Trentino o in altre Regioni, dovrebbe inoltre entrare in una fase esecutiva.

ARES si propone quindi di mantenere un alto profilo negli incontri strategici sul contesto energia sia a livello Nazionale (e.g. Ministeri, the Ambrosetti House) che internazionale (e.g. Mission Innovation, European Commission). L. Crema sarà coinvolto nella preparazione del nuovo programma di lavoro multi annuale dell'iniziativa sull'Idrogeno per Horizon Europe.

ARES inoltre coordinerà un tavolo di lavoro in H2IT su incentivi e normative per il settore dell'idrogeno a livello nazionale, in stretta collaborazione con SNAM, FINCANTIERI, CNH, SP e BHGE su tutti.

Sostenibilità economica

Lungo il 2020 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. È in previsione di ampliare ulteriormente l'attività sull'idrogeno mediante la partecipazione ad altre due proposte progettuali strategiche nella call FCH JU 2020, in particolare nelle celle ceramiche a conduzione protonica, per compressione e purificazione dell'idrogeno. Inoltre, in collaborazione con FMPS, un coinvolgimento nei topic sui carrier di idrogeno organici liquidi. In seconda battuta, vi è l'interesse per l'attività su integrazione tra solare termico e elettrolizzatori a stati solidi, in linea con due dei temi di competenza dell'Unità. Questa sarà sviluppata in collaborazione con ENEA, DLR, tra tutti. Vi sarà poi l'interesse di continuare le collaborazioni di consulenza con le aziende, anche per il coinvolgimento nel contesto del Progetto Manifattura, all'interno dei TESSLabs, di progetti legge 6 e di progetti nel bando H2020 dal Work Programme Energy, in linea con le attività strategiche sopra descritte.

MST – MICROSYSTEMS TECHNOLOGY

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

Responsabile: Leandro Lorenzelli

1. Sommario e visione

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 (p.es. bolometri, cQED) e dell'ingegneria (p.es. ICT, automotive, telecomunicazioni, spazio). Nell'Unità di ricerca è presente una significativa massa critica di competenze, specialmente nel settore delle tecnologie dei MEMS, nella microfluidica, nelle tecnologie per i sensori, che hanno costituito un fattore essenziale per poter sviluppare microsistemi su traiettorie di maggiore impatto. A queste competenze si aggiungono a partire dal 2020 quelle sui materiali ed interfacce integrabili in dispositivi per la ricerca e per la diagnostica in ambito biomedico, come parte FBK (ovvero 3 ricercatori senior e 1 tecnico di laboratorio) del Laboratorio congiunto FBK, CNR e UNITN dedicato alle bio nano scienze e tecnologie (LaBSSAH).

In questo contesto sempre nel 2020, con l'acquisizione di nuove risorse (4 giovani ricercatori e 3 studenti di dottorato, interamente finanziati su commesse e progetti europei) si attua il piano di consolidamento del personale dell'Unità di ricerca (17 ricercatori, 1 tecnologo, 2 tecnici di laboratorio) iniziato a partire dal 2018.

Il piano di consolidamento dell'Unità di ricerca risponde all'esigenza di perseguire come piano di sviluppo dell'Unità le seguenti missioni:

- sviluppare maggiori capacità nella progettazione e realizzazione di sistemi integrati di interesse industriale (p.es. ampliando le conoscenze su materiali piezoelettrici e semiconduttori organici) e nello sviluppo di dispositivi innovativi per potere accedere a nuove opportunità;
- attuare maggiori interazioni con tematiche legate all'ICT dove le conoscenze presenti all'interno dell'Unità di ricerca possano trovare una ulteriore ricaduta;
- integrare le 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 – 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.

Definiti gli obiettivi, le missioni su specifiche aree di interesse sono focalizzate verso:

- azioni di R&D nell'ambito di collaborazioni a medio-lungo termine con aziende nazionali e con aziende locali. Alcune di queste sono da considerarsi strategiche in quanto assicurano il trasferimento tecnologico dei risultati e delle esperienze sviluppate dall'Unità di ricerca nel corso degli anni nei MEMS in applicazioni nei settori dell'automazione industriale, automotive e telecomunicazioni (p.es. Commesse ADIGE, BREMBO, GEFran, CYBER MARCONI) e nella Flexible Electronics in applicazione legate ai sistemi di identificazione di parametri biometrici (p.es. Accordo per un laboratorio congiunto con l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato);
- attività di ricerca applicata nell'ambito di progetti di ricerca europei e nazionali nei settori del monitoraggio ambientale delle acque (H2020 ITN MSCA AQUA-SENSE) e della salute nella protesica (H2020 ITN MSCA INTUITIVE);
- attività di ricerca di base nelle tecnologie per la Circuit Quantum Electrodynamics (QED) che ha come obiettivo di sviluppare dispositivi per studiare a livello quantistico l'interazione fra radiazione elettromagnetica e materia;
- attività di ricerca di base e applicata in corso nel LaBSSAH@MST nel settore innovativo della medicina con lo studio di marcatori per la prevenzione e la diagnosi precoce di malattie complesse come cancro e patologie neurodegenerative e con lo sviluppo di sistemi innovativi di isolamento, purificazione e rivelazione di tali biomarcatori. Di principale interesse qui, è lo sviluppo di materiali integrabili in dispositivi e/o sensori per un'analisi biologica in vitro utilizzando campioni di fluidi non trattati quale il sangue (*biopsia liquida*) e per sviluppare modelli biologici per sistemi diagnostici innovativi su culture cellulari 3D (Organ on Chip). Queste tematiche di ricerca, che impegnano il personale di questa Unità in una strategia comune – *Joint open lab* – con altri enti locali (UNITN, IBF-CNR ed Azienda sanitaria), sono comprese a tutti gli effetti nel piano strategico FBK dei prossimi dieci anni.

Infine, per quanto riguarda attività trasversali che coinvolgono centri differenti in FBK, nel corso del 2018 è stata svolta un'attività piuttosto articolata di negoziazione (gestita da un ricercatore dell'Unità) 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), e a breve verranno firmati gli accordi per l'innovazione con il MISE, che daranno accesso al co-finanziamento pubblico a sostegno delle attività. La data ufficiale di inizio progetto potrebbe essere nel corso del corrente mese di ottobre 2019. Le attività in capo a FBK avranno durate variabili, tra i 24 e i 36 mesi. Qui, FBK è coinvolta in sei filoni differenti di attività, quattro dei quali ben si inseriscono nel core di competenze delle Unità CMM-MNF, CMM-FMPS, CMM-IRIS e ICT-ES. Le restanti due, invece, che si focalizzano sullo sviluppo di tecniche di Additive Manufacturing avanzate e sulla realizzazione di un castello di prova per setup statici di satelliti e loro parti, devono essere avviate. A partire dalla fine del 2019 e nel corso del 2020, le attività di IGSC in capo a FBK verranno avviate e monitorate, iniziando a produrre i primi deliverable, come previsto dal cronoprogramma del progetto.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Nel suo complesso, l'Unità di ricerca ha mantenuto un livello di eccellenza scientifica più che buona: 20 sono stati i lavori accettati su rivista (tra cui *Nature*) con impact factor superiore a 2.

Altrettanto buona è stata la partecipazione a conferenze internazionali di rilievo nei settori di competenza dell'Unità. 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 (AQUASENSE 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 sensori innovativi per protesi degli arti;
- un progetto finanziato dalla regione Piemonte (fondi BIOECONOMIA POR FESR, “Food-Drug-Free”), che prevede la messa a punto di una piattaforma tecnologica portatile wireless costituita da unità sensoristiche multi-purpose che permetta l'identificazione e la valutazione quali-quantitativa in-field di residui di molecole farmacologicamente attive in prodotti alimentari quali latte, miele e uova.

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

Area Salute

L'attività su materiali e biosuperfici funzionali è proseguita nello sviluppo di interfacce di materiali (inorganici, organici) per l'isolamento e lo studio di biomarcatori circolanti di malattie complesse quale il cancro, in particolare microRNA e corti RNA non codificanti, esosomi e piastrine. Questo aspetto assieme allo sviluppo di sistemi di rivelazione di biomarcatori ad elevata sensibilità (p.es. label-free, ottici) costituiscono le basi per la realizzazione di sistemi miniaturizzati di interesse per una diagnosi precoce, non invasiva, rapida e che preveda l'utilizzo di quantità ridotte di materiale biologico (*biopsia liquida*). I principali risultati riguardano: i) l'ottimizzazione del processo di deposizione del film di molecole di silano per migliorare l'efficienza del ricoprimento in termini di stabilità ed omogeneità del film e numero di gruppi funzionali disponibili (Lunelli, L. et al. “A new silanizing agent tailored to surface bio-functionalization”, *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces* (181), 2019, pp. 166-173); ii) la messa a punto di una metodica di purificazione di esosomi dal sangue e/o coltura cellulare e loro analisi mediante tecniche di biofisica (Notarangelo, M. et al., “Ultra-sensitive detection of cancer biomarkers by nickel-based isolation of polydisperse extracellular vesicles from blood”, *EBioMedicine* (43), 2019, pp. 114-126); iii) definizione delle proprietà biocompatibili di materiali polimerici utilizzati nella stampa 3D di microdispositivi; iv) 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). Nel mese di settembre è stato ottenuto

parere favorevole del Comitato etico della locale Azienda sanitaria per l'utilizzo di campioni biologici di donatori sani.

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. Questa tecnologia mostra la maggiore innovatività in quanto nella letteratura scientifica e nell'analisi brevettuale non sono stati ritrovati sensori di pressione basati su diodi organici. Un diodo organico piezoelettrico deriva dalla tecnologia per i dispositivi utilizzati per l'implementazione di memorie flessibili ad elevata densità basati su e polimeri semiconduttori e ferroelettrici, dove il polimero ferroelettrico è sostituito da un polimero piezoelettrico (PVDF-TrFE). Tramite la tecnologia identificata è in fase di sviluppo un sensore a densità intermedia (es. 50 x 50 elementi) con una dimensione del singolo pixel inferiore ai 100 um x 100 um. Entro la fine del 2019 saranno valutate le performance finali del sensore sviluppato, basato sulla tecnologia a diodi piezoelettrici e congiuntamente ad IPZS sarà valutato come procedere con lo sviluppo della tecnologia basata su diodi a maggiore livello di integrazione. Sulla base dei primi risultati ottenuti è stata sottomessa la domanda per un brevetto congiunto IPZS – FBK.
- Il principale fattore limitante per una più ampia diffusione della tecnologia RFID nei processi di tracciabilità dei prodotti è dovuto al costo del chip di silicio a volte superiore al costo del package del prodotto stesso. Devono essere pertanto identificate soluzioni intrinsecamente più economiche come quelle offerte dai dispositivi chipless RFID che rappresentano una alternativa molto promettente.

Tecnicamente si tratta di dispositivi risonanti realizzati con uno strato conduttivo su un substrato dielettrico. Il design dello strato conduttivo contiene delle specifiche geometrie che risuonano a frequenze predefinite. Nella maggior parte dei casi le frequenze utilizzate sono tra 1 e 10 GHz. A questo riguardo è stata svolta in FBK un'attività esplorativa per la realizzazione di prototipi di tag RFID chipless tramite l'utilizzo di diverse tecnologie. L'attività di prototipazione è stata effettuata sia a livello di fabbricazione del tag chipless che a livello dei sistemi di lettura del tag. Dal punto di vista della fabbricazione sono stati realizzati prototipi basati su geometrie preesistenti riportate in letteratura. Il settore applicativo identificato è quello della tracciatura automatizzata dei medicinali.

- 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 primo semestre del 2019 è iniziata l'attività di progettazione di specchi adattivi attuati tramite materiali piezoelettrici per la defocalizzazione di fasci laser ad alta potenza. Si tratta di una attività complessa sviluppata per ADIGE SpA (BLM Group) che richiede particolare attenzione per il costo delle tecnologie (come quella dei materiali piezoelettrici) necessarie alla sua realizzazione, non disponibili in FBK, e quindi realizzabili solo tramite service esterni. Queste collaborazioni hanno permesso l'applicazione di sensori MEMS interamente progettati e sviluppati in FBK in ambiti industriali rilevanti.

Area Ambiente

Nel 2019 l'Unità di ricerca MST ha visto approvato un progetto (H2020-ITN-MSCA AQUASENSE) che ha lo scopo di sviluppare sistemi automatizzati per il monitoraggio delle acque. Il finanziamento EU permette di disporre di risorse (giovani ricercatori) interamente dedicate allo sviluppo di nuovi sensori integrabili in sistemi autonomi (p.es. marine drones). 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 2018 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), e a breve verranno firmati gli accordi per l'innovazione con il MISE, che daranno accesso al cofinanziamento pubblico a sostegno delle attività. La data ufficiale di inizio progetto potrebbe essere nel corso del corrente mese di ottobre 2019. Le attività in capo a FBK avranno durate variabili, tra i 24 e i 36 mesi. FBK è coinvolta in sei filoni differenti di attività, quattro dei quali ben si inseriscono nel core di competenze delle Unità

CMM-MNF, CMM-FMPS, CMM-IRIS e ICT-ES. Le restanti due, invece, che si focalizzano sullo sviluppo di tecniche di Additive Manufacturing avanzate e sulla realizzazione di un castello di prova per setup statici di satelliti e loro parti, devono essere avviate.

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.

Nel 2019 sono continuati i studi sulle origini delle perdite RF di diversi tipi di nitruro in vista dello sviluppo di sensori KID termici sospesi su membrana. Sono stati fabbricati due lotti, TKT3 e TKT4, con diversi tipi di nitruro non-stechiometrico a basso stress sia realizzati in FBK che da fonti commerciali e diverse configurazioni, ossia lasciando il nitruro su tutto il dispositivo oppure confinandolo solo sulla zona della membrana oppure con o senza ossido. In tutti i casi è stato possibile misurare le risonanze, ma la condizione migliore con meno effetti sul Q delle risonanze si ha quando il nitruro è confinato sulla sola membrana.

In parallelo allo sviluppo dei bolometri nel 2019 è anche continuata l'attività di sviluppo della tecnologia di fabbricazione delle giunzioni Josephson con la tecnica del ponte di Dolan e l'evaporazione a due angoli. Sempre nell'ambito delle tecnologie per la cQED sono stati progettati circuiti di SQUID collegati con linee di trasmissione CPW per esperimenti sull'effetto Casimir dinamico e circuiti di SQUID connessi a risonatori CPW che possono essere usati sia come amplificatori parametrici sia per esperimenti DCE.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Salute

Gli obiettivi nel 2020 si focalizzeranno nell'ottimizzazione dei processi di superficie sviluppati e la loro integrazione in dispositivi microfluidici perseguendo un obiettivo a lungo termine relativo allo sviluppo di una piattaforma multifattoriale in grado di fornire più informazioni relative ai biomarcatori presenti nel fluido biologico in esame. In campo oncologico vi è la necessità di identificare differenti biomarcatori per una più dettagliata caratterizzazione della tipologia di malattia, della sua progressione e dell'efficacia dei trattamenti farmacologici.

In dettaglio: i) Studio del comportamento di piastrine umane in termini di adesione superficiale ai materiali in esame, del grado di attivazione e capacità di isolamento da campioni biologici complessi; ii) Studio di materiali adatti alla fabbricazione di un dispositivo microfluidico per la purificazione di vescicole extracellulari, quali gli esosomi, da fluidi biologici per studiarne il loro contenuto, specialmente per quanto riguarda gli RNA; iii) Studio di materiali con superfici ingegnerizzate in modo da aumentare la capacità di isolamento dei microRNA circolanti solubili, mirando all'analisi di microRNA rari. A differenza del passato questa fase della ricerca avverrà in stretta

collaborazione con partner clinici, in particolare: il Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica dell'Università degli Studi "Magna Graecia" di Catanzaro e a livello locale il Servizio di Immunoematologia e Trasfusione dell'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari (APSS) di Trento.

L'attività sullo sviluppo di sistemi per l'analisi in vitro di segnali elettrofisiologici da colture 3D di neuroni continuerà nel 2020, con l'obiettivo di sviluppare array di FET a gate tridimensionale per favorire l'amplificazione di segnali elettrofisiologici di neuroni stimolati.

Gli array di transistor FET saranno realizzati in una prima fase su scala ridotta e a densità limitata (4 x 4 elementi su chip) per permettere di analizzare sperimentalmente semplici modelli di comunicazione su più livelli tra neuroni. In una seconda fase saranno progettate e realizzate matrici CMOS a più alta densità di elementi in modo da poter registrare più canali contemporaneamente e realizzare una mappatura tridimensionale sulla comunicazione tra neuroni stimolati. L'attività sarà svolta in collaborazione con partner nel settore delle neuroscienze (Univ. di Genova) e delle nanotecnologie (Univ. di Milano e Univ. di Pisa).

Sempre nel 2020 nel contesto delle attività del progetto europeo H2020-ITN-INTUITIVE, che ha l'obiettivo di sviluppare interfacce sensoriali per protesi degli arti, FBK è coinvolta nella realizzazione di sensori tattili su substrato conformabile con la struttura delle protesi. Durante il primo anno di attività saranno sviluppati i primi prototipi di sensori tattili basati su transistor organici e materiali piezoelettrici.

Lavoro

Gli obiettivi per il 2020 riguarderanno qui la valutazione sperimentale dei prototipi dei sensori biometrici sviluppati nel corso del 2019 per sistemi di identificazione. Le valutazioni saranno effettuate in termini di sensibilità, scalabilità, costo potenziale di produzione su larga scala, affidabilità e resistenza meccanica. Saranno in particolare confrontate le tecnologie proposte a livello di dimostratore funzionale e sarà identificata la tecnologia che verrà scalata ad un livello più elevato. Tramite la tecnologia identificata si svilupperà un sensore a densità superiore (p. es. superiore a 50 x 50 elementi) con una dimensione del singolo pixel inferiore ai 100um x 100um. Successivamente verrà progettata un'elettronica miniaturizzata del sottosistema del sensore biometrico per l'integrazione su carta di identità. L'elettronica potrà includere componenti commerciali, custom o stampati idonei per l'integrazione su carta secondo le principali specifiche funzionali (ad es. performance, dimensioni, consumo, etc.). L'obiettivo è implementare un prototipo avanzato di elettronica per le verifiche sperimentali dei componenti e per la definizione delle specifiche dettagliate per uno sviluppo successivo dei componenti integrati (ASIC).

Parallelamente nell'ambito delle attività di ricerca su sistemi RFID a basso costo per la tracciatura dei prodotti, sarà realizzato un sistema completo composto da tags chipless RFID e da un lettore dedicato che consenta la lettura del segnale proveniente dal tag e la sua conversione univoca in un codice identificativo. Superata la prima fase di identificazione della tecnologia nel 2020 in seguito alla messa a punto del sistema di inkjet printing, i tag saranno realizzati su polimero plastico a basso

costo mentre lo strato conduttivo sarà disegnato in inchiostro conduttivo di argento. Questo secondo approccio permetterà maggiore versatilità e produzione più economica e veloce delle etichette da leggere. Dal punto di vista del lettore, questo sarà realizzato utilizzando componenti sia acquistabili sul mercato che realizzati opportunamente per lo scopo. L'attività specifica da svolgere riguarderà l'ottimizzazione del lettore a microstriscia già ideato nel corso del 2019 al fine di massimizzare l'affidabilità e la ripetibilità della misura. Il campo applicativo identificato, è quello della tracciatura automatizzata di farmaci.

Nello svolgimento di commesse industriali i principali obiettivi riguardano:

- la validazione sperimentale del sistema di attuazione di specchi adattivi per laser ad alta potenza (ADIGE SpA). Sarà successivamente realizzato un sistema multicanale per il controllo della deformazione degli specchi tramite attuatori piezoelettrici integrati sullo specchio.
- La validazione del prototipo finale industrializzabile per un sistema di controllo della frenata basato sensori MEMS (BREMBO SpA). Il prototipo, basato su sensori di stress MEMS alloggiati in strutture meccaniche 3D, è stato realizzato nel 2019 e sarà ottimizzato sulla base dei risultati sperimentali ottenuti da test funzionali su corpi freno. Successivamente si passerà alla fase di industrializzazione delle singole componenti. È fase di proposta un brevetto congiunto.

Ambiente

Nel 2020 entra nella sua fase operativa il progetto europeo AQUASENSE. L'interesse dell'Unità di ricerca è lo sviluppo di sistemi per l'identificazione di microplastiche (di dimensioni comprese tra 300um e 5um) nel monitoraggio delle acque. Nel 2020 sarà fatta una accurata analisi delle problematiche relative alle caratteristiche chimiche e strutturali delle principali tipologie di microplastiche presenti nelle acque (p.es. polietilene, polipropilene e polistirene) e alle procedure di campionamento. Entro la fine del 2020, sarà identificato un sistema miniaturizzato per la loro rivelazione basato su sensori ottici ed elettrochimici.

Infine, nell'ambito del progetto Food-Drug-Free recentemente finanziato dalla regione Piemonte (fondi BIOECONOMIA POR FESR) verrà messa a punto la strategia per la purificazione/pre-concentrazione di contaminanti in prodotti alimentari quali latte, miele e uova. Il gruppo di ricerca FBK svilupperà interfacce che in base a specifiche reazioni di bioaffinità permetteranno l'isolamento dei contaminanti di interesse. I contaminanti che si analizzeranno per primi saranno antibiotici della classe delle tetracicline e dei sulfamidici. Sarà analizzato anche il cloramfenicolo, un antibiotico proibito in zootecnia ma che si può trovare negli alimenti. Il progetto si inserisce in una logica di costruzione di una piattaforma di sicurezza alimentare di filiera per un monitoraggio in campo rapido ed efficiente delle materie prime in ingresso nel processo produttivo e distributivo al fine di abbattere i costi di controllo e prevenire sprechi produttivi.

Obiettivi relativi ad ulteriori iniziative di ricerca per il territorio: Space Economy, Bolometri, Quantum devices

- *Space Economy*: a partire dalla fine del 2019 e nel corso del 2020, le attività di Itai-GovSatCom (IGSC) in capo a FBK verranno avviate e monitorate, iniziando a produrre i primi deliverable, come previsto dal cronoprogramma del progetto.
- *Bolometri*: nel 2020 è previsto la realizzazione del terzo lotto di TKID sospesi su membrana e accoppiati ad un assorbitore con una membrana ottimizzata in termini di perdite RF utilizzando il nitrato FBK su ossido e rimuovendo la membrana dove non necessaria.

Sempre nel 2020 è previsto un ulteriore run di sviluppo di rivelatori Luke-Neganov con design ottimizzato.

Se finanziato dal INFN nel 2020 verrà anche avviata una attività di sviluppo di sensori TES usando AL/Au come strato sensibile.

- *Quantum Devices*: nel 2020 continuerà l'attività di ottimizzazione e calibrazione delle giunzioni Josephson per ricavare i dati necessari per la progettazione dei elementi più complessi. In parallelo all'attività di ottimizzazione verranno prodotti i primi dispositivi complessi sulla base di quanto progettato nel 2019.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

In questa Unità le pubblicazioni scientifiche, l'accettazione di proposte progettuali finanziate da agenzie e l'acquisizione di commesse a corpo rappresentano gli indicatori principali nella valutazione del conseguimento degli obiettivi 2020. Inoltre, il personale sta comunque lavorando su progettualità con un elevato impatto in termini di brevetti e trasferimento tecnologico. Considerando il livello dei risultati scientifici ottenuti finora (TRL 1-5) alcuni obiettivi dei progetti in corso nel 2020 potranno essere indirizzati ad aspetti di mercato dei prodotti realizzati.

Gli indicatori generali per la misura dei risultati per le attività di ricerca previste per il 2020 sono:

- il reperimento dei finanziamenti necessari al sostegno delle attività di ricerca nei settori proposti e per l'incremento della quota di autofinanziamento dell'Unità di ricerca. Un indicatore per la valutazione dell'attività 2020 è il numero di proposte finanziate (≥ 3) che o in ogni caso mantenere i valori usuali di percentuale di autofinanziamento dell'Unità (40-45%) e nello stesso tempo avere la disponibilità finanziaria per il coinvolgimento di nuovi dottorandi/collaboratori.
- un adeguata (> 10 pubblicazioni/anno) attività di disseminazione delle attività di ricerca tramite pubblicazioni peer review su rivista con $IF > 2$;
- una bilanciata attività di networking e di creazione di nuove collaborazioni di ricerca di buon livello.

A questi indicatori generali nel seguito vengono illustrati i macro-risultati scientifici attesi.

Sensori biometrici flessibili da implementare su documenti di identificazione

Gli indicatori dei risultati per il 2020 saranno di carattere tecnologico e coincideranno con la realizzazione di sistemi integrati basati su sensori per la misura del fingerprint con caratteristiche funzionali pari a quelle attese nell'ambito della collaborazione con l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. In estrema sintesi i risultati attesi riguarderanno lo sviluppo di dimostratori prototipali basati su matrici di sensori (diodi piezoelettrici) ad alta densità assemblati su un'interfaccia analogico/digitale progettata, in termini di velocità, consumo ed integrabilità con definizione delle specifiche per la successiva realizzazione dell'ASIC.

Nel sistema finale, l'intervallo operativo delle pressioni misurabili dovrà essere compatibile con quelle tipiche in misure per impronte digitali con un tempo di lettura nell'ordine del secondo.

L'attività ha permesso di instaurare una collaborazione con ICT per quanto riguarda le problematiche relative agli algoritmi di identificazione dell'impronta digitale.

Specchi adattivi MEMS per applicazioni in laser di alta potenza

Nel 2020 i risultati attesi in questa attività saranno relativi alla validazione del sistema di attuazione degli specchi basato su una membrana con attuazione piezoelettrica e dello studio del comportamento meccanico al variare dei parametri elettrici. I risultati delle prove sperimentali saranno confrontati con le simulazioni.

Successivamente saranno realizzati almeno 2 prototipi assemblati con la membrana di silicio fornita da FBK da montare sui banchi ottici di Adige. Il risultato si considererà raggiunto con la chiusura della seconda fase della collaborazione con l'azienda ADIGE SpA – BLM Group e l'accettazione dei deliverable in seguito ai risultati della validazione.

Bolometri e Quantum devices

Nel 2020 è previsto la realizzazione di un terzo lotto di TKID sospesi su membrana e accoppiati ad un assorbitore utilizzando una membrana ottimizzata in termini di perdite RF. Inoltre è previsto un ulteriore processo di fabbricazione per lo sviluppo di rivelatori Luke-Neganov.

Nel 2020 è attesa la fase di ottimizzazione della fabbricazione delle giunzioni Josephson e per ricavare i dati di base per la progettazione di elementi più complessi. Verranno inoltre realizzati e caratterizzati degli SQUID. L'impatto di questi risultati è nel fornire una piattaforma di eccellenza scientifica nelle ricerche nell'ambito dei rivelatori di particelle e nella Quantum Electronics.

MNF – MICRO NANO FACILITY

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

Responsabile: Pierluigi Bellutti

1. Sommario e visione

MNF si pone come partner di ricerca e sviluppo per le altre Unità del Centro, per le istituzioni di ricerca e per le imprese. La sua struttura organizzativa dà risposta alle diverse capacità tecnico-scientifiche necessarie ad assicurare al meglio la sua funzione. In particolare, MNF avendo in gestione i grandi laboratori CMM necessari alle attività di ricerca di più unità del medesimo, assicura: 1) il corretto funzionamento delle attrezzature e l'esecuzione delle attività sui lotti/campioni secondo le indicazioni fornite dagli utenti, avvalendosi del comparto tecnico che cura gli aspetti di manutenzione, gestione delle attrezzature ed esecuzione passi tecnologici; 2) lo sviluppo di soluzioni tecnologiche, nella forma di moduli tecnologici da mettere a disposizione alla ricerca su nuovi prodotti d'interesse delle Unità di ricerca o di metodologie analitiche per la soluzione di problematiche d'interesse degli utenti. Queste attività sono condotte dal gruppo R&D di MNF che, nell'esecuzione della propria attività di carattere prevalentemente chimico-fisico, affianca il personale delle Unità mettendo a disposizione la propria esperienza specifica; 3) il consolidamento delle tecnologie sviluppate dalle unità, attività condotta dal personale del gruppo R&D con l'obiettivo di rendere un flusso tecnologico pronto a sostenere richieste di produzione e/o trasferimento tecnologico.

Ne consegue che il personale del gruppo R&D ha un'attività matriciale nella quale interseca la conoscenza specialistica del binomi attrezzatura/processo e di tecnologie (intese come sequenze di processi diversi finalizzati alla realizzazione di un dispositivo specifico).

Grazie a questa organizzazione, MNF copre anche un ruolo verso il mondo esterno, contribuendo ad attrarre l'attenzione e l'interesse di aziende e ricercatori spinti dal desiderio di trovare un "luogo" dove poter provare o trovare soluzioni alle proprie necessità. Se queste sollecitazioni sono compatibili con l'ambiente di lavoro e non sono gestibili dalle Unità di ricerca del Centro, MNF è disponibile a valutare la gestione di questi contatti.

MNF partecipa anche alla definizione delle strategie tecnologiche del Centro e supporta azioni progettuali per il potenziamento della dotazione di attrezzature. In questo contesto si collocano le due azioni che sta conducendo, incardinate nei progetti KFT (KET Facility Trento)-FESR2016 e IPCEI-Micro&NanoElectronics, azioni volte ad assicurare al CMM un ruolo completo nel presidio delle KET a livello territoriale, alla loro entrata in prodotti innovativi e a consentire l'avvio e supporto tecnologico, al programma Quantum Technology a Trento (Q@TN).

Grazie a queste scelte, al consolidamento della propria organizzazione e di un importante sistema di procedure affinato negli anni, MNF è oggi in grado di mettere a disposizione la propria infrastruttura e il proprio know-how alle UdR FBK e a utenti esterni (ricercatori e aziende), ponendosi quindi a pieno titolo come Open Facility e Open Infrastructure. Questo risponde, oltre che ai piani strategico e esecutivo FBK, alla forte richiesta EU di favorire l'innovazione anche mettendo a disposizione della comunità scientifica e produttiva europea gli importanti investimenti tecnologici presenti nei laboratori.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

MNF detiene un ruolo di primo piano nei programmi di FBK-CMM per ampliamento dei laboratori di fabbricazione in camera pulita e acquisizione di nuove apparecchiature dedicate in particolare alle nanotecnologie abilitanti per le Quantum Technologies. Il personale di ricerca e tecnico si è dedicato all'analisi degli strumenti presenti sul mercato, alla definizione specifiche e scrittura documenti per le gare. A fine 2019 saranno installati nuovi strumenti per un valore totale superiore a 7M€, un aggiornamento che porterà strumenti all'avanguardia tra cui un Focussed Ion Beam per nanofabbricazione (terzo strumento installato al mondo di quel genere). All'inizio del 2020 si installerà anche un nuovo sistema EBL. Questa attrezzatura arriva in FBK in comodato d'uso sulla base di un accordo di collaborazione siglato con una multinazionale del settore che ha scelto MNF quale partner per il test e perfezionamento del loro nuovo prodotto, grazie ai laboratori e alle competenze consolidate a livello internazionale dell'Unità.

Nel corso del 2019, MNF è stata protagonista della presentazione della domanda di finanziamento per l'aggiornamento delle infrastrutture legate al programma IPCEI, già approvata dalla Commissione Europea ed ora in attesa di attuazione da parte del governo italiano. Con i 14M€ assegnati, si tratta di gran lunga del maggior finanziamento europeo raccolto da sempre in FBK.

Per quanto riguarda le attività di ricerca, da alcuni anni MNF ha dedicato grande attenzione alla sensoristica gassosa, area in passato non presidabile in autonomia dal CMM per carenza di specialisti dei materiali sensibili da integrare sul microchip realizzati internamente. Il settore applicativo d'eccellenza di questi dispositivi è quello del monitoraggio ambientale con ricadute su tutte le aree (Salute, Territorio, Lavoro, Ambiente). L'interesse di MNF sta nello sviluppare una soluzione trasferibile al mercato. Per questo ha contatti con aziende interessate, mentre la ricerca sui nuovi materiale è oggi sostenuta da un finanziamento vinto con bando Fondazione CARITRO che copre i costi di una risorsa Post-Doc dedicata interamente a queste attività.

La sensoristica gassosa è inoltre alla base degli innovativi programmi di alternanza scuola lavoro che FBK ha messo in atto con le scuole del territorio trentino e con il coinvolgimento di vari enti locali. Nel 2019, sensori di gas sviluppati in FBK sono stati installati in accordo con l'Agenzia Provinciale Protezione Ambiente (APPA) nelle loro centraline di monitoraggio presenti nella città di Trento.

Sul fronte dei sensori di radiazione, la leadership raggiunta e sostenuta dal lavoro coordinato di MNF e IRIS per i rivelatori di radiazione custom (in particolare SDD e SIPM) si è rafforzata con contratti e collaborazioni con aziende multinazionali e centri internazionali, con risvolti di mercato grazie sia a produzioni interne che a trasferimento tecnologico.

Nell'ambito della caratterizzazione e analisi dei materiali, tramite un progetto finanziato dalla KIC Raw Materials, si è realizzato un prototipo di rivelatore per raggi X basato su diodi PIN lineari (silicon strip detector) ottimizzato per risoluzione in energia per combinare fluorescenza X e diffrazione X, con grandi potenzialità di mercato. Sempre nell'ambito della rivelazione X e la fluorescenza X si è collaborato con una piccola e una media impresa trentine per uno studio di fattibilità atto a realizzare uno strumento per lo smistamento automatico di rifiuti contenenti rame.

Nel 2019 si è avviato un progetto di collaborazione, insieme all'Unità IRIS, con PSI per nuovi rivelatori con guadagno interno per X a bassa energia. Lo stesso tipo di rivelatori sono studiati anche per applicazioni di timing presso il CERN.

Sempre nell'ambito dei rivelatori di radiazione IRIS e MNF hanno vinto diversi bandi ATTRACT (<https://attract-eu.com>). Tra questi ricordiamo un progetto per l'accoppiamento di strutture plasmoniche a fotodiodi per aumentarne la sensibilità nel NIR, cosa maturata grazie allo sviluppo del modulo plasmonico, da integrare su sensori ottici, condotto negli ultimi tre anni da MNF.

Al 30 settembre 2019 MNF ha 33 journal papers di cui 30 impact factor e circa la metà nei quartili 1 e 2. In collaborazione con l'Unità IRIS si è lavorato a 2 brevetti che sono in fase di deposizione: "SiPM Trench sidewall doping", e "Diode for fast SiPM cell recharge". Un brevetto dell'Unità ha colto l'interesse di un'azienda che lo vorrebbe acquisire ("Laser fusion system and method") e nel corso del mese di settembre 2019 c'è già stato un incontro esplorativo al riguardo.

Infine, le proiezioni delle entrate relative al 2019 vedono confermare il risultato del 2018 che ha raggiunto quasi il 50% di autofinanziamento, con un raddoppio del medesimo rispetto alla situazione del 2014.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Di seguito si presentano le attività e relativi obiettivi di MNF separando due sezioni che, sebbene riguardino un gruppo che collabora in toto ai vari obiettivi, mettono in evidenza la maggior pertinenza alle due Aree che compongono MNF: Attività di R&D e Attività di infrastruttura.

Area di R&D

Primo obiettivo per MNF per il 2020 è la messa in opera della strumentazione acquisita attraverso il programma FESR e lo sviluppo di metodologie e processi per la fabbricazione caratterizzazione di nanostrutture e nano-sistemi di interesse per svariate applicazioni.

In particolare, si punterà sull'acquisizione in tempi brevi di esperienza relativa ai sistemi FIB per nanofabbricazione e sull'EBL per la litografia spinta per affrontare sfide

tecnologiche relative alle Quantum Technologies. Le attività saranno svolte in collaborazione con l'Unità FMPS per lo sviluppo di processi per realizzare circuiti fotonici integrati, mentre con l'Unità MST si collaborerà per sviluppare processi atti a realizzare nano-sistemi superconduttivi (giunzioni Josephson, SQUIDs) per sensoristica e "circuit QED". Gli stessi strumenti saranno usati anche per lo sviluppo di strutture plasmoniche di interesse per i rivelatori di radiazione e per la fabbricazione di substrati sensoristica di molecole organiche e bio-molecole (possibili applicazioni biotecnologiche, mediche, ambientali). Tali nano-sistemi e le loro proprietà morfologiche ottiche e in parte funzionali potranno essere caratterizzati tramite il nuovo strumento Raman/fotoluminescenza accoppiato ad uno strumento scanning probe che permette risoluzioni di poche decine di nanometri, la cui conoscenza e esperienza di funzionamento saranno parte degli obiettivi del 2019. A tal proposito, va qui ricordato che anche per le restanti nuove macchine il 2019 sarà l'anno dell'acquisizione di competenze specifiche da mettere a disposizione agli utenti della facility.

Nel campo della sensoristica di radiazioni si continueranno le collaborazioni oggi in corso con le multinazionali, da tempo nostre partner, cercando di estendere l'attività oltre la produzione del sensore per arrivare a dimostratori tramite l'attività del laboratorio di integrazione che è in espansione: nel 2020 si finalizzerà la produzione del rivelatore strip per raggi-X, con capacità di risoluzione energetica spettroscopica, e si procederà con la sua valorizzazione dimostrandone le capacità applicative e si concluderà il prototipo di sensore di radiazione in silicio accoppiato a struttura superficiale plasmonica. Inoltre, procederà lo sviluppo dei rivelatori con guadagno interno, in collaborazione con l'Unità IRIS, sia per rivelazione di X morbidi che per processi di timing. Con una nuova borsa di dottorato si inizierà a vagliare la possibilità di utilizzo di tali rivelatori per applicazioni spaziali in quanto l'amplificazione interna può essere utile per ridurre i payloads.

In ambito sensori di radiazione, MNF è coinvolta anche nelle proposte di gare d'appalto per la produzione di sensori per esperimenti ad alta energia presso il CERN (pixel e silicon 3D per ATLAS e CMS). A tale scopo si faranno piccole produzioni di test e di aggiustamento processo. Si suppone che nel 2020 uscirà la gara per il timing layer di CMS e MNF vi parteciperà.

Anche per le ricerche sulla sensoristica gas tramite microsistemi chemo-resistivi si cercherà di far leva sulla nuova strumentazione per lo sviluppo di sensori miniaturizzati e a minor consumo energetico, per permettere la realizzazione di sistemi con array di sensori che possano rispondere alle richieste di maggior selettività. Tale studio si baserà sia sullo sviluppo di nuovi materiali sensibili che di substrati con circuiti di riscaldamento e lettura.

Una menzione va fatta per le attività Space, per le quali il CMM è riferimento per FBK. Grazie al lavoro di relazione condotto negli ultimi anni da MNF, oggi Unità del Centro sono coinvolte nei progetti PON-REC e Space Economy. Sono progetti volti a creare anche una realtà territoriale che metta a sistema capacità di ricerca e industriali per valorizzare le competenze presenti a favore di un mercato (diretto e indiretto) in forte crescita.

Obiettivi Area Infrastruttura

A seguito del potenziamento dell'infrastruttura legato al progetto FESR KFT, nel 2020 si prevede di avviare la messa a punto dei processi sulle nuove macchine. Questo comporterà un maggior coinvolgimento del comparto tecnico in fasi di messa a punto delle macchine e dei processi in collaborazione con il personale R&D ed in particolare RTP, Vapour HF, Dry etching, PVD, FIB, ICPVD nelle cleanroom CR D e CR M e lo strumento RAMAN nei laboratori MCLab.

In vista di un probabile maggior coinvolgimento di MNF in progetti in ambito space, con conseguente aumento dei controlli qualitativi di processi e ambienti, si pianifica un potenziamento delle misure di classe nelle tre cleanroom, in particolare, si aumenterà la frequenza dei controlli da semestrale a trimestrale.

Nel 2020, infine, si programma il rilascio della release preliminare del sistema informativo di tipo "LIMS" per la gestione unificata delle attività dei vari laboratori MNF.

L'avvio del progetto IPCEI comporterà nel 2020 una fase di indagine e sperimentazioni preliminari per l'acquisizione di macchinari processi bonding, debonding, grinding e thinning di fette, per lo sviluppo di moduli per integrazione 3D di sensori ottici (SiPM). Oltre alla parte di indagine sulle macchine, si prevede uno studio di fattibilità per l'ampiamiento della CR D, per ospitare i nuovi macchinari.

Infine, altro obiettivo comune tra le due Aree riguarda il consolidamento della "qualità" con la conferma della certificazione ISO 9001:2017.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Premesso che l'eccellenza scientifica è più un target delle Unità di ricerca, MNF sosterrà le attività avanzate d'interesse delle Unità del CMM, nonché quelle di eventuali interessati esterni a FBK che verranno attratti dall'offerta che la facility può assicurare in termini di attrezzature e know-how specifico. Tuttavia, visto il tema peculiare dello sviluppo di materiali per la sensoristica gassosa, attività che negli anni recenti ha visto crescere il nome di FBK-CMM nel settore, si proseguirà con lo studio base dei meccanismi di gas sensing. Questo sarà accompagnato da lavori di consolidamento di alcune soluzioni, considerata la presenza di interessi che si stanno raccogliendo da aziende interessate al prodotto "sensore di gas". Qui si prevedono sia pubblicazioni sia i primi contratti "industriali".

Per la parte sensori di radiazioni, MNF rimanda agli indicatori di IRIS. Di proprio punta a pubblicazioni sulla componente plasmonica e la realizzazione di un primo dispositivo ad effetto plasmonico.

Sul fronte "servizi", considerate le ombre che si palesano sull'economia nel 2020, il consistente risultato relativo ad attività di service (sia di realizzazione in serie che di caratterizzazione materiali) raggiunto nel 2019 potrebbe essere difficile da mantenere. Al momento le previsioni raccolte dalla rete di contatti MNF non sembrano mostrare una flessione consistente e ciò sostiene la rilevanza delle azioni che MNF assicura in nicchie di mercato che cercano soluzioni customizzate difficilmente reperibili. La cosa interessante è che quasi il 70% di queste attività sono per aziende

locali, con tutti i benefici che si possono immaginare. Sul fronte ambientale, il tema del controllo capillare della qualità dell'aria, attraverso la collaborazione con APPA e il coinvolgimento delle scuole superiori, sta portando ad una sperimentazione che ha i caratteri dell'unicità sul territorio nazionale.

Per quanto riguarda la sostenibilità economica, MNF rimane un centro di costo rilevante, sul quale gravano i costi di tutta la gestione. MNF nel 2020 sarà impegnata nell'avvio delle nuove macchine e nella programmazione delle attività del progetto IPCEI. È importante che le altre Unità del centro raccolgano progettualità che utilizzino al meglio la Facility, contribuendo così alla sostenibilità economica che FBK dà come obiettivo anche a MNF.

Indicatori per l'Area Infrastruttura

In considerazione della chiusura entro il 2019 dei grandi lavori che hanno interessato molti dei laboratori MNF, si ritiene di confermare per il 2020 gli indicatori già utilizzati nel 2017 e 2018, sia come tipologia che come entità. In particolare si conferma la previsione di 80000 moves, e 80% dei lotti una velocità media "litho-to-litho" (numero di giorni di calendario tra l'esecuzione di una litografia e quella successiva) di 10 giorni.

FMPS – FUNCTIONAL MATERIALS AND PHOTONIC STRUCTURES

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

Responsabile: Georg Pucker

1. Sommario e visione

L'UdR è stata costituita nel marzo 2014 ed 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 nel 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. Un esempio per questo sviluppo ormai quasi onnipresente sono i touchscreen di cellulari, tablet e computer che rappresentano una interfaccia multisensoriale tra l'utilizzatore e l'hardware e software che gestisce dati, sensori e informazione, IoT e milioni di altri utenti. È importante comprendere che sono soprattutto gli sviluppi nel settore della micro e nanotecnologia che stanno alla base di tutti i sviluppi nello settore dell'intelligenza artificiale – elemento unificante della ricerca di tutti i centri di FBK. L'avvenire della intelligenza artificiale sarebbe stato impossibile senza le evoluzioni tecnologiche degli ultimi 40 anni partendo dai personal computer, da internet fino agli ultimi sviluppi nel settore della *smart car*.

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 dispositivi ottici integrato come sorgenti laser per l'orologio atomico, multiplexer add-drop e filtri RF ottici (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 Strategia 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 e rappresenta anche uno dei pilastri tecnologici per la ricerca europea nell'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 programmi e progetti H2020, ESA e ASI. FMPS rappresenta il centro materiali e microsistemi anche nel steering committee della piattaforma europea EUMAT. L'anno 2019 ha dato inizio a un nuovo progetto H2020 del programma ATTRACT nel settore della fotonica e delle tecnologie quantistiche. Di rilevanza strategica è anche la collaborazione con l'Istituto Poligrafico Zecca dello Stato- IPZS per lo sviluppo di nanomateriali applicati su elementi di sicurezza.

L'Unità FMPS contribuisce inoltre alla innovazione sul territorio della Autonoma Provincia di Trento e sul territorio italiano tramite collaborazione dirette con aziende e imprese presenti sul territorio tipicamente su problematiche collegate alla tribologia e ricerca su materiali innovativi a quali si sono aggiunti nel 2018 collaborazioni anche nel settore della fotonica per un 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. A questi collaborazioni si aggiungono recenti attività di R&D con la startup Photonpath di Milano e l'azienda Crestoptics con sede a Roma sempre nel campo della fotonica integrata.

L'Unità svolge la sua attività di ricerca spesso in stretta collaborazione con gli altri Unità del centro Materiali e Microsistemi. I dispositivi fotonici si realizzano al interno della facility MNF, mentre con le altre Unità MST, IRIS, e ARES si collabora sia su progetti di ricerca sia su commesse industriali.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

L'Unità FMPS, svolgendo ricerca nel settore della deposizione di materiali sottili, della fisica applicata e dell'ottica ha da anni un ottimo risultato in termini di visibilità e in termini di pubblicazioni scientifiche. La media di pubblicazioni in riviste scientifiche è tra le 18 e le 20 pubblicazioni all'anno, tipicamente in riviste con ranking internazionale e 2/3 di queste pubblicazioni sono in riviste del primo e secondo quartile. Per l'anno 2019 si prevede almeno 18 pubblicazioni in giornali peer reviewed in linea con la media degli ultimi anni. Alcuni di questi lavori svolti in collaborazione con L'Università di Trento riguardano la generazione di fotoni entangled via processi nonlineari e fanno parte della recente ricerche nel settore delle tecnologie quantistiche. La ricerca in questo settore è supportata dal progetto NEMO – finanziamento PRIN, MIUR), dal progetto LESSO (finanziamento dalla Agenzia Spaziale Italiana) e dal progetto OSRC (finanziamento ESA) e dalla Provincia Autonoma di Trento. In tutti i progetti FMPS collabora, tra gli altri partner, anche col Nanosciencelab del Dipartimento di Fisica del Università di Trento.

Nel progetto NEMO si studiano le dinamiche non-lineari nelle cosiddette sorgenti di pettini di frequenza, oggetti per la generazione di fotoni entangled. L'Unità di ricerca FMPS-CMM è stata coinvolta all'interno di NEMO come sub-unità del coordinatore

UniBS e, in particolare, ha avuto il compito di realizzare dispositivi di circuiti integrati fotonici per la generazione simultanea dei pettini di frequenza nel vicino infrarosso (NIR, attorno a 750nm) e nella banda telecom a 1.5 μ m. Il progetto LESSO coordinato da FMPS mira allo sviluppo di una sorgente laser miniaturizzata per il cosiddetto orologio atomico, con lo scopo di realizzare una componente performante compatibile con le richieste per missioni spaziali. L'orologio atomico è un oggetto a base di vari fenomeni quantistici che permettono di misurare il tempo e di conseguenza, distanze, con altissima precisione sia per distanze a livello di atomi sia per le distanze tipiche del global navigation system (GPS). Un altro progetto collegato allo sviluppo dell'orologio atomico è il progetto OSRC Optical spectral reference cavity. Il progetto sviluppa una cavità ottica ad altissima finesse. FMPS in collaborazione con la facility MNF e il Nanoscienclab del Dipartimento di Fisica è responsabile dei test di irraggiamento e controllo dell'effetto del irraggiamento sulle caratteristiche della cavità stessa.

Risultati importanti sono stati ottenuti anche negli due progetti del joint-laboratory col Istituto Poligrafico Zecca dello Stato (IPZS) che vedono il coinvolgimento dell'Unità FMPS. Nel progetto 3 il lavoro si è concentrato sulla sintesi e caratterizzazione di targanti innovativi a base di nanoparticelle luminose per vari tipi di documenti. Questi tipi di particelle sono stati realizzati e valutati per l'applicazione sui documenti. Sono stati sintetizzati più di 200 composizioni diverse di nanoparticelle per ottenere nanoparticelle che dopo eccitazione nel vicino infrarosso dimostrano intensa emissione di colori blue, verde o rosso. È stato anche sottomessa l'applicazione di un brevetto congiunto IPZS/FBK attualmente in fase di valutazione all' European patent office. Inoltre è stato realizzato un dimostratore per l'eccitazione delle nanoparticelle. Obiettivo del progetto 4 è l'ottimizzazione del ciclo di produzione di monete e l'allungamento della vita dei coni. Questo implica la scelta di acciai appropriati, l'individuazione di ricoprimenti/trattamenti superficiali, usando inizialmente fornitori di processo italiani per poi permettere a IPZS di sviluppare una metodologia propria di deposizione/trattamento superficiale dei coni. L'attività FBK è consistita in un primo tempo nell'acquisto della strumentazione di caratterizzazione meccanica e tribologica dei rivestimenti. Sono stati selezionati e caratterizzati in collaborazione con MNF rivestimenti (CrN e DLC) realizzati da fornitore esterno su campioni piani di un tipo di acciaio molto usato da IPZS. La ricerca proseguirà su coni preparati con le coppie acciaio/rivestimenti individuati.

Durante l'anno 2019 FMPS ha svolto attività di ricerca e sviluppo in due progetti nel settore delle energie rinnovabili. Il primo un Progetto bilaterale tra Italia-Algeria (finanziato dal MAE) è basato su una collaborazione scientifica e tecnologica tra FBK e l'Università M. Mammeri (UMMTO) in Algeria. L'obiettivo è di utilizzare nuovi materiali per sviluppare un sistema per la produzione di acqua pura, mediante distillazione indotta dall'energia solare. Sono stati sviluppati dei materiali per (a) aumentare l'assorbimento dell'energia solare da parte dell'acqua e (b) migliorare il trasferimento termico tra superfici assorbenti e l'acqua per aumentare il rendimento in acqua pura. Utilizzando idrogel e nanofluidi sono stati raggiunti aumenti della velocità di evaporazione dell'acqua del 69-72% per l'acqua salina e del 100% per l'acqua non salina, sotto un sole e con una temperatura dell'acqua attorno a 40°C circa. Questo risultato è promettente anche per altri campi di applicazione come la produzione di vapore in

campo energetico. È stato testato un sistema di distillazione solare in Algeria costruito per rispondere alle condizioni climatiche specifiche (da UMMTO). Il progetto ha permesso lo svolgimento di 3 tesi di dottorato (1 di FBK e 2 di UMMTO) e una tesi di Master.

Nel progetto Greenersys (contratto con Green Energy Storage, coordinamento FBK del progetto l'Unità ARES) FMPS contribuisce allo sviluppo dei componenti di batterie. Nello specifico, contribuisce all'ottimizzazione delle membrane off-the-shelf a scambio cationico per limitare il problema del crossover del bromo. Tramite processi in plasma sono stati raggiunti i seguenti effetti: (a) un aumento delle caratteristiche di cella sia in termini di capacità iniziale che di corrente (aumento di ca. 30% con un plasma N₂-O₂) (b) un aumento della densità di corrente di circa 150%. Inoltre si lavora sul miglioramento della resistenza di membrane agli elettroliti HBR/Br₂ usando sottilissimi e strati di materiali tipo ZrO₂.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

L'Unità FMPS nel anno 2020 sarà coinvolta – come descritto poi nel portafoglio progetti – in un ampio spettro di attività. I finanziamenti arrivano sia da commesse e collaborazioni con aziende sia da bandi competitivi. È chiaramente aumentato rispetto ai ultimi anni il coinvolgimento di FMPS nello sviluppo di dispositivi e materiali per applicazioni nello spazio- uno dei pilastri del piano strategico della fondazione- e nella realizzazione di dispositivi ottici integrati. Si può raggruppare i progetti 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 nell' ecosistema della ricerca internazionale tramite la partecipazione alle iniziative COST, progetto Europei Marie Curie e partecipazione a piattaforme europee.

FMPS da anni da un importante contributo sulla eccellenza scientifica del CMM dovuto a un significativo numero di pubblicazioni in riviste scientifiche peer reviewed (nella media circa 15 al anno e di questi 5 pubblicazioni in riviste del primo quartile). Per l'anno 2020 si vuole mantenere questo livello e aumentare la presenza di ricercatori dell'Unità FMPS come speaker a conferenze importanti nel settore di lavoro compatibile con le risorse di budget per trasferte a disposizione.

La ricerca nel ambito della fotonica integrata nel 2020 dovrebbe dare risultati importanti per una serie di tecnologie. Il progetto LESSO sponsorizzato dall' Agenzia Spaziale Italiana prevede l'ottimizzazione del laser etero-integrato (obiettivo spostato nel 2020 dovuto alla chiusura delle clean-room MNF per aggiornamento e installazione di nuove attrezzature e macchine).

Il progetto NGS-PON-Spazio prevede per il 2020 la realizzazione in collaborazione col Politecnico di Bari di due tipologie di dispositivi ottici integrato un multiplexer add-drop con 4 canali di input e output e un filtro RF ottico. In questo ambito si inserisce anche la ricerca svolta da FMPS nel Joint laboratory Q&TN nel quale si svolge ricerca sull' uso di nanodiamanti per sensori biomedici estremamente sensibili e la

progettazione e realizzazione di circuiti ottici con rivelatori a singoli fotoni integrati ricerca finanziata da un progetto vinto sulla call H2020 ATTRACT.

Un altro obiettivo strategico è la collaborazione col Istituto Poligrafico Zecca dello Stato IPZS. Le strutture di sicurezza richiedono l'uso di cosiddetti tagganti con proprietà specifiche e difficili da copiare. Il 2019 ha visto importante attività sulla ottimizzazione dei materiali proprietari, sullo sviluppo di lettori e sullo sviluppo di processi che permettono a sintetizzare i tagganti con costi accettabili in quantità di qualche grammo (fino ad oggi si sintetizza tipicamente i nanocristalli in quantità di qualche milligrammo). Per l'anno 2020 si continuerà a lavorare sulla sintesi con maggiore impegno sull' upscaling ovvero la sintesi di nanoparticelle al livello preindustriale (FBK lavorerà sulla ottimizzazione del processo mentre IPZS installerà i reattori per la sintesi nei siti IPZS).

FMPS anche durante l'anno 2019 ha aumentato il suo portfolio di progetti e collaborazioni con aziende. Questo migliora la sostenibilità economica della ricerca. FMPS ha una serie di progetti che hanno il potenziale di passare negli prossimi anni da progetti di ricerca in progetti di sviluppo e trasferimento tecnologico. Esempi per progetti di questo tipo sono lo sviluppo di componenti MEMS per il gruppo Adige SPA, la collaborazione con IPZS ma anche la collaborazione con la newcom Femtoray già iniziate a quale si aggiungeranno le recenti collaborazioni con la start up Photonpath di Milano e l'azienda Crestoptics con sede a Roma. I vari progetti nuovi porteranno al inserimento di 4 nuovi ricercatori nell'Unità FMPS durante l'anno 2019. Un numero consistente confrontando col numero di ricercatori e tecnici attualmente in FMPS. Sarà quindi necessario sorvegliare con grossa attenzione il proseguimento dei singoli progetti e curare con attenzione il processo di selezione e inserimento del nuovo personale nella ricerca in corso.

Un altro potenziale problema per alcuni progetti di FMPS nasce dalla installazione di importanti strumenti e macchinari nella facility MNF del centro materiali e microsistemi. L'arrivo di queste macchine – attualmente in fase di accettazione e installazione -da una parte aumenta le capacità di sviluppo e ricerca enormemente dall'altro parte può ovviamente essere origine per importanti ritardi visto che alcuni laboratori potrebbero non essere accessibile per alcuni mesi. Sarà quindi come già durante l'anno 2019 necessario governare questo processo con cura e in stretta collaborazione tra le Unità che fanno maggior uso della facility e della stessa facility MNF.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

FMPS anche nel anno 2020 vuole mantenere l'eccellente livello di pubblicazioni in riviste scientifiche. Si prevede un numero da 12 a 15 pubblicazioni in riviste peer reviewed, di quali almeno 5 in riviste del primo quartile. FMPS vuole aumentare la presentazione dei risultati ai convegni (la partecipazione a convegni e fortemente correlato alla disponibilità di budget) e numero di talks invited (almeno partecipazioni a 5 conference con 2 talks invited in totale).

FMPS nel settore delle nanotecnologie (per esempio l'attività sui tagganti) e nel campo della fotonica integrata sta sviluppando una serie di ricerche con un alto potenziale di generazione di proprietà intellettuale. Sarà cura del responsabile Unità e

del direttore del CMM di valutare con grande attenzione le migliori strategie di sfruttamento economico. Con IPZS si lavorerà in oltre sul trasferimento dei risultati per permettere a IPZS di passare a uno sviluppo preindustriale.

FMPS nel anno 2019 ha un ampio numero di progetti strettamente correlati con gli obiettivi della fondazione come lo sviluppo di tecnologie e dispositivi per lo spazio, i sensori lab on chip per applicazione nel settore della salute o lo sviluppo di tecnologie quantistiche per futuro uso come componenti hardware per l'intelligenza artificiale. La maggior parte delle tematiche affrontate da FMPS hanno un buon sostegno economico via progetti e contratti e si può stimare una quota di autofinanziamento intorno al 40-45%.

IRIS – INTEGRATED RADIATION AND IMAGE SENSORS

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

Responsabile: Matteo Perenzoni

1. Sommario e visione

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.

IRIS punta, come visione per il futuro, alla realizzazione di tecnologie di rivelazione, di sensori ottici integrati e microsistemi in grado di migliorare la qualità della vita, in modo diretto tramite applicazioni in ambito biomedicale, industriale, ambientale, sicurezza e spazio, ma anche agendo alla base della ricerca contribuendo e fornendo strumenti per esperimenti scientifici fondamentali, di interesse per le future generazioni. Questa visione si inquadra nella *visione strategica ed il piano esecutivo di FBK*, con particolare rilevanza nell'obiettivo "Lavoro" con *Industria 4.0*, *Spazio*, e *Veicolo Connesso*, ma anche nelle tematiche "Salute" e "Territorio": dispositivi e sensori intelligenti come sorgenti di informazioni complesse, precise e distribuite.

L'UdR IRIS punta ad eccellere in tutti i passi della catena di valore dello sviluppo dei sensori, coinvolgendo competenze che partono dalla ricerca di base su materiali e processi, il concept e la modellazione del dispositivo, la sua realizzazione tramite processi custom FBK o tecnologie esterne allo stato dell'arte, la caratterizzazione elettrica ed elettro-ottica e la realizzazione di una integrazione di sistema in grado di fornire un prototipo funzionante e la dimostrazione della tecnologia.

Gli obiettivi generali a breve/medio termine per la realizzazione della visione sono i seguenti:

- mantenere la leadership internazionale nella ricerca su sensoristica ottica con un particolare focus sui rivelatori a singolo fotone per applicazioni di imaging;
- rivestire un ruolo fondamentale nelle applicazioni della fisica/astrofisica, spazio, medicale, applicazioni industriali e automotive, con lo sviluppo di rivelatori speciali;
- valorizzare i prodotti della ricerca ad elevata maturità tramite contratti di R&D e trasferimento tecnologico con aziende;

- identificare nuove linee di studio e ricercare finanziamenti per raccogliere le risorse necessarie alla loro attuazione.

L'Unità IRIS intende perseguire questi obiettivi proseguendo nello sviluppo su diversi livelli, dalla definizione dei processi e delle tecnologie di fabbricazione in cooperazione con la Facility MNF, alla progettazione di sensori e circuiti integrati con fonderie microelettroniche esterne con cui già collabora, sfruttando le capacità di integrazione e caratterizzazione dei laboratori FBK e della recente ProM Facility del Polo Meccatronica. Tutto ciò, in una sempre più stretta sinergia tra gli attori per poter fornire una copertura di competenze ad ampio spettro che tenda alla realizzazione di un microsistema completo.

In vista di tale obiettivo, IRIS ritiene giusto investire dal 2020 in poi sulle attività di integrazione di sistema ed elettronica di prossimità dei sensori sviluppati, cercando di raggiungere anche in quel contesto un livello di eccellenza e riconoscimento internazionale. In questa strategia si inserisce anche la stretta sinergia con le altre Unità del Centro nel contesto della ulteriore valorizzazione delle capacità delle facility tramite fondi FESR e IPCEI.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Nel B&PAA2019 sono stati indicati diversi obiettivi; i risultati ottenuti sono qui riportati:

- *Sviluppo di nuovi sensori di immagine per lo spazio (Lavoro – Spazio)*. È stato depositato un brevetto sull'architettura di sensore lidar. Sono stati definiti i concept sia del lidar che dello star-tracker sui quali sono stati costruiti dei realistici modelli software che saranno oggetto di prossime pubblicazioni. 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.
- *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 ed inoltre selezionato per pubblicazione su Solid-State Circuit Letters. È in corso la realizzazione del modulo integrato per il suo uso da partner del Centro Fermi (Roma) e la discussione sulla continuazione delle attività. La realizzazione del sensore MAPS (monolithic active pixel sensor) per il progetto HVTrack è in corso e ci si attendono importanti risultati per la fine dell'anno.
- *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: contratto in fase di finalizzazione e brevetto in fase di scrittura. Prodotto il primo run di SiPM NIR-UHD nuova generazione per applicazioni LI-DAR, 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.

- *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. Supporto per aggiunta di TSV alla tecnologia. Inizio di 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. Su rivista, 11 pubblicazioni grazie alle numerose collaborazioni.
- *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. Dimostrata per la prima volta capacità di spettroscopia X con SDD di elevato spessore, 800 e 1000 μm (progetto ARDESIA). Ultimata produzione SDD per progetto ReDSOX-4, contenente dispositivi per applicazioni in esperimenti spaziali: progetti THESEUS, HERMES, PixDD. 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 strip per progetto PairedX e sensori pixel per collaborazione con PSI. 5 pubblicazioni su rivista.

In campo europeo, è in corso il progetto QRANGE all'interno della flagship su Quantum Technologies, mentre è in conclusione il progetto SUPERTWIN, con ancora delle importanti attività di misura su un nuovo sensore (progetto Innovation Pilot: GammaCam) ed una valutazione positiva di un review intermedio, ed entra nel secondo e ultimo anno il progetto flagship Graphene Core 2, che vede la realizzazione di un rivelatore THz e Mid-IR. 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.

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 (PhD congiunto, scuola SQUAD), si è individuato un interesse sul vision sensor del progetto FORENSOR da parte di startup e aziende, con prospettiva di accedere a fondi proof-of-concept. 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.

Complessivamente l'attività di disseminazione scientifica a tre quarti del 2019 è stata molto buona, con 28 articoli su rivista e 7 su conferenza, alcuni brevetti depositati e concessi, ed un numero aggiuntivo di articoli in scrittura o in via di pubblicazione.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Sviluppo di tecnologie per lo spazio (Lavoro – Spazio). L'obiettivo si pone di continuare con lo sviluppo di competenze per spazio. In particolare, lavoro sul sensore di immagine lidar 3D per operazioni di atterraggio o rendez-vous nello spazio (progetto WALLIE) e miniaturizzazione dei dispositivi di puntamento sui satelliti (progetto NSG), validazione della radiation hardness di dispositivi e realizzazione di sistemi elettronici conformi con l'ambiente spaziale. Risultati attesi: primi prototipi di startracker e di lidar, aumento competenze sulla progettazione di elettronica space-compliant. *Strumenti e metodologie:* sono in corso due progetti, rispettivamente con ESA (lidar 3D, WALLIE) e con il MIUR (startracker, NSG) ed in fase di avvio per il 2020 su Space-Economy (giroscopio, IGSC). In definizione una collaborazione con enti esterni per la validazione della robustezza ad ambiente spaziale. *Eventuali rischi e criticità:* l'obiettivo è estremamente sfidante e le criticità sono quelle tipiche di progetti di ricerca ambiziosi. Sarà necessario acquisire competenze sulle parti mancanti tramite nuove risorse o formazione specifica.

Sviluppo di sensori intelligenti per il medicale (Salute – Cura personalizzata). Per ottimizzare le tecniche di cura come la protonterapia, deve essere effettuato un monitoraggio continuo del fascio di protoni al fine di evitare neoplasie secondarie dovute all'irraggiamento. Questo obiettivo si pone di sviluppare sensori con peculiari funzioni per il monitoraggio sfruttando tecnologie high-voltage oppure fotomoltiplicatori digitali. *Risultati attesi:* realizzazione del modulo SBAM e del sistema HVTrack, con pubblicazioni rilevanti. *Strumenti e metodologie:* le attività sono finanziate da un progetto in corso con il Centro Fermi di Roma (SBAM), collegato alle ricerche del progetto Mondo, ed il progetto HV-Track con l'università di Liverpool, includendo anche studenti PhD. Sono in fase di definizione possibili followup riguardo sviluppo firmware ed elettronica di prossimità, in linea con la strategia dell'Unità. *Eventuali rischi e criticità:* sono state acquisite molte competenze nell'ambito, e la criticità maggiore è quindi un elemento esterno quale la disponibilità della tecnologia: in tal direzione l'Unità sta già gestendo il rischio con delle soluzioni alternative.

SiPM NIR e SiPM BSI (Lavoro – Industria 4.0 e Veicolo Connesso). NIR: Nuovi sviluppi in ambito SiPM-NIR per mantenere il vantaggio tecnologico sui competitor accumulato negli anni passati. Sviluppi e trasferimento tecnologie a foundries esterne per industrializzazione. Possibile estensione numero di aziende con cui FBK collabora. BSI: continuare sviluppi in collaborazione con azienda committente. *Risultati attesi:* NIR: completamento al 100% degli sviluppi per azienda cliente 1; sviluppi R&D per azienda cliente 2; test di nuove soluzioni NIR indipendenti da azienda cliente, dopo avere depositato brevetti; BSI: rinnovo contratto con azienda multinazionale; *Strumenti e metodologie:* L'attività si avvale principalmente di finanziamento da parte dei partner industriali, con parziale autofinanziamento. *Eventuali rischi e criticità:* progresso della concorrenza, sviluppo estremamente impegnativo dal punto di vista tecnico, verifica delle prestazioni nelle applicazioni finali.

SiPM NUV per applicazioni scientifiche, spaziali e medicali (Salute – Cura Personalizzata). Per rimanere allo stato dell'arte, è necessario che FBK si impegni attivamente nello sviluppo della tecnologia NUV-HD, oggetto di forte attività di R&D da parte dei competitors, continuando le linee di ricerca iniziate negli anni scorsi. Sviluppi programmati in ambito: (i) criogenico (ulteriori fine tuning e miglioramento prestazioni); (ii) VUV-sensitive SiPMs e integrazione di VUV-SiPM con tecnologie cryo; (iii) miglioramento strutture di isolamento ottico tra microcelle di SiPM; (iv) LG-SiPM in versione NUV-HD; (v) TSV applicate a SiPM in collaborazione con fonderia esterna (dipendente da finanziamento progetto); (vi) trasferimenti tecnologie SiPM-Cryo (finalizzazione sviluppo TSV) e isolamento ottico verso fonderia esterna. *Risultati attesi:* ci si aspetta proseguire gli sviluppi descritti al punto precedente, in dipendenza da alcuni fattori esterni come avvio di contratti e collaborazioni e chiusura di clean-room FBK o foundry esterne. *Strumenti e metodologie:* L'attività si avvale quasi esclusivamente di finanziamento da parte INFN e di altri progetti con aziende e partner scientifici. *Eventuali rischi e criticità:* trattandosi di attività di sviluppo innovativo, è sempre possibile incontrare difficoltà tecniche inattese, mitigate dall'esperienza maturata in passato, e presente nella UdR, anche nella collaborazione con la fonderia esterna.

Silicon Drift Detectors (SDD), planari (pixels e micro-strip) e LGAD. Sviluppo di SDD innovativi e customizzati per diversi esperimenti scientifici, tra cui esperimenti con INFN e ASI. In particolare: matrici SDD a basso leakage e di grande area, matrici con pixel di dimensioni ridotte (PixDD) e strutture di bordo minimizzate, matrici su substrati spessi (1000 μm). Proseguimento sviluppo di LGAD con isolamento a trench con progetto RD50 al CERN, basato su sviluppi SiPM BSI. Simile sviluppo di LGAD con PSI per applicazioni di microscopia X. Produzione di sensori pixel con finestra sottile ottimizzati per raggi x a bassa energia (< 2 keV) *Risultati attesi:* miglioramento delle capacità tecnologiche di FBK nel campo SDD; sviluppi tecnologia FBK per aumentare l'efficienza degli LGAD; ottimizzazione di finestre di ingresso sottili per sensori planari; pubblicazioni scientifiche nel campo SDD e LGAD con diversi partner; *Strumenti e metodologie:* finanziamenti per la produzione di SDD da progetti di ricerca INFN e ASI e da parte di azienda multinazionale; finanziamenti per LGAD da progetti di ricerca INFN, da collaborazione con il PSI e attraverso il progetto RD50 (CERN). *Eventuali rischi e criticità:* carico di lavoro elevato in rapporto alla disponibilità di risorse, il fattore tempo è il più pressante. Eventuali problemi di processo durante le produzioni.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Sviluppo di tecnologie per lo spazio

Eccellenza scientifica: ci si aspetta di pubblicare i risultati della modellazione del sistema LIDAR su rivista, e che i primi prototipi possano essere pubblicati in 1-2 articoli in conferenza. Si lavorerà sull'estensione del network di contatti e relazioni internazionali. Il lavoro svolto nelle varie attività per lo spazio comporterà una notevole crescita di competenze, ed inoltre i risultati ottenuti potranno fare da leva per le prossime attività. *Impatto:* le tecnologie sviluppate non sa-

ranno immediatamente applicabili in ambito spazio, ma potranno trovare immediato impatto in applicazioni industriali o automotive. *Sostenibilità economica*: attività già ben finanziata, si prevede di poter contribuire alla prossima call Space Economy.

Sviluppo di sensori intelligenti per il medicale

Eccellenza scientifica: incremento della visibilità nel campo scientifico tramite partecipazione a workshop e conferenze, oltre ai risultati ottenuti tramite l'utilizzo, da parte dell'utente finale, del modulo che verrà sviluppato. Si attendono quindi importanti pubblicazioni congiunte. *Impatto*: primi esperimenti applicativi nell'ambito della strumentazione medicale. *Sostenibilità economica*: si punterà ad ottenere sostegno economico da parte di enti privati e pubblici per la continuazione delle attività.

SiPM NIR e SiPM BSI

Eccellenza scientifica: le pubblicazioni non sono per ora consentite, dai contratti con le aziende coinvolte. Probabili 2 brevetti con le due principali aziende clienti (ancora in fase di scrittura) più altri brevetti indipendenti di FBK (almeno 2, depositati al più tardi ad inizio 2020). Le attività sul BSI-SiPM saranno alla base di successivi sviluppi di molte delle future tecnologie SiPM in FBK: si attendono infatti primi risultati di studi preliminari su BSI-SiPM esclusivamente FBK. *Impatto*: impatto significativo nei settori applicativi: NIR per automotive e industrial beneficiano significativamente dei nuovi sensori SiPM; produzioni NIR-HD e R&D su NIR-HD presso fonderia esterna; avvio trasferimento tecnologia NIR-UHD a nuova foundry esterna. *Sostenibilità economica*: continuano contratti con due aziende per il NIR e una per il BSI. In futuro, royalties su NIR.

SiPM NUV per applicazioni scientifiche, spaziali e medicali

Eccellenza scientifica: risultato 1: Quest'area consente il maggior numero di pubblicazioni e ci si aspetta di effettuare 3 pubblicazioni con partner scientifici. Risultato 2: esito positivo del trasferimento tecnologico di tecnologie SiPM-Cryo con TSV, probabile trasferimento varianti di tecnologie Cryo/Rad-Hard per CERN, produzioni SiPM per DUNE, trasferimento a fonderia di tecnologie a basso crosstalk. Avvio sviluppi di SiPM NUV-HD con metal in trench. Risultato 3: mantenimento del network di contatti e relazioni internazionali. Finalizzazione contratto con fonderia. *Sostenibilità economica*: progetti scientifici e collaborazione in-kind con fonderia. Uso di fondi INFN. In futuro royalties dalla fonderia.

Silicon Drift Detectors (SDD), planari (pixels e micro-strip) e LGAD

Eccellenza scientifica: 2 pubblicazioni su rivista, eventualmente un brevetto. Mantenimento del network di contatti ed espansione dell'attività di fornitura di rivelatori per esperimenti spaziali. *Impatto*: Rafforzamento della posizione di FBK nel campo SDD ed LGAD. *Sostenibilità economica*: finanziamento per 2

produzioni SDD per esperimenti scientifici, produzione R&D con azienda multinazionale. Finanziamento per 3 produzioni LGAD per esperimenti scientifici (2 INFN + 1 PSI). Finanziamento per produzione pixel con finestra sottile con PSI.

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

<http://www.ectstar.eu>

Direttore: Jochen Wambach

1. Sommario e visione

Il Centro Europeo per gli Studi Teorici in Fisica Nucleare e Aree Collegate (ECT*) è nato da un'azione congiunta della Comunità Europea di Fisica Nucleare. Fondato nel 1993, negli anni si è trasformato in un centro di ricerca di fisica nucleare-nell'accezione più ampia del termine- di grande successo. Nello specifico, ECT* promuove il contatto tra fisici teorici e sperimentali, fornisce un eccellente supporto per programmi di ricerca sperimentali, vantando un ruolo molto importante nella formazione di giovani ricercatori di successo. Gli obiettivi di ECT* riguardano in generale la ricerca di base. Grazie a centinaia di scienziati, con una media di circa 700-800 visitatori all'anno, provenienti da tutto il mondo che trascorrono presso il Centro periodi variabili compresi tra una settimana e diversi mesi, ECT* ha acquisito una notevole visibilità affermandosi al tempo stesso nella sua funzione di coordinamento all'interno della comunità scientifica Europea e internazionale, attraverso le seguenti attività:

- Workshop e collaboration meeting e gruppi di lavoro su tematiche di grande attualità nell'ambito della fisica nucleare e relativi campi correlati quali l'astrofisica, la fisica della materia condensata e la fisica quantistica,
- programmi e scuole di formazione per studenti di dottorato e postdoc destinati ai giovani fisici di talento,
- una ricerca di base condotta da un gruppo interno di ricercatori e postdoc in collaborazione con scienziati di altri Istituti di ricerca e Università, nazionali e internazionali, in visita presso il Centro.

ECT* opera nel contesto delle Università, degli Istituti e dei Laboratori Europei. È l'unico Centro nel suo genere in Europa; per il suo raggio d'azione e le sue finalità può essere paragonato solamente all'Istituto di Teoria Nucleare di Seattle (INT). Negli Stati Uniti ECT* è membro istituzionale del NuPECC (Nuclear Physics European Collaboration Committee), il Comitato Europeo Esperto Associato di Fisica Nucleare della Fondazione della Scienza Europea.

Inoltre ECT* è da molti anni coinvolto nei Programmi Quadro Europei. Dal 2016 è attivo nel Programma Quadro Horizon 2020 con il progetto ENSAR2 (2016-2020) e, dal 1° luglio 2019, con il progetto STRONG-2020 (2019-2023) nell'ambito della cosiddetta "attività di accesso transnazionale".

All'interno di ECT* vengono inoltre promosse diverse collaborazioni di ricerca: a livello locale, ECT* ha assorbito parte del Laboratorio Interdisciplinare per la Scienza Computazionale (LISC) e continua la sua collaborazione strategica con il Centro Nazionale dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare dedicato alla ricerca in fisica fondamentale e alle sue applicazioni (Trento Institute for Fundamental Physics and Applications - TIFPA).

Molto forti sono poi le collaborazioni scientifiche in essere a livello mondiale dell'ECT* con il Centro di ricerca RIKEN, 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). Esse vanno ad aggiungersi alle altre collaborazioni già in essere: a livello nazionale, con il Dipartimento di Fisica e del Centro per la Condensazione Bose-Einstein (BEC) quella con l'Università degli Studi di Trento e l'INFN-TIFPA, e a livello internazionale con la Goethe Universität di Francoforte, la Technische Universität di Darmstadt, l'Extreme Matter Institute di Darmstadt (EMMI), l'Helmholtz International Center for FAIR, il Joint Institute for Nuclear Research (JINR) di Dubna. A queste, si è aggiunta nel 2019 la collaborazione con il Max Planck Institute for Physics (MPP). Molte delle organizzazioni scientifiche descritte contribuiscono economicamente all'attività di ricerca del Centro, talune in misura significativa.

L'attività di ricerca e le collaborazioni di ECT* sono in continua crescita ed evoluzione. In uno scenario globale della ricerca sarebbero motivo di ulteriore rafforzamento ed innovazione per il Centro un maggior numero di iniziative, per mezzo delle quali ECT*, in quanto punto d'incontro ideale, potrebbe identificare le necessità contingenti e focalizzare le proprie attività scientifiche su argomenti specifici:

- la promozione di ECT* come luogo di preferenza per workshop, attività di collaborazione tra gruppi di ricerca di fisica teorica e sperimentale;
- un programma per visitatori rivolto anche a fisici che lavorano nei campi scelti per i corsi di formazione avanzata per dottorandi;
- lo svolgimento di attività interdisciplinari che riescano a coinvolgere la fisica nucleare e altri campi della fisica.

Bisogna infine sottolineare che in Europa c'è scarsità di scienziati qualificati ed è per questo che l'impegno di ECT*, per il futuro, sarà quello di aumentare le iniziative scientifiche attraverso corsi e percorsi di ricerca per la formazione di dottorandi e ricercatori. L'idea di ECT* è quella di:

- estendere i periodi di formazione su tematiche di grande attualità. Gli studenti, durante la loro permanenza, frequentano lezioni, sono seguiti dagli scienziati di ECT* e possono partecipare agli workshop organizzati presso il Centro;
- promuovere progetti di ricerca congiunti tra i ricercatori interni e fisici di altre istituzioni, nell'ambito dei quali, i ricercatori senior dell'ECT* possono fungere da correlatori di dottorandi nelle Università europee.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

L'attività di ricerca del Centro è articolata nei seguenti tre principali campi di studio:

- **Fisica nucleare:** in questo settore si sviluppano nuovi approcci quantistici al fine di capire, descrivere e quantificare reazioni nucleari astrofisiche che coinvolgono ioni pesanti e/o nuclei debolmente legati (A. Carbone, H. De Leon); l'interfaccia fra la fisica nucleare e la teoria delle interazioni forti costituisce l'area di ricerca del Direttore (J. Wambach).
- **Cromodinamica quantistica:** in quest'ambito i ricercatori ECT* sono coinvolti sia nel miglioramento delle predizioni delle teorie effettive di tipo "Color Glass Condensate" applicate alle collisioni di ioni pesanti nell'acceleratore LHC del CERN (D. Triantafyllopoulos, J. Peuron, N. Tanji e S-Y Wei). A. Pilloni è coinvolto nella struttura fenomenologica dell'adrone e nelle loro interazioni. Un altro focus è lo sviluppo di tecniche non-perturbative basate su QCD per descrivere sia gli aspetti chiave del meccanismo di confinamento delle cariche di colore che le proprietà degli stati legati (fattori di forma, funzioni di distribuzione delle parti, ecc.) degli stati legati del QCD (D. Binosi e M. Ding).
- **Fisica computazionale:** in questo ambito si concentra il lavoro dell'Unità LISC (M. Dapor, G. Garberoglio, S. Taioli, A. Pedrielli, P. E. Trevisanutto), ed in particolare nella modellizzazione e simulazione di materiali tramite simulazioni ab-initio in grado di calcolare le loro proprietà elettroniche, ottiche, meccaniche e termodinamiche. Ulteriori linee di ricerca includono la spettroscopia, la nucleosintesi stellare, la dinamica molecolare, e lo sviluppo e l'applicazione di metodi Monte Carlo a problemi numerici complessi.

Per quanto riguarda le *pubblicazioni*, nel 2019 il gruppo di ricerca di ECT* ha pubblicato 24 articoli in riviste scientifiche specializzate; 8 articoli risultano invece sottomessi a rivista e/o in fase di revisione o pubblicazione. Tra gli articoli più significativi si segnalano in particolare:

1. 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).
2. 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.
3. 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.
4. 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.

Nel 2019 sono stati inoltre organizzati 22 *workshop* e 2 programmi di studio avanzato sulla fisica nucleare, che hanno riunito scienziati provenienti da tutto il mondo.

Ha partecipato ai workshop e ai percorsi di alta formazione proposti dal Centro presso la sede di Villa Tambosi un pubblico internazionale composto da circa 800

ricercatori e studenti. 11 scienziati di diversa nazionalità (Finlandia 1, Israele 1, Francia 2, Germania 3, Italia 1, Polonia 2, Russia 1) hanno trascorso periodi di studio presso ECT* come Visiting professor.

Con il continuo sviluppo del Settore Europeo della Ricerca (ERA) e la crescente cooperazione a livello internazionale, ECT* si trova ad affrontare nuove sfide ed opportunità. Ad oggi, sia a livello nazionale che internazionale vengono fatti significativi investimenti su acceleratori e altre installazioni sperimentali e per utilizzarle nel modo più efficiente è necessario un buon coordinamento e un interscambio di idee tra ricercatori teorici e sperimentali. In quest'ottica appare chiaro come i contatti interdisciplinari tra i diversi campi d'interesse di ECT* portino beneficio a tutte le parti coinvolte ed abbiano un grande impatto a livello scientifico.

Nel 2019 un ricercatore stabile di ECT*, Daniele Binosi, ha ottenuto l'abilitazione nazionale a Professore di I Fascia (Professore Ordinario) nel campo della Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Le attività di ECT* riguardano la ricerca di base e sono correlate agli sviluppi della fisica nucleare in senso lato, e, occasionalmente, ad argomenti interdisciplinari. Le scelte delle conferenze, collaborazioni internazionali (collaboration meeting) e dei programmi e scuole di formazione avanzata per studenti di dottorato e postdoc vengono effettuate, di anno in anno, dal Comitato Scientifico internazionale in accordo con il Direttore del Centro. Questi ultimi, inoltre, decidono di comune accordo i principali orientamenti della ricerca da sviluppare in ECT*, selezionando ad hoc il personale di ricerca e aprendo posizioni in settori specifici.

I presupposti per raggiungere gli ambiziosi obiettivi del piano delle attività 2020 e per garantire il mantenimento dell'alto livello di performance di ECT* sono:

- posizioni di lavoro competitive rivolte a ricercatori associati e postdoc (tipicamente della durata di 2 anni),
- un supporto amministrativo ed un'infrastruttura ben sviluppata per un funzionamento ottimale del Centro,
- finanziamenti continuativi da parte di FBK, del Consiglio per la Ricerca Europea e dei progetti dell'Unione Europea.

Gli obiettivi del 2020 verranno realizzati organizzando e promuovendo le seguenti attività:

- workshop e collaboration meeting internazionali su problematiche all'avanguardia della fisica;
- programmi di formazione per studenti di dottorato;
- ricerca di base in fisica nucleare teorica;
- sviluppo di tematiche interdisciplinari tra la fisica nucleare e campi di ricerca ad essa più prossimi;
- rafforzamento dell'interazione tra fisici teorici e sperimentali.

3.1. *Convegni e incontri di lavoro internazionali*

Workshop e collaboration meeting finora approvati dal Comitato Scientifico e dal Direttore del Centro per il 2020 sono 20:

1. *Machine Learning for High Energy Physics, on and off the Lattice*, (Andreas Athenodorou, Università di Pisa);
2. *Theoretical and Experimental Challenges for Flavor Hadrons, Quarkonia and Multiquarks*, (Mikhail Barabanov, JINR);
3. *Spin and hydrodynamics in relativistic nuclear collisions* (Francesco Becattini, University of Florence and INFN);
4. *New Physics Searches in Heavy Ion Collisions*, (Marco Drewes, UC, Louvain);
5. *Tomography of light nuclei at an EIC*, (Adam Freese, ANL);
6. *Probing Nuclear Physics with neutron star mergers*, Christopher Fryer (LANL);
7. *Nuclear physics meets condensed matter: symmetry, topology, and gauge*, (Alexandros Gezerlis, (University of Guelph);
8. *Relativistic Fermions in Flatland: theory and application*, (Simon Hands, Swansea University);
9. *STRANU: hot topics in STRANgeness Nuclear and atomic physics*, (Kristian Piscicchia, Centro Fermi);
10. *Heavy-flavor transport in QCD matter*, (Ralf Rapp, Texas A&M University);
11. *Saturation and Diffraction at the LHC and the EIC*, (Christophe Royon University of Kansas);
12. *Diffraction and electromagnetic processes at high energies*, (Rainer Schicker, Heidelberg University)
13. *Exploring high- μ B matter with rare probes* (Enrico Scomparin, INFN Torino);
14. *Neutron stars as multi-messenger laboratories for dense matter* (Ingo Tews, LANL);
15. *Advances in many-body theories: from first principle methods to quantum computing and machine learning*, (Morten Hjorth-Jensen, Michigan State University & Oslo University);
16. *LFC20: Strong interactions from QCD to new strong dynamics at LHC and Future Colliders*; (Gennaro Corcella, INFN Laboratori Nazionali di Frascati);
17. *Determination of the effective electron (anti)-neutrino mass*, (Loredana Gastaldo, Heidelberg University);
18. *Key Reactions in Nuclear Astrophysics*, (Aurora Tumino, Università degli Studi di Enna "Kore" & INFN-LNS);
19. *Nuclear and Atomic transitions as laboratories for high precision tests of Quantum Gravity inspired models*, (Antonino Marciano, Fudan University);
20. *Further Improvement and Validation of Models of Neutrino Nucleus Interactions*, (Federico Sanchez, University de Genève), collaboration meeting:

Si segnala che 12 dei 20 workshop approvati saranno supportati da fondi derivanti dal Progetto europeo STRONG-2020.

Il Comitato Scientifico internazionale, si riserverà se approvare qualche altro convegno e incontro di lavoro durante le riunioni previste per il 2020.

A questo elenco vanno aggiunti il programma annuale di formazione avanzata per studenti di post-dottorato (DTP - Doctoral Training Programme), il cui titolo è ancora in fase decisionale, e la scuola di formazione sulla teoria avanzata a bassa energia (TALENT School - Training in Advanced Low Energy Nuclear Theory) che verrà organizzata dal Prof. Morten Hjorth-Jensen e verterà su "Machine Learning applied to Nuclear Physics, experiment and theory".

3.2 Gli scienziati in visita, il personale di ricerca e le collaborazioni

Anche per il 2020 sono previste collaborazioni scientifiche con scienziati provenienti da tutto il mondo, che trascorreranno un periodo di lavoro nel Centro al fine di interagire attivamente con il personale di ricerca.

Per quanto riguarda il personale di ricerca interno, per l'anno 2020 è confermata la composizione del gruppo di ricerca così composto: 2 ricercatori a t.i., 4 postdoc junior, 1 posizione di post doc senior (da assegnare), oltre al Direttore il cui mandato giungerà a conclusione il 31.12.2020.

Durante il 2020 andranno a scadenza i contratti di collaborazione di 2 postdoc junior (J. Peuron e A. Piloni), che potranno essere rinnovati per ulteriori due anni, o, in alternativa, attivati mediante nuove call nel caso in cui gli attuali postdoc non siano interessati al rinnovo.

Si prevede inoltre di attivare la call per una posizione di ricercatore postdoc senior, già approvata nel 2019 ma non ancora coperta.

Nel corso del 2019 lo Staff di supporto alle attività del Centro ECT* è stato coinvolto in un processo di aggiornamento delle funzioni amministrative della Fondazione, volto a recuperare realtà storicamente caratterizzate da una gestione autonoma verso il modello del Comparto di Amministrazione e Supporto alla Ricerca (CASSR). Questo allo scopo di garantire un maggior allineamento organizzativo dei servizi, di rendere i processi più fluidi e le informazioni più integrate. Nell'ambito di questo processo è stata rivista anche la composizione lo Staff ECT*, in una logica di razionalizzazione e ottimizzazione delle competenze. Lo Staff ECT* così rinnovato – formato ora da tre risorse al posto delle cinque risorse del 2019 – sarà impegnato nei primi mesi del 2020 nella mappatura dei processi e nella redistribuzione delle funzioni al proprio interno, e sarà pronto per operare a regime con la ripresa degli workshop a fine febbraio. Si confida di poter integrare nel corso del 2020 lo Staff con una figura di addetto ai servizi logistici e di supporto alla biblioteca, per la quale è stata presentata richiesta all'Ufficio Coordinamento e Occupazione Risorse Umane ("Progettone") della PAT.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

ECT* ha un proprio Statuto autonomo approvato dall'European Science Foundation e da FBK. 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.

Nello specifico, questi obiettivi vengono realizzati attraverso le seguenti attività scientifiche sopra descritte, ossia: workshop collaborazioni internazionali, corsi di formazione avanzata e scuole per dottorandi, attività di ricerca condotte da ricercatori di post-dottorato, ricercatori interni nonché da ospiti esterni che lavorano a stretto contatto con il Direttore e i ricercatori del Centro.

L'indicatore dell'eccellenza e importanza scientifica del Centro, per quanto riguarda l'organizzazione dei convegni, è dato dal numero di proposte che ECT* riceve ogni anno. Esse vengono prima valutate e poi discusse e talvolta sottoposte a revisione o rigettate durante le riunioni del Comitato Scientifico di ECT*, che si svolgono 2-3 volte all'anno nel Centro. La percentuale di workshop e collaboration meeting accettati è di circa $\frac{2}{3}$ del totale delle proposte ricevute.

I risultati delle performance del Centro sono facilmente misurabili tramite il numero di conferenze organizzate, che è cresciuto negli ultimi anni, il numero di scienziati in visita e il numero di pubblicazioni che ogni anno vengono prodotte dai ricercatori di ECT*, nonché il numero di ospiti esterni con cui vengono strette collaborazioni.

La sostenibilità economica delle attività 2020 di ECT* sarà possibile grazie ai finanziamenti della PAT/FBK, delle Agenzie di Finanziamento Europee (principalmente di INFN, Goethe-Universität Frankfurt am Main, CNRS, CEA, STFC e JINR e in misura minore da FWO, Czech Academy of Science, Polish Academy of Science, SNF, Nikhef, Helsinki Institute of Physics, NIPNE, The University of Zagreb e MTA Wigner-Atomki), dei Progetti Europei ENSAR2 (che si concluderà in marzo 2020) e STRONG-2020 (avviato nel giugno 2019 e che si concluderà a maggio 2023) e dei contributi provenienti da Università e Istituti di ricerca nazionali e internazionali.

I contributi da fonti esterne rappresentano ca. il 57% delle entrate del Centro.

ECT*/LISC – LABORATORIO INTERDISCIPLINARE DI SCIENZA COMPUTAZIONALE

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

Responsabile: Maurizio Dapor

1. Sommario e visione

ECT*/LISC è un laboratorio di fisica computazionale che svolge principalmente attività di simulazione numerica dei numerosi processi fisici che hanno luogo nella materia. I metodi utilizzati sono: Dinamica Molecolare, Monte Carlo, *ab initio*. Il laboratorio affronta problemi relativi all'interazione di elettroni e ioni con bersagli solidi di varia natura e studia le proprietà termodinamiche, ottiche ed elettroniche della materia. Recentemente il gruppo ha iniziato ad occuparsi di tematiche riguardanti quantum-computing e quantum-information.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Il LISC ha contribuito alla realizzazione di un importante articolo di rassegna sui metodi di produzione del graphene, in corso di pubblicazione sulla prestigiosa rivista *2D Materials*. In questo articolo vengono esaminati criticamente i principali metodi di produzione di questo innovativo materiale. Data la sempre crescente importanza applicativa in svariati campi, dall'elettronica ad alta frequenza alla produzione di materiali compositi dalle caratteristiche eccezionali, si ritiene che il grafene sia destinato ad avere un enorme impatto nelle applicazioni tecnologiche del prossimo futuro. Questo articolo, data l'ampiezza e l'eshaustività dell'analisi dei vari metodi di produzione, è destinato ad essere un riferimento tecnologico ed industriale di rilevanza primaria nei prossimi anni.

Il LISC è coinvolto in due progetti europei relativi alla metrologia di precisione. Le recenti modifiche alla definizione delle unità fondamentali, che sono ora basate sulle costanti fisiche fondamentali, ha fatto sì che il calcolo *ab-initio* ad alta precisione delle proprietà di gas usati per la definizione di campioni primari sia di notevole importanza per raggiungere livelli di accuratezza soddisfacenti. 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.

Il LISC è coinvolto in tre progetti, tutti selezionati tramite bando competitivo nel 2019, di cui due finanziati dal consorzio Q@TN ed uno finanziato dalla Fondazione Caritro. Questo ultimo progetto verte sullo studio della terapia con adroni, che rappresenta un moderno trattamento del tumore basato sull'interazione di fasci di pro-

toni 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 prototerapia. I progetti Q@TN invece prevedono lo sviluppo di algoritmi di machine e deep learning, quindi basate sull'intelligenza artificiale in accordo al piano decennale della Fondazione, per il calcolo di proprietà di sistemi atomi ed a stato solido.

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, Maurizio Dapor ha ottenuto l'abilitazione a Professore di I Fascia anche nel campo della Fisica Sperimentale della Materia; dal canto suo, Simone Taioli ha ottenuto l'abilitazione 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.

Per quanto riguarda le pubblicazioni realizzate nel corso del 2019, si segnalano in particolare:

- 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*, in "ADVANCED SCIENCE" 6 (2019) 1801752 (9 pp)
- Kerry J. Abrams, Maurizio Dapor, Nicola Stehling, Martina Azzolini, Stephan J. Kyle, Jan S. 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*, in "ADVANCED SCIENCE", 6 (2019) 1900719 (8 pp)
- 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*, in "J. PHYS.: CONDENS. MATTER" 31 (2019) 055901 (11 pp)
- D. Vescovi, L. Piersanti, S. Cristallo, M. Busso, F. Vissani, S. Palmerini, S. Simonucci, S. Taioli, *Effects of a revised 7Be e^- -capture rate on solar neutrino fluxes*, in "ASTRONOMY & ASTROPHYSICS", 623 (2019) A126.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

- Sviluppo di un metodo di calcolo ad alta precisione per il calcolo dei coefficienti del viriale dielettrici ed acustici nel caso di gas nobili (attività nell'ambito dei progetti QuantumPascal e Real-K).

- Sviluppo di metodi di calcolo per la dinamica di gas fermionici ultrafreddi in una dimensione (collaborazione con CNR-BEC ed Università di Trento nell'ambito del programma Quantum@TN, progetto QOQS).
- Studio della interazione di fasci di ioni e protoni con tessuti biologici per la cura del tumore, in sinergia con il centro di prototerapia di Trento (progetto Nanocather, finanziato dalla fondazione Caritro).
- Studio teorico e computazionale da principi primi per il calcolo del decadimento beta, dello spettro di cattura elettronica in nuclei pesanti, includendo gli effetti relativistici e di correlazione a molti-corpi sia per la parte elettronica che nucleare.
- Sviluppo di metodi computazionali basati sull'intelligenza artificiale per il calcolo delle proprietà di sistemi complessi, tipo reti, ed in materia condensata (progetto ARTIQS, nell'ambito del programma Quantum@TN).
- Sviluppo di metodi computazionali basati sul machine learning per studiare l'azione di gates arbitrari su qubit tramite segnali dipendenti dal tempo per il quantum computing (progetto ML Q-FORGE, nell'ambito del programma Quantum@TN).
- Calcolo della superconduttività in fullereni dopati con metalli alcalini da principi primi in collaborazione con Matteo Calandra.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Pubblicazione articoli relativi al calcolo dei coefficienti del viriale, alla dinamica di gas fermionici ultrafreddi e alla proton-terapia su riviste internazionali peer-reviewed ad alto impatto sulle comunità di ricerca rilevanti. Scrittura di un progetto FET-OPEN.

IRVAPP – Istituto per la Ricerca Valutativa sulle Politiche Pubbliche

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

Direttore: Andrea Simoni

1. Sommario e visione

L'area centrale delle attività di ricerca di IRVAPP, così come quella delle riflessioni scientifiche degli studiosi che in esso lavorano, è costituita, fin dagli inizi della vita del centro stesso, dalla valutazione di impatto delle politiche pubbliche. All'interno di quest'ampio ambito problematico, nell'ultimo periodo l'attenzione di IRVAPP si è focalizzata sulle politiche dell'istruzione, su quelle del lavoro e su quelle industriali. Inoltre, sono state condotte analisi sulla configurazione delle principali forme di disuguaglianza esistenti nelle società contemporanee, nonché su alcuni significativi aspetti – quali ad esempio i rischi di povertà e di esclusione sociale, il mondo delle piccole imprese, i fenomeni di evasione fiscale – della realtà socio-economica locale.

Gli ambiti di indagine sommariamente delineati qui sopra non sono stati individuati solo in riferimento alle vocazioni analitiche dell'istituto e dei suoi ricercatori, ma sono state prescelte alla luce sia dell'obiettivo 'Lavoro' e 'Territorio' fissato dal Piano strategico di FBK 2018-2027, sia degli obiettivi "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 non marginali connessioni anche con alcuni dei *Global Sustainable Goals*. Per l'esattezza, si tratta degli obiettivi "istruzione di qualità", "riduzione delle disuguaglianze" ed "eliminazione della povertà".

Assieme alla realizzazione delle finalità di ricerca elencate qui sopra, e attraverso esse, IRVAPP ha cercato di consolidare la propria reputazione scientifica e di sviluppare forme di cooperazione a lungo termine con affermate istituzioni accademiche e di ricerca. Lo ha fatto ponendo particolare attenzione alla crescita delle pubblicazioni dei suoi ricercatori su riviste internazionali con elevato impact factor, all'ampliamento dei loro interventi a convegni scientifici nazionali e internazionali, alla loro partecipazione a progetti di ricerca di carattere internazionale. Contemporaneamente, il Centro ha intrattenuto e sta intrattenendo collaborazioni significative con importanti istituzioni quali l'IZA, il JRC, l'ECSR, l'Eun Schoolnet, l'ISTAT, la Banca d'Italia, il Ministero dell'Economia e delle Finanze e le Università di Venezia, Milano, Trento.

È intenzione costantemente perseguita da IRVAPP di trasformare i risultati della sua ricerca in conoscenze operative collettivamente utili, ad esempio disegnando interventi di politica pubblica su piccola scala in campo educativo o esaminando la consistenza di fenomeni di particolare interesse sotto il profilo del benessere collet-

tivo e del buon funzionamento della società quali l'evasione fiscale, i cyber attacks, i modelli di aggiornamento in servizio degli insegnanti, i modi di misurazione delle competenze trasversali degli studenti delle scuole superiori, le stime del PIL per il Trentino, le analisi delle Condizioni di Vita delle Famiglie Trentine e il funzionamento del mercato del lavoro locale.

Prima di procedere con i risultati ottenuti nel 2019 e con il piano delle attività 2020, va ricordato che da aprile scorso il CdA di FBK ha deciso di affidare ad interim la direzione di IRVAPP al Segretario Generale per sopperire ad una mancanza gestionale del Centro stesso evidenziatasi nel corso del 2018. La direzione ad interim non ha potuto garantire appieno il coordinamento delle attività scientifiche del Centro, che comunque sono continuate perseguendo gli obiettivi prefissati.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Tra le varie attività di ricerca svolte o ultimate nel 2018, se ne ricordano alcune per il loro particolare rilievo sostanziale o metodologico. Si tratta dei progetti:

- i) Engagement and achievement of 15 year olds in Pisa 2015 across EU member states;
- ii) Mentep;
- iii) Disuguaglianze lavorative intergenerazionali;
- iv) Effetti occupazionali e sostenibilità economica dei corsi di formazione.

I primi due progetti si riferiscono all'area dell'istruzione. Uno riguarda l'individuazione e la misurazione, attraverso i log files relativi all'ondata 2015 di PISA, delle competenze trasversali negli studenti quindicenni di tutti i paesi europei.

L'altro è consistito nella valutazione dell'efficacia di uno strumento online per consentire agli insegnanti delle secondarie di primo grado di undici Paesi europei di valutare le proprie competenze informatiche per l'insegnamento.

I rimanenti due progetti attengono all'area delle politiche del lavoro e riguardano le disuguaglianze tra le storie lavorative di due coorti di giovani trentini e gli effetti occupazionali, nonché la sostenibilità economica, dei corsi di formazione attuati dall'Agenzia del Lavoro e dal Servizio Europa della PaT.

I risultati di queste quattro ricerche sono stati presentati a numerosi convegni nazionali e internazionali e hanno attirato l'interesse di importanti istituzioni scientifiche e agenzie governative in Italia e all'estero. Essi sono stati fatti oggetto di articoli scientifici, alcuni già apparsi in riviste di rilievo internazionale e altri sottoposti per la pubblicazione in sedi altrettanto prestigiose.

Quanto alle ricadute pratiche, si rammenta che le due indagini in materia di istruzione sono state assunte come riferimento da una pluralità di organismi governativi dei paesi UE, rispettivamente, per l'attuazione di misure per lo sviluppo nella scuola di competenze non cognitive e per la messa a punto di programmi per la formazione in servizio, via ICT, degli insegnanti. Gli studi riguardanti le politiche del lavoro

ro, dal canto loro, sono stati presi in considerazione nel corrente dibattito culturale e politico del settore.

Le ricerche e le valutazioni di impatto in campo educativo sono state finanziate dall'Unione Europea. Quelle sul mercato del lavoro sono state finanziate, visto il loro particolare interesse in chiave locale, in base all'accordo di programma stralcio 2019 tra PaT e FBK .

Si ribadisce che molte altre attività di ricerca di alto profilo e di elevata visibilità in ambito scientifico e socio-politico sono state condotte dal centro, attività e ricerche che qui non si ricordano per brevità. Un'eccezione va, però, fatta per le iniziative di carattere formativo svolte da IRVAPP e dirette sia a giovani ricercatori italiani e stranieri (la Winter School on Fundamentals and Methods for Impact Evaluation of Public Policies, giunta alla sua undicesima edizione, e la seconda edizione dell'Advanced School in Recent Developments in Methods of Public Policies Evaluations), sia ai membri e ai funzionari di importanti istituzioni politiche. Tra queste ultime si ricordano, a livello nazionale, il Senato della Repubblica, l'Ufficio Parlamentare di Bilancio, la Banca d'Italia e, a livello internazionale, il JRC di Siviglia e la Direzione Generale degli Affari economici e finanziari della Commissione Europea.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Come è ovvio, il fuoco delle iniziative di ricerca scientifica di IRVAPP rimarrà, anche nel corso del 2020, la valutazione di impatto delle politiche pubbliche. Similmente le principali aree di interesse sostantivo saranno costituite dalle politiche dell'istruzione, del lavoro e industriali. Saranno poi continuate le analisi sulle principali forme di disuguaglianza economica e sociale esistenti nelle società contemporanee. Per entrambi questi blocchi tematici – valutazioni di impatto e ricerche conoscitive – verranno effettuati lavori riguardanti la realtà europea, quella nazionale e – va da sé – quella locale. Su quest'ultima, anzi, sarà posta particolare attenzione, esaminando questioni quali, ad esempio, i rischi di povertà e di esclusione sociale, il mondo delle piccole imprese, i fenomeni di evasione fiscale. Nel corso del 2020, IRVAPP intende, però aprire una nuova area di riflessione. Si tratta di analisi, condotte in collaborazione con il centro ICT di FBK e utilizzando procedure di data science e di machine learning, sull'evoluzione degli atteggiamenti collettivi nei confronti delle condizioni di vita nelle società contemporanee, con una particolare attenzione, com'è ovvio, sul Trentino.

In linea con quanto indicato nel precedente paragrafo, le aree di studio appena richiamate presentano forti e diretti collegamenti con il Piano strategico di FBK 2018-2027 ed esattamente con gli obiettivi strategici 'Lavoro' e 'Territorio' e all'interno di questi con le missioni 'Industria 4.0', 'Comunità intelligente' e 'Società inclusiva e sicura' fissate anche nel Piano esecutivo di FBK 2018-2020. Rimangono naturalmente in vita i collegamenti con i *Global Sustainable Goals* "istruzione di qualità", "riduzione delle disuguaglianze" ed "eliminazione della povertà". Va ancora aggiunto che, nell'individuare gli ambiti di riflessione scientifica e di indagine dei quali stiamo parlando, IRVAPP ha tenuto conto delle linee di indirizzo per lo svi-

luppo della ricerca scientifica e per l'innovazione in Trentino contenute nella Carta di Rovereto sull'innovazione. Segnatamente IRVAPP ha prestato attenzione alle esigenze di contribuire allo sviluppo del capitale umano e dei processi formativi in Trentino nonché nella necessità di valorizzare le comunità locali arricchendone le dotazioni in termini di talenti disponibili.

Assieme alla realizzazione delle finalità di ricerca elencate qui sopra, e per mezzo di esse, IRVAPP consoliderà la propria reputazione scientifica e svilupperà ulteriori forme di cooperazione a lungo termine con affermate istituzioni accademiche e di ricerca. Ciò anche grazie alla continua attenzione che verrà posta alla crescita delle pubblicazioni dei suoi ricercatori su riviste con elevato impact factor, all'ampliamento dei loro interventi a convegni scientifici nazionali e internazionali e alla loro partecipazione a progetti di ricerca di carattere internazionale.

Al fine di meglio illustrare i modi con i quali saranno tradotti in pratica gli obiettivi di carattere generale riportati nelle righe che precedono, si indicano qui di seguito cinque tra i principali progetti di ricerca che IRVAPP svilupperà ed attuerà nel corso del 2020.

Il primo, denominato Assess@Learning, ha carattere valutativo e ricade nell'area dei processi educativi. Esso riguarda una policy experimentation finanziata dalla Commissione Europea nell'ambito del programma Erasmus plus - Key Action 3. Il progetto mira a testare l'efficacia di un'iniziativa formativa rivolta a insegnanti in servizio, attuata tramite un apposito tool kit, accessibile via internet, al fine di assisterli nel passaggio da forme di summative assessment, ossia di trasmissione delle competenze e di successiva valutazione degli apprendimenti degli studenti, a forme di formative assessment, ossia di contemporanea trasmissione e valutazione di competenze, stimolando, nel contempo, le capacità di autovalutazione degli stessi studenti in merito a quanto hanno effettivamente imparato. Il progetto si svolgerà in cinque diversi paesi membri dell'UE: Portogallo, Spagna, Finlandia, Estonia e Grecia.

Anche il secondo progetto, denominato WILL, si colloca nell'area dei processi formativi, ma esso opera sul lato del contrasto alle disparità nelle opportunità di istruzione, anziché su quello della formazione in servizio degli insegnanti. WILL intende valutare gli effetti di un programma di risparmio incentivato sui risultati scolastici raggiunti durante la frequenza della scuola secondaria di primo grado, nonché – al termine di quest'ultima – sulla scelta dell'indirizzo di scuola secondaria di secondo grado dei figli e delle figlie di famiglie di modesta condizione sociale. Il programma consiste nella proposta rivolta alle famiglie in questione di risparmiare regolarmente piccole somme di denaro (5 euro a settimana fino ad un massimo di 1.000 euro in un periodo di 4 anni) e nella promessa di quadruplicare, poi, il risparmio complessivo condizionatamente al fatto di utilizzare la somma così ottenuta esclusivamente per spese scolastiche comprovate. Il programma è stato finanziato all'interno di un bando dell'Impresa Sociale Con i Bambini (progetto numero 2017-COF-01373) e cofinanziato dalla Compagnia di San Paolo e dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Firenze. Esso si svolgerà in sette centri del nostro Paese [Torino, Firenze, Teramo, Quartu S.Elena (CA), Fluminimaggiore (SU), Sant'Antioco (SU) e Carbonia (CI)].

Il terzo progetto si muove nell'ambito delle politiche del lavoro ed è costituito dalla valutazione della misura nota come Garanzia Giovani. Esso si baserà su un'analisi comparativa riguardante Trentino, Veneto e Toscana. In ciascuna di queste realtà amministrative: i) si stimerà la consistenza della popolazione dei Neet; ii) si ricostruiranno le specifiche misure che ciascuna di esse ha posto in essere a favore dei Neet in attuazione, appunto, di Garanzia Giovani; e iii) si contestualizzeranno queste misure entro l'insieme delle politiche del lavoro destinate ai giovani a livello nazionale.

Il quarto progetto identificato dall'acronimo 200SME Challenge si configura come una policy experimentation di interventi per l'innovazione industriale a favore delle piccole e medie imprese. Esso è finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma H2020-Innosup 6. Il progetto è guidato da HIT (Hub Innovazione Trentino) e vede la partecipazione di altre sei agenzie locali per l'innovazione di altrettanti centri situati in diversi paesi europei [Trento, Stoccarda, Comunitat Valenciana, Vilnius, Oulu (Finlandia), Copenhagen e Tallin]. IRVAPP, nell'ambito del progetto è incaricato del disegno e della conduzione dell'esperimento randomizzato inteso a testare l'efficacia dell'intervento. Quest'ultimo consiste nell'offerta di un intervento di coaching innovativo realizzato mediante hackaton, e rivolto ad un pool di SMEs operanti nell'ambito digitale.

Il quinto progetto ha come obiettivo la stima della consistenza di possibili fenomeni di evasione fiscale attraverso l'integrazione di dati provenienti dalla rilevazione ISTAT sui consumi di un campione nazionale di famiglie con dati forniti dall'Agenzia delle Entrate e relativi alle dichiarazioni dei redditi di questo campione di famiglie. Ovviamente tale integrazione avverrà su dati resi anonimi. L'analisi si basa sul presupposto che i lavoratori dipendenti abbiano minori opportunità di riuscire a nascondere il loro reddito da lavoro, ma che le loro famiglie, condizionata alla rispettiva composizione socio-demografica, abbiano comportamenti di consumo di beni di prima necessità analoghi a quelli dei lavoratori autonomi. Il progetto verrà realizzato nell'ambito di un accordo di ricerca tra il MEF, IRVAPP, l'Università Statale di Milano e l'Università dell'Insubria.

Da ultimo si menziona un progetto di carattere metodologico, più che sostantivo, e di incidenza strumentale e trasversale su tutte le attività di IRVAPP. Si tratta del tentativo di costituire – in attuazione e nel rispetto della direttiva COMSTAT n. 11/2018 e dei regolamenti UE 223/2009, 557/2013 e 679/2016 –, una postazione, appunto presso IRVAPP, per la connessione da remoto a tutte le basi di dati disponibili nelle istituzioni facenti capo al SISTAN. Se questa iniziativa fosse coronata da successo, le capacità di analisi della realtà internazionale, nazionale e locale e di valutazione delle misure di policy possedute da IRVAPP sarebbero enormemente potenziate, con notevoli vantaggi anche per la PA del Trentino.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Come dovrebbe trasparire dai precedenti paragrafi di questa sezione, molta dell'attività di IRVAPP possiede caratura internazionale, cosicché la generalità dei risultati raggiunti nelle sue ricerche è presentata in convegni internazionali e com-

pare su riviste scientifiche di classe A (sensu ANVUR) o con impact factor collocato nel quartile superiore della pertinente distribuzione. Nel 2020 IRVAPP proseguirà, come è ovvio, su questa strada. In particolare, cercherà di stabilizzare i trend relativi alla quantità e alla qualità della partecipazione a convegni e delle pubblicazioni. I non banali risultati raggiunti, come detto, in entrambi i campi rendono, infatti, ardui ulteriori sensibili innalzamenti degli stessi. Ciò che importa, dunque, è smussare le fluttuazioni nell'andamento temporale dei due indicatori in questione (convegni e articoli), derivanti dai processi di selezione dei papers effettuate dagli organizzatori dei convegni e da quelli di referaggio e di pubblicazione degli articoli sulle riviste.

La qualità dei risultati scientifici di IRVAPP rappresenta una solida garanzia delle chance di consolidamento dei già intensi rapporti di collaborazione che il centro intrattiene con rinomati centri internazionali di ricerca, con importanti università italiane e straniere e con importanti segmenti istituzionali della società politica e di quella civile.

In linea con tutte le considerazioni che precedono, le indagini di IRVAPP nel 2020 porteranno all'individuazione di efficaci e innovativi modi di intervento nei processi di formazione degli insegnanti in servizio, alla riduzione delle disparità nelle chance di partecipazione scolastica associate alle origini sociali alla messa a punto di nuove strategie di apprendimento al fine di ampliare le competenze disciplinari e trasversali acquisite dagli studenti, al reperimento di modelli atti a migliorare il funzionamento del mercato del lavoro e più in generale quello dei principali ambiti della vita associata. Ciò avverrà anche attraverso il disegno e l'attuazione di esperimenti su piccola scala, giusta la lezione proveniente dalla Royal Accademy Svedese che ha voluto assegnare il premio Nobel a tre economisti che hanno fatto ricorso ad essi per disegnare e valutare misure di contrasto alla povertà.

Si ricorda da ultimo che i tre quinti circa delle iniziative di IRVAPP sono finanziate da risorse provenienti dall'UE e da alcune fondazioni bancarie italiane. Esistono, poi, ragionevoli speranze che nel corso del 2020 la quota di autofinanziamento si accresca ulteriormente grazie alla partecipazione a nuovi bandi per il finanziamento della ricerca o per incarichi diretti.

ISIG – Istituto Storico Italo-Germanico

<https://isig.fbk.eu/it/>

Direttore: Christoph Cornelissen

1. Sommario e visione

L'ultimo triennio ha rappresentato per ISIG l'occasione di affermarsi a livello nazionale e internazionale 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 sullo studio del ruolo esercitato dai media nello sviluppo dei processi politici, sociali e culturali tra età moderna e contemporanea. I media, nella prospettiva seguita dall'equipe di ricerca, non sono un semplice specchio della realtà, ma dispositivi che esercitano una diretta influenza sulla mente e sulle azioni delle persone.

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. Dalle numerose iniziative dedicate nel corso del triennio 2017-2019 alla storia dei media è derivata una ricca attività editoriale, che testimonia il rinnovato posizionamento dell'istituto nel contesto storiografico internazionale.

Accanto all'investimento scientifico sul nuovo asse tematico si è proceduto a rinsaldare i rapporti con alcuni partner istituzionali strategici (tra gli altri Deutsches Historisches Institut, Roma; Deutsche Forschungsgemeinschaft; 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) e ad ampliare la rete scientifica internazionale. L'efficacia dell'investimento sul networking è testimoniato in particolare dal successo ottenuto dal progetto PURE finanziato per un triennio dall'HERA.

In aderenza allo sviluppo del piano strategico FBK 2018-2027, nel corso del 2019 ISIG ha intensificato il proprio impegno sul fronte del dialogo tra sapere storico e informatica umanistica, con l'obiettivo di promuovere percorsi di ricerca di carattere interdisciplinare capaci di intrecciare riflessione storiografica e intelligenza artificiale. La conclusione del progetto ALCIDE dedicato alla costruzione di una piattaforma digitale per l'analisi del discorso politico degasperiano, lo sviluppo di una componente di Digital Humanities del progetto La città dell'accoglienza, la definizione di nuovi orizzonti di ricerca in prospettiva digitale dedicati alla storia della emigrazione trentina otto-novecentesca (Mapping mobilities. Un'analisi storica e digitale dell'emigrazione trentina tra Otto e Novecento) e alla digitalizzazione e valorizzazione dei

Diari (1496-1533) di Marin Sanudo, una delle fonti più importanti per la storia moderna veneziana ed europea, rappresentano passi concreti nella direzione di un accreditamento del centro a livello nazionale e internazionale come luogo di riferimento per una rinnovata pratica storiografica capace di dialogare con i più avanzati sviluppi della ricerca tecnologica.

Sempre in aderenza alle linee strategiche FBK orientate a favorire il dialogo interdisciplinare all'interno della Fondazione, ISIG ha coordinato il progetto Mapping mobilities, finalizzato a creare percorsi di ricerca condivisi tra ISIG, ISIR, ICT, IRVAPP.

Sulla base di questa esperienza stiamo collaborando con altri enti internazionali (International Institute of Social History, Amsterdam) per sviluppare le ricerche sulla mobilità, lavorando in particolare alla valorizzazione in chiave digitale di fonti d'archivio e banche dati (nazionali e internazionali) legate alla storia dell'emigrazione trentina.

Per il triennio 2020-2022 l'intenzione è di sviluppare ulteriormente la prospettiva di ricerca dedicata alla dimensione mediale della storia, che verrà indagata focalizzando l'attenzione su tre differenti fenomeni:

- *Intermedialità: la natura delle rivoluzioni mediatiche e le loro conseguenze sociali e culturali (2020-21)*

Gli studiosi dei media e gli storici dei media vanno dedicando sempre maggior attenzione al carattere intermediale dei processi comunicativi. L'avvento di nuovi media riconfigura costantemente la gerarchia dei mezzi di comunicazione, ma per uno studio analitico del ruolo attivo svolto dai media nell'influenzare il corso degli eventi è necessario riflettere sulla coesistenza e concorrenza tra vecchi e nuovi media e sulla progressiva evoluzione dell'ecosistema mediale.

- *I media e la percezione dell'innovazione tecnologica: l'ascesa dell'intelligenza artificiale (2021-22)*

Si tratta di una ricerca, anche in questo caso di lungo periodo, dedicata al ruolo dei media di fronte ai processi di innovazione tecnologica. I media guidano la percezione della società rispetto allo sviluppo tecnologico, ma dallo sviluppo tecnologico sono a loro volta influenzati. Con particolare attenzione al caso dell'intelligenza artificiale, il progetto cercherà di ricostruire le caratteristiche della discussione operata dai vari media in ordine alla crescente importanza della tecnologia in tutti i campi della vita.

- *Le infrastrutture della comunicazione: come le tecnologie modellano la conoscenza (2022)*

Questo progetto può essere considerato un ponte per legare gli studi sulla medialità della storia alle ricerche dedicate all'evoluzione degli assetti economici, politici e sociali della modernità. L'attenzione ricadrà sulla dimensione infrastrutturale dei processi comunicativi e sugli aspetti istituzionali, economici e tecnici legati al loro sviluppo.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

Prodotti della ricerca

I numerosi contributi scientifici (pubblicazioni, convegni, seminari, Summer School) prodotti da ISIG e dai suoi ricercatori nel corso del 2019 testimoniano il buon posizionamento scientifico dell'istituto. Di seguito un elenco dei principali prodotti editoriali (pubblicati e in via di pubblicazione o preparazione) legati al progetto collettivo:

- G. Bernardini - C. Cornelissen (edd), *La medialità della storia. Nuovi studi sulla rappresentazione della politica e della società* (Quaderno 104), Bologna, il Mulino, 2019.
- M. Rospocher - J. Salman - H. Salmi (eds.), *Crossing Borders, Crossing Cultures. Popular Print in Europe (1450-1900)*, (New Studies in Early Modern and Contemporary European History, 1) Berlin, De Gruyter-Oldenbourg, 2019.
- “Annali / Jahrbuch”, 45, 2019, 2: Daniel Bellingradt - Massimo Rospocher (edd), *A History of Early Modern Communication: German and Italian Historiographical Perspectives*.
- M. Cau, C. Cornelissen (edd), *Il ruolo dei media nei processi elettorali*, III Mulino (in corso di pubblicazione).
- C. Cornelissen - M. Mondini (edd), *The Mediatization of War and Peace*, De Gruyter (in corso di pubblicazione).

Tra le altre ricerche pubblicate nelle collane ISIG si segnalano

- C. Nubola - P. Pezzino - T. Rovatti (edd), *Giustizia straordinaria tra fascismo e democrazia. I processi presso le Corti d'assise e nei tribunali militari*, Il Mulino, Bologna, 2019.
- “ARO – Annali.Recensioni.Online”, 2, 2019/1 - Open Access.
- “ARO – Annali.Recensioni.Online”, 2, 2019/2 - Open Access.
- “Annali / Jahrbuch”, 45, 2019, 1: Gabriele D'Ottavio - Massimo Rospocher (edd), *Nuovi approcci alla storia europea*, Bologna, Il Mulino, luglio 2019.
- C. Nubola, *Faschistinnen vor Gericht*, de Gruyter, 2019.

Ricerche individuali sono apparse in numerose riviste di fascia A (Renaissance Studies, Storia della Storiografia, Rivista Storica Italiana, Annali/ Jahrbuch, Studi Storici, Deutsches Dante Jahrbuch, The journal of Religious History, Literature and Culture) e in prestigiose sedi editoriali (il Mulino, de Gruyter, Cambridge University Press, 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.

Attività convegnistica e seminariale

Una parte rilevante dell'attività dell'ISIG riguarda l'organizzazione di convegni e seminari. Nell'ambito del progetto sulla mediatizzazione è stata organizzata una Summer School dedicata allo studio dei media nel contesto delle trasformazioni socio-politiche e culturali tra età moderna e contemporanea. La LXI Settimana di Studio

Migration and the European City. Social and Cultural Perspectives from Early Modernity to the Present è stata dedicata all'interazione tra mobilità umana e società urbana dal XV al XXI secolo e ha visto la partecipazione di alcuni dei maggiori esperti europei del campo. Di notevole rilevanza è stato anche il convegno Weimar: modernità e democrazia in Europa (1919-1933), organizzato in collaborazione con SI-SCALT, Università di Trento, Università di Francoforte, DHI, IFZ.

Complessivamente sono state oltre 25 le iniziative organizzate nel corso del 2019, distribuite tra convegni, seminari sulla mediatizzazione, tavole ovali di storia moderna, seminari di storia contemporanea, ciclo di seminari Dalla carta ai pixel. La storia raccontata.

Progetti conclusi

Si è concluso il progetto ALCIDE (ISIG/DH) ed è stata presentata la piattaforma digitale degli scritti e discorsi di De Gasperi (<http://alcidedigitale.fbk.eu/>). È in fase conclusiva anche il progetto La città dell'accoglienza. Cultura urbana e spazio pubblico a Trento al tempo del Concilio; i primi risultati della ricerca sono stati presentati in occasione della Settimana di Studio.

Sostenibilità economica

Sono da segnalare gli ottimi risultati ottenuti nel campo dell'autofinanziamento della ricerca. Di seguito l'elenco dei progetti cofinanziati ottenuti nel corso del 2019

- PURE, progetto finanziato dal consorzio Humanities in the European Research Area (HERA) per il triennio 2019-22 (1.200.000 euro il valore complessivo).
- Mapping Mobilities. Un'analisi storica e digitale dell'emigrazione trentina tra Otto e Novecento, Fondazione CARITRO (50.000).
- «Grenzakten» 2.0. Carte e documenti sui confini dell'Impero - Il parte, Fondazione CARITRO (20.000 euro).
- Personalentscheidungen in der öffentlichen Verwaltung seit den Krisen der 1970er Jahre: Nationale und internationale Perspektiven, progetto in collaborazione con DFG e Università di Francoforte (148.000 euro).
- definizione di un accordo per un rapporto di collaborazione finanziato da un bando Thyssen-Stiftung per una posizione biennale di ricercatore affiliato (140.000 euro).
- Progetto Weimar (12.500 euro).

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

1. *Dalla medialità all'intermedialità*

Nel corso del 2020 ci si propone di proseguire il lavoro avviato nel precedente triennio 2017/2019 sul tema della mediatizzazione e medialità della storia, con il proposito di approfondire alcuni temi di ricerca, tenendo conto del lavoro già svolto, delle collaborazioni instaurate e dell'interesse suscitato fin qui all'interno della comunità scientifica.

In primo luogo sarà consolidato un ragionamento sul concetto di intermedialità, intesa come coesistenza (talvolta conflittuale) tra diversi tipi di mezzi di comunicazione di massa.

Si tratta di un fenomeno di lungo periodo, presente già agli albori dell'età moderna, capace di coinvolgere l'intero gruppo di ricerca e di valorizzare una delle sue principali specificità, quella di ragionare sul lungo periodo, grazie alle diverse competenze del personale strutturato e affiliato.

Tale prospettiva di ricerca si inserisce in un discorso più ampio, che si intende sviluppare nel triennio 2020/2022 intorno al tema delle Infrastrutture, intese come istituzioni e loro network che contribuiscono a costruire e mantenere gli standard economici, sanitari, sociali e culturali dello Stato moderno e contemporaneo. Tali istituzioni, da studiarsi in relazione alla loro interazione con il mondo dei media e della comunicazione, hanno contribuito e contribuiscono a costruire modelli di integrazione, nel tempo e nello spazio.

Una riflessione iniziale sul tema vuole anche gettare le basi per uno studio delle relazioni tra mobilità e infrastrutture nel territorio trentino, così da essere in grado di comprendere come le strutture del welfare e i programmi di educazione in particolare siano stati adattati, nel corso del tempo, ai cambiamenti strutturali intercorsi nella popolazione e nella cittadinanza. Questo nella prospettiva di rispondere alle indicazioni del Piano FBK all'interno dell'area denominata Territorio.

A confermare l'interesse della storiografia per il tema della mediatizzazione, va segnalato il rinnovo del contratto di collaborazione tra ISIG e DHI (Deutsches Historisches Institut, Roma) per il finanziamento di un progetto post-doc.

2. *Storia e innovazione*

In linea con quanto previsto dal piano FBK, ISIG si propone di proseguire nella collaborazione interdisciplinare con altri centri della Fondazione, finalizzati in particolare allo sviluppo di ricerche dal forte contenuto tecnologico, capaci di mettere in dialogo sapere storico e scienze informatiche. Proseguirà la collaborazione col gruppo Digital Humanities per i progetti:

- Mapping mobilities. Un'analisi storica e digitale dell'emigrazione trentina tra Otto e Novecento.
- Edizione Nazionale dell'Epistolario di De Gasperi.
- Edizione Nazionale delle opere di Aldo Moro.
- L'edizione digitale dei Diari (1496-1553) di Marin Sanudo, per cui è in corso una richiesta di finanziamento internazionale.

Le diverse traiettorie della ricerca umanistica e tecnologica rappresentano ancora una sfida, ma stiamo lavorando insieme a partner esterni (soprattutto con l'Istituto per la Storia Sociale di Amsterdam) per la progettazione di progetti scientifici condivisi e innovativi. I ricercatori ISIG ne sono consapevoli e puntano a coinvolgere esperti interni ed esterni a FBK per definire piattaforme di lavoro comune, utili a sviluppare progetti dallo spiccato valore interdisciplinare e fondere cultura storiografica e sapere digitale.

3. *Attività convegnistica e seminariale*

L'impegno di ISIG nella promozione di una adeguata attività convegnistica e seminariale proseguirà, come da tradizione, contando anche sul coinvolgimento di altre istituzioni per il finanziamento di alcune iniziative.

Sono in fase di organizzazione le due principali iniziative di Istituto (Settimana di Studi e Summer School). Miriamo anche a finanziare un terzo evento di rilievo internazionale con partner esterni sulla storia dei media e delle infrastrutture.

I consolidati cicli di seminari organizzati dai ricercatori ISIG sono confermati: anche nel 2020 dunque si terranno incontri di aggiornamento sul tema portante dell'Istituto, la mediatizzazione, le tavole ovali di storia moderna, i seminari di storia contemporanea e il ciclo intitolato Dalla carta ai Pixel, per il quale è confermata la partnership con la Fondazione Museo Storico.

4. *Attività editoriale*

Il primo obiettivo dell'attività editoriale 2020 sarà la pubblicazione del volume che presenterà il risultato della riflessione su mediatizzazione ed elezioni, con la pubblicazione del libro Il ruolo dei media nei processi elettorali, volume che prevede il contributo di esperti sul tema e di personale ISIG.

Sono già avviati i lavori per la stesura dei due prossimi numeri degli Annali/Jahrbuch ISIG, così come per la prosecuzione della rivista ad accesso libero Annali Recensioni Online, lavori per i quali è confermata la solida collaborazione con il comparto editoria di FBK.

Con il gruppo Editoria si è discusso anche il prossimo piano editoriale (Quaderni e Fonti).

Sono in corso di pubblicazione i primi frutti editoriali della collaborazione con De Gruyter (collana Transfer e Studies in Early Modern and Contemporary History), per la quale sono già stati pianificati i prossimi passi.

ISIG partecipa anche al Comitato di Redazione dei Quaderni di Scuola (FBK Press), frutto di una fattiva collaborazione intercentro, che si inserisce nel lavoro di FBK con le scuole, al quale ISIG ha iniziato a partecipare concretamente in seno al progetto "Che Acqua".

A fianco dell'attività convegnistica e di quella editoriale, va segnalata anche la crescita e la qualificazione del personale della ricerca ISIG, come previsto dal piano FBK, attraverso l'internazionalizzazione di vari progetti individuali, agevolata da un

lato dalla partecipazione dei ricercatori al progetto mobility di FBK, dall'altro attraverso la costante collaborazione con importanti istituzioni di ricerca straniera, anche grazie al conseguimento di fellowship assegnate su base competitiva.

5. *Biblioteca*

Alla luce dei recenti cambiamenti nel personale e della necessità di rivedere le strategie di acquisto e il modello di fruizione del patrimonio librario, è in via di definizione un nuovo piano di sviluppo per la biblioteca. Esso prevede da un lato la conservazione e valorizzazione della sua significativa dotazione, dall'altro lo sviluppo di nuove modalità di accesso e fruizione su base digitale del patrimonio. La ricchezza della biblioteca costituisce un elemento centrale per lo sviluppo delle ricerche d'Istituto.

4. **Indicatori e risultati misurabili: sintesi**

Eccellenza scientifica

La recente riformulazione della linea editoriale dell'ISIG sta dando buoni frutti e si intende procedere sulla medesima linea: da un lato si continuerà a pubblicare monografie e miscellanee su temi rilevanti per il dibattito storiografico contemporaneo, dall'altro intendiamo sviluppare ulteriormente la circolazione internazionale delle nostre pubblicazioni, in particolare sfruttando la visibilità garantita dall'editore De Gruyter. Per aumentare la penetrazione nel mercato storiografico nazionale e internazionale si continuerà a investire su ARO e sugli Annali, che anche nella rinnovata linea editoriale hanno conservato l'ottimo posizionamento nel ranking ANVUR.

I progetti sopra richiamati si propongono di aprire forme di dialogo con diversi campi di studio, dando vita a ricerche interdisciplinari che nascono da domande ed esigenze emerse nella società contemporanea. La funzione di servizio che queste ricerche hanno rispetto alle sfide del presente non cambia l'obiettivo principale, che resta quello dell'eccellenza scientifica, misurabile secondo i tradizionali strumenti della ricerca umanistica: pubblicazioni in sedi di rilievo (nazionali e internazionali) con peer review rigorose, partecipazione alla VQR, abilitazione scientifica nazionale.

Valutazioni della produttività generale di ISIG saranno condotte in via continuativa, in aderenza al progetto FBK della VQR interna; a questo scopo non si utilizzeranno parametri bibliometrici ma si procederà ad analisi qualitative e valutazioni generali degli indici di produttività dei ricercatori.

Impatto su mercato e società

Ognuno dei progetti presentati si pone, in armonia con la mission FBK e in linea con le peculiarità dei rispettivi ambiti disciplinari, l'obiettivo di impattare direttamente sulla società. Accanto agli effetti diretti e specifici delle singole ricerche, ISIG 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 del territorio. Rientrano nell'ambito della terza missione conferenze pubbliche e cicli di formazione per insegnanti delle scuole secondarie superiori, il ciclo

di seminari Dalla carta ai pixel. La storia raccontata (in collaborazione con FMST), le attività didattiche prestate in contesti universitari e la partecipazione al progetto alternanza scuola lavoro per le scuole superiori (FBK Junior - Ricerca. Scuola. Innovazione). È il caso di ricordare che tutti gli appuntamenti organizzati da ISIG sono aperti al pubblico e possono in genere contare su una buona copertura mediatica da parte degli organi di stampa locali.

Sostenibilità economica

Tutti i progetti menzionati sono finalizzati al recupero di finanziamenti esterni. Il quadro di riferimento è caratterizzato da un'elevata concorrenza e dall'esistenza di un numero limitato di finanziatori, ma l'incremento dell'autofinanziamento rappresenta per ISIG un obiettivo ben chiaro. L'impegno è di proseguire la recente positiva esperienza, che ha permesso di ampliare il portafoglio di progetti finanziati o cofinanziati da soggetti terzi (HERA, CARITRO, Thyssen Stiftung, DHI, DFG).

ISR – Centro per le Scienze Religiose

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

Direttore: Marco Ventura

1. Sommario e visione

Sulla base delle premesse poste nel triennio 2016-2018 grazie allo sviluppo del relativo Piano strategico ISR, che definiva la mission del Centro come finalizzata alla positiva interazione tra religione e innovazione, nel corso del 2019 si sono avviate le azioni e si è ultimata la progettazione strategica ed esecutiva attraverso le quali il Centro contribuisce al Piano strategico 2018-2027 e al Piano esecutivo 2018-2020 di FBK. Oltre alle varie attività della ricerca/azione, sono stati definiti e pubblicati tre documenti che guidano lo sviluppo del Centro nel triennio 2019-2021 e cioè:

- 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;
- il Piano strategico ISR 2019-2021 *Religion & Innovation. Gearing up for the AI Revolution* dell'ottobre 2019, attuativo del Piano strategico 2018-2027 e del Piano esecutivo 2018-2020.

Oltre a conseguire un importante risultato di ricerca e di comunicazione e disseminazione, i tre documenti programmano il consolidamento e lo sviluppo del portafoglio progetti, tanto dal punto di vista della verifica e della messa a punto della strategia, quanto dal punto di vista dell'esecuzione delle attività. Si collocano in questo orizzonte gli obiettivi passati avanti realizzati nella ricerca azione, nelle partnership all'interno e all'esterno di FBK, nel modello di organizzazione per lo sviluppo delle risorse umane e dell'autofinanziamento, nella comunicazione e disseminazione, e infine nella formazione. Il Piano strategico ISR 2019-2021 *Religion & Innovation: Gearing up for the AI Revolution* predispone il Centro da un lato a rafforzare la missione su religione e innovazione elaborata e sviluppata nel triennio 2016-2018, e dall'altro a proiettare la medesima missione nell'orizzonte dell'AI. Il Piano strategico contiene un disegno articolato di come i nove progetti del Centro contribuiranno agli obiettivi strategici di FBK e alle aree di applicazione in cui ISR declina la propria competenza su valore/valori nei termini del Piano strategico 2018-2027 e del Piano esecutivo 2018-2020 di FBK. Con un approccio profondamente innovativo e sfidante per un centro composto di ricercatori con retroterra nelle scienze umane e sociali, il Piano prevede indicatori quantitativi mediante i quali monitorare i risultati raggiunti nelle cinque linee strategiche della ricerca-azione, della comunicazione-disseminazione, nelle partnership, nelle risorse umane e nella formazione.

Lo sviluppo della missione del Centro, e la sua declinazione quale piattaforma di azione sui valori per la società dell'Intelligenza Artificiale, hanno consentito il conso-

lidamento della reputazione scientifica di ISR, in quanto unico centro al mondo a dedicarsi sistematicamente al rapporto tra religione e innovazione e uno dei pochi a concentrarsi programmaticamente sulla società dell'Intelligenza Artificiale. Ciò è dimostrato dalle azioni attraverso le quali si realizzano i progetti del portafoglio e dalle partnership strategiche generali (es. Georgetown University) e specifiche al singolo progetto (es. University of Bristol), così come sono dettagliate nel booklet (https://isr.fbk.eu/wp-content/uploads/2019/09/Booklet_ISR_ita-1.pdf) e nel piano strategico. Si segnalano in particolare le seguenti presentazioni del position paper che hanno anche consentito da un lato di verificare il lavoro fatto e dall'altro lato di coinvolgere i vari soggetti nella preparazione del Piano strategico ISR 2019-202, attuativo nel Piano strategico 2018-2027 e nel Piano esecutivo 2018-2020 al quale si rinvia per la visione triennale.

- New York - United Nations Inter-agency Task Force on Religion and Development (febbraio 2019)
- Uppsala - Meeting with Directors of Religious Studies Centers, Impact Project (aprile 2019)
- Abu Dhabi - Ministry of Tolerance (maggio 2019)
- Trento – Scuola di Studi Internazionali, Università di Trento (maggio 2019)
- Erfurt - Max Weber Kolleg, Universität Erfurt (maggio - luglio 2019)
- Münster - Cluster of Excellence “Religion and Politics“ (giugno 2019)
- Tokyo - G20 Interfaith Forum (giugno 2019)
- Cambridge - The Woolf Institute (giugno 2019)
- Istanbul - Turkey in Horizon2020 Conference (luglio 2019)
- Barcelona - Observatorio Blanquerna de Comunicación, Religión y Cultura (settembre 2019)
- Roma - Workshop con antropologi italiani, Università La Sapienza (ottobre 2019)
- Washington DC - Kennedy Institute of Ethics and Pellegrino Center for Clinical Bioethics, Georgetown University (novembre 2019).

Le azioni dei progetti del portafoglio ISR hanno prodotto strumenti utili al miglioramento dell'economia e della società, secondo la logica dettagliata nei documenti ISR relativa allo sforzo del Centro di produrre innovazione sociale e culturale da un lato e di contribuire all'innovazione scientifico-tecnologica dall'altro lato (in questo secondo caso, in sinergia con il Centro ICT). Si segnalano in particolare le azioni sul discorso d'odio nelle scuole, sulla sicurezza presso – tra gli altri – la Banca d'Italia e l'Istituto Europeo di Oncologia di Milano, sui minori migranti con Save the Children e sulla libertà di religione o credo presso le istituzioni europee.

Il contributo di ISR agli obiettivi strategici, in termini di stato dell'arte dopo il 2019 e di visione triennale, è riassunto nella seguente tabella dove si sintetizza il collegamento e il peso di ognuno dei nove progetti del portafoglio ISR relativamente a ciascuno dei 4 obiettivi strategici di FBK considerati e a ciascuna delle 3 aree di applicazione ISR identificate nel Piano strategico 2018-2027 e nel Piano esecutivo 2018-2020 di FBK.

ISR Projects	ISR Fields of application			FBK Strategic goals			
	Inclusive and safe society	Ethics and rights	Space/Time mobility	Cybersecurity	Digital society	Health & Wellbeing	Smart Industry
Arguing Religion							
Critically connected							
Religion & digital technologies							
Freedom of religion or belief							
Migrant trajectories and policies							
Religion & Violence							
Religion, ethics and medicine							
Spirituality and lifestyles							
The pleasure of piety							

2. Risultati dell'attività di ricerca

Tra le numerose attività e i vari risultati della ricerca, si presentano le seguenti 3 azioni, in quanto maggiormente rappresentative dello sviluppo del Piano strategico dal punto di vista del portafoglio di progetti, delle aree di applicazione e del contributo agli obiettivi strategici di FBK.

2.1 Azione "Global Faith Based Health Systems" del Progetto "Religion, Ethics and Medicine"

Eccellenza scientifica: partnership con Georgetown University

Impatto su mercato e società: contributo all'innovazione di attitudini e procedure nella sanità globale con il coinvolgimento di donne community leader da India, Kenya e Bangladesh; contributo all'impatto della Linea Health and Wellbeing del Centro ICT.

Sostenibilità economica: finanziamento esterno da Georgetown University; ulteriori applicazioni progettuali per il finanziamento esterno.

2.2 Azione "DICODINO" del Progetto "Critically Connected"

Eccellenza scientifica: pubblicazioni; presentazione e discussione del progetto in varie prestigiose sedi scientifiche internazionali (es. University of Cambridge).

Impatto su mercato e società: attraverso varie azioni nelle scuole di Trento e altrove.

Sostenibilità economica: pur non avendo ottenuto finanziamenti ulteriori rispetto a quello iniziale della Fondazione Intercultura, l'azione ha aperto il canale con Save the Children che ha consentito l'azione Immersed con finanziamento esterno di Save the Children.

2.3 Azione "Sicurezza" del Progetto "Freedom of Religion or Belief"

Eccellenza scientifica: eventi presso istituzioni con sezioni di ricerca all'avanguardia internazionale come la Banca d'Italia e l'Istituto Europeo di Oncologia di Milano; coinvolgimento dei nostri partner scientifici

Impatto su mercato e società: l'azione coinvolge operatori della sicurezza della circolazione di dati, capitali e migranti a vari livelli; inoltre favorisce lo scambio e l'innovazione. In particolare per la cybersecurity e la circolazione dei dati si veda il video *Security and Data Flows in the European Union*, coprodotto da FBK e l'Università di Siena <https://www.youtube.com/watch?v=tXIHYileQ9s> &feature=youtu.be.

Sostenibilità economica: azione finanziata dalla Commissione europea come progetto Jean Monnet.

Per le azioni sopra presentate il collegamento con il Piano strategico 2018-2027 e il Piano esecutivo 2018-2020 di FBK suddiviso tra i vari obiettivi strategici e le aree di applicazione è illustrato nella tabella sopra riportata.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Mentre si rinvia al Piano strategico ISR 2019-2021 (*Religion & Innovation: Gearing up for the AI Revolution*) per la descrizione delle cinque linee strategiche (ricerca e azione, comunicazione e disseminazione, partnership, risorse umane e formazione) e per i relativi indicatori, e in particolare alle schede dei nove progetti da cui risultano le attività programmate per il 2020, si espongono qui tre obiettivi di particolare rilevanza.

3.1 Sviluppo del portafoglio dei nove progetti (per il dettaglio si rinvia alle relative schede allegate al Piano strategico ISR 2019-2021):

- Arguing Religion
- Critically connected
- Religion and digital technologies
- Freedom of religion or belief
- Migrant trajectories and policies
- Religion & violence
- Religion, ethics and medicine

- Spirituality & lifestyles
- The pleasures of piety.

Risultati attesi: avanzamento della missione quale descritta nel Piano strategico ISR 2019-2021 nelle cinque linee strategiche della ricerca-azione, della comunicazione-disseminazione, nelle partnership, nelle risorse umane e nella formazione.

Strumenti e metodologie: realizzazione delle azioni previste per ciascuno dei progetti e dettagliate nel Piano strategico 2019-2021, in particolare azioni di impatto, convegni, pubblicazioni, collaborazioni.

Eventuali rischi e criticità: possibile insuccesso della strategia per l'autofinanziamento; possibile inefficienza dei partner.

3.2 *Realizzazione della AIR2020 Conference on AI and religion (marzo 2020) e della Workshop series on Religion and Innovation for AI (maggio-novembre 2020)*

Risultati attesi: consolidamento e sviluppo della reputazione scientifica e delle partnership, eccellenza scientifica, comunicazione/disseminazione.

Strumenti e metodologie: conferenza e serie di workshop; strumenti di diffusione ante e post.

Eventuali rischi e criticità: possibile difficoltà di reperimento di speaker qualificati per un ambito altamente innovativo e sperimentale.

3.3. *Consolidamento e sviluppo delle sinergie interne a FBK, in particolare con il Centro ICT*

Risultati attesi: ricerca e azione insieme alle Linee di ICT nel senso del consolidamento dei progetti già avviati o programmati e della programmazione di nuovi; rafforzamento di strategie congiunte nelle risorse umane e nella formazione, con particolare riferimento all'International PhD Program di FBK.

Strumenti e metodologie: applicazioni per il finanziamento esterno di progetti; ricerca e azione con le competenze interdisciplinari e gli strumenti – tradizionali (es. convegni e pubblicazioni) e innovativi (azioni di impatto e comunicazione online) – dettagliati nel Piano strategico ISR 2019-2021.

Eventuali rischi e criticità: possibile insuccesso della strategia per l'autofinanziamento; complessità nella collaborazione tra scienze umane e sociali e scienza e tecnologia.

Per gli obiettivi sopra presentati il collegamento con il Piano strategico 2018-2027 e il Piano esecutivo 2018-2020 di FBK suddiviso tra i vari obiettivi strategici e le aree di applicazione è illustrato nella tabella sopra riportata.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

4.1 Eccellenza scientifica

- Convegni e pubblicazioni
- Partnership d'eccellenza (consolidamento delle partnership esistenti e sviluppo di nuove di alto valore strategico, misurate mediante azioni congiunte e progetti congiunti per il finanziamento esterno, e inquadrare in strumenti convenzionali).
- Verifica e sviluppo della dimensione di eccellenza scientifica delle 11 raccomandazioni del position paper su religione e innovazione (presentazioni e discussioni delle raccomandazioni che facciano seguito a quelle del secondo semestre 2019; prosecuzione del progetto di impact assessment con l'Unità di valutazione della ricerca di FBK).

4.2 Impatto su mercato e società

- Collaborazioni con enti della società civile (misurate in numero di enti e in numero di azioni).
- Interventi nelle scuole (misurati in numero di interventi e numero di scuole/studenti raggiunti).
- Azioni di disseminazione e comunicazione, in particolare online, tra cui la mostra fotografica online su sicurezza e migranti, afferente all'azione Sicurezza, su finanziamento Jean Monnet e realizzata da Terraproject.

4.3 Sostenibilità economica

- Presentazione di progetti per il finanziamento esterno
- Miglioramento della performance del Centro nel finanziamento esterno (misurata in rapporto alla quota di finanziamento del triennio 2016-2018 e del primo anno del triennio 2019-2021).
- Consolidamento della strategia di acquisizione di risorse umane con finanziamento da enti partner.

PROGETTI SPECIALI

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 e visione

Le attività dell'Unità Biomolecole e Membrane Biologiche si concentrano sull'architettura strutturale e funzionale di complessi macrobiomolecolari di grande rilevanza per la salute umana; di tali complessi si indagheranno le possibili applicazioni biotecnologiche. 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. Verranno investigate alcune possibili applicazioni biotecnologiche delle PFP sfruttando la loro capacità di auto-aggregare e di formare pori nanometrici. Si indagheranno struttura ed effetti sulla membrana indotti da proteine coinvolte nella neurodegenerazione, poiché esse hanno mostrato comportamento simile alle PFP.

(ii) Imaging Molecolare (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 articoleranno principalmente sullo sviluppo ed ottimizzazione di biosensori molecolari per il monitoraggio di specifiche funzioni cellulari. Continueremo ad aumentare le nostre conoscenze nell'ambito dell'imaging molecolare allo scopo di sfruttare le tecnologie sviluppate nella ricerca farmacologica, ad esempio contro la fibrosi cistica.

(iii) Biofisica fotosensoriale e neurosistemica (Carlo Musio)

Il Laboratorio è caratterizzato dall'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 (Gabriella Viero)

La traduzione genica gioca un ruolo cruciale nella gestione e nel corretto funzionamento di tutti i processi biologici fondamentali. Intendiamo studiare l'organizzazione sovrastrutturale del poliribosoma, il macchinario cellulare deputato alla sintesi proteica e su cui convergono numerosi controlli post-trascrizionali e traduzionali, dalle RNA binding proteins ai non coding RNA. Questi studi verranno 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).

(v) Infezione batteriche e resistenza agli antibiotici (Michael Whalen)

Come sistema modello è stato individuato l'interazione tra gli antibiotici beta-lattamici e il patogeno *Streptococcus pneumoniae*. Si intendono indagare i meccanismi di regolazione dell'espressione genica, sia trascrizionale che traduzionale nella risposta agli antibiotici. Si intendono provare e mettere a punto metodi già disponibili in altre specie, per modulare (accendere o spegnere) l'espressione di geni nel patogeno, per fornire informazione utili sui geni coinvolti nella crescita e divisione cellulare, il metabolismo e la risposta agli agenti antibatterici. In concreto si mira di testare un Riboswitch in grado di modulare l'espressione di geni nel patogeno per capire i loro ruoli nella replicazione e sopravvivenza dell'organismo, anche in dopo somministrazione di antibiotici.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

I risultati ottenuti sono coerenti con le attività previste e possono essere sintetizzati nelle seguenti pubblicazioni:

1. Lunelli L., 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. Potrich, Prototyping a memristive-based device to analyze neuronal excitability, *Biophys Chem* (2019), Volume 253, October 2019, #106212, doi.org/10.1016/j.bpc.2019.106212.
2. F Lauria, P Bernabò, T Tebaldi, E JN Groen, E Perenthaler, M Clamer, F Maniscalco, M Marchioretto, J Orri, M Dalla Serra, A Inga, A Quattrone, TH Gillingwater, G Viero SMN-primed ribosomes modulate the translation of transcripts related to Spinal Muscular Atrophy - doi: <https://doi.org/10.1101/751701> (BioRxiv) & (under review).
3. Ira A. Iosub, Marta Marchioretto, Brandon Sy, Stuart McKellar, Karen J. Nieken, Rob W. van Nues, Jai J. Tree, Gabriella Viero, Sander Granneman Hfq CLASH uncovers sRNA-target interaction networks enhancing adaptation to nutrient availability <https://doi.org/10.1101/481986> (BioRxiv) & (under review).

4. Y Gao, R Vasic, Y Song, R Teng, R Gbyli, G Biancon, R Nelakanti, A Ardasheva, X Fu, X Wang, B Dura, V Lee, G Viero, R Fan, A Xiao, RA. Flavell, HB Li, T Tebaldi, S Halene Loss of METTL3 Mediated m6A RNA Modification Results in Double-Stranded RNA Induced Antiviral Innate Immune Response and Hematopoietic Failure – 2019 (under review).
5. M.L. DiFrancesco, F. Lodola, E. Colombo, L. Maragliano, M. Bramini, G.M. Paterò, P. Baldelli, M. Dalla Serra, L. Lunelli, M. Marchioretto, G. Grasselli, S. Cimò, L. Colella, D. Fazzi, C.G. Eleftheriou, D. Shmal, J.F. Maya-Vetencourt, C. Bertarelli, G Lanzani, F. Benfenati. A membrane-targeted photoswitch potently modulates neuronal firing. (under review).
6. Jiménez Garduño A.M., V.A. Martínez Rojas, D. Michelatti, L. Tosatto, M. Marchioretto, D. Arosio, M. Basso, M. Pennuto, C. Musio, Functional characterization of CIC-2 chloride channels and pharmacological rescue of currents alteration in spinal and bulbar muscular atrophy model cells. Scientific Reports, 2019 (under review).
7. Ö.D. Toparlak, J. Zasso, S. Bridi, M. Dalla Serra, P. Macchi, L. Conti, M-L Baudet, and S.S. Mansy Control of neural stem cells differentiation and neuronal processes by artificial cells regulated activity (submitted).

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

- (i) *SPLICEFIX: riparare difetti di splicing del gene CFTR tramite tecnologia CRISPR/Cas9*

L'editing genomico consiste nella modifica diretta del gene attraverso un sistema di recente identificazione composto da sequenze di DNA (CRISPR) e un enzima (Cas9). Il sistema CRISPR/Cas9 riconosce il tratto di DNA mutato, lo taglia e incolla i frammenti rimanenti. I ricercatori di questo progetto intendono applicare l'editing genomico alle mutazioni che alterano lo splicing del gene CFTR (lo splicing è il meccanismo di eliminazione degli introni, cioè le parti non codificanti del gene). La tecnica è infatti chiamata SpliceFix = Ripara Splicing. CRISPR/Cas9 verrà introdotto nella cellula attraverso un vettore speciale ideato per ottenere massima sicurezza e diffusione (VLPs, Viral Like Particles). Le mutazioni splicing prese in esame saranno 3272 -26 A>G e 3849 +10Kb C>T. Speciali guide costituite da frammenti di RNA individueranno l'introne mutato, che verrà eliminato da Cas9. In queste mutazioni l'eliminazione dell'introne è sufficiente per ottenere la riparazione del gene e la corretta sequenza definitiva. L'efficacia della riparazione sarà verificata misurando il funzionamento della proteina CFTR su organoidi di pazienti con queste mutazioni. SpliceFix può rappresentare una modalità innovativa di terapia genica in fibrosi cistica.

- (ii) *Approccio multidisciplinare per l'analisi strutturale del recettore degli androgeni nelle malattie del motoneurone e nel cancro alla prostata finanziato da Caritro nell'ambito di una chiamata per giovani post-doc 2016*

Alterazioni della funzione del recettore per gli androgeni (AR) sono alla base di cancro alla prostata e malattia di Kennedy. Il razionale del progetto è l'analisi dei cambiamenti conformazionali di AR conseguenti alla fosforilazione di residui chiave, con

lo di scopo identificare nuovi potenziali siti target per terapie farmacologiche. Come da programma delle attività previste nel progetto, nel 2020 prevediamo di studiare l'influenza del sito chiave Serina 96 per la fosforilazione di altri siti, lo studio dei cambiamenti conformazionali di AR in seguito a modifiche fosfomimetiche sia tramite Risonanza Magnetica Nucleare (in collaborazione con Xavier Salvatella Institute for Research in Biomedicine, Barcellona, Spagna), che con simulazioni di dinamica molecolare (in collaborazione con Giovanni Minervini, Università di Padova). Questi risultati verranno poi collegati a misure di efficienza di trascrizione mediante saggi di attività specifici, per identificare i siti di fosforilazione proteica maggiormente legati all'attività della proteina.

(iii) 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.

(iv) Characterization, alteration and recovery of the cellular excitability in spinal and bulbar muscular atrophy (SBMA), a polyglutamine neurodegenerative disease

Il progetto ha lo scopo di studiare l'eccitabilità cellulare nell'atrofia muscolare spinale e bulbare (SBMA), una malattia neurodegenerativa poliglutamminica, in termini di caratterizzazione, alterazione e recupero delle attività dei canali ionici. In particolare: 1) completeremo la caratterizzazione dei canali del cloro CIC-2 le cui correnti alterate sono probabilmente coinvolte nella patogenesi della malattia; 2) proseguiamo la ricerca di rescuers farmacologici in grado di migliorare/recuperare l'attività elettrica fisiologica al fine d'identificare nuovi target ed opzioni terapeutiche. Gli approcci elettrofisiologici (aggiunti alla biologia molecolare, alla biochimica e all'optogenetica) saranno impiegati per l'identificazione precisa dei canali ionici che inducono l'alterazione e per chiarire il loro ruolo nella progressione della malattia.

(v) Axonal translome in mouse models of amyotrophic lateral sclerosis (ARISLA)

Questo progetto mira a caratterizzare i difetti traduzionali in assoni di modelli murini di Sclerosi Laterale Amiotrofica, *in vitro* e *in vivo*. Abbiamo già identificato le alterazioni a livello sub-cellulare nel reclutamento di trascritti su polisomi assionali in colture di neuroni corticali, e a breve valuteremo *in vivo* la mislocalizzazione e/o alterata

distribuzione di ribosomi assonali lungo gli mRNA, con risoluzione di singolo nucleotide. Per valutare se la mutazione TDP-43 (A315T), un modello ALS che presenta cambiamenti molecolari e morfologici nel PNS e nel SNC, provochi disfunzioni nella traduzione assonale, sono stati per il momento usati approcci *in vitro*, i modelli murini per gli studi *in vivo* sono in via di ottenimento presso il San Raffaele di Milano, da cui riceveremo i tessuti per le purificazioni e le analisi necessarie. Come piattaforma *in vitro*, abbiamo sfruttato la nostra capacità di purificare i polisomi assonali mediante miniaturizzazione di polysomal profiling in modelli *in vitro* di SLA. Dopo estrazione di RNA e sequenziamento abbiamo ottenuto un catalogo di trascritti differenzialmente associati a polisomi assonali in SLA. Durante il prossimo anno analizzeremo *in vivo* gli effetti della mutazione sul posizionamento di ribosomi e sugli RNA assonali, useremo la TRAP accoppiata a ribosome profiling, in una linea knock-in con tag ribo allevata nel background genetico A315T, per esprimere selettivamente il tag nei neuroni corticospinali non appena la linea murina sarà disponibile presso il laboratorio del coordinatore del progetto presso Il San Raffaele di Milano.

(vi) In vivo translational alterations in spinal muscular atrophy at single nucleotide resolution (AFM Telethon)

Questo progetto mira a caratterizzare il contributo della proteina SMN sul polisoma e di ottenere informazioni sulle alterazioni dell'interazione SMN / polisoma in un modello animale di Atrofia Muscolare Spinale (SMA) Type I. Dato il ruolo di SMN nel metabolismo dell'mRNA e la relazione tra decadimento dell'mRNA e la traduzione che converge sui polisomi, in questo progetto vogliamo esplorare l'ipotesi che SMN svolga un ruolo diretto sul ribosoma, agendo così come un modulatore funzionale dello stesso. I dati preliminari rivelano un'interazione diretta di SMN con ribosomi, cosa che getta le basi per possibili spiegazioni meccanicistiche dei difetti traduzionali nella SMA. Pertanto, in questo progetto proponiamo di approfondire la conoscenza della connessione strutturale e funzionale tra SMN e ribosomi e degli effetti a valle causati dalla perdita di SMN in SMA. Per fare questo, abbiamo generato una mappa ad alta risoluzione dei difetti traduzionali riscontrati negli stadi pre-sintomatici della SMA utilizzando una combinazione di tecniche di sequenziamento di ultima generazione. Questi dati possono potenzialmente rivelare: i) un ruolo unico per una proteina non ribosomiale nella modulazione della sintesi proteica e ii) un difetto meccanicistico ancora non osservato nella fisio-patologia della malattia in esame, cosa che può aprire nuovi scenari per la progettazione di nuove terapie.

(vii) Nuove frontiere per l'atrofia muscolare spinale: uno studio delle implicazioni sulla sintesi proteica mediante sequenziamento ad alta risoluzione

L'atrofia muscolare spinale (SMA) è la più frequente causa di mortalità infantile associata ad una malattia genetica e colpisce circa un neonato su 6.000. La SMA è causata da mutazioni del gene *Smn1* che provocano la diminuzione dei livelli proteici di SMN. I meccanismi alla base della malattia e le possibili conseguenze di un aumento dell'espressione di SMN in seguito a trattamento con terapie recentemente approvate, rimangono ancora da chiarire. SMN è ritenuta essere coinvolta nella biogenesi di complessi RNA-proteine importanti per la corretta maturazione degli RNA messaggeri (mRNA), ma questa funzione non è in grado di spiegare il meccanismo fisio-patologico alla base della SMA. Pertanto i determinanti molecolari e cellulari della SMA rimangono sconosciuti, cosa che sottolinea la necessità di ulteriori studi.

In questo contesto si inseriscono le ricerche effettuate dall'IBF Trento che ha scoperto una stretta connessione tra SMN e i ribosomi, i macchinari molecolari responsabili della sintesi proteica. Risultati preliminari ottenuti all'IBF di Trento mostrano, per la prima volta, alterazioni nella quantità e nella localizzazione di ribosomi associati a SMN lungo specifici mRNA, a loro volta coinvolti nella biogenesi dei ribosomi. Questi dati dimostrano nella SMA l'esistenza di difetti in un processo biologico prima ignorato e il diretto coinvolgimento di SMN nello stesso. Il presente progetto supporterà l'essenziale aspetto di analisi computazionale di dati ottenuti grazie ad un prestigioso finanziamento internazionale di AFM-Téléthon e di approfondire il ruolo di SMN nella regolazione del flusso di ribosomi. Questa inedita funzione rappresenta infatti una svolta critica e indispensabile nella ricerca sulla SMA.

(viii) The role of SMN protein in translation: implications for Spinal Muscular Atrophy (TELETHON)

Gli obiettivi generali di questo progetto sono la valutazione dell'interazione SMN / ribosoma e l'identificazione di difetti nel ribosoma posizionato su mRNA in più tessuti e modelli murini di atrofia muscolare spinale (SMA). Obiettivi specifici sono: i) caratterizzare l'interazione SMN / ribosoma, ii) mappare le alterazioni *in vivo* nel posizionamento ribosomiale su mRNA nella fase pre-sintomatica della malattia e nel suo decorso iii) valutare la capacità delle terapie di correggere i difetti traduzionali *in vivo*. A differenza del progetto AFM-Telethon in questo caso verranno usati altri modelli murini della malattia, modelli di stadi meno severi. Il confronto con i dati dal modello severo costituirà un'importante conferma dei nostri risultati.

(ix) COST Action ARBRE-MOBIEU - CA15126

Si tratta di un'iniziativa aperta ed inclusiva per coordinare e facilitare la collaborazione di tutte le realtà europee che si occupano di biofisica su scala molecolare. È strutturata in 7 working groups di coordinamento tra 29 paesi europei (<https://arbr-mobie.u.eu/>).

(x) Erasmus+

Iniziativa di scambio e formazione di uno studente straniero che collabora con noi per 3 mesi/anno tramite un accordo con la Fundació Jesuïtes Educació di Barcellona che si occupa della selezione dello studente più idoneo per la nostra proposta e di tutta la parte burocratica. Tale rapporto fiduciario è nato nel 2016 e prosegue in maniera soddisfacente con uno studente diverso ogni anno.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

I risultati ottenuti saranno verificabili e valutabili in base al numero ed alla qualità delle pubblicazioni scientifiche accettate, ed agli inviti a presentare i risultati in conferenze internazionali.

Composizione dell'Unità: organico CNR-IBF

Tipologia personale	n. unità al 31/12/2019	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co (jobs act)	0	0	0
Assegni di ricerca	4	0	4
Borse di studio	1	0	1
Dottorando Borsa	2	0	2
Ricercatori	5	5	0
Tecnici e amministrativi	2	2	0
Tecnologi	0	0	0
Totale	14	7	7

Per l'eventuale personale FBK afferente all'Unità, si vedano le tabelle nella sezione finale del documento.

Budget CNR-IBF

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
-Personale	500.498,82	545.824,06
-Viaggi	7.000,00	10.000,00
-Cespiti (HW/SW)	5.000,00	5.000,00
- Altro	44.859,00	117.162,68
Totale costi	557.357,82	737.987,04
Ricavi		
- Progetti europei		
- Altri ricavi esterni	157.000,00	365.404,98
- Progetti in corso di definizione		
Totale ricavi	157.000,00	365.404,98
Ordinario CNR	400.357,82	372.582,06
Quota di autofinanziamento	28%	50%

Per il Budget 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 e visione

L'Unità "Fotonica: materiali, strutture e diagnostica" costituisce una robusta struttura per lo sfruttamento delle 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. Meccatronica Quantica 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. L'attività dell'Unità Fotonica si configura quindi come un potente strumento per far convergere su obiettivi ad alto valore aggiunto scientifico e tecnologico competenze complementari, di base ed applicate, in fisica, chimica ed ingegneria. L'Unità "Fotonica: materiali, strutture e diagnostica" ha costruito un sistema originale e flessibile per la nucleazione di nuovi concetti e nuove tecnologie nella Fotonica in Vetro e nella Meccatronica Quantica sulla base di consolidate competenze. Queste macro 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 ed 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.

La Fotonica in Vetro, responsabile Maurizio Ferrari, si riferisce alle aree strategiche individuate dall'Unione Europea nella piattaforma tecnologica Photonics21, dalle linee guida definite in Horizon 2020, e dalle corrispondenti piattaforme tecnologiche italiane e locali. Concorrono alla realizzazione degli obiettivi di quest'area tematica i contributi che derivano dalle attività in "Fotonica Sol-Gel", responsabili Lidia Zur ed Andrea Chiappini e "Fotonica RF-Sputtering", responsabile Alessandro Chiasera. La ricerca affronta le sfide scientifiche e tecnologiche sviluppando materiali emergenti come metamateriali, sistemi nanostrutturati e nanocompositi, strutture plasmoniche, così come geometrie confinate. I risultati e prodotti di questo sapere sono collegati alla fotonica, alle nanotecnologie, alla fisica e scienza dei materiali, cruciali per lo sviluppo tecnologico in moltissime aree che hanno un impatto immediato sul sociale incluse le nuove tecnologie quantistiche. Esempi sono le strutture per confinamento della radiazione, quali cristalli fotonici, sistemi nanocompositi e diversi tipi di guide d'onda, sistemi in ottica integrata, strutture di conversione di energia solare, sensori ottici, sistemi di illuminazione, microrisonatori e micro-nano cavità e gli sviluppi nell'importante tematica della "Flexible Photonics"

L'attività "Rivelatori Limitati Da Rumore Termico", responsabile Paolo Falferi, è principalmente orientata allo sviluppo di sensori di radiazione elettromagnetica (TES e basati su grafene) e di spostamento a basso rumore (criogenici e a temperatura ambiente). Il gruppo ha sviluppato una varietà di tecniche sperimentali originali. Queste includono per esempio amplificatori SQUID ad elevata sensibilità (vicina al limite quantico) da impiegare come stadio di prima amplificazione in trasduttori di spostamento in antenne risonanti per onde gravitazionali e in sistemi micromeccanici. Includono anche pendoli torsionali con sensibilità al femto-Newton sviluppati per testare le forze parassite che agiscono sulle test-mass dei tracciatori geodetici impiegati negli esperimenti gravitazionali nello spazio. Questa tecnica in particolare ha trovato applicazione nella recente missione dell'ESA, LISA Pathfinder, che ha testato con successo la tecnologia drag-free per il futuro osservatorio di onde gravitazionali spaziale LISA che, dopo la prima rivelazione diretta di onde gravitazionali realizzata dai rivelatori LIGO, aprirà una nuova finestra sull'universo con l'astronomia gravitazionale.

2. Principali risultati dell'attività di ricerca

- *Fotonica in vetro – RF sputtering technology* PI Alessandro Chiasera

1. Deposizione su fibra ottica (end facet)

L'Unità durante il 2019 ha ottimizzato il protocollo di fabbricazione con tecnica rf-sputtering cavità monolitiche attivate con ioni Er^{3+} ottenute con sistemi multistrato $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ per ottenere emissione coerente a 1.5 micrometri a bassa soglia di pompaggio.

I risultati più significativi sono pubblicati in:

1. C. Meroni, F. Scotognella, Y. Boucher, A. Lukowiak, D. Ristic, G. Speranza, S. Varas, L. Zur, M. Ivanda, S. Taccheo, R. Ramponi, G.C. Righini, M. Ferrari, A. Chiasera, "Low-Threshold Coherent Emission at 1.5 μm from Fully Er^{3+} Doped

Monolithic 1D Dielectric Microcavity Fabricated Using Radio Frequency Sputtering”, *Ceramics 2* (2019) pp. 74-85, ISSN: 2571-6131, doi: 10.3390/ceramics2010007.

2. A. 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.

2. 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. Misure AFM presso il MiNALab FBK e SEM sono in corso.

I risultati preliminari sono pubblicati in:

1. O. Sayginer, A. Chiasera, L. Zur, S. Varas, L.T.N. Tran, C. Armellini, M. Ferrari, O.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, ISSN: 0272-8842, doi: 10.1016/j.ceramint.2019.01.083.

3. 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 SiO₂/Tungsteno metallico mentre i multistrati basati sui sistemi SiO₂/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 SiO₂/Tungsteno ossido, dovrebbero migliorare la risposta del sistema e l'effetto sarà verificato in collaborazione con FBK. Le differenti caratteristiche meccaniche che caratterizzano SiO₂ 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 sono poi in corso 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.

- *Fotonica in vetro – Sol-Gel Technology* PI Lidia Zur, Andrea Chiappini

1. Strutture ad opale Principal investigator Andrea Chiappini

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.

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 sensibilità sfruttando le competenze d'interrogazione acquisite nell'anno precedente.

Le competenze nell'analisi strutturale mediante spettroscopia Raman hanno permesso di instaurare nuove collaborazioni con l'Università degli Studi di Trento 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

L'attività è stata validata da alcune robuste pubblicazioni tra le quali:

1. A. Chiappini, C. Armellini, V. Piccolo, L. Zur, 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, doi: 10.1016/j.optmat.2019.02.039.

2. Vetro ceramiche trasparenti Responsabile Lidia Zur

Lo sviluppo di sistemi luminescenti efficienti, quali microcavità, laser a stato solido, amplificatori ottici integrati, sensori ottici è l'argomento principale di questa attività. Gli elementi costitutivi di questi sistemi sono le vetroceramiche attivate da ioni di terre rare perché presentano proprietà morfologiche, strutturali e spettroscopiche specifiche. Tra i vari materiali che potrebbero essere utilizzati come nanocristalli per essere incorporati nella matrice di silice, il biossido di stagno e il biossido di afnio presentano alcune peculiarità interessanti, ad es. la presenza di nanocristalli di SnO_2 o HfO_2 consente di aumentare sia la solubilità che l'emissione di ioni di terre rare. L'attività si è focalizzata sulla fabbricazione per via sol gel di vetroceramiche trasparenti attivate con ioni di terre rare ottenendo eccellenti risultati in termini di protocolli di fabbricazione e performance validati da pubblicazioni di notevole livello:

1. Yann G Boucher, Lidia Zur, Maurizio Ferrari, "Modal properties of an Erbium-doped asymmetric single-mode slab waveguide in the glass-ceramics SnO_2 -

- SiO₂ system”, *Optical Materials* 87 (2019) pp 90-93, doi: 10.1016/j.optmat.2018.05.032;
2. Davor Ristic, Andrea Chiappini, Maurizio Mazzola, Patrice Féron, Hrvoje Gebavi, Mile Ivanda, Maurizio Ferrari, “Lasing and mode selection in erbium doped 70SiO₂-30HfO₂ coated”, *Optical Materials* 87 (2019) pp. 98-101, doi: 10.1016/j.optmat.2018.05.018;
 3. Lidia Zur, Cristina Armellini, Saloua Belmokhtar, Adel Bouajaj, Elti Cattaruzza, Andrea Chiappini, Fabrizio Coccetti, Maurizio Ferrari, Francesco Gonella, Giancarlo Righini, Enrico Trave, Alberto Vomiero, Francesco Enrichi, “Comparison between glass and glass-ceramic silica-hafnia matrices on the down-conversion efficiency of Tb³⁺/Yb³⁺ rare earth ions”, *Optical Materials* 87 (2019) pp. 102-106 doi: 10.1016/j.optmat.2018.05.008;
 4. Marta Soltys, Agata Górny, Lidia Zur, Maurizio Ferrari, Giancarlo C Righini, Wojciech A Pisarski, Joanna Pisarska, “White light emission through energy transfer processes in barium gallo-germanate glasses co-doped with Dy³⁺-Ln³⁺ (Ln =Ce, Tm)”, *Optical Materials* 87 (2019) pp. 63-69, doi: 10.1016/j.optmat.2018.05.071;
 5. Ali Albalawi, Charlie Brilliant, Alessandro Chiasera, Hrvoje Gebavi, Rolindes Balda, Maurizio Ferrari, Wilfried Blanc, Wedad Albalawi, Hazel Hung, Alexander Quandt, Anna Lukowiak, Stefano Taccheo, “Analytical modelling of Tm-doped tellurite glass including crossrelaxation process”, *Optical Materials* 87 (2019) pp. 29-34, doi: 10.1016/j.optmat.2018.06.037;
 6. D. Kasproicz, A. Chiasera, S. Valligatla, W. C. Muscelli, S. Vallas, M. Chronik, A. Majchrowski, M. Ferrari, “Up-conversion luminescence of RE³⁺ polymer composites KGd (WO₄)₂&PMMA”, *Optical Materials* 88 (2019) pp. 366-371, doi: 10.1016/j.optmat.2018.12.001;
 7. Abishek Hariharan, Sai Manohar Chelli, Sai Muthukumar V, Siva Kumar Belliraj, Maurizio Ferrari, Naresh Krishna Narasimha, Krishna Chaitanya Vishnubhatla, “Paper-microfluidics based SERS substrate for PPB level detection of catechol”, *Optical Materials* 94 (2019) pp. 305-310, doi: 10.1016/j.optmat.2019.05.041;
 8. Marta Kuwik, Agata Górny, Lidia Zur, Maurizio Ferrari, Giancarlo C. Righini, Wojciech A. Pisarski, Joanna Pisarska, “Influence of the rare earth ions concentration on luminescence properties of barium gallo-germanate glasses for white lighting”, *Journal of Luminescence* 211 (2019) pp. 375-381, doi: 10.1016/j.jlumin.2019.03.059.

- *Rivelatori Limitati Da Rumore Termico* PI Paolo Falferi

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).

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.

In seguito al successo di LISA Pathfinder, e alla rivelazione delle onde gravitazionali da parte di LIGO/VIRGO, ESA ha rapidamente avviato le attività di definizione della missione pubblicando uno specifico "Call for Proposal". Un Consorzio di istituti europei (vedi www.lisamission.org), con una junior partnership della NASA, ha risposto proponendo LISA, un'antenna spaziale ad interferometria laser per la rivelazione delle onde gravitazionali a bassa frequenza. In tempi rapidi il Science Programme Committee ESA ha scelto definitivamente LISA come Missione L (large) del suo programma "Cosmic Vision 2015-2025" e nel maggio 2018 è iniziata la Fase A con un'adozione della missione prevista nel 2020-2022 e il lancio nel 2034. Nel frattempo l'attività sperimentale a Trento è proseguita con l'esecuzione di campagne di misura con facility a pendolo di torsione note per la loro sensibilità nella misura di deboli forze. In particolare, sono state eseguite con successo indagini sperimentali delle forze spurie dovute alle fluttuazioni termiche e delle performance di una versione migliorata del sistema di scarica delle masse di test, i riferimenti geodetici dei rivelatori interferometrici spaziali di onde gravitazionali, necessario a mantenerle neutre nonostante il continuo bombardamento dei raggi cosmici. I risultati sono stati presentati in conferenze internazionali del campo.

Tutti i progetti qui brevemente presentati affrontano tematiche di scienza di base (meccanica quantistica, cosmologia, struttura della materia) e non offrono quindi ricadute immediate sul mercato (con l'eccezione dell'industria aerospaziale nel caso di LISA) mentre quelle a lungo termine sono difficilmente valutabili.

L'impatto che queste ricerche possono avere sulla società consiste essenzialmente nel suscitare interesse nel pubblico e nell'innalzare il livello di comprensione che la società ha della Natura.

Tutti i progetti sono stati realizzati utilizzando finanziamenti provenienti da agenzie e istituti esterni (INFN, ESA, ASI, Università degli Studi di Trento, Università di Southampton e altri). 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).

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Fotonica in vetro – RF sputtering technology PI Alessandro Chiasera

1. Film su fibra-sistemi attivi

Lo sviluppo di cristalli fotonici per laser a bassa soglia di pompaggio vedrà l'Unità impegnata nell'ottimizzazione del protocollo di fabbricazione 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 immagini SEM della sezione della fibra con la cavità monolitica integrata sono in fase di finalizzazione per la pubblicazione.

L'Unità poi proseguirà lo sviluppo di film nanostrutturati attivati con ioni di terre rare per la realizzazione di amplificatori all'interno di un progetto in fase di preparazione ITN Work Package ESR4 "Phase-separated Tm³⁺-doped nanoparticles in optical fibers and planar waveguides (silica, Tm, HfO₂-based nanoparticles)" che la vede coinvolta assieme all'Université Côte d'Azur, Nice nello sviluppo di questi sistemi attivi.

2. Recupero terre rare da WEE

L'Unità ha presentato un progetto bilaterale CNR/CNRST (Marocco) per il biennio 2020-2021 sull'estrazione e separazione di terre rare a partire dai minerali fosfati con l'obiettivo di definire un metodo efficiente ed ecologicamente sostenibile per l'estrazione, l'identificazione e la separazione di ioni di terre rare a partire da minerali fosfati.

3. Nanoparticelle di tungsteno sottostechiometrico

Nello sviluppo di nanoparticelle di tungsteno sottostechiometrico sulla superficie di tungsteno ossido amorfo in collaborazione con il politecnico di Milano è stato presentato a settembre, ed è in fase di valutazione, un proposal 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) per accedere alle apparecchiature disponibili presso questi laboratori ed in particolare per sfruttare i loro cannoni elettronici per la scrittura diretta sulla superficie di questi sistemi.

4. Modi di guida superficiali

I sistemi a multistrato composti da film alternati di TiO₂ e SiO₂-TiO₂ e HfO₂ 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 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.

5. Sensori strutturali

Sulla base dei risultati ottenuti sui primi prototipi di sensore acusto-ottico 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 e nei primi mesi del prossimo anno un nuovo prototipo sarà realizzato e successivamente caratterizzato.

Sulla tematica della sensoristica meccanica l'Unità è impegnata poi in un progetto in fase di preparazione ITN Work Package ESR12 "Strain Sensor" che la vede coinvolta assieme all'Université Côte d'Azur, Nice nello sviluppo di questi sensori.

- *Fotonica in vetro – Sol-Gel Technology* PI Lidia Zur, Andrea Chiappini

1. Strutture ad opale Principal investigator Andrea Chiappini

Ci si propone di studiare strutture ad opale inverso co-attivate con ioni Ce^{3+} e Tb^{3+} al fine di indagare i meccanismi di "energy transfer" in presenza di ioni donori ed accettori da impiegarsi per aumentare l'emissione nel visibile, nonché co-attivati con ioni Ce^{3+} e ioni Yb^{3+} o Nd^{3+} per convertire la radiazione UV-visibile in quella nel vicino infrarosso attraverso processi di energy transfer nell'ambito dell'azione FISR a coordinamento ENEA.

Per quanto riguarda la sensoristica strutturale, sono in fase di realizzazione nuovi sistemi elastomerici caratterizzati da maggiore deformabilità che impiegano elastomeri complementari al PDMS standard Sylgard 184, quali Ecoflex™. Le prime strutture prodotte sono in fase di test.

Tali sistemi verranno sviluppati come attività dell'azione FISR a coordinamento CNR con l'obiettivo di realizzare sensori ottici di pressione, deformazione e temperatura per applicazioni nella robotica collaborativa.

Facendo riferimento alle collaborazioni con l'Università degli Studi di Trento verrà proseguito 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 l'analisi di materiali a base di MoS_2 per applicazione elettroniche impiegando tecniche spettroscopiche.

Inoltre, nell'ambito della ricerca sulle tecnologie quantistiche condotta con IFN-CNR Milano & Politecnico di Milano, verranno eseguiti studi per verificare la modifica, mediante fasci di Bessel, della struttura del diamante in funzione dell'orientazione.

In collaborazione con la startup Indivenire S.r.l., è in fase di sottomissione un progetto su bando della Fondazione Cassa Rurale di Trento per il riconoscimento molecolare di metaboliti da "Brettanomyces bruxellensis" tramite l'impiego di cristalli fotonici.

2. Vetro ceramiche trasparenti Principal investigator Lidia Zur

La nanotecnologia è considerata una tecnologia chiave del 21° secolo. Tra i nano materiali, ci si aspetta che la vetroceramica svolga un ruolo cruciale, specialmente per applicazioni ottiche. Le vetroceramiche sono materiali nanocompositi che offrono caratteristiche specifiche di importanza capitale nella fotonica. Questo tipo di materiali bifase è costituito da nanocristalli incorporati in una matrice di vetro e le rispettive frazioni volumetriche di fase cristallina e amorfa determinano le proprietà della vetroceramica. Le nano-ceramiche di vetro sono ottenute mediante trattamento termico del vetro in condizioni controllate, portando alla formazione di grandi quantità di cristalliti di dimensioni nanometriche sebbene vengano anche utilizzati metodi bottom-up basati sull'approccio sol-gel. Una conoscenza e un controllo precisi dei processi di cristallizzazione consentiranno applicazioni interessanti, in particolare nei dispositivi ottici per laser, amplificatori di luce, materiali di conversione per LED, fluorescenza, ecc.; il problema chiave è ottenere una conversione ottica verso l'alto che consenta la trasformazione della luce di lunghezza d'onda più lunga in luce di lunghezza d'onda più corta, ad es. di luce rossa a luce verde o blu. Un prerequisito per tali applicazioni ottiche è che la vetroceramica sia trasparente alla lunghezza d'onda di interesse. Quindi, i nano cristalli devono essere molto più piccoli della lunghezza d'onda della luce e devono anche presentare una distribuzione stretta delle dimensioni e una distribuzione omogenea nella matrice vetrosa. Lo sviluppo di dispositivi optoelettronici (sensori, illuminazione, laser, amplificatori) è possibile attraverso la costante ricerca di nuovi materiali adattati alle applicazioni più esigenti sul mercato e anche attraverso lo sviluppo di opportuni processi tecnologici utilizzati per la loro produzione o ulteriore elaborazione. La nostra Unità intende approfondire il lavoro intrapreso su vetro ceramiche $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2$ attivate con ioni di terre rare sviluppando la modellistica e la fabbricazione di bulk, guide d'onda e fibre ottiche per sistemi fotonici (per applicazioni medicali, ambientali ed energetiche).

- *Fotonica in vetro Flexible Photonics* PI Alessandro Chiasera, Lidia Zur, Andrea Chiappini, Maurizio Ferrari

Questa ricerca recentemente avviata nel 2019 si basa sulla collaborazione internazionale con chimici-fisici ed ingegneri della Polish Academy of Science e della Università di Scienza e Tecnologia in Wrocław. Inoltre collaborano alla ricerca il DICAM di UniTN e FBK-CMM. L'obiettivo è estremamente innovativo ed eccitante sia dal punto di vista scientifico che tecnico.

Infatti, così come già fatto in elettronica, i dispositivi fotonici passivi e attivi richiedono l'integrazione su substrati flessibili per un ampio spettro di applicazioni che vanno dall'interconnessione ottica ai sensori per infrastrutture e ambienti civili, a fonti di luce coerenti e incoerenti e rivestimenti funzionalizzati per l'integrazione su tessuto biologico. I sistemi fabbricati dovrebbero funzionare in diverse condizioni di deformazione, ad esempio flessione, piegatura, rotolamento, torsione, stiramento e compressione. Per avere successo, i seguenti passaggi sono cruciali: i) progettazione e fabbricazione di substrati flessibili adeguati utilizzando le opportunità offerte dalla tecnologia sol-gel per andare oltre i polimeri standard; ii) realizzazione di guide d'onda planari e cristalli fotonici depositati sui substrati flessibili riducendo le perdite

radiative e mantenendo una costante adesione sotto deformazione meccanica; iii) sviluppo di un modello predittivo della dipendenza ottica dal comportamento meccanico del dispositivo fotonico flessibile. Svolta mirata: fabbricazione di nuovi strati ottici flessibili mediante tecniche di deposizione sputtering con sol-gel e radiofrequenza. Il risultato del progetto è quello di fornire una tecnologia ancorata a solide basi scientifiche per trasformare materiali intrinsecamente rigidi o fragili in una geometria altamente meccanicamente flessibile e otticamente funzionale.

- *Rivelatori Limitati Da Rumore Termico* PI Paolo Falferi

Per affrontare le sfide della fisica fondamentale che vanno dalla comprensione della natura della Materia Oscura ai problemi posti dalla Teoria Quantistica dei Campi, sono necessarie nuove tecnologie e competenze. La frontiera verso le “piccole masse” della Materia Oscura, la misura della massa del neutrino, la ricerca in laboratorio di nuovi bosoni leggeri, tutte queste tematiche richiedono rivelatori con sensibilità al meV o migliori. In particolare i deboli e rari segnali elettromagnetici prodotti in forte campo magnetico da assioni, i candidati più promettenti a spiegare l'esistenza delle Materia Oscura, potrebbero essere rivelati efficientemente da una nuova classe di sensori. L'obiettivo del progetto SIMP (Single Microwave Photon, INFN, 2019-21) consiste proprio nello sviluppo di tali sensori. In particolare, prevede lo sviluppo 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). Oltre a TIFPA-FBK, partecipano al progetto le sezioni INFN di Pisa e Salerno, i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie di Roma del CNR, il NANO/NEST del CNR di Pisa e l'INRIM di Torino. Nel progetto, il TIFPA-FBK avrà il compito di testare e calibrare su refrigeratore a diluizione i TES dotati di antenna prodotti da INRIM ed eventualmente di realizzare alcuni dei film superconduttori multilayer a bassissima temperatura di transizione (camera pulita FBK).

Verrà ulteriormente affinato l'esperimento realizzato con microcantilever monitorato da SQUID a bassissime temperature (pochi milliKelvin), sostituendo quest'ultimo con una sospensione magnetica realizzata con superconduttori. L'obiettivo del progetto TEQ (Testing the Large-Scale Limit of Quantum Mechanics) rimane quello di testare una delle teorie, la teoria di Adler, che estendono la meccanica quantistica per risolvere il cosiddetto Problema della Misura (ovvero come avviene il collasso della funzione d'onda).

Per quel che riguarda il rivelatore di onde gravitazionali LISA, proseguirà la fase di studio industriale competitivo con lo scopo di maturare in circa un anno una baseline della missione e una definizione dei relativi requisiti di sistema. L'adozione della missione è prevista nel 2020-2022 per un lancio attorno al 2034. Oltre al lavoro generale di definizione della missione, si prevede la necessità di indagare aspetti del disegno definitivo del sensore di riferimento gravitazionale e delle sue funzionalità di misura in volo con facility di test appositamente realizzate, in particolare i pendoli a torsione. Proseguiranno le prove delle nuove sorgenti LED di luce UV del sistema di scarica delle masse di test in volo necessario a mantenerle neutre nonostante il continuo

bombardamento dei raggi cosmici. Si procederà inoltre a migliorare ulteriormente le prestazioni dei pendoli di torsione per poterli così impiegare in ulteriori campagne di caratterizzazione del rumore in forza.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Per tutti i progetti qui descritti l'eccellenza scientifica viene valutata attraverso le pubblicazioni scientifiche e le comunicazioni internazionali su invito.

Considerando gli obiettivi sopra indicati, IFN-CNR applicherà a bandi europei, a bandi locali (Fondazione Caritro, Fondazione Cassa Rurale di Trento) e a progetti a livello Nazionale ed Internazionale (progetti Bilaterali, progetti di Grande Rilevanza), con l'obiettivo di reperire fondi per lo svolgimento delle attività sia di ricerca che di outreach. L'Unità sta applicando ad un ERC Starting Grant e ad un Innovative Training Networks (ITN) project.

Le attività sopra presentate dovranno permettere il finanziamento delle stesse sia tramite progetti ma anche grazie all'interazioni con realtà produttive di punta, interessate all'innovazione. Saranno quindi i progetti finanziati, oltre alle pubblicazioni, a misurare la validità delle tematiche affrontate.

Tra i risultati misurabili per valutare il conseguimento degli obiettivi 2020 indichiamo per il progetto SIMP la selezione di uno o più materiali superconduttori (bassa temperatura critica, elevata "sharpness") e l'impiego di questi nella realizzazione di un TES di elevata sensibilità, per il progetto TEQ la realizzazione di test a temperature criogeniche ed ultracriogeniche con un sistema a levitazione magnetica realizzata con superconduttori.

Alcuni progetti affrontano tematiche di scienza di base (meccanica quantistica, cosmologia, struttura della materia) e non offrono quindi ricadute immediate sul mercato (con l'eccezione dell'industria aerospaziale nel caso di LISA).

L'impatto che queste ricerche possono avere sulla società consiste essenzialmente nel suscitare interesse nel pubblico e nell'innalzare il livello di comprensione che la società ha della natura pertanto anche attività di divulgazione scientifica possono essere considerate un indicatore per valutare il conseguimento degli obiettivi.

Composizione dell'Unità: organico CNR-IFN

Tipologia personale	n. unità al 10/10/2019	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)			
Dottorando Borsa	2		2
Ricercatori	4	3	1
Tecnici e amministrativi	3	3	
Tecnologi			
Totale	9	6	3

Per l'eventuale personale FBK afferente all'Unità, si vedano le tabelle nella sezione finale del documento.

Budget CNR-IFN

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
- Personale	437.002,46	445.427,14
- Viaggi	12.000,00	11.000,00
- Cespiti (HW/SW)	25.000,00	2.000,00
- Altro	33.000,00	12.980,00
Totale costi	507.002,46	471.407,14
Ricavi		
- Progetti europei		14.583,33
- Altri ricavi esterni	121.800,00	58.156,50
- Progetti in corso di definizione		
Totale ricavi	121.800,00	72.739,83
Ordinario CNR	385.202,46	398.667,31
Quota di autofinanziamento	24%	16%

Per il Budget 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 e visione

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. 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 non invasiva di VOC per applicazioni nell'agronomia, conservazione del cibo, in campo ambientale, controllo di processi industriali e biomedicale.

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 dalle numerose 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, il gruppo ha acquisito una nuova Unità di personale Ricercatore CNR, il DR. Nardi Marco Vittorio, dal 01/07/2019 che lavorerà nel settore dei materiali funzionali, loro sintesi e studio, mentre dal prossimo anno uno dei ricercatori FBK, il DR. Andrea Boschetti, andrà in quiescenza.

2. Principali risultati dell’attività di ricerca

Con riferimento alle singole attività riportate nel documento di Budget 2019, dal punto di vista scientifico sono state già prodotte tredici pubblicazioni su riviste di alto impatto, con potenziali ricadute in diversi settori applicativi e della nostra società.

Sintesi e studio di film di materiali organici ed inorganici

Lo sviluppo di film sottili a base MoS_2 tramite la tecnica in vuoto di Ion Jet Deposition (IJD), nell’ambito del progetto MILA (CARITRO, anche in collaborazione con il gruppo BIOMEMS di FBK) e del lavoro di tesi di Dottorato del Dott. Amir Ghiami, ha portato alla sottomissione di un primo articolo e la stesura di un secondo, mentre la collaborazione con alcuni gruppi internazionali su questi temi ha di recente generato una pubblicazione sulla prestigiosa rivista ACS Nano (DOI: 10.1021/acsnano.9b05423). Le possibili applicazioni industriali di questi materiali vanno dall’optoelettronica alla sensoristica. Gli studi su materiali graphene e graphene-like a base carbonio per applicazioni in elettronica, in collaborazione con FBK e altri gruppi italiani, hanno portato a diverse pubblicazioni tra cui:

M. Gaboardi et al., Surface Science 691, 121499 (2020).

Dal punto di vista dei materiali nanostrutturati per applicazioni biomedicali, le ricerche sui materiali memristivi scaturite dal progetto PAT “MaDELeNa” (in collaborazione con FBK LABSSAH e IBF-CNR) hanno la pubblicazione:

L. Lunelli et al., Biophysical Chemistry 253, 106212 (2019).

Nell’ambito della sensoristica anche per applicazioni nel biomedicale, grazie alle collaborazioni sviluppate a livello internazionale (Vietnam, Corea del Sud), sono state prodotte diverse pubblicazioni tra cui la recente:

T.M. Ngoc et al., Analytica Chimica Acta 1069, 108 (2019).

Crescita di semiconduttori organici per la realizzazione di dispositivi prototipali

Si è studiata la possibilità di realizzazione di MASER a temperatura ambiente con sistemi organici. La ricerca parte dallo studio di come si possa popolare lo stato di tripletto di alcune molecole, come ad esempio il pentacene. L'attività sviluppata in collaborazione con il gruppo del prof. A. Cassinese a Napoli, A. Ghirri a Modena e L. Beverina a Milano ha riguardato la deposizione sia di film di pentacene puro per la realizzazione di diodi di tipo schottky (usando come contatti oro e alluminio), sia la realizzazione di film misti picene/pentacene (questi ultimi prevalentemente per lo studio del trasferimento di energia dal picene al pentacene). Le misure, in particolare quelle EPR sui diodi realizzati sono in corso e ulteriori film con caratteristiche ottimizzate per le misure che si vogliono fare sono in fase di realizzazione.

Transistor elettrochimici

L'attività di ricerca basati sui transistor elettrochimici realizzati con il PEDOT:PSS è continuata in collaborazione con il gruppo del Dr. David Maniglio, dell'Università di Trento, relativamente all'ottimizzazione dei dispositivi per migliorare la rivelazione di proteine. Il lavoro, in questo caso, ha riguardato principalmente la rivelazione della proteina PSA al fine di ottimizzare i dispositivi per un utilizzo come sensori specifici. Come si era previsto in fase di programmazione, l'attività non sta purtroppo procedendo nei tempi necessari per la mancanza di personale dedicato.

Piattaforma opto-meccanica per lo studio di correlazioni quantistiche tra radiazione e sistemi meccanici

Nel 2019 abbiamo ottimizzato il processo di produzione delle nostre membrane planari, riducendo il contributo del bordo alla perdita meccanica grazie al controllo preciso della forma del contatto tra la membrana sospesa e suo supporto. Il processo di produzione consiste principalmente di passaggi a secco ed è stato specificamente sviluppato come base per la produzione di membrane con il cristallo fotonico per aumentare riflettività. In particolare, la caratteristica chiave per il controllo della dissipazione al limite e per la riproducibilità del fattore Q è risultato essere la misura dell'undercut dello strato sacrificale di ossido sul bordo della membrana.

Questi oscillatori basati su membrana di Silicon Nitride sono stati utilizzati nella preparazione e nella osservazione di oscillatori meccanici macroscopici in stati non classici. Lo sviluppo di indicatori affidabili delle proprietà dell'oscillatore in queste condizioni è importante anche per le applicazioni alle tecnologie quantistiche. 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. Abbiamo anche proposto un metodo per controllare il detuning di cavità. I risultati sono stati pubblicati su rivista internazionale:

A. Chowdhury et al, Quantum Sci. Technol. 4, 024007 (2019).

Metodi di analisi e monitoraggio di processi con spettroscopia laser e spettrometria di massa

Nell'ambito della collaborazione con 3Slab, è proseguita l'attività rivolta al controllo di qualità dei liquidi e l'analisi dell'emissione dei condensati delle sigarette elettroniche (rispetto della composizione nominale, assenza contaminanti, corretta titolazione della nicotina). Inoltre, per quanto concerne le emissioni di carbonili nell'aerosol prodotto da sigarette elettroniche, è stato messo a punto un metodo di misura quantitativa di composti volatili organici di interesse (Formaldeide, Acetaldeide, Acroleina, Diacetile, Crotonaldeide, Propionaldeide) in gas cromatografia e spettrometria di massa grazie all'uso di una soluzione contenente derivatizzante (PFBHA), al fine di aumentare la massa delle molecole di interesse evitandone la dispersione nell'ambiente.

Per quanto riguarda il campo biomedico, per poter confermare i risultati ottenuti durante gli ultimi due anni, è terminata la campagna di raccolta dei campioni di urina da parte dell'Istituto dei Tumori di Milano ed in particolare, quest'anno, è stata posta particolare attenzione a prelievi di campioni provenienti da persone ammalate e non, ma con età paragonabili.

3. Piano delle attività: Obiettivi 2020

Sintesi e studio di film di materiali organici ed inorganici

Le attività relative alla sintesi di MoS_2 da tecnica IJD e studio delle relative proprietà elettroniche e strutturali proseguirà anche nel 2020, anno in cui si concluderanno sia il lavoro di tesi PhD di Amir Ghiami che il progetto MILA (CARITRO). Gli ottimi risultati ottenuti troveranno ulteriore sviluppo in specifiche applicazioni in optoelettronica e dispositivi a switching memristivo. Inoltre verranno indagati anche altri TMDC (dicalcogenuri di metalli di transizione) come il WS_2 , dai quali ci si aspettano risultati ancora più eclatanti, vista la maggiore difficoltà nel sintetizzare questo materiale con tecniche standard (CVD). Grazie alle diverse collaborazioni aperte su questi materiali, ci si aspetta di presentare progetti a livello nazionale ed internazionale, anche per reperire i fondi necessari per continuare efficacemente questa attività.

Le ricerche relative alla funzionalizzazione di nanoparticelle per utilizzi in ambito sensoristico (sensing di gas) e biomedicale (Photodynamic Therapy PDT) continueranno anche grazie alle collaborazioni a livello internazionale (Corea del sud, Vietnam, USA) e nazionale (Univ. Trento, Univ. Modena, ELETTRA), oltre che sviluppando specifici progetti (alcuni già presentati) che, auspicabilmente, potranno dare ulteriore linfa a queste attività. Le ricadute dal punto di vista applicativo, sia in termini di nuovi materiali che di nuove metodologie di indagine, si aggiungeranno a quelle di tipo prettamente scientifico in campi molto importanti come quello della qualità dell'aria negli ambienti ospedalieri e delle cure antitumorali.

Dal punto di vista delle numerose collaborazioni attive a livello nazionale ed internazionale per lo studio delle proprietà elettroniche di materiali inorganici ed organici, sfruttando le nostre tecniche di indagine sia in house che la possibilità di avere tempo macchina su una beamline del sincrotrone ELETTRA, le attività continueranno su

più fronti. Oltre allo studio di nanoparticelle inorganiche funzionalizzate con molecole organiche per applicazioni in sensoristica, materiali a base grafene per l'elettronica ed energetica, verranno studiati nanofili/nanotubi di germanio/carbonio da utilizzare in dispositivi per la rilevazione di esplosivi (IMEM Parma, Univ. Parma). L'impatto di queste ultime applicazioni è particolarmente rilevante e strategico, tale da poter produrre ulteriori sviluppi futuri per nuovi progetti a livello anche internazionale.

Crescita di semiconduttori organici per la realizzazione di dispositivi prototipali

Per quanto riguarda la crescita dei materiali organici, l'attività prevista per il 2020 riguarderà principalmente il proseguo di quanto fatto fino ad ora per la realizzazione di MASER. Al momento attuale non sono previsti finanziamenti specifici ma nel caso si valuterà la possibilità di accedere a eventuali call di progetti. Si prevede, per il prossimo anno, di realizzare dispositivi di tipo FET basati su pentacene per misure di tipo EPR che verranno fatte in collaborazione con i gruppi di Milano e Modena. Tali misure dovrebbero essere in grado di verificare come si popola lo stato di tripletto del pentacene e quindi avere un'idea di come poi un eventuale dispositivo MASER potrebbe funzionare. Qui a Trento ci si focalizzerà sulla crescita e realizzazione dei dispositivi prototipali, mentre le misure EPR verranno poi eseguite presso i gruppi di Milano (Fabrizio Moro). Attualmente non sono ancora stati realizzati dispositivi funzionanti con le caratteristiche desiderate, anche per la criticità dovuta alle dimensioni specifiche necessarie per poter effettuare misure EPR. Si spera di risolvere questi problemi nel corso dell'anno.

Transistor elettrochimici

Per quanto riguarda gli OECT, si cercherà di finire il lavoro iniziato affinando ulteriormente i metodi di preparazione dei dispositivi. Per quanto riguarda eventuali applicazioni degli stessi, si cercheranno possibili sbocchi in campo biomedicale. A tal proposito, sembra interessante verificare la possibilità di usare gli stessi sensori per la rivelazione di omocisteina o, in generale, precursori che potrebbero essere indicatori di criticità nell'organismo. Il sistema dedicato alla loro caratterizzazione e la realizzazione dei dispositivi stessi sono aspetti ben conosciuti, pertanto non ci si aspetta serie difficoltà. Le maggiori criticità che si rilevano al momento attuale sono legate alla mancanza di personale per poter seguire in modo opportuno la ricerca.

Piattaforma opto-meccanica per lo studio di correlazioni quantistiche tra radiazione e sistemi meccanici

I nostri device si basano sul fenomeno detto "diluizione della dissipazione", per cui il fattore di qualità di una membrana tensionata è elevato grazie allo stress interno. Le membrane in nitruro di silicio possono essere prodotte con uno stress interno di circa 1 GPa e, se adeguatamente isolate dalla struttura di supporto, possono raggiungere un fattore di qualità meccanico di parecchi milioni, a seconda delle dimensioni e dello spessore. Più in dettaglio, la dissipazione è dominata dalla perdita intrinseca dovuta alla tensione della forma modale e si può dimostrare che:

1. il contributo del bordo è dominante;
2. gli spessori più sottili hanno un Q maggiore, poiché la deformazione è minore;
3. le modalità di ordine superiore hanno un Q inferiore, poiché aumenta il numero di antinodi;
4. le membrane piccole hanno un Q inferiore, perché il rapporto energetico (volume / bordo) peggiora.

Per il 2020 l'attività verrà dedicata al design e alla produzione di una membrana con una struttura fononica appositamente disegnata per ridurre sia le perdite di serraggio che quelle dovute ai bordi. I cristalli fononici sono ottenuti con variazioni periodiche delle proprietà acustiche del materiale (ovvero elasticità e massa). Una delle principali proprietà dei cristalli fononici è la possibilità di avere un gap fononico, che impedisce la trasmissione attraverso il materiale di fononi in una specifica banda di frequenza, riducendo la perdita meccanica per i modi normali di oscillazione in quella banda. Quindi realizzare una membrana tensionata sostenuta da una struttura fononica lungo tutto il bordo permette di ottenere un fattore di qualità elevato per le oscillazioni confinate nel centro della membrana.

Per il design di questi sistemi utilizzeremo programmi ad elementi finiti con tool software da noi appositamente sviluppati per la modellazione di sistemi a membrana tensionata. Nella pratica nelle membrane verranno realizzati pattern di fori con la geometria e periodicità necessaria per ottenere le caratteristiche di isolamento desiderate. I sistemi saranno poi realizzati, con tecnologia MEMS, su una membrana spessa 100 nm, dal diametro di qualche mm e supportata da una cornice in silicio. Il fattore di qualità meccanico atteso su questi sistemi è dell'ordine di $5E7$, circa 10 volte più alto che negli attuali sistemi. Questo incremento permetterà di utilizzare l'oscillatore in apparati che cercano di ottenere stati quantistici nell'interazione tra membrana e un fascio laser. Questo sistema verrà impiegato nell'ambito del progetto QuaSeRT, finanziato dalla Comunità Europea, e del progetto HUMOR finanziato dall'INFN.

Metodi di analisi e monitoraggio di processi con spettroscopia laser e spettrometria di massa.

Nell'ambito delle problematiche sia di salute che di qualità dei liquidi connesse alle sigarette elettroniche (collaborazione con 3Slab), tema di grande attualità, ed anche alle certificazioni necessarie per poter notificare i prodotti alla comunità europea, continuerà lo sviluppo di metodologie per il controllo di qualità dei liquidi e dei volatili contaminanti presenti nell'aerosol prodotto dalle e-sigarette.

Per quanto riguarda lo studio delle emissioni di volatili organici emessi da campioni di urina, rivolto ad una diagnosi non invasiva del tumore alla prostata, inizieranno già verso la fine di questo anno e proseguiranno nel prossimo le misure dei VOCs emessi sui nuovi campioni con varie metodologie, mentre in seguito ci sarà la fase di analisi dei dati con diversi metodi statistici.

In collaborazione con FEM sono appena iniziati e proseguiranno durante il prossimo anno, alcuni studi preliminari su tematiche agronomiche ed agroindustriali quali:

- monitoraggio delle differenze di trasformazione dei composti volatili tra piantine di melo trattate con diversi livelli di contaminazione del virus degli scopazzi e piantine sane;
- studio di alcuni trattamenti (Methyl Vinyl Ketone, Methyl Ethyl Ketone, 2-Butanol, 3-Buten-2-ol) su piante di quercia e verifica di alcuni aspetti del metabolismo della pianta (anche in collaborazione con l'Università di Padova);
- studio su differenti tipologie di legno e loro differenti parti sottoposte a diversi trattamenti termici e/o anaerobici (anche in collaborazione con Istituto per la Valorizzazione del legno e delle Specie Arboree, IVALSA del CNR).

Anche per queste tematiche, l'assenza di specifici finanziamenti ne condiziona la continuità.

4. Indicatori e risultati misurabili: sintesi

Gli obiettivi che il gruppo si propone sono innanzitutto nell'ottica dell'eccellenza scientifica, quindi valutabili con pubblicazioni di alto livello e con un importante impact factor. Si vogliono inoltre rafforzare le collaborazioni scientifiche in atto con gruppi italiani ed esteri, oltre ad avviarne di nuove sulla base dello sviluppo delle ricerche in atto. Questo dovrebbe aumentare anche la capacità propositiva di progetti a livello sia locale, che nazionale ed europeo e racimolare adeguate risorse almeno per finanziare posizioni di giovani ricercatori e mantenere il necessario livello di affidabilità e aggiornamento dei laboratori.

La realizzazione di dispositivi a base di nanostrutture inorganiche funzionalizzate per applicazioni sia nel biomedicale che nel sensing continueranno e, visti i risultati ottenuti fino ad ora, siamo fiduciosi porteranno ulteriori sviluppi, anche dal punto di vista progettuale. L'obiettivo di realizzare l'elemento emettitore a film sottile in un dispositivo tipo MASER, o almeno ottimizzarne le caratteristiche, è decisamente ambizioso ma, riteniamo aggredibile. L'impatto che una tale tecnologia potrebbe avere in vari settori della nostra società sarebbe davvero notevole, anche se si ritiene che la distanza da percorrere prima di avere un vero dimostratore sia ancora non trascurabile. Per quanto riguarda la realizzazione di sensori basati su OECT, si ha come obiettivo lo sviluppo di dispositivi che siano utilizzabili in diversi ambiti e biodegradabili. In questo contesto, si vuole rafforzare la collaborazione anche con la sede di Parma del nostro Istituto per favorire lo sviluppo di applicazioni in diversi ambiti. Dal punto di vista della sintesi di MoS_2 , ci aspettiamo di realizzare dispositivi elettronici basati sui film sottili da noi prodotti, sfruttando le originali proprietà ottenute grazie alle nostre tecniche di sintesi e crescita. Inoltre, spostando l'attenzione verso altri materiali 2D (come il WS_2), l'orizzonte delle possibili applicazioni si amplierà ancora di più.

La collaborazione fra IMEM e 3Slab, che è stata rinnovata per quattro anni, dovrebbe portare alla pubblicazione dei primi risultati scientifici ottenuti, oltre che allo sviluppo di nuove progettualità a livello locale e nazionale. Più in generale continueranno le collaborazioni con FEM ed altri enti di ricerca coinvolti ed interessati ad applicare

metodologie non invasive per monitorare ed analizzare processi in diversi campi applicativi, soprattutto Scienze della Vita, con l'idea di raggiungere una massa critica e porre in essere una progettualità con una buona percentuale di successo. La mancanza dal prossimo anno di una unità di personale attivo in questo ambito, il DR. Andrea Boschetti, verrà gestita in modo tale da garantire la necessaria operatività e continuità di tale collaborazione e, più in generale, della linea di ricerca "Metodi di analisi e monitoraggio di processi con spettroscopia laser e spettrometria di massa".

Il progetto QuaSeRT cerca di sviluppare una piattaforma che permetta l'operatività a livello quantistico di sensori optomeccanici mantenuti a temperatura ambiente. Questa è una richiesta cruciale per consentire uno scenario applicativo realistico e richiede un miglioramento sostanziale delle tecnologie attuali. Anche se i sensori sviluppati hanno un TRL troppo basso per avere immediate applicazioni, il successo di questa ricerca aprirà la possibilità di impiego dei nostri sensori nel campo delle Quantum Technologies.

Composizione dell'Unità: organico CNR-IMEM

Tipologia personale	n. unità al 10/10/2019	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	0	0	0
Dottorando Borsa	1	0	0
Ricercatori	7	6	1
Tecnici e amministrativi	4	4	0
Tecnologi	0	0	0
Totale	12	11	1

Per l'eventuale personale FBK afferente all'Unità, si vedano le tabelle nella sezione finale del documento.

Budget CNR-IMEM

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
- Personale	463.465,08	518.232,82
- PhD	18.666,67	0,00
- Viaggi	2.000,00	1.000,00
- Investimenti (cespiti)	0,00	0,00
- Altre spese	5.000,00	0,00
Totale costi	489.131,75	519.232,82
Ricavi		
- Progetti europei	35.308,42	25.646,00
- Altre Agenzie Pubbliche	0	0,00

- Commesse con Privati	7.943,00	4.200,00
- Progetti in negoziazione	0	0,00
- Progetti da acquisire	0	0,00
- Ricavi da acquisire	0	0,00
- Altri Ricavi	0	0,00
Totale ricavi	43.251,42	29.846,00
Fondo Ordinario CNR	445.880,32	489.386,82
Quota di autofinanziamento	8,84%	5,75%

Per il Budget FBK, si veda la tabella nella sezione finale del documento.

TABELLE ECONOMICO FINANZIARIE

Tabelle Parte I

Budget Economico Triennale
della Fondazione Bruno Kessler per gli anni 2020-2022

	2020	2021	2022
Conto economico			
A) Valore della produzione:			
1) ricavi delle vendite e delle prestazioni	1.414.679	1.202.477	1.202.477
2) variazioni delle rimanenze di prodotti in corso di lavorazione, semilavorati e finiti			
3) variazioni dei lavori in corso su ordinazione			
4) incrementi di immobilizzazioni per lavori interni			
5) altri ricavi e proventi			
contributi in conto esercizio	33.764.024	30.004.000	30.004.000
altri	18.164.616	15.439.924	15.439.924
Totale altri ricavi e proventi	51.928.640	45.443.924	45.443.924
Totale valore della produzione	53.343.319	46.646.401	46.646.401
B) Costi della produzione:			
6) per materie prime, sussidiarie, di consumo e di merci	3.196.257	2.840.316	2.840.316
7) per servizi	13.373.075	11.305.044	11.305.044
8) per godimento di beni di terzi			
9) per il personale:			
a) salari e stipendi			
b) oneri sociali			
c) trattamento di fine rapporto			
d) trattamento di quiescenza e simili			
e) altri costi			
Totale costi per il personale	34.854.672	30.973.191	30.973.191
10) ammortamenti e svalutazioni:			
a) ammortamento delle immobilizzazioni immateriali	726.965	646.009	646.009
b) ammortamento delle immobilizzazioni materiali	101.000	89.752	89.752
c) altre svalutazioni delle immobilizzazioni			
d) svalutazioni dei crediti compresi nell'attivo circolante e delle disponibilità liquide			
Totale ammortamenti e svalutazioni	827.965	735.761	735.761
11) variazioni delle rimanenze di materie prime, sussidiarie, di consumo e merci			
12) accantonamenti per rischi			
13) altri accantonamenti			
14) oneri diversi di gestione	891.350	592.088	592.088
Totale costi della produzione	53.143.320	46.446.400	46.446.400
Differenza tra valore e costi della produzione (A - B)	200.000	200.000	200.000
C) Proventi e oneri finanziari:			
15) proventi da partecipazioni			
da imprese controllate			
da imprese collegate			
altri			
Totale proventi da partecipazioni			
16) altri proventi finanziari:			
a) da crediti iscritti nelle immobilizzazioni			
da imprese controllate			
da imprese collegate			
da imprese controllanti			
altri			
Totale proventi finanziari da crediti iscritti nelle immobilizzazioni			
b) da titoli iscritti nelle immobilizzazioni che non costituiscono partecipazioni			
c) da titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni			
d) proventi diversi dai precedenti			
da imprese controllate			
da imprese collegate			
da imprese controllanti			
altri			
Totale proventi diversi dai precedenti			
Totale altri proventi finanziari			

	2020	2021	2022
17) interessi e altri oneri finanziari			
a imprese controllate			
a imprese collegate			
a imprese controllanti			
altri			
Totale interessi e altri oneri finanziari			
17-bis) utili e perdite su cambi			
Totale proventi e oneri finanziari (15 + 16 - 17 + - 17-bis)			
D) Rettifiche di valore di attività finanziarie:			
18) rivalutazioni:			
a) di partecipazioni			
b) di immobilizzazioni finanziarie che non costituiscono partecipazioni			
c) di titoli iscritti all'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni			
Totale rivalutazioni			
19) svalutazioni:			
a) di partecipazioni			
b) di immobilizzazioni finanziarie che non costituiscono partecipazioni			
c) di titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni			
Totale svalutazioni			
Totale delle rettifiche di valore di attività finanziarie (18 - 19)			
E) Proventi e oneri straordinari:			
20) proventi			
plusvalenze da alienazioni i cui ricavi non sono iscrivibili al n 5			
Differenza da arrotondamento all'unità di Euro			
altri			
Totale proventi			
21) oneri			
minusvalenze da alienazioni i cui effetti contabili non sono iscrivibili al n 14			
imposte relative ad esercizi precedenti			
Differenza da arrotondamento all'unità di Euro			
altri			
Totale oneri			
Totale delle partite straordinarie (20 - 21)			
Risultato prima delle imposte (A - B + - C + - D + - E)	200.000	200.000	200.000
22) imposte sul reddito dell'esercizio, correnti, differite e anticipate			
Imposte correnti	200.000	200.000	200.000
Imposte differite			
Imposte anticipate			
proventi (oneri) da adesione al regime di consolidato fiscale / trasparenza fiscale			
Totale delle imposte sul reddito dell'esercizio, correnti, differite e anticipate	200.000	200.000	200.000
23) Utile (perdita) dell'esercizio	0	0	0

Dettaglio contributi in conto esercizio	2020	2021	2022
Fondi ordinari AdP	28.804.000	27.304.000	27.304.000
(-) Quota premiale AdP accantonata (50% a saldo)	0	0	0
(+) de-premi anno 2018	297.843	0	0
Quota "Anticipi PaT su attività ex ITC"	257.850	0	0
Economie 2018	4.404.331	0	0
Economie Stimate	0	2.700.000	2.700.000
ADP integrativo	0	0	0
TOTALE	33.764.024	30.004.000	30.004.000

Tabelle Parte II

**Budget delle Attività di Ricerca
della Fondazione Bruno Kessler per l'anno 2020**

TABELLE ORGANICO, BUDGET, PORTAFOGLIO PROGETTI PER CENTRO / LINEA O UNITÀ / PROGETTO SPECIALE

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

Organico complessivo del Centro

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	5,6	-	5,6
Dottorando Borsa	86,2	-	86,2
Ricercatori	133,4	68,2	65,1
Tecnologi	66,1	27,0	39,1
Tecnici e amministrativi	31,9	5,8	26,1

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	14.630.912	14.593.494
PHD	1.935.969	2.008.152
Viaggi	803.813	745.890
Investimenti	195.047	190.595
Altre spese	1.203.481	1.256.185
Costi / (Ricavi) trasversali	-242.858	-757.926
Totale Costi	18.526.363	18.036.390
Ricavi		
Progetti europei	3.476.400	3.904.705
Altre agenzie pubbliche	1.543.510	782.194
Commesse con privati	1.229.528	727.824
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	5.085.097	5.073.788
Convegni	-	-
Altri ricavi	18.048	11.750
Ricavi da acquisire	445.000	806.967
Ricavi	11.797.583	11.307.229
ADP	6.728.780	6.729.161
Quota di autofinanziamento	64%	63%

Per l'anno 2019, il Budget del Centro ICT e delle relative Linee include la quota parte specifica di costi, ricavi e AdP del Centro CREATE-NET, confluiti nell'anno 2020 nel Centro ICT e nelle relative Linee.

ICT DigiS – Digital Society

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	0,4	-	0,4
Dottorando Borsa	35,2	-	35,2
Ricercatori	44,8	21,0	23,8
Tecnologi	20,9	11,9	9,0
Tecnici e amministrativi	8,8	-	8,8

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	4.617.358	4.490.781
PHD	764.193	848.006
Viaggi	201.870	243.750
Investimenti	51.200	48.095
Altre spese	324.604	434.617
Costi / (Ricavi) trasversali	49.129	-491.791
Totale Costi	5.910.095	5.573.459
Ricavi		
Progetti europei	946.433	1.419.845
Altre agenzie pubbliche	113.998	174.371
Commesse con privati	256.194	99.505
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	2.174.644	1.353.944
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	130.000	236.967
Ricavi	3.621.269	3.284.632
ADP	2.288.826	2.288.826
Quota di autofinanziamento	61%	59%

Per l'anno 2019, il Budget del Centro ICT e delle relative Linee include la quota parte specifica di costi, ricavi e AdP del Centro CREATE-NET, confluiti nell'anno 2020 nel Centro ICT e nelle relative Linee.

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
STARDUST - 774094	Holistic and Integrated Urban Model for Smart Cities	Grant Agreement	1/10/2017	30/9/2022	538.750,00	78.407,62
IoT Labs	IoT Rapid-Proto Labs	Grant Agreement	1/1/2018	31/12/2020	150.852,00	65.310,54
Hatometer	Hate speech tool for monitoring, analysing and tackling Anti-Muslim hatred online	Grant Agreement	1/2/2018	31/1/2020	188.337,12	4.483,32
Families_Share - 780783	Socializing and sharing time for work/life balance through digital and social innovation	Grant Agreement	1/1/2018	31/10/2020	177.312,50	76.488,31
CASM	Comunicazione aumentata per l'apprendimento degli sport di montagna	Grant Agreement	13/11/2017	30/4/2020	26.000,00	5.740,44
5G-CARMEN	5G for Connected and Automated Road Mobility in the European union	Grant Agreement	1/11/2018	31/10/2021	1.233.250,00	296.134,23
AI4EU - 825619	A European AI On-Demand Platform and Ecosystem	Grant Agreement	1/1/2019	31/12/2021	325.556,25	118.256,29
Humane AI - 820437	Toward AI Systems That Augment and Empower Humans by Understanding Us, our Society and the World Around Us	Grant Agreement	1/3/2019	29/2/2020	24.000,00	790,99
PERCEPTIONS - 833870	Understand the Impact of Novel Technologies, Social Media, and Perceptions in Countries Abroad on Migration Flows and the Security of the EU & Provide Validated Counter Approaches, Tools and Practices	Grant Agreement	1/9/2019	31/8/2022	185.312,50	72.480,86
NeuroSoNew - 842243	"NeuroSoNew: Portable EEG-based screening of social predispositions in newborns"	Grant Agreement	1/11/2019	30/4/2021	6.250,00	6.281,63

CCI+HRLC	Climate Change Initiative Extension (CCI+) Phase 1 - New Essential Climate Variables (NEW ECVS) - High Resolution Land Cover ECV (HR_LandCover_cci)	Tender Agreement	1/12/2018	30/11/2021	100.068,00	34.431,17
SPIDER	A cyberSecurity Platform for virtualised 5G cyber Range services	Grant Agreement	1/7/2019	30/6/2022	211.000,00	56.642,01
GIOCONDA	Gestione Integrata e Olistica del Ciclo di vita degli Open Data	Grant Agreement	1/1/2019	31/12/2020	109.308,45	57.087,04
INFINITECH - 856632	Tailored IoT & BigData Sandboxes and Testbeds for Smart, Autonomous and Personalized Services in the European Finance and Insurance Services Ecosystem	Grant Agreement	1/10/2019	31/12/2022	318.750,00	132.051,64
JUICE-RIME-C2/D	Partecipazione italiana alla missione JUICE	Grant Agreement	23/11/2018	22/5/2022	189.760,00	65.058,41
FIREO	Service agreement for implementing FIREO	Prestazione di Servizio	1/10/2018	30/9/2020	114.000,00	55.996,14
ARTIQS-Q@TN-CIT	ARTificial Intelligence for Quantum Systems (ARTIQS)	Grant Agreement	1/3/2019	28/2/2022	160.000,00	26.830,73
MABUNESCO-MOBILITA-ALTOGARDA-LEDRO-E-GIUDICARIE	Mobilità sostenibile nel territorio comunità Alto Garda e Ledro e Giudicarie	Grant Agreement	1/1/2019	31/3/2020	29.568,00	17.171,25
SMART CHAIN	Avviso 7/2017 del P.O. FESR - Contratto per Ricerca Contrattuale sul progetto Smart Chain	Prestazione di Servizio	1/2/2019	31/1/2020	36.000,00	1.668,64
AIMS	Advanced asset Issuing Model and Service	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	114.300,00	114.342,99
EIT Digital Hubs 2020		Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	158.335,00	25.836,84
EIT RIS A1		Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	345.750,00	70.644,90
InnoWEEE	Innovative WEEE traceability and collection system and	Grant Agreement	1/7/2018	30/6/2021	128.089,00	129.607,86

	geo-interoperability of WEEE data					
SCP	Shared Cityhub for Parcel Deliveries	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	182.650,00	180.308,30
SMART CHAIN	Avviso 7/2017 del P.O. FESR - Contratto per Ricerca Contrattuale sul progetto Smart Chain	Prestazione di Servizio	1/2/2019	1/1/2020	36.000,00	1.668,64

ICT HWB – Health & Wellbeing

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	2,2	-	2,2
Dottorando Borsa	20,7	-	20,7
Ricercatori	35,7	18,5	17,2
Tecnologi	22,3	5,1	17,2
Tecnici e amministrativi	4,0	2,0	2,0

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	4.107.385	4.117.574
PHD	452.806	441.410
Viaggi	180.483	166.775
Investimenti	32.847	37.500
Altre spese	374.285	383.451
Costi / (Ricavi) trasversali	50.109	-
Totale Costi	5.097.697	5.146.710
Ricavi		
Progetti europei	994.974	685.721
Altre agenzie pubbliche	952.564	254.011
Commesse con privati	175.693	-
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	931.917	1.851.484
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	183.000	500.000
Ricavi	3.238.147	3.291.216
ADP	1.859.550	1.855.494
Quota di autofinanziamento	64%	64%

Per l'anno 2019, il Budget del Centro ICT e delle relative Linee include la quota parte specifica di costi, ricavi e AdP del Centro CREATE-NET, confluiti nell'anno 2020 nel Centro ICT e nelle relative Linee.

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
CAVIT accordo applicativo Convenzion e reg2298	Protocollo applicativo della convenzione quadro del 24/5/2017, FBK reg2298, per il monitoraggio predittivo di parametri enologici e di vigoria con Deep Learning per spettroscopia e immagini.	Accordo di Collaborazione	16/6/2017	31/12/2019	135.000,00	44.870,92
WellCo - 769765	Wellbeing and Health Virtual Coach	Grant Agreement	1/11/2017	30/10/2020	491.250,00	174.580,15
UPRIGHT - 754919	Universal Preventive Resilience Intervention Globally implemented in schools to improve and promote mental Health for Teenagers	Grant Agreement	1/1/2018	31/12/2021	661.250,00	160.845,95
VESTEC	Visual Exploration and Sampling Toolkit for Extreme Computing	Grant Agreement	1/9/2018	31/8/2021	230.000,00	79.507,71
USUTU	Traiettoria evolutiva del virus USUTU in aree endemiche del nord-est d'Italia e valutazione del rischio di trasmissione all'uomo tramite trasfusione di sangue	Grant Agreement	12/2/2018	19/12/2020	14.000,00	6.665,99
PEI_mappa rischio calamità	mappatura dei fattori di rischio da gelate e altri fattori atmosferici per l'agricoltura	Grant Agreement	10/3/2018	31/12/2020	145.000,00	38.978,79
TBDTHC	Training Blueprint for the Digital Transformation of Health and Care	Grant Agreement	1/10/2018	31/7/2021	83.304,00	24.814,50
Humane AI - 820437	Toward AI Systems That Augment and Empower Humans by Understanding Us, our Society and the World Around Us	Grant Agreement	1/3/2019	29/2/2020	24.000,00	705,03

CAPS	Cruscotto applicativo per la sicurezza Progetto per la realizzazione di una piattaforma software integrata dell'archivio georiferito delle telecamere di videosorveglianza in Trentino a servizio delle forze dell'ordine.	AdP Integrativo	8/3/2018	31/12/2020	128.000,00	3.523,51
ARTIQS-Q@TN-CIT	ARTificial Intelligence for Quantum Systems (ARTIQS)	Grant Agreement	1/3/2019	28/2/2022	160.000,00	26.830,73
TC SmartM2M	Call for Expertise Specialist Task Force STFCV (TC SmartM2M) on SAREF extensions for Automotive, eHealth/Ageing-well, Wearables and Water	Prestazione di Servizio	20/12/2018	30/6/2019	30.625,00	15.048,32
SurvEti	Improving Disease Surveillance and Control in Ethiopia	Grant Agreement	7/9/2018	6/9/2021	543.688,70	187.785,13
verso RICIBO		Accordo di Collaborazione	1/4/2019	30/6/2020	8.187,50	8.188,96
AWARE	AWARE - PROJECT AGREEMENT N.18250	Grant Agreement	1/1/2019	31/12/2020	12.794,00	12.855,69
RePlay	RePlay	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2021	42.631,00	44.627,29

ICT DI – Digital Industry

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	1,0	-	1,0
Dottorando Borsa	17,2	-	17,2
Ricercatori	39,7	22,8	17,0
Tecnologi	13,2	6,0	7,2
Tecnici e amministrativi	15,0	2,0	13,0

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	3.690.587	4.104.020
PHD	462.669	421.475
Viaggi	172.460	177.300
Investimenti	48.000	66.000
Altre spese	292.753	258.804
Costi / (Ricavi) trasversali	93.619	-266.135
Totale Costi	4.572.850	4.761.464
Ricavi		
Progetti europei	819.182	1.012.297
Altre agenzie pubbliche	273.311	272.887
Commesse con privati	797.641	520.923
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	805.563	1.063.558
Convegni	-	-
Altri ricavi	18.048	11.750
Ricavi da acquisire	132.000	70.000
Ricavi	2.845.745	2.951.415
ADP	1.727.105	1.810.049
Quota di autofinanziamento	62%	62%

Per l'anno 2019, il Budget del Centro ICT e delle relative Linee include la quota parte specifica di costi, ricavi e AdP del Centro CREATE-NET, confluiti nell'anno 2020 nel Centro ICT e nelle relative Linee.

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
BOOSTEE-CE	Boosting Energy Efficiency in Central European Cities through Smart Energy Management	Grant Agreement	1/6/2017	31/5/2020	309.448,48	59.286,16
GAUSS	Governing Adaptive and Unplanned Systems of Systems	Accordo di Collaborazione	22/2/2017	4/2/2020	56.973,00	9.371,46
VIRTUAL ARCH	Virtual Reality approaches to support use and preservation of endangered archaeological heritage in Central Europe	Grant Agreement	1/7/2017	30/6/2020	125.816,38	20.175,23
VOLTA	innovation in geospatial and 3D data	Grant Agreement	1/6/2017	31/5/2021	139.200,00	19.832,49
WAZIHUB	Accelerating Open IoT and Big Data Innovation in Afri	Grant Agreement	1/5/2018	30/4/2021	521.875,00	153.206,06
DECENTER	Decentralised technologies for orchestrated cloud-to-edge intelligence	Grant Agreement	1/7/2018	30/6/2021	650.500,00	74.484,18
Contratto_Applicativo_5_RFI	Contratto Applicativo per servizi di Ricerca relative a "Raccolta e analisi formale di requisiti di impianti di terra per il segnalamento ferroviario"	Tender Agreement	9/7/2018	8/3/2020	607.593,00	73.002,47
AMICOS	Autonomous Monitoring and Control System for Mining Plants	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2022	119.364,00	118.453,61
ELEVATE	Prestazione di servizio per il supporto alla realizzazione del Progetto "E-Learning with Virtual interAcTive Experience"	Prestazione di Servizio	1/3/2019	30/6/2020	75.000,00	37.024,75
iv4XR - 856716	Intelligent Verification/Validation for Extended Reality Based Systems	Grant Agreement	1/10/2019	30/9/2022	453.375,00	168.756,34

New Human Interfaces	Prestazione di servizio per analisi, valutazione e sperimentazione dell'utilizzo di tecnologie wireless nell' ambito della comunicazione di componenti "intelligenti"	Prestazione di Servizio	1/12/2018	28/2/2020	200.000,00	4.884,07
Xloader4.0	Consulenza finalizzata alla realizzazione di moduli software e di visione tridimensionale	Prestazione di Servizio	10/7/2019	31/8/2020	182.000,00	164.534,56
Defectless	Attività di ricerca per la realizzazione di alcuni moduli software	Prestazione di Servizio	26/11/2018	25/1/2020	72.000,00	5.677,55
CEF Data MarketPlace	CEF Data MarketPlace	Grant Agreement	1/11/2019	31/10/2021	154.481,25	85.898,19
Contratto Applicativo _12/2018_RFI	Contratto Applicativo per servizi di ricerca nr. 12/2018	Tender Agreement	5/9/2018	31/12/2022	724.653,50	143.566,48
SAIPEM_FA0	SAIPEM Frame Agreement	Tender Agreement	6/11/2018	31/12/2021	55.000,00	184.991,15
REPLICAT E4CH	REPLICATE4CH (Replicate for CulturalHeritage)	Grant Agreement	5/11/2018	4/11/2020	110.000,00	40.343,07
Training service model-based techniques	Service and license agreement aimed at training on model-based techniques for verification, safety assessment and diagnosis	Prestazione di Servizio	15/7/2019	30/6/2020	45.000,00	39.193,38
Forte Larino	Realizzazione di un sistema di valorizzazione e fruizione virtuale di Forte Larino	Prestazione di Servizio	4/7/2019	31/8/2020	25.000,00	24.752,99
MateDUB	Multimodal Automatic Translation Environment for Dubbing	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	188.906,25	188.688,85
SAFEME4 MINE	Preventive maintenance system mining machinery's safety devices	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2021	123.000,00	123.515,52
TOTEM	4D Trento Time Machine	Grant Agreement	2/12/2019	1/12/2021	50.000,00	24.968,45

ICT CS – Cybersecurity

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	1,0	-	1,0
Dottorando Borsa	8,3	-	8,3
Ricercatori	11,1	4,0	7,1
Tecnologi	9,7	4,0	5,7
Tecnici e amministrativi	2,3	-	2,3

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	1.730.011	1.434.176
PHD	212.559	195.026
Viaggi	110.513	60.500
Investimenti	26.000	7.000
Altre spese	103.165	104.508
Costi / (Ricavi) trasversali	50.000	-
Totale Costi	2.132.249	1.801.209
Ricavi		
Progetti europei	509.938	565.821
Altre agenzie pubbliche	203.637	80.925
Commesse con privati	-	107.396
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	1.153.257	803.661
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	1.866.832	1.557.803
ADP	265.416	243.406
Quota di autofinanziamento	88%	86%

Per l'anno 2019, il Budget del Centro ICT e delle relative Linee include la quota parte specifica di costi, ricavi e AdP del Centro CREATE-NET, confluiti nell'anno 2020 nel Centro ICT e nelle relative Linee.

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
GAUSS	Governing Adaptive and Unplanned Systems of Systems	Accordo di Collaborazione	22/2/2017	4/2/2020	56.973,00	401,09
DECENTER	Decentralised technologies for orchestrated cloud-to-edge intelligence	Grant Agreement	1/7/2018	30/6/2021	650.500,00	152.859,36
FINSEC - 786727	Integrated Framework for Predictive and Collaborative Security of Financial Infrastructures	Grant Agreement	1/5/2018	30/4/2021	455.625,00	145.428,49
5G-CARMEN	5G for Connected and Automated Road Mobility in the European union	Grant Agreement	1/11/2018	31/10/2021	1.233.250,00	30.095,01
Service Cherry Chain	Consulenza finalizzata allo sviluppo del protocollo DLT CherryChain.	Prestazione di Servizio	1/9/2019	31/8/2020	60.000,00	56.711,36
GN4-3		Grant Agreement	1/1/2019	31/12/2023	65.800,00	34.945,11
EnergIA!	Attività di ricerca finalizzata a alla definizione e realizzazione di una piattaforma prototipale di Fog Computing	Prestazione di Servizio	1/12/2018	31/3/2020	126.000,00	50.685,08
FRICoRe	Fundamental Rights In Courts and Regulation	Grant Agreement	1/2/2019	31/1/2021	15.847,08	903,11
CyberSec4Europe	CyberSec4Europe. Si tratta di un H2020 in cui FBK partecipa come linked third party di UNITN.	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	51.301,25	15.618,58
OLearn	OLearn: Introducing Machine Learning Techniques to Empower the Control and Management of Optical Networks	Grant Agreement	20/9/2018	19/9/2020	98.000,00	80.523,81
I-FLY		Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	99.562,00	99.593,34
TOSS	Total System Shield	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	86.288,00	86.377,52

CMM – Centro Materiali e Microsistemi

Organico complessivo del Centro

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	0,9	-	0,9
Dottorando Borsa	15,7	-	15,7
Ricercatori	69,1	36,5	32,6
Tecnologi	7,7	5,0	2,7
Tecnici e amministrativi	25,4	20,1	5,4

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	5.722.196	6.649.739
PHD	278.400	269.055
Viaggi	271.110	313.090
Investimenti	225.800	250.690
Altre spese	2.572.862	2.936.690
Costi / (Ricavi) trasversali	50.026	11.500
Totale Costi	9.020.342	10.407.764
Ricavi		
Progetti europei	777.833	980.034
Altre agenzie pubbliche	1.359.958	1.819.433
Commesse con privati	436.990	614.368
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	1.902.143	2.518.739
Convegni	-	-
Altri ricavi	71.300	90.000
Ricavi da acquisire	297.000	210.005
Ricavi	4.845.224	6.232.578
ADP	4.175.117	4.175.186
Quota di autofinanziamento	54%	60%

CMM ARES – Applied Research on Energy Systems

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	-	-	-
Dottorando Borsa	1,1	-	1,1
Ricercatori	5,8	2,0	3,8
Tecnologi	3,7	1,0	2,7
Tecnici e amministrativi	3,3	1,0	2,3

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	616.342	733.006
PHD	30.789	14.513
Viaggi	51.300	67.200
Investimenti	56.800	75.290
Altre spese	198.299	197.291
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	953.530	1.087.299
Ricavi		
Progetti europei	337.302	381.538
Altre agenzie pubbliche	60.000	66.316
Commesse con privati	89.649	42.549
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	321.491	441.151
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	5.000
Ricavi da acquisire	-	5
Ricavi	808.442	936.559
ADP	145.088	150.740
Quota di autofinanziamento	85%	86%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
CH2P	Co-generation of hydrogen and electricity with high-temperature fuel cells	Grant Agreement	1/2/2017	1/7/2020	461.000,00	102.577,39
INSHIP	731287 INSHIP - "Integrating National Research Agendas on Solar Heat for Industrial Processes"	Grant Agreement	1/1/2017	31/12/2020	199.190,00	37.651,56
STARDUST - 774094	Holistic and Integrated Urban Model for Smart Cities	Grant Agreement	1/10/2017	30/9/2022	538.750,00	45.754,73
ECONIT	PROGETTO "ECONIT - processo di nitrurazione gassosa ecosostenibile mediante cogenerazione di energia da gas di processo"	Prestazione di Servizio	1/7/2016	30/6/2020	150.000,00	42.549,28
OSMOSE - 773406	Optimal System-Mix Of flexibility Solutions for European electricity	Grant Agreement	1/1/2018	31/12/2021	126.781,25	22.101,51
JIVE	JIVE - Joint Initiative for Hydrogen Vehicles across Europe	Grant Agreement	1/1/2017	31/12/2022	50.000,00	16.049,06
SMART ALTITUDE	Integrated transnational approach for sustainable and resilient Alpine winter tourism: demonstrating a powerful framework for a low carbon future	Grant Agreement	17/4/2018	16/4/2021	311.666,00	93.352,70
ComeSTO	Community Energy Storage: Gestione Aggregata di Sistemi d'Accumulo dell'Energia in Power Cloud	Grant Agreement	1/3/2018	31/8/2021	175.000,00	66.315,64
HYCARE	An innovative approach for renewable energy storage by a combination of hydrogen carriers and heat storage	Grant Agreement	28/1/2019	7/1/2022	148.130,00	64.051,06

CMM MST – Microsystems Technology

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	-	-	-
Dottorando Borsa	1,0	-	1,0
Ricercatori	15,5	8,7	6,7
Tecnologi	1,0	1,0	-
Tecnici e amministrativi	2,0	2,0	-

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	738.036	1.176.758
PHD	4.500	30.507
Viaggi	10.000	24.500
Investimenti	-	-
Altre spese	68.233	339.829
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	820.769	1.571.594
Ricavi		
Progetti europei	-	171.272
Altre agenzie pubbliche	26.506	534.407
Commesse con privati	25.457	47.483
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	139.059	6.273
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	85.000
Ricavi da acquisire	182.000	110.000
Ricavi	373.022	954.435
ADP	447.747	617.159
Quota di autofinanziamento	45%	61%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
IPZS CMM	Accordo esecutivo di collaborazione CMM nell'ambito del laboratorio congiunto "DigiMatLab"	Accordo di Collaborazione	24/5/2017	23/5/2020	1.622.000,00	428.299,25
CanBioSe	1D metal oxide nanostructures for early stage cancer detection	Grant Agreement	1/1/2018	31/12/2021	36.000,00	4.586,58
Specchi Adattivi	Attività di ricerca e sviluppo di specchi adattivi	Prestazione di Servizio	1/10/2018	30/5/2020	308.000,00	42.831,54
AQUASENSE2	AQUASENSE2	Grant Agreement	1/10/2018	30/9/2022	241.411,68	68.716,92
CHEDDAR	CHipless RFID RaDiAtion DetectoR	Grant Agreement	20/5/2019	19/5/2020	48.000,00	25.879,19
INTUITIVE	INnovative Network for Training in ToUch InteracTIVE Interfaces	Grant Agreement	1/10/2019	30/9/2022	261.499,68	72.089,70
SI Robotics	Social ROBOTICS for active and healthy ageing	Grant Agreement	1/1/2019	30/6/2021	69.770,00	38.939,08
FOOD-DRUG-FREE	Sviluppo di una piattaforma tecnologica miniaturizzata portatile per l'identificazione di farmaci nei prodotti alimentari	Tender Agreement	1/6/2019	31/5/2021	135.181,82	67.168,29
Diplexer	RF-MEMS processing service for the fabrication of Diplexers and the final assembly of the devicea	Prestazione di Servizio	18/4/2019	31/1/2020	78.050,00	4.651,01

CMM MNF – Micro Nano Facility

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	0,9	-	0,9
Dottorando Borsa	10,0	-	10,0
Ricercatori	19,1	14,0	5,1
Tecnologi	3,0	3,0	-
Tecnici e amministrativi	13,6	13,6	0,1

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	2.045.397	2.446.301
PHD	110.013	147.781
Viaggi	49.760	60.500
Investimenti	59.000	33.600
Altre spese	1.652.464	1.799.857
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	3.916.634	4.488.039
Ricavi		
Progetti europei	165.005	137.793
Altre agenzie pubbliche	752.907	642.123
Commesse con privati	120.069	187.040
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	587.064	1.229.125
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	1.625.045	2.196.081
ADP	2.291.589	2.291.958
Quota di autofinanziamento	41%	49%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
Atto aggiuntivo n 2 INFN/TIF PA MEMS	Collaborazione di ricerca, sinergica tra le Parti, al fine di realizzare progetti ed esperimenti che richiedano l'utilizzo di tecnologie nel campo dei rivelatori di radiazione e più in generale di dispositivi MEMS	Accordo di Collaborazione	21/7/2017	20/7/2020	906.500,00	287.682,64
IPZS CMM	Accordo esecutivo di collaborazione CMM nell'ambito del laboratorio congiunto "DigiMatLab" dedicato allo svolgimento di attività di ricerca e innovazione con attività previste nei settori dell'information technology, dei sistemi elettronici, dei microsistemi e dei materiali innovativi - rif Convenzione istitutiva del Laboratorio di data 29 luglio 2016	Accordo di Collaborazione	24/5/2017	23/5/2020	180.000,00	26.279,22
CanBioSe	1D metal oxide nanostructures for early stage cancer detection	Grant Agreement	1/1/2018	31/12/2021	36.000,00	1.411,24
POSITIO N2	A pilot line for the next generation of smart catheters an implants	Grant Agreement	1/6/2018	31/5/2021	47.013,75	24.179,88
LESSO	Laser etero-integrato a stato solido per trappole ottiche	Grant Agreement	6/7/2018	5/7/2020	105.848,62	3.919,82
SilicioRosso	Integrazione di un rivelatore per infrarosso termico su silicio	Grant Agreement	28/6/2018	27/6/2020	64.322,60	18.544,90
Novurania E-PCM	Novurania legge 6 : Composti elastometrici a transizione di fase [E-PCM]	Prestazione di Servizio	13/7/2018	31/10/2020	110.000,00	21.038,38
NUV-HD	R&D contract on SiPM NUV-HD including license	Prestazione di Servizio	1/7/2016	17/7/2020	537.682,59	40.920,12
SP-LADOS	Innovative single-photon large-area optical probe for diffuse optical spectroscopy	Grant Agreement	29/4/2019	28/4/2020	57.800,00	30.378,05
POSiCS	POsition-sensitive SiPMs Compact and Scalable beta-Camera	Grant Agreement	20/5/2019	19/5/2020	30.000,00	1.088,38

INPEQUT	Integrated Photonic-Electronic platform for Quantum Technologies	Grant Agreement	29/4/2019	28/4/2020	80.000,00	17.505,73
PLaSiPM	Plasmonic Enhanced Silicon Photomultipliers for Near Infrared Light detection	Grant Agreement	29/4/2019	28/4/2020	65.000,00	32.349,70
INSTANT	Imaging iN Space-Time ANd Tracking	Grant Agreement	1/1/2020	31/12/2020	5.000,00	4.962,61
THESEUS	Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor	Grant Agreement	11/2/2019	30/3/2020	69.999,00	37.175,51
Specchi Adattivi	Attività di ricerca e sviluppo di specchi adattivi	Prestazione di Servizio	1/10/2018	30/5/2020	308.000,00	19.584,40
NSG	New Satellites Generation components	Grant Agreement	1/5/2018	31/10/2020	379.801,93	58.252,36
Collaborazione PSI	Accordo di collaborazione	Accordo di Collaborazione	1/1/2019	31/12/2021	110.000,00	54.755,41
ADAM	Advanced Detectors for x-ray Astronomy Missions	Tender Agreement	2/7/2018	31/3/2020	99.913,00	57.252,23
cheACQUA	cheACQUA	Grant Agreement	7/10/2019	6/10/2020	11.000,00	3.963,37
ADAM_C aritro	ADditive manufacturing di superlega metallica: dalle polveri Al Manufatto	Grant Agreement	3/12/2018	2/12/2020	108.000,00	7.083,46
InVOGaS	Influenza e stabilizzazione di vacanze di ossigeno in ossidi metallici nanostrutturati per applicazioni di sensoristica gassosa chemoresistiva.	Grant Agreement	6/12/2018	5/12/2020	47.000,00	19.592,42
ESA RHT 2018_D	SOW-ESA RHT 2018 D	Prestazione di Servizio	1/6/2019	31/5/2022	115.000,00	98.260,66
CMS-PPS	Silicon pixel sensors for CMS-PPS Run 3	Tender Agreement	17/9/2019	27/3/2020	80.850,00	74.857,78

CMM FMPS – Functional Materials and Photonic Structures

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	-	-	-
Dottorando Borsa	0,1	-	0,1
Ricercatori	8,2	4,8	3,4
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	1,5	1,5	-

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	558.555	608.412
PHD	26.407	6.500
Viaggi	22.500	31.590
Investimenti	15.000	31.800
Altre spese	69.769	58.700
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	692.231	737.002
Ricavi		
Progetti europei	17.062	48.755
Altre agenzie pubbliche	185.100	196.433
Commesse con privati	-	23.136
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	98.775	88.028
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	25.000	30.000
Ricavi	325.937	386.352
ADP	366.294	350.651
Quota di autofinanziamento	47%	52%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
IPZS CMM	Accordo esecutivo di collaborazione CMM nell'ambito del laboratorio congiunto "DigiMatLab"	Accordo di Collaborazione	24/5/2017	23/5/2020	210.000,00	39.746,34
CanBioSe	1D metal oxide nanostructures for early stage cancer detection	Grant Agreement	1/1/2018	31/12/2021	36.000,00	20.060,37
LESSO	Laser etero-integrato a stato solido per trappole ottiche	Grant Agreement	6/7/2018	5/7/2020	105.848,62	31.303,48
INPEQUT	Integrated Photonic-Electronic platform for Quantum Technologies	Grant Agreement	29/4/2019	28/4/2020	80.000,00	28.694,33
Specchi Adattivi	Attività di ricerca e sviluppo di specchi adattivi	Prestazione di Servizio	1/10/2018	30/5/2020	308.000,00	23.135,99
NSG	New Satellites Generation components	Grant Agreement	1/5/2018	31/10/2020	379.801,93	18.063,05
Q@TN-CMM	Convenzione per l'istituzione del Laboratorio congiunto Q@TN per attività di ricerca e formazione nell'ambito delle scienze e tecnologie quantistiche	Laboratori Congiunti	28/3/2018	27/3/2021	320.000,00	107.320,60

CMM IRIS – Integrated Radiation and Image Sensors

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	-	-	-
Dottorando Borsa	3,5	-	3,5
Ricercatori	18,7	6,0	12,7
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	2,0	-	2,0

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	1.166.126	1.268.762
PHD	106.690	69.754
Viaggi	93.050	92.300
Investimenti	25.000	37.000
Altre spese	387.269	477.137
Costi / (Ricavi) trasversali	50.026	11.500
Totale Costi	1.728.110	1.933.453
Ricavi		
Progetti europei	249.457	236.178
Altre agenzie pubbliche	335.445	380.155
Commesse con privati	178.770	263.655
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	665.379	745.792
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	1.429.051	1.625.780
ADP	299.058	307.673
Quota di autofinanziamento	83%	84%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
Atto aggiuntivo n 2 INFN/TIFPA MEMS	Collaborazione di ricerca, sinergica tra le Parti, al fine di realizzare progetti ed esperimenti che richiedano l'utilizzo di tecnologie nel campo dei rivelatori di radiazione e più in generale di dispositivi MEMS	Accordo di Collaborazione	21/7/2017	20/7/2020	906.500,00	67.064,16
Graphene Core2 - 785219	Graphene Flagship Core Project 2	Grant Agreement	1/4/2018	31/3/2020	272.000,00	30.394,91
NUV-HD	R&D contract on SiPM NUV-HD including license	Prestazione di Servizio	1/7/2016	17/7/2020	537.682,59	79.458,72
SP-LADOS	Innovative single-photon large-area optical probe for diffuse optical spectroscopy	Grant Agreement	29/4/2019	28/4/2020	57.800,00	12.757,28
POSiCS	POsition-sensitive SiPMs Compact and Scalable beta-Camera	Grant Agreement	20/5/2019	19/5/2020	30.000,00	7.586,59
PlaSiPM	Plasmonic Enhanced Silicon Photomultipliers for Near Infrared Light detection	Grant Agreement	29/4/2019	28/4/2020	65.000,00	3.045,53
THESEUS	Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor	Grant Agreement	11/2/2019	30/3/2020	69.999,00	20.820,91
GammaCam - 852045	Multiphoton coincidence camera with high temporal resolution	Grant Agreement	1/5/2019	30/4/2020	19.877,50	4.777,61
QRANGE - 820405	Quantum Random Number Generators: cheaper, faster and more secure	Grant Agreement	1/10/2018	30/9/2021	321.875,00	156.252,01
NUV-HD-LF SiPMs	Production of NUV-HD-LF SiPMs arrays	Prestazione di Servizio	29/7/2019	28/3/2020	70.000,00	56.789,18
NSG	New Satellites Generation components	Grant Agreement	1/5/2018	31/10/2020	379.801,93	90.593,71
ADAM	Advanced Detectors for x-ray Astronomy Missions	Tender Agreement	2/7/2018	31/3/2020	99.913,00	12.506,49

WALLIE	Wide range high-resolution Lidar Imager	Tender Agreement	3/5/2019	1/10/2021	430.470,00	189.169,3 2
TOFB	R&D TOFB	Prestazione di Servizio	14/3/2019	13/3/2024	300.000,00	125.898,6 1
JENNIFER2	Japan and Europe Network for Neutrino and Intensity Frontier Experimental Research 2	Grant Agreement	1/4/2019	31/3/2023	4.600,00	4.600,00
SiPM JUNO-TAO	Offer for the delivery of 30 SiPM tiles to be used for evaluation purposes SiPM for experiment	Prestazione di Servizio	24/6/2019	3/11/2019	24.500,00	1.508,78
RfLAS	Real-time Fluorescence Lifetime Acquisition System	Grant Agreement	6/9/2019	5/9/2020	25.000,00	13.917,55

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

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	2,6	-	2,6
Dottorando Borsa	-	-	-
Ricercatori	4,8	2,0	2,8
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	2,8	2,8	-

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	657.314	584.392
PHD	-	-
Viaggi	32.000	32.000
Investimenti	-	3.000
Altre spese	271.600	316.034
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	960.914	935.426
Ricavi		
Progetti europei	40.000	71.500
Altre agenzie pubbliche	-	-
Commesse con privati	-	-
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	-	-
Convegni	-	-
Altri ricavi	500.000	500.000
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	540.000	571.500
ADP	420.914	363.926
Quota di autofinanziamento	56%	61%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
ENSAR2 - 654002	654002 - ENSAR2 "European Nuclear Science and Application Research 2 — ENSAR2"	Grant Agreement	1/3/2016	29/2/2020	229.000,00	9.000,00
STRONG-2020 - 824093	The strong interaction at the frontier of knowledge: fundamental research and applications.	Grant Agreement	1/6/2019	31/5/2023	400.000,00	62.500,00

ECT*/LISC – Laboratorio Interdisciplinare di Scienza Computazionale

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	1,0	-	1,0
Dottorando Borsa	-	-	-
Ricercatori	2,9	2,9	-
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	-	-	-

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	216.590	267.891
PHD	-	-
Viaggi	2.000	7.187
Investimenti	-	-
Altre spese	4.248	7.168
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	222.838	282.246
Ricavi		
Progetti europei	-	40.993
Altre agenzie pubbliche	-	-
Commesse con privati	-	33.181
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	-	-
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	-	74.174
ADP	222.838	208.072
Quota di autofinanziamento	0%	26%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
NANOCAT HER	High-Z ceramic oxide nanosystems for mediated proton cancer therapy	Grant Agreement	1/10/2019	30/9/2021	66.000,00	33.181,15
NanoEnHan CeMent	NanoEnHanCeMent - Nanoparticle Enhanced Hadron-therapy: a Comprehensive Mechanistic description	Grant Agreement	1/9/2020	31/8/2022	171.473,28	21.585,48
RealK	Realising the redefined kelvin	Grant Agreement	1/9/2019	31/8/2022	38.940,00	10.182,55
TOP	TOP	Grant Agreement	1/5/2019	30/4/2022	29.652,50	9.224,65

IRVAPP – Istituto per la Ricerca Valutativa sulle Politiche Pubbliche

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	1,3	-	1,3
Dottorando Borsa	-	-	-
Ricercatori	9,0	4,0	5,0
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	1,0	1,0	-

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	698.844	681.892
PHD	-	-
Viaggi	40.650	45.620
Investimenti	500	500
Altre spese	97.000	85.500
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	836.994	813.512
Ricavi		
Progetti europei	49.056	68.637
Altre agenzie pubbliche	2.257	16.789
Commesse con privati	-	-
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	27.291	64.291
Convegni	33.258	31.760
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	25.000	30.000
Ricavi	136.861	211.476
ADP	700.133	602.036
Quota di autofinanziamento	16%	26%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
TEACH UP	TEACHer Upskilling Policy Experimentation - TEACH UP	Grant Agreement	27/2/2017	26/2/2020	129.150,00	6.467,51
ASSESS@LEARNING	ASSESS@LEARNING	Grant Agreement	28/2/2019	26/2/2022	133.173,00	49.893,06
200SMEchallenge - 824212	Design-driven Open Innovation Challenge for 200 SME	Grant Agreement	1/9/2019	30/4/2021	23.968,75	12.276,59
WILL	WILL	Grant Agreement	6/3/2019	5/3/2025	58.003,24	11.606,06
Convenzioni e 2019 per didattica e seminari con Fondazione Università Ca' Foscari	Collaborazione per realizzare attività di docenza, tutoraggio/didattica online e seminari del Master Universitario "Analisi e valutazione delle politiche pubbliche" 2019.	Accordo di Collaborazione	1/5/2019	30/4/2020	32.220,00	5.182,76

ISIG – Istituto Storico Italo-Germanico

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	3,7	-	3,7
Dottorando Borsa	-	-	-
Ricercatori	6,0	6,0	-
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	-	-	-

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	434.820	488.722
PHD	-	-
Viaggi	25.250	38.950
Investimenti	-	2.180
Altre spese	194.164	217.120
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	654.234	746.972
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre agenzie pubbliche	17.303	61.996
Commesse con privati	25.291	11.283
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	-	49.694
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	42.594	122.973
ADP	611.640	623.999
Quota di autofinanziamento	7%	16%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo	Tipo	Data Inizio	Data Fine	Ricavi FBK da contratto	Ricavi anno 2020
PURE	Public Renaissance: Urban Cultures of Public Space between Early Modern Europe and the Present	Grant Agreement	1/6/2019	31/5/2022	102.700,00	61.996,28
Grenz 2.0	«Grenzakten» 2.0. Carte e documenti sui confini dell'Impero - Il parte	Grant Agreement	2/12/2019	1/12/2021	22.000,00	11.282,71

ISR – Centro per le Scienze Religiose

Organico

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	1,0	-	1,0
Dottorando Borsa	0,4	-	0,4
Ricercatori	5,3	2,7	2,6
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	-	-	-

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	390.034	356.681
PHD	18.000	-
Viaggi	34.920	32.000
Investimenti	500	500
Altre spese	115.079	131.791
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	558.533	520.972
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre agenzie pubbliche	17.035	-
Commesse con privati	13.000	-
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	-	-
Convegni	-	-
Altri ricavi	2.700	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	32.735	-
ADP	525.798	520.972
Quota di autofinanziamento	6%	0%

PROGETTI SPECIALI

CNR-FBK (IBF): Biomolecole e Membrane Biologiche

Organico FBK

Non vi è personale FBK afferente all'Unità (cfr. pag. 153).

Budget FBK

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	-	-
PHD	-	-
Viaggi	3.700	3.700
Investimenti	-	-
Altre spese	300	300
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	4.000	4.000
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre agenzie pubbliche	-	-
Commesse con privati	-	-
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	-	-
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	-	-
ADP	4.000	4.000
Quota di autofinanziamento	0%	0%

Portafoglio progetti

Acronimo	Titolo del progetto	Tipo	Data inizio	Data fine	Finanziamento complessivo
(i) SPLICEFIX	SpliceFix: riparare difetti di splicing del gene CFTR tramite tecnologia CRISPR/Cas9	Fondazione Ricerca Fibrosi Cistica	01/01/2018	31/12/2019	€10.000 finanziamento indiretto
(ii) ASTRATTA	Approccio multidisciplinare per l'analisi strutturale del	CARITRO	03/04/2018	02/04/2020	€50.000

	recettore degli androgeni nelle malattie del motoneurone e nel cancro alla prostata				
(iii) FisiCi	Identificazione di contro-mutazioni per la cura della Fibrosi Cistica	CARITRO	31/12/2018	30/12/2020	€114.000
(iv) PolyQClamp	Characterization, alteration and recovery of the cellular excitability in Spinal and Bulbar Muscular Atrophy (SBMA), a polyglutamine neurodegenerative disease	CARITRO	01/12/2018	30/11/2019	€47.000
(v) AxRibALS	Axonal translome in mouse models of Amyotrophic Lateral Sclerosis	ARISLA	01/06/2018	31/05/2021	€105.000 (Fin. totale €210.000)
(vi) KDA	Role of Ser96 phosphorylation in AR pathogenesis	Kennedy's Disease Association	01/03/2019	29/02/2020	\$50.000
(vii) SMNprot	The Role of SMN protein in translation: implications for Spinal Muscular Atrophy	Telethon	01/09/2019	31/08/2022	€294.855 gestiti da noi €191.805,00 (Fin. totale €378.455)
(viii) NewFrontSMA	Nuove frontiere per l'atrofia muscolare spinale: uno studio delle implicazioni sulla sintesi proteica mediante sequenziamento ad alta risoluzione	CARITRO	01/11/2019	31/10/2021	€50.000
(ix) ARBRE-MOBIEU	Between Atom and Cell: Integrating Molecular Biophysics Approaches for Biology and Healthcare – MOBIEU	COST Action CA15126	06/04/2016	05/04/2020	€20.000 finanziamento indiretto
(x) SMA1.0	In Vivo Translational Alterations In Spinal Muscular Atrophy At Single Nucleotide Resolution	AFM-Telethon	23/03/2019	22/03/2020	€62.400

CNR-FBK (IFN): Fotonica: Materiali, Strutture e Diagnostica

Organico FBK

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	-	-	-
Dottorando Borsa	-	-	-
Ricercatori	2,0	2,0	-
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	2,0	2,0	-

Il personale per l'anno 2020 riportato in tabella è misurato in FTE (Full Time Equivalent) e comprende sia il personale già in forza sia nuove assunzioni previste a Budget.

Budget FBK

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	306.744	230.683
PHD	-	-
Viaggi	5.000	5.000
Investimenti	-	-
Altre spese	13.858	12.788
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	325.602	248.471
Ricavi		
-Progetti europei	-	-
-Altre agenzie pubbliche	-	-
-Commesse con privati	-	-
-PAT AdP aggiuntivo	-	-
-Progetti in negoziazione	-	-
-Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	-	-
ADP	325.602	248.471
Quota di autofinanziamento	0%	0%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo del progetto	Tipo	Data inizio	Data fine	Finanziamento complessivo
RECOLA	Recovery of lanthanides and other metals from WEEE	EU ERANET	01-01-2017	31-12-2019	€ 99.662,00
ECFISI	Effetti chimico-fisici ed analisi spettroscopica e strutturale di sistemi a base di silicio	Contratto per attività di servizio	07-09-2018	31-12-2019	€ 30.000
NaWaGui	Nanostructured Waveguides	CNRS	01-11-2018	31-12-2019	Finanziamento Research Review meetings
MiFo	Microcavità Fotoniche	Centro Fermi	2017	2020	Finanziamento materiale non inventariabile € 50.000
Q@TN	Quantum a Trento	PAT-FBK-UniTN-CNR	2018	2021	Finanziamento una posizione Post Doc

CNR-FBK (IMEM): Nanoscienze: Materiali, Funzionalizzazioni e Dispositivi Prototipali

Organico FBK

Tipologia personale	n. FTE	di cui a tempo indeterminato	di cui a tempo determinato
Co.co. (jobs act)	-	-	-
Dottorando Borsa	-	-	-
Ricercatori	1,0	1,0	-
Tecnologi	-	-	-
Tecnici e amministrativi	-	-	-

Budget FBK

	Budget 2019	Budget 2020
Costi		
Personale	181.434	88.253
PHD	-	-
Viaggi	1.510	1.000
Investimenti	1.000	1.000
Altre spese	12.062	9.008
Costi / (Ricavi) trasversali	-	-
Totale Costi	196.006	99.261
Ricavi		
Progetti europei	-	-
Altre agenzie pubbliche	-	-
Commesse con privati	-	-
PAT AdP aggiuntivo	-	-
Progetti in negoziazione	-	-
Convegni	-	-
Altri ricavi	-	-
Ricavi da acquisire	-	-
Ricavi	-	-
ADP	196.006	99.261
Quota di autofinanziamento	0%	0%

Portafoglio Progetti

Acronimo	Titolo del progetto	Tipo	Data inizio	Data fine	Finanziamento complessivo
3SLAB	Accordo di collaborazione per studio e controllo delle emissioni di sostanze organiche in contesti di rilevanza industriale e sanitaria	3Slab srl	17/07/2019	16/07/2023	4800
SPEIND	Analisi spettroscopiche di superficie per applicazioni industriali	Conto terzi	01/01/2019	31/12/2019	4000
QUASERT	Optomechanical Quantum Sensors at Room Temperature	bando europeo QuantERA, ERA-NET	01/03/18	28/02/2021	70000

Quadro finanziario generale 2020

Descrizione	Personale	PHD	Viaggi	Investimenti	Altre Spese	Costi	Ricavi	AdP Aggiuntivo	AdP
Polo scientifico e tecnologico									
ICT	14.593.494	2.008.152	745.890	190.595	498.259	18.036.390	11.307.229		6.729.161
CMMM	6.649.739	269.055	313.090	250.690	2.925.190	10.407.764	6.232.578		4.175.186
ECT	852.283		39.187	3.000	323.202	1.217.672	645.674		571.998
Polo delle scienze umane e sociali									
IRVAPP	681.892		45.620	500	85.500	813.512	211.476		602.036
ISIG	488.722		38.950	2.180	217.120	746.972	122.973		623.999
ISR	356.681		32.000	500	131.791	520.972			520.972
Progetti speciali									
CNR-IBF			3.700			300	4.000		4.000
CNR-IFN	230.683		5.000			12.788	248.471		248.471
CNR-IMEM	88.253		1.000	1.000		9.008	99.261		99.261
PS FESTA									
PS FBK	362.131		11.000			1.500	374.631	44.315	330.316
PS IRCS	30.590		1.900			46.022	78.512	78.583	-71
PS FBK-UNITN	44.147					1.422	45.569		45.569
Progetti Bandiera	67.063		1.000			760.488	828.551		828.551
Progetti Sistema	313.318		9.000			177.854	500.172	9.624	490.549
Progetti Proof-of-Concept						399.500	399.500		399.500
Progetti Strategici									
						258.000	258.000		258.000
Costi comuni RICERCA	2.342.206	44.795				701.450	3.088.451	34.600	3.053.851
Supporto alla Ricerca									
Valutazione della Ricerca	139.124		2.000			49.344	190.468		190.468
Marketing / KTA	402.210		20.815			5.688	428.713	25.339	403.375
Finanziamento Ricerca	348.656		2.000			13.954	364.610		364.610
Biblioteca Editoria e Supporto al PSUS	607.451		1.500	500		71.908	681.359	15.000	666.359
Comunicazione	524.021		6.000			71.239	601.260	108.621	492.639
Service	192.137		5.000			76.688	273.825		273.825
Supporto e Infrastrutture	481.744		2.000			14.354	498.098		498.098
Sicurezza e Prevenzione	248.442		2.000	2.500		157.688	410.630	19.000	391.630
Gestione Finanziaria Progetti	134.151		1.500			15.466	151.117		151.117
Viaggi e Trasferite	204.948		1.000			7.216	213.164		213.164
Data Office	446.045		3.500			15.732	465.277		465.277
Innovazione Scuola	123.454		8.000	1.000		57.700	190.154	2.684	187.470
Amministrazione									
Organi Istituzionali	546.347		25.000	2.500		382.900	956.747		956.747
Amministrazione contabile	555.666		1.500			46.854	604.020		604.020
Amministrazione del personale	852.773	20.250	10.000			235.611	1.118.634		1.118.634
Appalti e Contratti	518.767		2.000	1.000		29.570	551.337		551.337
Legale	83.381		500			36.772	120.653		120.653
Patrimonio	450.336		5.000			22.678	478.014		478.014
Trasparenza	39.245		1.500			19.422	60.167		60.167
Plessi									
Costi comuni	854.572			40.000		2.436.350	2.476.350	442.000	2.034.350
				332.000		1.501.750	2.688.322	74.600	2.613.722
Investimenti strategici									
Piano edilizio						337.000	337.000		337.000
Sistema Informativo						1.445.000	1.445.000	205.000	1.240.000
						220.000	220.000		220.000
Partecipate - spin-offs									
						150.000	150.000		150.000
TOTALE	34.854.672	2.342.252	1.348.152	827.965	13.970.279	53.343.320	19.579.295		33.764.024
RICERCA CORE									
SUPPORTO ALLA RICERCA	27.101.201	2.322.002	1.247.337	448.465	6.549.394	37.668.400	18.687.051		18.981.348
AMMINISTRAZIONE	3.852.384		55.315	4.000	556.977	4.468.677	170.644		4.298.033
PLESSI E COSTI COMUNI	3.046.514	20.250	45.500	3.500	773.807	3.889.571			3.889.571
INVESTIMENTI STRATEGICI	854.572			372.000	3.938.100	5.164.672	516.600		4.648.072
PARTECIPATE - SPIN-OFFS					2.002.000	2.002.000	205.000		1.797.000
TOTALI	34.854.672	2.342.252	1.348.152	827.965	13.970.279	53.343.320	19.579.295		33.764.024

Copertura dei costi a carico ADP 2020	
Fondi ordinari AdP	28.804.000
(-) 2% premi	
(+) de-premi anno 2018	297.843
Quota "Anticipi PaT su attività ITC	257.850
Economie 2018	4.404.331
TOTALE	33.764.024

Partecipazione in "HUB INNOVAZIONE TRENINO SOCIETA' CONSORTILE" (delibera PaT del 18/12/2015)	
Entrate	506.250
Uscite	506.250

Riclassificazione del quadro finanziario generale rispetto alle Aree Prioritarie ed alle Dimensioni Strategiche del PPR

<u>Descrizione</u>	BUDGET			
	Costo	Ricavo	AdP Aggiuntivo	ADP
Aree prioritarie				
Agrifood, sicurezza ambientale e agricoltura	1.872.827	989.729		883.098
Ambiente e clima, energia e fonti rinnovabili	1.702.618	1.219.916		482.702
Fabbrica intelligente	6.521.685	4.212.319		2.309.366
Salute	6.210.657	3.932.547		2.278.110
Scienze umane e sociali	3.372.232	355.288		3.016.944
Smart cities & communities	6.420.380	3.152.246		3.268.133
Turismo e patrimonio culturale	657.008	309.358		347.650
Altre attività	1.862.211	656.389		1.205.823
Domini scientifico-tecnologici trasversali				
ICT	3.254.140	1.572.483		1.681.657
Biotecnologie e Genomica	35.764	449		35.315
Fotonica	311.999	898		311.100
Materiali avanzati				
Micro-Nano elettronica				
Nanotecnologie e nanoscienze	131.025	449		130.576
Dimensioni strategiche				
Interconnessione con il mondo produttivo e ricadute territoriali	1.371.009	81.446		1.289.563
Apertura internazionale e collaborazioni interregionali, nazionali ed europee	483.511	54.760		428.751
Attori territoriali della ricerca: sinergia, eccellenza e massa critica				
Innovazione sociale				
Valorizzazione del capitale umano e dei talenti	460.886	4.031		456.854
Legame tra ricerca, innovazione e istruzione – Poli di specializzazione				
Valutare per migliorare	222.232	449		221.783
Infrastrutture di ricerca	6.981.599	2.261.937		4.719.662
Partecipate in chiusura				
Comparto Amministrazione e Supporto alla Ricerca				
Technology Innovation	471.646			471.646
Legale	120.653			120.653
Sicurezza	410.630	19.000		391.630
Organi Istituzionali	956.747			956.747
Amministrazione contabile	604.020			604.020
Amministrazione del personale	1.118.634			1.118.634
Patrimonio	275.669			275.669
Plessi	2.476.350	442.000		2.034.350
Costi comuni	3.035.190	108.600		2.926.590
Investimenti strategici	337.000			337.000
Piano edilizio	1.445.000	205.000		1.240.000
Sistema Informativo	220.000			220.000
TOTALI	53.343.320	19.579.295		33.764.024