Progetti Istituzionali ex art. 9 L.R. 20/2015

Annualità 2020

(dal Piano Triennale 2020-2022)

INDICE

INDICE 3

1. INTRODUZIONE 4

1.1.1 Premessa *4*

Sintesi degli obiettivi del Triennio 2020-2022 ..... *4*

Dati relativi al periodo 2010 - 2019 ..... *7*

2. I SETTORI DI RICERCA SCIENTIFICA, SVILUPPO E INNOVAZIONE TECNOLOGICA 10

2.1 BIOSCIENZE 10

2.2 DATA-INTENSIVE COMPUTING 16

2.3 HIGH PERFOMANCE COMPUTING PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE 21

2.4 SOCIETÀ DELL'INFORMAZIONE 27

2.5 STRATEGIC PARTNERSHIPS 37

2.6 VISUAL COMPUTING 41

3. SERVIZI INTERNI ALLA RICERCA 47

3.1 VALORIZZAZIONE E DISSEMINAZIONE DEI RISULTATI DELLA RICERCA 47

3.2 COMUNICAZIONE ED INFORMAZIONE ISTITUZIONALE 48

3.4 SERVIZI IT 49

4. Schede dei Progetti di ricerca, sviluppo, innovazione e servizi industriali 50

4.1 Progetti istituzionali a valere su contributi dedicati (ex art 9 L.R. 20/2015) 50

BIOS *50*

DIFRA *50*

HPC DMI *51*

HPC R&D *51*

ITRS *52*

NEXT *53*

PIF *54*

SERVIZI DI CALCOLO HPC PER LA COMUNITÀ SCIENTIFICA REGIONALE *55*

SPIR *56*

VIGECLAB *57*

FORMAZIONE *57*

CO2 ..... *59*

DUAL-USE *60*

JIC *62*

1. INTRODUZIONE

1.1.1 Premessa

Il presente documento relativo ai progetti Istituzionali finanziati su fondi ex art. 9 L.R. 20/2015, è estrapolato dal Piano delle attività di ricerca scientifica, sviluppo, innovazione tecnologica e formazione del CRS4 per il triennio 2020-2022.

Sintesi degli obiettivi del Triennio 2020-2022

Il Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna – CRS4, società interamente partecipata dalla Regione Autonoma della Sardegna attraverso l'agenzia Sardegna Ricerche, è un centro di ricerca multidisciplinare localizzato nel Parco Scientifico e Tecnologico Polaris di Pula (CA) che stima di impiegare, a fine dicembre 2019, 145 risorse fra dipendenti e collaboratori, di cui circa il 30% donne.

Il documento presenta il piano delle attività di ricerca scientifica, sviluppo, innovazione tecnologica e formazione del CRS4 per il triennio 2020-2022 e le corrispondenti previsioni economiche e finanziarie.

La ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico del CRS4 si basano sull'utilizzo di tecnologie computazionali abilitanti e sulla loro applicazione nei settori delle bioscienze, data-intensive computing, energia e ambiente, società dell'informazione e visual computing. Questi settori tematici si caratterizzano per un elevato contenuto tecnologico ed un rilevante impatto economico e sociale, determinato dalla domanda del mercato globale e dai bisogni della collettività locale.

Le attività di ricerca e sviluppo del Centro sono principalmente svolte nell'ambito di progetti finalizzati ad obiettivi tangibili, tesi ad assicurare una forte sinergia tra la finalità di pubblica utilità del CRS4 e le ricadute sociali ed economiche attese sul territorio in termini di sviluppo di nuovi processi, prodotti e servizi. Nel corso del prossimo triennio 2020-2022, il CRS4 prevede di consolidare e allargare i rapporti di collaborazione con grandi imprese multinazionali del settore high-tech già in essere e di rendere ancora più efficaci i processi di diffusione e di trasferimento delle conoscenze e tecnologie alle imprese locali (sia start-up che PMI) e, più in generale, verso le pubbliche amministrazioni, le istituzioni formative e tutta la società.

Dalla nascita del CRS4, uno dei suoi principali punti di forza è il centro di High Performance Computing (HPC) che si avvale di una delle maggiori concentrazioni di potenza di calcolo in Italia ed è dotato di un eccezionale livello di affidabilità e flessibilità nell'utilizzo di hardware e software specializzato, grazie all'alta specializzazione del proprio personale. Dal 2005, assieme a queste risorse computazionali, il CRS4 gestisce una piattaforma di genotipizzazione ad alta processività e di sequenziamento genomico di nuova generazione, direttamente collegata alle risorse di calcolo. Tale sinergia, unica in Italia, consente al CRS4 di progettare ed eseguire analisi per studi di biologia molecolare di dimensioni finora impensabili.

Le infrastrutture tecnologiche operate dal CRS4 attraggono ricercatori di differenti discipline permettendo collaborazioni multi-disciplinari e multi-settoriali (pubblico/privato) e sono disponibili alle imprese e agli istituti di ricerca che ne fanno richiesta, sia nell'ambito di progetti congiunti di ricerca ed innovazione che attraverso servizi industriali. A questo scopo, dal 2017 le piattaforme del Centro sono state inserite nella nuova piattaforma online della rete regionale dei laboratori di ricerca pubblica http://www.sardegnalaboratori.it/, che mira ad offrire un punto unico di accesso all'aggregazione di

competenze, risorse umane e strumentali qualificate che operano in sintonia con le esigenze di innovazione del territorio. È stato inoltre formulato, da 2018, un regolamento d'uso della piattaforma genomica, volto a garantire la massima fruibilità dei servizi della piattaforma, da parte di ricercatori e imprese. Sempre dal 2018, esiste il sito web della piattaforma, attraverso il quale è possibile oltre ad avere la descrizione della facility sperimentale e delle competenze disponibili, richiedere direttamente la quotazione dei servizi.

Ottemperando al compito di alta formazione previsto dal proprio statuto, il CRS4 ha attivato un finanziamento, a valere sul contributo ex art. 9 LR 20/2015, per avviare in ciascuno degli anni accademici 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 fino a 5 borse di dottorato di ricerca, negli ambiti di ricerca di interesse del Centro. L'importo di ciascuna borsa triennale sarà di euro 56.537,07, oltre a euro 2.000 euro per i 2 a.a. successivi al primo per le attività di ricerca di ciascun dottarando, per un totale complessivo pari a euro 60.537,07. Nel 2018 sono state attivate 3 borse finanziate dal CRS4 di cui 2 afferenti alla Scuola di dottorato di Informatica e Matematica e 1 al Dottorato di Medicina Traslazionale dell'Università di Cagliari. Nel concorso del 2019 sono risultati idonei 3 candidati della Scuola di dottorato di Informatica e Matematica. Le attività proseguiranno nell'anno accademico 2019/2020. I dottorandi saranno direttamente coinvolti nelle attività dei settori di ricerca, con l'obiettivo di ottenere una formazione di primissimo livello nelle aree di ricerca in cui il centro è specializzato e al contempo, di contribuire all'avanzamento delle attività che i settori portano avanti, secondo un modello di formazione corrispondente ai migliori standard internazionali della ricerca.

Indicatori di risultato

Gli obiettivi strategici del Piano di Attività 2020-2022 consistono nel perseguire gli scopi fondativi del CRS4:

- mantenere l'eccellenza scientifica, ovvero la capacità di creare, sviluppare, diffondere e trasferire nuova conoscenza scientifica e know-how tecnologico nei settori strategici di riferimento, e
- rafforzare e consolidare l'impatto dei risultati sullo sviluppo sociale, culturale ed economico attraverso ricadute dirette ed indirette e valore aggiunto fruibile sul territorio regionale.

Seguono:

- la Tabella riepilogativa degli indicatori di eccellenza scientifica ed impatto socio-economico preventiva/consuntiva per gli anni 2017, 2018 e 2019;
- la Tabella riepilogativa dei principali indicatori di risultato fissati per l'anno 2020 e per il Triennio 2020-2022.

Gli indicatori riguardano il **numero atteso (somma di) dei prodotti** della ricerca scientifica, alta formazione, diffusione e trasferimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche alla società e al tessuto produttivo.

Tutti i Settori (di ricerca e di servizio) concorrono al raggiungimento degli obiettivi strategici.

Tabella: Indicatori di eccellenza scientifica ed impatto socio-economico preventiva/consuntiva per gli anni 2017, 2018 e 2019

Indicatori (eccellenza scientifica e impatto socio-economico)	Dati preventivi 2017	**Dati consuntivi 2017**	Dati preventivi 2018	**Dati consuntivi 2018**	Dati preventivi 2019	**2019 (pre-consuntivo)**
Numero di lavori scientifici a stampa (pubblicazioni accettate e/o pubblicate)	30	**52**	27	**51**	32	**46**
Numero di collaborazioni formalizzate con il mondo accademico e scientifico	30	**70**	25	**73**	25	**87**
Numero di collaborazioni formalizzate con il mondo della ricerca industriale	10	**63**	15	**63**	10	**42**
Numero di progetti di R&D&I presentati e/o approvati	15	**19**	15	**12**	12	**20**
Numero di contratti di ricerca industriale approvati	3	**22**	5	**22**	5	**33**
Numero di imprese/organizzazioni che hanno manifestato interesse (attività di formazione /trasferimento tecnologico /utilizzo delle tecnologie sviluppate)	25	**93**	14	**93**	15	**28**
Numero di organizzazioni extra Parco che richiedono servizi delle Piattaforme (HPCN, NGS)	5	**19**	11	**19**	10	**55**
Nuovi prototipi/nuove release/nuovi modelli realizzati (HW/SW)	6	**32**	10	**32**	10	**14**
Numero di partecipazioni e contributi ai consorzi di standardizzazione internazionali	2	**4**	2	**4**	2	**4**
Numero di partecipazioni attive (relazioni orali) a congressi scientifici nazionali e internazionali	40	**23**	15	**27**	15	**33**
Numero di progetti open source mantenuti	10	**23**	6	**23**	6	**23**
Numero di corsi di avanzamento tecnologico e diffusione delle conoscenze	10	**11**	7	**12**	7	**13**
Numero di stagisti/borsisti (laurea, dottorato, post-doc)	10	**15**	10	**14**	10	**12**
Numero di partecipazioni ad eventi/manifestazioni/esposizioni locali, nazionali ed internazionali	10	**20**	6	**22**	6	**24**
Numero di workshop/convegni organizzati	1	**15**	2	**15**	2	**17**
Numero di istituti di istruzione superiore partner	10	**12**	7	**37**	7	**5**

Tabella: Indicatori di eccellenza scientifica ed impatto socio-economico fissati per l'anno 2020 e per il Triennio 2020-2022.

Indicatori (eccellenza scientifica e impatto socio-economico)	**2020** ***relativi a tutte le attività del CRS4***	**2020** ***relativi ai progetti istituzionali finanziati con contributo ex art. 9 L.R. 20/2015***	**2020 - 2022** ***relativi a tutte le attività del CRS4***
Numero di lavori scientifici a stampa (pubblicazioni accettate e/o pubblicate)	30	15	80
Numero di collaborazioni formalizzate con il mondo accademico e scientifico	25	12	40
Numero di collaborazioni formalizzate con il mondo della ricerca industriale	8	3	18
Numero di progetti di R&D&I approvati	8	4	20
Numero di contratti di ricerca industriale approvati	3	1	6
Numero di imprese/organizzazioni che hanno manifestato interesse (attività di formazione /trasferimento tecnologico /utilizzo delle tecnologie sviluppate)	15	8	24
Numero di organizzazioni extra Parco che richiedono servizi delle Piattaforme (HPCN, NGS)	10	6	20
Nuovi prototipi/nuove release/nuovi modelli realizzati (HW/SW)	10	5	30
Numero di partecipazioni e contributi ai consorzi di standardizzazione internazionali	2	2	4
Numero di partecipazioni attive (relazioni orali) a congressi scientifici nazionali e internazionali	15	5	40
Numero di progetti open source mantenuti	6	4	10
Numero di corsi di avanzamento tecnologico e diffusione delle conoscenze	7	3	15
Numero di stagisti/borsisti (laurea, dottorato, post-doc)	10	5	30
Numero di partecipazioni ad eventi/manifestazioni/esposizioni locali, nazionali ed internazionali	6	3	14
Numero di workshop/convegni organizzati	2		6
Numero di istituti di istruzione superiore partner	7	3	20

Dati relativi al periodo 2010 - 2019

Sono riportati di seguito alcuni grafici e tabelle riepilogative con informazioni relative al periodo 2010 - 2019.

Tabella: Risorse Umane

Risorse Umane	**Dipendenti**		**Co.co.pro**		**TOTALE**
	Tempo Indeterminato	**Tempo Determinato**	**CRS4**	**DistrICT**	
2010	98	28	41	40	207
2011	107	39	24	31	201

2012	108	38	24	27	197
2013	107	30	16	28	181
2014	107	25	32	-	164
2015	106	25	9	-	140
2016	100	49	1	-	150
2017	100	43	1	-	144
2018	98	50	-	-	148
2019 (preconsuntivo)	95	30	20	-	145

Grafico: Trend costi 2010 – stima preconsuntiva basata sui dati a luglio 2019 (gli importi sono espressi in migliaia di euro)

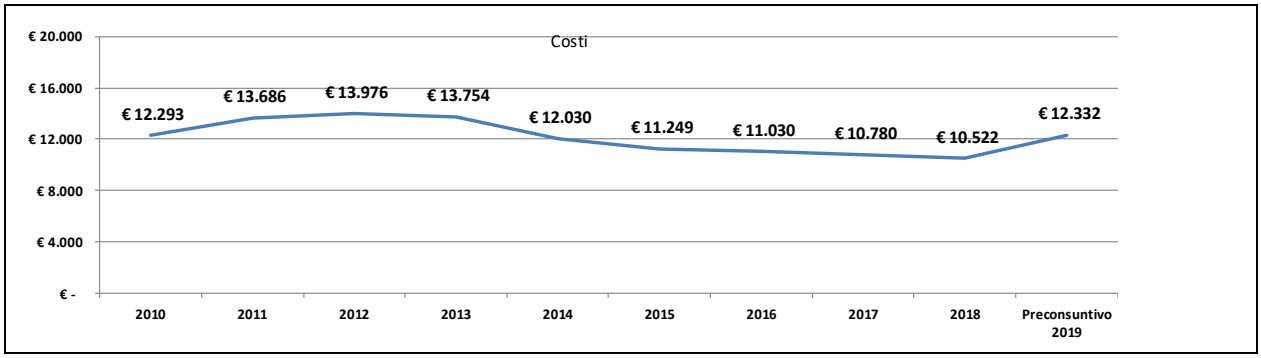

Tabella: Pubblicazioni scientifiche

Database pubblicazioni online: http://www.crs4.it/it/risultati/pubblicazioni/

Bibliografia (2010-2019)	
Libri, capitoli e monografie	50
Pubblicazioni peer-reviewed su riviste scientifiche internazionali	413
Pubblicazioni peer-reviewed su atti di convegni internazionali	472
Seminari e altre pubblicazioni varie	228
Rapporti interni e di ricerca a contratto	77
Tesi di laurea, master e dottorato in co-tutela	13

Tabella: Piattaforma di Sequenziamento Massivo

Dotazione: 1 Illumina HiSeq 3000, 3 Illumina Hiseq2000/2500 1 Illumina MiSeq	
Capacità	circa 7.7 Tbases/mese
Campioni sequenziati /mese	Fino a 200
Applicazioni	Sequenziamento genomi ed esomi; RNA-Seq; pannelli custom.

Tabella: Centro di Calcolo

Dotazione: sistemi cluster ibridi e non, storage e reti	
Storage	**1,5 PB**
HPC: Cluster di calcolo ibridi e non (CPU, GPU, IBM Cell, FPGA…)	Oltre **300** compute node presenti, per un totale di circa 3000 cores di calcolo, suddivisi in: • Dell cluster da 16 nodi con Infiniband EDR 100 Gbps • Dell cluster da 10 nodi con Infiniband FDR 56 Gbps e acceleratori AMD firepro • Huawei cluster da 32 nodi con Infiniband FDR 56 Gbps • Supermicro hybrid cluster 10 nodi Infiniband QDR 40 Gbps con 10 Intel Phi cluster + 20 Nvidia Kepler • Supermicro 6 nodi con Infiniband FDR 56 Gbps con GPU Nvidia Kepler K40 • HP Cluster 256 nodi (di cui effettivamente 150 accesi e utilizzati) con Infiniband DDR 20 Gbps • Nodi di accesso, nodi grafici e di servizio.
Connessione Internet	**1 Gbps** - connessione a Internet attraverso la rete GARR **100 Mbps** - link di collegamento del parco Polaris ad Internet
Rete LAN	**350 porte IB (DDR, QDR e FDR)** **300+ porte 10GE, 1200 porte 1GE** Collegamenti di core di rete fino a **40Gbps** aggregati Collegamenti verso altri edifici del Campus fino a **20Gbps**
Rete WAN	Architettura di trasporto ottico su tecnologia DWDM in Configurazione 5 degree (ROADM) – sino a **1 Gbps PtP** verso rete CyberSar

2. I SETTORI DI RICERCA SCIENTIFICA, SVILUPPO E INNOVAZIONE TECNOLOGICA

Nel seguito, la descrizione delle attività dei Settori.

2.1 BIOSCIENZE

Obiettivi generali

Le attività di ricerca del Settore Bioscienze sono focalizzate sullo sviluppo di protocolli sperimentali per l'acquisizione di dati di sequenziamento e di tecnologie abilitanti per l'integrazione, la tracciabilità, l'interpretazione e l'analisi di dati biologici e biomedici eterogenei e, in modo complementare, sulle attività che mettono a frutto le competenze oltre ventennali acquisite dai ricercatori del settore nel settore della modellazione multiscala e della simulazione di processi chimici, biochimici e biofisici.

Le attività di ricerca e sviluppo del Settore fanno inoltre leva sulla infrastruttura gestita dal settore Bioscienze che integra le risorse di calcolo e di data storage del CRS4 con la strumentazione presente nel Next Generation Sequencing Core del CRS4 localizzato a POLARIS. Questa infrastruttura rappresenta uno degli asset individuati dalla S3 della Regione Sardegna per lo sviluppo della ricerca genomica in Sardegna. I sequenziatori disponibili includono attualmente 1 Illumina Hiseq 3000, 3 Illumina HiSeq 2000/HiSeq2500 e un Illumina MiSeq, e complessivamente rendono la piattaforma uno dei più grandi centri di sequenziamento in Italia per capacità di sequenziamento. Nel corso dello scorso triennio la piattaforma ha processato complessivamente oltre 200 lotti di campioni ed è tra le piattaforma in Italia ad aver conseguito la certificazione delle attività di sequenziamento Illumina Propel. L'applicazione delle tecnologie di sequenziamento è svolta in collaborazione con importanti centri di ricerca e strutture sanitarie in Italia (IRGB-CNR, Cagliari; Università di Sassari; Ospedale Giannina Gaslini IRCCS, Genova; Humanitas IRCCS, Milano; Ospedale Pediatrico Bambin Gesù IRCCS, Roma; Istituto Carlo Besta IRCCS, Milano; Istituto Dermopatico dell'Immacolata-IDI IRCCS, Roma; Università di Roma; Università di Milano; Università di Verona; Parco Tecnologico Padano, Lodi; Policlinico Sant'Orsola-Malpighi, Bologna; Istituto di Candiolo, Torino) e all'estero (Università di Cipro) e, tra gli altri risultati ha fornito un importante contributo per lo studio di malattie monogeniche rare (sindrome di Crisponi, sindrome di Alport, disabilità intellettiva sindromica, osteopetrosi, sindrome KBG) e l'identificazione di marcatori nei tumori del colon-retto (microRNA e mRNAs).

In ambito zootecnico è attiva una linea di ricerca in collaborazione con l'Istituto Zooprofilattico di Sassari (IZS) per l'identificazione di microRNA prodotti in corso di infezione in vitro con il virus della Peste Suina Africana (ASFV). Il virus ASFV è anche al centro di attività di sequenziamento svolte in collaborazione con l'IZS di Sassari e l'Università di Sassari per lo studio del genoma virale di alcuni isolati raccolti in Sardegna. Sempre con IZS di Sassari è stata avviata una collaborazione incentrata sull'analisi computazionale di proteine ricombinanti di S. aureus, da utilizzare come vaccini per la mastite ovina. Congiuntamente con l'Agenzia per la ricerca in Agricoltura della Regione Sardegna (AGRIS) e il Centro di Competenza per la Biodiversità Animale (CCBA) è in corso un progetto di sequenziamento whole-genome per la caratterizzazione genetica della razza ovina sarda con lo scopo di identificare dei caratteri associati alla efficienza produttiva, riproduttiva, resistenza alle patologie e al valore nutrizionale del latte. Da citare, infine, come rilevante per le attività di ricerca di questo progetto che il CRS4 è partner di ELIXIR-EUROPE, l'infrastruttura di ricerca europea che supporta le attività traslazionali per la medicina, l'ambiente, le industrie biotecnologiche e la società.

Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2019

Risorse umane. Il gruppo di lavoro nel 2019 è composto, alla data di scrittura di questo rapporto da 1 Dirigente di ricerca, 8 ricercatori e tecnologi, 1 dottorando e 2 borsisti.

Attività di ricerca. Tra i risultati raggiunti sinora nel 2019 si possono citare l'ottimizzazione dei protocolli per il sequenziamento di microRNA e del DNA tumorale circolante (ctDNA), lo sviluppo di protocolli sperimentali e di analisi bioinformatica per la caratterizzazione dello stato mutazionale delle IGVH nelle

leucemie linfatiche croniche (LLC) e la messa a punto di protocolli per il sequenziamento del microbioma e di genomi virali, l'automazione dei workflow di analisi per esoma, trascrittoma (quantificazione e discovery), small non coding RNA e whole-genome, e l'applicazione di nuove tecniche di modellistica computazionale. Queste attività hanno contribuito alla identificazione di geni candidati di malattie monogeniche rare e marcatori molecolari in oncologia, e sono state applicate alla gestione - dal campione al risultato dell'analisi - dei progetti di sequenziamento della piattaforma NGS. I workflow di analisi dei dati genomici (esoma, microRNA, mRNA), insieme al software sviluppato dal CRS4 per garantire la riproducibilità e la portabilità dei workflow di analisi, sono disponibili nel repository open-source https://github.com/solida-core.

Le tecniche di modellistica sono state sviluppate e applicate su diverse scale (molecolare, cellulare e di processo).

È in fase di completamento lo studio di dinamica molecolare del sistema recettore-idrossitirosolo (HT) per far luce sul meccanismo d'azione di questo potente anti-ossidante che può essere ottenuto per estrazione dagli scarti di lavorazione dell'oliva. Sempre su scala molecolare è stata avviata l'analisi computazionale di proteine tramite metodi di "homology modelling" con l'obiettivo di supportare la sperimentazione per la produzione di proteine ricombinanti di S. aureus, da utilizzare come vaccini per la mastite ovina. Infine con tecniche di datamining si sta procedendo con la predizione di proprietà chimico-fisiche di miscele di nanoparticelle utilizzate in ambito industriale e cristalli di impiego farmaceutico.

Su scala cellulare e di processo è stato sviluppato un modello matematico con relativo codice computazionale per la simulazione e l'interpretazione dei dati sperimentali di crescita di ceppi micro-algali sardi estremofili. Sempre in questo ambito è stato messo a punto un codice di simulazione per valutare le potenzialità di un'unità a microalghe in un contesto di depurazione di acque reflue e contestuale produzione di biodiesel.

Alla data di stesura del presente documento (settembre 2019) i risultati ottenuti sono stati divulgati attraverso 24 pubblicazioni (11 articoli peer-review su riviste internazionali, 1 capitolo in un libro, 12 presentazioni in congressi e convegni scientifici del settore). Nel corso del 2019 una significativa parte delle risorse è stata dedicata alla gestione dell'operatività della piattaforma di sequenziamento massivo: in particolare nel 2019, oltre a gestire i progetti di sequenziamento avviati negli anni precedenti e non ancora conclusi, sono state attivate ~30 nuove commesse da 16 partner (dati aggiornati a settembre 2019).

Servizi alla comunità scientifica. Il gruppo è molto attivo nella comunità scientifica nazionale e internazionale, e i membri del gruppo svolgono attività di referee di riviste internazionali e contribuiscono a diversi comitati tecnici (in particolare, di ELIXIR Europe), a comitati di programma di conferenze e workshop internazionali (SIMAI 2020, Parma; SIMAI 30th, Milano), a corsi di formazione per analisi dati (SIGU, Bari 2019) e svolgono inoltre un ruolo attivo in società scientifiche nazionali ed internazionali. Un membro del gruppo svolge abitualmente il ruolo di valutatore per la Comunità Europea, per il 2019 nell'ambito del Chemistry Panel, con riferimento alla call MSCA-IF-2018.

Progetti di ricerca. Il Settore ha partecipato a 1 progetto europeo e 1 su L.R. 7/2007. Inoltre, la presenza della facility di sequenziamento ha permesso di presentare diverse proposte progettuali nell'ambito della genomica. Complessivamente, nel corso del 2019, sono state sottomessi progetti a livello internazionale (H2020), nazionale (PRIN) e regionale (L.R. 7/2007, POR/FESR Aiuti alle imprese). Nel corso del 2019, è stato approvato il progetto di ricerca NanoCork (Nanotecnologie applicate all'industria enologica) nell'ambito dello strumento regionale "Aiuti per progetti di ricerca e sviluppo", D.G.R. n 40/09 del 06 luglio 2016. Il progetto, della durata di 24 mesi, ha come obiettivo l'individuazione dei meccanismi di contaminazione del vino imbottigliato con tappi di sughero da parte del TCA (tricloroanisolo). Attraverso simulazioni di

dinamica molecolare sarà studiato il passaggio di O_2 nel reticolo di nanoparticelle e l'interazione del TCA con lo stesso reticolo e con i fenoli del vino.

Trasferimento tecnologico. Le attività di trasferimento tecnologico sono state principalmente collegate allo sviluppo e al mantenimento di strumenti open-source (https://github.com/solida-core) per il trattamento di dati di sequenziamento NGS per la comunità scientifica e per la gestione di grosse quantità di informazioni eterogenee di tipo clinico e biologico. Sono state inoltre avviate delle attività per il trasferimento delle tecnologie di sequenziamento NGS sul territorio regionale, sia in ambito clinico (in collaborazione con Ospedale Oncologico-Businco sviluppo di un pannello per leucemie linfatiche croniche) che veterinario (AGRIS, caratterizzazione genomica della razza ovina sarda).

Per quanto riguarda il settore industriale delle biotecnologie, attraverso gli incontri con le PMI sarde nell'ambito del progetto cluster Top-Down COMISAR, è stata avviata un'intensa attività di disseminazione e trasferimento tecnologico relativa alla coltivazione microalgale per l'ottenimento di composti di alto valore aggiunto per impieghi nel settore cosmetico, nutraceutico, agroindustriale e delle energie rinnovabili.

Formazione. Il settore Bioscienze, con la collaborazione di Università locali e internazionali, grazie ai fondi del programma Scientific School 2018-2019 promosso dall'agenzia regionale Sardegna Ricerche, ha organizzato la scuola scientifica "Molecular Modeling: Real Applications and New Approaches" che si è tenuta dal 29 Luglio al 2 Agosto 2019 nella sede di Pula (Cagliari) del Parco tecnologico della Sardegna. Alla scuola, in cui è stata abbinata una parte pratica a quella teorica, hanno partecipato oltre 30 studenti provenienti da diverse parti del mondo.

Membri del gruppo hanno tenuto dei corsi di formazione e workshop sull'analisi dati prodotti con tecnologie NGS, nell'ambito delle attività di formazione organizzate dalla SIGU (Società Italiana di Genetica Umana (Bari). I ricercatori del settore Bioscienze che fanno parte del collegio dei docenti nell'ambito del Corso di Dottorato in *Innovation Sciences and Technologies* dell'Università di Cagliari hanno seguito una dottoranda del XXXI ciclo che ha svolto un'attività di ricerca sulla coltivazione microalgale in fotobioreattori ai fini dell'ottenimento di prodotti di alto valore aggiunto. Nel corso del 2019 è stato seguito un borsista nell'ambito dello strumento "Sviluppo del capitale umano nel Parco scientifico e tecnologico della Sardegna" promosso da Sardegna Ricerche, con un piano di formazione incentrato su tematiche di data mining per la predizione di proprietà molecolari ed applicazioni alla dinamica molecolare.

Nell'ambito delle attività di sviluppo di workflow per l'analisi bioinformatica di dati di sequenziamento, il settore segue le attività di un dottorando, in collaborazione con la Scuola di Dottorato di Medicina Molecolare di Cagliari, ed è responsabile delle attività di formazione di uno dei borsisti del progetto di ricerca PATH - Pathology in Automated Traceable Healthcare, finanziato dal PON 2007-2013.

È stato seguito un tirocinante nell'ambito di uno stage curriculare del corso di laurea magistrale in Matematica con indirizzo applicativo avente come oggetto la modellazione matematica e simulazione computazionale di processi di interesse nel settore biotecnologico.

Il direttore del settore, Giorgio Fotia, è membro del comitato di indirizzo del corso di laurea in Biotecnologie dell'Università di Cagliari.

Impatto locale. Nell'ambito delle attività di ricerca il gruppo di lavoro collabora con: le due Università sarde, l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna, AGRIS Sardegna, altri centri di ricerca di riferimento regionale quali il CNR-IRGB (Cagliari), strutture sanitarie di eccellenza, quali l'Azienda Ospedaliera Brotzu (Cagliari), l'Ospedale Oncologico Businco (Cagliari) e l'Ospedale Binaghi (Cagliari) ed alcune PMI sarde del settore biotecnologico. Nel corso del 2019 è stata inoltre rafforzata la rete di contatti

con le PMI sarde nel settore delle biotecnologie nell'ambito dei progetti cluster Top-Down COMISAR e NIASMIC.

Le scelte programmatiche

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2020-2022

Risorse umane. Alla data di redazione di questo piano il gruppo di lavoro è formato da 1 dirigente di ricerca, 8 dipendenti a tempo pieno tra ricercatori e tecnologi, 1 dottorando e 2 borsisti.

Lo sviluppo delle attività secondo il piano di lavoro qui descritto prevede complessivamente, oltre ad alcune posizioni di più breve durata per attività specifica di progetto, 14 *Full Time Equivalent* (FTE) tra ricercatori e tecnologi nel 2020, 16 FTE nel 2021 e 18 FTE nel 2022. Nel corso del 2019 si è effettuato l'inserimento di 1 borsa di formazione della durata di un anno che prevede attività di ricerca nella modellistica molecolare e genetica applicata a problemi medici e biologici.

Attività di ricerca. Manterremo, coordinando opportunamente le diverse linee di ricerca del Settore, un ruolo attivo nella comunità scientifica nazionale e internazionale. Le nostre attività continueranno ad avere come obiettivo principale lo sviluppo di procedure sperimentali e tecnologie abilitanti per l'integrazione, l'interpretazione e l'analisi data-intensive di grandi volumi di dati biologici eterogenei, e lo sviluppo di attività di ricerca e sviluppo mirate nei settori della modellistica computazionale e in particolare per la simulazione a diversa scala: molecolare, cellulare e di processo. A partire dalle competenze consolidate, prevediamo inoltre di integrare aspetti sperimentali, modellistici e computazionali per applicazioni in ambito clinico (malattie rare, oncologia, malattie autoimmuni, diagnosi non invasiva, medicina riparativa), veterinario, agrifood, farmaceutico e cosmetico, e ambientale (di interesse per lo sfruttamento sostenibile delle risorse naturali).

Servizi alla comunità scientifica. Manterremo una presenza attiva nelle società scientifiche nazionali ed internazionali. Proseguiremo l'attività di referee di riviste internazionali e di progetti presso la Comunità Europea e le agenzie di finanziamento. Prevediamo inoltre di mantenere attive le presenze in comitati di programma (almeno 2 per anno), ed editoriali (almeno 3 per il triennio).

Progetti di ricerca. Alla data di redazione di questo piano sono attivi un progetto di ricerca internazionale ERA-EDTA (fino a dicembre 2019), due progetti POR/FESR Azioni Cluster Top-Down (NIASMIC e COMISAR), un progetto POR/FESR Aiuti alle imprese (SA.NO) e risultano sottomesse diverse proposte progettuali (H2020, IZS Ministero della Sanità). È in fase di avviamento il progetto NanoCork (Nanotecnologie applicate all'industria enologica) nell'ambito dello strumento regionale "Aiuti per progetti di ricerca e sviluppo", D.G.R. n 40/09 del 06 luglio 2016.

Il progetto PATH (Pathology in Automated Traceable Healthcare, PON 2007-2013), e il suo associato progetto di formazione, operativi a partire dal 2018, impegneranno una quota delle risorse del gruppo di lavoro. Inoltre il Settore partecipa attivamente allo sviluppo del Progetto Regionale Complesso per la Biomedicina (Progetto FAIR - Azione 1.2.2 del POR FESR 2014-2020), in collaborazione con il Settore DIC e Sardegna Ricerche.

Trasferimento tecnologico. I risultati dell'attività di ricerca saranno sistematicamente messi a disposizione della comunità scientifica, tecnica e professionale regionale attraverso la realizzazione di partenariati per la realizzazione di progetti di ricerca, di trasferimento tecnologico e attività formative specializzate. Sarà come sempre favorito lo sviluppo di attività mirate in collaborazione con i principali centri di ricerca regionali (CNR-IRGB, AGRIS, IMC, Università e Ospedali). Continueranno le attività di sviluppo di strumenti open-

source per il trattamento di dati di sequenziamento NGS e per la gestione di grosse quantità di informazioni eterogenee di tipo clinico e biologico.

Formazione. Il settore ospita sino a febbraio 2020 una borsa di formazione che prevede attività di ricerca nella modellistica molecolare e genetica applicata a problemi medici e biologici, e un dottorando per il periodo 2018-2021 per lo studio di patologie oncologiche con tecnologie di sequenziamento NGS. Il settore è responsabile delle attività di formazione associate al progetto di ricerca PATH - Pathology in Automated Traceable Healthcare, finanziato dal PON 2007-2013 e ospita uno dei borsisti del progetto. Sono inoltre previste attività di formazione nell'ambito della Società Italiana di Genetica Umana e del Dottorato in Innovation Sciences and Technologies dell'Università di Cagliari.

Impatto locale. Nel corso del triennio saranno consolidate le collaborazioni con le due Università sarde, i centri di ricerca di riferimento regionale, quali il CNR-IRGB (Cagliari), Porto Conte Ricerche (Alghero) e l'IMC (Oristano), con l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna, AGRIS e le strutture sanitarie di eccellenza, quali l'Azienda Ospedaliera Brotzu (Cagliari), l'Ospedale Oncologico Businco (Cagliari), e l'Ospedale Binaghi (Cagliari), con l'Assessorato alla Sanità Regionale e con il sistema delle piccole e delle medie industrie del settore biotecnologico operanti in Sardegna. Nell'ambito dei progetti POR-FESR (Cluster Top-Down e Aiuti alle imprese) proseguiranno le collaborazioni con numerose PMI locali che sono coinvolte nelle attività progettuali e di trasferimento tecnologico. Queste attività sono coerenti con gli indirizzi della strategia di specializzazione intelligente della Regione Sardegna (S^3) nelle aree della biomedicina, dell'agroindustria e della bioeconomia.

Servizi di sequenziamento e analisi dati. Nel corso del precedente triennio abbiamo costantemente incrementato la tipologia di servizi di ricerca a disposizione delle comunità scientifica e delle imprese. L'obiettivo nel prossimo triennio, subordinato ad una opportuna disponibilità di risorse e adeguati investimenti per l'aggiornamento della strumentazione, è quello di ampliare il numero di enti, istituzioni, ospedali, ed imprese che richiedono di accedere ai servizi di ricerca erogati dalla piattaforma.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati e privati

A livello di collaborazioni scientifiche internazionali prevediamo di mantenere attive, in collaborazione con il settore DIC, le attività svolte nell'ambito della comunità internazionale di openEHR, un consorzio internazionale composto da professionisti del mondo clinico, informatico e accademico, che fornisce strumenti standardizzati per la descrizione semantica e computabile dei dati clinici, nello specifico per la descrizione dei dati ottenuti dal sequenziamento genomico. A livello locale, prevediamo di mantenere attive le collaborazioni con gli Ospedali, le Università di Cagliari e Sassari, CNR-IRGB, AGRIS e IZS Sardegna. Con gli Enti Pubblici prevediamo di continuare la nostra collaborazione con Istituto Clinico Humanitas - Milano, Ospedale Pediatrico Gaslini - Genova, OPBG - Roma, Ospedale San Raffaele (HSR) - Milano, sui temi dell'analisi e dell'integrazione di dati post sequenziamento NGS e con Ospedale Microcitemico, Centro Sclerosi Multipla Ospedale Binaghi e Ospedale Brotzu di Cagliari, sui temi di data management e integrazione di dataset biologici e analisi di dati genomici. Per quanto riguarda l'attività di ricerca relativa alla modellistica computazionale prevediamo di mantenere attivi i rapporti con Università, Enti di Ricerca e PMI. Prevediamo di consolidare la collaborazione con IMC (International Marine Center) di Oristano relativamente all'utilizzo delle alghe marine per "bioremediation" e per l'ottenimento di prodotti ad alto valore aggiunto per applicazioni nei settori farmaceutico, cosmetico, biomedico, nutraceutico. dei biomateriali ed energetico. Prevediamo di proseguire la collaborazione internazionale con enti pubblici e privati tra quali HES-SO (CH), ACCIONAS (ES), Joanneum Research Forschungsgesellschaft (AU), Technische Universitaet Wien (AU), IDENER, Vertech group (FR), RINA-C (IT), SNAM (IT) per il sequenziamento ed analisi del microbioma in reattori elettrochimici per la produzione di biometano. Sarà potenziata inoltre la

collaborazione con Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna incentrata sullo sviluppo di un vaccino ricombinante per la mastite ovina da *Staphylococcus aureus* a partire dai principali antigeni immunodominanti.

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Prevediamo, facendo leva sulle collaborazioni internazionali menzionate sopra, di partecipare attivamente alla stesura di progetti di ricerca e sviluppo tecnologico nell'ambito di Horizon 2020. Grazie alla presenza della facility di sequenziamento massivo e alla sinergia tra la modellazione su scala genomica e di processo, è allo studio la produzione di biometano attraverso un sistema basato su un reattore elettrochimico nei cui elettrodi sono presenti consorzi di micro-organismi elettroattivi e metanogeni.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano sono attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono incluse nell'Allegato:

- **Progetti istituzionali:** BIOS (2017-2019), NEXT (2017-2019);
- **Progetti nazionali:** PON SMART CITIES 2007-2013: PATH (2018 – 2021), PATH FORMAZIONE (2018 - 2021);
- **Progetti regionali**: Azioni Cluster Top-Down: COMISAR (2018-2020), NIASMIC (2018-2020); Aiuti R&S SA.NO (2018-2020); POR FESR 2014-2020 Azione 1.2.2 FAIR DATA (2019-2020).
- **Servizi industriali**: MaPBaG (2020), NEXT-RS (2019-2021).

2.2 DATA-INTENSIVE COMPUTING

Obiettivi generali

Il Settore Data-intensive Computing si dedica alla ricerca e sviluppo di soluzioni informatiche innovative per applicazioni data-intensive: l'obiettivo principale delle attività di ricerca è costruire conoscenza e valore a partire da dati complessi, eterogenei, in quantità enormi e in continuo aumento. I progressi tecnologici in ogni contesto della vita quotidiana, infatti, sono associati da tempo ad un flusso di dati in forte crescita, che, per sfruttare appieno i potenziali benefici associati, richiede strumenti avanzati quali formalismi di modellazione, metodologie scalabili di gestione ed analisi, tecnologie di calcolo ad alte prestazioni. Il Settore si focalizza sullo sviluppo di questo tipo di strumenti per trattare, con tecnologie standard, aperte e allo stato dell'arte, problematiche naturali, sociali, mediche e industriali. I risultati delle attività di ricerca, quando possibile, vengono diffusi e condivisi con la comunità *open source* e la comunità scientifica e si concretizzano nella pubblicazione di articoli scientifici e nella realizzazione di prototipi sperimentali, tecnologici e metodologici, destinati al mercato o a contesti di ricerca. Il Settore è, inoltre, attivo nella realizzazione di strumenti per il trasferimento tecnologico e l'alta formazione, quali corsi e workshop.

I temi di ricerca attuali sono portati avanti mediante l'azione sinergica e complementare dei Programmi Distributed Computing e Digital Health (prec. Healthcare Flows) e, dove rilevante, in stretta collaborazione con gli altri Settori del CRS4. I temi includono:

- raccolta, aggregazione ed analisi di dati su un vasto spettro di scale spaziali e temporali e di latenze – da alte latenze al quasi tempo reale;
- tecnologie scalabili per la data provenance e tracciabilità in ambito biomedico ed industriale;
- applicazioni verticali nei settori biomedico e industriale.

Più nello specifico, il Programma Distributed Computing realizza soluzioni informatiche innovative per applicazioni scientifiche caratterizzate da computazione intensiva su dataset di grandi dimensioni. Il Programma lavora sia sullo sviluppo di nuovi algoritmi che sfruttino le opportunità offerte dalle piattaforme di calcolo di ultima generazione, sia sulla configurazione dinamica di queste ultime in funzione delle caratteristiche specifiche dei problemi trattati. Il Settore ha una lunga tradizione sull'applicazione di questo approccio nella biologia computazionale, in particolare per quanto riguarda l'automatizzazione di pipeline di processamento in grado di affrontare l'ultima generazione di dispositivi sperimentali ad alta intensità di dati o sistemi integrati di analisi e gestione dei dati che possano affrontare la complessità di grafi di data provenance di grandi dimensioni. Parimenti, il settore è coinvolto nello sviluppo di tecnologie che acquisiscono, analizzano e gestiscono in maniera scalabile dati provenienti da reti di sensori. Nel contesto industriale, le tecnologie sviluppate vengono applicate allo studio di dati provenienti da processi complessi, in particolare per l'analisi di flussi di eventi provenienti da grandi sistemi di automazione. Il Settore ha un Programma di ricerca espressamente dedicato al health informatics, il Programma *Digital Health*. Il gruppo ha un'esperienza più che decennale di ricerca e sviluppo nell'applicazione dell'informatica alla pratica clinica, alla medicina e alla biologia. Le sue attività si concentrano su digital pathology, tracciabilità nei processi sanitari ed integrazione di domini clinici, modellazione semantico-computazionale di dati biomedici eterogenei e telemedicina in tempo reale.

La rilevanza delle attività del Settore si evidenzia anche dall'elevato tasso di autofinanziamento mediante progetti finanziati e collaborazioni di alto livello, descritte in dettaglio in seguito, con:

- **organizzazioni internazionali** (BBMRI-ERIC, ELIXIR, GA4GH, HL7, IHE, OME, OpenEHR, BDVA, OASC, FiWare);

- **università e centri di ricerca** (tra cui University of Dundee, KTH Royal Institute of Technology, Karolinska Institutet, Universitat Graz, Università di Cagliari, Università di Sassari, Università di Torino, Università di Modena, EURAC di Bolzano-Centre for Research Ethics & Bioethics di Uppsala);
- **enti clinici e di ricerca** (tra cui CNR-IRGB, Azienda Ospedaliera Brotzu di Cagliari, IRCCS Candiolo ed Ospedale "Le Molinette" di Torino);
- **partner industriali** (tra cui Engineering S.p.A., Demetrix, Glencoe, Inpeco, Nextage, Philips).

Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2019

Risorse umane. Nel 2019 il gruppo di lavoro è stato composto da un dirigente di ricerca e 15 ricercatori e tecnologi in staff (7 TI e 8 TD).

Attività di ricerca. Il Settore porta avanti i filoni di ricerca che lo caratterizzano, realizzando implementazioni specializzate di parte delle attività generali in specifici progetti industriali o di ricerca con partner clinici ed istituzionali. Nel 2019 in particolare il lavoro si è concentrato su: strumenti innovativi per la digital pathology; definizione di linee guida nell'ambito del comitato IHE per i processi clinici; tracciabilità e l'analisi quantitativa di processi complessi definiti da serie di eventi per applicazioni in campo clinico; estensioni al formalismo openEHR per l'integrazione di dati genomici in contesti clinici; studio e prototipazione di sistemi per l'analisi di flussi di dati che utilizzano un'architettura distribuita finalizzati ad ottimizzare le prestazioni e la scalabilità – e.g., analisi di dati genomici e tracce di processi industriali; studio e prototipizzazione di una piattaforma computazionale per l'elaborazione e l'integrazione di dati georeferenziati multidimensionali, scalabile e di flessibile istanziazione su Infrastructure as a Service (IaaS); ideazione e prototipizzazione di architetture software per piattaforme Edge; mantenimento ed estensione del corpus di strumenti e librerie open source sviluppati (e.g., pydoop, pyehr, hl7apy, most). Le attività nel campo della telemedicina in tempo reale sono state orientate al trasferimento tecnologico sul territorio, anche per valutare la fattibilità di un uso del prototipo CRS4 in un contesto reale.

Servizi alla comunità scientifica. I ricercatori del Settore sono parte attiva di diversi organismi internazionali sia di aggregazione industriale e scientifica che per la definizione di standard e best practices, nella naturale prosecuzione delle diverse attività lanciate dal compianto direttore Gianluigi Zanetti, prematuramente scomparso a Settembre 2019. Tra questi l'infrastruttura Europea per la ricerca BBMRI-ERIC (Biobanking and BioMolecular resources Research Infrastructure-European Resources Research Infrastructure Consortium) e la Joint Research Unit ELIXIR-ITA, dove il settore ha nel 2019 guidato la creazione della ELIXIR-ITA Metabolomics Community. Inoltre, il Settore rappresenta il CRS4 nell'associazione internazionale Global Alliance for Genomic Healthcare (GA4GH) dove contribuisce ai workstream Cloud e Clinical & Phenotypic Data Capture. In aggiunta, il gruppo fa parte del consorzio internazionale Open Microscopy Environment (OME), in particolare per quanto riguarda le tecnologie per l'analisi distribuita di immagini ad altissima risoluzione (ad esempio di microscopia digitale). Il Settore è anche attivamente coinvolto nello sviluppo di standard e best practices in campo biomedico: Alessandro Sulis è membro operativo di HL7 International. Alessandro Sulis e Francesca Frexia sono membri operativi del consorzio Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), in particolare per quanto riguarda Technical Committee dei domini di Laboratorio e Anatomia Patologica, e stanno sviluppando un nuovo profilo di integrazione dedicato al tracking dei campioni. Dopo la chiusura della prima versione dello standard nel 2018, nel 2019 il CRS4 ha collaborato con il Working Group Orders and Observation di HL7 per finalizzare una Change Request che contenga le nuove strutture di messaggi create appositamente per la tracciabilità del campione. Infine Cecilia Mascia e Francesca Frexia stanno collaborando allo sviluppo dello standard ISO TC 276, per la creazione di un modello di provenance per campioni biologici e dati che riguardi applicazioni di ricerca.
Nel 2019 si è ulteriormente intensificata la collaborazione con la openEHR Foundation, principalmente

grazie a tre iniziative:

- la pubblicazione sul portale di condivisione dei modelli clinici di openEHR (Clinical Knowledge Manager) del Genomics Project, primi modelli per rappresentare l'informazione genomica, il cui sviluppo è stato guidato dai ricercatori Cecilia Mascia (Settore DiC) e Paolo Uva (Settore Bioscienze) e ha coinvolto oltre agli editor di openEHR anche i ricercatori del consorzio tedesco HiGHmed;
- l'organizzazione di un workshop specializzato per avviare un'attività di ricerca sull'uso di openEHR per la ricerca biomedica;
- l'organizzazione di un evento pubblico dedicato alla diffusione di openEHR.

Il CRS4 è presente anche nell'associazione Big Data Value Association (BDVA), associazione Europea a prevalenza industriale che agisce come controparte alla Commissione Europea nell'implementazione del Big Data Value PPP (Public Private Partnership). Il Settore contribuisce ai gruppi di lavoro tecnologici BDVA-TF6-SG1: Data Management, BDVA-TF6-SG2: Data Processing Architectures, BDVA-TF6-SG3: Data Analytics, e a BDVA-TF7-SG1: Healthcare. Infine il Settore rappresenta il CRS4 nella FIWARE Foundation – una fondazione dedicata al supporto della tecnologia aperta FIWARE per la gestione distribuita di device IoT con speciale riferimento al campo Smart Cities and Communities.

Progetti di ricerca. Nel corso del 2019, il gruppo è stato impegnato su progetti di ricerca con finanziamenti esterni; nello specifico: un progetto con finanziamenti diretti da Sardegna ricerche, tre Progetti su bandi RAS, due progetti su bandi nazionali e tre partecipazioni a Progetti UE.

Trasferimento tecnologico e formazione. È stato gestito e mantenuto il sistema di addestramento per la citologia sviluppato nel contesto del progetto Europeo CYTEST (2014-1-IT01-KA202-002607). Inoltre, sono stati organizzati un workshop specialistico e due eventi di formazione aperti – uno focalizzato su openEHR e l'altro su *urban computing* – con relatori provenienti da UK, Australia, Norvegia, Germania, Slovenia e dal resto d'Italia.

Impatto locale e public engagement. Il Settore ha una serie di iniziative strategiche in corso con la RAS, delle quali le principali sono:

- trasferimento tecnologico per la realizzazione di metodologie e strumenti innovativi (gestione e l'analisi di dati sanitari dal punto di vista dei processi);
- partecipazione al comitato di indirizzo per il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica;
- collaborazione con Agris per l'analisi di immagini satellitari di terreni a fini di pianificazione e valutazione delle attività;
- il Settore Data-intensive Computing collabora con il Settore ViC relativamente all'accordo col Comune di Cagliari, per il supporto nello sviluppo di strategie per "promuovere la cultura, i processi e l'uso di risorse informatiche, sia nell'ambito degli uffici pubblici che in direzione della cittadinanza". Il ruolo del Settore, in particolare, si è concentrato sull'utilizzo di metodologie big e open data nel contesto delle smart cities.
- open data nel contesto delle smart cities. Grazie a questa iniziativa la città di Cagliari è entrata a far parte dell'associazione Open Agile Smart City (OASC), dedicata all'open innovation in contesto cittadino.

OASC è un'iniziativa globale che connette città distribuite su tutto il pianeta e che ha come scopo la diffusione di standard aperti e la condivisione di best practices. La visione alla base di OASC è di rendere possibile un mercato smart city basato sulle effettive necessità delle città e delle relative comunità, evitando vendor lock-in e contemporaneamente rafforzando la competizione attraverso l'interoperabilità

dei sistemi e delle piattaforme. La strategia generale è di utilizzare OASC come una strada a due vie che, da un lato, permetta di accelerare l'evoluzione delle infrastrutture metropolitane mediante il confronto con quanto di più avanzato è già stato fatto in altre città europee, dall'altro di accompagnare con canali di espansione commerciale quello che ci si aspetta possa essere un attivo ecosistema imprenditoriale cittadino legato all'open data. Come applicazione concreta di questa strategia, possiamo citare il lavoro fatto dal CRS4 a supporto del Comune di Cagliari sull'identificazione di tecnologie smart per l'identificazione di stalli liberi. Infatti, su richiesta del servizio "Sistemi Informativi, Informatici e Telematici", ora "Innovazione Tecnologica e Sistemi Informatici", del Comune di Cagliari, è stata avviata un'attività di consulenza verso il Comune stesso, volta allo studio di una piattaforma Smart per la rilevazione puntuale della disponibilità dei parcheggi riservati ai disabili e loro collocazione, informazione da rendere fruibile al pubblico attraverso metodologie Open Data. Con tale progetto, oltre alla realizzazione del sistema di monitoraggio e visualizzazione degli stalli liberi, si è soprattutto inteso avviare una prima riflessione ed un eventuale primo test dell'infrastruttura sensoristica distribuita urbana, e la produzione e distribuzione degli Open Data relativi, a uso del cittadino, delle istituzioni, degli operatori commerciali e turistici e degli operatori della Protezione Civile.

Le scelte programmatiche

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2020-2022

Risorse umane. Si prevede che il Settore sarà composto nel prossimo triennio da un dirigente di ricerca, 15 ricercatori e tecnologi di staff, oltre ad alcune posizioni di minore durata, eventualmente attivate su progetti specifici.

Attività di ricerca. Nel corso del prossimo triennio, il Settore continuerà le attività di ricerca e sviluppo relative alle tematiche principali, ovvero la creazione di metodologie e strumenti per gestire, analizzare ed estrarre conoscenza da dati eterogenei e di enormi dimensioni, in contesti scientifici, clinici ed industriali. In particolare verranno intensificati: l'impegno nel comitato internazionale IHE per definire le best practices per i processi clinici; la creazione di strumenti innovativi per la digital pathology, in particolare attraverso l'avanzamento delle tecniche per l'analisi di immagini attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale; lo studio di metodologie innovative e scalabili per la tracciabilità in processi industriali; le attività di sviluppo della prossima generazione di pipelines di processamento ed analisi di dati -omici per supportare il notevole aumento di processività e integrazione di dati in questi campi. Si continuerà inoltre a lavorare sull'integrazione tra tecnologie per la gestione ed analisi integrata di bioimmagini e, in generale, di data-intensive biology con specifiche applicazioni nel contesto di grandi biobanche digitali e le problematiche legate all'elaborazione dei dati sensibili in situ. Le attività di telemedicina si focalizzeranno su trasferimento tecnologico dei risultati ottenuti e consulenza strategica alla RAS.

Servizi alla comunità scientifica. Le partecipazioni ai comitati scientifici e agli organismi internazionali precedentemente elencate verranno mantenute anche nel periodo 2020-2022. Inoltre, verrà offerto ai ricercatori operanti in Sardegna un supporto per la gestione dei dati secondo i principi FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*).

Progetti di ricerca. Si proseguiranno i vari progetti su bandi RAS PIA 2013, POR FESR, bandi nazionali e EU H2020 che copriranno l'arco temporale del prossimo triennio.

Trasferimento tecnologico. Le attività di trasferimento tecnologico verranno portate avanti mantenendo e facendo evolvere i progetti software attualmente rilasciati in open-source (hl7apy, pyehr, most, cytest, pydoop, seal, TDM edge gateway, TDM polystore).

Formazione. Analogamente agli anni precedenti, si cercherà di ottenere finanziamenti per organizzare iniziative formative rivolte a studenti e professionisti potenzialmente interessati alle attività principali del Settore.

Impatto locale e public engagement. Nel prossimo triennio si prevede di intensificare le attività con l'Assessorato alla Sanità della RAS. Parallelamente si intende fornire supporto attivo alla RAS per l'attuazione delle iniziative previste nell'Agenda Digitale della Sardegna e al Comune di Cagliari nei progetti relativi all'open innovation.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

Come precedentemente illustrato, il Settore partecipa a varie organizzazioni internazionali e a infrastrutture per la ricerca Europee. Inoltre, ha all'attivo diverse collaborazioni con enti pubblici e privati che nel corso del triennio 2020-2022 proseguirà a rafforzare. Verrà infatti continuata l'attività svolta nelle organizzazioni internazionali di riferimento per standard e best practices nel campo delle biobanche, della digital pathology e dei Big Data (BBMRI-ERIC, GA4GH, HL7, IHE, BDVA, OME, OpenEHR).
Per quando riguarda i partner clinici, si prevede di continuare le collaborazioni di ricerca collaudate da anni, come quelle con il CNR-IRGB, il Brotzu, l'Università di Torino, l'Università di Modena, il Karolinska Institutet e l'Universitat Graz.
Le attività con partner industriali, dedicate a progetti di ricerca congiunti o trasferimento tecnologico, saranno portate avanti con partner consolidati, quali la multinazionale Inpeco, le imprese internazionali Glencoe e quelle sul territorio come Nextage, e si continuerà a espandere il ventaglio di rapporti di questo tipo.

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Dal 2017 il Settore ha un ruolo di rilievo nell'infrastruttura per la ricerca Europea BBMRI-ERIC, come anche interazioni dirette con altre infrastrutture per la ricerca Europee come Euro-bioimaging attraverso la sua partecipazione ad OME. Ci si aspetta che questa attività, assieme alla partecipazione a GA4GH ed ELIXIR-ITA, verranno ulteriormente rafforzate nel corso del prossimo triennio, attraverso progetti specifici. Tra questi possiamo già contare la partecipazione del CRS4 al progetto EOSC-Life e la ELIXIR Metabolomics Initiative.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano sono attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono incluse nell'Allegato:

- **Progetti istituzionali:** DIFRA (2019-2021), ToPMa (2020-2022);
- **Progetti internazionali**: UE H2020: DeepHealth (2019-2021), EOSC-Life (2019-2022), EJP-RD (2019-2025);
- **Progetti nazionali**: PON SMART CITIES 2007-2013: PATH (2016 – 2021), PATH FORMAZIONE (2016 – 2021); PON Ricerca ed Innovazione IDEHA (2018-2021);
- **Progetti regionali**: POR 2014-2020 TDM (2017-2021), FAIR DATA (2019-2020).

2.3 HIGH PERFOMANCE COMPUTING PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

Obiettivi generali

I campi di attività di energia e ambiente prospettano notevoli scenari di intervento sul fronte della ricerca e dello sviluppo tecnologico con rilevanti attinenze con il quadro economico e sociale, sia nazionale che internazionale. Questi scenari implicano lo studio e la simulazione di processi che coesistono su varie scale spaziali e temporali, richiedendo competenze appartenenti ad ambiti disciplinari scientifici e ingegneristici. Adattare queste scale in simulazioni realistiche e precise, progettate per infrastrutture di calcolo ad alta prestazione (HPC) che mettono insieme un enorme numero di core per l'ottenimento di performance estreme, sta spingendo la ricerca e lo sviluppo verso nuove sfide che toccano la frontiera di metodi numerici e computazionali, gestione di dati, ingegneria del software e tecnologia dell'hardware. Al CRS4, il successo del settore deriva dal talento dei suoi ricercatori messo in pratica attraverso le importanti collaborazioni con l'industria e i numerosi progetti europei, nazionali e regionali. Le attività svolte sono motivate dalle grandi sfide globali di società e di mercato che, per loro stessa natura, richiedono una notevole capacità di innovare che affonda le sue radici nella ricerca di base e nel *problem solving*.

Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2019

Nel 2019 l'impegno del settore può essere riassunto come segue. Include progetti di ricerca e sviluppo industriali e comunitari e attività propedeutiche con potenziali ricadute regionali. Le fasi di attuazione delle attività sono aderenti agli obiettivi stabiliti.

- *Imaging e geofisica computazionale*. Questa attività è principalmente definita attraverso una serie di ordini di lavoro (OdL) stabiliti con il committente Eni e caratterizzati da fasi di ricerca, sviluppo e implementazione, in conformità a precise richieste di mercato su problemi di frontiera, per la messa in produzione di applicativi HPC usati nella ricostruzione del sottosuolo profondo. *Il contratto CRS4/Eni è un contratto aperto per il quale il corrispettivo viene costruito in modo incrementale mediante l'attivazione di Ordini di Lavoro (OdL), il cui ammontare viene stabilito di volta in volta in base al tipo di attività richiesta.* A luglio 2019 è partito il nono contratto triennale (Eni9) con un primo OdL della durata di sei mesi focalizzato sul time imaging.
- *Geofisica ambientale*. L'attività si propone di ingegnerizzare gli applicativi sperimentali sviluppati per la prospezione dei primi strati del sottosuolo, fino all'ottenimento di un prodotto di indagine ambientale per la caratterizzazione, il monitoraggio, la bonifica di suoli contaminati e il recupero dei suoli degradati (progetti Testare, Supreme e HPC R&D). Le attività del 2019 sono legate agli obiettivi dei progetti Testare e Supreme oltre che alla scrittura di nuove proposte progettuali.
- *Ingegneria nucleare*. L'attenzione è concentrata principalmente sulla simulazione fluidodinamica di circuiti primari a metallo liquido e componenti critici per reattori veloci di quarta generazione a ciclo combustibile chiuso. Sono incluse attività sia di tipo progettuale sia di simulazione di scenari di incidenti (progetti SUNRISE e HPC R&D).
- *Meteo-climatologia.* Questa attività riguarda lo sviluppo di procedure di post processing dei dati da modelli climatici regionali e da modelli meteorologici a scala globale e limitata, così come l'implementazione di modelli non idrostatici a scala regionale. L'attenzione è posta sulla previsione di eventi estremi di precipitazione e ondate di calore e sulla valutazione su scala climatica delle variabili atmosferiche che influenzano il bilancio idrologico a scala di bacino e regionale (progetto TDM ES).
- *Pianificazione di reti intelligenti.* Al fine di consentire un uso razionale dell'energia prodotta da fonti rinnovabili, l'obiettivo è lo sviluppo e l'implementazione di nuove strategie intelligenti di gestione di rete, ricorrendo all'utilizzo di modelli meteorologici e di tecnologie di accumulo distribuito, per l'analisi e la previsione di produzione e consumi elettrici (progetti TDM SES, OTTANA, SARDINE e HPC R&D).

- *Simulazione incendi di foresta.* Il prototipo di simulatore dei fronti di fiamma negli incendi di foresta, sviluppato nel 2014-2015, è stato presentato a più riprese alla direzione regionale sarda e a quella nazionale dei CNVVF. Dal 2018, il settore Strategic Partnerships si occupa della inclusione di questo stesso motore di calcolo in un servizio WEB prototipale. Le attività relative al portale web fanno parte del progetto EMERGENZE.
- *Remote sensing e agricoltura di precisione.* L'attività, nata dall'iniziativa della RAS per l'integrazione della ricerca nella strategia S3 Aerospazio, parte da studi prototipali sul monitoraggio da satellite dei fenomeni di erosione costiera ed è stata finanziata con un progetto integrato per l'utilizzo di queste tecnologie nel settore dell'agricoltura di precisione (progetti NICOLAUS, HPC R&D).
- *Intelligenza artificiale:* L'attività riguarda lo studio di algoritmi di apprendimento automatico (machine learning) tramite l'implementazione di metodi associativi su reti multistrato per l'estrazione di caratteristiche distintive da ingenti volumi di dati. L'accento è messo sulla progettazione della base di conoscenza, sullo studio del modello numerico di apprendimento e sulla strategia di classificazione ottimale (progetto HPC R&D).
- *Alta formazione:* Il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Cagliari ha messo in pratica la proposta del settore di creare il nuovo Indirizzo Applicativo di Laurea Magistrale orientato alla matematica applicata e al calcolo numerico, includendo nel piano di studi insegnamenti che attingono alle competenze e all'esperienza del settore. Nell'anno accademico 2018-2019, sono stati tenuti due corsi denominati "Metodi numerici ottimizzati per le scienze applicate" e "HPC su problemi di grande scala" (progetto HPC DMI).

Le scelte programmatiche

L'aspetto più rilevante di questa programmazione è il carattere prospettico legato alla capacità del settore di soddisfare con competenze consolidate i bisogni presenti e futuri che si intrecciano con i temi di energia e ambiente. Le attività che si distinguono sono quelle che, oltre a richiedere tecnologie abilitanti HPC e ICT, puntano sulla competenza scientifica quale valore aggiunto necessario per generare conoscenza e innovazione. Non a caso, sono attività che continuano a meritare il sostegno finanziario dell'industria, dell'Unione Europea e della RAS. La programmazione prevede inoltre spazi di inserimento, sviluppo e realizzazione per quelle attività emergenti che per la loro concretezza possono dare risposte con contributi ai problemi di logistica, pianificazione e organizzazione legati all'amministrazione del territorio della Sardegna e delle sue risorse.

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2020-2022

Risorse umane. Nel prossimo triennio, il gruppo di lavoro, composto nel 2019 da un Dirigente di ricerca e 17 ricercatori e tecnologi in staff, avrà la necessità di integrare *due nuovi ricercator*i di staff con profili professionali precisi: un ingegnere elettronico/informatico per lo sviluppo di infrastrutture SW per applicazioni di calcolo HPC su cloud e un matematico esperto di geometria computazionale per problemi di modellazione CFD. Le risorse necessarie saranno attinte dai finanziamenti derivanti dai progetti in essere e dalla proposte progettuali in corso con la UE.

Obiettivi. Nell'orizzonte temporale considerato, si vogliono conseguire una serie di obiettivi che riguardano tre percorsi distinti di ricerca e sviluppo.

Il *primo* percorso, quello di imaging e geofisica numerica, si inserisce da una ventina di anni nella collaborazione di ricerca e sviluppo con il partner industriale Eni. A luglio 2019 è partito il nono contratto triennale, stipulato sulla base di un piano di lavoro già largamente predisposto nel precedente. L'attività consisterà, primo, nel raffinare ulteriormente i modelli matematici di ricostruzione e di caratterizzazione

sismica del sottosuolo, e, secondo, nel proporne di nuovi, consistentemente con i sistemi di acquisizione e con l'incremento del volume di dati e della potenza di calcolo per singolo run da eseguire nei tempi vincolati dalla produzione. Un terzo punto riguarda il mantenimento degli applicativi esistenti. Nell'insieme, continuerà lo sviluppo di solutori nei dominii acustico ed elastico con attività che toccheranno la simulazione di onde in mezzi complessi, l'inversione sismica e la migrazione di dati in profondità e nel tempo. Segnaliamo che una ricaduta importante di questa attività, riguarda lo sviluppo di modelli matematici di imaging nell'ambito innovativo dell'analisi medica ad ultrasuoni concepiti per l'elaborazione su HW dedicato. I test di ecografia condotti sono estremamente promettenti.
Il *secondo* percorso riguarda l'expertise maturata al CRS4, da un lato, nel campo della climatologia e della meteorologia e, dall'altro, della previsione di produzione e consumo elettrico. Queste tecniche di forecasting, in via di perfezionamento e di test nell'ambito del progetto regionale TDM, sono costruite per la previsione dei consumi urbani e della produzione da fonti energetiche rinnovabili, nonché per la gestione intelligente delle reti elettriche (Smart Grid) e per la gestione ottimale dei sistemi di accumulo distribuito e di mobilità elettrica. Si tratta di applicazioni per le quali si prevede una sempre maggiore diffusione nei prossimi anni, e che hanno già trovato riscontro nell'avvio di alcuni progetti in collaborazione con PMI locali. Le attività saranno orientate sia alla creazione di strumenti software di supporto alle decisioni per grandi sistemi, che alla creazione di servizi di piccola scala, anche attraverso una sperimentazione sulle singole utenze elettriche e l'utilizzo di sensoristica a basso costo basata su tecnologie open hardware. Va messa in evidenza, in questo percorso, l'attività di ingegneria nucleare, la quale, pur essendo fuori dai clamori della ricerca e sviluppo del CRS4, è quella che da anni porta un gran numero di progetti europei.
Il *terzo* percorso riguarda sia spazi di studio e di formazione legati ai primi due percorsi, sia il lancio e il rafforzamento di attività emergenti quali dinamica degli incendi, geofisica ambientale, agricoltura di precisione, idrologia, remote-sensing, analisi dati e intelligenza artificiale, avvalendosi dell'esperienza complessiva maturata nel settore. Tale percorso è lo spazio nel quale formulare nuove proposte o prototipare prodotti e servizi per stimolare nuove collaborazioni con finanziamenti finalizzati, pubblici e privati.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

L'attività di *imaging e geofisica numerica* del CRS4 ha una forte identità maturata e consolidata in oltre 20 anni di intenso lavoro con fisici, ingegneri, geologi e informatici di due dipartimenti di Eni, AESI e RIGE, della Divisione E&P. Come già sottolineato, questa collaborazione, interamente finanziata da Eni, proseguirà anche nel triennio considerato. Continuerà dunque la progettazione e lo sviluppo di strumenti SW per l'imaging acustico ed elastico ad alta definizione del sottosuolo e per la ricostruzione di anomalie gravitazionali e magnetiche profonde. I lavori prevedono anche una partecipazione di supporto del Cineca, il consorzio italiano di supercalcolo. Questa attività, che copre fisica-matematica, algoritmica e sviluppo SW, è ben nota alle società di processing per il mondo Oil&Gas, così come ai fabbricanti di hardware HPC che vedono nell'esplorazione geofisica un'importante disciplina di riferimento per lo sviluppo del futuro mercato del calcolo Exascale (10^{18}Flop/s). Queste sfide richiedono un approccio rivoluzionario della modellistica numerica e della programmazione che rompa con la tradizionale strategia incrementale. La transizione necessita di personale di ricerca con una formazione scientifica e informatica altamente specializzata.

Per quanto riguarda questo aspetto, il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Cagliari (DMI) ha messo in pratica la proposta di creare un nuovo *Indirizzo Applicativo della Laurea Magistrale*, includendo nel piano di studi insegnamenti riguardanti le applicazioni numeriche e il calcolo HPC che attingono competenze ed esperienza del settore. La formalizzazione di questa collaborazione con il CRS4 è

stata realizzata in due fasi: a Febbraio 2018 tramite la firma dell'Accordo Quadro con l'Università di Cagliari e a Settembre 2018 con la scrittura dell'Accordo di Collaborazione con il DMI che definisce e regola il percorso triennale comune di didattica e ricerca. I due corsi di "Metodi numerici ottimizzati per le scienze applicate" e "HPC su problemi di grande scala" sono stati inaugurati durante l'anno accademico 2018-2019 e continueranno per i prossimi anni.

Va da sé che l'esperienza acquisita nell'imaging geofisico, in termini di modellistica, di tecniche implementative e di programmazione, ha altri sbocchi e può trovare una collocazione nell'ambito innovativo dell'*analisi medica a ultrasuoni* realizzata su HW dedicato. In questo ambito, Il CRS4 aveva aperto nel 2017 un confronto e firmato un Non-Disclosure Agreement con un'importante azienda del settore biomedicale. Il rapporto si è poi interrotto bruscamente nel 2019 a seguito dell'acquisto dell'azienda da parte di un consorzio di sei aziende cinesi operanti nel settore della diagnostica per immagini.

In Sardegna, le opportunità di sperimentazione che può creare l'attività di ricerca sulle *reti intelligenti* (o Internet dell'Energia) trovano una collocazione naturale dentro università, comuni e consorzi industriali, anche grazie alla continua collaborazione tra tutti i soggetti operanti nel settore. Ad esempio, Berchidda, Oschiri e Benetutti, ultimi comuni a controllare tre aziende elettriche, nonché proprietari di campi fotovoltaici, diventeranno banchi di prova per la sperimentazione in situ di una rete intelligente. Similmente, nei tre campi solari di Ottana, Villacidro e Tortolì, il primo gestito da Sardegna Ricerche e dall'Università di Cagliari, gli altri due dai Consorzi Industriali Provinciali del Medio Campidano-Villacidro e dell'Ogliastra, si sperimenta la messa in opera di una centrale elettrica virtuale (VPP) con accumulo. In questa sperimentazione, gli strumenti SW di forecast, in via di sviluppo e di perfezionamento al CRS4, potranno essere implementati per la gestione e il controllo della VPP. Tali strumenti permetteranno un utilizzo più efficace dei servizi energivori offerti dalle amministrazioni comunali, a partire dal consumo energetico dei loro edifici e dall'illuminazione stradale, per finire con la mobilità elettrica del loro parco auto. I soggetti privati interessati ai risultati dell'attività spaziano dalle Energy Service COmpanies (ESCO) operanti nel territorio regionale e non solo, fino ai piccoli produttori energetici che potranno sfruttare le informazioni sulla propria produzione futura per massimizzare i guadagni nel mercato dell'energia.

Le attività nel *campo meteo-climatico* sono state indirizzate negli ultimi anni verso l'utilizzo in specifiche applicazioni dei dati meteorologici e climatici prodotti dai modelli globali e/o regionali forniti da importanti enti internazionali quali ECMWF (Europa) e NOOA (USA). L'argomento centrale della ricerca in questo ambito è quindi lo sviluppo di tecniche specializzate di post-processing per applicazioni trasversali quali la previsione dei consumi energetici e il miglioramento della sicurezza del cittadino (progetto TDM), il downscaling degli scenari climatici per applicazioni idrologiche e in campo agricolo, così come l'utilizzo delle previsioni meteorologiche nell'applicazione di propagazione degli incendi. Si intende sviluppare ulteriormente nei prossimi anni questo elemento di trasversalità interno al settore mediante il reperimento di partenariati esterni per la partecipazione a nuovi progetti, promuovendo attività che allo stato attuale sono: lo sviluppo di tecniche di visualizzazione specifiche per i dati meteo-climatici (con il settore VIC) e l'utilizzo delle previsioni meteorologiche e stagionali per applicazioni di agricoltura di precisione (progetto Aerospazio S3 NICOLAUS).

Il settore ha maturato più di quindici anni di esperienza nella *simulazione fluidodinamica* per la progettazione di reattori nucleari di quarta generazione raffreddati a lega di piombo liquido, a ciclo combustibile chiuso e basati sul concetto di sicurezza passiva. Attraverso una lunga serie di progetti europei

svolti in stretta collaborazione con partner quali ENEA e Ansaldo Nucleare utilizzando i più moderni SW commerciali per la simulazione multifisica, il CRS4 è diventato un fornitore rinomato, in Italia e all'estero, di soluzioni ingegneristiche per la progettazione e l'analisi di sistemi e apparati nucleari. Segnaliamo che su questo tema è stato siglato nel 2019 un memorandum d'intesa (MOA) con il consorzio internazionale Falcon per la preparazione di nuove proposte progettuali in campo europeo.

Le *attività emergenti* create nel 2016 scaturiscono dal connubio tra competenze di calcolo HPC, ICT e Scienze Ambientali. Si collocano nel contesto regionale con collaborazioni sia pubbliche che private. A titolo di esempio, citiamo le seguenti azioni:

- Sulla dinamica degli incendi, lo strumento di simulazione sviluppato nel settore è un sistema di supporto alla decisione che include un motore di calcolo e un'interfaccia Web. È uno strumento prototipale per il pianificatore che deve progettare un modello di intervento. A tale scopo, è stato testato in vari studi e, in particolare, utilizzato per caratterizzare il pericolo d'incendio nell'area del Policlinico Universitario di Monserrato. Questo risultato è stato analizzato e integrato nel Piano Protezione Civile del comune di Monserrato. Il sistema è stato anche presentato ai responsabili nazionali del CNVVF che hanno manifestato l'intenzione di validarlo rispetto alle loro esigenze.
- La geofisica ambientale e la geomatica sono di elevato interesse per tutti quei comuni che devono far fronte a rischi correlati ad attività minerarie dismesse. Un altro campo di applicazione di queste discipline è l'agricoltura di precisione, basata sull'acquisizione e l'elaborazione automatica di dati biochimici e fisici del suolo. Segnaliamo inoltre l'interesse che gli archeologi pongono nell'investigazione geofisica, con particolare riferimento al sito di Mont'e Prama, a partire da dati acquisiti con georadar. Il settore continua a proporsi quale partner tecnologico per progetti applicati in tutti questi ambiti promuovendo attività che siano di supporto al decisore pubblico come al privato, coinvolti in procedure di risanamento ambientale o di esecuzione di interventi agronomici. Il gruppo ha partecipato alla scrittura di vari progetti europei e regionali nell'ambito della geofisica applicata all'ambiente. La RAS ha recepito positivamente la proposta TESTARE, così come l'Unione europea il progetto SUPREME, finanziato nell'ambito del bando EranetMed. Entrambi i progetti prevedono una stretta collaborazione con l'Università di Cagliari (DICAAR, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche) e con più di dieci aziende del territorio oltre che, nel progetto SUPREME, con istituzioni e Università europee ed extraeuropee.
- Implementazione di piattaforme tecnologiche ICT distribuite per la gestione e l'analisi dell'ambiente e del territorio. I temi riguardano principalmente l'osservazione della terra e il remote sensing, con particolare interesse per l'analisi dati mediante algoritmi di apprendimento automatico (Machine Learning) supervisionato, applicato a dati satellitari. Si stanno portando avanti diverse iniziative con aziende private e con enti pubblici sardi. Fa parte di questa linea il progetto Nicolaus per analisi a scala regionale relative all'agricoltura e agli stati vegetativi.

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Al momento per il periodo di riferimento, 2020-2022, il settore HPC per Energia e Ambiente partecipa al progetto europeo ERANETMED (SUPREME). Il CRS4 è parte di una compagine internazionale, composta da centri di ricerca, università e industrie, organizzata in consorzio con attività nel settore energetico o ambientale.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano sono attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono

incluse nell'Allegato:

- **Progetti istituzionali:** HPC R&D (2019-2021), HPC DMI (2018-2021), CO2_SR (2017-2020);
- **Progetti internazionali**: ERANETMED SUPREME (2017-2020);
- **Progetti regionali**: POR FESR TDM (2018-2021); POR FESR Aiuti R&S: OSMOSI (2018-2020), SARDINE (2018-2020), SUNRISE (2019-2021); POR FESR Azione 4.3.1 OTTANA (2019-2021); POR FESR AEROSPAZIO NICOLAUS (2018-2020); Azioni Cluster Top-Down TESTARE (2018-2020);
- **Servizi industriali**: ENI9 (2019-2022).

2.4 SOCIETÀ DELL'INFORMAZIONE

Obiettivi generali

Oggi siamo in pieno nella "Società dell'Informazione". Telefoni cellulari e altri dispositivi mobili avanzati, collegati alla rete Internet ad alta velocità, sul lavoro, a casa, dovunque, unificando nelle ICT i mondi un tempo separati delle Tecnologie dell'Informatica e delle Telecomunicazioni, stanno continuamente trasformando la nostra società. Ormai possiamo comunicare in ogni momento con e da ogni posto, attraverso una diversità di connessioni e di applicazioni, sempre più interoperabili e basate su standard aperti.

Alla luce dei positivi risultati ottenuti in questi ultimi anni, anche nel 2019 si continuerà la strategia di privilegiare sempre di più attività e progetti che facciano espressamente da "ponte" tra le ricerche del CRS4 e lo sviluppo di una effettiva innovazione in Sardegna, con l'obiettivo che alcuni prototipi innovativi ideati e prodotti dal CRS4 vengano poi realmente adottati, previa ulteriore ingegnerizzazione ed integrazione, dalle aziende sul mercato, ovvero possano fare da catalizzatore per la nascita di StartUp. Da tempo si è in contatto con numerose imprese locali per attività di ricerca industriale e trasferimento tecnologico, e anche nei prossimi anni si rafforzeranno ulteriormente tali collaborazioni, in particolare nel settore dei trasporti, della cultura, del territorio, dell'agroalimentare, del turismo.

Il settore "Società dell'Informazione" è attualmente strutturato in sette programmi di ricerca:

- Natural Interaction and Knowledge Management Technologies
- Content Technologies and Information Management
- Internet of Things and Energy Efficiency Technologies
- Smart Environments and Technologies
- Educational Technologies
- Game-based Interaction and Technologies
- Collaborative and Social Environments

Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2019

Risorse umane. Il settore "ICT – Information Society" a metà settembre 2019 è composto da 1 dirigente di ricerca, 7 ricercatori capo-programma, 33 ricercatori e tecnologi in staff, 2 assistenti di ricerca allocate ad un progetto specifico (IDEA, Programma Regionale Iscol@), infine un supporto non quantificabile e non garantito di assistenti di ricerca condivise con gli altri settori del CRS4.

Natural Interaction and Knowledge Management Technologies

Nel corso del 2019 si è proseguito il lavoro di elaborazione di modelli e lo sviluppo di strumenti che utilizzano sia tecniche di Natural Language Processing (NLP) con la conclusione dei progetti ESSE3, BS2R e SOS, sia tecniche legate ai Linked Open Data e ai Recommender Systems con la conclusione del progetto INTUIT. Tali strumenti permettono attraverso l'analisi linguistica e semantica dei testi di affrontare i problemi dell'Opinion Mining e la classificazione semantica dei contenuti nonché piattaforme specializzate di Data Intelligence e di contribuire allo sviluppo del Web of Data. Per migliorare la possibilità di fruizione (ricerca, visualizzazione, consultazione, selezione, condivisione) delle informazioni, nel corso degli anni precedenti, in modo interdisciplinare, con le metodologie proprie dell'Interaction Design, sono stati elaborati modelli di interazione che sfruttano la ricchezza dell'espressività umana nella comunicazione verbale e non verbale, attraverso l'analisi della gestualità o della postura. L'insieme di tutte queste tematiche è stato fatto confluire nel progetto Over the View, progetto di trasferimento tecnologico nel

campo dell'accessibilità museale. Tale progetto si trova ora nella fase intermedia e ha già registrato la realizzazione di un prototipo di guida audio-testuale interattiva con tavola tattile sensibile.

Content Technologies and Information Management

Nel corso del 2019 il gruppo ha portato a conclusione i progetti DEEP (estrazione di conoscenza dai flussi di dati provenienti da sensori e social networks), ESSE3 (indicizzazione automatica dei contenuti visuali), ICARE2 (classificazione di immagini in ambito diagnostico e wellness), Protect-Id (monitoraggio dell'attenzione dei clienti e interazione gestuale con contenuti visuali).

Nell'ambito dei suddetti progetti sono state sviluppate alcune piattaforme tecnologiche finalizzate a valorizzare, attraverso il riuso in altri progetti, i risultati già conseguiti:

- Deep Framework: piattaforma di edge computing per il processing distribuito di stream di dati, finalizzata all'estrazione di informazioni in tempo reale da flussi video mediante tecniche di intelligenza artificiale e utilizzabile da applicazioni cloud in modalità SaaS.
- Shado: piattaforma per la catalogazione degli asset digitali, estendibile e configurabile, attraverso un sistema di plug-in, in funzione dei requisiti dei diversi possibili scenari di utilizzo.
- HyperGate: framework per la creazione di soluzioni che richiedono l'integrazione tra applicazioni web/cloud e risorse locali come sensori, hardware legacy, database o altri dispositivi non predisposti per l'IoT.
- HyperPeer: soluzione basata su WebRTC per lo scambio peer-to-peer di flussi audio/video tra applicazioni web (browser-based), desktop e cloud.

Le suddette piattaforme sono state rilasciate in modalità dual-licenze (licenza GPLv3 e commerciale), in modo da non precludere un eventuale sfruttamente sul mercato di applicazioni basate su di esse.

Nell'anno in corso il team è stato inoltre impegnato nel portare avanti altri progetti avviati precedentemente, ovvero **Cultura 4.0** (creazione di nuovi prodotti digitali per la comunicazione del patrimonio culturale, ambientale e turistico che pongano al centro l'importanza della user-experience e della interazione digitale), **NLM4CMS** (piattaforma di conversational commerce basato su intelligenza artificiale e natural language processing e accessibile attraverso canali instant e social), **K-Shop** (rilevamento delle caratteristiche dei clienti di spazi commerciali attraverso la computer vision) e **Sauron** (monitoraggio del territorio attraverso l'analisi in tempo reale delle riprese di camere trasportate su droni).

Internet of Things and Energy Efficiency Technologies

Nel corso del 2019 il gruppo ha continuato nel solco delineato negli anni precedenti ovvero sviluppando le tematiche legate alla definizione di architetture informatiche complesse e scalabili. L'obiettivo di lungo termine è l'integrazione in un'unica piattaforma informatica dei diversi servizi legati all'utilizzo ormai esponenziale delle tecnologie Internet of Things e delle reti neurali artificiali (RNA) principalmente orientate ai settori accessibilità, trasporti, turismo, energy monitoring e efficientamento energetico, agricoltura di precisione, ottimizzazione campi solari nei sistemi a torre centrale.

Nell'ambito specifico dell'accessibilità, trasporti e turismo sono due le attività portate avanti. La prima attiene l'attività di manutenzione e gestione della piattaforma Airport4all (www.airport4all.com) e delle due relative App funzionanti per gli smartphone in ambiente iOS e Android. Il presente servizio, attivo per tutti e tre gli aeroporti della Sardegna, opera h24 e 7 giorni su 7. La piattaforma, attiva dal 2016, raccoglie l'interesse di un numero crescente di viaggiatori. Nel corso del presente anno l'attività è stata indirizzata all'aggiornamento necessario sia per allineare la piattaforma alla normativa GDPR che per garantire il puntuale funzionamento del sistema in ambiente cloud per le due piattaforme prima citate. In particolare è stata garantito il costante aggiornamento delle licenze e dei certificati di utilizzo. Su questo tema stiamo

iniziando una collaborazione con un piccolo comune del centro Sardegna per trasferire le metodiche e le conoscenze sviluppate al territorio.

Nell'ambito delle soluzioni tecnologiche IoT applicate ai settori del monitoraggio nell'agricoltura di precisione sono stati sviluppati dei modelli reti neurali artificiali per migliorare la resa dei prodotti di coltivazione ed ottimizzarne il processo di trasformazione in prodotti finali (oli essenziali e idrolati). Per quante attiene le previsioni di radiazione solare diretta a breve termine è stata istruita un'opportuna ANN che utilizza i dati meteo disponibili in rete. I risultati preliminari mostrano che si è in grado di prevedere, con una affidabilità entro 5%, la DNI a 15 min. Riguardo la divulgazione del know-how acquisito in questo settore è continuata l'interazione con società operanti nel settore agricolo. È iniziata l'attività di R&S connessa allo sviluppo progetto denominato Agriot, finanziato lo scorso anno in ATI con la startup regionale Dauvea. Il progetto mira alla realizzazione di una piattaforma di supporto alle aziende e ad enti governativi per l'ottimizzazione dell'uso delle risorse ambientali attraverso l'uso delle tecnologie di Internet of Things a basso consumo.

Infine, nell'ambito delle attività del progetto UE Stage-STE, è continuato il lavoro di sviluppo sviluppo della piattaforma software CRS4-2 che calcola le prestazioni ottiche di campi solari nei sistemi a torre.

Viene infine mantenuto logisticamente attivo il laboratorio IoT e l'attività di supporto di prototipazione 3D e di sviluppo di sensori IoT che permette di creare i dispositivi IoT utilizzati nei progetti.

Smart Environments and Technologies

Nel corso del 2019 il Programma ha continuato a sviluppare le traiettorie tecnologiche avviate negli anni precedenti e a perseguire gli obiettivi di contaminazione con il sistema delle imprese e di exploitation dei risultati, sia attraverso lo sviluppo strutturato di una importante filiera di progetti per i quali ha svolto la funzione di catalizzatore (Cagliari Port 2020, Cagliari 2020, Entando, etc.), e che hanno permesso di convergere su Cagliari risorse per circa 40 milioni di euro, sia attraverso lo sviluppo di una rete di collaborazioni a vario livello (Assessorati RAS, ARPAS, AdSP, Confindustria, Confcommercio, Confartigianato, Consorzi Industriali, etc.) che consentono di essere considerati come punti di riferimento su tematiche rilevanti per l'economia locale, in generale all'interno del generico contenitore delle Smart Cities, e più in particolare nelle tematiche legate a mobilità e trasporti, logistica, impatto ambientale.

Nella prima parte dell'anno, come per tutto il 2018, le attività del gruppo hanno continuato a soffrire pesantemente delle complicazioni burocratiche legate alle policy per il recruitment del personale, con il rischio conclamato di dover recedere dai progetti più rilevanti.

Solo a partire da aprile 2019 è stato possibile avviare le procedure di selezione per potenziare la forza lavoro coinvolta nel progetto e superare le criticità più macroscopiche, anche se in modo scarsamente strutturato: la necessità di continuare a ri-selezionare più volte le stesse professionalità per poter portare a compimento le attività previste nei progetti introduce elementi di complessità di gestione indesiderati, che generano costi inutili e frenano pesantemente le capacità di sviluppo. Come già evidenziato nel passato è d'obbligo ribadire che per il programma SMART continua a non percepirsi una strategia aziendale coerente con gli obiettivi istitutivi del Programma, per come questo è stato concepito e approvato nell'ambito dell'organizzazione del Centro.

Nel merito delle specifiche attività, nel corso del 2019 è arrivato a completamento il progetto CagliariPort 2020, progetto a coordinamento scientifico del CRS4, per il quale si sono tenuti due eventi conclusivi, un workshop specialistico coordinato da DMI-UniCA con CRS4 e la partecipazione di UniBO e PoliTO, e l'altro, pubblico, coordinato dall'AdSP del Mare di Sardegna. Nell'ambito di CagliariPort 2020 sono stati sviluppati il framework applicativo CMC e la sua derivazione per l'Internet delle Cose CMC-IoT, oltre ad una serie di applicazioni verticali che sfruttano tale tecnologia, finalizzate a fornire servizi per le navi da crociera e per il

diportismo, servizi per i croceristi ed i turisti in senso lato, servizi per gli operatori economici dell'ecosistema portuale.

Nel corso del 2019 è arrivato a completamento anche il progetto PIA con Entando, dove è stata sviluppata l'applicazione dimostrativa Smart Mobility, una piattaforma MaaS (Mobility as a Service) basata sulla piattaforma CMC-IoT, che integra i dati di spire per il conteggio dei veicoli, parcheggi, trasporto pubblico, car sharing, bike sharing in ottica di riduzione dell'impatto veicolare. È stata sviluppata anche un'interfaccia Android Auto, che consente l'interazione vocale tra il sistema e l'automobilista. Il progetto è stato oggetto di una manifestazione conclusiva alla MEM nel mese di giugno 2019. Nell'ambito del progetto sono stati pubblicati quattro articoli su atti di convegni internazionali. Il CRS4 ha potuto partecipare, per la presentazione orale dei lavori, soltanto a due di questi: ICSOFT2019 e WEBIST2019.

A seguito del superamento, ancorché parziale, delle limitazioni amministrativo/burocratiche, sono entrate nel vivo le attività del progetto Cagliari 2020, dove sono state sviluppate una serie di procedure per l'acquisizione dei dati di interesse per la mobilità (acquisizione, pulizia ed ETL, data fusion tra le diverse sorgenti informative), è stata impostata la modellistica dei trasporti (analisi della domanda, analisi dell'offerta, assegnazione), con la predisposizione di un insieme di scenari significativi dal punto di vista trasportistico e la definizione degli output per l'alimentazione dei modelli ambientali per la valutazione dell'impatto della mobilità sulla qualità dell'aria. Allo stato è stato individuato un corridoio di sperimentazione che comprende tutta la SS195 tra la sede del CRS4 e l'ingresso di Cagliari, ed esiste uno stack completo di componenti che consentono di rappresentare a livello di DSS un insieme di indicatori chiave per il sistema di trasporto ed i relativi livelli di emissione e sono in fase di sviluppo le applicazioni per smartphone che consentiranno di rendere disponibili i servizi del sistema al cittadino.

Nel corso del 2019 ha preso avvio anche il progetto collegato Cagliari 2020 Formazione, che prevede un percorso articolato di formazione frontale, attività di studio personalizzata, progetti di approfondimento e viaggi di studio per un gruppo di 7 borsisti (7 del CRS4 oltre ad altri 19 tra UniCA ed INFN).

Nel corso del 2019 sono entrati nella piena operatività anche i progetti EU ERANET-MED SUPREME ed il progetto Top-Down TESTARE.

Nel corso del 2019 sono state presentate alcune nuove proposte di progetto, tra cui da citare in particolare il progetto GWAPA presentato sul topic "Sustainable groundwater management in water-stressed Mediterranean areas" della call PRIMA, che è stato ammesso alla seconda fase di selezione, ed il progetto "Supply Chain km 0" sul Bando Interreg IT-FR Marittimo (IV Avviso), in fase di valutazione.

Educational Technologies

Dal 2015, il programma Edutech del CRS4 è stato coinvolto nell'intervento della regione Autonoma della Sardegna (RAS - Ass. Pubblica Istruzione) denominato "Tutti a Iscola", che ha l'obiettivo di innalzare i livelli di apprendimento degli studenti delle scuole sarde e contrastare il fenomeno dell'abbandono scolastico. Il programma Edutech ricopre il ruolo di coordinatore tecnico-scientifico, prima della linea B2 per le annualità 2015-16, 2016-17, 2017-18 e ora per la linea B3 per le annualità 2018-19 e 2019-20. La linea B2 del programma "Tutti a Iscola" ha riguardato l'integrazione di laboratori innovativi extrascolastici (http://iscola-lineab2.crs4.it/) grazie alla partecipazione di operatori economici, diretti da Sardegna Ricerche i quali dovevano progettare attività innovative sulla base delle linee guida indicate dal programma Edutech. Ancora su richiesta della RAS, il programma Edutech ha risposto alle esigenze dell'Assessorato alla Pubblica Istruzione progettando un piano di sperimentazione per l'innovazione tecnologica ad impatto sulla didattica (progetto I.D.E.A - innovazione Didattica E Apprendimento) concretizzatosi nella linea B3 (https://www.ideab3.it/).

La linea B3 prevede la progettazione e la realizzazione di contenuti didattici da parte di 240 docenti delle scuole secondarie di primo e secondo grado, i quali vengono coinvolti in attività di sperimentazione e

ricerca guidati da 48 esperti, 24 didattici e 24 tecnologici, coordinati da Edutech. i docenti sperimentano l'uso di tecnologie digitali e di elaborazione originale di contenuti digitali per l'individuazione di innovative strategie di insegnamento che verranno perfezionate e poi testate in classe. La sperimentazione della prima annualità si è svolta dal mese di marzo 2019 e terminerà a dicembre 2019 mentre il secondo ciclo di sperimentazione è previsto fra gennaio e settembre 2020.

Game-based Interaction and Technologies

Il programma Game-based Interaction and Technologies è stato costituito alla fine del 2017, con l'obiettivo di indagare come tecnologie, metodologie, algoritmi e processi estrapolati dal mondo del gaming possano essere proficuamente applicati ad altri contesti. Nel corso del 2019 le attività del programma hanno riguardato lo sviluppo dei progetti "SARIM – Sardegna Immersiva" finanziato dal Programma "Azioni cluster top-down" e dei progetti "RobotiKa" e "HMA – Hotel Magic Automation" finanziati dal Programma "Aiuti per Progetti di Ricerca e Sviluppo". I temi di ricerca principali hanno portato a collaborazioni con il mondo accademico e con quello delle imprese, in particolare per quanto riguarda le attività di sviluppo di applicazioni e prototipi nell'ambito di tecnologie immersive AR/VR/MR, nell'ambito della robotica umanoide, dalla prototipazione ai i sistemi di interazione uomo-robot, e quelle relative all'implementazione di soluzioni a contesti real-time basate su algoritmi di machine learning e intelligenza artificiale. Durante il 2019 i ricercatori del programma hanno partecipato a workshop internazionali e organizzato eventi di divulgazione e trasferimento tecnologico a favore del mondo imprenditoriale.

Collaborative and Social Environments

Nel corso del 2019 il programma "Collaborative and Social Environments" (CoSE) ha svolto attività legate allo sviluppo di tecnologie di interazione volte alla realizzazione di ambienti e scenari collaborativi e sociali. Gli obiettivi principali del progetto consistono nel promuovere lo sviluppo e la competitività del sistema regionale nell'ambito della Social Interaction e Human Computer Interaction attraverso lo sviluppo di ambienti interattivi intelligenti, sostenendo la ricerca, il trasferimento tecnologico e la collaborazione tra i centri di ricerca, le Università e le imprese. Le attività coinvolgono la progettazione, sviluppo e sperimentazione di prototipi e interfacce multi-utente, pareti interattive e percorsi sensoriali per il learning-through-play. Si prevede di continuare le attività di progettazione e sviluppo di ambienti interattivi sia sul territorio che a scala nazionale ed internazionale, effettuando un'interazione concreta con aziende ed altri organismi, per garantire un efficiente trasferimento dei risultati dalla ricerca alle applicazioni attraverso l'analisi e la prototipizzazione su casi concreti. Si prevede inoltre la partecipazione a esposizioni, manifestazioni ed altri eventi al fine di pubblicizzare i risultati.

Le recenti attività del programma hanno riguardato la prosecuzione dello svolgimento di due progetti regionali "RiVA" e "I-EDX" che vedono l'applicazione delle tecnologie di interazione e delle competenze acquisite nei settori dell'editoria e della gestione aziendale tramite piattaforme ICT. Sono stati inoltre realizzati degli ambienti interattivi richiesti da Enti Pubblici e Privati: Social Wall per la presidenza della RAS, come piattaforma interattiva per la comunicazione e la divulgazione delle informazioni a livello regionale; Social Wall per l'aeroporto di Cagliari, una parete interattiva come piattaforma di infotainment per l'accoglienza e la fruizione di informazioni turistiche per i passeggeri; Tappeto Corale presso il MURATS (Museo Unico Regionale dell'Arte Tessile Sarda), un ambiente interattivo per la fruizione delle informazioni culturali relative alla storia del tappeto in Sardegna; "Tenendo per mano l'ombra", installazione immersiva in multi-proiezione presso la Stazione dell'Arte di Ulassai per la fruizione esperienziale dei contenuti attraverso un processo di Art Experience; lo spazio interattivo per il progetto Domos de Sa Cultura "Contos e Sonos", una multi-proiezione sincronizzata interattiva, tecnologia per la Realtà Virtuale e Aumentata, un'installazione di interazione tangibile; la realizzazione delle tecnologie di interazione naturale per la

realizzazione del primo cinema interattivo e immersivo a 360 gradi in Sardegna che attualmente ospita la mostra "Da Vinci Experience" presso il Comune di Bitti; si prevede inoltre la realizzazione di ambienti interattivi itineranti, per il supporto di attività sociali in fiere ed eventi. Le attività inoltre hanno riguardato collaborazioni con l'Università di Cagliari, l'Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea del CNR, l'OAC Osservatorio Astronomico di Cagliari del INAF, varie aziende (Mommotty Srl, Togo Soc. Coop., PanVideo Srl, Spaces SPA, etc.) e associazioni (KyberTeatro, TAW, etc.).

Le scelte programmatiche

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2020-2022

Risorse umane. Si prevede che il settore si mantenga sostanzialmente stabile nel periodo 2020-2022.

Natural Interaction and Knowledge Management Technologies
Per il prossimo triennio si prosegue l'opera di applicazione dei modelli e degli strumenti sviluppati in precedenza all'interno di progetti di ricerca in corso, relativi ad ambiti applicativi in cui la condivisione della conoscenza rappresenta un aspetto determinante: nell'Enterprise Social Networking per migliorare le sinergie nel lavoro collaborativo; nella realizzazione di sistemi informativi interattivi, e nello sviluppo di applicazioni accessibili (in particolare per disabilità percettive) realizzate con il paradigma della progettazione universale che fanno uso di tecniche di question answering in linguaggio naturale. Si prevede, nel prossimo triennio, di incrementare le attività relative all'accessibilità museale, continuando le collaborazioni avviate con partner di rilievo nazionale, e partecipando a eventi nel settore.
Nel campo della Linguistica Computazionale si intende proseguire lo sviluppo di alcune risorse linguistiche, SardaNet e FreeWordNet, attraverso la collaborazione con la Facoltà di Studi Umanistici dell'Università di Cagliari.

Content Technologies and Information Management
Nel triennio 2020-2022, oltre a continuare lo sviluppo dei progetti in corso, il programma intende ampliare e approfondire le conoscenze e le capacità sviluppate negli anni precedenti. A tal fine, sarà essenziale avviare nuove collaborazioni e progetti in modo da garantire le risorse finanziarie necessarie alla continuazione delle attività nel 2021 e oltre.
Il machine learning e l'intelligenza artificiale continueranno ad essere al centro degli interessi di ricerca del programma, con particolare attenzione verso le problematiche e le sfide che caratterizzano l'applicazione di tali tecnologie agli scenari operativi real-time, tema prevalente nella totalità dei progetti sviluppati dal programma e nelle interlocuzioni intercorse per avviare nuove collaborazioni.
Trattandosi di un campo molto vasto e sempre più dominato dai grandi player (che dispongono di immense quantità di dati e di enormi potenzialità di calcolo), la strategia di lavoro dovrà essere sempre più orientata verso applicazioni di nicchia, per le quali la mancanza di soluzioni già disponibili e la scarsità di dataset giustificano degli interventi ad hoc. Sarà inoltre essenziale estendere il campo di azione oltre la computer vision, prendendo in considerazione altre sorgenti di dati (ambientali, fisiologici, sociali, ecc.) e le tecnologie necessarie ad acquisirli. Una particolare attenzione dovrà essere dedicata alle problematiche relative alla privacy e alla gestione dei dati personali, sempre più incalzanti in progetti in cui ci si avvale di modelli costruiti attraverso un addestramento basato su immagini o altri tipi di dati riconducibili a delle persone.
Si dovranno valorizzare le piattaforme tecnologiche sviluppate nell'ambito del programma, non solo utilizzandole come punto di partenza per nuovi progetti, ma anche traendo vantaggio dalle necessità dei nuovi progetti per ampliarle, migliorarle e riorientarne gli obiettivi. A tale scopo sarà utile avviare delle iniziative mirate a far conoscere le piattaforme, attraverso eventi divulgativi, dimostratori online, articoli e

partecipazione a conferenze scientifiche.
Infine, partendo dai risultati del progetto Cultura 4.0, si cercherà di sviluppare ulteriormente il filone di ricerca relativo alla creazione di digital experiences attraverso l'intelligenza artificiale e l'interazione fisica con i contenuti.

Internet of Things and Energy Efficiency Technologies
Nel triennio 2020-2022, si prevede di continuare ad applicare le competenze consolidate e i prototipi sviluppati in progetti che portino a sfide maggiori: da un lato ampliando le tipologie di dati coinvolti e dall'altro le tematiche inizialmente coinvolte. I temi iniziali del monitoraggio, dell'efficientamento energetico e di IoT, andranno a contaminarsi con l'interazione utente, il turismo, i trasporti, gli Open Data ed e-health, in linea con gli obiettivi strategici della Regione Sardegna.

Smart Environments and Technologies
Sebbene i risultati ottenuti nel corso del 2019 continuino ad essere rilevanti in termini di dimensioni e di impatto sistemico sia all'interno che all'esterno del CRS4, si continua a soffrire di scarso commitment, con le conseguenti limitazioni sull'operatività e le possibilità di sviluppo delle linee di ricerca industriale intraprese. Continuano a permanere anche le difficoltà relative alla disseminazione dei risultati scientifici, causa il perdurare delle limitazioni sui viaggi necessari per lo sviluppo di nuove proposte, la partecipazione a convegni e la presentazione dei risultati alle conferenze.
Nel corso del 2020 si prevede il completamento del progetto Cagliari 2020, salvo un possibile slittamento tecnico al 2021, e del progetto Cagliari 2020 Formazione.
Nel corso del 2020 si prevede di strutturare a sistema tutte le diverse componenti applicative di Cagliari 2020, per arrivare ad una soluzione di tipo operazionale dove al variare degli input in ingresso il sistema è in grado di produrre degli scenari previsionali sia per la parte trasporti e mobilità che per la parte ambientale.
Per il modello di trasporto si prevede infatti di poter rappresentare gli scenari all'equilibrio in funzione delle variabili di flusso e di fornire degli scenari previsionali al verificarsi di situazioni di emergenza. Le capacità predittive saranno utilizzate sia dal punto di vista dei servizi agli operatori del traffico, che avranno degli strumenti per la gestione operativa degli eventi programmati e di quelli emergenziali, sia dal punto di vista dei servizi al cittadino, che potrà disporre di informazioni qualificate, attualmente non disponibili sui principali sistemi di navigazione.
Per il modello ambientale si prevede di rappresentare invece lo stato delle emissioni e la distribuzione delle concentrazioni al variare delle condizioni di flusso elaborate dal modello dei trasporti e delle variabili meteo e di poter rappresentare queste informazioni al variare degli scenari previsionali.
La scelta del corridoio sulla SS195, per il quale esiste lo studio attualmente più aggiornato, relativo al PUMS di Capoterra, e per il quale è possibile effettuare una validazione diretta di diversi parametri di input, consentirà di verificare in modo strutturato la coerenza dei modelli con la fenomenologia e di effettuare un tuning accurato delle relative capacità previsionali.
Le attività del progetto collegato Cagliari 2020 Formazione, tolte le attività di formazione frontale previste, si svilupperanno con un coinvolgimento diretto dei borsisti sulle diverse attività di progetto, al fine di preparare operativamente gli studenti a quelle che sono le attività professionali richieste nel settore.
Sono previsti dei follow-up al progetto PIA Entando, in particolare per quanto riguarda l'integrazione tra l'applicazione SmartMobility e PlayMoove, il MaaS sviluppato da PlayCar, l'azienda che opera come fornitore del servizio di car-sharing e bike-sharing a Cagliari.

Educational Technologies
Nel prossimo triennio, l'obiettivo principale resta lo studio dell'applicabilità di nuovi strumenti e processi

tecnologici alle metodologie didattiche e la connessa sperimentazione. La fase intermedia tra lo studio e l'integrazione nel contesto scolastico/formativo prevede la prototipazione di sistemi innovativi che potenziano le abilità di apprendimento/insegnamento, come ad esempio la Realtà Aumentata, l'Internet of Things, i Learning Analytics e altre tecnologie/applicazioni educative di evidente interesse per la didattica. Tale obiettivo sarà raggiunto all'interno di un quadro di finanziamenti diversificato comprendente le attuali risorse regionali ed integrato esplorando le opportunità fornite dai bandi europei e nazionali pubblici e privati. Il rapporto diretto con le scuole proseguirà con il progetto I.D.E.A (innovazione Didattica E Apprendimento) previsto fino al 2020 e con le attività di alternanza scuola-lavoro previste dal programma ministeriale della "Buona Scuola".

Game-based Interaction and Technologies

Gli obiettivi del programma per il periodo 2020-2022 saranno indirizzati nella acquisizione di nuovi progetti di ricerca e collaborazioni con il mondo industriale, mirate a trasferire le conoscenze e il know-how maturato. I temi che verranno ulteriormente sviluppati riguardano la Realtà Virtuale, Aumentata e Mista, con particolare attenzione allo sviluppo di applicazioni e prototipi che possano essere impiegati in contesti eterogenei, dal turismo all'industria. Proseguiranno gli studi di algoritmi e soluzioni basati su metodi di machine learning e intelligenza artificiale, e quelli relativi allo sviluppo di sistemi robotici, non solo antropomorfi.

Collaborative and Social Environments

Nel prossimo triennio, l'obiettivo principale sarà la ricerca e lo sviluppo nell'ambito degli ambienti collaborativi e sociali attraverso tecniche e tecnologie di interazione naturale, strumenti di interazione sociale, studi e applicazioni di interaction design e interazione uomo macchina. Le attività riguarderanno lo sviluppo di tecnologie per le superfici interattive e ambienti sensoriali attraverso la costruzione di prototipi che possono avere delle ricadute sul mercato, anche nel settore degli ambienti sociali inclusivi. Proseguiranno le attività dei progetti finanziati (tra cui I-EDX e RiVA) e si attiveranno nuove collaborazioni che porteranno allo sviluppo di progetti industriali rilevanti, tra cui possiamo menzionare:

- la realizzazione delle tecnologie di interazione naturale presso la Casa Museo Cambosu ad Orotelli;
- la realizzazione di tecnologie per l'Art Experience presso la Stazione dell'Arte di Ulassai;
- il continuo delle attività a supporto del progetto di comunicazione della RAS (Presidenza, Direzione generale per la comunicazione, Servizio comunicazione istituzionale, trasparenza e coordinamento rete Urp e archivi), che contempla l'utilizzo di superfici e ambienti interattivi per la divulgazione e la comunicazione verso i cittadini;
- l'attivazione di progetti con il Parco Geominerario della Sardegna per la promozione del turismo culturale attraverso la realizzazione di tecnologie di interazione naturale col fine ultimo di ottenere degli strumenti che consentano la valorizzazione dei percorsi naturalistici e minerari;
- l'attivazione di un servizio col Comune di Quartu Sant'Elena che propone la realizzazione di un sistema multimediale interattivo per la poesia di improvvisazione. Il sistema sarà utilizzato all'interno degli spazi a disposizione del Comune con l'obiettivo di rendere fruibili i contenuti attraverso applicativi interattivi, raccontando le tematiche e la storia della poesia di improvvisazione.

Sarà inoltre obiettivo primario la partecipazione ad ulteriori bandi regionali, nazionali ed europei grazie ai partenariati aperti negli anni precedenti. Più in generale si valuteranno le forme migliori di collaborazione con partner aziendali esterni per la produzione e commercializzazione degli attuali prototipi sviluppati in un'ottica di prodotto: in una prima fase si intende procedere con la fase di brevettazione delle componenti

rilevanti, per poi sviluppare il processo di vendita e installazione attraverso l'attivazione di partnership con imprese di livello nazionale e internazionale. Per sviluppare l'ecosistema ed incrementare l'interesse e le ricadute verso gli ambienti interattivi oggetto di sviluppo si intende perfezionare e aprire online la piattaforma di gestione delle applicazioni interattive (Social Wall Store), aperto verso l'esterno, che accetti la pubblicazione di applicazioni sviluppate da terzi.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

Il programma Natural Interaction and Knowledge Management Technologies nel corso del triennio prevede di incentivare i rapporti con gli enti pubblici che istituzionalmente operano nel settore museale (come il Polo Museale della Sardegna, l'Assessorato alla Cultura del comune di Cagliari, Area Archeologica di Serri), per quanto riguarda la tematica dell'accessibilità alla cultura e, con l'Università di Cagliari, in particolare con la Facoltà di Scienze, con il DIEE, con il dipartimento di Filologia, Letteratura, Linguistica, Dipartimento di Scienze Economiche ed Aziendali, per quanto riguarda le applicazioni di Linguistica Computazionale.
Saranno altresì incentivati i rapporti con soggetti privati (associazioni e imprese) partner nei progetti in corso che operano in particolare nel campo dell'editoria on-line del turismo, e dell'accessibilità.
Il programma Content Technologies & Information Management intende rafforzare i rapporti già esistenti con diversi soggetti privati (Alkemy Tech, Medispa, Tiscali, Ennova Research, Wonder, J-Service, Sardinia Post, Oben, Aeronike, ecc.), creare collaborazioni con altre imprese e coinvolgendo i soggetti pubblici in progetti pilota finalizzati a validare e a dimostrare le tecnologie sviluppate.
Le attività di Smart Environments and Technologies prevedono il consolidamento dei rapporti con i diversi soggetti con cui già esistono rapporti di collaborazione strutturati sui diversi progetti in corso: Vitrociset, CTM, Click&Find, SPACE, F2, Real-T, Entando, Sistematica/Mlab, INFN, UniCA, CNIT, Cagliari Cruise Port, Città Metropolitana di Cagliari, AdSP, Confindustria, Assessorato Turismo, Assessorato Trasporti, Confcommercio, Confagricoltura, Laore.
Le attività di Internet of Things and Energy Efficiency Technologies prevedono il consolidamento e l'ampliamento dei rapporti con i diversi soggetti con cui già esistono o sono in via di definizione rapporti di collaborazione. Tra quelli in via di definizione citiamo citiamo quello con il Comune di Gonnosnò. Tra quelli in essere, il Dipartimento di Matematica, l'Istituto Europeo di Design di Cagliari, la ConfCommercio Sardegna, l'ENAC, la SOGAER, la GEASAR, la SOGEAAL.
Nel campo Educational Technologies è attiva una stretta collaborazione con la Regione Autonoma della Sardegna, insieme a Sardegna Ricerche, nel quadro del progetto Tutti a Iscol@ per la sperimentazione dell'uso da parte dei docenti di tecnologie digitali e di elaborazione originale di contenuti digitali per l'individuazione di innovative strategie di insegnamento (progetto IDEA). È in atto una collaborazione con l'Università di Cagliari, in particolare con le Facoltà di Biologia e di Scienze dell'Educazione, una con l'Università di Perugia e una con Amazon (Education Sector). Uno scambio tecnico scientifico è in corso con il Centro di Ricerca Universitario LICEF di Montreal (CA) (http://www.licef.teluq.ca/). Sono inoltre in corso contatti e valutazioni per futuri sviluppi e scambi con la Fondazione Tarà (https://oceans.taraexpeditions.org/) e con i rappresentanti del Athénée Royal Woluwe-Saint-Lambert di Bruxelles (BE) (http://www.arwsl.be/). Il programma Educational Technology è inoltre coinvolto in una rete partenariale europea con capofila l'Università per Stranieri di Siena per proposte progettuali su Horizon2020 e sul futuro Horizon Europe.
Le attività intraprese nell'ambito del programma Game-based Interaction and Technologies hanno ottenuto il coinvolgimento di una pluralità di soggetti nel progetto, con la condivisione dei suoi obiettivi, la promozione e la divulgazione dei risultati conseguiti e la replicabilità delle esperienze finora implementate.
Sono stati stabiliti rapporti di collaborazione con sia con il tessuto imprenditoriale regionale (Entando,

Prossima Isola, Mentefredda, Sjmtech, RenderingStudio, Ablativ, Sintur, Faticoni Spa, Tervis, Nordai, Netpress, Teravista, Sardegna.com, MyCompany, Acagliari, DVideo, Hybris, Sardegna In Miniatura, Inventiva, Cruel, Athlos, PolygonMoon, Studio Simbula, Sogaer, Fabbricastorie, OttavaArte, Centro Internazionale del Fumetto), che nazionale (Gameification, TuoMuseo, Ovosonico, Caracal Games, Digital Tales, Alternative-Reality, MixedBag, DSTech, Illogic, LuccaGames). Sul fronte istituzionale, sono state avviate collaborazioni e rapporti con AESVI (Associazione Editori e Sviluppatori Videogiochi Italiani), IED, UNICA (DIEE, Informatica, Lingue e Comunicazione, Scienze della Comunicazione), IULM, Fondazione Sardegna Film Commission, Camera di Commercio Cagliari, Comune di Cagliari, Comune di Pula, Comune di Nuoro, Comune di Iglesias, RAS (Assessorato al Turismo, Assessorato alla Programmazione, Coordinamento dei Portali Regionali). Sul fronte Internazionale sono in corso collaborazioni con Subvertgames (UK) e sono aperti canali con Ubisoft (Canada) e Università di Malta.
Nel campo Collaborative and Social Environments è stata avviata una collaborazione con vari soggetti pubblici e privati tra i quali possiamo annoverare: Comune di Pula (servizi di comunicazione verso i cittadini e nel settore turistico attraverso superfici interattive); Comune di Ulassai (sviluppo dell'ambiente immersivo per l'Art Experience presso la Stazione Dell'Arte); Comune di Samugheo (sviluppo dell'ambiente interattivo Tappeto Corale, progetto industriale); RAS (servizi di comunicazione verso i cittadini attraverso superfici interattive); Aeroporto di Cagliari e società di gestione Sogaer SPA (servizi interattivi ai pendolari e turisti); Università degli Studi di Cagliari (presentazione di progetti e partecipazione congiunta a conferenze, collaborazione e attività di tirocinio di tesisti); Università degli Studi di Modena (attività di tirocinio di tesisti); INAF (laboratorio didattico per la sperimentazione di interfacce interattive); CNR – ISEM (partecipazione a conferenze e presentazione congiunta a bandi regionali e nazionali); CNR – IIT; l'Istituto Europeo di Design di Cagliari; Ilisso Srl (servizi interattivi per la casa editrice, progetto di ricerca fondi POR); PanVideo Srl (tecnologie per installazioni interattive); KyberTeatro; PrimaIdea; Coop. Alea; Entando Srl (progetto di ricerca fondi POR).

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Nel corso del triennio si prevede ovviamente di partecipare a programmi europei quali Horizon 2020. Attualmente è in corso il progetto di cooperazione europea in ambito euromediterraneo denominato SUPREME nell'ambito del programma ERANETMED.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano sono attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono incluse nell'Allegato:

- **Progetti istituzionali:** PIF (2019-2021), IDEA (2018-2020);
- **Progetti internazionali**: ERANETMED SUPREME (2017-2020);
- **Progetti nazionali** MIUR PON 2007-2013: Cagliari 2020 (2017-2020), CAGLIARI 2020 FORMAZIONE (2017-2020);
- **Progetti regionali**: Azioni Cluster Top-Down: OVERTHEVIEW (2018-2020), SARIM (2018-2020), TESTARE (2018-2020); Aiuti alla R&S (2018-2020): NLM4CMS, CULTURA 4.0, AGRIoT, Robotika, HMA, RiVA, IEDX, KSHOP; PROGRAMMA R&S Aerospazio SAURON (2018-2020).

2.5 STRATEGIC PARTNERSHIPS

Obiettivi generali

Le attività del settore hanno come obiettivi principali lo sviluppo di progetti di innovazione tecnologica, la realizzazione di progetti di ricerca che coinvolgano più settori del CRS4, il supporto e la gestione delle infrastrutture computazionali e strumentali del centro. Le principali attività si focalizzano su:

- partecipazione a progetti di ricerca finalizzati allo studio di infrastrutture di ultima generazione, Urban Computing e reti ad alte prestazioni;
- lo sviluppo di progetti di ricerca Duale nell'accezione di attività di ricerca e processi di innovazione ad uso esclusivo civile generati dalla ricerca militare;
- trasferimento tecnologico alle aziende del settore ICT;
- realizzazione dell'infrastruttura sperimentale del laboratorio Joint Innovation Center (JIC), in collaborazione con Huawei ed alcune PMI, che si occuperà di sviluppare, prima in ambienti indoor e poi sul campo in alcuni quartieri nella città di Cagliari, tecnologie per il miglioramento della connettività diffusa a scala metropolitana attraverso la sperimentazione di tecnologie di rete innovative, la messa in opera di infrastrutture di comunicazione a larga banda scalabili, standardizzate ed aperte e la creazione di metodi e modelli standardizzati per la messa in opera di sensoristica distribuita per acquisire e controllare dati di interesse pubblico. In questo quadro, sarà inoltre attivato un collegamento efficiente tra la sede POLARIS ed i luoghi della sperimentazione e sarà installata e gestita un'infrastruttura di calcolo, dedicata, ad alte prestazioni. Inoltre, verranno sperimentate applicazioni per la gestione globale della sicurezza pubblica all'interno di una città, inclusa la sicurezza della Comunità (ad esempio anti-terrorismo, incidenti di sicurezza ed eventi di massa), incidenti e disastri (ad esempio incidenti industriali e traffico), catastrofi naturali (come terremoti e tsunami) e l'assistenza sanitaria pubblica (ad esempio malattie infettive). Dopo la realizzazione della rete eLTE che servirà come base del progetto, è prevista la sperimentazione l'esecuzione dei test sull'evoluzione della tecnologia eLTE che permetterà di migliorare le performance della rete di almeno un'unita di grandezza e consentirà di raggiungere velocità di 500 mbps e1Gbps per punto; l'utilizzo dei sistemi che permettano di ripristinare la connessione di rete in situazioni di emergenza e che consentano di aiutare i cittadini in casi di problemi di danni alle infrastrutture;
- sperimentazione 5G con l'installazione di 3 siti con antenne che permetteranno la sperimentazione di servizi sulla nuova rete;
- collaborazione con le forze dell'ordine e Vigili del Fuoco per la realizzazione di applicazioni per la gestione di situazioni di crisi. Attività di supporto negli interventi dei Vigili del Fuoco in crateri emergenziali e realizzazione di un sistema di gestione dei collegamenti in situazioni di crisi;
- gestione cluster HPC, reti e storage ad alte prestazioni; le risorse computazionali del centro includono cluster HPC convenzionali e ibridi (CPU+GPU, CPU+FPGA) con circa 290 Teraflop e sistemi di storage distribuito con capacità dell'ordine di alcuni Petabyte. L'infrastruttura, grazie allo sviluppo interno di alcune applicazioni, supporta l'adattamento dinamico a molteplici modelli di calcolo tramite meccanismi di riconfigurazione e deployment programmabili. Il centro ospita diversi cluster di calcolo tra cui un'installazione di piccola dimensione, composta da 10 nodi con 20 acceleratori di ultima generazione GPU Kepler ed un'installazione di medie dimensioni, composta in totale da 400

nodi dual cpu quadcore, per un totale di 3200 unità di calcolo. Il sistema di storage ha uno spazio disco complessivo disponibile di oltre 2 Petabytes, garantendo una larghezza di banda complessiva per l'accesso ai dati superiore a 20 GB/sec. Nel corso del 2019, sono previste delle acquisizioni di infrastrutture di calcolo e reti e degli interventi di consolidamento delle infrastrutture elettriche, (gruppo elettrogeno, Chiller e impianto elettrico) con un conseguente miglioramento dell'affidabilità del sistema, nell'ottica di una graduale evoluzione del sistema computazionale e di storage verso un sistema ad alta affidabilità;

- servizi agli utenti esterni: gestione infrastruttura collegamento in fibra spenta Cybersar/Polaris; consulenze e attività legate alle aziende e enti pubblici; vendita dei servizi di calcolo e storage;
- attività di ricerca e servizi GIS focalizzate ai Sistemi Informativi Geografici ed in particolare sulla progettazione e sviluppo di applicazioni GIS e Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS) in diversi campi di applicazione. Le applicazioni sviluppate riguardano: la progettazione e sviluppo di applicazioni GIS e PGIS (GIS Partecipativo) finalizzate alla realizzazione di DSS in ambito urbanistico, industriale, ambientale, turistico e culturale; l'integrazione dei GIS con modelli ambientali numerici e/o empirici; la pubblicazione di dati sul Web tramite tecnolgia open source, basata sugli standard definiti da Open Geospatial Consortium; lo sviluppo di applicazioni su tecnologie mobili; la pubblicazione di servizi Web per l'applicazione di funzioni GIS su dati ambientali.

Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2018

Risorse umane. Il gruppo di lavoro è stato composto nel 2019 da un Dirigente Tecnico, 12 tecnologi e 3 ricercatori.

Servizi alla comunità scientifica. Il personale del settore è responsabile delle infrastrutture di calcolo e storage del centro e in questa veste si occupa di installare, gestire e configurare i sistemi di supercalcolo e storage presenti al CRS4. In modo particolare, siamo stati impegnati nell'erogazione dei servizi di calcolo ad alte prestazioni alla comunità scientifica legata al centro, alle Università Sarde, al CNR ed ad alcune PMI sarde.

Potenziamento del centro di calcolo. Sono stati acquisiti degli apparati che ci consentiranno di migliorare le performance dello storage del centro con un sostanziale miglioramento dei servizi di base legati all'utente quali home, posta elettronica, servizi generali e servizi mirati alla conservazione dei dati.

Progetti di ricerca. Nel corso del 2019 il personale del settore è stato impegnato su diversi fronti: la realizzazione del Joint Innovation Center (JIC) in collaborazione con Huawei, la gestione delle infrastrutture per lo sviluppo di applicazioni sulle smart city , lo sviluppo di un progetto su fondi Interreg PO-Marittimo Italia-Francia e l'acquisizione e lo sviluppo del progetto con Luna Rossa.

Impatto locale. Il CRS4 ha siglato un accordo Huawei e la Regione Sardegna per la realizzazione di un'infrastruttura sperimentale con cui verranno sviluppate nuove tecnologie per la connettività diffusa a scala metropolitana, funzionale allo sviluppo di modelli matematici volti a risolvere problematiche legate alle smart city, la sperimentazione di sensoristica diffusa per l'acquisizione di grandi moli di dati che saranno gestiti attraverso lo sviluppo di architetture per OpenData e Bigdata, la sperimentazione di sistemi per la sicurezza nelle city (safe City) e lo studio dei sistemi e-LTE di nuova generazione. Questo progetto di ricerca, sviluppo e innovazione si colloca in un contesto più ampio che mira a fare della Sardegna una delle regioni più preminenti nello sviluppo ed applicazione di tecnologie innovative per le smart city. Oltre al CRS4 e Huawei, che metteranno a disposizione il loro personale di ricerca e sviluppo, sono state coinvolte delle PMI sarde e nazionali, che contribuiranno al progetto con il loro personale tecnico e di ricerca e con la fornitura a titolo gratuito dell'infrastruttura necessaria al progetto.

Le scelte programmatiche

Risorse umane. Il gruppo di lavoro sarà composto nel 2020 da un Dirigente Tecnico e 11 tecnologi (3 senior, 8 expert), 1 ricercatore senior, 2 ricercatori expert e un consulente expert.

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2020-2022

Gli obiettivi principali del triennio 2020-2022 saranno:

- attività di ricerca sull'URBAN Computing orientate allo studio per il miglioramento della connettività diffusa a scala metropolitana attraverso tecnologie di comunicazione a larga banda scalabili, standardizzate ed aperte che possano essere integrate facilmente con infrastrutture esistenti e fornire una solida base per evoluzioni future;
- realizzazione del laboratorio Joint Innovation Center in collaborazione con Huawei per la messa in opera e sperimentazione d'infrastrutture sullo studio e sviluppo di tecnologie abilitanti innovative e sulla loro applicazione a tematiche strategiche in ambiente urbano;
- progressivo ammodernamento delle infrastrutture che devono rimanere allo stato dell'arte per consentire ai ricercatori di competere ad armi pari con il mondo scientifico ed il conseguente miglioramento dell'efficienza energetica del centro. In particolare, sono previste le acquisizioni di un cluster di calcolo per il trattamento di grandi moli di dati (big Data) e ad alte prestazioni, nuovi sistemi di rete e sicurezza che miglioreranno le performance dei sistemi e renderanno sicura la gestione dei dati, sistemi di storage per la gestione del data intensive computing. I nuovi sistemi consentiranno di diminuire i costi dell'alimentazione elettrica perché, a parità di performance, il consumo di corrente è molto minore;
- riorganizzazione delle attività di gestione dei servizi di rete e computazionali nel quadro più generale del rafforzamento delle attività di supporto al territorio del CRS4;
- servizi di calcolo all'esterno: si prevede di continuare a servire la comunità scientifica isolana e fornire servizi a pagamento ad aziende/enti esterni. Questi servizi dipenderanno dalle acquisizioni previste dell'arco dei tre anni che permetteranno al centro di fornire servizi ai privati e al pubblico, nell'ottica di diventare la piattaforma di riferimento per il calcolo ad Alte prestazioni di alcuni progetti di interesse della Regione Sardegna;
- servizi di gestione infrastrutture di esterni, disaster recovery della protezione civile;
- attività GIS orientate prevalentemente allo sviluppo di applicazioni realizzate con tecniche GIS e PGIS ed in particolare alla realizzazione di una piattaforma per la gestione dei dati raccolti con tecniche di GIS Partecipativo, quindi con il coinvolgimento attivo dei portatori di interesse, tramite strumenti online sul Web. La piattaforma dovrà consentire la gestione di dati relativi a diversi scenari applicativi con minimi interventi. Sulla base della piattaforma PGIS saranno poi realizzate applicazioni particolari legate all'archeologia nuragica, all'archeologia mineraria e al turismo attivo;
- avvio di un'attività di ricerca dual-use – nell'accezione di attività di ricerca e processi di innovazione ad uso esclusivo civile generati dalla ricerca militare in vista della riconversione e/o evoluzione ad uso civile del patrimonio militare che insiste sul territorio regionale.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

A livello internazionale, abbiamo attivato il Joint Innovation Center con Huawei che ci potrebbe portare diverse collaborazioni; il personale del settore HPC gestisce il cluster di Calcolo ad Alte Prestazioni dello studio spagnolo di Caponnetto-Huber.

A livello nazionale, siamo in contatto con l'autorità Portuale di Ancona per la realizzazione di attività legate allUrban Computing. Abbiamo sottoscritto un accordo per la presentazione di progetti nel campo del Oil&Gas e la gestione intelligente dei dati ricevuti da sensori narrow of band.

A livello regionale, siamo impegnati nell'erogazione di servizi di calcolo a diversi gruppi di ricerca dell'Università di Cagliari, dell'università di Sassari e del CNR. Prevediamo di mantenere I rapporti con il Comune di Cagliari sui temi dell'Urban Computing e delle infrastrutture.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano sono attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono incluse nell'Allegato:

- **Progetti istituzionali:** DATA CENTER INFR (2018-2019), DUAL USE (2019-2020), EMERGENZE (2017-2019), JIC (2016-2020), LUNA ROSSA (2018-2020), LR 7/2007 HPCN POT (2017-2019), SCS HPCN (2019-2021), SPIR (2019-2021);
- **Progetti internazionali:** Programma Operativo Italia-Francia Marittimo INTENSE (2017-2020);
- **Progetti regionali:** POR FESR 2014-2020: TDM (2017-2020), Aiuti R&S SmartBeach (2018-2020), GREEN FORM (2018-2020); Programma R&S Aerospazio SAURON (2018-2020).
- **Servizi industriali:** LUNA ROSSA SUPPORT (2018-2020)

2.6 VISUAL COMPUTING

Obiettivi generali

Il *Visual Computing* è una disciplina chiave dell'informatica nata dalla fusione metodologica di *Computer Graphics* e *Computer Vision*. Il CRS4 continua a contribuire attivamente a questo campo di ricerca fin dalla sua fondazione. La ricerca è svolta combinando senza soluzione di continuità ricerche di base su metodi, strutture dati e algoritmi con lo sviluppo e la messa in opera di soluzioni applicative avanzate, in settori che spaziano dall'urban computing, alla visualizzazione di dati territoriali e biomedicali, alla digitalizzazione e valorizzazione di beni culturali.

Le nostre attività hanno come obiettivi principali lo studio, lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie scalabili per l'acquisizione, la creazione, il trattamento, la distribuzione e l'esplorazione di oggetti e ambienti complessi, così come la loro integrazione in simulazioni visive e ambienti virtuali, sia in contesti locali che distribuiti. Questi temi di ricerca sono sempre più rilevanti e importanti. Da un lato, l'analisi visuale, attraverso l'esplorazione interattiva d'informazioni spaziali e dati immersi in tre dimensioni, ha un ruolo principe nel comprendere la struttura e le implicazioni di dati complessi in un mondo in cui la scienza, la tecnologia e l'ingegneria sono sempre maggiormente caratterizzate dal bisogno di estrarre informazioni da grandi quantità di dati (*scientific and information visualization*). Dall'altro, la combinazione della nuova sensoristica per l'acquisizione ad alta fedeltà di dati ed informazioni a tutte le scale con sempre maggiori possibilità di riproduzione visiva e fisica ad alta fedeltà (dai display 2D e 3D interattivi alle stampanti 3D multimateriale) sta cambiando profondamente il modo in cui i contenuti basati sulla realtà sono creati ed esplorati in ambiti scientifici, professionali e consumer. Per finire, la connettività diffusa a banda larga, combinata con la proliferazione di terminali grafici fissi e mobili ad alta qualità, permette ormai di estendere l'utilizzo di soluzioni grafiche ad alte prestazioni a tutti gli ambienti con soluzioni sia locali che distribuite. Sfruttare al meglio queste possibilità richiede, però, la soluzione di problemi di ricerca complessi per la creazione di tecnologie abilitanti scalabili. Il CRS4 contribuisce a questo settore di ricerca concentrandosi principalmente sui seguenti filoni:

- come creare in maniera efficiente e conveniente modelli accurate e dettagliati di oggetti e ambienti complessi (fotografia computazionale, 3D scanning, material modeling, learning, …);
- come processare efficientemente modelli multidimensionali complessi (stream-processing, out-of-core, metodi multirisoluzione, GPGPU, geometria computazionale, …);
- come archiviare e distribuire efficientemente modelli multidimensionali complessi (metodi adattivi, multirisoluzione, compressione e calcolo nel dominio compresso, …);
- come visualizzare efficientemente modelli multidimensionali complessi (infovis, scivis, multirisoluzione, streaming, out-of-core, GPU, parallelizzazione, IBR, DVR, stampa 3D, metodi per piattaforme remote, web, e mobili, …);
- come esplorare efficacemente in maniera visuale dati multidimensionali, oggetti e ambienti (ambienti immersivi, display innovativi, device mobili, schermi interattivi, stampa 3D, metodi interattivi e interfacce utente, telepresenza, …);
- come risolvere problemi specifici utilizzando metodi visuali (beni culturali, sicurezza, ingegneria, medicina, aerospazio, urban informatics, …) .

Come per ogni attività di ricerca di rilievo, la maggior parte dei lavori si svolgono su problemi considerati rilevanti e complessi dalla più ampia comunità industriale e scientifica che opera su scala internazionale,

sviluppando tecnologie abilitanti e soluzioni verticali innovative attraverso la stretta combinazione di ricerche conoscitive e tecnologiche. La rilevanza internazionale della ricerca svolta nell'ambito del Visual Computing da parte del CRS4 è evidenziata, oltre che dalla partecipazione molto attiva alla comunità scientifica (pubblicazioni, comitati editoriali e di programma, organizzazione di convegni, dottorati e programmi di altra formazione, ecc.), dalla costante presenza nei programmi di ricerca Italiani e internazionali (ad esempio, il gruppo è stato finora partner maggiore in 14 progetti UE e 4 USA) e dalle collaborazioni scientifiche attive mantenuti con i maggiori centri nazionali ed internazionali di settore (tra le molte, quelle con KAUST, Yale, Università di Zurigo e ISTI-CNR sono in questo momento quelle più attive).
Molte delle tecnologie sviluppate come ricaduta di attività di ricerca sono oggetto di trasferimento tecnologico e hanno già sviluppato notevole valore aggiunto e impatto locale. Ad puro titolo di esempio, le ricerche in metodi scalabili per la visualizzazione di terreni hanno portato alla realizzazione di sistemi di geoviewing regionali (in questo momento impiegati in Emilia Romagna), quelle sui metodi per la gestione di nuvole di punti di enormi dimensioni sono oggetto di trasferimento tecnologico ed hanno portato alla localizzazione in Sardegna di una PMI innovativa (Gexcel), mentre le attività di digitalizzazione ed esplorazione di beni culturali, che hanno ricevuto premi scientifici internazionali, sono ora utilizzate con successo per la valorizzazione del complesso scultoreo di Mont'e Prama. È notevole, inoltre, anche l'impatto in termini di alta formazione, produzioni di beni pubblici e *public engagement*. A ulteriore dimostrazione dell'impatto locale delle nostre attività, il gruppo è coinvolto regolarmente da enti pubblici e privati per fornire consulenze, pareri e prestazioni su tematiche collegate al visual computing e alla gestione di dati a grande scala. In questo quadro, ad esempio, s'inquadra il costante lavoro con soprintendenze e direzioni museali nell'ambito dei beni culturali con la definizione di accordi di cooperazione su tematiche di urban informatics con la municipalità di Cagliari.
Il CRS4 combina inoltre un solido programma di ricerca e sviluppo nel campo del Visual Computing con la gestione di un laboratorio dotato di risorse allo stato dell'arte, in gran parte acquisite attraverso progetti del gruppo con finanziamenti esterni. Le risorse includono cluster ibridi CPU/GPU e hardware allo stato dell'arte per l'acquisizione, l'interazione uomo macchina e la visualizzazione, tra cui sistemi a ritorno di forza, array di camere, diversi tipi di 3D scanners, grandi display interattivi e light-field display sperimentali. Le risorse sono utilizzate principalmente per supportare la ricerca e sviluppo e per svolgere il ruolo di showcase del centro.
Dal 2017, il gruppo, nel quadro di un accordo con il comune di Cagliari, che ha ceduto in comodato di uso gratuito una sede, gestisce la sede cittadina, che vede la presenza permanente dei ricercatori dei settori Visual Computing e Distributed Computing.

Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2019

Risorse umane. Il gruppo di lavoro è stato composto nel 2019 da un Dirigente di ricerca e 7 ricercatori e tecnologi di staff, supportati da alcune collaborazione saltuarie specifiche di progetto. Il gruppo coordina inoltre il progetto TDM, che vede la partecipazione di molte altre aree del centro.

Attività di ricerca. Nonostante la difficile situazione del CRS4, in termini di limitato supporto alla ricerca, difficoltà nella gestione risorse umane, e difficoltà di accesso a varie tipologie di finanziamento a causa dell'inquadramento del centro, è stato comunque portato avanti un piano di ricerca coerente che ha ottenuto importanti risultati. Dei prototipi sperimentali sono stati realizzati per ognuna delle nuove tecniche e i metodi e i risultati sono stati descritti in 9 pubblicazioni internazionali peer-reviewed (alla data di redazione del lavoro). Hilight dell'anno includono il keynote plenario invitato di Enrico Gobbetti alla conferenza Eurographics 2019 (maggiore evento europeo nel settore della computer graphics) e la selezione del lavoro sulla visualizzazione scalabile dei volumi tra i 5 migliori contributi a Eurovis 2019 (maggiore evento europe nel settore della scientific visualization).

Servizi alla comunità scientifica. Il gruppo è molto attivo nella comunità scientifica nazionale e internazionale. Ricercatori del gruppo sono stati membri nel 2019 di numerosi convegni internazionali. G. Pintore è inoltre membro del direttivo italiano dell'associazione Eurographics. R. Pintus, M. Agus, e A. Jaspe sono general chair, paper co-chair e poster co-chair del convegno internazionale STAG 2018. E. Gobbetti è membro dei comitati editoriali di IEEE TVCG, The Visual Computer e Frontiers in Robotics and Virtual Environments e dei comitati tecnici IEEE su Human Perception and Multimedia Computing e su 3D Rendering, Processing and Communications. A partire dal 2017, inoltre, E. Gobbetti è stato invitato anche come membreo dello steering committee dello EG Working Group on Graphics and Cultural Heritage.

Valorizzazione della ricerca. Nel corso del 2019, per le note limitazioni nei finanziamenti strutturali del CRS4, il gruppo, compreso il personale di staff, ha continuato ad essere stato pesantemente impegnato su progetti di ricerca con finanziamenti esterni (1 progetto UE attivo, 2 progetti RAS, più servizi per MIBACT e varie altre attività) e ha, inoltre, svolto impegnative (ma poco remunerative in termini economici) attività di servizio collegata ad importanti installazioni esterne dei sistemi museali (Installazione Digital Mont'e Prama e Museo Liquido).

Trasferimento tecnologico. Le attività di trasferimento tecnologico hanno visto il mantenimento di tecnologie software per l'editing, lo streaming e la visualizzazione di grandi nuvole di punt, trasferite in passato alla ditta Gexcel nell'ambito di un contratto che prevede la loro commercializzazione. È stato continuato inoltre lo sviluppo e mantenimento dei sistemi hardware e software e delle installazioni museali del sistema di Digital Mont'e Prama che hanno fatto oggetto di trasferimento tecnologico a soprintendenze e musei. Il progetto TDM, coordinato scientificamente dal gruppo Visual Computing, ha inoltre prodotto i primi prototipi che sono stati resi disponibili per l'uso.

Formazione. Per quanto riguarda l'alta formazione, nel 2019, A Jaspe (U A Coruna) ha concluso la sua tesi di dottorato sotto supervisione di E. Gobbetti. E. Gobbetti ha inoltre iniziato la supervisione della tesi di dottorato di A. Pitzalis su deep learning per geometry processing (UNICA). È inoltre stata completata con successo la prima Spring School in Urban Informatics del progetto TDM, con una prima settimana dedicata alla formazione locale e una seconda settimana internazionale. Sono inoltre iniziate le attività del progetto UE ITN EVOCATION per la creazione di una scuola di dottorato a livello Europeo nel settore del Visual Computing. Il progetto, valutato 97.2/100, risultando quinto su oltre 600 submissions nel settore engineering, inizia a ottobre 2018 e sarà coordinato congiuntamente da U. Rostock (Prof. O. Staadt) e CRS4 (E. Gobbetti).

Produzione di beni pubblici. Nel corso del 2019 il gruppo continuato a mantenere, effettuando diversi interventi, le installazioni permanenti del sistema Digital Mont'e Prama al museo Archeologico di Cagliari e al Museo Civico di Cabras. I sistemi sono stati finora utilizzati da diecine di migliaia di visitatori e le tecnologie sviluppate hanno vinto importanti premi scientifici (Best paper a Digital Heritage 2013, Digital Heritage 2016 e GCH 2016). Sono state inoltre completate in collaborazione con RAS della attività per fornire modelli 3D semplificati in formati standard, che RAS ha messo online per attività di valorizzazione al sito www.monteprama.it . È inoltre in corso un progetto di scansione e ricostruzione 3D per la Soprintendenza, che riguarda sia una statua di origine fenicia che una tomba. La ricostruzione della statua è completata, mentre la ricostruzione della tomba è sospesa in attesa del completamento di attività di restauro in corso.

Impatto locale e public engagement. La situazione è rimasta stabile rispetto all'anno precedente. Oltre alle attività di cui sopra, il CRS4, su iniziativa del gruppo ViC e con il coinvolgimento dei settori che si occupano di Data Intensive Computing e risorse informatiche, ha siglato un accordo col comune di Cagliari per aiutarlo a sviluppare strategie per *"promuovere la cultura, i processi e l'uso di risorse informatiche, sia nell'ambito*

degli uffici pubblici che in direzione della cittadinanza". In questo quadro, il CRS4 e il Comune di Cagliari hanno collaborato in un tavolo di lavoro per definire delle strategie modulari d'intervento che permettano di sviluppare in maniera tangibile e sostenibile un'esperienza di uso e governo del territorio in modalità smart. Sulla base della collaborazione strategica con il CRS4, la città di Cagliari è entrata a far parte dell'associazione Open Agile Smart City (OASC), un'organizzazione in continua crescita con oltre 70 città distribuite tra 15 paesi e 3 continenti. OASC ha come obiettivo stategico la open innovation nel contesto cittadino. L'implementazione pratica della strategia di OASC si basa sull'adozione condivisa, ed evolutiva seguendo il miglioramento delle best practice, di standard aperti per API, modelli di dati e piattaforme. Con delibera di giunta 57 del 26/05/2015, il Comune ha inoltre assegnato al CRS4 la ex Distilleria di Pirri per avere una sede cittadina in cui installare laboratori e svolgere attività di pubblico interesse. La convenzione è stata firmata il 9 Febbraio 2016 e avrà durata sei anni con decorrenza dalla data di sottoscrizione, con possibilità di proroga per analogo periodo, previa sottoscrizione di ulteriore contratto. Nel corso del 2016, questo accordo è stato finalizzato e sono stati predisposti i lavori di adeguamento ed allestimento dei locali al fine di renderli fruibili per le attività. I lavori per l'installazione dei nuovi laboratori sono stati svolti nel 2017 (seguiti completamente da gruppo VIC), e l'apertura della nuova sede è stata formalizzata a luglio 2017. Nel corso del 2018 e 2019 i laboratori sono stati pienamente attivi. I laboratori, dotati di personale ed apposite infrastrutture allo stato dell'arte di calcolo e visualizzazione, sono strutturati per svolgere in permanenza attività di ricerca e sviluppo sui temi dell'acquisizione, trattamento, distribuzione, analisi e esplorazione visiva e creativa di grossi volumi di dati, anche nel quadro di collaborazioni internazionali e con altre istituzioni pubbliche e private; come previsto dalla convenzione, è stato completato l'allestimento di laboratori di Data Intensive Computing (Public Health, Data Analytics, Smart Metering and Distributed Systems) e Visual Computing dotati di sensoristica e di strumentazioni per l'esplorazione interattiva 3D scalabile in ambienti di visualizzazione a banda larga, tra cui display mobili ad alta densità e display di grandi dimensioni e ad alta risoluzione (LHDs). L'accordo col comune di Cagliari ha inoltre contribuito alla definizione e sviluppo del progetto *Tessuto Digitale Metropolitano*, coordinato dal settore ViC e che vede la partecipazione di molti altri settori del centro e di UNICA. Oltre a queste attività il gruppo ha regolarmente partecipato ad altre attività di divulgazione del CRS4 (es. Notte dei Ricercatori, Sinnova, ecc.).

Le scelte programmatiche

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2020-2022

Questo piano è redatto come aggiornamento al piano triennale 2019-2021 già approvato. Nonostante la difficile situazione del centro, in termini di operatività e di difficoltà di gestione personale, che hanno avuto notevole impatto sulle attività di un gruppo piccolo, ma coinvolto in moltissime attività sia di ricerca che di supporto al resto del centro, prevediamo comunque di confermare le previsioni già presenti nell'ultimo piano triennale approvato (contando sul fatto che il momento critico si possa risolvere a breve).

Risorse umane. Alla data di redazione di questo piano, preparato in maniera conservativa sulla base esclusiva dei progetti finanziati e attivi, prevediamo di avere un gruppo di lavoro formato da 1 dirigente, 6-8 dipendenti a tempo pieno tra ricercatori e tecnologi per tutto il triennio, 2 dottorandi di UNICA e 2 Early Stage Researchers del progetto EVOCATION. Queste risorse potranno eventualmente essere integrate con alcune posizioni di più breve durata per attività specifiche di progetto.

Attività di ricerca. Come in passato, cercheremo di manterere, coordinando opportunamente le diverse attività progettuali, il nostro ruolo nella comunità scientifica nazionale e internazionale. Le nostre attività continueranno ad avere come obiettivi principali lo studio, lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie abilitanti scalabili per l'acquisizione, la creazione, il trattamento, la distribuzione e l'esplorazione di oggetti e

ambienti complessi, così come la loro integrazione in simulazioni visive e ambienti virtuali. Più in particolare, prevediamo nel triennio di sviluppare nuove tecniche per la misurazione rapida di ambienti interni attraverso device mobili (soggetto d'interesse nei settori AEC e security), l'acquisizione, la caratterizzazione e la visualizzazione di materiali (interesse principale nel settore beni culturali) e la compressione e la visualizzazione di volumi statici e dinamici (in particolare, griglie rettilinee di valori scalari, d'interesse per simulazioni ingegneristiche e scientifiche e per la biomedicina o nel campo dell'urban computing). Prevediamo di realizzare prototipi funzionanti a grande scala e di produrre circa 15 pubblicazioni internazionali nel triennio.

Servizi alla comunità scientifica. Prevediamo di mantenere una presenza attiva nella comunità scientifica attraverso attività di servizio dei membri del gruppo. Prevediamo di mantenere attive le presenze in comitati scientifici (almeno 4 per anno), esecutivi (almeno 1 per il triennio) ed editoriali (almeno 2 per il triennio). Prevediamo inoltre di collegare la nostra attività scientifica fornendo servizi in termini di formazione, sia nell'ambito di convegni internazionali (tutorial e corsi) che nell'ambito di summer schools. Come in passato, è possibile anche il nostro coinvolgimento diretto nell'organizzazione di convegni internazionali (tra cui 1-2 che stiamo valutando se portare a Cagliari).

Valorizzazione della ricerca. Alla data di redazione di questo piano sono già attivi 1 progetto H2020 (fino a settembre 2022), 1 progetto regionale PIA (fino a dicembre 2019), 1 progetto regionale POR (fino a luglio 2020), più un progetto strategico regionale nel settore Urban Computing (fino a giugno 2021). Prevediamo nel triennio di continuare a presentare progetti ed essere coinvolti in attività di servizio nel settore beni culturali.

Trasferimento tecnologico. Prevediamo nel triennio lo sviluppo e il mantenimento dei nostri sistemi per editing e visualizzazione di nuvole di punti già oggetto di trasferimento in ambito industriale e prevediamo ulteriori trasferimenti in particolare collegati a mobile graphics. In termini di open source è previsto il rilascio di nuove versioni di librerie di base e di codice per la visualizzazione compressa tramite raycasting. Continueremo inoltre a mantenere e sviluppare la nostra presenza nel settore delle applicazioni per i beni culturali compiendo specifiche attività di trasferimento tecnologico, in particolare negli ambiti della creazione di modelli (nuove acquisizioni e produzione modelli semplificati) e delle installazioni interattive (Digital Mont'e Prama e oltre). Il progetto TDM, coordinato dal settore ViC, prevede inoltre vari rilasci di tecnologia nel triennio.

Formazione. Saranno in corso 2 dottorati su borsa CRS4 presso UNICA e 2 dottorati finanziati dal progetto EVOCATION (presso UNICA). CRS4, assieme a U. Rostock, coordinerà inoltre la scuola di dottorato europea del progetto EVOCATION, che prevede lo svolgimento di 16 dottorati. Il progetto Tessuto Digitale Metropolitano, guidato dal gruppo ViC e con la partecipazione di altri settori del CRS4 prevede inoltre di accompagnare le attività di ricerca con attività di alta formazione in collaborazione con l'Università di Cagliari (Spring Schools in Urban Informatics). Dopo la scuola già svolta nel 2019, prevediamo due nuove edizioni (2020 e 2021).

Produzione di beni pubblici. È prevista nel triennio la continuazione del coinvolgimento in attività nel settore dei beni culturali. Oltre alla prosecuzione delle attività collegate al progetto Digital Mont'e Prama, per cui prevediamo di lavorare sia nell'ambito della digitalizzazione sia dell'esplorazione/diffusione, intendiamo estendere le nostre collaborazioni con il Museo Archeologico di Cagliari per favorire la diffusione di tecnologie digitali. Prevediamo per il triennio almeno 1 contributo importante alla digitalizzazione di beni pubblici e 1 aggiornamento di installazioni museali principali.

Impatto locale e public engagement. Oltre alle attività di cui sopra, continueremo a mantenere pienamente

operativa la sede di Cagliari presso l'ex Distilleria, in cui svolgere attività di ricerca in Visual Computing con laboratori attrezzati e aumentare la diffusione delle conoscenze attraverso attività mirate di comunicazione e disseminazione.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

A livello di collaborazioni scientifiche internazionali abbiamo mantenuto molto attiva la collaborazione con KAUST (Prof. Hadwiger) sui temi dell'analisi dati biomedici e della visualizzazione volumetrica. In questo quadro, il KAUST ha ospitato M. Agus nel periodo giugno 2016-settembre 2019 per lavorare su attività di visualizzazione medica, in particolare su aspetti di neurofisiologia. Anche all'interno del progetto EVOCATION, saranno mantenute attive le collaborazioni scientifiche con diverse istituzioni leader a livello internazionale, tra cui U. Rostock (Prof. Staadt), UZH (Prof. Pajarola) e TU Wien (Prof. Wimmer).

A livello nazionale, prevediamo di mantenere attive le collaborazioni scientifiche, oltre che con l'Università di Cagliari, con ISTI-CNR e con l'Università di Verona. U. Cagliari e ISTI-CNR sono stati coinvolte, in particolare, anche nel progetto EVOCATION. Con U. Verona abbiamo sottoscritto un accordo formale di collaborazione per supportare scambi di ricercatori e dottorandi e sono molto attive le collaborazioni nel settore dei beni culturali. Resta inoltre molto attiva la nostra collaborazione con l'associazione internazionale Eurographics.

A livello di collaborazioni con gli Enti Pubblici non di ricerca, prevediamo di continuare la nostra collaborazione con il Comune di Cagliari sui temi dell'urban computing e con MIBACT (in particolare Soprintendenza Archeologia della Sardegna e Polo Museale) su temi collegati ai beni culturali.

Le attività con partner industriali, dedicate a progetti di ricerca congiunti o trasferimento tecnologico, sono spesso portate avanti con partner consolidati sia a livello locale (es. Gexcel) che internazionale (es., Holografika). In tutti i progetti Europei, inoltre, il CRS4 è stato ed è parte di una compagine internazionale organizzata in consorzio composta da centri di ricerca, università e industrie.

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Il gruppo è stato finora partner maggiore in 14 progetti UE e 4 USA nel periodo 1996-2019 e si prevede di continuare questo forte coinvolgimento in progetti internazionali anche nel triennio 2020-2022. Al momento della redazione di questo piano è stato concluso con successo il progetto Scan4Reco (UE H2020, 10/2015-9/2018), nel quale ci siamo interessati principalmente di acquisizione e caratterizzazione di forme e materiali per applicazioni nel settore beni culturali. È inoltre appena iniziato il progetto EVOCATION (UE H2020, 10/2018-9/2022), nel quale coordineremo assieme a U. Rostock ricerca e formazione svolte all'interno di una scuola di dottorato a scala europea. Prevediamo inoltre che restino attive le collaborazioni di ricerca internazionali menzionate sopra.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano sono attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono incluse nell'Allegato:

- **Progetti istituzionali:** VIGECLAB (2019-2021);
- **Progetti internazionali**: UE H2020 EVOCATION (2018-2022);
- **Progetti regionali**: RAS PIA 2013 3DCLOUDPRO (2017-2020), POR FESR 2014-2020: TDM (2017-2021), Aiuti R&S AMAC (2019-2020),
- **Servizi industruali**: ISPIRIXEDDU (2019-2020).

3. SERVIZI INTERNI ALLA RICERCA

Le attività istituzionali del CRS4 vengono supportate dai servizi interni di supporto alla ricerca per la valorizzazione e la disseminazione dei risultati, la comunicazione istituzionale e la divulgazione scientifica, i servizi IT e la gestione amministrativa.

In particolare, i servizi alla ricerca relativi alla valorizzazione dei risultati della ricerca e comunicazione hanno lo scopo di supportare lo sviluppo di parternariati per favorire lo scambio di informazioni e mantenere le relazioni con industrie, altre organizzazioni di ricerca, agenzie governative e istituzioni accademiche e massimizzare l'impatto dei risultati della ricerca sulla società, attraverso attività di di diffusione e disseminazione delle conoscenze, trasferimento tecnologico e comunicazione istituzionale.

L'unità "Valorizzazione e Trasferimento della Conoscenza-VALE" del settore Strategic Partnerships è composta da 2 risorse umane, delle quali 1 è in parte dedicata ad attività di ricerca e sviluppo su progetti riguardanti le tecnologie dell'educazione (vedi scheda progetto "IDEA" all'Allegato Schede Progetti);

L'unità "Comunicazione", afferente alla Presidenza, è composta da 5 risorse umane, delle quali 1 dedicata per il 50% del tempo ad attività congiunte di comunicazione ed ufficio stampa, previste nell'ambito di una convenzione triennale con l'agenzia regionale e socio unico Sardegna Ricerche (vedi scheda progetto "Conv_SR" all'Allegato Schede Progetti).

3.1 VALORIZZAZIONE E DISSEMINAZIONE DEI RISULTATI DELLA RICERCA

Le attività di valorizzazione riguardano in generale il coordinamento dei processi inerenti i rapporti del CRS4 con gli enti esterni pubblici e privati, lo sviluppo di nuovi progetti di ricerca, formazione e sperimentazione di interesse comune, la valorizzazione dei risultati conseguiti, il supporto alla tutela e al trasferimento tecnologico verso il tessuto produttivo.

Le principali attività di valorizzazione dei risultati della ricerca al CRS4 sono:

- sviluppo del sistema delle opportunità di finanziamento e fundraising, attraverso il supporto interno alla partecipazione dei ricercatori a bandi competitivi e servizi su commessa (***ufficio progetti***) per il finanziamento della ricerca scientifica e sviluppo sperimentale
- supporto alla formazione e sviluppo delle risorse umane attraverso **stage/tirocini** e alta formazione on the job;
- sviluppo e supporto delle reti di cooperazione e collaborazione scientifica col mondo accademico ed industriale; supporto all'organizzazione di eventi scientifici quali conferenze internazionali, collane di seminari e colloquia per la disseminazione dei risultati scientifici e per l'alta formazione tecnico-scientifica accreditata e non;
- supporto alla gestione della proprietà intellettuale e coordinamento dei lavori della **Commissione Proprietà Intellettuale del CRS4**, a seguito della pubblicazione in data 20.12.2017 del Regolamento sulla Proprietà Intellettuale del CRS4;
- supporto all'inquadramento del CRS4 in termini di valutazione della qualità e produttività della ricerca scientifica e sviluppo tecnologico.

Gli obiettivi principali del triennio 2020-2022 si confermano quelli di rafforzare le attività di valorizzazione al livello europeo e di consolidare le attività e iniziative di supporto al territorio nell'ambito del sistema regionale e nazionale della ricerca.

3.2 COMUNICAZIONE ED INFORMAZIONE ISTITUZIONALE

Il programma "Comunicazione" è composto da 5 risorse umane, una delle quali è dedicata per il 50% del tempo ad attività di comunicazione e ufficio stampa congiunte, previste nell'ambito di una convenzione triennale con l'agenzia regionale e socio unico Sardegna Ricerche.
Gli obiettivi principali delle attività di comunicazione e informazione istituzionale del CRS4 sono il rafforzamento dell'identità del Centro, la diffusione dei risultati della ricerca, la divulgazione scientifica, il consensus building e lo sviluppo di relazioni efficaci e stabili verso l'esterno.
I destinatari della comunicazione sono: decisori pubblici, comunità scientifica, pubblico generico, scuole, università, imprese:
Le attività legate alla comunicazione comprendono:

- progettazione e gestione web e social;
- progettazione e sviluppo di strategie e materiali per la comunicazione visiva, multimediale e del web design;
- progettazione e sviluppo di piani e campagne di comunicazione e di informazione sulle attività del CRS4;
- organizzazione e gestione di visite istituzionali, eventi e conferenze;
- progettazione e gestione di attività divulgative e di diffusione di informazioni per il grande pubblico e le scuole;
- consulenza, supporto e test per progetti legati all'accessibilità universale; partecipazione a seminari e convegni; realizzazione di contenuti multimediali in qualità di autori e conduttori;
- gestione dell'ufficio stampa: organizzazione di conferenze stampa e seminari per specifici progetti, attività di comunicazione dedicati ai giornalisti, rassegna stampa e monitoraggio giornaliero su attività interenti il CRS4, partecipazione eventi, presentazioni, comunicati e articoli per i media
- miglioramento della comunicazione all'interno del Centro.

Il programma Comunicazione provvede alla diffusione dell'immagine e delle attività scientifiche del Centro partecipando con interventi, stand, installazioni, ecc., a saloni dell'innovazione (come SINNOVA), festival (come il Cagliari FestivalScienza) e altri eventi (Cagliari Open Data Day, GIS Day, Lynux Day, Notte Europea dei Ricercatori, Smart Cityness) che si svolgeranno anche negli anni 2019, 2020, 2021.
Il programma ha ideato e realizzato il progetto di divulgazione scientifica Lab Boat, che si è svolto nel 2018 e nel 2019. Inoltre nel 2019 il programma Comunicazione la Scientific School EIA (Exploring Artificial Intelligence in Art) in collaborazione con il programma Content Technologies and Information Management e la mostra 82° 07' North in collaborazione con il Cagliari FestivalScienza 2019.

3.4 SERVIZI IT

Il gruppo dei Servizi IT si occupa di progettare, implementare, gestire e sviluppare le piattaforme di erogazione dei servizi ICT con l'obiettivo di rispondere ai diversi bisogni dell'utenza del Centro.
In particolare, le attività di gestione dei servizi si focalizzano sulle seguenti tematiche:

- Servizi interni: generali (amministrazione sistemi, reti, HPC, posta, web, news ecc); progettazione, sviluppo, amministrazione sito web CRS4;
- Formazione di personale da adibire ad attività sistemistiche e di ricerca.

4. Schede dei Progetti di ricerca, sviluppo, innovazione e servizi industriali

Nelle seguenti pagine sono riportate le **schede sintetiche** dei progetti previsti nell'anno 2020 finanziati con contributo ex art. 9 L.R. 20/2015 per lo sviluppo di attività di ricerca scientifica, sviluppo tecnologico, alta formazione, trasferimento tecnologico, disseminazione e divulgazione dei risultati della ricerca ed innovazione.

4.1 Progetti istituzionali a valere su contributi dedicati (ex art 9 L.R. 20/2015)

BIOS

Acronimo	**BIOS**
Titolo	**BIOS**
Data inizio	01/01/2019
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**Bioscienze**
Sommario ed obiettivi	L'obiettivo generale del progetto è di integrare tecnologie di sequenziamento ad alta processività e approcci approfonditi di analisi e interpretazione dei dati sperimentali con attività di ricerca biotecnologica innovativa per applicazioni nell'agroindustria e nella bioeconomia condividendo strumenti e competenze all'avanguardia con il sistema delle imprese e con la comunità scientifica, tecnica e professionale nell'ambito delle scienze della vita.
Risultati in precedenza raggiunti	Il CRS4 ha raggiunto un buon posizionamento internazionale in questo settore.
Attività previste nel 2020	Attività di ricerca focalizzata sullo sviluppo di protocolli sperimentali per l'acquisizione di dati di sequenziamento, lo sviluppo di pipelines ad alta processività specializzate nell'analisi di genoma, esoma e trascrittoma, lo sviluppo di approcci data-driven per la gestione e l'analisi di grandi volumi di dati biologici e lo sviluppo di tecniche modellistiche e computazionali e la loro applicazione in ambito clinico, veterinario, e delle scienze della vita.

DIFRA

Acronimo	**DIFRA**
Titolo	**Data intensive Computing Forward Research Activities**
Data inizio	01/01/2019
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**Data Intensive Computing**
Sommario e obiettivi	L'obiettivo principale delle attività di ricerca è costruire conoscenza e valore a partire da dati complessi, eterogenei, in quantità enormi e in continuo aumento. I progressi tecnologici in ogni contesto della vita quotidiana, infatti, sono associati da tempo ad un flusso di dati in forte crescita, che, per sfruttare appieno i potenziali benefici associati, richiede strumenti avanzati quali formalismi di modellazione, metodologie scalabili di gestione ed analisi, tecnologie di calcolo ad alta prestazione. Il Settore si focalizza sullo sviluppo di

	questo tipo di strumenti per trattare, con tecnologie standard, aperte e allo stato dell'arte, problematiche di natura naturale, sociale, medica e industriale.
Risultati in precedenza raggiunti	Soluzioni informatiche innovative per applicazioni scientifiche caratterizzate da computazione intensiva su dataset di grandi dimensioni. Prototipi relativi a digital pathology, tracciabilità nei processi sanitari ed integrazione di domini clinici, modellazione semantico-computazionale di dati biomedici eterogenei e telemedicina in tempo reale.
Ricadute sul territorio	Collaborazioni con enti pubblici (RAS, ospedali) ed aziende. Distribuzione in open-source dei risultati delle attività di ricerca e sviluppo, quando possibile. Trasferimento tecnologico ed alta formazione.
Attività previste nel 2020	Proseguimento delle attività di ricerca e sviluppo per applicazioni data-intensive su problematiche naturali, sociali, mediche e industriali.

HPC DMI

Acronimo	**HPC DMI**
Titolo	**HPC DMI**
Data inizio	01/09/2018
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**HPC per Energia ed Ambiente**
Sommario e obiettivi	Insegnamento presso il Dipartimento di Matematica e Informatica (DMI) dell'Università dell'Università di Cagliari nelle materie inerenti alla modellistica matematica, alla simulazione numerica e al calcolo ad alte prestazioni.
Risultati in precedenza raggiunti	Nell'anno accademico 2018-2019, sono stati tenuti due corsi nell'indirizzo Applicativo della Laurea Magistrale di Matematica, denominati "Metodi numerici ottimizzati per le scienze applicate" e "HPC su problemi di grande scala".
Ricadute sul territorio	La collaborazione con il DMI ha prodotto la creazione di un nuovo indirizzo per la laurea magistrale in Matematica, attingendo alle competenze e all'esperienza del settore HPC for E&A e attribuendo ai ricercatori incarichi di insegnamento. La formazione di matematici nei campi di ricerca e di applicazione del CRS4 contribuirà agli obiettivi di specializzazione del capitale umano della Regione Sardegna.
Attività previste nel 2020	• Titolarità dell'insegnamento "Metodi numerici ottimizzati per le scienze applicate" nel primo semestre dell'anno accademico 2019-2020 della Laurea Magistrale in Matematica. • Titolarità dell'insegnamento "HPC su problemi di grande scala" nel secondo semestre dell'anno accademico 2019-2020 della Laurea Magistrale in Matematica.

HPC R&D

Acronimo	**HPC R&D**
Titolo	**HPC for Research and Development**
Data inizio	01/01/2019
Durata (mesi)	36

Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**HPC per Energia ed Ambiente**
Sommario e obiettivi	Potenziamento dei campi di attività di ricerca e sviluppo per applicazioni HPC e ICT che prospettano scenari di intervento con rilevanti attinenze con il quadro economico e sociale, sia nazionale che internazionale, nel settore energia e ambiente sui seguenti temi: • Scienze dell'imaging • Remote sensing • Intelligenza artificiale • Calcolo ad alta prestazione e cloud computing • Ambiente/Energia, gestione reti e ICT • Scienze ambientali, geofisica e agricoltura di precisione • Formazione e divulgazione I risultati ottenuti saranno alla base della costruzione, della scrittura e della sottomissione di nuovi progetti.
Risultati in precedenza raggiunti	1. Soluzioni informatiche innovative e applicazioni scientifiche avanzate per l'imaging geofisico. 2. Sviluppo di modelli di imaging nell'ambito innovativo dell'analisi medica ad ultrasuoni concepiti per l'elaborazione su HW dedicato. 3. Lavori sperimentali di geofisica ambientale per l'agricoltura di precisione, basati l'elaborazione numerica di dati elettrici rilevati sul campo. 4. Simulazione fluidodinamica applicata alla progettazione di reattori nucleari di quarta generazione raffreddati a lega di piombo liquido. 5. Analisi di algoritmi di apprendimento automatico su grandi volumi di dati campione per la cattura e la classificazione, con l'uso di reti multistrato, di caratteristiche distintive in flussi di dati test.
Ricadute sul territorio	Gli argomenti che saranno trattati nel triennio riguardano attività di frontiera che coprono in buona parte gli obiettivi S3 della RAS. Sono previste inoltre collaborazioni con le PMI del territorio e i Dipartimenti di Ingegneria e di Matematica e Informatica dell'Università di Cagliari.
Attività previste nel 2020	• Attività propedeutiche di studio, ricerca e sviluppo prototipale che saranno svolte a supporto degli obiettivi strategici definiti nelle scelte programmatiche del settore. • Sviluppo e realizzazione di attività che per la loro concretezza possono dare risposte con contributi immediati a problemi di logistica e pianificazione posti dalla gestione delle risorse sul territorio della Sardegna. • Divulgazione su riviste specializzate dei risultati ottenuti. • Preparazione di nuove proposte progettuali in ambito regionale, nazionale ed europeo. • Formazione del personale di ricerca. • Partecipazione alle attività istituzionali del centro (commissione Proprietà Intellettuale, rapporti con enti locali e università, attività di rappresentanza e governance).

ITRS

Acronimo	**ITRS**
Titolo	**IT Research Support**
Data inizio	01/08/2018
Durata (mesi)	36

Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**Presidenza/Programma Servizi IT**
Sommario ed obiettivi	Il progetto IT Research Support è stato ideato per fornire supporto informatico di primo e di secondo livello ai ricercatori e a tutto il personale del CRS4. Lo sviluppo delle attività servirà a garantire il buon funzionamento dell'infrastruttura informatica del CRS4, il corretto funzionamento della posta elettronica, dei servizi di versionamento, della piattaforma di backup dei dati, dei server di storage che ospitano i dati dei ricercatori, e di tutta l'infrastruttura necessaria al collegamento in rete, interno ed esterno, delle workstation fisse e mobili. Obiettivo primario del progetto è il mantenimento allo stato dell'arte dell'infrastruttura di propria competenza, oltre al continuo aggiornamento del software a corredo di server e workstation, al fine di rendere minime, se non nulle, le possibilità di eventuali attacchi informatici e garantire quindi la protezione e la riservatezza dei dati. Per poter perseguire questi obiettivi, è necessario un costante aggiornamento in campo informatico e delle postazioni di lavoro con specifiche adeguate al tipo di lavoro che verrà sviluppato.
Risultati in precedenza raggiunti	Le attrezzature, dotazioni e i servizi di base sono stati mantenuti operativi.
Ricadute sul territorio	Grazie al supporto e al mantenimento dell'infrastruttura informatica allo stato dell'arte, i ricercatori del CRS4 possono competere, interagire e collaborare con i colleghi della comunità scientifica locale, nazionale e internazionale.
Attività previste nel 2020	• Miglioramento continuo dei servizi di base • Mantenimento allo stato dell'arte di tutte le workstation e degli host che espongono servizi verso la rete internet • Sostituzione degli apparati di rete oramai obsoleti.

NEXT

Acronimo	**NEXT**
Titolo	**Next Generation Sequencing Core**
Data inizio	01/01/2019
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**Bioscienze**
Sommario ed obiettivi	Attività istituzionali di gestione operativa, mantenimento e sviluppo della facility di Next Generation Sequencing.Le nostre attività sono finalizzate principalmente allo sviluppo e al mantenimento, rafforzamento e specializzazione ad ambiti specifici dell'infrastruttura integrata del CRS4 basata su tecnologie di sequenziamento e computazionali allo stato dell'arte.
Risultati in precedenza raggiunti	La facility e la infrastruttura sono state mantenute operative.
Attività previste nel 2020	Gestione operativa e mantenimento della facility di sequenziamento massivo e della infrastruttura di integrazione e analisi dati del CRS4. Sviluppo di nuovi protocolli sperimentali e di analisi. Ricerca e e sviluppo per contrastare l'emergenza sanitaria generata dalla diffusione del virus SARS-CoViD-19. Fornitura di attività di servizi di ricerca per il sequenziamento e l'analisi dati.

PIF

Acronimo	**PIF**
Titolo	**Pilot Innovation Facilities**
Data inizio	01/01/2019
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**ICT – Società dell'Informazione**
Sommario ed obiettivi	Verrà portato avanti nell'ambito del framework "Pilot Innovation Facilities" lo sviluppo di una piattaforma software aperta e di monitoraggio ed elaborazione dati per applicazioni in campo turistico, agroalimentare e di valorizzazione del territorio, che integri la rilevazione e gestione di dati sensibili (fase di monitoraggio) con la loro elaborazione idonea all'utilizzo di modelli di Artificial Neural Networks (ANN). Nei casi in cui le analisi previsionali richiedono la gestione di un elevato numero di dati di input, la relazione tra dati di input e dati di output ha la caratteristica di essere fortemente non lineare. Per questa ragione i modelli statistici si sono dimostrati i più validi. In particolare, le ANN, quando è possibile avere un set di dati di input ragionevolmente elevato, riescono a fornire previsioni più attendibili rispetto a modelli stocastici e non. Gli obiettivi prefissati saranno: • ottimizzazione della produttività di prodotti agricoli e loro derivati (es. piante officinali, olii essenziali, etc), con particolare interesse per il settore delle essenze e profumi tipici della Sardegna. I dati da monitorare sono di tipo climatico (insolazione, ventosità, umidità, temperatura, etc.), caratteristiche del suolo (contenuto in nitrati, salinità, etc), tecniche di coltivazione (utilizzo di fertilizzanti, procedure di irrigazione, etc). • previsione, gestione, e ottimizzazione della domanda turistica. I dati da monitorare sono: informazioni arrivi e partenze (portuali, aeroportuali), informazioni su provenienza e capacità di spesa, tipologia dei viaggiatori, luoghi d'interesse, durata e periodo del soggiorno, etc. • ottimizzazione dei consumi energetici di edifici complessi (es. Aeroporti, Scuole, Ospedali). I dati da monitorare saranno di tipo climatico (insolazione, ventosità, umidità, temperatura, etc), strutturale (orientamento dell'edificio, superfici vetrate, materiali di costruzione, etc).
Risultati in precedenza raggiunti	• Aggiornamento della piattaforma Airport4all (Smart Data Layer software costantemente aggiornato ed operativo da 18 mesi in grado di raccogliere, uniformare e ridistribuire le informazioni correlate agli aeroporti come Open o Commercial Data) e della App dedicata, iOS e Android, anche ai sensi della normativa GDPR e dei certificati di sicurezza relativamente ai siti web e alla app mobile su smartphone. • Sviluppo di un modello di reti neurali per la previsione meteo a 24 ore con una precisione del 5%. • Aggiornamento del laboratorio di prototipazione IoT dotati di attrezzatura per il monitoraggio energetico (laser scanner, termocamere ad alta definizione, stampanti 3D, etc).
Ricadute sul territorio	Il progetto mira a realizzare nel territorio dell'Isola un modello di layer software trasversale (piattaforma software) che sviluppa la filosofia degli open-data e open-services per la raccolta, la trasformazione, l'omogeneizzazione e la ridistribuzione di informazioni eterogenee garantendone l'opportuna gestione ed interfacciamento di reti di sensori IoT . L'insieme dei dati gestiti costituisce la struttura informativa per le analisi basate sulle ANN.

	Il progetto mira anche ad incrementare la diffusione degli open-data e open-services per gli aeroporti e con le istituzioni regionali (collaborazione con assessorato ai trasporti) e nazionali. Sono anche prevedibili ricadute di natura economica oltreché di di conoscenza in settori strategici per lo sviluppo regionale. La piattaforma software sarà in grado di fornire supportare diversi attori strategici per lo sviluppo dell'Isola nei nelle loro valutazioni previsionali. Tra gli attori potenzialmente coinvolti citiamo: strutture aeroportuali della Sardegna, Assessorati di riferimento quali Programmazione, Trasporti, Turismo-, Enti per la promozione turistica, aziende agricole e associazioni del settore agro alimentare. La filosofia open-data open service permetterà infine di utilizzare la piattaforma per sviluppo di software di terze parti (PMI locali e startup) finalizzate alla realizzazione di nuovi servizi commerciali esterni che sfruttano i dati e i servizi della piattaforma software sviluppata
Attività previste nel 2020	• Trasferimento delle conoscenze su accessibilità, turismo, ambiente, ICT, IoT e agricoltura di precisione per lo sviluppo di un modello di sviluppo economicamente ed ambientalmente sostenibile per un comune del centro Sardegna • Manutenzione ed aggiornamento della piattaforma Airport4all e delle due App in ambiente iOS e Android • Manutenzione del laboratorio IoT e monitoraggio energetico, e dei sistemi di produzione per starti successivi (stampanti 3D) • Definizione dell'architettura di sistema con review dei risultati realizzate con le piattaforme software precedenti. • Istruzione di una ANN specifica per la previsione della radiazione solare diretta a breve termine • Sviluppo della piattaforma software ANN per il settore degli olii essenziali e idrolati con specifico interesse verso la il settore dei profumi. • Sviluppo di modelli per sistemi solari a torre centrale per terreni non pianeggianti.

SERVIZI DI CALCOLO HPC PER LA COMUNITÀ SCIENTIFICA REGIONALE

Acronimo	**SCS HPCN**
Titolo	**Servizi di calcolo HPC per la comunità scientifica regionale**
Data inizio	01/08/2018
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**Strategic Partnerships**
Sommario ed obiettivi	Il settore SP si occupa di configurare, gestire ed amministrare tutte le risorse di calcolo e storage del centro per fornire un supporto alla comunità scientifica regionale. Il settore è suddiviso in 5 aree, 2 delle quali gestiscono : • Progetti TLC • Calcolo ad alte prestazioni Ognuno di questi gruppi si occupa erogare specifici servizi alla comunità scientifica tra cui: gestione dello storage ad alte prestazioni, gestione dei collegamenti e della sicurezza, gestione dei cluster di calcolo ad alte prestazioni.

Risultati in precedenza raggiunti	La piattaforma HPCN è funzionante ed eroga servizi dalla nascita del centro e da sempre si occupa di fornire servizi di calcolo e storage con l'obiettivo di supportare gli utenti nel loro lavoro di sviluppo di modelli e applicazioni su diversi domini di ricerca.
Ricadute sul territorio	Il settore SP cura la gestione delle infrastrutture di supercalcolo e il supporto informatico alla comunità scientifica regionale con l'obiettivo di permettere a gruppi diversi la rispondenza delle prestazioni fornite ai bisogni dell'utenza del Centro, della comunità da esso servita all'interno del Parco Tecnologico Sardegna Ricerche e di eventuali altri utenti esterni che ne dovessero chiedere il supporto.
Attività previste nel 2020	• Consolidamento della piattaforma di calcolo • Sostituzione degli apparati di rete ormai obsoleti

SPIR

Acronimo	**SPIR**
Titolo	**Strategic Partnerships Innovation and Research**
Data inizio Durata (mesi)	01/06/2018 43
Ente finanziatore e riferimento	Contributo ex art. 9 L.R. 20/2015
Sommario e obiettivi	Il settore SP si occupa di configurare, gestire ed amministrare tutte le risorse di calcolo e storage del centro e parte dei servizi agli utenti e della gestione delle problematiche legate si servizi GIS. Il settore è suddiviso in 5 aree, 3 delle quali gestiscono : • Progetti TLC • Progetti e servizi territoriali • Calcolo ad alte prestazioni Ognuno di questi gruppi si occupa erogare specifici servizi alla comunità scientifica quali: gestione dello storage ad alte prestazioni, gestione dei collegamenti e della sicurezza, gestione dei cluster di calcolo ad alte prestazioni.
Risultati in precedenza raggiunti	Le piattaforme del CRS4 sono funzionanti ed erogano servizi dalla nascita del centro e da sempre si occupano di servizi di calcolo e storage con l'obiettivo di supportare gli utenti nel loro lavoro di sviluppo di modelli e applicazioni su diversi domini di ricerca.
Ricadute sul territorio	Il settore SP cura la gestione delle infrastrutture di supercalcolo e il supporto informatico alla comunità scientifica regionale con l'obiettivo di permettere a gruppi diversi la rispondenza delle prestazioni fornite ai bisogni dell'utenza del Centro, della comunità da esso servita all'interno del Parco Tecnologico Sardegna Ricerche e di eventuali altri utenti esterni che ne dovessero chiedere il supporto.
Attività previste nel 2020	• Consolidamento della piattaforma di calcolo • Sostituzione degli apparati di rete ormai obsoleti • Proseguimento nei progetti i ricerca per i servizi territoriali.

VIGECLAB

Acronimo	**VIGECLAB**
Titolo	**Visual and Geometric Computing Laboratory**
Data inizio	01/01/2019
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**Visual Computing**
Sommario e obiettivi	Il progetto mira a potenziare le attività di ricerca /coordinamento/disseminazione scientifica nel campo del Visual Computing, per favorire lo sviluppo di nuovi metodi e tecnologie e la loro diffusione ed applicazione. Sono incluse nel progetto attività specifiche di ricerca, sviluppo e trasferimento tecnologico, attività tecnologiche di mantenimento delle infrastrutture dedicate alla ricerca, e attività che mirano ad ottenere una maggiore integrazione con l'ecosistema della città metropolitana di Cagliari.
Risultati in precedenza raggiunti	Il CRS4 ha raggiunto ormai rilevanza internazionale in questo settore (vedi descrizione settore Visual Computing)
Ricadute sul territorio	Collaborazioni con enti pubblici ed aziende. Distribuzione in open-source dei risultati delle attività di ricerca e sviluppo, quando possibile. Trasferimento tecnologico ed alta formazione.
Attività previste nel 2020	Il progetto struttura e coordina le attività nel settore del Visual Computing, in particolare svolgendo: attività specifiche di ricerca, sviluppo e trasferimento tecnologico che mirano ad avanzare lo stato dell'arte nel settore e a creare nuovi prodotti/processi innovativi; attività tecnologiche di mantenimento delle infrastrutture dedicate alla ricerca e allo sviluppoi, in maniera da fornire un ambiente operativo valido sia all'interno che all'esterno del CRS4 (es. installazioni museali); attività che mirano ad ottenere una maggiore integrazione con l'ecosistema della città metropolitana di Cagliari, attraverso l'allestimento e creazione di una sede cittadina complementare alla sede di Pula, come da accordi con il Comune di Cagliari; attività di comunicazione e disseminazione per massimizzare l'impatto dei lavori svolti sia sulla comunità scientifica internazionale che a livello locale.

FORMAZIONE

Acronimo	**FORMAZIONE**
Titolo	Formazione verso l'esterno (dottorandi e studenti dell'Università)
Data inizio	01/09/2018
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Settore	**TUTTI i settori di ricerca**
Sommario e obiettivi	Collaborazione nel campo della didattica e della ricerca, applicati alla soluzione di problemi di carattere scientifico e ingegneristico in svariati contesti interdisciplinari. Tutoring di studenti di dottorato di ricerca, erogazione di corsi universitari di didattica specialistica.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto è iniziato il 1 settembre 2018

Ricadute sul territorio	La collaborazione con il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Cagliari ha prodotto la creazione di un nuovo indirizzo per la laurea magistrale in Matematica, attingendo alle competenze e all'esperienza del settore HPC for E&A e attribuendo ai ricercatori incarichi di insegnamento ufficiali negli ambiti della modellistica matematica, della simulazione numerica e del calcolo ad alte prestazioni. La formazione di dottori di ricerca specializzati nei campi di ricerca del CRS4 contribuirà agli obiettivi di specializzazione del capitale umano della Regione Sardegna.
Attività previste nel 2020	• Promozione di attività di collaborazione nel campo della ricerca e della didattica, attraverso l'impegno in campi di comune interesse. • Tutoraggio degli studenti di dottorato di ricerca a partire dall'AA 2018/19 e AA 2019/2020.

CO2

Acronimo	**CO2**
Titolo	**Carburanti sostenibili: Trasformare la CO_2 da problema a risorsa**
Data inizio	26/05/2017
Durata (mesi)	Termine 31/12/2020
Ente finanziatore e riferimento	Art. 9 L.R. 20/201 e Sardegna Ricerche (Convenzione 2017-2020)
Settore	**HPC per Energia ed Ambiente**
Sommario e obiettivi	La riduzione della dipendenza dalle fonti energetiche di origine fossile e la contemporanea riduzione delle emissioni di gas serra derivata dalla loro combustione, sono tra le più importanti sfide cui è sottoposta la comunità internazionale. L'ampia diffusione della produzione di energia elettrica delle fonti di energia rinnovabili (FER-E) è un aspetto importante della de carbonizzazione dell'approvvigionamento energetico e rappresenta un caposaldo della transizione energetico ad un sistema energetico sostenibile. Tuttavia, il rilevante aumento della quota di rinnovabili nel mix energetico è legato al loro implicito carattere intermittente e, inoltre, non affronta direttamente il problema del fabbisogno di energia non elettriche - come i combustibili per il trasporto e per il mercato industriale delle materie prime - che sono attualmente affidamento su combustibili fossili. La conversione di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili in eccesso (RES-E) in una forma più conveniente ed integrabile nelle attuali infrastrutture - liquida o gassosa (Power to Liquid e Power to Gas PTL/PtG - potrebbe contribuire a compensare la natura intrinsecamente intermittente delle fonti rinnovabili RES fornendo un mix di vettori energetici più adeguato a soddisfare le richieste dei diversi settori industriali. Un altro punto fondamentale è legato al fatto che l'elemento fondamentale dei combustibili liquidi e gassosi è costituito dal Carbonio, tramite questo tipo di tecnologie sarebbe quindi possibile utilizzare l'anidride carbonica CO_2 che altrimenti verrebbe emessa nell'atmosfera (avoided CO_2). Riciclando la CO_2 nel processo di trasformazioni, sarebbe quindi possibile ridurre le emissioni antropogeniche di CO_2 nell'atmosfera (CCU Carbon Capture and Utilization). In questo contesto, i combustibili di sintesi tra i quali il metano (CH4) potrebbero essere utilizzati come stoccaggio chimico per l'eccedenza di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, questi carburanti sostenibili potrebbero quindi sostituire i combustibili fossili e loro derivati . In questo modo la CO_2 si trasformerebbe da un problema ad una risorsa.
Risultati in precedenza raggiunti	Le attività preliminari hanno portato alla stesura del Progetto Complesso Reti intelligenti per la gestione efficiente dell'energia in collaborazione con Sardegna Ricerche e l'Università di Cagliari (2017). http://www.sardegnaricerche.it/index.php?xsl=370&s=333445&v=2&c=12017&nc=1&sc=&qr=1&qp=2&la=2&fa=1&t=3 Responsabilità scientifica dell'obiettivo realizzativo Integrazione della micro-rete di Macchiareddu con un accumulo energetico chimico tramite metanazione biologica (2018). Collaborazione alla stesura dello "Studio preliminare per lo sviluppo della smart grid in ambito comunale" per la realizzazione della smart grid del comune di Benetutti. Preparazione articolo Power and Waste for Bio Methane Production: A case Study for Sardinia sottomesso a valutazione su Renewable & Sustainable Energies Review (Impact Factor 9.184). Sottomissione del proposta progettuale VIRTUAL POWER PLANT TRADING

	FLEXIBILITY FROM NON-DISPATCHABLE SOURCES AND LOADS IN INTENSIVE RENEWABLE ENERGY SYSTEMS (VIFLEX) sul bando H2020 LC-SC3-RES-16-2019 – Virtual Power Plant subtopic .
Ricadute sul territorio	Diversi enti regionali (AGRIS, Sotacarbo) e produttori locali coinvolti nei processi di produzione del bio-gas sono stati coinvolti nel progetto con lo scopo di definire una rete Regionale nella filiera di trasformazione delle biomasse residuali in bio-metano. Il progetto è inserito nel più ampio Progetto Complesso con la finalità di superare la dimensione "elettrica" limitata delle "*micro grid*", agevolando e facilitando lo sviluppo, insieme a tutti gli stakeholder coinvolti, di un processo virtuoso basato sulla qualità. La possibilità di produrre, distribuire e consumare localmente il bio-metano prodotto sul territorio, si inserisce nel quadro più ampio di metanizzazione della Regione. Valutazioni tecnico economiche sullo sviluppo della micro rete comunale di Benetutti.
Attività previste nel 2020	In seguito alle attività svolte è stata individuata la metanazione biologica quale soluzione ideale – sia nell'ambito del laboratorio di Macchiareddu sia a livello regionale - per una integrazione dei sistemi di distribuzione elettrica e del gas naturale in un sistema di reti intelligenti (smart grid). Le attività di ricerca e sviluppo pianificate per il 2020, da svolgere in collaborazione con i laboratori localizzati presso la PER di Macchiareddu, sono sintetizzate nei seguenti punti: • Acquisizione ed avvio del metanatore biologico e preparazione della campagna di ricerca. • Pubblicazioni di un articolo su rivista internazionali "peer review" dal titolo Integrated Micro Grids con riferimento al caso della rete comunale di Benetutti. • Partecipazione a conferenze con presentazione e pubblicazione degli interventi, eventi di formazione, workshop e incontri tecnici. • Ricerca partenariato e predisposizione stesura progetti europei.

DUAL-USE

Acronimo	**DUAL-USE**
Titolo	**Ricerca Duale**
Data inizio	24/09/2018
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche su fondi aggiuntivi ex art 9 LR 20/2015
Partner	da definirsi
Settore	**Strategic Partnerships**
Contributo (quota CRS4)	Euro 180.000
Sommario e obiettivi	Con atto di indirizzo del 21/12/2017, per lo sviluppo della ricerca e dell'innovazione e sperimentazione di tecnologie e sistemi per applicazioni civili-militari, l'Assessorato della Programmazione, Bilancio, Credito e assetto del territorio della Regione Sardegna ha indicato l'avvio di un'attività sistematica in materia di ricerca dual-use – nell'accezione di attività di ricerca e processi di innovazione ad uso esclusivo civile generati dalla ricerca militare (indicata sinteticamente come ricerca dual-use) – come misura necessaria in vista di processi di riconversione e/o evoluzione ad uso civile di parte del

	patrimonio militare che insiste sul territorio della Regione. Nel fare questo l'Assessorato alla Programmazione ha ottemperato ad una precisa risoluzione votata all'unanimità dal Consiglio Regionale della Sardegna con l'Ordine del Giorno n. 9 del 17 giugno 2014, nel quale il Consiglio ha impegnato la Giunta regionale ¬– nel quadro dei rapporti Stato Regione – a negoziare con il Governo "la destinazione, nell'ambito dei processi di riconversione delle attività svolte nei poligoni, di una quota degli investimenti statali in ricerca e innovazione, proporzionale al gravame militare, purché sia ad uso esclusivo civile nel rispetto dell'articolo 11 della Costituzione e non sia impattante per l'ambiente". La Regione Sardegna, con detto atto di indirizzo della Programmazione, ha quindi dato mandato al CRS4 di configurare, internamente alle proprie attività, l'ambito tematico dedicato alla ricerca dual-use. All'interno di una cornice istituzionale così definita e strutturata, l'attività del progetto consta primariamente in un'attività di analisi di contesto, approfondimento tecnico e studio comparativo finalizzata ad individuare – alla luce delle peculiari condizioni di contesto della Sardegna e del ruolo specifico che il CRS4 gioca nel sistema della ricerca regionale – il modello di riferimento più idoneo per configurare a sistematizzare l'ambito dedicato alla ricerca dual-use sia internamente al CRS4; che nell'intero Sistema della ricerca Regionale. In tale ottica l'obiettivo principale del progetto è quello di individuare e proporre alle Istituzioni regionali un modello di struttura/unità di ricerca, replicabile internamente al CRS4, che possa sistematizzare le molteplici attività di ricerca (e ad essa collegate) in ambito dual-use e pervenire a collaborazioni strutturate con entità specializzate operanti negli stessi ambiti di competenza, mantenendo il focus sulle applicazioni civili. Pervenuti a questo obiettivo primario, l'obiettivo secondario del progetto riguarda l'utilizzo di tale modello per supportare il processo di configurazione dell'area di ricerca dual-use nell'intero sistema regionale della ricerca, al fine di ottemperare pienamente al mandato della Programmazione.
Risultati in precedenza raggiunti	Sono stati presentati dei progetti in collaborazione con delle aziende locali ad alcuni bandi PNRM e regionali. Siamo in attesa di una risposta sull'ammissibilità delle proposte.
Ricadute sul territorio	La sistematizzazione dell'area della ricerca dual-use avrebbe come principale ricaduta quella di favorire una progressiva riconversione e/o evoluzione ad uso civile di parte dell'enorme patrimonio militare che insiste sul territorio della Regione.
Attività previste nel 2020	Realizzazione di assetti di lavoro che permetteranno al CRS4 di diventare il centro della ricerca dulce in Sardegna. Firma di accordi con lo stato maggiore della difesa, con la Marina Militare, Esercito e Aeronautica per la realizzazione di un ecosistema che si occuperà di riconvertire parte del patrimonio militare presente in Sardegna.

JIC

Acronimo	**JIC**
Titolo	**Joint Innovation Center**
Inizio	15/09/2016
Durata (mesi)	48
Ente Finanziatore	RAS/Sardegna Ricerche (Art. 9 L.R. 20/2015)
Settore	**Strategic Partnerships**
Contributo (quota CRS4)	Euro 2.875.074
Partner	Huawei, RAS, 6 PMI
Sommario e obiettivi	L'obiettivo del progetto è la realizzazione di un'infrastruttura sperimentale con cui verranno sviluppate nuove tecnologie per la connettività diffusa a scala metropolitana, funzionale allo sviluppo di modelli matematici volti a risolvere problematiche legate alle smart city, la sperimentazione di sensoristica diffusa per l'acquisizione di grandi moli di dati che saranno gestiti attraverso lo sviluppo di architetture per OpenData e Bigdata, la sperimentazione di sistemi per la sicurezza nelle city (safe City) e lo studio dei sistemi e-LTE di nuova generazione. Oggi, il 50% della popolazione mondiale vive in città e il numero crescerà al 70% entro il 2050. Le città sono tra i principali luoghi di attività economica e culturale del 21° secolo. La crescente urbanizzazione e l'aggregazione di comunità territoriali su scala metropolitana, lo sviluppo sostenibile, il coinvolgimento dei cittadini, l'attrattività economica e culturale e la governance sono tra le difficoltà più rilevanti che le moderne città devono affrontare. L'aumento di complessità di questi problemi e lo sviluppo tecnologico stanno portando all'urgente necessità e/o opportunità di ripensare in modo radicale la costruzione e la gestione delle nostre città. Con la realizzazione del progetto saranno studiati e definiti metodi e tecnologie per offrire nuove soluzioni intelligenti a questi problemi, attraverso la stretta combinazione tra la messa in opera e sperimentazione a scala urbana d'infrastrutture avanzate per la comunicazione e la sensoristica diffusa, che consentirà lo studio e lo sviluppo di soluzioni innovative verticali per aumentare l'attrattività cittadina, la gestione delle risorse e la sicurezza e qualità di vita dei cittadini. Questo progetto di ricerca, sviluppo e innovazione si colloca in un contesto più ampio che mira a fare della Sardegna una delle regioni più preminenti nello sviluppo ed applicazione di tecnologie innovative per le smart city. Gli obiettivi principali del laboratorio saranno i seguenti: • **realizzazione dell'infrastruttura del JIC** Questo obiettivo realizzativo viene sviluppato dal CRS4, congiuntamente con Huawei e con la collaborazione di alcune PMI, e si occuperà di sperimentare, prima in ambienti indoor e poi sul campo in alcuni quartieri nella città di Cagliari, tecnologie per il miglioramento della connettività diffusa a scala metropolitana attraverso la sperimentazione di tecnologie di rete innovative, la messa in opera di infrastrutture di comunicazione a larga banda scalabili, standardizzate ed aperte e la creazione di metodi e modelli standardizzati per la messa in opera di sensoristica distribuita per acquisire e controllare dati di interesse pubblico. In questo quadro, sarà inoltre attivato un collegamento efficiente tra la sede POLARIS ed i luoghi della sperimentazione e sarà installata e gestita un'infrastruttura di calcolo, dedicata, ad alte prestazioni. • **Safe City** si riferisce alla sperimentazione per la gestione globale della sicurezza pubblica all'interno di una città, include la sicurezza della

	Comunità (ad esempio anti-terrorismo, incidenti di sicurezza ed eventi di massa), incidenti e disastri (ad esempio incidenti industriali e traffico), catastrofi naturali (come terremoti e tsunami) e l'assistenza sanitaria pubblica (ad esempio malattie infettive). • **Sperimentazione e-LTE di nuova generazione**.
Risultati in precedenza raggiunti	Nel 2016 la Regione Autonoma della Sardegna, il CRS4 e Huawei hanno siglato un accordo per lo sviluppo di progetti di ricerca in ambito Smart & Safe City da implementare in Sardegna. Nel 2017 sono partite le attività progettuali con diverse soluzioni tecnologiche in fase di test. Nel 2018 sono stati attivati diversi progetti verticali che utilizzano le risorse del Joint Innovation Center. Nel 2019 è stato sviluppato l'intelligent Operation Center-IOC per la correlazione dei dati delle diverse applicazioni verticali.
Ricadute sul territorio	Lo sviluppo del progetto, qualora fossero raggiunti gli obiettivi auspicati, consentirà di svolgere progetti di ricerca Smart & Safe City che, una volta adottati, favoriranno il miglioramento della qualità di vita dei cittadini e, nel frattempo, permetteranno alle aziende di migliorare il loro know-how e la loro competitività nel mercato.
Attività previste nel 2020	Proseguimento delle attività del progetto.