

Istituto Nazionale di Astrofisica

Raggruppamento Scientifico Nazionale 5
Forum delle Tecnologie 2022

Scientific Organizing Committee:

Ugo Becciani, Pietro Bolli, Andrea Bulgarelli, Deborah Busonero, Giulio Capasso,
Gianluca Di Rico, Paolo Franzetti, Ugo Lo Cicero, Marco Molinaro,
Claudio Pernechele, Tonino Pisanu, Simona Righini, Pierluca Sangiorgi,
Francesco Santoli, Fabrizio Vitali, Alessio Zanutta

Bologna, 22-24 giugno 2022

Introduzione

L'attività tecnologica in INAF ha un'ampia distribuzione territoriale; collaborazioni tra le varie strutture sono molto frequenti, ma riguardano di volta in volta un numero relativamente ristretto di persone. Infatti, tali collaborazioni tendono a ripetersi nel tempo, con poca variabilità nei soggetti coinvolti; questo limita le prospettive di interdisciplinarietà tra gruppi tecnologici distanti per progetti o per 'bande di frequenza'. Attualmente esistono alcune iniziative di coordinamento, ma sono focalizzate su tematiche specifiche; nessuna riveste carattere trasversale tale da coinvolgere tutte le attività tecnologiche dell'Ente.

In questo ambito, il CSN5 ha ritenuto opportuno, rispondendo anche alle esigenze della comunità di riferimento, organizzare il primo "Forum della Ricerca Sperimentale e Tecnologica INAF 2022" che si è svolto presso l'area di ricerca di Bologna nei giorni 22, 23 e 24 giugno 2022. L'evento aveva precisi obiettivi:

- incrementare la reciproca conoscenza delle attività tecnologiche condotte nelle diverse strutture INAF;
- favorire discussioni, scambi di idee, sinergie;
- promuovere il senso di appartenenza alla comunità INAF;
- introdurre e coinvolgere il personale assunto negli ultimi anni, che non dispone di una visione di insieme di tutte le attività svolte dall'INAF;
- stimolare le collaborazioni, anche al di fuori dei rapporti già esistenti;
- far emergere eventuali problematiche di carattere generale al fine individuare possibili soluzioni;
- in generale, migliorare la capacità dell'Ente nel realizzare strumentazione sempre più sofisticata e complessa.

Per garantire una copertura più puntuale possibile, il Forum è stato suddiviso in sette sessioni tematiche all'interno delle quali ciascuna struttura illustrava, attraverso un portavoce, in modo sintetico le attività svolte nella propria sede. Questa strutturazione ha consentito una progressione snella del forum, pur mantenendo una visione unitaria di appartenenza all'Ente, dal momento che le presentazioni sono state esposte con finalità collaborative anziché competitive. Per consentire l'illustrazione di tutte le attività, in considerazione del numero elevato di partecipanti, la durata degli interventi è stata fissata in maniera rigida a pochi minuti. Tutte le presentazioni si sono così focalizzate sulle professionalità esistenti e sulle attività e problematiche principali. Questo ha consentito di lasciare ampio spazio alle discussioni. Si può affermare che questo format sia uno dei motivi della buona riuscita del Forum.

Tutto il materiale, le presentazioni e i poster sono disponibili sul sito:

<https://indico.ict.inaf.it/event/1809>

Le sessioni tematiche

Laboratori e Facilities - Le presentazioni hanno evidenziato l'ingente dotazione di laboratori, facilities e strumentazione presenti presso le varie sedi. La maggior parte di questa dotazione deriva dalle attività di singoli progetti di ricerca che hanno permesso l'acquisizione di tali asset, nonché lo sviluppo delle competenze necessarie al loro utilizzo. È auspicabile che i laboratori e le facilities possano operare e proseguire la loro attività indipendentemente da specifici progetti di ricerca. Pertanto è necessario che ci sia una indipendenza (almeno parziale) della gestione dei laboratori e facilities dai finanziamenti dei progetti di ricerca.

Ottica, metrologia e meccanica - Sono state presentate le numerose expertise e facilities, di rilevanza nazionale ed internazionale. La distribuzione geografica e le peculiarità di ogni struttura riflettono, in parte, la costituzione dell'INAF (nato dall'unione di osservatori e sedi ex-CNR). Le numerose presentazioni evidenziano l'ampia varietà di campi di ricerca in cui l'istituto è impegnato, le tecnologie di eccellenza di cui dispone, e la capacità di innovazione dei vari gruppi.

Elettronica e Rivelatori - In questa sessione è emersa la presenza in INAF di ampie competenze nell'ambito della progettazione e lo sviluppo di rivelatori ed elettronica digitale e analogica per la ricerca astrofisica dalla banda radio fino alle alte energie. Si è anche evidenziata l'esistenza di numerosi laboratori dotati di strumentazione all'avanguardia per lo sviluppo delle tecnologie relative. Tali competenze ed infrastrutture sono orientate allo sviluppo di strumentazione sia da terra che da spazio.

HW & SW Strumentale (Monitoring & Control) - Nel corso delle presentazioni è stata mostrata una carrellata esaustiva delle attività INAF legate allo sviluppo di sistemi di controllo per strumentazione astronomica, sia hardware che software, da terra e da spazio. Tra gli argomenti presentati: elettronica di controllo, PLC, stage, attuatori, software per sistemi di controllo, algoritmi di controllo, monitoring, sistemi real time.

Tecnologie Informatiche - Questa tematica è fortemente trasversale: presenta ampi overlap con altre sessioni e con le infrastrutture informatiche dell'ente, che a loro volta costituiscono un ambiente per la formazione di expertise sulla tematica. Ne risulta una grande complessità ed eterogeneità di attività ed esperienze. Nel corso del dibattito sono stati affrontati numerosi temi:

- La distribuzione delle risorse economiche e delle competenze necessarie;
- la distinzione di risorse dedicate al singolo utente o piccolo gruppo di utenti e quelle necessarie per progetti o grossi programmi;
- la ridondanza come compromesso tra efficienza e disponibilità in numero sufficiente di sistemi, anche con tecnologie e architetture eterogenee;
- benefici della centralizzazione e della distribuzione delle risorse di sistemi e servizi;
- vincoli dei centri elaborazione dati: limiti di spazio fisico e di alimentazione elettrica;
- bilancio fra uso di software/librerie/framework open source o proprietari;
- bilancio fra integrazione di tool/librerie/software esistenti e lo sviluppo autonomo degli stessi;
- la multi-disciplinarietà e la visione cross-domain che le tecnologie informatiche possono offrire, con sistemi e metodologie che possono essere applicate trasversalmente sia in astrofisica che ad altri campi di ricerca e sviluppo, e le connessioni che presto ci saranno con il Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum computing del PNRR.

Science Data Segment - Un SDS è generalmente legato a una specifica missione/progetto e la sua durata media è di 10-20 anni. Le expertise necessarie devono quindi essere mantenute su lunghi periodi, spesso impegnate in maniera esclusiva. Analogamente, va garantita la manutenzione del software per l'implementazione di nuove tecnologie o paradigmi architetture, nuovi algoritmi o nuovi requisiti scientifici.

Lo sviluppo di un SDS richiede una grande varietà di competenze, dal processamento dei raw data fino al dato scientifico, gestione pipeline, design e gestione dei database, ottimizzazione del software, pianificazione attività scientifiche. Queste competenze tecnologiche devono essere integrate con le competenze scientifiche, a partire dalla definizione dei requisiti fino alla scrittura dei manuali utente e documentazione del software. È quindi necessario che tutto il team, tecnologico e scientifico, sia disponibile a scrivere/contribuire alla documentazione ed ad interagire.

System Engineering, Project Management, Product/Quality Assurance - Le attività di PM/SE/QA sono svolte in tutte le strutture di ricerca, spesso in team distribuiti su più sedi. Non c'è uniformità di strumenti e SW. Nasce quindi l'esigenza di sviluppare un approccio sistemico nella comunità. È auspicabile un coordinamento a livello centrale per un miglior sfruttamento di competenze e risorse. La struttura di PM e SE della direzione scientifica è intenzionata a svolgere/agevolare questo coordinamento; un primo passo in tal senso sarà la costituzione di un database delle competenze esistenti, con l'obiettivo di costituire un 'ufficio distribuito'.

Questioni in evidenza

Elevata qualità e quantità del lavoro

In generale, c'è stata una grande partecipazione di tutto il personale afferente al Raggruppamento Scientifico Nazionale 5. Le presentazioni hanno mostrato l'esistenza all'interno dell'INAF di competenze ampie ed elevate, in diversi settori e applicazioni, con una capacità produttiva grande e variegata.

Collaborazioni e networking

La circolazione e lo scambio di idee, la condivisione delle esperienze e del know-how, la collaborazione nei progetti di frontiera sono fondamentali per la crescita interna delle competenze e sono alla base della leadership internazionale di INAF in molti campi delle tecnologie astronomiche.

Tuttavia, la collaborazione e l'interscambio di conoscenze sono talvolta circoscritti a specifici programmi di ricerca o sono subordinati alla conoscenza diretta tra colleghi.

Pertanto è forte l'esigenza, emersa in tutte le sessioni del Forum, di migliorare il networking e lo scambio delle conoscenze. C'è una grande propensione alla collaborazione fra gruppi di sedi diverse e c'è la disponibilità e l'interesse a intensificare e strutturare questi interscambi.

Inoltre, lo sviluppo di una organizzazione a network e l'accessibilità a tutto INAF di laboratori e facilities locali permetterebbero un miglior impiego delle risorse umane ed economiche, a beneficio di tutti i programmi di ricerca tecnologica e sperimentale dell'ente; aiuterebbero il mantenimento e lo sviluppo delle infrastrutture esistenti, anche se non coinvolte direttamente in grossi progetti; consentirebbero una maggiore prontezza nel cogliere le opportunità che si presentano in occasione di bandi con tempistiche molto strette.

Ci si pone quindi la domanda di come migliorare la collaborazione e l'efficienza nell'utilizzo delle risorse. Una soluzione potrebbe essere la costituzione di *centri di competenza* ai quali rivolgersi a prescindere dalle strutture di appartenenza. Questo costituirebbe un elemento di forte cambiamento nel modo di organizzare le collaborazioni di lavoro. Se si vuole modificare la modalità di funzionamento dell'Ente attraverso la creazione di centri di competenza, deve esserci una strategia che venga dai vertici dell'Ente. Si fa però notare che forzare dall'alto il modo di lavorare (e collaborare) potrebbe costituire un rischio nel raggiungimento degli obiettivi perché le esigenze sono tante, hanno "granularità" differenti e sono mutevoli nel tempo: la "base" ne ha la migliore conoscenza e tende ad auto-organizzarsi in funzione di esse.

Un'altra soluzione è la realizzazione di una sorta di *database delle competenze* che faciliterebbe contatti e sinergie.

Un esempio di comunità collaborativa attualmente attiva in INAF è il Laboratorio Nazionale ADONI, che fornisce supporto ai gruppi afferenti nelle varie sedi tramite il coordinamento di attività di networking. Analogamente, l'unità di coordinamento Tetis (TEchnologies for Telescopes and Instruments control Software) costituisce un modello positivo di collaborazione, da sviluppare ed estendere.

Il CSN5 si pone come punto di riferimento per la promozione delle sinergie all'interno dell'Ente e ritiene fortemente auspicabile un'azione di efficientamento, benefico ai tanti progetti in corso o che inizieranno nei prossimi mesi (inclusi quelli legati al PNRR); per raggiungere tale scopo, si ritiene utile creare (e rendere accessibili a tutto il personale INAF) degli strumenti che possano fungere da canali di contatto per le varie aree tematiche. Questo primo Forum ha stimolato l'avvio di un dibattito e di un percorso di collaborazione; è importante che questo cammino non si arresti.

R&D ed esigenze di progetto

La comunità si è anche interrogata sull'importanza di fare ricerca tecnologica pura senza avere una motivazione scientifica sottostante, andando quindi ad anticipare le esigenze scientifiche e creando dispositivi con migliori performance e/o rendendo possibili nuove applicazioni.

Di contro, la partecipazione a progetti di rilevanza internazionale spesso comporta l'utilizzo di tecnologie consolidate individuate da Istituti terzi (ESO, ESA, ecc.). Concentrarsi strettamente sulla realizzazione dei task "commissionati" nell'ambito dei progetti di ricerca potrebbe forse ottimizzare l'impiego delle risorse, ma porterebbe presto ad un inaridimento e alla perdita delle eccellenti capacità tecnologiche dell'INAF. Si teme in definitiva un lento impoverimento delle capacità innovative dell'Ente e un appiattimento su standard consolidati: abbandonare la R&D trasformerebbe il nostro Ente in un'industria. A titolo di confronto, la metodologia utilizzata da ESO prevede una componente di R&D che si articola nell'ambito dei progetti.

In INAF, per chi non è coinvolto in grandi progetti, è difficile studiare e sviluppare nuove tecnologie (la mancanza di fondi e di risorse costituisce il limite principale). Anche nell'ambito dei grandi progetti, le opportunità di sviluppare e testare l'utilizzo di tecnologie innovative sono limitate a specifiche esigenze progettuali.

A tali limitate opportunità corrispondono timori per il rischio di investire tempo e risorse per attività di R&D "pure", slegate dal loro effettivo utilizzo in ambiti di ricerca astronomica.

Rimane quindi sguarnita la possibilità di esplorare tecnologie e applicazioni non finalizzate ad un progetto (ricerca *curiosity driven*, piccoli strumenti per ricerche di nicchia, etc...). Parzialmente ciò è comunque compensato dalla recente introduzione dei finanziamenti dell'astrofisica di eccellenza.

Pertanto va garantita e sviluppata la presenza di laboratori, strumentazioni o infrastrutture che possano servire da palestra o da base per attività di R&D tecnologico, anche a costo di avere ridondanze e diseconomie.

Gestione dei grandi progetti e soft skill

La ragguardevole dimensione dei nuovi progetti (es. ELT) comporta una notevole complessità degli aspetti gestionali e l'esigenza di ampliare le competenze attraverso lo stanziamento di nuove risorse economiche e umane. Questa criticità fa somigliare, per le modalità progettuali, i grandi progetti di astronomia da terra a quelli del settore spazio.

La complessità dei grandi progetti va coniugata con la realtà italiana dell'INAF, caratterizzata da gruppi di lavoro spesso articolati e distribuiti sul territorio e da regole burocratiche rigide. In tale contesto, è necessario non solo il ricorso a metodologie gestionali innovative, ma anche le capacità di relazionarsi con tutti gli attori coinvolti, di coinvolgere e stimolare la partecipazione attiva, di risolvere problemi e conflitti; in generale, tutte quelle capacità che vanno sotto il termine di "soft skills".

Grazie a queste competenze, negli anni, l'INAF ha dimostrato di avere le capacità per realizzare o per avere ruolo di leadership nella realizzazione di progetti complessi, come ad esempio interi telescopi o missioni spaziali di primaria importanza.

Criticità nel reclutamento

Le nuove professionalità richieste per lo sviluppo delle tecnologie avanzate sono molto specifiche e particolarmente ricercate sul mercato del lavoro, in cui l'INAF subisce una forte concorrenza, in termini di retribuzioni e di sviluppo di carriera, da parte dell'industria privata. Si evidenziano:

- troppi concorsi deserti o con pochi candidati; in alcuni casi, i bandi regionali hanno consentito di trovare candidati idonei;
- scarsa visibilità dell'Ente verso studenti e mondo del lavoro; serve una maggiore interazione con Istituti Scolastici e Università (open day, stage, PCTO, tirocini, corsi universitari affidati a personale INAF);
- modalità di reclutamento complesse rispetto a quelle dei settori privati "concorrenti", senza layer intermedi a mitigare l'impatto deterrente sui nostri potenziali candidati;
- l'INAF non è competitivo con l'industria, in termini economici e di prospettive di carriera.

Alla luce di queste difficoltà, si riscontra la presenza nei progetti di personale a contratto, che non garantisce continuità nell'arco temporale di sviluppo dei progetti stessi (spesso ultradecennale). A tal proposito, si richiama la presenza di una quota residuale di personale precario a valle delle stabilizzazioni.

Figure professionali dei Ricercatori e Tecnologi

Le definizioni dei profili di Ricercatore di MA5 e Tecnologo di ST3 non sono ben delineate, e non consentono di mappare correttamente le attività realmente svolte in RSN5. Ciò rende difficile definire criteri di valutazione adeguati nei concorsi e porta a valutazioni non omogenee tra le due tipologie contrattuali. Inoltre questa ambiguità non consente una visione chiara delle prospettive di carriera.

Infatti, la piramide dei livelli III-II-I, generalmente molto appiattita, risulta particolarmente schiacciata verso il basso per la figura di Tecnologo ST3, mettendo in evidenza quanto siano scarse e disomogenee le opportunità di carriera per alcune figure professionali.

Infine, persistono alcune problematiche relative alla possibilità per i tecnologi di applicare a bandi di finanziamento e ricoprire ruoli di responsabilità (PI, coordinatore scientifico, ...).

Valutazione delle attività tecnologiche in sede di VQR

Sono stati evidenziati alcuni fattori che portano ad una forte distorsione delle valutazioni VQR per le attività svolte nell'ambito del Raggruppamento 5:

- La 'produzione' tecnologica INAF si connota per una vasta gamma di prodotti (HW, SW, report tecnici, documenti di progetto, brevetti, ...) che possono avere un processo di revisione da parte di istituzioni di ricerca esterne (ESO, ESA, ecc...), ma non hanno una adeguata valutazione in ambito VQR;
- L'attività di R&D tecnologica talvolta si svolge in settori scientifico disciplinari differenti da quello di astronomia e astrofisica;
- Le tempistiche per la realizzazione dei "prodotti" oggetto di valutazione sono dettate dai processi di sviluppo dei progetti tecnologici, spesso ultradecennali.

Personale tecnico

Un problema molto sentito dalla comunità è la perdita di manpower e di know-how, dovuta a pensionamenti in assenza di turn-over, soprattutto nel personale tecnico; tale sofferenza è accentuata dal contestuale incremento delle attività. La recente stabilizzazione che ha permesso di assumere a tempo indeterminato numerose unità di personale terzo livello non era applicabile al personale tecnico. Senza queste figure, molti laboratori si trovano a dover lavorare al di sotto delle proprie potenzialità.

Rapporti con l'industria

Il trasferimento di conoscenza è un processo utile a capitalizzare la chiara capacità di innovazione dell'INAF e si ritiene debba essere incentivato e rafforzato.

È emersa una forte interazione di alcune realtà INAF con le industrie, sia grandi che piccole/medie (PMI), che consente un potenziale accesso a finanziamenti esterni. Le esperienze pregresse hanno evidenziato alcune difficoltà, ad esempio legate ai differenti obiettivi di attori esterni rispetto a quelli dell'INAF (economici vs. scientifici/tecnologici) o ai rapporti di natura contrattuale che si vanno ad instaurare.

In generale, in tutte le collaborazioni con le aziende è indispensabile tenere in considerazione le caratteristiche peculiari dell'Ente e le priorità nello sviluppo dei progetti di ricerca.

Il *conto terzi* rappresenta un possibile canale di finanziamento, che consente di valorizzare anche economicamente le eccellenze tecnologiche dell'INAF. Sono stati discussi sia i vantaggi che gli aspetti da mettere a punto per un ottimale sfruttamento di questa fonte (migliore e completa definizione dei regolamenti attuativi e del quadro normativo, necessità di ottenere certificazioni, continuità nella manutenzione delle attrezzature, definizione delle priorità di utilizzo). Inoltre si evidenzia la presenza di costi legati al personale e alla manutenzione e aggiornamento delle strumentazioni.

In definitiva, è necessario individuare delle linee guida per l'utilizzo del *conto terzi*, da coniugare poi caso per caso, data la peculiarità di ciascun ambito tecnologico, al fine di assicurarne la sostenibilità nel tempo e la corretta gestione delle priorità tra le esigenze di ricerca, proprie dell'Ente, e quelle dei terzi richiedenti.

Infine, nonostante l'elevato numero di attività e competenze, sembrano emergere pochi brevetti. Si propone di approfondire questo argomento per comprenderne le motivazioni e i risvolti.

Nel corso del forum è stata avanzata la proposta di intensificare gli eventi informativi rivolti alle università e alle aziende, ad esempio attraverso dei *knowledge exchange workshop* che consentano uno scambio di conoscenze e l'avvio di collaborazioni. Tali attività richiedono un cospicuo investimento di tempo e risorse.

Conclusioni

Il forum ha avuto un'ampia partecipazione. In totale ci sono stati oltre 180 differenti visitatori in presenza nell'arco delle tre giornate, e oltre 100 persone collegate da remoto. Le presentazioni hanno offerto una visione pressoché totale delle attività tecnologiche svolte dalle varie sedi INAF.

Le attività dell'INAF coprono un ampio ventaglio di tecnologie, in ciascuna delle quali questo Forum ha mostrato le expertise di rilevanza nazionale ed internazionale.

L'ampia partecipazione al Forum coincide con la volontà dei partecipanti di intensificare lo scambio di idee, di condividere le esperienze e le conoscenze e di incrementare le collaborazioni tra le varie strutture.

Le tematiche discusse nel corso del Forum sono complementari ai contenuti delle schede e delle relative audizioni tenutesi per la preparazione del PTA. Si può affermare che il contenuto informativo delle schede sommato a quello delle presentazioni avute al Forum, costituisce, per quel che riguarda le tecnologie astronomiche, un insieme di dati adeguato a descrivere in maniera esaustiva tutte le attività dell'Ente, le capacità professionali presenti e i rapporti di collaborazione esistenti al suo interno.

Resta da indagare in che modo collegare questa massa di dati (non strutturati), come organizzarli in una maniera organica e facilmente consultabile e come trasformarli in informazioni utili alla comunità per migliorare la visibilità delle competenze e delle attività e per aumentare il livello di collaborazione all'interno dell'Ente.

Il coordinamento RSN5 ha quindi avanzato la proposta di realizzare un database, accessibile attraverso una mappa interattiva, che consenta una visione d'insieme e la consultazione rapida di tutte le risorse, umane e materiali, le professionalità, gli skill, le esperienze, le attrezzature, ecc. che costituiscono la

nostra comunità, con l'obiettivo di facilitare la comprensione delle realtà che compongono il nostro Ente e lo scambio di competenze ed esperienze.

Il CSN5 ha ricevuto grandi apprezzamenti per l'organizzazione del Forum, sia dalla dirigenza INAF che da una molteplicità di partecipanti; questo fa pensare che gli obiettivi prefissati siano stati raggiunti o si siano create le premesse per poterli raggiungere. L'attuale CSN5 auspica che la dirigenza e tutto il personale INAF coinvolto lavorino in tal senso.