



**ISTITUTO ITALIANO
DI TECNOLOGIA**

**PIANO STRATEGICO
2024-2029**



**ISTITUTO
ITALIANO DI
TECNOLOGIA**

L'Intelligenza Artificiale per la salute delle persone e la salvaguardia del pianeta.

La Scienza di oggi è la Tecnologia di domani.

Edward Teller – Fisico (1908-2003)



ISTITUTO ITALIANO



O DI TECNOLOGIA

Indice

Executive Summary	8	Persone e Alta formazione	42
Missione	11	Focus sul NextGenEU/PNRR	46
Impatto sociale	12	Il Piano Strategico in sintesi	48
Investimenti	13	L'impatto previsto dei risultati del Piano Strategico	49
Passato e presente	14	Appendice 1: I programmi Flagship	51
Risultati principali	14	Tecnologie per la sostenibilità	52
Ulteriori fatti rilevanti	15	Cervello e macchine	54
In divenire	15	Tecnologie a RNA	56
Leadership scientifica e tecnologica	16	Insegnare la scienza ai computer	58
Completamento dell'infrastruttura	17	Tecnologie per la salute	60
Tableau de bord	18	Appendice 2: Infrastrutture e Centri	62
Interpretazione e valutazione dei risultati scientifici	19	Appendice 3: La Piattaforma tecnologica	64
L'organizzazione della ricerca	22	Appendice 4: Breve storia di IIT	66
Robotica	24	Appendice 5: Gestione dei dati	68
Nanomateriali	26	Appendice 6: Energia sostenibile	69
Tecnologie per le Scienze della Vita (LifeTech)	28	Appendice 7: Glossario	70
Scienze computazionali	30	Ringraziamenti	73
Ricerca Blue Sky @IIT	32		
I programmi Flagship	34		
Patrimonio culturale e tecnologia spaziale	38		
Trasferimento tecnologico	40		

Executive Summary

Il **Piano Strategico 2024-2029 dell'Istituto Italiano di Tecnologia** coglie le crescenti opportunità che l'intelligenza artificiale (IA) offre per incidere sulla scoperta scientifica e sullo sviluppo tecnologico.

Ciò richiede di sviluppare un programma **per il calcolo ad alte prestazioni e per la gestione dei dati della ricerca**, nonché lo sviluppo di **metodi di IA** a supporto della ricerca sperimentale tradizionale, basata principalmente su **robotica, scienza dei materiali e scienze della vita**.

L'applicazione dell'IA alla scienza promette di accelerare la scoperta scientifica, ridurre i costi, identificare le lacune nella conoscenza e stimolare la creatività, liberando gli scienziati da compiti ripetitivi.

Questo nuovo Piano Strategico fa leva sull'**eccellenza della ricerca "esplorativa"** di IIT, guidata dalla curiosità scientifica (programma di ricerca esplorativa Blue Sky) che si concretizza in un investimento pari a circa un terzo del budget totale dedicato alle attività di ricerca. Questo Piano Strategico introduce anche **cinque nuovi programmi Flagship intersettoriali** per incrementare le possibilità di trasferire conoscenze e tecnologie verso il mercato.

Con questa stessa ambizione, le **azioni di trasferimento tecnologico** vedranno rafforzare l'impegno di IIT nella formazione imprenditoriale e avvieranno relazioni sistematiche **con aziende e istituzioni sanitarie**.

I programmi Flagship sono incentrati su:

- **Tecnologie per la sostenibilità** che sviluppa la nostra recente iniziativa dedicata alle sfide per la sostenibilità con ricerche sui biomateriali, la bonifica delle acque e i robot nel settore agricolo e nella difesa dell'ambiente;
- **Cervello e macchine** che utilizza strumenti computazionali per comprendere come i circuiti cerebrali diano origine alle straordinarie capacità cognitive e motorie degli esseri umani. I robot e l'IA aiutano a interpretare i dati ottenuti con la registrazione ottica ed elettrica dell'attività neurale e le tecnologie di stimolazione;
- **Insegnare la scienza ai computer** che si concentra sullo sviluppo dell'IA basato sulle leggi della fisica, affrontando le sfide dell'affidabilità e dell'apprendimento da piccole quantità di dati;



La chimica sostenibile promuove l'invenzione, la progettazione e l'uso di sostanze chimiche e processi con l'intento di ridurre o eliminare l'impiego e la produzione di materiali inquinanti o pericolosi.

- **Tecnologie a RNA** che sfrutta la ricerca pionieristica di IIT sull'RNA per la medicina di precisione, utilizzando l'IA per analizzare e comprendere i processi cellulari;
- **Tecnologie per la salute** che riunisce diversi progressi nelle tecnologie di supporto alla salute per una popolazione in continuo invecchiamento.

Gli obiettivi concreti dei programmi Flagship includono l'utilizzo di robot interattivi intelligenti (Cervello e macchine), nuove terapie per le malattie (Tecnologie a RNA), soft ecorobot per l'agricoltura (Tecnologie per la sostenibilità), IA efficiente e affidabile (Insegnare la scienza ai computer) e soluzioni indossabili per assistere una vasta popolazione anziana (Tecnologie per la salute).

Scienza e tecnologia all'avanguardia dipendono dalla capacità di **attrarre e trattenere i talenti**. Una componente importante del nostro piano è quindi concepita per valorizzare il capitale umano, la formazione e i percorsi di carriera individuale e per aumentare l'attrattività e promuovere l'internazionalizzazione.

Il nostro organico è costituito mediamente da persone molto giovani. Questa caratteristica è sinonimo di costante avvicendamento, che invita all'individuazione di nuove opportunità di crescita personale e professionale che consentano ai ricercatori di sviluppare positivamente il loro percorso di carriera dopo il periodo trascorso presso IIT.



La giovane età media del personale di ricerca in IIT è una testimonianza della capacità dell'Istituto di attrarre talenti emergenti.

La formazione delle competenze trasversali interviene su tutti gli aspetti dello sviluppo tecnologico e rappresenta un'iniziativa chiave per formare una nuova generazione di professionisti/e che possa entrare a far parte del mondo accademico o industriale. Avendo ben chiaro questo obiettivo, l'IA costituisce una ulteriore risorsa fondamentale nell'ambito dell'offerta formativa proposta.

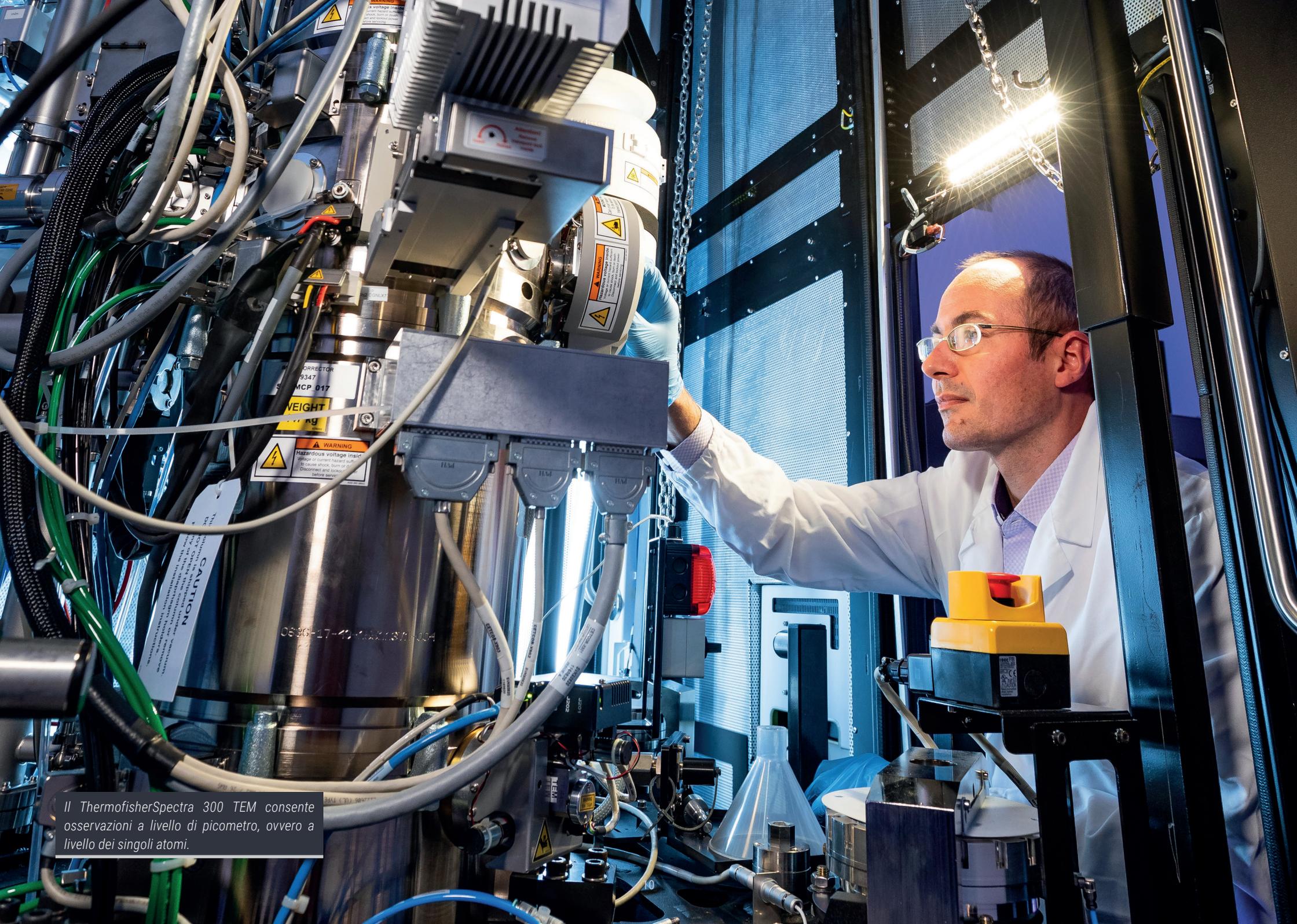
Infine, il Piano Strategico prevede due importanti azioni infrastrutturali: i) il rafforzamento dei Centri della rete IIT in Italia ("Appendice 2: Infrastrutture e Centri" a pagina 62) e ii) Il potenziamento dei nostri legami con Paesi e istituzioni di rilievo nel panorama internazionale, seguendo ed espandendo il modello esistente di avamposti di IIT (Outstation) negli Stati Uniti, nazione che rappresenta un caposaldo per il piano di internazionalizzazione di IIT ("Persone e Alta formazione" a pagina 42).

È previsto un rinnovamento infrastrutturale con un investimento di circa 50 milioni di euro per **umentare il livello di automazione e gestione dei dati della ricerca** nei laboratori della sede principale e garantire la disponibilità di strumenti all'avanguardia. Parte degli investimenti sarà utilizzata per **umentare l'efficienza energetica** degli edifici di IIT mentre i flussi di lavoro verranno ridefiniti alla luce di un maggiore utilizzo di IA, automazione, robotica e interdisciplinarietà.

L'investimento totale di questo Piano Strategico supera 1 miliardo di euro in sei anni. Lo stanziamento totale per la ricerca è pari a circa 2/3 del budget, il 25% destinato alle attività di supporto alla ricerca e alle infrastrutture e meno del 10% del budget totale è invece destinato alla governance e all'amministrazione.

Al programma Blue Sky viene dedicato circa 1/3 dell'impegno totale per la ricerca. L'IA e il digitale vengono finanziati con più di 150 milioni di euro (circa il 20% dell'investimento totale per la ricerca), a dimostrazione dell'impegno verso il cambiamento pianificato nel nostro approccio alla scienza e alla formazione. Uno stanziamento maggiore rispetto al passato è previsto anche per il trasferimento tecnologico, al fine di favorire un maggiore impulso alla vocazione applicativa della ricerca sviluppata in IIT.

L'accelerazione attesa dei risultati – dovuta all'approccio "AI first" – darà luogo ad un maggiore produzione di **scoperte scientifiche rilevanti**, da ulteriori relazioni industriali stabili e da una maggiore **qualità della formazione**.



Il ThermoFisherSpectra 300 TEM consente osservazioni a livello di picometro, ovvero a livello dei singoli atomi.

Missione

L'Istituto Italiano di Tecnologia articola la sua missione statutaria in tre componenti principali:

- **Ricerca scientifica:** promuovere l'eccellenza scientifica e sviluppare tecnologie all'avanguardia;
- **Trasferimento tecnologico:** applicare la tecnologia per giocare un ruolo strategico nella competitività del sistema produttivo italiano;
- **Alta formazione:** offrire programmi dedicati a formazione ed istruzione altamente specializzate.

Questi elementi della nostra missione sono strettamente connessi. La ricerca genera la nostra proprietà intellettuale, che alimenta il trasferimento tecnologico attraverso lo sfruttamento industriale o le applicazioni in ambito sanitario.

È quindi importante garantire un ampio corpus di risultati di ricerca di alta qualità, poiché ciò che arriva sul mercato è solo una frazione della produzione totale della ricerca.

Formiamo studenti e post-doc non solo per aiutarli a portare innovazione nell'industria, ma anche perché con la loro presenza favoriamo un continuo afflusso di intelligenze diverse, ingrediente chiave per un ambiente di ricerca creativo.

Impatto sociale

La nostra ricerca avrà un impatto positivo sulle due principali sfide del XXI secolo, ovvero la [tutela del pianeta \(Earthcare\)](#) e la [tutela della salute \(Healthcare\)](#).

Earthcare e Healthcare sono ambiti in cui le nuove tecnologie possono avere considerevole impatto sulla società. Rappresentano anche grandi mercati e, in quanto tali, offrono una vasta gamma di opportunità di trasferimento tecnologico^{1,2}.

Gli eccellenti risultati dell'[iniziativa di IIT sulla sostenibilità](#) collocano IIT in posizione rilevante tra gli attori che operano nel medesimo ambito, evidenziando la capacità del personale di ricerca di produrre risultati nel settore della sostenibilità grazie a nano e biomateriali, riciclo, ingegneria di processo e robotica. Inoltre, il nostro impegno per la sostenibilità si evidenzia concretamente nelle ricerche sul fotovoltaico e sull'elettronica organica stampabile.

Il recente investimento infrastrutturale, i 31 finanziamenti ERC e il programma NextGenEU/PNRR attestano la credibilità e l'importanza del nostro contributo in questo settore.

La ricerca di IIT può dare buoni risultati anche in ambito sanitario. Ad esempio, l'[iniziativa sull'RNA](#) ha già dimostrato di essere in grado di creare soluzioni concrete attraverso il progetto pilota CMP³VdA in Valle d'Aosta³, che prevede l'applicazione di metodi di bioinformatica e intelligenza artificiale) alla genomica computazionale e medica per pazienti oncologici e neurologici.

Parallelamente, abbiamo utilizzato la simulazione digitale e l'ingegneria in silico per progettare interventi per le patologie dello sviluppo neurologico⁴. Molti dei Principal Investigators (PI) di IIT stanno sviluppando tecnologie per patologie e disturbi neuro-oncologici.

1 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

2 <https://www.economist.com/business/2018/10/13/minds-do-matter>.

3 Il progetto CMP³VdA – 5000 genomi mira a sviluppare approcci di medicina di precisione per diverse patologie. È realizzato in collaborazione con diversi partner istituzionali e aziende della Valle d'Aosta.

4 Una classe di molecole progettate digitalmente per aiutare a bilanciare gli ioni di Cloro nei neuroni ed agire sulle patologie. Nel 2022 è stata lanciata una startup, lamaTherapeutics.

A woman with dark hair in a ponytail, wearing a white lab coat and large hoop earrings, is shown in profile, looking down at a dense patch of tall, green grass. She is in a laboratory or greenhouse setting, with a window with white blinds visible in the background. The lighting is warm and golden, suggesting sunlight coming through the window. The overall scene conveys a sense of scientific research and environmental study.

Investimenti

1. **Sostenibilità:** stanziamenti di 8 milioni di euro l'anno, 34 Unità di ricerca e Facility, 60 ricercatori, circa 24 milioni di euro l'anno di progetti UE e NextGenEU/PNRR
2. **Iniziativa RNA:** stanziamenti di 5 milioni di euro l'anno, 21 Unità di ricerca e Facility, più di 45 ricercatori, circa 9 milioni di euro l'anno di progetti UE e NextGenEU/PNRR

Il monitoraggio ambientale è un'applicazione della robotica bioispirata.

Passato e presente

Il Piano Strategico 2018-2023 stabiliva la priorità assoluta dello sviluppo di scienza e tecnologia incentrate sull'essere umano con un approccio che non era semplicemente multidisciplinare, ma fondeva capacità e competenze diverse in una sintesi davvero interdisciplinare.

Interdisciplinarietà significa eliminare le barriere tra le varie discipline per creare un terreno comune⁵. L'**eliminazione dei confini tra discipline** è una caratteristica distintiva dell'ambiente di ricerca dell'IIT e sarà ulteriormente potenziata in questo nuovo Piano Strategico.

Risultati principali

Descrizione	Risultato	Importanza
Aumentare i finanziamenti competitivi	26,6 milioni di euro nel 2018, 43 milioni di euro nel 2021 e 79,5 milioni di euro ⁶ a fine 2023, NextGenEU ca. 120 milioni di euro (2023-2026)	ALTA
Leadership nell'Intelligenza Artificiale (IA)	IIT diventa il primo nodo italiano della rete ELLIS ⁷	BASSA
	Spoke Leader di FAIR, il partenariato NextGenEU sull'IA (ca. 4 milioni di euro in stanziamenti)	MEDIA
Leadership nel calcolo ad alte prestazioni (high-performance computing – HPC) e nel calcolo quantistico (QC)	IIT è Spoke Leader del Centro Nazionale su HPC e QC (un progetto da 320 milioni di euro)	MEDIA
	Il budget di IIT è di 7,9 milioni di euro	BASSA
Crescenti sponsorizzazioni industriali (SRA) e licenze	Numero cumulativo di contratti industriali (licenze escluse): 517 nel 2018, 723 nel 2021, 827 nel 2023	ALTA
	Numero cumulativo di licenze e accordi di opzione: 45 nel 2018, 94 nel 2021, 126 nel 2023	ALTA
Numero crescente di brevetti	Numero di famiglie di brevetti: 249 nel 2018, 424 nel 2023 (costo per famiglia di brevetti -55%)	MEDIA
Crescente imprenditorialità	Numero di startup: 18 nel 2018, 28 nel 2021, 34 nel 2023	ALTA

5 Mind meld. Nature 525, 289–290 (17 September 2015) doi:10.10386/525289b.

6 51 milioni di euro da NextGenEU/PNRR e PNC ai progetti NextGenEU.

7 <http://www.ellis.eu>.

Ulteriori fatti rilevanti

Descrizione	Risultato	Importanza
Promuovere la creazione di startup: la rete RobotT	IIT diventa il fulcro di una rete di iniziative di trasferimento tecnologico lanciata da CdP Venture – la filiale VC del fondo sovrano italiano. Le attività sono iniziate nel 2022 È in via di realizzazione un acceleratore di startup situato a Genova, finanziato da CdP e dalla società finanziaria della Regione Liguria (Filse)	MEDIA
Un vero e proprio acceleratore di startup: IIT ⁴	Il programma di accelerazione di IIT ⁴ ha ricevuto un forte impulso dal programma NextGenEU/PNRR nell'ambito dell'Ecosistema Innovazione della Regione Liguria con uno stanziamento di 109 milioni di euro	MEDIA
Incubatore di startup IIT	L'incubatore di startup di IIT è stato inaugurato nel 2023	MEDIA
Il professor Cavalli nominato direttore del CECAM per quattro anni	Un riconoscimento importante per la qualità della ricerca di IIT. CECAM è l'organizzazione leader che riunisce il meglio nelle simulazioni atomistiche e molecolari	MEDIA

In divenire

Aspirazioni	Obiettivo (ancora da raggiungere)	Urgenza
Scuola di dottorato	Il settore dell'alta formazione richiede ulteriori miglioramenti organizzativi. Un PI di IIT è stato nominato Associate Director per l'Alta formazione. Il nuovo ufficio dedicato (progettato nel 2023) si occuperà della scuola di dottorato, del mentoring e della costruzione di percorsi di carriera, aggregando e allineando le attività relative all'alta formazione di IIT	ALTA
Maggiore attenzione ai nostri giovani ricercatori: un programma di mentoring @IIT	Il tema del mentoring è fondamentale per costruire un percorso di carriera per i/le giovani scienziati/e che si avvicinano a IIT per un dottorato di ricerca o post-doc. Questa attività sarà coordinata dall'Ufficio per l'Alta formazione ("Persone e Alta formazione" a pagina 42)	ALTA
Incrementare l'internazionalizzazione	Ampliare le aree geografiche di provenienza degli studenti e collaboratori stranieri per includere Nord America, Nord Europa, Giappone, Corea e Australia, attualmente sottorappresentati	MEDIA

Leadership scientifica e tecnologica

I PI di IIT hanno ricevuto diversi premi e riconoscimenti speciali che testimoniano la loro posizione nella comunità scientifica internazionale.

Awardee	Award
Michele Parrinello	Premio Aneesur Rahman per la fisica computazionale (1995), Premio Berni Alder del CECAM per la fisica computazionale (2010), Medaglia Benjamin Franklin per la chimica (2020), Medaglia d'oro per la chimica europea (2020), Medaglia Giulio Natta (2021)
Sauro Succi	Premio Aneesur Rahman per la fisica computazionale (2017), Sigillum Magnum dell'Università di Bologna (2018), Premio Berni Alder del CECAM per la fisica computazionale (2019), Professore onorario presso lo University College di Londra (2022)
Giancarlo Ruocco	Premio Cozzarelli, Classe di Fisica Applicata (miglior articolo su PNAS dell'anno 2021), membro eletto dell'Accademia Europea (2022)
Liberato Manna	Ricercatore più citato (Clarivate Analytics) 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, membro della Royal Society of Chemistry (2017)
Mike V. Lombardo	Ricercatore più citato (Clarivate Analytics) 2021, 2022
Annamaria Petrozza	Ricercatrice più citata (Clarivate Analytics) 2018, 2019, 2020, 2021, Membro della Royal Society of Engineering (2015)
Andrea Cavalli	Nominato direttore del Centro europeo di calcolo atomico e molecolare, CECAM (2023-2026)
Agnieszka Wykowska	Delegata al Forum sullo Spazio europeo della ricerca (SER), Commissione UE (2022)
Arash Ajoudani	IEEE RAS Early Academic Career Award in robotica e automazione (2021)
Antonio Bicchi	IEEE RAS George Saridis Leadership Award in robotica e automazione (2018)
Natale L., Metta G., Ajoudani A., et.al.	Vincitori del KUKA Innovation Award 2018
Raffaella Tonini	Premio Aspen Institute Italia per la collaborazione scientifica tra Italia e Usa (2023)
Irene Bozzoni	Membro del Comitato Scientifico della Fondazione Armenise-Harvard (2018), del Consiglio della Scuola Normale di Pisa (2022), del Comitato Scientifico Consultivo dello European Molecular Biology Lab (2020)
Alberto Diaspro	Premio Gregorio Weber per l'eccellenza nella teoria e nelle applicazioni della fluorescenza (2022)
Fabio Benfenati	Rappresentante dell'Italia nel Consiglio degli scienziati del programma Human Frontiers Science (2023)

Completamento dell'infrastruttura

L'infrastruttura di IIT è stata ampliata tra il 2018 e il 2023. Per quanto riguarda il completamento dei laboratori centrali di Genova, le tappe più importanti sono state:

- Il CHT (Erzelli, circa 8000 m²): inaugurato nel 2019;
- Il CRIS (San Quirico, 10.000 m²): completato e inaugurato nel 2022;
- Ampliamento presso il **Business Innovation Center** (BIC, circa 1500 m²) nella zona ovest di Genova (vicino ad altri edifici IIT): avviato nel 2022 (previsto 2024);
- L'incubatore H4E all'11° piano del CHT (circa 1500 m²): inaugurato nel 2023;
- NSYN presso l'IRCCS San Martino-IST di Genova ospiterà due PI (in fase di negoziazione): attesi nel 2024.

Con lo stesso obiettivo, IIT ha acquisito e allestito nuovi laboratori e uffici presso:

- CNST di Milano (già @Polimi): raddoppiata la dimensione del laboratorio in un nuovo edificio con un sostegno finanziario di 2 milioni di euro dalla Regione Lombardia;
- CNCS di Trento: i nuovi laboratori del Centro CIMEC di Rovereto sono ora operativi, un nuovo PI è entrato a far parte del Centro nel 2023.

I nuovi laboratori di IIT ospitano importanti strutture condivise come genomica, calcolo ad alte prestazioni (HPC) e archiviazione dati, microscopia elettronica e ottica, chimica, fabbricazione meccanica ed elettronica, che rappresentano la **piattaforma tecnologica che contraddistingue IIT**.

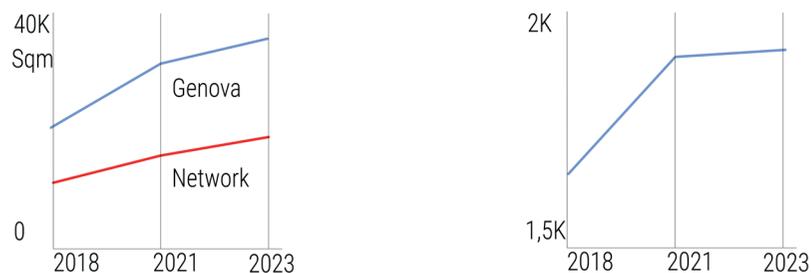


Figura 1: Aumento negli anni delle dimensioni dei laboratori e degli uffici (sinistra) e del personale di IIT (destra).

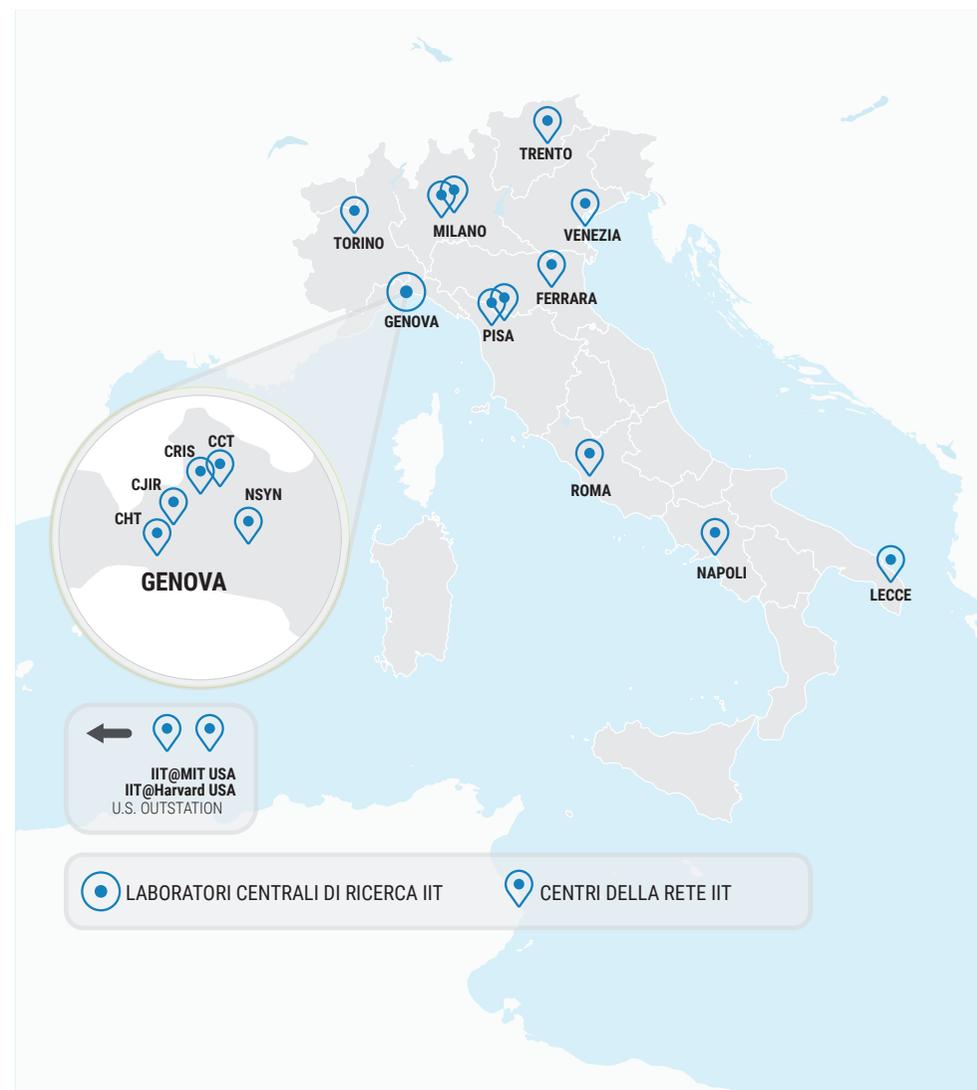
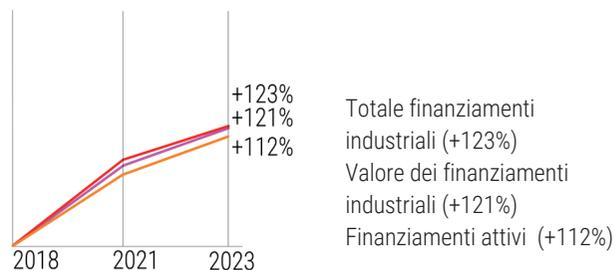
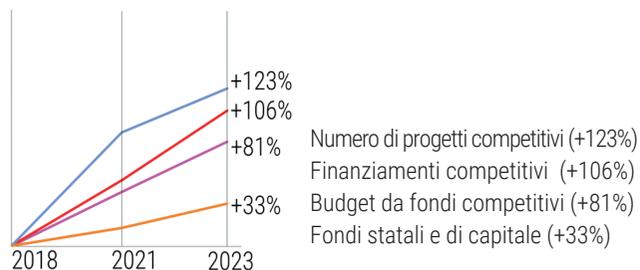
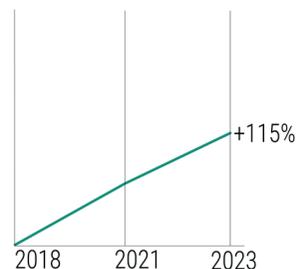
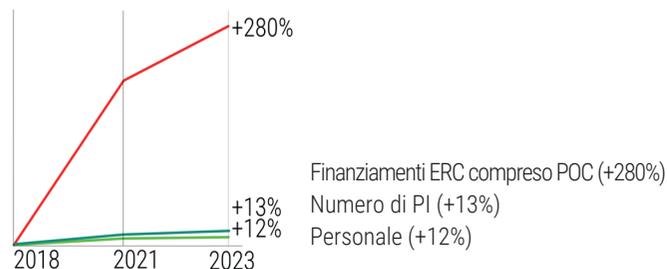
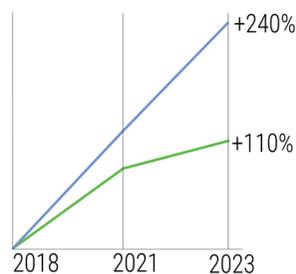
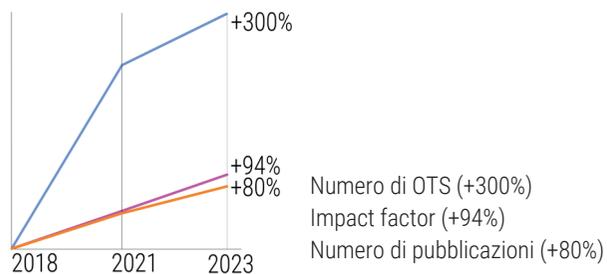


Figura 2: I Laboratori Centrali di Ricerca di IIT a Genova e le sedi dei Centri della rete.

Tableau de bord

La crescita di IIT (2018-2023)



Dati sul trasferimento tecnologico (Indagine ASTP)

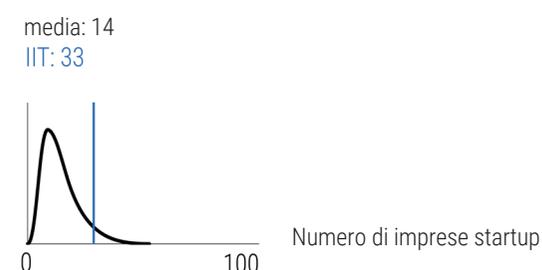
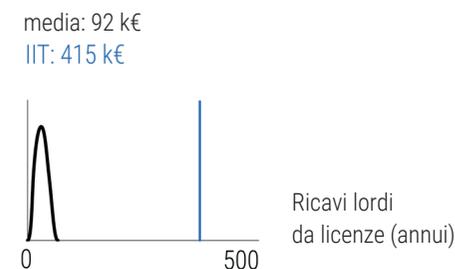
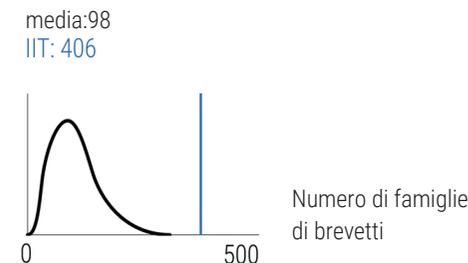


Figura 3: Indicatori della crescita di IIT nel 2018-2023. A sinistra: I risultati della ricerca di IIT (rapporto tra ERC e PI è decisamente positivo, circa il 50% dei PI è beneficiario di finanziamenti ERC). I finanziamenti da progetti competitivi sono aumentati nonostante la lieve diminuzione del bilancio statale, e anche il dato legato alla disseminazione scientifica (B) è aumentato notevolmente. A destra: i risultati derivati dal trasferimento tecnologico sono in costante crescita in termini di numero di brevetti, licenze, contratti industriali e laboratori congiunti. Gli incrementi sono individuati in percentuale rispetto ai valori di riferimento rilevati a gennaio 2018. OTS: Opportunity to See (vedi "Appendice 7: Glossario" a pagina 70).

Figura 4: Dati sul trasferimento tecnologico. Confronto rispetto a 500 uffici di trasferimento tecnologico in tutta Europa. La distribuzione dei valori dei 500 uffici oggetto dell'indagine è mostrata come distribuzione di Poisson. Il punteggio di IIT è rappresentato dalla barra verticale.

Interpretazione e valutazione dei risultati scientifici

A causa del crescente dibattito rispetto agli attuali metodi di valutazione della scienza e dell'impatto scientifico, IIT ha firmato l'accordo internazionale della [Coalizione per l'avanzamento della valutazione della ricerca \(CoARA⁸\)](#). L'accordo CoARA è stato redatto dall'Associazione delle Università Europee e di Science Europe con il sostegno della Commissione europea, di agenzie di finanziamento come l'ERC, di istituti e organizzazioni di ricerca⁹ e dei ricercatori stessi. Secondo CoARA, il processo di "peer review" (valutazione da parte di pari) è centrale per valutare i risultati della ricerca. La "peer review" dovrebbe poter disporre di un adeguato investimento di tempo e impegno per effettuare una valutazione qualitativa approfondita piuttosto che affidarsi a proxy, come gli indicatori numerici quantitativi (Key Performance Indicators - KPI).



Fonti certificate (vedere pagina 18)

Il nostro tableau de bord riassume due fonti di dati:

1. Le banche dati interne IIT che includono indicatori di bilancio, valore dei progetti, numero di persone, brevetti e finanziamenti dall'industria, nonché l'impatto sui media
2. Dati sul trasferimento tecnologico, estratti dalla più recente indagine ASTP (2021), che include i dati di oltre 500 uffici di trasferimento tecnologico in Europa

La Chemistry Facility permette ai ricercatori di IIT di sviluppare percorsi di sintesi per la produzione di materiali inorganici o ibridi (organici/inorganici) e, in particolare, nanomateriali.

8 L'UE e gli stati membri prendendo le distanze dall'utilizzo di indicatori numerici e meramente quantitativi (www.coara.eu).

9 <https://www.nature.com/articles/d41586-022-02037-8>.

La visione per un nuovo Piano Strategico

I paradigmi del mondo della scienza e dell'innovazione si stanno trasformando.

Oggi gli scienziati utilizzano i dati per addestrare modelli in grado di prevedere la forma 3D delle proteine, capire come sintetizzare nuovi composti chimici, ottimizzare la struttura e la forma di robot, ponti e aerei o individuare mutazioni nel genoma. Si può simulare molto precisamente come molecole e proteine si legano, accelerando notevolmente la scoperta di nuovi farmaci.

I **metodi computazionali e, in particolare, l'intelligenza artificiale (IA)** stanno apportando cambiamenti radicali al modo in cui sono progettati gli esperimenti scientifici e sviluppate nuove tecnologie.

IIT ha una lunga tradizione di **ricerca sull'IA embodied** (e cioè in cui il corpo ha un ruolo fondamentale nell'elaborazione delle informazioni), sintetizzata dal progetto iCub¹⁰. Per la robotica, il robot umanoide iCub rappresenta la rampa di lancio per dare impulso a ulteriori applicazioni dell'IA alle nostre attività di ricerca sperimentale. Il programma Flagship Cervello e macchine ("I programmi Flagship" a pagina 34) sfrutta questa conoscenza consolidata.

Opportunità per IA (in Italia)

1. **Contrastare** le tendenze demografiche negative nella popolazione e nella forza lavoro (-3,7 milioni di lavoratori)
2. **Incrementare il valore aggiunto** della forza lavoro in media del 18%
3. **Ridurre i costi** dei processi industriali e/o risparmiare tempo (ore di lavoro per attività)

Per ottimizzare l'utilizzo dell'IA nella scienza e nella tecnologia, l'IIT si pone l'obiettivo di rivoluzionare il suo attuale modello di ricerca.

Per operare questa svolta, IIT investirà nel cambiamento della propria cultura, garantendo che i dati siano disponibili per l'IA. Non basta infatti memorizzare i dati grezzi, ma questi devono essere **Rintracciabili, Accessibili, Interoperabili e Riutilizzabili**, secondo le linee guida FAIR

(Findable, Accessible, Interoperable and Reusable), che enfatizzano la fruibilità dei dati da parte delle macchine e quindi il loro uso attraverso metodi di IA. Grazie alla grande quantità di studi sperimentali, IIT ha accumulato un ricco insieme di dati che può costituire il punto di partenza per ulteriori sviluppi di strumenti di analisi automatica ed IA. Questo, a sua volta, può aiutarci a sviluppare nuovi e migliori algoritmi.

Pertanto, IIT **investirà in infrastrutture** che supportano la conservazione e l'elaborazione dei dati delle proprie aree di ricerca, ovvero robotica, nanomateriali, neuroscienze, genomica e fisica computazionale. IIT ha già compiuto investimenti consistenti nel calcolo ad alte prestazioni (HPC, 3Pflops nel 2023) e nell'archiviazione (10PB), interamente a disposizione dei ricercatori di IIT. A tali investimenti, si aggiungeranno l'automazione dei laboratori, l'integrazione di software di IA nella progettazione degli esperimenti e un sistema di software a cascata che consentano di automatizzare il processo, dalla collezione del dato alla sua elaborazione. IIT può sfruttare la sua partecipazione al Centro Nazionale di Ricerca in HPC e Quantum Computing, finanziato nell'ambito del programma NextGenEU/PNRR per dare impulso allo sviluppo del software.

Gli strumenti computazionali sviluppati per la scienza sono frequentemente distribuiti sotto licenza open source e/o come versioni online/in cloud. A questi ultimi è possibile accedere grazie ad accordi istituzionali/didattici offerti a un costo contenuto. L'IA sta quindi diventando uno strumento nella **cassetta degli attrezzi di ogni scienziato**.

Dati e IA non bastano. Il talento umano è necessario per dare impulso alla ricerca e all'innovazione ponendo sfide e domande nuove. Pertanto, per completare la sua transizione digitale, IIT **investirà in modo ingente in formazione e reclutamento di risorse** nelle discipline del calcolo e dell'IA. La scienza dei dati deve diventare parte della formazione di tutti i ricercatori, con particolare attenzione alle future generazioni. L'istruzione superiore nella scienza dei dati riceve finanziamenti dal partenariato esteso NextGenEU sull'IA (FAIR). La nostra partecipazione alla rete europea ELLIS sull'apprendimento automatico è sicuramente un altro punto di forza.

Inoltre, IIT investirà nella creazione di nuove Unità di Ricerca per attività esplorative e applicate in ambito IA. Per competere a livello globale nel settore della computazione, la strategia di IIT è assumere giovani e formarli per eccellere.



Il progetto iCub rappresenta un trampolino di lancio di IIT per il trasferimento delle tecnologie robotiche al mondo dell'industria.

Abbiamo **dimostrato nel tempo la nostra attitudine nella formazione e sviluppo di competenze**: gli alumni di IIT hanno raggiunto posizioni prestigiose in tutto il mondo, dal MIT e DeepMind a Google e UCL, solo per citarne alcuni.

Sebbene sia difficile competere con le grandi aziende nella progettazione di modelli di IA di importanti dimensioni (Large Language Models - LLM), c'è spazio per l'ingegno per ridurre il costo computazionale dei metodi di apprendimento automatico, come dimostrato da alcuni dei nostri lavori passati.

A tal fine, studieremo sistemi per il machine learning che necessitino di una minor quantità di dati e che sfruttino la conoscenza dei sistemi fisici in cui i modelli sono integrati, come nella robotica (embodiment), e nella chimica computazionale. I modelli open source esistenti ci aiuteranno a sperimentare con i LLM e a costruire applicazioni a supporto della scienza di IIT.

Il piano d'azione per la digitalizzazione di IIT

1. **Investire in ricerche specifiche** nell'IA per sistemi integrati, IA efficiente nell'uso dei dati e dal punto di vista computazionale, modelli linguistici di grandi dimensioni e machine learning basato sulla fisica
2. **Migliorare l'istruzione** e aumentare il reclutamento internazionale di ricercatori nelle discipline della computazione e della IA
3. **Procedure di progettazione** e metodi per curare i dati secondo i principi FAIR (vedere testo)
4. **Mantenere e aggiornare** l'infrastruttura computazionale e di archiviazione (tenendo in considerazione al contempo l'efficienza energetica e le relative emissioni di CO₂)
5. **Aggiornare i laboratori** e gli strumenti per sostenere la raccolta automatica dei dati e i processi robotizzati

Investimento totale 2024-2029: ca. 150 milioni di euro

L'organizzazione della ricerca

IIT include circa 80 Unità di Ricerca, ciascuna guidata da un/a Principal Investigator (PI) indipendente e comprendente un gruppo di ricerca, uno spazio di laboratorio e attrezzature.

Le Unità di Ricerca sono raggruppate in quattro **domini di ricerca** (DR): **Robotica, Nanomateriali, Tecnologie per le Scienze della Vita (LifeTech)** e **Scienze Computazionali**.

Ogni DR è **coordinato da un Associate Director** che garantisce uno sviluppo coerente grazie al monitoraggio dell'evoluzione del panorama della ricerca internazionale, alla partecipazione agli organismi di ricerca internazionali rilevanti, alla spinta verso lo sfruttamento delle tecnologie dell'IIT e al monitoraggio delle opportunità di finanziamento competitivo e industriale. Tuttavia, questa non è una struttura gerarchica, in quanto ogni PI gode di una sostanziale libertà accademica. I PI dello stesso DR condividono competenze tecniche, tecnologie, attrezzature e, in generale, fanno parte della stessa comunità scientifica. Il raggruppamento delle Unità in DR semplifica la valutazione della posizione dell'IIT nel panorama della ricerca internazionale e il confronto tra Unità di Ricerca.

Il nuovo Piano Strategico introduce importanti cambiamenti: oltre a **DR** e al nutrito insieme di attività di ricerca **libera Blue Sky**, il Piano definisce **cinque programmi Flagship** con obiettivi (multidisciplinari) che spaziano tra vari DR. Grazie a questi, la ricerca di IIT si orienterà con decisione verso una maggiore trasversalità.

Mentre la **ricerca Blue Sky** persegue scienza e tecnologia all'avanguardia e inesplorate, i **programmi Flagship** favoriscono un'organizzazione e gestione orientata al raggiungimento di obiettivi specifici per aumentare la portata del trasferimento tecnologico e stimolare la nascita di idee trasversali.

IIT impegnerà risorse finanziarie specifiche per i seguenti programmi Flagship:

- **Tecnologie per la sostenibilità;**
- **Cervello e macchine;**
- **Tecnologie a RNA;**
- **Insegnare la scienza ai computer¹¹;**
- **Tecnologie per la salute.**

I programmi Flagship sono **gestiti da uno/a (o più) PI** che coordina le attività quotidiane di alto livello con un approccio simile al coordinamento dei progetti collaborativi dell'UE. I coordinatori dei programmi Flagship e gli Associate Director collaborano per garantire la coerenza complessiva della ricerca di IIT.

La dimensione totale del piano finanziario dal 2024 al 2029 è stimata essere **leggermente superiore a 1 miliardo** di euro. Lo stanziamento per i costi di **ricerca diretti è di circa 730 milioni** di euro, **229 milioni** di euro per il costo dell'infrastruttura, comprensivi di **43 milioni** di euro per i servizi. Per **amministrazione, governance e controllo** vengono stanziati circa **14 milioni** di euro l'anno per un totale di **85 milioni** di euro. Queste cifre includono i finanziamenti statali annuali, i fondi di capitale assegnati a programmi specifici (come il miglioramento infrastrutturale e l'efficienza energetica), i fondi competitivi e industriali, nonché il NextGenEU/PNRR che ammonta a circa **120 milioni** di euro.

Le attività di ricerca libera Blue Sky ammontano a circa 1/3 dei 730 milioni di euro di fondi per la ricerca. La dimensione dei programmi Flagship è proporzionale al contributo di ogni PI e delle rispettive Unità. A sostegno dei progetti collaborativi delle Flagship è stato destinato un fondo speciale. Quest'ultimo ammonta al 36% degli stanziamenti totali per la ricerca a beneficio del programma Tecnologie per la sostenibilità e Cervello e macchine; all'11% per Tecnologie a RNA, a circa il 9% rispettivamente per il programma Tecnologie per la salute e Insegnare la scienza ai computer.

Inoltre, il DR Scienze Computazionali otterrà un incremento pari al 4% del bilancio totale, riducendo di conseguenza gli investimenti in altri DR.

11 Lo sviluppo degli algoritmi e teorie sull'apprendimento automatico e l'IA fanno parte di questo programma Flagship (anche se non indicati nel titolo).

SFIDE: TUTELA DEL PIANETA, TUTELA DELLA SALUTE

		DOMINIO DI RICERCA			
		Robotica	Nanomateriali	LifeTech	Scienze Computazionali
RICERCA CURIOSITY DRIVEN	Ricerca Blue-sky	MOLTO ALTO	MOLTO ALTO	MOLTO ALTO	MOLTO ALTO
PROGRAMMI FLAGSHIP	Tecnologie per la sostenibilità	ALTO	MOLTO ALTO	MEDIO	MEDIO
	Cervello e macchine	MEDIO	BASSO	MOLTO ALTO	MEDIO
	Insegnare la scienza ai computer	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MOLTO ALTO
	Tecnologie a RNA	BASSO	MEDIO	MOLTO ALTO	MEDIO
	Tecnologie per la salute	MOLTO ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO

		DOMINIO DI RICERCA					Totale
		Robotica	Nanomateriali	LifeTech	Scienze Computazionali		
Budget totale per programma (in milioni di euro)							
RICERCA CURIOSITY DRIVEN	Ricerca Blue-sky	73	68	73	37	251	
PROGRAMMI FLAGSHIP	Tecnologie per la sostenibilità	38	36	38	19	132	
	Cervello e macchine	39	37	39	20	134	
	Insegnare la scienza ai computer	16	15	16	8	55	
	Tecnologie a RNA	25	24	25	13	87	
	Tecnologie per la salute	21	20	21	11	72	
	Totale	212	199	213	107	731	

		DOMINIO DI RICERCA					Totale
		Robotica	Nanomateriali	LifeTech	Scienze Computazionali		
FTE per programma per anno							
RICERCA CURIOSITY DRIVEN	Ricerca Blue-sky	172	162	173	87	594	
PROGRAMMI FLAGSHIP	Tecnologie per la sostenibilità	90	85	91	46	312	
	Cervello e macchine	92	87	93	47	318	
	Insegnare la scienza ai computer	38	35	38	19	130	
	Tecnologie a RNA	69	56	60	30	206	
	Tecnologie per la salute	50	47	50	25	171	
	Totale	502	471	504	255	1.732	

Architettura a matrice del Piano Strategico. Il contributo scientifico e intellettuale di ciascun DR ai programmi Flagship è indicato con diverse tonalità di blu.

Stanziamenti stimati (in milioni di euro) assegnati alla ricerca (costi infrastrutturali non indicati), calcolati per l'intera durata del Piano per ogni DR (colonne) e programma (righe).

Stima dell'impegno lavorativo (FTE, Full Time Equivalent, equivalente a tempo persona a tempo pieno) per anno (media) per ogni DR (colonne) e programma (righe). Il totale mostra che il numero degli effettivi è stimato in crescita moderata (i dottorandi non sono inclusi).

Robotica

I ricercatori nell'ambito della robotica progettano una gamma di robot sviluppati per lavorare in differenti contesti: dalla fabbrica, alle abitazioni, agli ospedali, e questo a partire dalle componenti hardware fino ad arrivare al software. Teoria del controllo, elettronica, intelligenza artificiale (IA), psicologia e neuroscienze cognitive sono alcune delle discipline che contribuiscono alla ricerca robotica di IIT.

In termini di valore, il **mercato della robotica** evidenzia un rapporto di 1:2 tra robot industriali e robot di servizio. I robot collaborativi sono in aumento, sebbene siano sotto il 10% del valore di mercato totale. La chiara tendenza del crescente interesse verso i robot di servizio (CAGR del 7%) e i robot interattivi dimostra che la ricerca in questo campo (anche con l'IA) sta arrivando al mercato. La quota relativa dei robot in ambito medico è nell'ordine di miliardi di euro e si prevede che raddoppierà nei prossimi anni (vedi "Tecnologie per la salute" a pagina 60).

Punti di forza

Competenze ingegneristiche (meccanica, elettronica, teoria del controllo, software in tempo reale)

Profonda conoscenza dell'attuazione del motore elettrico

Locomozione e robotica umanoide, caratteristica unica della robotica di IIT

Interazione persona-robot e IA embodied

Approccio bioispirato e vicinanza alle neuroscienze e scienze cognitive

Punti deboli

Gamma relativamente ristretta di tecnologie (ad esempio elettriche)

Connessione sempre più labile tra l'IA embodied (cioè legata alla struttura del robot e alla sua interazione con l'ambiente) e lo studio delle neuroscienze cognitive

Robotica industriale tradizionale relativamente modesta (occasione mancata)

Mancanza di programmi unitari (di grande entità) nella robotica

Opportunità

Robotica nello spazio

Robotica per la sanità

Robotica assistiva

Paradigmi emergenti (robotica soft)

Maggiori applicazioni industriali

Rischi

Obsolescenza della tecnologia

Forte concorrenza da parte degli operatori industriali (Boston Dynamics, DeepMind, Tesla, Toyota)

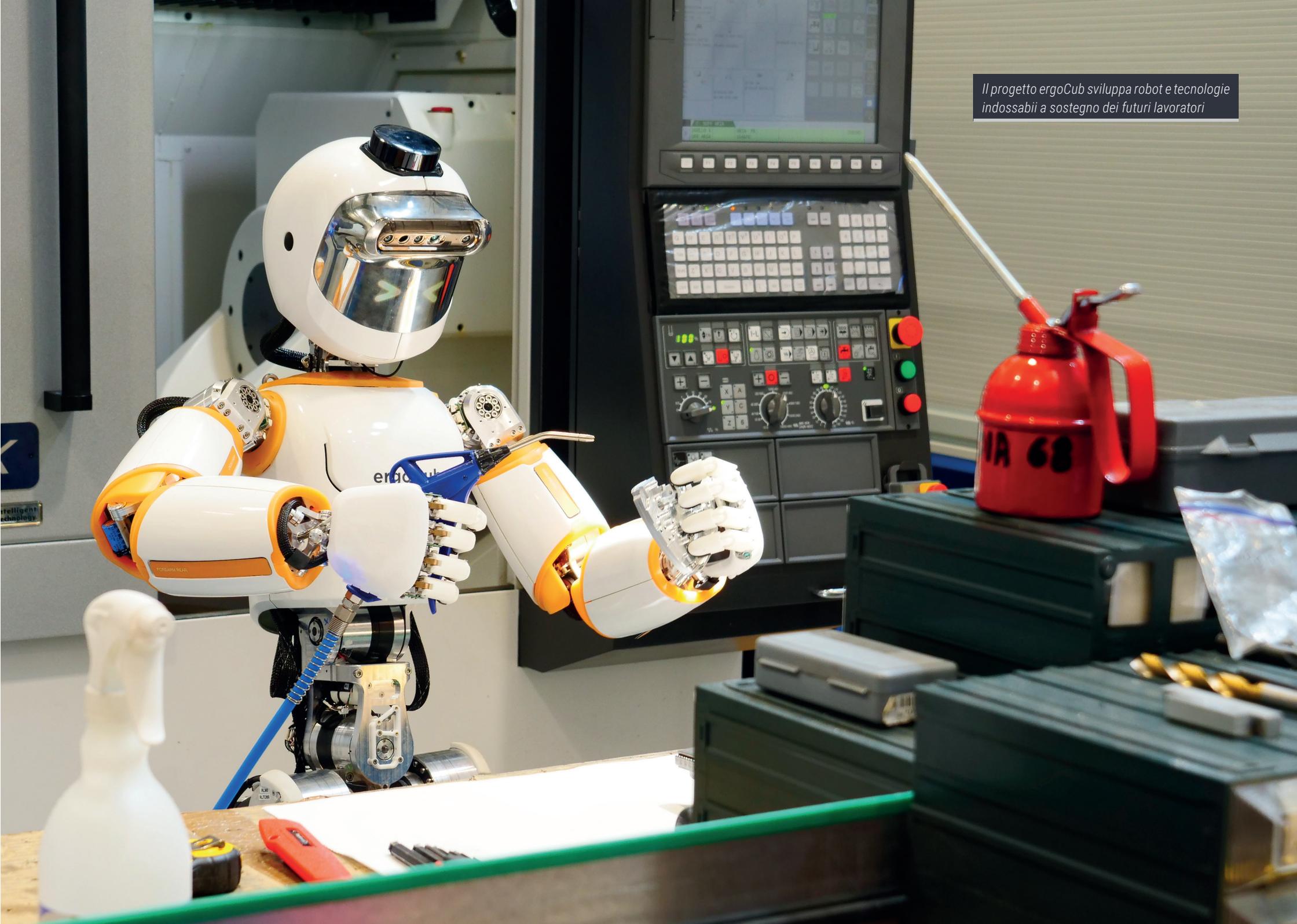
Portata limitata degli operatori industriali italiani

Piano d'azione

Per capitalizzare i nostri punti di forza e le opportunità di mercato, IIT prevede di:

- **Investire ulteriormente** in ricerca Blue Sky e promuoverla nei seguenti ambiti della robotica: i) robotica soft, ii) interazione persona-robot, iii) approcci bio-ispirati, iv) robotica spaziale;
- **Investire** nel collegare le neuroscienze alla robotica per far progredire l'IA "embodied" ("Cervello e macchine" a pagina 54);
- **Investire** nella piattaforma tecnologica e soprattutto nella progettazione di robot umanoidi. L'Europa ha un numero limitato di attori: IIT, DLR ed ETH (fuori dall'Europa gli investimenti sono in crescita);
- **Investire** nel mantenimento di una "superiorità" tecnologica (ad esempio elettronica, nuove tecnologie dei motori), anche attraverso partenariati industriali (ad esempio per la progettazione di chip);
- **Promuovere** lo sviluppo di tecnologie di robotica medica come protesi, esoscheletri, robotica chirurgica e medica, robotica assistiva per l'assistenza sanitaria agli anziani.

Il progetto ergoCub sviluppa robot e tecnologie indossabili a sostegno dei futuri lavoratori



Nanomateriali

I ricercatori del settore dei nanomateriali sfruttano la lunga tradizione di IIT nei campi della chimica avanzata, fisica e ingegneria per progettare nuovi materiali per le crescenti esigenze di sviluppo sostenibile in ambiti tra cui figurano il settore energetico e la sanità. Si progettano materiali con l'obiettivo di perfezionarne le proprietà meccaniche, ottiche, termiche o elettriche.

Il **mercato dei nanomateriali** è vastissimo. Considerata la gamma di applicazioni associate alla transizione energetica, alla sostenibilità e alla conservazione dell'ambiente, le dimensioni del mercato sono stimate in diversi miliardi di euro all'anno (ad esempio, si prevede che nel 2025 il solo settore delle energie rinnovabili potrà valere circa 2000 miliardi di euro). Il mercato delle bioplastiche dovrebbe raggiungere circa 15 miliardi di euro nel 2028, con un aumento di oltre il 100% rispetto al 2021.

Punti di forza

Teoria e competenze ingegneristiche
Componente computazionale della simulazione dei materiali
Settore di applicazione principale nella sostenibilità e nel settore energetico - alto potenziale di trasferimento tecnologico
Applicazione alla medicina e alla sanità
Disponibilità unica di un insieme di attrezzature avanzate, almeno a livello europeo

Punti deboli

Costi elevati di manutenzione e potenziamento delle apparecchiature di base nella scienza dei materiali
Mancanza di componenti computazionali per la progettazione dei dispositivi e l'applicazione dei materiali
Mancanza di attenzione specifica alla catalisi e alla spettroscopia (massa critica mancante)
Effetto del frazionamento delle Facility ("Appendice 3: La Piattaforma tecnologica" a pagina 64) rispetto ai laboratori dei PI può indebolire la condivisione delle conoscenze

Opportunità

Grande domanda di mercato nel settore energetico (produzione, stoccaggio, trasmissione)
Ottime opportunità di trasferimento tecnologico e accordi di ricerca a sponsorizzazione diretta
Attenzione alle tendenze crescenti dei laboratori automatizzati per lo sviluppo dei materiali
Grande opportunità di utilizzo dell'IA per modellare, scoprire e convalidare materiali in applicazioni di Robotica e LifeTech

Rischi

Mantenere lo slancio negli investimenti in attrezzature e ottimizzazione dei laboratori
Forte concorrenza degli operatori industriali in settori relativamente maturi
Difficoltà nel rintracciare percorsi idonei al trasferimento tecnologico di nanomateriali medici o materiali per lo studio e la conservazione dei beni culturali

Piano d'azione

Dati i punti di forza e di debolezza del DR Nanomateriali, si prevede di:

- **Investire** in 1) un nuovo laboratorio di chimica robotizzata e 2) rinnovare una buona parte delle esistenti infrastrutture;
- **Completare l'espansione** del settore energetico e consolidare il legame tra CCT (Genova/Morego) e CSFT (Torino);
- **Espandere** le aree di catalisi e spettroscopia tramite assunzioni mirate a livello di ricercatore senior o PI;
- **Ampliare** l'interazione tra scienza dei materiali e applicazioni per sostenibilità/energia/fotonica;
- **Investire ulteriormente** nelle componenti computazionali della scienza dei materiali e nella progettazione di dispositivi supportata dal digitale (programma Flagship "Insegnare la scienza ai computer" a pagina 58);
- **Investire ulteriormente** nello sviluppo di nuovi materiali per la robotica e nel concetto di robot ecologici (programma Flagship "Tecnologie per la sostenibilità" a pagina 52).



Valorizziamo i rifiuti e prendiamo ispirazione dalla natura per produrre soluzioni per una vita e uno sviluppo sostenibili

Tecnologie per le Scienze della Vita (LifeTech)

I ricercatori del dominio Tecnologie per le Scienze della Vita perseguono lo sviluppo della tecnologia concentrandosi su due obiettivi principali: biologia molecolare dell'RNA e neuroscienze. Il Dominio di Ricerca (DR) LifeTech utilizza ampiamente metodi computazionali e di IA, ad esempio per ingegnerizzare molecole che modulano con elevata specificità i processi biochimici della cellula, o in genomica medica, per la medicina personalizzata. Altri obiettivi sono la robotica per l'assistenza sanitaria e i dispositivi intelligenti per la somministrazione di farmaci.

Il mercato delle Tecnologie per le Scienze della Vita cresce costantemente a causa dell'aumento dell'età della popolazione mondiale. Dal 2012, le vendite di farmaci biotecnologici (compresi i farmaci a mRNA) sono globalmente quadruplicate. Tale tendenza ha registrato un'accelerazione nel 2021 e 2022 a causa della pandemia da SARS-CoV-2. Un altro indicatore dell'espansione del comparto delle biotecnologie è il crescente valore di mercati ad esse strettamente correlati, come la medicina di precisione (quota del 30% di tutti i nuovi farmaci approvati dall'FDA), la clonazione genica e la purificazione degli acidi nucleici. Anche le neuroscienze sono della massima importanza: basti considerare che i disturbi del neurosviluppo e le patologie neuropsichiatriche e neurodegenerative colpiscono un'elevata percentuale della popolazione, rappresentando un pesante onere collettivo¹².

Punti di forza

Competenza di livello mondiale su RNA non codificante e genomica

Neuroscienze sperimentali ampie, multiscala e multimodali

Rete contenuta ma ricca di partner clinici tra cui il laboratorio CMP³VdA di Aosta

Ottimi risultati nel trasferimento tecnologico (ad esempio scoperta di farmaci per patologie cerebrali)

Metodi computazionali all'avanguardia in bioinformatica

Punti deboli

Massa critica insufficiente delle neuroscienze computazionali

Frammentazione e conseguente mancanza di massa critica in luoghi specifici

Diversificazione limitata (nazionalità dei ricercatori)

Qualità dei risultati della ricerca non uniforme nel DR

Opportunità

Il progetto Flagship dell'ospedale Erzelli può diventare un punto di svolta per le ambizioni di IIT in 1) neuroscienze, 2) genomica e 3) robotica medica

La digitalizzazione del sistema sanitario italiano offre molte opportunità di applicazione della tecnologia IIT

Biologia di sintesi (ingegnerizzazione dei processi cellulari per conferire agli organismi nuove proprietà)

Sfide

Accedere a percorsi favorevoli al trasferimento tecnologico di soluzioni mediche (ad esempio basate su RNA)

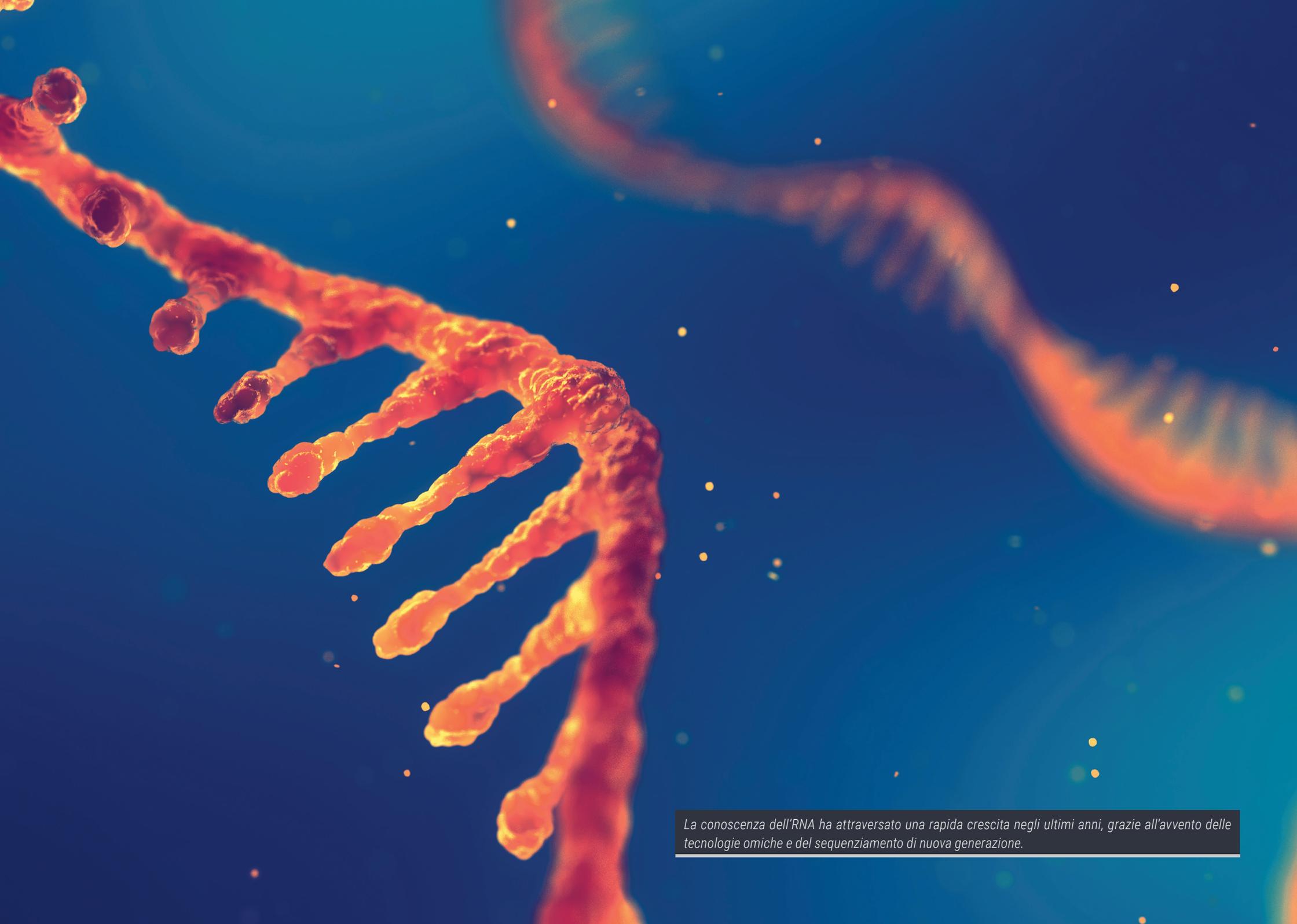
Le risorse necessarie per l'applicazione e/o la sperimentazione clinica potrebbero non essere realistiche per IIT

Piano d'azione

Data la valutazione del DR LifeTech, prevediamo di:

- **Continuare** l'espansione del programma Flagship Tecnologie a RNA investendo nel reclutamento di giovani scienziati internazionali;
- **Investire** nella prosecuzione del programma di medicina di precisione (sia il CMP³VdA sia il progetto CHT a Genova);
- **Riorganizzare** le neuroscienze creando legami più forti con altre discipline (programma Flagship "Cervello e macchine" a pagina 54);
- **Investire** in neuroscienze computazionali e synthetic biology (biologia sintetica).

12 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>.



La conoscenza dell'RNA ha attraversato una rapida crescita negli ultimi anni, grazie all'avvento delle tecnologie omiche e del sequenziamento di nuova generazione.

Scienze computazionali

I ricercatori del campo delle **Scienze Computazionali** si concentrano su chimica e fisica computazionale, IA (in particolare visione artificiale e apprendimento automatico) e sul calcolo ad alte prestazioni (high-performance computing - HPC). La chimica e la fisica computazionale imprimono un'accelerazione alla scoperta di nuovi farmaci, ma consentono anche l'ingegneria in silico di nuovi materiali. I nostri ricercatori sviluppano nuovi metodi di IA e matematica per comprendere le prestazioni algoritmiche in una varietà di sistemi di funzionamento.

Il **mercato delle Scienze Computazionali** comprende una gamma così ampia di tecnologie e applicazioni che può essere riduttivo tentare di definirle in dettaglio. Nella scienza, tra gli esempi rilevanti troviamo i risultati ottenuti da grandi aziende come Microsoft¹³ e DeepMind¹⁴. Queste hanno utilizzato l'IA per affrontare problemi in matematica, biologia e fisica. Ad esempio, lo sviluppo automatizzato di software - un sottoprodotto dei large language models (LLM, modelli linguistici di grandi dimensioni) dovrebbe valere 1500 miliardi euro entro il 2040.

Punti di forza

Scienziati di prim'ordine nelle simulazioni atomistiche e molecolari e nella matematica del machine learning

Piattaforma estremamente potente di bioinformatica e ingegneria di nuovi medicinali

Risultati impressionanti relativi al trasferimento tecnologico (ad esempio scoperta di medicinali)

Tradizione di sviluppo di IA "embodied" per la robotica

Punti deboli

La massa critica di PI nel ML e nell'IA è insufficiente per competere a livello globale

Ingenti investimenti necessari ad aumentare la potenza di calcolo

Opportunità

Il progetto Flagship dell'ospedale Erzelli può diventare un punto di svolta per le ambizioni dell'IIT in 1) neuroscienze, 2) genomica, 3) robotica medica

La digitalizzazione del sistema sanitario italiano offre molte opportunità di applicazione della tecnologia IIT

L'applicazione dell'IA alla scienza sperimentale di IIT è una opportunità eccezionale per nuove scoperte e per il trasferimento tecnologico

Sfide

Accesso limitato a studenti/post-doc preparati, soprattutto in IA/ML, a causa della forte concorrenza dell'industria

Tenere il passo con le grandi aziende può richiedere risorse inaccessibili a IIT (a causa di dimensioni o costi)

Piano d'azione

Data la valutazione del posizionamento di IIT in IA e scienze computazionali, prevediamo di:

- **Realizzare** il piano per la digitalizzazione definito nella sezione "La visione per nuovo Piano Strategico" a pagina 20;
- **Investire nella formazione e cooptazione di talenti in tutte le componenti delle tecnologie digitali**;
- **Creare** massa critica di conoscenza e competenze nel machine learning e nella IA;
- **Esplorare** le strade Blue Sky nel calcolo, come le architetture non-Turing e le architetture neuromorfe analoghe a quelle del cervello ("Cervello e macchine" a pagina 54).

13 <https://www.microsoft.com/en-us/research/lab/microsoft-research-ai4science>.

14 James Kirkpatrick et al. Pushing the frontiers of density functionals by solving the fractional electron problem. Science. Volume 374, Issue 6573, Dec 2021.



02

iit
ISTITUTO ITALIANO
DI TECNOLOGIA

ATEN

EXIT LIGHT PA MUTE POWER

Metodi avanzati di simulazione hanno permesso lo studio di sistemi di inedita complessità

Ricerca Blue Sky @IIT

La ricerca **Blue Sky** all'IIT mira ad adottare un approccio "puro" (simile a quello dell'ERC) nei confronti della scoperta scientifica. Si osserva infatti un numero sempre maggiore di potenziali collaboratori ed investitori che richiedono tale approccio scientifico¹⁵ perché **la scienza di oggi rappresenta l'innovazione del futuro**. Ad esempio, pur concentrandosi sulla ricerca in fisica delle particelle, il CERN ha dato vita a una serie di invenzioni come il World Wide Web.

La ricerca **Blue Sky** di IIT segue un approccio esplorativo, l'unica restrizione è quella di rientrare in uno dei quattro Domini di Ricerca. Nella **ricerca Blue Sky, il nostro approccio che mette al centro l'IA è ancora più importante** perché i risultati scientifici saranno potenziati dall'esplorazione automatica di nuovi materiali, da soluzioni di IA generativa, dall'analisi statistica e dalla modellazione di fenomeni fisici da grandi insiemi di dati.

Il sostegno alla ricerca **Blue Sky** di IIT comporterà:

- incoraggiare la ricerca ad affrontare questioni scientifiche fondamentali e innovative;
- tali ricerche verranno guidate e valutate esclusivamente in base all'eccellenza;
- questo condurrà a scoperte fortuite che potranno essere saranno il motore, spesso in maniera imprevedibile, del trasferimento tecnologico (e frequentemente veri e propri punti di svolta tecnologici¹⁶).

Coltivare le scoperte richiede la mentalità corretta per la gestione della scienza, una solida infrastruttura e le migliori menti sul mercato.

L'attuazione di quanto sopra richiede le tre principali azioni descritte nella pagina seguente.

¹⁵ <https://www.aspeninstitute.org/publications/pure-science>.

¹⁶ Ad esempio, l'editing genetico, i vaccini a mRNA e la Green Fluorescent Protein (proteina a fluorescenza verde).



I ricercatori IIT possono contare su una rete di laboratori all'avanguardia in tutta Italia.

Il piano d'azione per la ricerca Blue Sky all'IIT

1. **Gestione scientifica:** processi di valutazione che valorizzano la scoperta e valutano solo l'eccellenza (anziché basarsi su metriche, come il numero di pubblicazioni, l'impact factor, che sono un sottoprodotto di una ricerca eccellente piuttosto che il suo obiettivo)
2. **Attirare le migliori menti sul mercato:** questo richiede un lavoro meticoloso sull'attrattività di IIT, l'internazionalizzazione, l'istruzione e ulteriori investimenti mirati per i migliori ricercatori. Verrà creata una "nicchia" dedicata
3. **Mantenere e aggiornare le infrastrutture di laboratorio:** le grandi menti hanno bisogno degli strumenti migliori per fiorire. Continui investimenti sono necessari per consentire una ricerca visionaria

I programmi Flagship

Il Piano Strategico riconosce la necessità di stimolare sinergie più ampie, allo scopo di focalizzare e creare una sufficiente massa critica su un ridotto numero di argomenti. A tal fine, oltre a tenere il passo con la ricerca Blue Sky, vengono introdotti **cinque programmi Flagship**.

Questi mirano ad affrontare problemi su larga scala, che richiedono competenze estremamente trasversali, che coinvolgano più gruppi di ricerca. I programmi Flagship sono collaborazioni visionarie più ampie delle collaborazioni biunivoche che si realizzano tra molte Unità di Ricerca da più Domini di Ricerca con **obiettivi ambiziosi ben definiti**. I programmi Flagship mirano a consolidare la presenza e la visibilità di IIT nei rispettivi campi scientifici. I programmi Flagship di IIT sono progettati per intercettare:

- **Macro-tendenze sociali:** il riscaldamento globale e l'aumento della popolazione anziana per ridurre il devastante impatto socioeconomico;
- **Esigenze tecnologiche emergenti:** tecnologie per la transizione energetica, bioingegneria e sanità, transizione digitale;
- **Tendenze tecnologiche:** intelligenza artificiale e sue sotto-discipline, perché in grado di accelerare la scoperta scientifica;
- **Punti di forza specifici di IIT** che emergono dalla ricerca Blue Sky oppure dai Domini di Ricerca.

Le nostre oltre **80 Unità di Ricerca** (vedere pagina 71 per la definizione di Unità di Ricerca) e **18 Facility condivise** collaborano nei cinque programmi **Flagship** multidisciplinari.

L'obiettivo del programma **Tecnologie per la sostenibilità** è di utilizzare la nostra capacità di manipolare la materia a diversi livelli per creare un mondo senza inquinanti. Gli inquinanti possono essere plastica, metalli pesanti, nanomateriali tossici, materiali ignifughi, composti organici volatili e gas serra.

Gli obiettivi concreti sono: 1) recuperare e valorizzare le materie prime da rifiuti e biomasse; 2) aumentare la resa dei processi di conversione (ad esempio della plastica); 3) aumentare la resa dei catalizzatori nella cattura e valorizzazione della CO₂ (dimostrandone la sostenibilità economica); 4) introdurre materiali e progetti sostenibili in elettronica, robotica e altri campi. Le tecniche computazionali sono utilizzate per **analizzare e modellare dati sperimentali**, per dedurre principi di progettazione per nuovi materiali e per controllare laboratori robotizzati.

L'obiettivo del programma **Cervello e macchine** è capire come il cervello elabori le informazioni che generano le azioni. I metodi computazionali, in particolare il machine learning, saranno utilizzati per **modellare processi neurali e cognitivi** e per innestare **questi modelli nei robot**.

I risultati attesi sono: 1) scienza di base: modelli di attività neurale e di comportamento nell'ambito della percezione, azione e interazione con gli altri; 2) traslazione: neurostimolazione, riabilitazione e robotica assistiva efficienti; 3) tecnologia: robot collaborativi per la riabilitazione o l'interazione ravvicinata con l'uomo. La nostra ambizione è realizzare robot autonomi interattivi, efficienti e sicuri incaricati di essere nostri assistenti e compagni.

I programmi Flagship sono progettati per intercettare:

1. **Macro-tendenze sociali:** riscaldamento globale e invecchiamento demografico
2. **Esigenze tecnologiche emergenti:** tecnologie per la transizione energetica, bioingegneria e sanità, transizione digitale
3. **Tendenze tecnologiche:** l'intelligenza artificiale e le sue sotto-discipline
4. **I punti di forza specifici dell'IIT** che emergono dalla ricerca Blue Sky o dai DR

L'obiettivo del programma **Tecnologie a RNA** è studiare l'RNA per una comprensione fondamentale della biologia, per individuare strutture molecolari su cui agire per ottenere modifiche nei processi cellulari. La bioinformatica e gli **strumenti computazionali** sono già il tratto distintivo della ricerca dell'IIT sull'RNA, dove vengono utilizzati quotidianamente per diversi processi di ricerca. Le terapie a RNA si **avvarranno anche degli studi** sviluppati presso il CMP³VdA e i Laboratori congiunti istituiti con diversi partner clinici come l'Ospedale Pediatrico Gaslini e l'Ospedale San Martino di Genova.

A seguito della nostra recente ricerca traslazionale su RNA e genomica, contiamo di ampliare: 1) la conoscenza dei meccanismi regolatori dell'RNA nel contesto delle malattie, con particolare attenzione alle malattie neurodegenerative e neoplastiche, 2) la generazione di un solido portafoglio di IP in applicazioni diagnostiche e terapeutiche, e 3) almeno un prodotto a base di RNA pronto per la sperimentazione clinica, ad esempio un candidato farmaco con

validazione preclinica. L'ambizione del programma Tecnologie a RNA è quella di "drug the undruggable", cioè curare le malattie rivoluzionando il processo farmacologico e proponendo farmaci innovativi basati ad esempio sull'RNA.

La Flagship **Insegnare la scienza ai computer** adotta un approccio originale allo sviluppo di nuovi metodi per introdurre le conoscenze sulle leggi della fisica negli algoritmi basati sui dati. Ad esempio, studieremo le basi di sistemi di apprendimento che richiedano pochi dati, che imparino in modo continuo e siano in grado di trasferire le proprie conoscenze tra un'applicazione e l'altra, massimizzando la propria efficienza energetica; studieremo la visione artificiale e approcci basati sui dati per modellare sistemi dinamici complessi¹⁷. Il nostro obiettivo finale è sviluppare intelligenza artificiale (IA) con efficienza computazionale (costo algoritmico) e prestazioni garantite (limiti). La nostra ambizione è che **efficienza computazionale, sicurezza e affidabilità** rendano l'uso dell'IA più democratico, sostenibile e aperto a tutti.

La Flagship **Tecnologie per la salute** si concentra sullo sviluppo di dispositivi di rilevamento a basso costo e non invasivi per valutare, in tempo reale, lo stato di salute delle persone. Ad esempio, studieremo le tecnologie per attivare a distanza e dispensare le terapie necessarie in modo preciso. I nostri obiettivi concreti sono: 1) la diffusione di diverse soluzioni e dispositivi di rilevamento che si concretizzano, ad esempio, in robot assistivi, 2) lo sviluppo di dispositivi intelligenti per erogare terapie, e 3) un sistema che integri misurazione e interventi ad hoc.

Il collegamento tra rilevazione di una necessità e l'erogazione del corretto intervento richiede la raccolta dei dati, la creazione di modelli sui/sulle pazienti e l'analisi basata sull'IA. Prevediamo una casa futura che si prenda cura di noi, migliorando la nostra indipendenza e la nostra qualità di vita, rivoluzionando allo stesso tempo il caregiving e riducendo così la necessità di ricoverare i pazienti in ospedale.



Programma Flagship	Ambizione	Prodotti scientifici	Prodotti di Trasferimento tecnologico
Tecnologie per la sostenibilità	Un mondo a zero rifiuti, zero emissioni, zero fame, con materiali circolari, efficienza energetica ottimizzata e gestione sostenibile dell'acqua e del suolo	<p>Progettazione e utilizzo di enzimi di depolimerizzazione per il recupero delle materie prime</p> <p>Progettazione e utilizzo di catalizzatori per il settore energetico</p> <p>Sviluppo di materiali compostabili da fonti sostenibili</p> <p>Progettazione e utilizzo di materiali rinnovabili e atossici nell'elettronica</p>	<p>Sistema per il recupero di acqua pulita utilizzando materiali ingegnerizzati, sensori, robot ed energie rinnovabili</p> <p>Sistema per la cattura e trasformazione della CO₂ e fotovoltaico efficiente</p> <p>IoT (Internet of Things – Internet delle cose) sostenibile per il monitoraggio ambientale</p>
Cervello e macchine	Robot umanoidi autonomi, completamente interattivi, efficienti, sicuri e adattabili per aiutarci nella vita quotidiana	Modelli di attività neurale e comportamento nella percezione, azione e interazione	<p>Nuova tecnologia per la neuromodulazione in sanità</p> <p>Riabilitazione e robotica assistiva</p>
Tecnologia a RNA	Drug the undruggable (almeno in una malattia neurodegenerativa specifica)	Conoscenza dei meccanismi regolatori dell'RNA in una malattia neurodegenerativa	<p>Un potenziale nuovo candidato farmaco a RNA</p> <p>Una startup per sfruttare la proprietà intellettuale generata</p>
Insegnare la scienza ai computer	Democratizzare l'IA (prestazioni sicure, affidabili, economiche e garantite)	Nuovi metodi e conoscenze basati sull'IA per i processi fisico-chimici	IA con efficienza computazionale e prestazioni garantite sulla base di vincoli matematici
Tecnologie per la salute	Una casa che si prende cura di noi	<p>Vettori intelligenti per la somministrazione di terapie</p> <p>Studiare le relazioni causa-effetto tra parametri biologici e sintomi comportamentali</p>	<p>Robot dotati di sensori mirati a fornire assistenza sanitaria personalizzata e preventiva e garantire vita indipendente</p> <p>Un sistema che colleghi rilevamento di sintomi e parametri biologici e somministrazione ad hoc di terapie</p>

Programma Flagship	Obiettivo intermedio (terzo anno)	Obiettivo di fine piano (sesto anno)
Tecnologie per la sostenibilità	Presentazione di dimostratori della teoria (Proof-of Concept) accompagnati da valutazioni del ciclo di vita per sensori, attuatori e sistemi elettronici a basso fabbisogno energetico e basati su materiali sostenibili per il monitoraggio e la bonifica ambientale	Produzione di dimostratori di medio termine per la verifica del loro potenziale di mercato Presentazione di proposte relative a tecnologie a basse emissioni, sostituzione di materiali critici e soluzioni per lo smaltimento di tecnologie o prodotti critici
Cervello e macchine	Descrizione multiscala e multimodale dell'attività cerebrale e del comportamento, necessari per costruire modelli computazionali Collaudo dei robot interattivi parzialmente autonomi da parte di potenziali utilizzatori	Modelli di attività neurale e comportamento nella percezione, azione e interazione con gli altri Robot adattivi autonomi per un'interazione intuitiva tra persone e robot
Tecnologia a RNA	Creare nuovi farmaci/RNA artificiali per il trattamento di patologie Avviare startup e collaborazioni nel settore RNA Guidare una rete scientifica nazionale focalizzata sull'RNA sotto il coordinamento dell'IIT	Portare una molecola di RNA alla fase di sperimentazione in vivo Sviluppare tecnologie proprietarie basate sull'RNA Posizionare IIT come potenza globale nella ricerca sull'RNA
Insegnare la scienza ai computer	Rivelare, comprendere e modellare nuovi principi fondamentali dei processi chimici e biologici e del comportamento umano	Algoritmi e software efficienti e predittivi per modellare sistemi chimici complessi in biologia, medicina, scienza dei materiali e per analizzare il comportamento umano
Tecnologie per la salute	Verifica concettuale di un ambiente intelligente e reattivo (prima convalida dei criteri di progettazione della rete e delle tecnologie coinvolte)	Valutare quantitativamente il valore aggiunto portato ai sistemi satellitari dalla realizzazione di ambienti intelligenti e reattivi

Patrimonio culturale e tecnologia spaziale

Una delle aspirazioni di IIT è quella di **sviluppare continuamente nuove applicazioni** per la produzione scientifica e tecnologica dei Domini di Ricerca e dei programmi Flagship. Due di queste applicazioni si distinguono per la loro particolare rilevanza in Europa, una focalizzata sul passato, l'altra sul futuro:

- Patrimonio culturale;
- Space Economy (economia dello spazio).

Nell'ambito del **Patrimonio culturale**, IIT ha lanciato un'iniziativa mirata, il Center for Cultural Heritage Technology (Centro per le tecnologie dedicate ai beni culturali), con sede a Venezia. CCHT applica le competenze di IIT per favorire la comprensione, la conservazione e l'arricchimento del Patrimonio Culturale in Italia e nel mondo.

Esempi di applicazioni includono: moderni metodi di caratterizzazione dei materiali per identificare con precisione la struttura dei campioni archeologici, l'uso di robot per la digitalizzazione 3D-4D di manufatti antichi e l'uso di IA e dati satellitari per scoprire e proteggere i siti del patrimonio come parte di un progetto dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA).

La **Space Economy** è in forte espansione, con un valore stimato di circa 500 miliardi di euro nel 2022. IIT si è guadagnato una solida reputazione come fornitore tecnologico. Nel campo dei nuovi biomateriali, i PI di IIT hanno ottenuto sovvenzioni dall'ERC e dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

L'ASI e la sua controparte europea (ESA) hanno finanziato IIT per progetti relativi allo spazio con un valore di circa 20 milioni di euro, fornendo strumenti, tra i quali un rivelatore di dimensione nanometrica a base di grafene a raggi gamma/X. IIT è diventato un fornitore selezionato per Thales-Alenia Space. Per il 2024 è previsto l'avvio di un laboratorio congiunto con ASI.



In un frammento di vetro dell'antica Aquileia sono state evidenziate proprietà fotoniche. Il tempo e le particolari condizioni ambientali hanno modificato la struttura del vetro, conferendogli le suddette proprietà.

Trasferimento tecnologico

Il trasferimento tecnologico ha due obiettivi principali: **industria e sanità**.

La missione di trasferimento tecnologico comprende diverse azioni che mirano a consolidare le connessioni con l'industria e le istituzioni sanitarie ("**clienti**" **esterni**) educando al contempo scienziati/e di ogni livello ed esperienza a sviluppare una mentalità imprenditoriale ("**clienti**" **interni**).

Piano d'azione per i "clienti" esterni:

- Creare un Programma di Collegamento Industriale (Industrial Liason Program - ILP) per rispondere alla richiesta dell'industria di prodotti ad elevata maturità tecnologica (Technology Readiness Level – TRL);
- Avviare laboratori congiunti sistemici per le esigenze di ricerca a basso TRL delle piccole e medie imprese (PMI).

Piano d'azione per i "clienti" interni:

- Migliorare i nostri programmi di formazione per agevolare e facilitare il lavoro dei PI verso il mercato attraverso la promozione dei prodotti dello sviluppo tecnologico;
- Rafforzare gli strumenti a sostegno dell'imprenditorialità.

Il **Programma di Collegamento Industriale di IIT** collegherà le aziende alle nostre Unità di Ricerca e Facility, al fine di creare reti in grado di affrontare i complessi progetti di innovazione tecnologica. Ispirato al programma di collegamento industriale del MIT, l'ILP include un programma di fidelizzazione con un sistema a livelli e relative quote associative. L'ILP offre una serie di servizi a seconda del livello. In generale, più alto è il livello, più ampio è l'accesso alle risorse di IIT. Le risorse possono essere una specifica tecnologia, conoscenze tecniche, supporto allo sviluppo o formazione. La nostra Facility Industriale rappresenterà un importante elemento per favorire l'ingresso delle aziende nel programma.

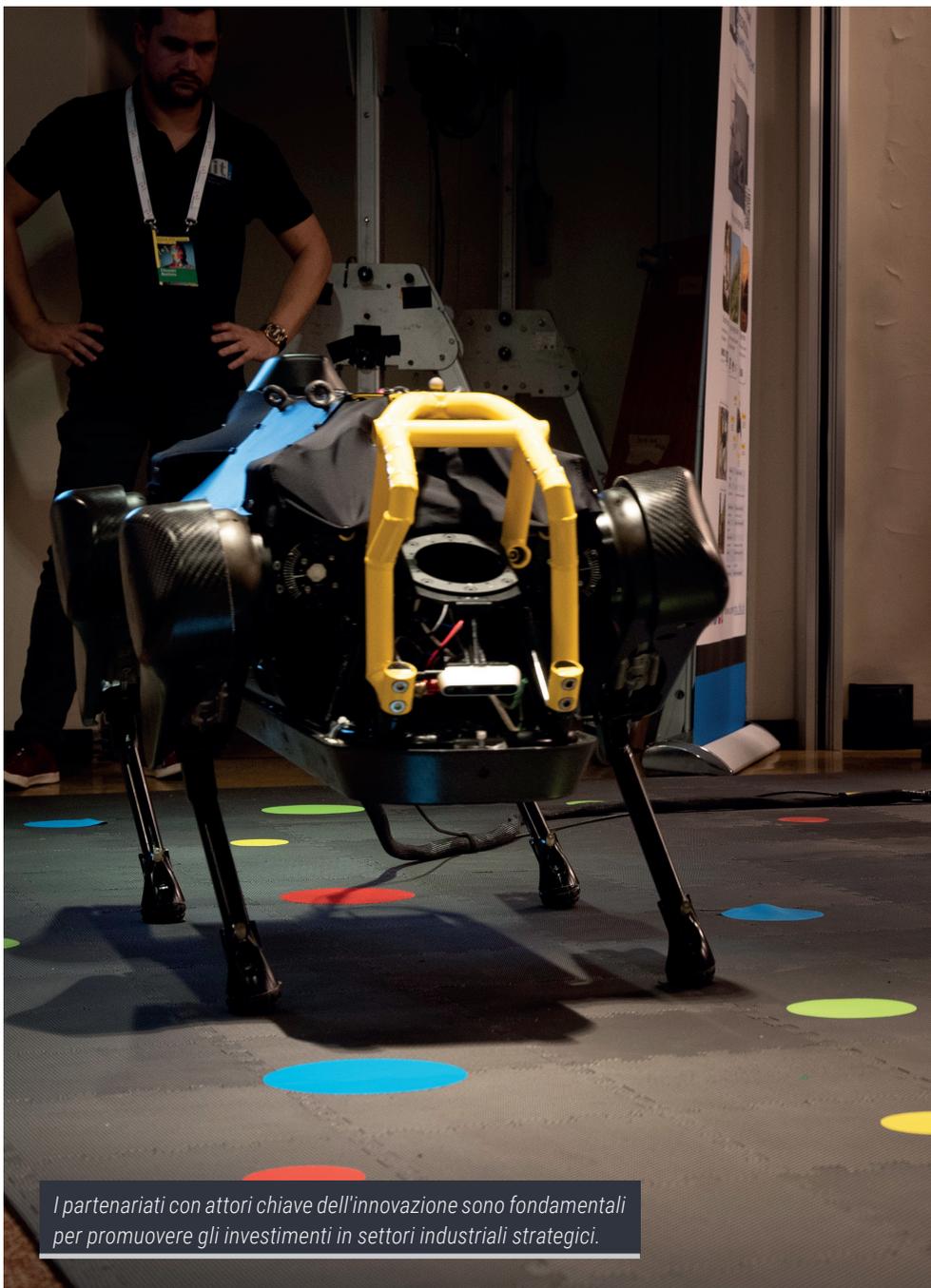
Il **Laboratorio Congiunto Sistemico (Systemic Joint Laboratory - SJL)** è un JL costituito con un'associazione, un distretto territoriale o qualsiasi altra forma di aggregato di aziende. Seguendo il modello del Joint Lab Intellimech-IIT al Kilometro Rosso (Bergamo), un accordo SJL con IIT consentirà a gruppi di PMI di investire congiuntamente in attività di innovazione a lungo termine di interesse comune. Gli SJL faciliteranno grandi investimenti in ricerca e sviluppo nei casi in cui è improbabile che una singola impresa abbia i mezzi per investire isolatamente.

Gli SJL favoriranno gli investimenti in settori industriali strategici (e distretti territoriali) come aerospaziale, automobilistico, tecniche mediche e tecniche agricole. Le priorità di trasferimento tecnologico vengono identificate analizzando la maturità tecnologica delle nostre ricerche (TRL) rispetto a un insieme ridotto di settori industriali EU NACE.

Le aziende, non solo europee, appartenenti a settori ad "elevata" maturità avranno priorità nei programmi ILP e SJL.

Investiremo le nostre risorse nelle aree che hanno maggiori probabilità di aumentare il nostro trasferimento tecnologico.

Settore vs. DR	Robotica	Nanomateriali	LifeTech	Sc. Comput.
1. Tecniche agricole	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO
2. Miniere	MEDIO	MEDIO	BASSO	MEDIO
3. Produzione	ALTO	MEDIO	BASSO	ALTO
4. Energia	BASSO	ALTO	BASSO	ALTO
5. Acqua	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO
6. Edilizia	MEDIO	MEDIO	BASSO	MEDIO
8. Trasporti	ALTO	BASSO	BASSO	MEDIO
10. ICT	BASSO	BASSO	BASSO	ALTO
13. R&D	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
15. PA & Difesa	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO
16. Istruzione	MEDIO	BASSO	BASSO	MEDIO
17. Salute	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO



Per quanto riguarda il settore dell'assistenza sanitaria, i SJL sfrutteranno la **rete ospedaliera e di IRCCS** per creare grandi reti tematiche di aziende e ospedali con l'obiettivo di trasferire la ricerca di IIT alla pratica clinica. La collaborazione diretta con le parti interessate del settore sanitario consentirà l'approccio incentrato sul paziente, che è essenziale per l'innovazione tecnologica nel settore. Esempi recenti di questo metodo includono il progetto di protesi della mano INAIL-IIT (Hannes), l'uso di robot (iCub) per la riabilitazione cognitiva e la genomica clinica per la medicina di precisione in Liguria e Valle d'Aosta.

Per sostenere ed incoraggiare i nostri ricercatori e stimolare la loro collaborazione, forniremo ulteriore supporto nel percorso verso l'imprenditorialità ottimizzando le attività di formazione e proponendo nuove iniziative di incubazione e accelerazione delle imprese.

Questo progetto di formazione include la collaborazione con Bocconi for Innovation (B4I), lo SPARK Stanford Biotech Accelerator, il programma di accelerazione UC Berkeley Skydeck e diversi altri partner. L'obiettivo è quello di costruire una scuola IIT che comprenda materie scientifiche e corsi di formazione economica, manageriale e imprenditoriale ("Persone e Alta formazione" a pagina 42).

Tre elementi aggiuntivi sostengono la creazione di nuove imprese:

- L'incubatore IIT (H⁴E);
- L'accordo RobotI con CdP Venture;
- Il progetto RAISE NextGenEU.

L'incubatore ospiterà nuove imprese favorendo la connessione con i laboratori di IIT. RobotI investe in progetti di verifica della teoria (Proof of Concept - PoC) e fornisce anche i capitali iniziali per progetti selezionati. RAISE implementerà un programma di accelerazione (IIT⁴) che metterà a sistema: 1) accelerazione tecnologica (ossia accesso alle competenze e alle strutture IIT), 2) accelerazione della progettazione di modelli di business connessi all'uso delle nuove tecnologie e 3) accelerazione finanziaria, che fornisce accesso alla rete di investitori di capitale di rischio e business angel di IIT.

Persone e Alta formazione

IIT riconosce l'importanza di **attrarre e trattenere talenti**. Osserviamo attentamente le dimensioni e la composizione del nostro gruppo di talenti. Pianifichiamo le nostre azioni tenendo conto dei pensionamenti, delle dimissioni e degli elementi che influenzano la composizione del pool di talenti (ad esempio il mercato del lavoro, i livelli di retribuzione, i fattori di attrattività).

Il nostro **Piano d'azione** si sviluppa lungo tre grandi assi:

- **Incoraggiare il reclutamento** in base ad analisi dettagliate delle lacune a livello di singoli gruppi, domini di ricerca, programmi Flagship, osservando le tendenze tecnologiche conseguenti e includendo considerazioni su aspetti riguardo a inclusività di genere e oltre;
- **Attuare un solido programma di alta formazione** per affrontare lo sviluppo scientifico e professionale a tutti i livelli di carriera, dalle matricole agli alumni;
- **Creare un programma di mentoring che abbracci tutta la carriera** e che includa consigli di crescita, prospettive e schemi di collocamento supportati da IIT.

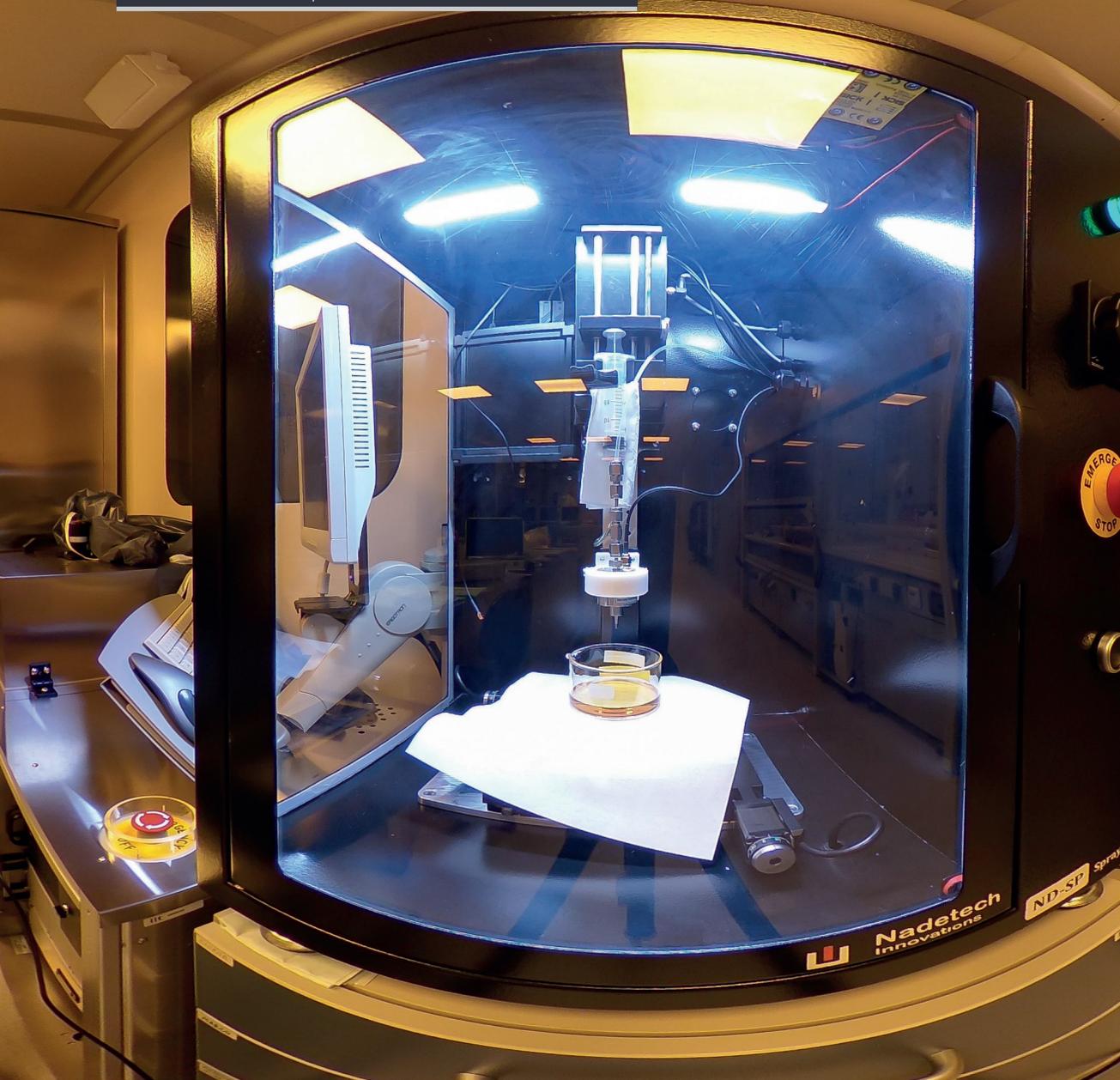
IIT mira a formare una forza lavoro competente e flessibile, adatta al mondo **accademico e industriale** e competitiva a livello internazionale in vari settori (scienza, comunicazione, innovazione). L'Ufficio per l'Alta Formazione (Higher Education Office - HEO) è lo strumento principale per progettare la formazione presso IIT. Le linee guida sono offerte dai principi della Conferenza di Hannover¹⁸, che propongono le basi per il **continuo sviluppo professionale (continuous professional development - CPD)** che caratterizza i percorsi di carriera scientifica.

Sarà avviato un **programma di internazionalizzazione denominato IIT Global**. Per partner selezionati: 1) si favorirà lo scambio di studenti e docenti (anni sabbatici, soggiorni prolungati, programma di visite di ricerca), 2) si costituiranno laboratori congiunti dual-site, avviando così collaborazioni a più lungo termine, 3) si istituirà un distaccamento di IIT in luoghi selezionati. Nel 2023 si sono poste le basi per attuare questo programma di internazionalizzazione con A*STAR a Singapore, UC Berkeley, Stanford Medicine, European Molecular Biology Laboratory (EMBL) e l'Università di Osaka. Nuove risorse saranno impegnate nei distaccamenti del MIT e di Harvard.

IIT Global rappresenterà una svolta per il trasferimento tecnologico. Ad esempio, è stato siglato un accordo preliminare con il programma di accelerazione SkyDeck della UC Berkeley. Inoltre, ci si è indirizzati verso la cooperazione scientifica e tecnologica in programmi bilaterali e multilaterali come ONU, IFI, UE, NATO, ed EDA.

18 <https://www.doctoral-education.info/hannover-recommendations.php>.

IIT aims to train a competent and flexible workforce.



Pianificazione delle dimensioni e incidenza economica del nostro pool di talenti

1. **Finanziamento statale pressoché costante e finanziamento competitivo in moderata crescita (4-8%)**
2. Costo della forza lavoro in **aumento del 2% annuo** in media (dal 2024 al 2029)
3. Una dimensione dell'**organico in leggera crescita** di ca. 2000 unità può essere mantenuta spostando i costi di ca. 300 persone verso il contributo indiretto
4. Un **rapporto costante tra contratti a tempo determinato e a tempo indeterminato** richiede di gestire i tassi di abbandono e di sostituzione delle persone con contratti a tempo indeterminato
5. Il **numero di Unità di Ricerca** non muterà (tenendo conto delle sostituzioni)
6. Si prevedono pensionamenti e abbandoni di **uno o due PI all'anno** e si prevede una riserva per mantenere la flessibilità

Il budget del Piano Strategico rispetto al passato

I seguenti grafici e tabelle mostrano lo stanziamento previsto delle risorse rispetto al periodo 2018-2023. Evidenziamo i dati di bilancio (Figura 5), la distribuzione tra Domini di Ricerca (DR) (Figura 6), l'evoluzione del capitale umano (Full Time Equivalent - FTE e costo nella Figura 7), l'investimento nella ricerca rispetto agli altri costi (tabella A), il tipo di spesa (tabella B) e l'allocazione stimata sui programmi Flagship e sulla ricerca Blue Sky (tabella C).

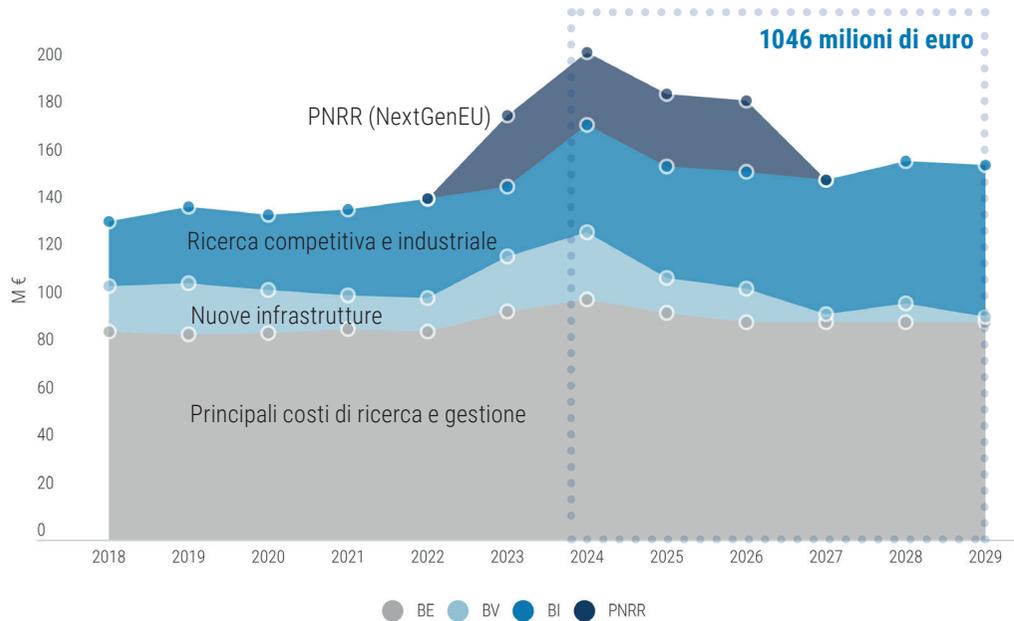


Figura 5: Dotazione generale del bilancio: 2018-2022 da dati di bilancio, 2023-2029 stima e piano. La codifica a colori mostra il finanziamento da parte dello Stato (■), i fondi patrimoniali investiti (■: Brain Magnet Program, investimenti CHT e CCHT e piani per infrastrutture e risparmio energetico), il finanziamento competitivo e industriale (■: 2018-2023 con un CAGR del 14%, 2024-2029 con un CAGR variabile dal 4% all'8%) e, infine, il programma NextGenEU (■). Cifre in milioni di euro.

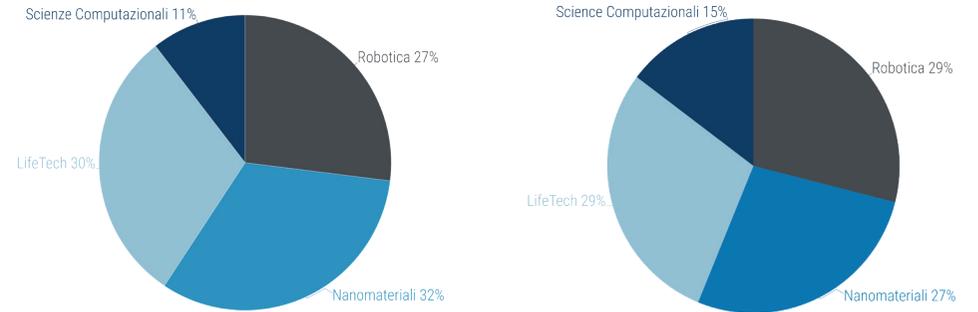


Figura 6: Investimento percentuale nei DR con l'impegno dell'aumento degli investimenti in Scienze computazionali e Robotica rispetto al periodo 2018-2023, rappresentato a sinistra.

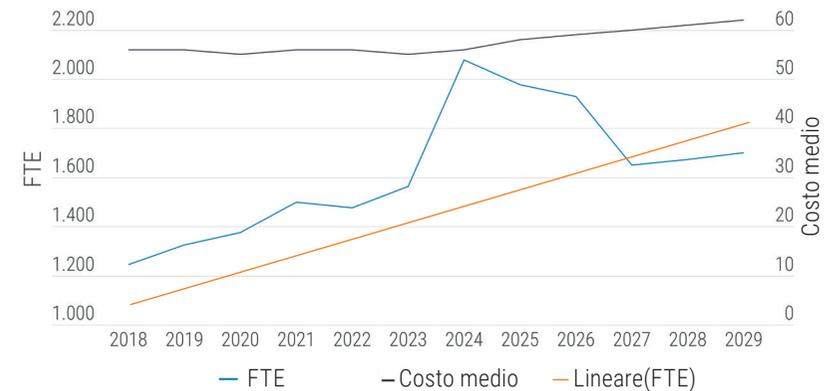


Figura 7: Evoluzione del capitale umano (dimensione dell'organico), prendendo in considerazione i fattori esogeni (sotto forma di aumento annuo del 2% del costo del lavoro) rispetto ai fondi disponibili. Gli FTE (senza dottorandi) sono indicati in arancione, il costo pro capite in blu (in migliaia di euro). La tendenza rimane positiva grazie all'aumento dei finanziamenti competitivi. Il pensionamento è un fattore trascurabile nella dinamica dell'evoluzione delle dimensioni dell'organico.

	2018-23	2024-29
Robotica	168.337	211.604
Nanomateriali	201.928	198.792
LifeTech	188.416	212.694
Scienze computazionali	65.567	107.425
Totale ricerca	624.247	730.515

Infrastruttura	137.243	167.166
Staff di supporto	48.330	61.961
Amministrazione	48.507	74.306
Governance	12.897	11.215
Totale altri	246.977	314.647
Totale complessivo	871.224	1.045.162

(A) Confronto dei budget 2018-2023 e 2024-2029. La tabella mostra l'entità dell'allocazione alla ricerca, il costo dell'infrastruttura, il costo delle funzioni a supporto della ricerca (compreso il trasferimento tecnologico, l'organizzazione della ricerca e la comunicazione), l'amministrazione e la governance. Il budget totale cresce mantenendo il rapporto tra le varie componenti. Tutte le cifre sono in migliaia di euro.

	2018-23	2024-29		2018-23	2024-29
OpEx	287.525	313.973	OpEx	33%	30%
CapEx	112.140	79.598	CapEx	13%	8%
Personale	471.560	651.591	Personale	54%	62%
Totale	871.224	1.045.162	Totale	100%	100%

(B) Confronto dei budget 2018-2023 e 2024-2029 per tipo di spesa: OpEx (spesa operativa), CapEx (spese in conto capitale) e personale. Da notare la riduzione dell'investimento in CapEx perché l'importante acquisizione dei locali di IIT è stata completata nel 2023. Tutte le cifre sono in migliaia di euro.

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Ricerca Blue Sky	50.304	45.495	45.399	34.818	37.657	36.954
Tecnologie per la sostenibilità	26.408	23.883	23.833	18.278	19.769	19.400
Cervello e macchine	26.940	24.364	24.313	18.647	20.167	19.790
Tecnologie a RNA	17.446	15.778	15.745	12.075	13.060	12.816
Insegnare la scienza ai computer	11.019	9.966	9.945	7.627	8.249	8.095
Tecnologie per la salute	14.506	13.120	13.092	10.041	10.859	10.657
Totale	146.623	132.607	132.327	101.486	109.760	107.712

(C) Entità stimata dell'investimento nella ricerca Blue Sky e nei programmi Flagship nel periodo 2024-2029. Circa 1/3 dello stanziamento totale della ricerca è destinato alla ricerca Blue Sky. Tutte le cifre sono in migliaia di euro.

Focus sul NextGenEU/PNRR

IIT partecipa principalmente alla **Missione 4** del Programma Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) (per lo più associato ai bandi del Ministero della Ricerca). Nello specifico, siamo partner di:

- **Tre progetti per Innovazione Ecosistema e Infrastrutture;**
- **Tre partenariati estesi;**
- **Tre Centri Nazionali;**
- **Un progetto** nell'ambito del **Fondo complementare** del PNRR.

IIT è inoltre partner in **quattro progetti** della **Missione 6** (associata al Ministero della Salute).

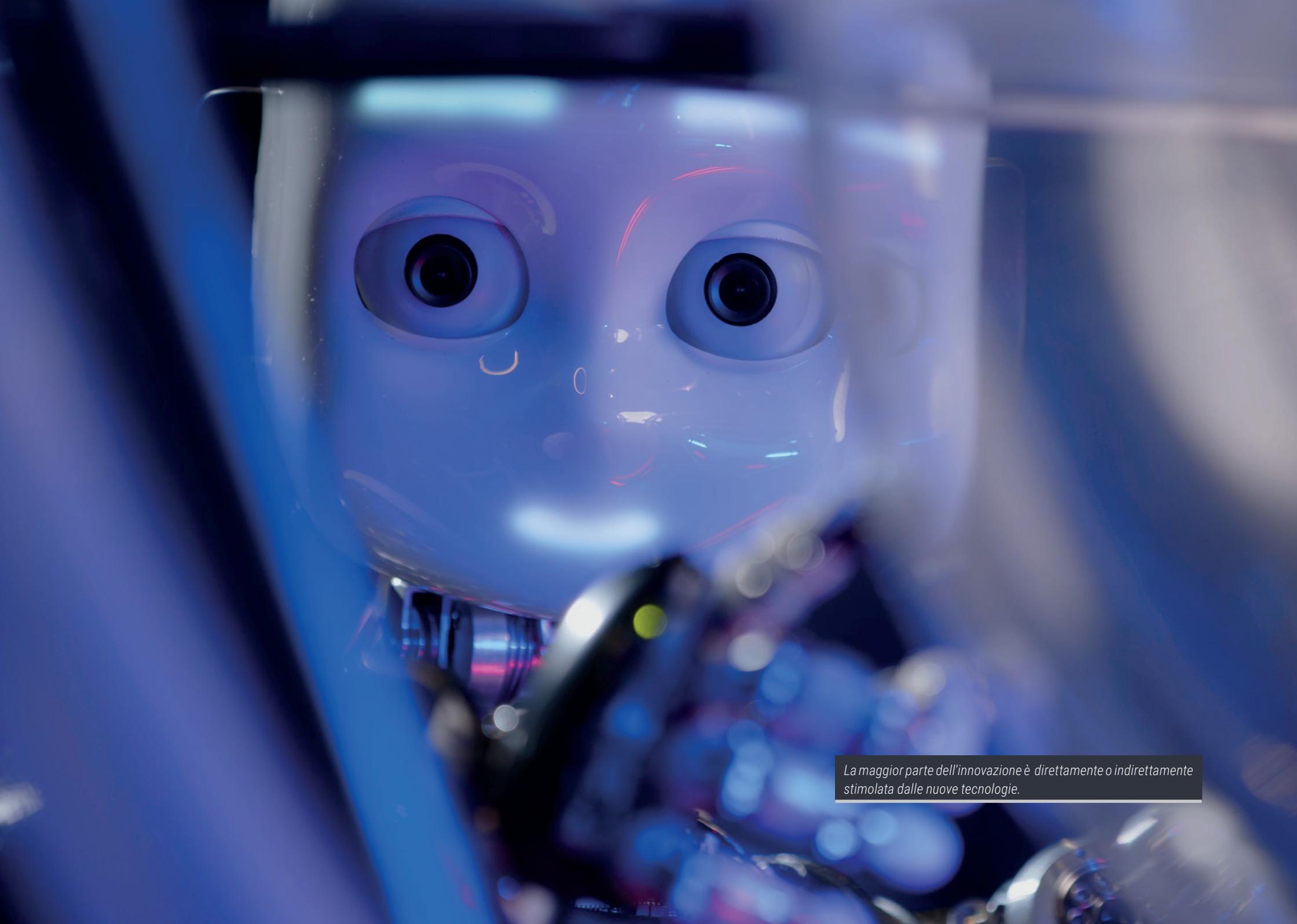
Il valore totale dei progetti NextGenEU/PNRR di IIT è di circa **115 milioni** di euro. Il finanziamento diretto per la ricerca e lo sviluppo (comprese le spese generali) è di **77,3 milioni** di euro, il finanziamento a cascata è di **26,7 milioni** di euro, lo stanziamento per i bandi destinati a nuove risorse di staff è di **6 milioni** di euro e circa **1,3 milioni** di euro sono destinati al sostegno dei dottorandi.

Attività degne di nota sono legate al trasferimento tecnologico attraverso il progetto **RAISE Innovation Ecosystem** con sede a Genova (principalmente robotica e IA), la **CoSyET Innovation Infrastructure** con sede a Torino (tecnologie per la transizione energetica), i **Centri Nazionali su HPC e tecnologie a RNA e il partenariato FAIR sull'IA**. Il **progetto Fit4Med** finanziato dal Fondo Complementare del PNRR si concentra sulla robotica per l'assistenza sanitaria. I temi dei progetti NextGenEU/ PNRR si collegano direttamente agli argomenti del presente Piano Strategico come nel seguente elenco:

- **Tecnologie per la sostenibilità** riguarda CoSyET e il National Biodiversity Future Center;
- **Cervello e macchine** è supportato da FAIR e Fit4Med;
- **Insegnare la scienza ai computer** riceve contributi dal Centro Nazionale su HPC, Big Data e Quantum Computing, e dal partenariato FAIR sull'IA;
- **Tecnologie a RNA** è completamente integrato con il Centro Nazionale per lo sviluppo di terapia genica e farmaci con tecnologia a RNA;
- **Tecnologie per la salute** è completamente allineato con Fit4Med.



Figura 8: Partner nei progetti NextGenEU/PNRR. La dimensione dei punti di riferimento è proporzionale al numero di accordi. I punti di riferimento con un bordo nero corrispondono alla compresenza di un centro della rete IIT.



La maggior parte dell'innovazione è direttamente o indirettamente stimolata dalle nuove tecnologie.

Il Piano Strategico in sintesi

Ambito	Azioni	Investimenti
Digitalizzazione e IA (IA first!)	1) Aumentare gli investimenti nella ricerca 2) Assumere e formare 3) Disegnare procedure per la cura dei dati 4) Digitalizzare le infrastrutture di laboratorio 5) Migliorare le infrastrutture di calcolo	ca. 150 milioni di euro
Gestione dei dati (come parte di IA first!)	1) Realizzare un'infrastruttura con servizi e strumenti perfettamente integrati 2) Stabilire politiche con obiettivi e linee guida sulla produzione di dati FAIR-by-design 3) Integrare una (nuova) forza lavoro qualificata di professionisti informatici e professionisti dei dati a supporto degli scienziati	Parte di Digitalizzazione e IA
Ricerca Blue Sky	1) Gestione scientifica: processi di valutazione che valorizzano la scoperta e valutano solo l'eccellenza 2) Attirare le migliori menti dal mercato 3) Mantenere e aggiornare l'infrastruttura di laboratorio	251 milioni di euro
Programmi Flagship	Intercettare: 1) Macro-tendenze sociali: riscaldamento globale e invecchiamento della popolazione 2) Esigenze tecnologiche emergenti: per la transizione energetica, bioingegneria e sanità, transizione digitale 3) Tendenze tecnologiche: l'intelligenza artificiale e le sue sotto-discipline 4) I punti di forza specifici dell'IIT che emergono dalla ricerca Blue Sky o dai Domini di Ricerca	480 milioni di euro
Ulteriori ambizioni	1) Patrimonio culturale (Venezia/CCHT), 2) Space Economy (Genova/CJIR)	ca. 5-6 milioni di euro
Migliori infrastrutture	1) Ristrutturazione delle infrastrutture e degli impianti (qualità degli spazi interni e di laboratorio, nuovi laboratori, spazi comuni/condivisi) 2) Manutenzione e potenziamento delle attrezzature (investimenti nei laboratori più critici e aumento dell'affidabilità delle apparecchiature) 3) Risparmio energetico (obiettivo 55% rinnovabili entro il 2030)	37,5 milioni di euro
Centri della rete	Garantire sostenibilità e qualità: 1) Cercare una migliore collocazione/infrastruttura 2) Mantenere la struttura tematica e la visione unitaria	Parte dell'infrastruttura
Energia sostenibile	Aumentare/migliorare: 1) Utilizzo di tecnologie efficienti 2) Fonti rinnovabili 3) Diverse strategie e servizi di acquisto 4) Gestione dei rifiuti/processi di riduzione dei rifiuti	ca. 13 milioni di euro
Istruzione superiore	Affrontare: 1) Sviluppo scientifico e trasversale a tutti i livelli di carriera 2) Programmi di mentoring per tutta la durata della carriera 3) Programma di internazionalizzazione IIT Global	ca. 1,5 milioni di euro
Trasferimento Tecnologico	"Clienti" esterni: 1) Creare il Programma di Collegamento Industriale 2) Avviare il programma Laboratori congiunti sistemici "Clienti" interni: 1) Migliorare i programmi di formazione per i ricercatori 2) Rafforzare gli strumenti a sostegno dell'imprenditorialità	ca. 3 milioni di euro

L'impatto previsto dei risultati del Piano Strategico

Ambito	Impatto previsto	Tipo
Digitalizzazione e gestione dei dati IA	Trasformare il modo in cui il calcolo traina scienza e sviluppo tecnologico , come i dati sono memorizzati e utilizzati dall'IA	Interno
Ricerca Blue Sky	Interno: progettare le direzioni future della scoperta scientifica di IIT Esterno: contribuire allo sviluppo delle conoscenze scientifiche e alla loro traduzione in tecnologia	Interno/Esterno
Programmi Flagship	Tecnologie per la sostenibilità contribuirà alla definizione di paradigmi di economia circolare (ad esempio elettronica) e alla progettazione di nuovi materiali per la transizione energetica (ad esempio ridurre la dipendenza dai materiali critici e migliorare l'efficienza) Cervello e macchine influirà sulla nostra comprensione del processamento dell'informazione nel cervello e dei metodi di machine learning per sistemi embodied (per esempio robot interattivi). Tradurrà anche queste nuove conoscenze in interventi migliorativi per patologie neurologiche e neuropsichiatriche (ad esempio autismo) Tecnologia a RNA adotterà un forte orientamento traslazionale in modo che lo studio dell'RNA generi nuovi metodi di ingegneria farmaceutica . L'obiettivo principale è la medicina di precisione per le malattie neurodegenerative e il cancro Insegnare la scienza ai computer migliorerà la nostra comprensione della teoria del machine learning e dell'IA . Avrà un impatto sullo sviluppo di metodi su misura per la chimica e la fisica. Contribuirà alla progettazione di IA affidabile con applicazioni in robotica e automazione Tecnologie per la salute svilupperà strumenti per misurare le condizioni dei pazienti nel quotidiano contribuendo a un cambio di paradigma nella prestazione di servizi medici. Integrerà l'enorme quantità di dati per progettare e inquadrare gli interventi terapeutici (medicina di precisione)	Esterno
Ulteriori ambizioni	Introdurre l' ingegneria dei materiali e le tecnologie digitali in due settori strategici dell'economia italiana: la conservazione del patrimonio culturale e lo spazio	Esterno
Migliori infrastrutture	Impatto sull' attrattività dell'IIT e sulla sua sostenibilità (ad esempio obiettivi ESG, ossia di governance ambientale, sociale e aziendale)	Interno
Centri della rete	Impatto sulla collaborazione di IIT con il sistema accademico nazionale nonché sulla sua attrattività e sostenibilità	Interno/Esterno
Energia sostenibile	Influire positivamente sulla sostenibilità finanziaria di IIT ma anche allineare i nostri obiettivi di ricerca (ad esempio sostenibilità) agli obiettivi ESG	Interno
Alta formazione	Aumentare l' attrattività di IIT attraverso un forte programma di istruzione e crescita individuale. Impatto sul sistema industriale nazionale formando giovani professionisti nelle STEM	Esterno
Trasferimento tecnologico	Interno: aumentare attrattività e opportunità di carriera Esterno: impatto sul sistema industriale nazionale fornendo direttamente soluzioni tecniche (vedere impatto previsto dei programmi Flagship)	Interno/Esterno



Migliorare l'efficienza nell'uso di energie alternative e materie prime sono obiettivi chiave per fornire tecnologie che rispettino i criteri di sostenibilità.

Appendice 1: I programmi Flagship

I **cinque programmi Flagship** presentati a pagina 22 mirano ad affrontare problemi su larga scala, che richiedono competenze estremamente trasversali e grandi gruppi di lavoro collaborativi.

I programmi Flagship sono collaborazioni visionarie su larga scala (di più ampio respiro rispetto alle collaborazioni biunivoche) tra Unità e Domini di Ricerca con **obiettivi ambiziosi ben definiti**. I programmi Flagship mirano a consolidare la presenza e la visibilità di IIT nei rispettivi domini di ricerca.

Ogni programma Flagship elabora metodi ed esperimenti, pratiche ingegneristiche e strategie di finanziamento competitivo per raggiungere i suoi obiettivi, adattandosi dinamicamente alle nuove direzioni di ricerca nate dalla curiosità. Per garantire che le nuove idee siano sempre coltivate e potenzialmente incorporate nell'avanzamento dei programmi Flagship, i PI alimenteranno la scoperta di idee innovative e impreviste partecipando al programma Blue Sky ("Ricerca Blue Sky @IIT" a pagina 32).

La possibilità di ricadute sul mercato da parte delle attività dei programmi Flagship si basa sulla comprovata esperienza di IIT nel trasferimento tecnologico verso l'industria e la clinica. Per quanto riguarda quest'ultima, si è soprattutto in contatto con gli ospedali di ricerca italiani (IRCCS). Gli obiettivi dei programmi Flagship comprendono quindi finalità sia scientifiche sia di trasferimento tecnologico.

I cinque programmi Flagship sono descritti nelle pagine seguenti.

Tecnologie per la sostenibilità

La Flagship **Tecnologie per la sostenibilità** si articola su diverse aree della sfida generale rappresentata dallo sviluppo sostenibile (la sfida sociale per la tutela del pianeta indicata a pagina 12). Sviluppa principalmente un piano di ricerca a partire dalle tecnologie derivate dalla nostra solida tradizione di scienze dei materiali, combinata con le nuove conoscenze di elettronica, robotica e IA. Le aree di applicazione sono energia, riciclo e riuso, trattamento e bonifica delle acque, sistemi agricoli, monitoraggio degli oceani, elettronica e robotica ecologica. Tutte le aree sono chiaramente collegate agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (OSS) delle Nazioni Unite ma anche alle aree di investimento dell'UE e soprattutto al programma NextGenEU (per IIT: il progetto per la realizzazione di un ecosistema di innovazione per la Liguria, denominato RAISE, l'infrastruttura di Innovazione da installare presso il CSFT/Torino, CoSyET, e la partecipazione al National Biodiversity Future Center).

IIT ha fatto conoscere e messo in pratica i concetti di recupero della biomassa rinnovabile e non rinnovabile e di altri tipi di rifiuti (ad esempio CO₂, materiali da apparecchi elettronici in dismissione) per sviluppare materiali sostenibili e ad alto valore aggiunto da reintrodurre sul mercato.



Migliorare l'efficienza nell'uso di energie alternative e materie prime sono obiettivi chiave per fornire tecnologie che rispettino i criteri di sostenibilità.

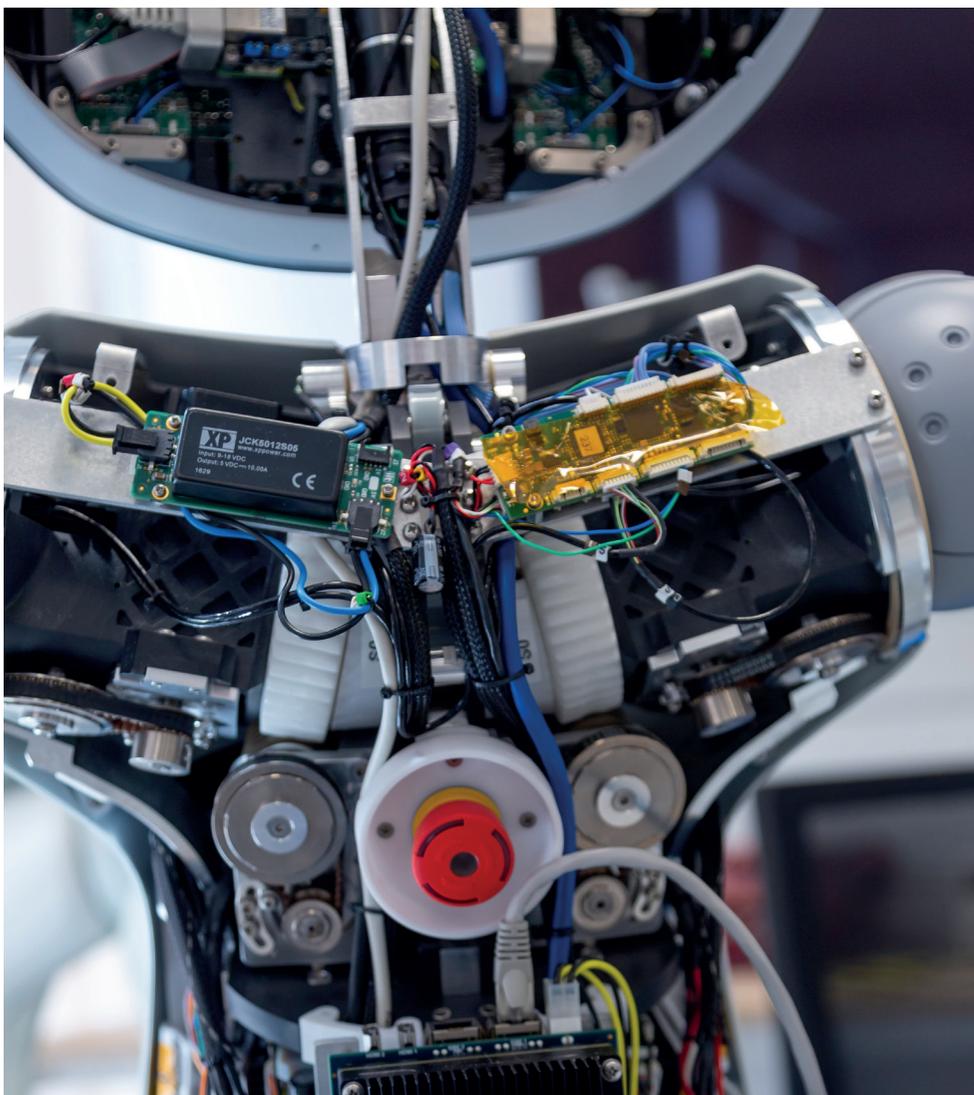
L'investimento totale dell'IIT ("Il budget del Piano Strategico rispetto al passato" a pagina 44) è di circa 8 milioni di euro/anno con il contributo di 34 Unità e Facility e più di 60 ricercatori. Inoltre, la Flagship gestisce circa 24 milioni di euro/anno di progetti UE e NextGenEU/PNRR. Circa 2 milioni di euro sono destinati a favorire le collaborazioni tra PI per la durata del Piano Strategico (2024-2029).

Per quanto riguarda l'**energia sostenibile**, la Flagship studierà (foto)catalisi, idrogeno, combustibili ecologici, fotovoltaico e stoccaggio di energia a vari livelli di maturità tecnologica (TRL da 1 a 5). Svilupperemo nuovi materiali, dispositivi e interi sistemi, con particolare attenzione alla caratterizzazione dei materiali. Tra gli esempi: 1) combustibili ecologici (cattura e valorizzazione CO₂, elettro-/fotocatalisi, elettrolizzatori, celle a combustibile); 2) conversione e stoccaggio di energia solare (perovskiti per fotovoltaico e materiali non fotovoltaici); 3) stoccaggio di energia (batterie, batterie secondarie ad alte prestazioni, elettronica stampabile e organica); 4) trasporto-distribuzione-trasferimento-gestione dell'energia (trasferimento di energia wireless).

Nelle applicazioni di **riciclo e riuso**, questa Flagship si concentrerà sul recupero di materie prime, organiche e inorganiche, da diverse risorse, principalmente rifiuti e biomasse, per sviluppare nuovi materiali avanzati con un basso impatto sulla produzione di carbonio. Nell'ambito dell'impegno volto al riciclo, vale la pena citare la crescente tendenza all'utilizzo dell'IA per l'ottimizzazione di enzimi attivi nella depolimerizzazione e per la predizione delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali.

Sul tema della **bonifica delle acque e cura della vita acquatica**, la Flagship si occuperà dello sviluppo di nuovi materiali funzionalizzati e processi avanzati per recuperare in modo efficiente acqua dolce da fonti non convenzionali come acque reflue, acqua di mare e umidità atmosferica. Saranno elaborati materiali e processi pienamente sostenibili (ad esempio attraverso la minimizzazione del consumo energetico e di ulteriori sottoprodotti di scarto).

Per il monitoraggio della qualità dell'acqua, progetteremo sensori "label-free" a rilevazione diretta, dispositivi miniaturizzati lab-on-chip, indicatori di inquinamento e linee cellulari con sistemi enzimatici avanzati in grado di consentire controlli in loco della qualità dell'acqua e dei sistemi di depurazione dell'acqua. I nostri studi sperimentali saranno supportati da simulazioni e modellizzazione delle interazioni di enzimi e microrganismi con inquinanti emergenti (PFAS, nano/microplastiche) e della loro biodegradazione. Monitorare, misurare e proteggere gli oceani ci porterà a una comprensione dell'interazione tra organismi viventi e sostanze inquinanti, consentendoci così di valutare i problemi di salute dovuti a rifiuti e inquinamento in generale.



I progressi nella scienza dei materiali e l'adozione di principi di progettazione bioispirata offrono nuovi modi di costruire e utilizzare robot con tecnologie conformi ai principi di sostenibilità.

La robotica avrà un impatto su applicazioni quali monitoraggio ambientale, agricoltura di precisione, riforestazione, protezione della biodiversità e bonifica. Purtroppo, come per molte tecnologie, la "spazzatura elettronica" può diventare uno dei principali attori nella produzione di rifiuti, creando un impatto negativo. La Flagship Tecnologie per la sostenibilità mira a creare soft robots costituiti da materiali a base biologica, biodegradabili, resilienti e capaci di riparazione, crescita e adattamento autonomi, deformabili e resistenti in ambienti complessi. Il comportamento di tali robot sarà generato attraverso modelli basati sull'IA e la tecnologia neuromorfa a basso consumo. Scientificamente, la progettazione di elettronica e robot "green" (ecologici) è un'enorme opportunità per un cambiamento di paradigma da perseguire con decisione.

In termini di **trasferimento tecnologico**, proseguiremo le nostre attività nel settore dei biomateriali che hanno già dato l'avvio a una startup nel 2022. Nuovi orizzonti promettenti sono legati al Laboratorio congiunto con l'Istituto Poligrafico della Zecca dello Stato. La ricerca in questa direzione mira ad eliminare dal ciclo produttivo eventuali materiali non riciclabili/non biodegradabili.

Per evitare duplicazioni, la Flagship Tecnologie per la sostenibilità collaborerà e utilizzerà gli strumenti per l'IA e le simulazioni sviluppati dalla Flagship Insegnare la scienza ai computer. Inoltre, la Flagship Tecnologie per la sostenibilità parteciperà allo sviluppo del Laboratorio di Sintesi automatizzata e adotterà standard e metodi di raccolta e conservazione dei dati. Questa Flagship utilizzerà anche tutte le attività sviluppate in IIT come un banco di prova o una sorta di grande laboratorio vivente in cui le soluzioni verranno verificate e ottimizzate per aumentarne il TRL in preparazione del loro trasferimento all'industria o alla clinica.

Cervello e macchine

La Flagship **Cervello e macchine** è un'attività che riunisce PI con competenze in neuroscienze a livello cellulare, di circuito, sistemico e cognitivo, al contempo aprendo un dialogo con la robotica e l'IA embodied. La Flagship mira a comprendere, in casi specifici, la funzione e la disfunzione cerebrale, a modellare il comportamento e a progettare robot autonomi sulla base delle conoscenze ottenute dalle attività di ricerca nelle neuroscienze. La Flagship si confronta alla pari con dipartimenti di ricerca rinomati a livello internazionale, come ad esempio il MIT Brain and Cognitive Sciences (BCS), che comprende 32 gruppi di ricerca e copre quattro aree di competenza. Programmi di neuroscienze simili esistono anche in altre istituzioni eccellenti (ad esempio la Graduate School of Systemic Neuroscience della Ludwig-Maximilians-Universität, l'Institute of Cognitive Neuroscience allo University College di Londra). Ciò mostra la rinascita dell'interesse per questi temi di ricerca all'interno delle comunità delle neuroscienze computazionali e cognitive.



I modelli computazionali dell'architettura funzionale del cervello alla base del comportamento animale possono essere efficacemente verificati nelle interazioni persona-robot.

La Flagship Cervello e macchine vanta diversi aspetti degni di nota, tra cui una storia unica di sviluppo dell'IA embodied in sofisticati sistemi robotizzati e la capacità di misurare la funzionalità del cervello su più scale, con un ampio spettro di tecniche.

L'investimento totale dell'IIT ("Il budget del Piano Strategico rispetto al passato" a pagina 44) è nell'ordine di 9 milioni di euro/anno con il contributo di 50 Unità e Facility e un gruppo di circa 75 ricercatori.

Inoltre, la Flagship gestisce circa 14 milioni di euro/anno di progetti UE e NextGenEU/PNRR. Circa 2 milioni di euro sono destinati a favorire le collaborazioni tra PI per la durata del Piano Strategico (2024-2029).

La Flagship Cervello e macchine si svilupperà lungo quattro grandi direzioni di ricerca:

- **Computazionale:** identificare i meccanismi computazionali della funzione cerebrale;
- **Cognitiva:** comprendere il cervello nella percezione, cognizione, azione e interazione;
- **Intelligenza artificiale embodied:** costruire un'intelligenza artificiale intrinsecamente legata al robot (interazione tra corpo, percezione e controllo);
- **Clinica:** trattare gli aspetti cognitivi e l'interazione in individui neuro-tipici e non.

Sul **lato computazionale**, la Flagship Cervello e macchine studierà le **regole fondamentali che governano l'elaborazione da parte del cervello a diversi livelli**, da quello delle sinapsi e cellulare al circuito, a quello sistemico e comportamentale. Ciò sarà realizzato combinando tecnologie all'avanguardia (elettrofisiologia, optogenetica) con approcci analitici avanzati in modelli animali e umani:

- A livello sinaptico e cellulare, studieremo come i dendriti elaborano i dati. In particolare, studieremo come la distribuzione relativa delle sinapsi eccitatorie e inibitorie produca una sommatoria non lineare degli input;
- A livello di circuito di neuroni, identificheremo l'elaborazione che supporta la flessibilità cognitiva e comportamentale e studieremo il contributo dei segnali neuromodulatori nel plasmare l'elaborazione e il trasferimento delle informazioni attraverso aree cerebrali funzionalmente distinte;
- Infine, a livello comportamentale, determineremo come le dinamiche neurali in specifici circuiti cerebrali corrispondano a stati comportamentali nei modelli animali.

L'elaborazione che si verifica su scale spaziali più fini (ad esempio a livello sinaptico e cellulare) saranno descritti e interpretati rispetto al loro potenziale contributo alle elaborazioni attuate su scale più elevate (ad esempio a livello di circuito, sistema e comportamento).

Per quanto riguarda il **lato cognitivo**, la Flagship Cervello e macchine mirerà a fornire spiegazioni meccanicistiche per le funzioni cerebrali studiando processi sensoriali come l'attenzione, la



La tecnica di registrazione optogenetica è uno strumento efficace per lo studio dei microcircuiti corticali.

pianificazione delle azioni e il controllo motorio, nonché la percezione del corpo e lo spazio personale.

Dal punto di vista metodologico, la nostra programmazione in ambito delle neuroscienze cognitive adotterà i seguenti approcci:

- Utilizzando misure comportamentali e neurali non invasive (motion capture - cattura del movimento, eye tracking - monitoraggio oculare, telecamere termiche, elettrofisiologia, EMG, fMRI, TMS), svilupperemo protocolli sperimentali in cui esseri umani o animali svolgono compiti percettivi o cognitivi;
- Andremo oltre i classici protocolli di neuroscienze cognitive verso progetti sperimentali ecologicamente più sostenibili e interattivi, dove studieremo l'interazione con l'ambiente e con altri agenti, in coppia e a gruppi, coinvolgendo soggetti naturali (umani e animali) e agenti artificiali (virtuali e fisici). Analizzeremo la sincronizzazione inter-cerebrale e inter-corporea e useremo anche tecniche di stimolazione cerebrale (non invasiva) per svelare i meccanismi della comunicazione sociale.

Per l'**Intelligenza Artificiale embodied**, la Flagship:

- **Svilupperà** algoritmi di apprendimento efficienti, a basso costo computazionale e minimizzando l'uso dei dati, modelli multimodali per sistemi embodied (robot), percezione attiva e auto-apprendimento, elaborazione bioispirata;
- **Farà progredire** la progettazione di dispositivi di controllo robotizzati in grado di captare, valutare, intervenire e prevenire i fenomeni ambientali e sociali grazie alla profonda conoscenza delle neuroscienze cognitive;
- **Svilupperà** un comportamento con capacità di adattamento per l'autonomia a lungo termine, come la pianificazione del movimento, il controllo della manipolazione e della locomozione, l'interazione sociale e fisica tra persone e robot, i modelli neuroscientifici dei meccanismi cognitivi (sui robot), l'autonomia condivisa e il feedback sensoriale multimodale;
- **Progetterà** l'intelligenza corporea: ovvero struttura, attuazione e rilevamento seguendo principi biologicamente accurati per l'ottimizzazione del robot/macchina, progettazione morfologica basata su strutture cedevoli dotate di capacità percettive e di attuazione a prezzi accessibili, progettazione meccatronica e dei robot utilizzando materiali sia rigidi che morbidi, robusti e capaci di adattamento (il nuovo iCub).

L'**aspetto clinico** del programma si concentrerà sulle disfunzioni del cervello, tra cui:

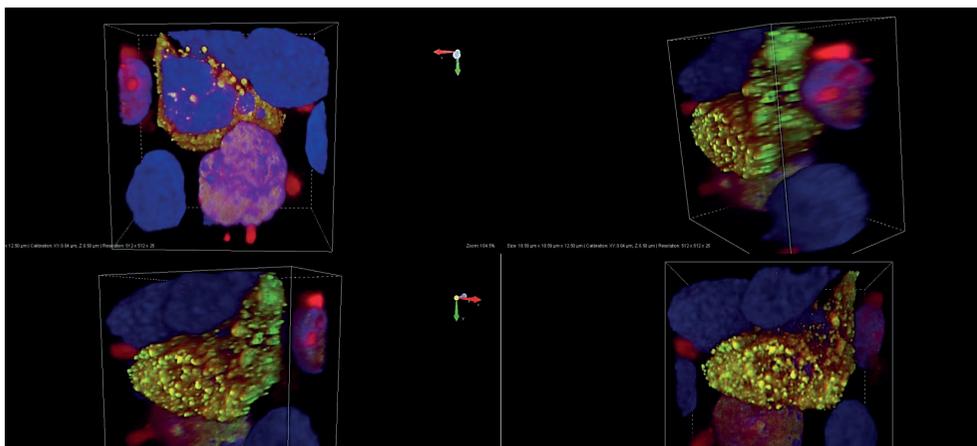
- **Isolamento e modifica** dei meccanismi neurali alla base del neurosviluppo tipico e atipico lungo tutto l'arco della vita e in neuropsichiatria;
- **Elaborazione** di protocolli riabilitativi mirati e/o diagnosi più precise con approcci personalizzati che massimizzino gli esiti terapeutici;
- **Progettazione** di nuovi metodi di intervento, come la riabilitazione assistita da robot (robot-assisted training - RAT), altri approcci comportamentali o farmaci per il trattamento dei deficit socio-cognitivi.

L'attività di ricerca in Cervello e macchine sarà inoltre strumentale al trasferimento tecnologico e alla creazione di startup, in particolare nei settori delle tecnologie indossabili, della robotica collaborativa e riabilitativa, dei robot per l'esplorazione di ambienti non strutturati, dell'IA e degli strumenti di precisione.

Tecnologie a RNA

La Flagship **Tecnologie a RNA** mira a introdurre conoscenze rivoluzionarie nella biologia dell'RNA, nelle tecnologie a RNA e nella scoperta di farmaci. La Flagship accoglie il contributo di diversi PI con competenze in biologia molecolare di base sulle interazioni tra RNA (non codificante) e RNA-proteina (simulazioni basate sull'IA), meccanismi di coinvolgimento dell'RNA nel cancro, rilascio di RNA, produzione di medicinali a base di RNA e profilazione di RNA clinicamente rilevanti.

La Flagship può anche usufruire di importanti collaborazioni già avviate con gli ospedali di Genova (Ospedale Pediatrico Gaslini e Ospedale San Martino) e di Aosta (progetto CMP³VdA, Ospedale Parini) relative alla genomica computazionale e medica. Tramite l'accesso ai dati dei pazienti dei partner clinici di IIT, la Flagship Tecnologie a RNA può soddisfare le esigenze della medicina personalizzata.



Le sonde a RNA possono essere utilizzate come strumenti di rilevamento per monitorare il progresso dell'aggregazione proteica nelle patologie.

Nel mondo ci sono relativamente pochi centri che studiano l'RNA con questo scopo. Esempi degni di nota sono le recenti iniziative presso l'UC Santa Cruz, l'Università del Massachusetts, l'Australian National University, il CRG catalano e l'Università del Nuovo Galles del Sud. Istituito il Center for Human Technologies (CHT) a Genova nel 2017 e la successiva RNA Initiative nel 2020, IIT è stato tra i primi nello sviluppo di vari strumenti sia hardware (ad esempio per il sequenziamento e l'omica), sia software (ad esempio identificazione di varianti, simulazioni molecolari, analisi dei dati derivati dal "Nanopore").

Per sostenere la Flagship RNA i PI di IIT hanno ottenuto 35 milioni di euro in fondi esterni. La natura del Programma RNA come raggruppamento di una tematica scientifica coerente, unitamente alla sua visione scientifica estremamente focalizzata, è stata determinante per ricevere anche una quota ingente del budget del Centro Nazionale per lo sviluppo di Terapia Genica e di Farmaci con tecnologia a RNA finanziato da NextGenEU/PNRR. Quindici PI, molti dei quali fanno parte del programma Tecnologie a RNA, hanno ricevuto un totale di 11 milioni di euro nell'ambito del Centro Nazionale. Le loro attività corrispondono sistematicamente alle azioni comprese nel programma stesso.

L'investimento totale dell'IIT ("Il budget del Piano Strategico rispetto al passato" a pagina 44) è nell'ordine di 5 milioni di euro/anno con il contributo di 21 Unità e Facility e più di 45 ricercatori. Inoltre, la Flagship gestisce circa 9 milioni di euro/anno di progetti UE e NextGenEU/PNRR. Circa 2 milioni di euro sono destinati a favorire le collaborazioni tra PI per la durata del Piano Strategico (2024-2029). Inoltre, fondamentale per il successo del programma Tecnologie a RNA, è la rete di enti scientifici con cui abbiamo accordi di collaborazione: l'Istituto Nazionale di Genomica Molecolare (INGM), Human Technopole (HT), il Biotecnopolo di recente creazione a Siena, e il Laboratorio Europeo di Biologia Molecolare (EMBL).

Gli obiettivi strategici del programma Tecnologie a RNA sono:

- **Giungere a scoperte fondamentali** nel campo della biologia dell'RNA non codificante e i relativi meccanismi d'azione;
- **Comprendere le opportunità offerte dall'RNA nelle terapie**, sviluppando nuovi modelli preclinici che siano patologicamente e anatomicamente rilevanti per la somministrazione di farmaci a base di RNA. Ottenere almeno un composto candidato farmaco basato su una molecola di RNA;
- **Aumentare il portafoglio di brevetti di IIT nelle tecnologie a RNA** e nelle terapie a RNA, giungendo potenzialmente alla creazione di startup e accordi di ricerca sponsorizzati con aziende nel campo della terapia a RNA.

Per raggiungere gli obiettivi del Programma, agiremo in diverse direzioni di ricerca per:

- **Sviluppare solide tecnologie omiche**, compresa la realizzazione di applicazioni di sequenziamento di terza generazione con l'impiego di Nanopore.

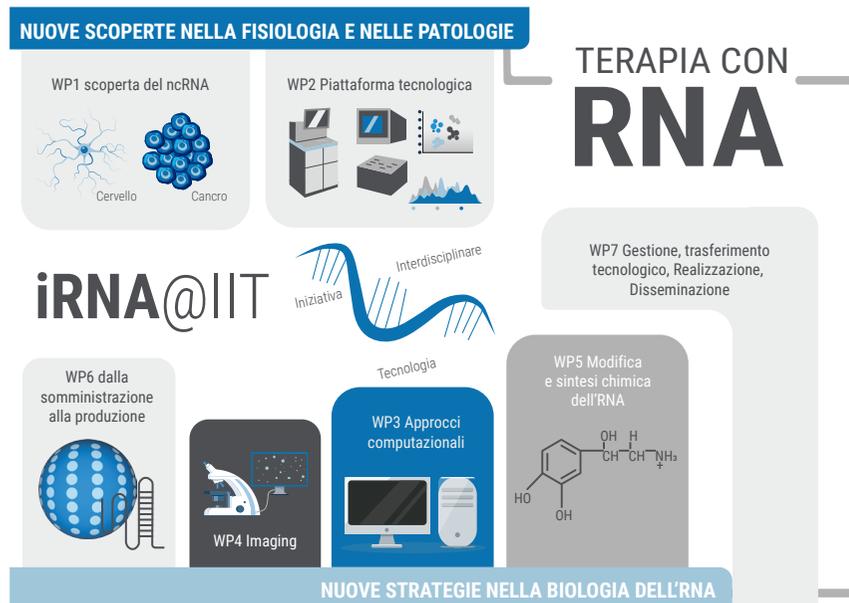


Figura 9: Rappresentazione degli obiettivi del programma Tecnologie a RNA.

- **Caratterizzare di nuovi meccanismi basati sull'RNA**, incluse modifiche chimiche e strutturali dell'RNA (ad esempio RNA circolare) e RNA artificiali (ad esempio aptameri). Un investimento mirato sulla strumentazione di laboratorio servirà ad aumentare la capacità del Programma di scoprire nuovi meccanismi;
- **Migliorare la genomica computazionale** e in particolare la genomica per la salute (progetto CMP³@VdA), tra cui i metodi per l'analisi dell'espressione genica, la previsione della funzione genica e l'annotazione delle varianti;
- **Rafforzare la biologia computazionale** per aumentare la capacità di prevedere le proprietà strutturali di molecole biologicamente rilevanti e per modellare la funzione regolatrice dell'RNA e gli effetti delle mutazioni. Utilizzare l'IA per prevedere le proprietà di ripiegamento dell'RNA e degli interattomi RNA-RNA, e applicare metodi di dinamica molecolare che tengano conto delle modifiche dell'RNA;

- **Ottimizzare i flussi di lavoro per approcci di biologia strutturale** alle proprietà dell'RNA tra cui analisi Cryo-EM di complessi proteina-RNA;
- **Sviluppare tecniche di microscopia dell'RNA** per approcci a singola molecola e tracciamento dell'RNA. Quest'ultimo si basa sulla nostra consolidata capacità nell'uso di microscopi a ultra-risoluzione e spettroscopia a fluorescenza;
- **Sviluppare modelli preclinici** di terapie a RNA, come organoidi, lab-on-chip e modelli animali per uno sviluppo preclinico di prodotti terapeutici a base di RNA. Ciò comporta l'affinamento di modelli che riproducano le principali condizioni fisiologiche e patologiche.

L'**impatto previsto** del programma Tecnologie a RNA ha due componenti principali: 1) ricerca fondamentale sui **meccanismi d'azione dell'RNA in alcuni processi cellulari**, come quelli coinvolti nel cancro e nella neurodegenerazione; 2) ricerca traslazionale nell'**ingegnerizzazione di farmaci basati sull'RNA** al fine di identificare e avere come bersaglio molecolare nuove "pocket" con funzioni rilevanti nei processi cellulari considerati.

Entrambe le componenti si basano sulle forti competenze computazionali di IIT in termini di simulazioni molecolari e sull'uso dell'IA per modellare e interpretare ulteriormente la grande quantità di dati generati dagli esperimenti.

Insegnare la scienza ai computer

Le simulazioni di dinamica molecolare, l'IA e la "data science" sono diventati pilastri della scienza contemporanea. Le loro applicazioni e il loro ulteriore sviluppo sono fondamentali per affrontare la transizione verso un'economia più ecologica e attenuare i problemi sanitari di una popolazione che invecchia. A tal fine, questa Flagship riunisce PI rinomati per le competenze in fisica e chimica e PI con una vasta esperienza in matematica e informatica. Il nostro obiettivo è garantire che la profonda conoscenza dei problemi fornita dagli esperti di settore diventi il punto di partenza per la prossima generazione di metodi efficienti di IA.

L'investimento totale dell'IIT ("Il budget del Piano Strategico rispetto al passato" a pagina 44) è di circa 4 milioni di euro/anno con il contributo di 16 Unità e Facility e 30 ricercatori. Inoltre, la Flagship gestisce circa 4 milioni di euro/anno di progetti UE e NextGenEU/PNRR. L'IIT ha inoltre impegnato circa 3 milioni di euro da utilizzare nei prossimi 5-6 anni per accelerare lo sviluppo di conoscenze in IA. L'investimento di IIT include anche l'infrastruttura HPC (3Pflops nel 2023) e l'infrastruttura di conservazione dei dati a disposizione dell'intero Istituto, entrambi essenziali per convalidare e sviluppare soluzioni all'avanguardia per la scienza dei dati, il machine learning e l'IA. Inoltre, IIT partecipa al Centro Nazionale di HPC e Quantum Computing, finanziato nell'ambito del programma NextGenEU/PNRR. Il budget di IIT è di 8,6 milioni di euro.

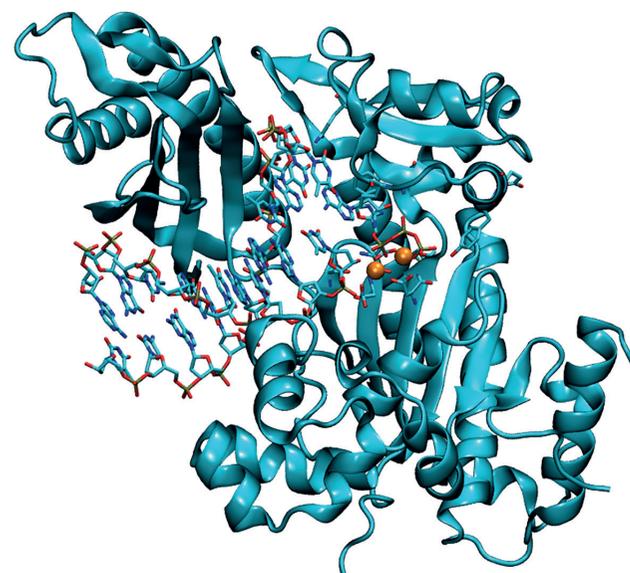
Il partenariato esteso sull'IA (denominato FAIR) finanzia i PI di IIT con 3,4 milioni di euro. La nostra partecipazione al Network Europeo ELLIS sul machine learning rappresenta un passo cruciale per la visibilità e il riconoscimento di IIT nel dominio delle Scienze Computazionali. Al contempo, stiamo esplorando il quantum computing (QC) a livello puramente algoritmico, attraverso l'infrastruttura del Centro Nazionale ed un accordo con il CERN. Quest'importante area è accessibile solamente a livello software (l'hardware per QC è fuori portata per le finanze di IIT). A causa delle limitazioni hardware, le applicazioni di QC sono ancora limitate e molto teoriche. Al momento, quindi, ci stiamo concentrando sullo stabilire i limiti computazionali e le prestazioni del QC nelle simulazioni molecolari.

Un altro sotto-obiettivo di questo Programma è l'integrazione sinergica delle leggi fisiche fondamentali e della conoscenza di settore con il machine learning, al fine di risolvere problemi di vita reale in chimica e fisica in presenza di dati mancanti, intervallati, scarsi o rumorosi. I problemi tipici includono: l'analisi dell'interazione di molecole di piccole dimensioni con grandi bersagli come proteine, RNA o DNA; la previsione delle proprietà dei materiali per consentirne un rapido sviluppo; simulazioni su larga scala per ottimizzare la progettazione dei robot. Queste applicazioni del machine learning richiedono lo sviluppo di nuovi algoritmi in grado di funzionare comprovatamente bene, nonostante la complessità degli insiemi di dati. Vorremmo

che i computer comprendessero i processi chimici e fisici fondamentali, superando le soluzioni a scatola chiusa, puramente basate sui dati. Questo porterà alla generazione di algoritmi di apprendimento migliori, in grado di identificare le caratteristiche meccanicistiche cruciali di processi chimici e biologici complessi, senza doverle apprendere da una mole di dati.

A sua volta, questo consentirà di svelare e controllare processi chimici articolati, portando alla razionalizzazione della progettazione di processi catalitici complessi o all'ingegnerizzazione di nuovi farmaci. Pertanto, la Flagship Insegnare la scienza ai computer sarà rilevante anche per altri programmi Flagship, come quello che studia le tecnologie a RNA.

La **ricerca di base in machine learning** porterà a una nuova generazione di algoritmi perfezionati in grado di incorporare e integrare le informazioni pregresse sul problema specifico in questione.



I sistemi di HPC che agiscono in maniera massivamente parallela possono risolvere problemi biologici su larga scala.

Stabiliti gli obiettivi precedentemente illustrati, ci concentreremo sui seguenti aspetti:

- **ML basato sulla fisica:** incorporare conoscenze pregresse in un dato problema di ML sotto forma di equazioni matematiche che descrivono leggi della natura definite da equazioni differenziali parziali (PDE) o sistemi dinamici;
- **Apprendimento continuo:** studiare il processo di apprendimento di nuovi compiti, sfruttando le conoscenze esistenti derivate dal precedente svolgimento di altre attività e progettando algoritmi in grado di accumulare e trasferire conoscenze per accelerare l'apprendimento futuro;
- **ML su larga scala:** sviluppare soluzioni algoritmiche prestabilite con requisiti adattati alla difficoltà del problema e alla qualità dei dati. Questi sistemi saranno progettati per adattarsi all'infrastruttura computazionale disponibile (da tiny a edge ML);
- **IA affidabile:** sviluppare rigorose garanzie in termini di accuratezza e costi computazionali, certificando che i modelli derivati siano robusti rispetto a potenziali perturbazioni dei dati (sia stocastici, sia antagonistici) ma anche a specifiche errate dei modelli;
- **Apprendimento multimodale (MML)** e informazioni privilegiate: sfruttare tipologie di dati diversificati ed eventualmente complementari, tenuto conto che non tutte le informazioni disponibili durante l'addestramento potrebbero essere accessibili o affidabili anche in fase di inferenza.

Le principali aree di ricerca e attività sono:

- Catalisi chimica e biochimica;
- Progettazione del ligando e scoperta del farmaco;
- Relazione tra struttura e funzione di proteine e acidi nucleici;
- Ingegneria di nuovi biomateriali;
- Progettazione di materiali e nanomedicina;
- Data science per genomica e multiomica;
- Robotica e sistemi integrati;
- Visione artificiale e bioimaging;
- Neuroscienze cognitive e sistemiche;
- Teoria del ML.

Dal punto di vista tecnico, gli strumenti principali includono reti neurali "deep" (deep neural networks – DNN) in sostituzione di PDE, della rappresentazione alternativa delle variabili di stato, dell'approssimazione della teoria quantistica tramite metodi di ML, ecc. Questi strumenti troveranno applicazione nello studio delle proteine e degli acidi nucleici e sono quindi collegati al programma Tecnologie a RNA. I tempi per questi studi sono maturi, considerata la crescente quantità di dati di genomica, trascrittomica, lipidomica, proteomica e metabolomica, che saranno utilizzati per arricchire i nostri modelli e conoscenze di settore.

Esploreremo il ML generativo per creare nuove entità molecolari rilevanti per il design di farmaci e materiali. I processi catalitici di rilevanza industriale faranno parte dell'analisi e della modellazione mirate del sistema.

Oltre al suo valore teorico e scientifico (algoritmi), l'**impatto atteso** riguarderà la comprensione dei processi chimici quali le reazioni catalitiche nei materiali e negli enzimi, la progettazione logica delle sostanze chimiche con caratteristiche ingegnerizzate e prestazioni migliorate, la progettazione di farmaci e proteine ingegnerizzate. Come osservato in precedenza, questa attività ha già portato al trasferimento tecnologico con la creazione di due startup (per lo sviluppo di farmaci in silico e la scoperta di farmaci).

Inoltre, nuovi metodi per l'addestramento dei dispositivi di controllo e l'elaborazione delle informazioni sensoriali in ambienti difficili da modellare possono determinare la differenza tra successo o fallimento nella robotica. MML, apprendimento continuo e meta-apprendimento sono chiaramente vantaggiosi quando si progettano robot che hanno accesso a risorse computazionali limitate durante lo svolgimento dei loro compiti, grazie all'abilità di applicare le conoscenze acquisite in maniera generalizzata e in contesti nuovi. Progetteremo robot controllati da algoritmi che imitano le reti neurali biologiche e sfruttano i principi del calcolo neurale. Il ML basato sulla fisica aiuterà a generare bioimmagini ricche di informazioni in super-risoluzione.

Tecnologie per la salute

Ad oggi, si stima che il 21,1% della popolazione europea abbia più di 65 anni. Si stima che questa percentuale aumenterà almeno fino al 2058, raggiungendo il 30,3%.

L'invecchiamento è associato a molteplici patologie, tra cui compromissioni neuromotorie, perdita di resistenza muscolare e ossea, malattie cardiovascolari e metaboliche, cancro e declino cognitivo associato alla neurodegenerazione. Questi dati richiedono una riforma dell'assistenza alla persona (caregiving).

La Flagship **Tecnologie per la salute** mira a rivoluzionare l'assistenza alla persona progettando e convalidando strumenti per aiutare persone fragili e le comunità che le ospitano a mantenere l'indipendenza e rimanere in salute, riducendo così l'ospedalizzazione. La Flagship mira anche a creare ambienti con architetture ideate dall'IA per favorire la continuità delle cure dall'ospedale a casa.

L'investimento totale dell'IIT ("Il budget del Piano Strategico rispetto al passato" a pagina 44) è nell'ordine di 5 milioni di euro/anno con il contributo di 28 Unità e Facilities e circa 40 ricercatori. Le attività del programma saranno condotte nell'ambito di diversi progetti finanziati a livello nazionale e comunitario, tra cui molteplici progetti ERC StG e CoG, progetti MSCA, progetti EIC Pathfinder, NextGenEU, Horizon Europe, progetti AIRC, e borse di studio e finanziamenti da parte di fondazioni private (circa 10 milioni di euro/anno in totale). Circa 2 milioni di euro sono destinati a sostenere le collaborazioni tra PI per la durata del Piano Strategico (2024-2029).

Saranno progettate, sviluppate, convalidate e, infine, rese disponibili due classi di tecnologie:

- **Sensori, IA e assistenti robotici**, compagni robotici per monitorare gli individui fragili a casa (ambienti intelligenti e interattivi);
- **Sistemi attivabili di somministrazione di farmaci** per dispensare terapie on demand, a domicilio (smart medicines).

La dotazione di sensori indossabili point-of-care (PoC), IA e tecnologie robotiche migliorerà la cura quotidiana di individui fragili e pazienti con malattie croniche a domicilio. Una vita più sana, attiva e indipendente sarà facilitata da monitoraggio e riabilitazione continui, consentendo di migliorare le relazioni sociali e, in particolare, la qualità della comunicazione tra pazienti, medici e parenti.



La robotica sta trasformando il campo della riabilitazione neurologica e post-traumatica.

Il monitoraggio remoto sarà integrato con dispositivi attivabili a comando per la somministrazione di farmaci che erogano agenti terapeutici (piccole molecole, RNA, proteine, anticorpi e nanoparticelle) con precisione. Sistemi di somministrazione di farmaci su nanoscala/microscala iniettabili e impiantabili, saranno attivati sulla base delle informazioni raccolte dall'ambiente circostante sensorizzato.

Dal punto di vista tecnologico, l'obiettivo è quello di sviluppare soluzioni per misurare lo stato di salute ed erogare trattamenti on demand senza distogliere le persone dalle proprie consuetudini. Questo è il piano delle azioni concepite per permettere alle persone di invecchiare in salute.

La Flagship mira ad affrontare questioni scientifiche fondamentali, come chiarire i meccanismi alla base dell'interazione tra l'uomo e le tecnologie al fine di facilitarne l'accettazione, identificare biomarcatori funzionali e fisiologici in grado di misurare oggettivamente la qualità della vita del paziente e i risultati dell'intervento medico e indagare nuove relazioni di causa-effetto tra parametri biologici e comportamentali e sintomi biomedici.

Il nostro punto di partenza è tecnologico. Esempi di tecnologie già nel portfolio dei nostri ricercatori includono: diagnostica PoC non invasiva, visione artificiale per monitorare il comportamento, sensori commestibili e "digital twins" (gemelli digitali) per analizzare lo stato motorio, cognitivo, sensoriale e fisiologico generale del paziente. La parte del programma dedicata allo sviluppo di metodologie innovative per la somministrazione dei farmaci realizzerà tecnologie per consentire un trattamento senza ospedalizzazione, sulla base delle informazioni raccolte nell'ambiente di rilevamento.

I dati saranno messi a disposizione dei clinici per la diagnosi. I sistemi di controllo, a partire dai dati sensoriali, possono elaborare un'adeguata modalità di interazione con la persona in cura ed attuare opportuni interventi di assistenza. In questo contesto, la Flagship svilupperà sensori indossabili, dispositivi attivabili per la somministrazione di farmaci, sistemi interattivi intelligenti come agenti robotici, stazioni intelligenti, strumenti per la navigazione e la riduzione del disorientamento, protocolli di riabilitazione robotizzati o basati sulla musica per assistere un individuo nell'esecuzione di attività di vita quotidiana, allenamento, riabilitazione o comunicazione con i care giver.

La Flagship indagherà anche la sinergia tra un individuo e l'ambiente intelligente, quali le dinamiche di interazione, la sintonia sociale tra il paziente e i robot e il rilevamento di ciò che

guida l'attenzione del paziente, come metodo per aumentare la sintonia tra paziente e robot. Diversi componenti di questo scenario innovativo hanno un alto livello di maturità tecnologica (TRL). La proprietà industriale è protetta grazie alla brevettabilità già nella fase iniziale dello sviluppo del progetto. Le opportunità di trasferimento tecnologico sono numerose: protesi, dispositivi PoC, sensori e dispositivi di somministrazione di farmaci, pronti per la commercializzazione destinati alle tipologie di pazienti per i quali questi i dispositivi sono stati sviluppati, o sottoposti a diversi livelli di convalida clinica/preclinica.

Grazie ai risultati dei laboratori congiunti tra INAIL e IIT, la Flagship Tecnologie per la salute può perseguire diverse strade per raggiungere il mercato. Questo include licenze, ulteriori laboratori congiunti con imprese e costituzione di startup. È anche ipotizzabile una startup per commercializzare le nostre protesi (ad esempio mano, gomito, caviglia) o piccoli dispositivi robotici domestici. Inoltre, gli studi sull'interazione persona-macchina e l'applicazione del concetto di somministrazione di farmaci ad hoc contribuiranno al successo anche delle Flagship Cervello e macchine e Tecnologie a RNA.

Appendice 2: Infrastrutture e Centri

L'infrastruttura di IIT comprende i **Laboratori Centrali di Genova** e i **Centri della Rete**. La dimensione totale dei laboratori è di circa 50.000 m².

I **Centri della Rete** sono stati creati per sviluppare le relazioni tra IIT e le migliori menti del mondo accademico italiano, per integrarne lo sviluppo strategico e per valorizzare l'eccellenza dei centri di ricerca italiani.



Ingresso del Center for Convergent Technologies (CCT) di Genova.

Per lo sviluppo futuro dei Centri, gli obiettivi strategici generali sono:

- **Garantire la sostenibilità a medio-lungo termine** dei Centri con particolare attenzione alle dimensioni (cioè alla massa critica di scienziati), networking locale (trasferimento sia scientifico, sia tecnologico) e sostegno finanziario (finanziamenti regionali e da altri enti finanziatori);
- **Garantire infrastrutture e sedi di alta qualità per tutti i Centri** nonché la disponibilità di adeguate attrezzature di laboratorio.

Nell'ambito dell'evoluzione infrastrutturale, questo Piano Strategico definisce diversi principi generali pratici:

- **Avviare un'approfondita ricerca di luoghi e spazi di laboratorio adeguati**, al fine di rafforzare le collaborazioni scientifiche o tecnologiche e definire obiettivi comuni favoriti dal lavoro condotto in uno stesso luogo;
- **Mantenere una struttura tematica coerente e una visione unitaria** dei Centri e, ove necessario, contribuire alla focalizzazione con assunzioni mirate. I Centri dovrebbero evitare l'isolamento e mantenere sia un collegamento continuo con i Laboratori Centrali sia con i partner locali accademici o non accademici;
- **Ridurre il numero di Centri** e favorire l'economia di scala allorché sia strategicamente allineata con la visione generale di trasferimento scientifico e tecnologico di IIT;
- **Creare Laboratori congiunti istituzionali** invece che mantenere la complessa struttura del Centro per cogliere specifiche opportunità di collaborazione e tra queste favorire la presenza di IIT in altri Paesi.

Queste azioni sono anche ampiamente sostenute istituzionalmente dal Comitato Tecnico Scientifico – CTS – nella valutazione periodica dello stato dei Centri della Rete.

Internamente, stiamo riorganizzando e investendo nelle Facility condivise anche alla luce del fatto che, con l'aumento del numero di PI, IIT deve ulteriormente pianificare e regolare l'utilizzo dei laboratori tecnologicamente avanzati e sempre più onerosi.

Ci sono **18 Facility a Genova** e **11 laboratori infrastrutturali nei Centri della Rete**. Le Facility sono organizzate e supervisionate da ciascun Dominio di Ricerca come segue :

- **Robotica:** Mechanical Workshop, Electronic Design Laboratory, Advanced Robotics, iCub Technology, Industrial Robotics;
- **Nanomateriali:** Material Characterization, Electron Microscopy, Clean Room, Chemistry, Material Technologies for Industry;
- **Tecnologie per le Scienze della Vita:** Animal Facility, Neurofacility, Genomics, Translational Pharmacology;
- **Scienze computazionali:** Data Science and Computation (read HPC), Analytical Chemistry, Structural Biophysics, Medicinal Chemistry and Technologies for Drug Discovery and Delivery.



Le attività di ricerca del Center for Human Technologies (CHT) sono focalizzate sulle tecnologie per la salute umana, la riabilitazione e l'interazione persona-macchina.

Inoltre, a fine 2022 è stata installata una infrastruttura di conservazione dei dati della ricerca a disposizione dell'intero istituto (10 PB in totale). Oltre all'HPC, si tratta di una risorsa fondamentale nella ricerca sempre più basata sul corretto mantenimento, riuso ed analisi dei dati scientifici FAIR prevista dal presente Piano Strategico. Tutti i laboratori richiederanno una digitalizzazione importante per strutturare l'acquisizione, razionalizzare l'archiviazione e organizzare i dati¹⁹ per consentire un migliore utilizzo con metodi di IA. In preparazione

a questa transizione digitale è iniziata una mappatura completa di tutti gli strumenti e del loro livello di maturità per la valutazione del loro utilizzo. Anche i sistemi software saranno mappati e organizzati in quanto anch'essi cruciali per una transizione digitale efficiente (standardizzazione del software e riutilizzo interno). Questa mappatura diventerà parte delle specifiche interne per lo sviluppo e la conservazione dei software. Poiché alcune infrastrutture, come un computer quantistico, sono economicamente irraggiungibili, manterremo un approccio parsimonioso cercando accordi per accedere alle tecnologie all'avanguardia, ma costose. In questo contesto, i Centri Nazionali NextGenEU/PNRR svolgeranno un ruolo cruciale nel fornire accesso a determinate infrastrutture. Perseguiamo anche sforzi federati per condividere grandi attrezzature, ad esempio programmi infrastrutturali dell'UE²⁰.

La seconda grande transizione infrastrutturale riguarda l'efficienza energetica e la sostenibilità. L'analisi è iniziata e indicherà come adempiere agli obiettivi del Green Deal europeo: l'obiettivo di IIT sarà l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili pari al 55% del proprio fabbisogno entro il 2030. L'approccio di IIT includerà edifici energeticamente efficienti, comportamenti sostenibili e migliori fonti energetiche. Ciò deve avvenire mantenendo le nostre prestazioni scientifiche e tecniche ("Appendice 6: Energia sostenibile" a pagina 69). La Flagship Tecnologie per la sostenibilità ("Tecnologie per la sostenibilità" a pagina 52) utilizzerà anche tutte le infrastrutture di IIT come laboratorio vivente per verificare e perfezionare alcune delle nostre soluzioni per sostenere la sfida della salvaguardia del nostro pianeta.

Il terzo grande rinnovamento infrastrutturale di questo Piano Strategico riguarda la sanità, nello specifico, il Centro di Medicina Computazionale e Tecnologica di Genova Erzelli. L'ospedale di Erzelli è uno dei progetti Flagship italiani di competenza del Ministero della Salute e dei programmi NextGenEU. Grazie alla nostra esperienza nella progettazione e realizzazione del Center for Human Technologies (CHT, sempre a Genova) e del CMP³VdA (5000 genomi) in Valle d'Aosta, IIT è stato incaricato di contribuire alla progettazione di circa 20.000 m² di spazi di laboratorio. Puntiamo a progettare un laboratorio adatto a studi clinici di fase I (first-in-human) in cui sviluppare medicina di precisione (secondo l'obiettivo della Flagship Tecnologie a RNA), neuroscienze (in linea con la Flagship Cervello e macchine) e metodi di riabilitazione tecnologicamente innovativi (come parte della Flagship Tecnologie per la salute).

19 I dati dovrebbero essere FAIR (Trovabili, Accessibili, Interoperabili, Riutilizzabili).

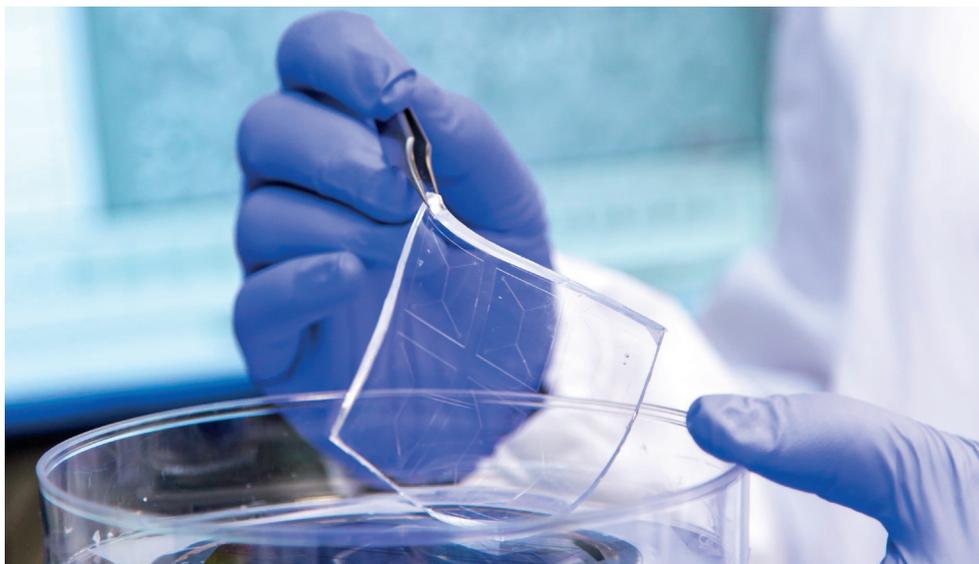
20 Ad esempio: IIT coordina il progetto Eurobench (<https://eurobench2020.eu>) ed è partner del progetto Euro Bioimaging (<https://www.eurobioimaging.eu>).

Appendice 3: La Piattaforma tecnologica

Uno dei principali asset di IIT consiste nella disponibilità di laboratori all'avanguardia e opportunamente attrezzati. Questo perché nonostante l'avanzamento delle attività di simulazione digitale, le sperimentazioni rimangono comunque necessarie.

La **qualità delle attrezzature di laboratorio** fa parte dell'attrattività di IIT. Tuttavia, i laboratori richiedono manutenzione e aggiornamenti continui per rimanere all'avanguardia. Pertanto, parte del nostro Piano Strategico riguarda gli investimenti in attrezzature.

IIT ha progressivamente impegnato un livello crescente di risorse per **provvedere al mantenimento e all'ampliamento** delle Facility. Questa è una decisione strategica che avrà effetti nel corso del Piano Strategico 2024-2029.



Ogni Facility di IIT offre a ricercatori e studenti una vasta gamma di servizi, da quelli essenziali di routine a servizi tecnici e di supporto avanzati.

Attualmente le Facility includono:

Scienze Computazionali: calcolo ad alte prestazioni (HPC), installazione e ottimizzazione di software per architetture parallele, IA e sviluppo software simulativo.

LifeTech: modelli animali avanzati e supporto alla sperimentazione animale, analisi multiomica (MS, NMR, sequenziamento, profilazione di singola cellula), imaging multimodale, caratterizzazione strutturale e biofisica, chimica di sintesi e medicinale, biochimica, neurobiologia, saggi biochimici e cellulari, genomica completa e trascrittomica, sequenziamento di frammenti di acidi nucleici di differente lunghezza. L'osservazione dei fenomeni cellulari è completata da competenze di nanoscopia ottica.

Nanomateriali: progettazione di funzioni mediante nanofabbricazione, prototipazione di dispositivi, sintesi di nanomateriali (compositi/strutturati), caratterizzazione all'avanguardia delle proprietà dei materiali (ad esempio mediante diffrazione a raggi X, microscopia elettronica, spettroscopia, analisi delle superfici).

Robotica: prototipazione virtuale e simulazioni, progettazione elettronica e meccatronica, sviluppo software e firmware, lavorazione a controllo numerico (CNC), additive manufacturing, test di pre-compliance di compatibilità elettromagnetica (EMC).

Come accennato in precedenza, l'automazione e l'IA stanno imprimendo un'accelerazione alla ricerca sui nanomateriali. IIT istituirà un Automated Synthesis Lab che si concentrerà sulla produzione di nanomateriali (organici, inorganici, ibridi) attraverso la progettazione sperimentale sistematica e l'esecuzione utilizzando strumentazione automatizzata, raccogliendo e integrando i dati pronti per IA e ML.

Il laboratorio supporterà le esplorazioni in una vasta gamma di fenomeni dei materiali su nanoscala fornendo percorsi automatizzati per la sintesi (Figura 10 a pagina 65).

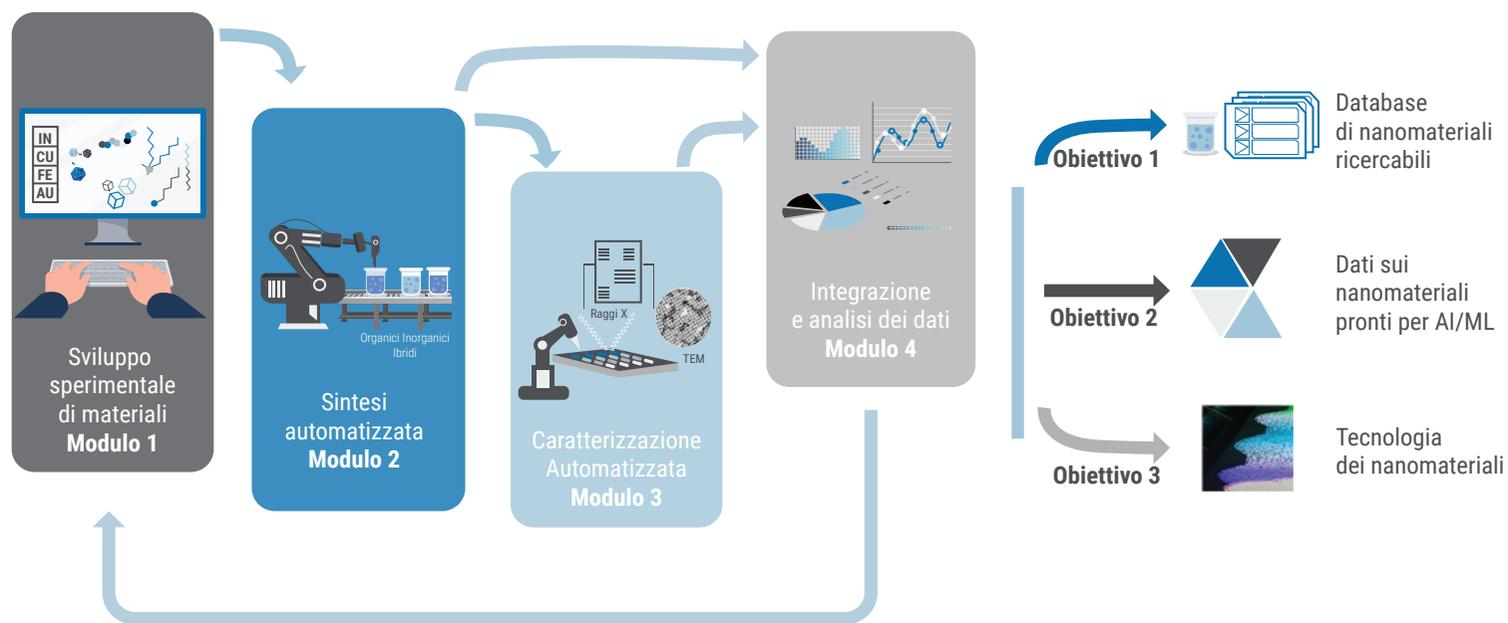


Figura 10: Flusso di lavoro previsto nell'Automated Synthesis Lab di IIT. Il Laboratorio si basa su quattro moduli interattivi: sviluppo sperimentale dei materiali, sintesi automatizzata e caratterizzazione automatizzata, che arricchiranno il modulo dedicato alla raccolta dei dati per l'integrazione e l'analisi. Questa infrastruttura hardware e software innovativa mirerà a rifornire continuamente un database di nanomateriali accessibile alla ricerca di ogni tipo di dato (obiettivo 1), a produrre dati FAIR per IA/ML (obiettivo 2) e rappresenterà la base di partenza per startup e brevetti nella tecnologia dei nanomateriali (obiettivo 3).

Appendice 4: Breve storia di IIT

L'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) è una **Fondazione di diritto privato**, istituita dallo Stato a fine settembre 2003, e disciplinata dagli articoli 14 e seg. del Codice civile.

IIT è prevalentemente finanziato dallo Stato con l'obiettivo di stimolare lo **sviluppo tecnologico, la formazione in ambito tecnologico e l'alta formazione**, in linea con l'agenda scientifica e tecnologica italiana. L'obiettivo finale di IIT è favorire l'innovazione e la competitività del sistema produttivo italiano.

IIT sviluppa un programma di **ricerca di base e applicata** con l'obiettivo di trasferire i risultati della ricerca all'industria per lo sfruttamento commerciale e alle istituzioni sanitarie per migliorare il benessere della società.



Il Center for Convergent Technologies (CCT) è la più grande infrastruttura di ricerca della rete IIT ed è dove, nel 2006, è iniziata l'attività della Fondazione.

Le attività di IIT includono lo sviluppo di capacità scientifiche, la costruzione e la manutenzione di laboratori di ricerca all'avanguardia, lo sviluppo di pratiche eccellenti e concorrenza positiva, la formazione e l'istruzione a livello post-laurea, la creazione di programmi per attrarre talenti e l'ampia diffusione delle conoscenze e dei risultati scientifici. IIT opera in quattro **ampie aree scientifiche**, che chiamiamo Domini di Ricerca (DR): **Robotica, Nanomateriali, Tecnologie per le Scienze della Vita e Scienze Computazionali**, con un approccio multidisciplinare alla ricerca dell'eccellenza unico nel suo genere.

Fin dalla sua costituzione, la spinta di IIT è stata verso lo sviluppo di nuove conoscenze e la loro traduzione in applicazioni concrete con un metodo pienamente interdisciplinare. Con il suo primo Piano Strategico, il programma per Tecnologie Umanoidi (Humanoid Technology Program, 2009-2011), IIT ha introdotto il concetto di **macchine intelligenti bioispirate** per supportare le persone nella vita quotidiana. Questo concetto ha riunito discipline come le neuroscienze, le nanotecnologie e la meccatronica, che spesso in passato comunicavano tra loro con difficoltà.

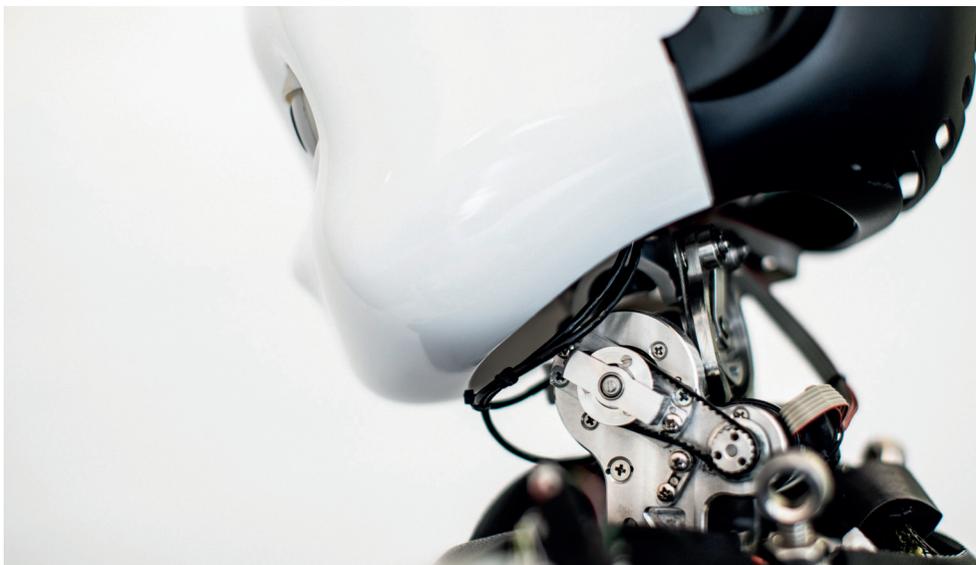
Il piano 2012-2014 ha ampliato questa visione interdisciplinare introducendo il concetto di **Translating Evolution into Technology** (Tradurre lo sviluppo in tecnologia), ovvero imitare sistematicamente i sistemi naturali per sviluppare nuove tecnologie nei campi della robotica, della scienza dei materiali e delle scienze della vita. Questa concezione ha creato le basi di conoscenza per il Piano Strategico 2015-2017: un programma di ricerca interdisciplinare **incentrato sull'Essere Umano**. Conformemente a questo piano, IIT ha iniziato ad applicare diverse tecnologie bioispirate all'assistenza sanitaria, alla sostenibilità e all'assistenza personale.

Il Piano Strategico 2018-2023 ruotava attorno a **Scienza e Tecnologie incentrate sull'essere umano**. Nello specifico, nei primi tre anni (2018-2020) sono stati istituiti e consolidati i DR di nuova definizione, mentre sono stati completati diversi potenziamenti infrastrutturali, tra cui la struttura di genomica nel nuovo Center for Human Technologies, il cluster di calcolo ad alte prestazioni per la simulazione atomistica e molecolare e la ricerca sull'intelligenza artificiale e sul machine learning e il nuovo laboratorio di condizioni estreme a supporto della ricerca sui nanomateriali ("Passato e presente" a pagina 14).

Oggi, il nuovo Piano Strategico 2024-2029 riconosce innanzitutto l'importanza della **transizione digitale** e, soprattutto, dell'IA, che sta avendo effetti sulle discipline sperimentali tradizionali a tutti i livelli.

La centralità dell'essere tutt'ora è ancora un elemento fondamentale della nostra ricerca, mentre sostenibilità e sanità sono ancora più urgenti oggi rispetto a sei anni fa. Per affrontare queste sfide, dobbiamo cambiare il nostro modo di condurre la ricerca.

Dobbiamo riconoscere il valore dei dati sperimentali ed estrarne il valore massimo attraverso un uso intenso dell'IA. Se non riconosciamo che la scienza stessa si sta evolvendo, potremmo fallire nella nostra missione. Saremmo semplicemente troppo lenti per competere sulla scena internazionale della scienza e della tecnologia.



Nel 2007, IIT è entrato nel progetto iCub con un laboratorio completamente attrezzato per la rete di ricerca iCub e da lì è iniziata l'attività della Fondazione.

A vent'anni dalla sua creazione e a diciassette dall'inaugurazione della sede di Genova, IIT inizia il suo terzo decennio di attività con una **solida massa critica** di infrastrutture, persone e competenze. Nel 2024, l'Istituto comprende cinque grandi Centri a Genova ("Appendice 2: Infrastrutture e Centri" a pagina 62), 11 Centri che formano una rete di laboratori in tutta Italia, e due distaccamenti (laboratori congiunti) negli USA (area di Boston), per un totale di oltre 50.000 m² di spazi di laboratorio.

Lo staff di IIT comprende **circa 1900 persone provenienti da 70 Paesi** con un'età media di 36 anni.

Tra lo staff di IIT, ci sono 23 diversi profili scientifici dalla medicina all'ingegneria, e 80 PI, tra cui 32 vincitori ERC. In termini di genere, il rapporto in IIT è 43% (donne) a 57% (uomini). Nel 2019 è stato lanciato un solido programma mirato a favorire l'integrazione a ogni livello, con la creazione dell'Ufficio Diversità e Inclusione. Nel 2021 è stato quindi adottato ufficialmente un piano per la parità di genere, aggiornato ogni anno.

Lo staff di IIT ha generato circa 18.000 pubblicazioni scientifiche, realizzato più di 900 progetti industriali, 28 Laboratori congiunti con aziende e/o enti di ricerca, 385 progetti europei, 33 startup (con diverse idee imprenditoriali in sviluppo) e circa 1300 brevetti.

Siamo giovani ricercatori, tecnici, amministratori e personale di supporto altamente motivati, entusiasti e qualificati che lavorano ogni giorno per il bene comune dell'umanità.

Appendice 5: Gestione dei dati

Seguendo le linee guida europee e ispirandosi ai valori di trasparenza ed efficienza, IIT riconosce l'importanza di gestire i dati della ricerca in modo responsabile e, quando possibile, aperto, applicando pratiche per la loro gestione (Research Data Management - RDM) all'avanguardia. Lo scopo della RDM è garantire affidabilità e riproducibilità, ma anche consentire una ricerca nuova e innovativa costruita sulle informazioni esistenti.

Dal 2018, IIT ha investito nel miglioramento dei servizi RDM per supportare gli scienziati lungo tutte le fasi del ciclo di ricerca. IIT ha sostenuto le pratiche Open Science come mezzo per promuovere la diffusione dei risultati e aumentare il trasferimento delle conoscenze. La diffusione dei risultati scientifici ha un chiaro valore sociale ed educativo. Queste azioni sono state sviluppate in linea con le **tre O (Open Science, Open Innovation, Open to the World)**, individuate come valori fondamentali da perseguire nel precedente Piano Strategico (2018-2023).



Una RDM efficace può creare ponti diretti tra scienziati e terze parti di vario tipo.

In quest'ottica, IIT ha sviluppato infrastrutture per consentire la **archiviazione di big data, il calcolo ad alte prestazioni e la conservazione e condivisione aperta dei dati di ricerca.**

Dal 2021 IIT ha attivato una repository istituzionale open source per contenere set di dati con metadati standard e ricchi, conservandoli e condividendoli secondo la filosofia europea

del **"più aperto possibile, chiuso quanto basta"**. Recentemente, IIT ha realizzato una nuova infrastruttura di archiviazione in loco di livello aziendale, che comprende 10 PB di spazio di memorizzazione utilizzabile decentralizzato su 14 centri IIT con monitoraggio e gestione centralizzati di dati, metadati e sicurezza. Questa infrastruttura aumenterà significativamente la capacità di immagazzinamento dati di IIT e fungerà da contenitore principale di insiemi di dati opportunamente codificati (curated) e quindi riutilizzabili. Inoltre, l'integrazione di strutture per HPC e storage consentirà un ulteriore sviluppo di applicazioni di analisi dei dati ad alte prestazioni.

IIT ha adottato i principi FAIR di gestione dei dati. FAIR, acronimo di **Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable** enfatizza intrinsecamente la fruibilità da parte delle macchine (cioè la capacità dei sistemi computazionali di trovare, accedere, interoperare e riutilizzare i dati con nessun o minimo intervento umano), inclusa la possibilità di applicare approcci di IA.

Piano d'azione

1. **Infrastrutturale** offrendo servizi e strumenti perfettamente integrati che i ricercatori utilizzeranno per archiviare, organizzare, trasferire, analizzare, preservare, condividere e riutilizzare i dati di ricerca secondo i principi FAIR;
2. **Politiche** per fissare obiettivi e fornire orientamenti sulla produzione di dati FAIR-by-design;
3. **Risorse umane** integrando una (nuova) forza lavoro qualificata di professionisti IT e dei dati per supportare gli scienziati.

Appendice 6: Energia sostenibile

Lo **shock energetico del 2022** e le attuali politiche internazionali (Agenda 2030 delle Nazioni Unite), europee (Green Deal dell'UE, REPowerEU) e nazionali (Fit for 55) impongono all'IIT di passare a un sistema energetico sicuro e più rispettoso dell'ambiente.

Nell'ambito di questo Piano Strategico, abbiamo quindi fissato l'obiettivo di **rendere IIT ecologico al 55% entro il 2030**.

L'infrastruttura di IIT funziona 24/7. È **particolarmente esigente** in termini di energia: temperatura ambientale, umidità e qualità dell'aria nei laboratori richiedono spesso un controllo preciso. La camera bianca, la Facility per gli animali, gli spazi a temperatura controllata, i refrigeratori e l'HPC sono esempi dei laboratori e strutture a maggior consumo energetico.

Il **consumo di elettricità** annuo è di 11GWh, quello di **gas è di circa 500.000 SCM**.



L'elettronica organica stampata è una tecnologia ecologica orientata al futuro con potenziali applicazioni nella generazione di micropotenza.

Il nostro **Piano d'azione** per l'energia comprende:

- **Aumentare l'uso di tecnologie efficienti:** isolamento termico degli edifici, caldaie di ultima generazione;
- **Fonti rinnovabili:** installazione di soluzioni fotovoltaiche in sede o dislocate, creazione di una comunità energetica locale;
- **Ridefinire strategie e servizi di acquisto:** adottare politiche a sostegno degli acquisti ecologici (IIT ha ricevuto un riconoscimento speciale nel premio nazionale Compraverde 2023);
- **Ridurre gli sprechi:** aumentare le campagne per il risparmio energetico e la riduzione degli sprechi, ottenere certificazioni aggiuntive (oltre alla ISO14001:2015).

Sono pianificati investimenti per raggiungere gli obiettivi energetici sostenibili come indicato nella sezione "Il budget del Piano Strategico rispetto al passato" a pagina 44.

L'investimento totale di IIT nella qualità delle infrastrutture ammonterà a circa 37,5 milioni di euro, compreso un investimento diretto di 13 milioni di euro per l'efficienza energetica.

Appendice 7: Glossario

Acido Ribonucleico (RNA): molecola polimerica essenziale implicata in vari ruoli biologici di codifica, decodifica, regolazione e espressione dei geni, anche attraverso le sue porzioni non codificanti.

AIRC: Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro. Una fondazione italiana che effettua ricerca sul cancro sotto forma di sovvenzioni e borse di studio.

CAGR: Tasso annuo di crescita composto.

Dati FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable): dati che soddisfano i principi di reperibilità, accessibilità, interoperabilità e riutilizzabilità. I principi FAIR enfatizzano la fruibilità da parte delle macchine (cioè la capacità dei sistemi computazionali di trovare, accedere a, interoperare e riutilizzare i dati senza o con minimo intervento umano).

Dominio di Ricerca (DR): ampia area disciplinare di ricerca dell'IIT. Ci sono quattro DR: Robotica, Nanomateriali, Tecnologie per le Scienze della Vita, Scienze Computazionali.

Earthcare: la protezione del pianeta e dell'ambiente. Raggiungere la sostenibilità è un mezzo per prenderci cura del nostro pianeta.

EIC (European Innovation Council): Consiglio europeo dell'innovazione. Parte del programma quadro Horizon Europe finanziato dalla Commissione europea, l'EIC è il programma flagship di innovazione in Europa per l'identificazione, lo sviluppo e la scalabilità di tecnologie innovative e innovazioni rivoluzionarie.

EIC Pathfinder: uno degli schemi di finanziamento dell'EIC (tipo di progetto).

ERC (European Research Council): Consiglio europeo della ricerca. Parte del programma quadro Horizon della Commissione europea, l'ERC è la principale organizzazione europea di finanziamento per la ricerca di frontiera di eccellenza. Finanzia ricercatori creativi di qualsiasi nazionalità ed età per condurre progetti in tutta Europa.

ERC CoG: ERC Consolidator Grant per scienziati di media anzianità (più di 8 anni dal conseguimento del dottorato).

ERC StG: ERC Starting Grant per scienziati con 2-7 anni di esperienza dopo il conferimento del dottorato.

ESG (Environmental, Social, Governance): Governance ambientale, sociale e aziendale. Questo contesto operativo viene utilizzato per valutare le pratiche commerciali e le prestazioni di un'organizzazione riguardo varie questioni relative alla sostenibilità e all'etica. È normalmente incorporato nella visione strategica di un'organizzazione.

Flagship: attività di ricerca ben definite e visionarie con un ampio respiro e un orizzonte temporale di 6 anni. Sono soggetti a valutazione secondo le procedure IIT. Hanno lo scopo di strutturare progetti tecnologici, creare massa critica, aumentare la visibilità di IIT in un campo specifico, attrarre ricercatori di talento e costruire competenze trasversali, complementari e integrate.

Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia (IIT): in inglese "Italian Institute of Technology" o "Italian Institute of Technology Foundation". A fini di indicizzazione, nelle pubblicazioni ufficiali è utilizzata la versione italiana.

HPC (High-Performance Computing): Calcolo ad alte prestazioni. Architetture di computer per calcoli intensivi di fascia alta tipicamente progettati combinando una molteplicità di microprocessori e la loro connettività al fine di massimizzare il volume di dati processati e velocità di esecuzione.

Iniziative scientifiche: programmi di ricerca interdisciplinari di base introdotti nell'aggiornamento intermedio del Piano Strategico 2018-2023. L'aggiornamento intermedio è stato concordato nel 2020. Le Iniziative Scientifiche sono ora confluite nei programmi Flagship sopra definiti.

Intelligenza Artificiale (IA): L'intelligenza artificiale (IA) è un sottocampo dell'informatica che sviluppa algoritmi per effettuare compiti tipici del cervello umano o animale. Esempi di attività in cui ciò avviene sono il controllo del movimento, il ragionamento formale, il gioco, il

riconoscimento di immagini, il riconoscimento vocale e la generazione del linguaggio.

Laboratorio congiunto (Joint Laboratory - JL): accordo contrattuale con una terza parte per sviluppare un programma di ricerca congiunto, tipicamente con una visione a medio termine (pluriennale) e allineato al Piano Strategico di IIT. Il contributo delle parti è tipicamente 50:50, ma sono possibili altre assegnazioni.

Machine Learning (ML): Il ML è un campo dell'IA che si occupa di progettare algoritmi che apprendono un determinato comportamento direttamente da dati con un intervento umano potenzialmente minimo. Il progettista definisce le modalità di apprendimento, mentre le specifiche dell'attività derivano automaticamente dai dati.

MSCA: Marie Skłodowska-Curie Actions, parte di Horizon Europe che sostiene lo sviluppo della carriera dei giovani scienziati.

NextGenEU (NGEU): il programma di ripresa Next Generation EU istituito dopo la pandemia da Covid-19. Il programma italiano è definito anche PNRR (Programma Nazionale di Ripresa e Resilienza).

Obiettivi di sviluppo sostenibile (OSS): gli OSS sono una serie di obiettivi definiti dall'ONU nell'ambito dell'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile²². Essi affrontano questioni quali energia, risorse idriche, sviluppo economico, riduzione della povertà e della fame nel mondo, diritto alla salute e all'istruzione.

OTS (Opportunity to See): Frequenza media e numero di opportunità che il pubblico di vedere una notizia.

PNRR: vedere NextGenEU.

Principal Investigator (PI): un/a ricercatore/ricercatrice o scienziato/a (tipicamente) senior dell'IIT. Un/a PI conduce ricerche dirigendo autonomamente un'Unità di Ricerca. Gli obiettivi generali di un/a PI sono di eccellere nella ricerca scientifica e/o nel trasferimento tecnologico.

Ogni PI agisce in modo indipendente in termini di (ed è responsabile delle) strategie di ricerca e di bilancio entro i confini del Piano Strategico dell'IIT e dell'assegnazione complessiva dei fondi.

Programma di Collegamento Industriale (Industrial Liaison Program - ILP): un programma progettato per fornire un accesso regolamentato alla proprietà intellettuale di IIT in cambio di oneri.

QC (Quantum Computing): Computazione quantistica. Sistemi di computazione che sfruttano i fenomeni della meccanica quantistica.

Tenure (stabilizzazione): il completamento del processo di stabilizzazione dei ricercatori comporta l'acquisizione di una posizione a tempo indeterminato. Si dice anche che i PI abbiano ricevuto "la tenure" (diventano "tenured").

Tenure Track (TTr): il processo per diventare un membro permanente di IIT. La Tenure Track inizia con una valutazione di ingresso, continua con una promozione intermedia, e si completa con la valutazione finale di ruolo che può risultare nella stabilizzazione.

TRL (Technology Readiness Level): Livello di maturità tecnologica. Scala della maturità della tecnologia rispetto alla sua applicazione in prodotti commerciabili²³.

Unità di Ricerca: un gruppo di ricerca gestito da un/a PI composto da ricercatori/ricercatrici più giovani, post-doc, studenti/studentesse e collaboratori/collaboratrici. Una tipica Unità comprende uffici e laboratori.

22 <https://sdgs.un.org/goals>.

23 <https://bit.ly/3IKqfpu>.

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare tutti i Principal investigator che hanno partecipato alla stesura attiva di questo Piano Strategico, un lavoro durato più di un anno nel suo insieme; in particolare modo mi rivolgo agli Associate Director, ai coordinatori delle Facility e ai direttori delle funzioni amministrative, ciascuno con il proprio contributo specifico.

Vorrei ringraziare il Comitato Tecnico Scientifico nella sua totalità e, più in particolare, il suo chairman Giorgio Margaritondo, a cui più di recente è succeduto Francesco Sette, per l'importante ruolo nell'analisi del contenuto scientifico e tecnico.

Vorrei inoltre ringraziare il Comitato Esecutivo e il Consiglio della Fondazione per le importanti raccomandazioni ricevute durante questo periodo di intenso lavoro di sintesi.

Vorrei infine ringraziare Roberto Cingolani per alcune profonde discussioni sugli argomenti descritti in questo Piano Strategico e Telmo Pievani, per il prezioso supporto durante la finalizzazione dello stesso.

Giorgio Metta
Direttore Scientifico di IIT

Figure

Figura 1: Aumento negli anni delle dimensioni dei laboratori, degli uffici e del personale di IIT.	17
Figura 2: I Laboratori Centrali di Ricerca di IIT a Genova e le sedi dei Centri della rete.	17
Figura 3: Indicatori della crescita di IIT nel 2018-2023.	18
Figura 4: Dati sul trasferimento tecnologico.	18
Figura 5: Dotazione generale del bilancio.	44
Figura 6: Investimento percentuale nei DR.	44
Figura 7: Evoluzione del capitale umano.	44
Figura 8: Partner nei progetti NextGenEU/PNRR.	46
Figura 9: Rappresentazione degli obiettivi del programma Tecnologie a RNA.	57
Figura 10: Flusso di lavoro previsto nell'Automated Synthesis Lab di IIT.	65

Tabelle

Architettura a matrice del Piano Strategico.	23
Stanziamenti stimati assegnati alla ricerca.	23
Stima dell'impegno lavorativo per anno per DR e programma.	23
Confronto dei budget 2018-2023 e 2024-2029.	45
Confronto dei budget 2018-2023 e 2024-2029 per tipo di spesa.	45
Entità stimata dell'investimento nella ricerca Blue Sky e nei programmi Flagship.	45



ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA
www.iit.it