



**CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO
PER LA NANOELETTRONICA**

RELAZIONE TRIENNALE 2017-2019

Luca Selmi
Direttore, IU.NET

INDICE

1. Premessa	Pag. 2
2. Obiettivi e progetti di ricerca	Pag. 2
3. Situazione finanziaria	Pag. 7
4. Attività di formazione	Pag. 8
5. Prospettive future	Pag. 8
6. Considerazioni conclusive	Pag. 10

**CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO
PER LA NANOELETTRONICA**

1. Premessa

Il Consorzio Nazionale Interuniversitario per la Nanoelettronica (Inter-University Nano Electronics Team - IU.NET), venne costituito a Bologna il 21 febbraio 2005 dai Rettori, o da loro Rappresentanti, dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, dell'Università degli Studi di Ferrara, dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, dell'Università degli Studi Padova, dell'Università di Pisa, dell'Università degli Studi di Udine, e del Politecnico di Milano. Successivamente vi hanno aderito l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", l'Università della Calabria, il Politecnico di Torino e l'Università degli Studi di Perugia. In data 18 gennaio 2017 il Consorzio è stato rinnovato per ulteriori 12 anni nella medesima composizione. Con l'occasione è stata aggiornata la descrizione delle sue finalità, che attualmente consistono in:

- a) promuovere e coordinare ricerche nel campo dei dispositivi e delle tecnologie Elettroniche e, fra queste in particolare, le tecnologie Micro e Nanoelettroniche;
- b) promuovere il rafforzamento del patrimonio di competenze e conoscenze nazionali nel settore, e valorizzare le sinergie derivanti dalla complementarietà delle competenze disponibili presso le Università consorziate;
- c) favorire la collaborazione tra Università consorziate, Enti di Ricerca e Industrie nazionali ed internazionali.

A inizio 2020 il Consorzio raggiungerà i 15 anni di vita, un traguardo significativo che dimostra da un lato la solidità del modello di funzionamento adottato, dall'altro la capacità dei suoi membri di superare difficoltà ed adattarsi all'evoluzione delle discipline, del contesto della ricerca scientifica e degli interessi industriali nel settore.

2. Obiettivi e progetti di ricerca

La ricerca scientifica e tecnologica rappresenta la più importante finalità del Consorzio, le cui principali sorgenti di finanziamento sono tradizionalmente rappresentate dalla Commissione Europea (EC), dal MIUR attraverso progetti FIRB nazionali e progetti ENIAC o ECSEL coordinati a livello europeo. Un ulteriore potenziale fonte di finanziamenti è costituita dal MISE, che si propone in un ruolo complementare a quello del MIUR nel cofinanziamento di progetti ECSEL. Le entrate del Consorzio nel triennio in esame sono derivate tutte da questi tre soggetti per lo svolgimento di progetti istituzionali; non vi è stata alcuna commessa di ricerca conto terzi.

I temi tradizionalmente di maggiore interesse all'interno del Consorzio si sono ulteriormente arricchiti e oggi riguardano i dispositivi a semiconduttore e i sistemi elettronici per applicazioni logiche e di memoria a bassissimo consumo, i dispositivi di potenza e a micro-onde basati su silicio o su semiconduttori composti, i sensori nanoelettronici e gli attuatori di varia natura, ivi compresi i sistemi Micro-Elettro-Meccanici (MEMS), i sistemi fotovoltaici e i circuiti di energy harvesting, i nuovi materiali bidimensionali, l'elettronica flessibile, biodegradabile e compostabile. Su queste tematiche IU.NET ha partecipato a numerosi progetti europei da cui ha attinto quei finanziamenti che gli hanno consentito di crescere costantemente a partire dalla sua fondazione. Recentemente il Consorzio ha valutato positivamente anche la possibilità di partecipare ad alcuni progetti ECSEL con contenuti tecnico-scientifici che si espandono verso il livello di sistema e le interazioni tra hardware e software e che implicano collegamenti con gruppi sempre appartenenti alle sedi consorziate, ma non direttamente coinvolti in passato nelle attività consortili.

La sottostante Tabella I riporta la situazione dei progetti attivi nel triennio 2017-2019. Ad essi vanno aggiunti alcuni progetti le cui attività erano ufficialmente terminate nel triennio precedente, ma di cui restavano o tuttora restano da completare le procedure amministrative per la definizione dei contratti o l'effettiva erogazione dei contributi. Le ultime sei righe della tabella elencano poi progetti ammessi a finanziamento all'interno del triennio in esame. Essi dimostrano il perdurare di una ottima integrazione di IU.NET nei network internazionali della ricerca scientifica finanziata a livello europeo. I primi due dei sei rappresentano infatti due progetti H2020 in partenza l'1.1.2020 mentre gli ultimi quattro sono progetti ECSEL di cui è prevista la partenza entro il primo semestre del 2020. La

**CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO
PER LA NANOELETTRONICA**

vitalità del Consorzio si conferma senza riserve se si considerano infine le numerose proposte progettuali sottomesse che pur avendo ottenuto punteggi talvolta lusinghieri non sono state ammesse a finanziamento.

La tipologia dei progetti sottomesse e di quelli ammessi a finanziamento copre un ampio spettro. Oltre alle più comuni RIA e alle grandi aggregazioni IA spesso coordinate da agenzie di professionisti del settore, le tipologie comprendono progetti FET-OPEN centrati su idee di estrema avanguardia, CSA dedicate a coordinamento e networking, ITN per la formazione superiore, progetti TWINNING per il rafforzamento partnership europee nell'Europa allargata. A livello nazionale, vanno poi citati i progetti PON nelle dodici aree di specializzazione intelligente previste dal PNR 2015-2020, cui il Consorzio ha avuto accesso per la prima volta in questo triennio.

Il carnet di esperienze di scrittura progetti che IU.NET è in grado di condividere tra i propri partner è dunque estremamente vario e difficilmente trova riscontro nelle competenze di un singolo gruppo di ricerca. Rispetto alle pure competenze scientifiche, esso costituisce un ulteriore patrimonio comune di sicuro valore.

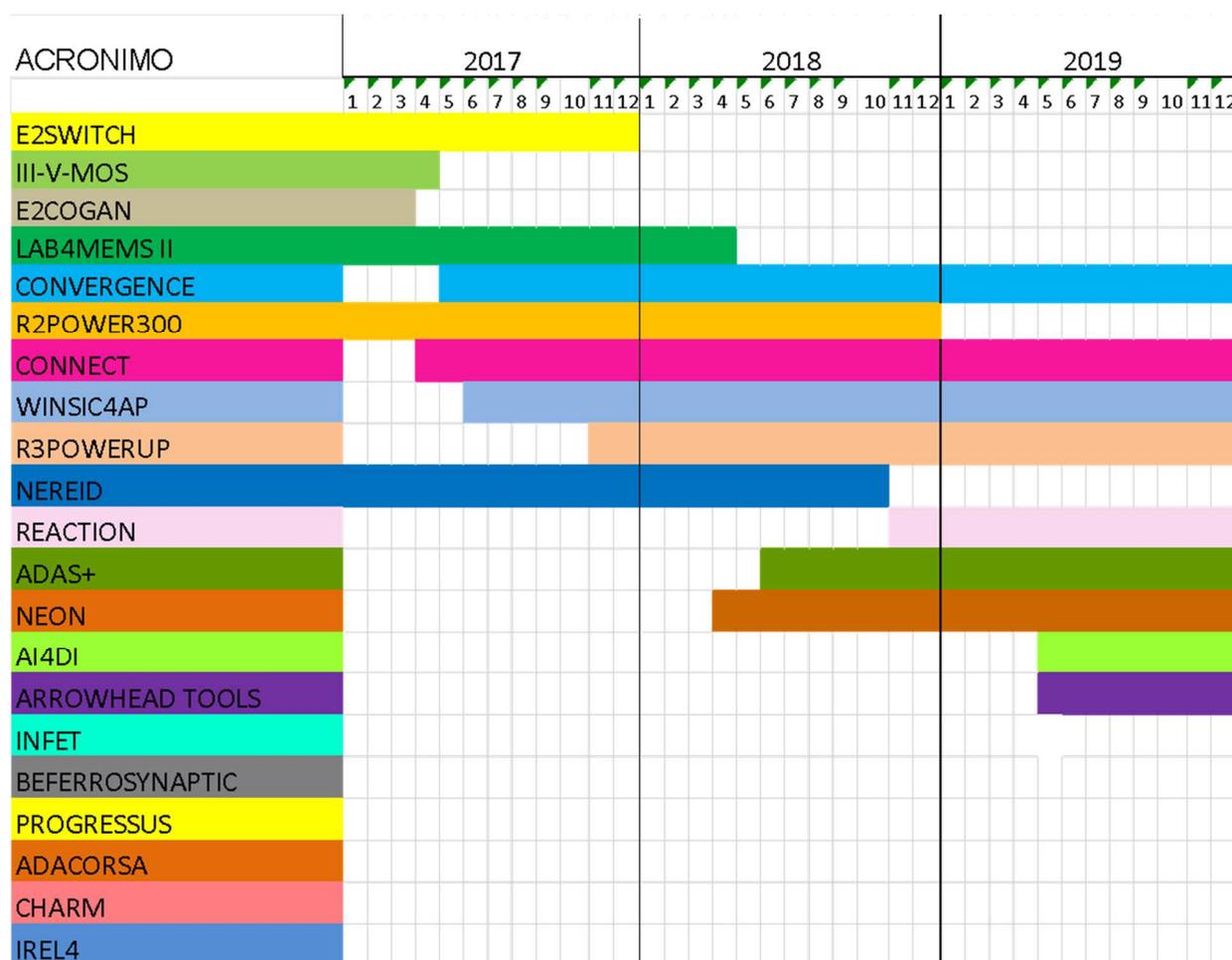


TABELLA I: Elenco e durata nominale dei progetti IU.NET attivi nel triennio 2017-2019

Riportiamo nel seguito gli elementi essenziali di ciascuno dei progetti sopra elencati.

E2SWITCH: “Energy-Efficient Tunnel FETs Switches and Circuits”. Progetto FP7 coordinato da EPFL, ha riguardato lo sviluppo di dispositivi e circuiti basati su Tunnel FET. Ha avuto inizio il 1° Novembre 2013 con una durata prevista di 40 mesi. L’obiettivo è stato quello di perseguire una ottimizzazione completa dei Tunnel-FET sfruttando due piattaforme tecnologiche basate su SiGe e su semiconduttori III-V, con compatibilità tecnologica CMOS. Le terze

CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO PER LA NANOELETTRONICA

parti di IU.NET sono state le Università di Udine e di Bologna. Il Responsabile interno è stato il Prof. Pierpaolo Palestri. Il finanziamento inizialmente previsto per IU.NET era di € 349.920.

III-V-MOS: “Technology CAD for III-V Semiconductor-based MOSFETs”. Progetto FP7 coordinato da IU.NET nella persona del Prof. Luca Selmi, ha avuto inizio il 1° Novembre 2013 ed è terminato il 30 Aprile 2017 a seguito di una estensione di sei mesi. Ha riguardato lo sviluppo di strumenti TCAD per la simulazione di dispositivi CMOS basati su materiali semiconduttori III-V. Le terze parti di IU.NET erano le Università di Udine, Bologna, Modena e Reggio Emilia. Il Responsabile interno è stato il Prof. David Esseni. Il finanziamento inizialmente previsto per IU.NET € 642.062.

E2COGaN: “Energy-Efficient Converters using GaN Power Devices”. Progetto ENIAC coordinato da ON Semiconductors, ha riguardato lo studio, il progetto e la realizzazione di convertitori ad alta efficienza energetica da realizzarsi con dispositivi in GaN su Si. Ha avuto inizio il 1° aprile 2013 ed è stato prorogato di nove mesi al 31 dicembre 2016. Il responsabile interno è stato il Prof. Gaudenzio Meneghesso. Le terze parti di IU.NET sono state le Università di Padova, Bologna, Calabria, Modena e Reggio Emilia. Il finanziamento inizialmente disponibile per IU.NET ammontava ad € 375.000.

Lab4MEMs II: “Micro-Optical MEMs, micro-mirrors and pico-projectors”. Progetto ENIAC coordinato da STM, si differenziava dall’omonimo precedente per una diversità di obiettivi che, in questo caso, hanno riguardato lo sviluppo di sistemi micro-elettro-meccanici a specchi orientabili per la realizzazione di sistemi di proiezione. Ha avuto inizio il 1° novembre 2014 e la sua durata è di 36 mesi. Il referente interno è il Prof. Giuseppe Iannaccone. Le terze parti di IU.NET sono le Università di Pisa, Bologna, Modena-Reggio Emilia e Calabria. Il finanziamento previsto per IU.NET ammontava a € 298.750.

CONVERGENCE: “High-Efficiency Sensor Networks”. Progetto FLAG-ERA coordinato congiuntamente da EPFL Lausanne e da ETH Zurich. Ha per oggetto le cosiddette Body-Area Networks (BAN) ovvero, reti di sensori per il monitoraggio dello stato di salute o di benessere degli individui, non necessariamente, anziani. La partecipazione al progetto è limitata ai Paesi che vi hanno assegnato un finanziamento specifico. Le terze parti di IU.NET sono le Università di Udine, Bologna, Ferrara, e Roma “La Sapienza”. Il finanziamento per IU.NET ammonta complessivamente a 220 K€.

R2POWER300: “Preparation of R2 Extension to 300 mm for BCD Smart Power and Power Discrete”. Progetto ECSEL coordinato da ST, si propone lo sviluppo di una linea pilota operante su fette di silicio da 300 mm per la realizzazione di dispositivi smart-power e discreti di potenza. Approvato con ridimensionamento del budget e riconfigurato negli obiettivi, il progetto ha avuto inizio il 1° luglio 2015 con una durata prevista di 36 mesi. Il responsabile interno è il Prof. Claudio Fiegna. La sola terza parte rimasta a seguito della riduzione di obiettivi è l’Università di Bologna. Il finanziamento disponibile per IU.NET è di € 142.593.

CONNECT: “Innovative smart components, modules and appliances for a truly connected, efficient and secure smart grid”. Coordinato da Infineon Technologies, il progetto mira a sviluppare la tecnologia necessaria per l’operatività di una smart grid per la distribuzione e l’acquisizione dell’energia elettrica da sorgenti distribuite geograficamente. Le terze parti di IU.NET sono le Università di Bologna, Ferrara, Padova e Pisa. Il finanziamento per IU.NET è stabilito nella misura di € 478.100 dalla JU e di € 341.500 dal MIUR.

WInSiC4AP: “Wide band gap Innovative SiC for Advanced Power”. Progetto ECSEL coordinato da STM, avente per oggetto lo sviluppo di una piattaforma basata su SiC per convertitori di potenza ed inverter ad alta efficienza per applicazioni nell’area dei trasporti, con particolare riferimento alla difesa, l’avionica, le ferrovie e l’automobile. Le terze parti di IU.NET sono le Università di Bologna, Padova, Udine e il Politecnico di Milano. Il responsabile interno

**CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO
PER LA NANOELETTRONICA**

è il Prof. Gaudenzio Meneghesso. Il finanziamento per IU.NET è stabilito nella misura di € 297.500 dalla JU e di € 255.000 dal MIUR.

R3-POWERUP: “300mm Pilot Line for Smart Power and Power Discrete”. Progetto ECSEL coordinato da STM, si propone come obiettivo lo sviluppo di una linea pilota da 300 mm per la fabbricazione di dispositivi “Smart-Power” e discreti di potenza. Le terze parti di IU.NET sono le Università di Bologna, Padova, Udine e il Politecnico di Milano. Il responsabile interno è il Prof. Claudio Fiegna. Il finanziamento richiesto alla JU è di € 385.000.

NEREID: “Nano-Electronics Roadmap for Europe: Identification and Dissemination”. Progetto H2020-2015 coordinato sotto il profilo amministrativo dal Politecnico di Grenoble e scientificamente dal Prof. Enrico Sangiorgi. Ha avuto inizio il 15 novembre 2015 e la sua durata prevista è stata di 36 mesi. L’obiettivo è stato quello di elaborare una nuova roadmap per la nanoelettronica, focalizzata sui requisiti dell’Industria Europea dei semiconduttori e dei sistemi elettronici. Il risultato finale è stato una chiara identificazione degli obiettivi di breve, medio e lungo periodo. La sola terza parte di IU.NET è l’Università di Padova e il responsabile interno è stato il Prof. Gaudenzio Meneghesso. Il finanziamento previsto per IU.NET era di € 47.000.

REACTION: “First And European Six Eight Inches Pilot Line”. Il progetto ricerca le più ambiziose soluzioni tecnologiche per materiali, macchinari, dispositivi e applicazioni emergenti, necessari a realizzare la prima Linea Pilota, nello scenario mondiale, per la fabbricazione di fette in Carburo di Silicio (SiC) da 200mm dedicate all’elettronica di potenza. Coordinato da ST Microelectronics Srl. Il progetto è partito il 1.11.2018 e terminerà il 30.4.2022. Il finanziamento totale ammonta a €. 1.316.000 così ripartiti: JU 805.000 (35%), MISE 465.000 (20%), RER 46.000 euro (2%). Responsabile per IU.NET è la professoressa Susanna Reggiani. Le altre unità IU.NET coinvolte sono Padova, Calabria, Pisa, Modena e Reggio Emilia.

ADAS+: “Sviluppo di tecnologie e sistemi avanzati per la sicurezza dell’auto mediante piattaforme ADAS” è un progetto PON nell’area di specializzazione “Mobilità sostenibile”. ADAS+ vuole sviluppare un dimostratore innovativo di assistenza alla guida sicura (ADAS+) capace di monitorare, in maniera tempestiva e continua, sia il livello psico-fisico del guidatore stesso che il suo stato di ebbrezza e la qualità dell’aria dell’abitacolo. Il Coordinatore nazionale è STMicroelectronics Srl; il partenariato lavorerà per 30 mesi coinvolgendo le unità IU.NET di Bologna e Modena e Reggio Emilia sotto il coordinamento del Prof. Paolo Pavan. L’agevolazione prevista per IU.NET è di euro 239.500,19.

NEON: “Nanofotonica per nuovi approcci diagnostici e terapeutici in Oncologia e Neurologia” è un progetto PON nell’area di specializzazione “Health”. Il ruolo dell’unità IU.NET coinvolta (Roma “La Sapienza”) sarà quello di sviluppare biosensori Lab-on-Chip basati sia su tecniche ottiche che elettroniche, in grado di effettuare diagnosi differenziale tra le diverse forme di ischemia cerebrale. Coordina l’Università del Sannio (Prof. A. Cutolo). La durata del progetto è 30 mesi a partire dal 1.4.2019. Responsabile per IU.NET il Prof. Fabrizio Palma.

AI4DI: “Artificial Intelligence for Digitalizing Industry”. Si tratta di un progetto coordinato da Rainer John (Infineon, Neubiberg – D). La cordata italiana comprende ST Microelectronics, IU.NET (con le unità di Bologna e Politecnico di Milano), SCM, DPC Control. Obiettivo del progetto è potenziare le tecnologie per Deep Learning in ambienti industriali e manifatturieri. Le applicazioni previste riguardano l’inserimento di intelligenza artificiale “on the edge” e l’intelligenza artificiale distribuita per dispositivi IoT. Responsabile IU.NET per il Progetto è il Prof. Luca Benini di UniBO. Il finanziamento complessivo richiesto è di € 718.875.

ARROWHEAD TOOLS: è un progetto coordinato da Jerker Delsing - LTU, Lulea (Sweden). La cordata italiana comprende ST Microelectronics Srl, IU.NET, Eurotech, Reply, PoliTO. Il progetto punta all’ingegnerizzazione di soluzioni per la digitalizzazione e allo sviluppo di nuove metodologie e strumenti per l’integrazione di soluzioni

**CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO
PER LA NANOELETTRONICA**

tecnologiche IoT di avanguardia in ambito automazione, gestione della sicurezza, training e formazione. Le unità IU.NET (Bologna, Modena e Reggio Emilia, Pisa, PoliMI) si occuperanno di Piezo Micromachined Ultrasound Transducers (PMUT), risonatori MEMS, architetture digitali e circuiti a basso consumo di potenza, sensori autonomi capaci di processamento del segnale, interoperabilità di piattaforme IoT, visione artificiale basata su *deep learning*. Gli ambiti applicativi comprendono la smart energy e la digital life. Responsabile per IU.NET è il Prof. Tullio Salmon Cinotti di UniBO. Il finanziamento complessivo richiesto è di € 2.066.250.

IN-FET: “Ionic Neuromodulation For Epilepsy Treatment” punta alla creazione di una piattaforma tecnologica integrata in grado di effettuare stimolare ionica di neuroni tramite patch di polimeri opportunamente attivati e registrazione elettrica dei segnali neuronali tramite probe a nanofili verticali. E’ un progetto H2020 in area FET-Open coordinato dal Prof. Michele Giugliano (SISSA, Trieste). La durata prevista è 42 mesi. Per IU.NET sono coinvolte le Università di Udine e Modena e Reggio Emilia. L’impegno complessivo di IU.NET corrisponde a 80 p/m. Il contributo richiesto è di 430.00 euro.

BEFERROSYNAPTIC: “BEOL technology platform based on ferroelectric synaptic devices for advanced neuromorphic processors” si pone l’obiettivo di realizzare un processore neuromorfico prototipale che integra elementi sinaptici basati su materiali ferroelettrici. Responsabile IU.NET per il progetto è il Prof. David Esseni. Le Unità coinvolte sono Udine e Modena e Reggio Emilia. Il finanziamento complessivo richiesto è € 300.750, di cui circa 20.000 direttamente per attività di IU.NET distinte da quelle delle terze parti.

PROGRESSUS: E’ una RIA in ambito ECSEL con responsabile per IU.NET il Prof. Aldo Romani di UniBO. Si tratta della prosecuzione del progetto CONNECT in corso di completamento. Coordinatore: Holger Schmidt (Infineon, Neubiberg). La cordata italiana avrà come capofila IU.NET e comprende STM, ENELX, POLIBA. Obiettivi tecnologici del progetto sono le *Smart charging infrastructures* per e-mobility integrate senza soluzione di continuità all’interno di smart grids, lo sviluppo di convertitori nel campo dei 100 kW, i sensori di corrente e gli smart meters. Le applicazioni comprendono E-mobility, Fast-chargers, Smart contracts. Parteciperanno le unità IU.NET di Bologna, Pisa, Polito e Padova. Il finanziamento IU.NET inizialmente richiesto (€ 447.563, EU + 230.175, MIUR) è attualmente in corso di rinegoziazione a seguito di osservazioni della JU ECSEL.

ADACORSA: è una RIA in ambito ECSEL con responsabile e unico partner IU.NET il Prof. Luca Roselli. Coordinato da Infineon Germany, il progetto ha circa 50 partners. Il partenariato italiano comprende anche l’Università di Parma. Il progetto mira a rafforzare diversi aspetti dell’industria europea nel settore dei droni. Il finanziamento richiesto per IU.NET è di € 131.250 (EU) + 130.000.

CHARM: è un progetto ECSEL IA con responsabile per IU.NET il Prof. Giuseppe Iannaccone di UniPI e coordinatore la Valmet Technologies Oy. Il progetto conta oltre 30 partners. Coordinatore della cordata italiana è Applied Materials Italia; partecipano inoltre IU.NET, Quantavis, LGE. CHARM punta a sviluppare e applicare sensori, comunicazioni wireless, sistemi di misura e HMIs per ambienti *harsh* caratterizzati da temperature alte o basse, alta umidità, alta pressione, forti vibrazioni meccaniche, shock, radiazioni. I partner IU.NET coinvolti sono UniPI e UniPG. Il contributo richiesto è di € 863.625 (EU) + € 1.271.820 (MISE).

iREL4.0 è un altro progetto ECSEL IA con responsabile per IU.NET il Prof. Enrico Sangiorgi (proxy Dott. Andrea Natale Tallarico e Prof. Claudio Fiegna, UniBO). Il coordinatore è Josef Moser di Infineon Villach. Le unità IU.NET coinvolte sono Bologna, Padova e Politecnico di Milano mentre la cordata italiana comprende: Infineon Italy, IU.NET, LFoundry, Tekne, UnivAq. iREL4.0 punta a migliorare l’affidabilità di Sistemi elettronici lungo l’intera catena del valore. Il contributo dovrebbe raggiungere € 832.563 (EU) ed € 596.550 (MISE).

**CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO
PER LA NANOELETRONICA**

3. Situazione finanziaria

Il triennio 2017-2019 ha registrato un deciso miglioramento della situazione finanziaria del Consorzio, testimoniato nella sottostante Tabella II, che riassume i flussi di cassa nel triennio.

FLUSSO DI CASSA NEL TRIENNIO 2017-2019	
Esercizio Finanziario 2017	€ 1.751.499,76
Esercizio Finanziario 2018	€ 1.760.214,75
Esercizio Finanziario 2019	€ 784.018,70
Totale Entrate nel periodo 2017-2019	€ 4.295.733,00
Tabella II – Entrate per attività istituzionali nel triennio 2017-2019	

Questi flussi corrispondono ad una media in entrata eccezionalmente elevata (1.432.000 euro annui circa), dovuta all'effetto combinato dei versamenti ricevuti per i progetti in essere e della chiusura di alcuni progetti ENIAC, con il conseguente sblocco simultaneo dei contributi della JU e del MIUR. Sotto il profilo del flusso di cassa, il finanziamento nel triennio è stato pari a € 4.295.733 euro, di cui circa il 65% da parte della EC (anche tramite le JU ENIAC ed ECSEL) e il 35% dal MIUR. Euro 2.232.763 totali si riferiscono a progetti con attività scientifiche concluse entro il 2016 (709.060 euro da EC o JU e 1.523.703 euro dal MIUR). Il dato per il 2019 riflette anche lo slittamento (presumibilmente al 2020) del saldo dei progetti ENIAC E2COGAN e LAB4MEMSII, di cui il MIUR ha acquisito la rendicontazione finale ma tuttora in attesa del contratto di finanziamento per la parte italiana. Complessivamente questi numeri confermano che le piattaforme tecnologiche sono una fonte essenziale di finanziamento per le sedi di IU.NET. Questo dato di fatto deve essere preso in dovuta considerazione anche alla luce dell'evoluzione del quadro delle JU in Europa.

Assieme a questi dati positivi, occorre tuttavia osservare che il ritardo nell'erogazione dei finanziamenti ministeriali relativi ai progetti ENIAC ed ECSEL è tuttora molto elevato, nonostante le dichiarazioni ufficiali di impegno a ridurre apprezzabilmente la durata delle procedure istruttorie. Alla data del 31.12.2019 nessuno dei progetti ECSEL e FLAG-ERA iniziati nel triennio è stato contrattualizzato con la stipula dell'atto d'obbligo da parte del MIUR o del MISE. Solo in pochi casi è stata formalizzata l'ammissione al finanziamento, segno che anche la contrattualizzazione dei beneficiari procede con una certa lentezza. La maggioranza dei progetti non ha ancora terminato la fase dell'istruttoria nazionale. Tra i progetti che coinvolgono i ministeri italiani, solo i PON si trovano in situazione leggermente più favorevole; entrambi quelli partecipati da IU.NET sono stati contrattualizzati e nel caso di NEON parte dei ritardi è stata virtualmente riassorbita dalla disponibilità del MIUR a far slittare di circa un anno la data di inizio. Pur con ritardo rispetto ai dettami dei decreti MIUR, sono anche partite le attività di rendicontazione. Esistono inoltre incertezze procedurali sulle modalità di rendicontazione che non sono state ancora interamente chiarite, anche perché gli enti finanziatori per primi non hanno implementato completamente quanto provisto.

A complicare la gestione finanziaria sta il fatto che in molti casi, all'atto del tardivo decreto di finanziamento i fondi da trasferire sono già perenzionati; questo rallenta ulteriormente la loro effettiva erogazione. A titolo di esempio ricordiamo che non sono ancora pervenuti a IU.NET i finanziamenti nazionali dei progetti E2COGAN (perenzionato) e LAB4MEMSII (non ancora collaudato), che invece avrebbero dovuto ricevere tutti i contributi entro il 31.12.2019. L'auspicio già espresso nella precedente relazione dal mio predecessore, e cioè che il MIUR e il MISE procedano ad una drastica semplificazione delle procedure burocratiche di attribuzione ed erogazione dei finanziamenti è purtroppo rimasto disatteso, confermando l'esistenza di una anomalia nella gestione di questi aspetti tutta italiana e priva analogo riscontro negli altri stati europei.

L'assenza di finanziamenti puntuali non è priva di conseguenze pratiche nella gestione operativa dei progetti. Essa ritarda la capacità delle consorziate di acquisire validi dottorandi e potenziali post-doc. La contrattualizzazione tempestiva di queste figure è infatti un indispensabile elemento di competitività nel mondo della ricerca.

CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO PER LA NANOELETTRONICA

Fortunatamente, almeno per i progetti ECSEL, il finanziamento JU non è più subordinato all'erogazione del corrispondente incentivo da parte del MIUR o del MISE. L'arrivo sostanzialmente puntuale dei prefinanziamenti JU mette il Consorzio al riparo da quelle che altrimenti potrebbero diventare delle forti e cicliche sofferenze di bilancio.

La capacità di IU.NET di attrarre risorse è dimostrata anche dall'elevato numero, sei, di progetti H2020 ed ECSEL già approvati e previsti in partenza nel 2020. L'accresciuta disponibilità economica maturata nel triennio in esame ha consentito al Consorzio di consolidare un fondo di gestione adeguato a soddisfare requisiti di affidabilità economico-finanziaria richiesti dagli enti finanziatori più stringenti che nel passato. Il budget molto elevato di alcuni dei progetti approvati rende comunque necessario monitorare con attenzione questo parametro nel futuro.

4. Attività di formazione e divulgazione

La formazione e divulgazione su aspetti di avanguardia della ricerca in tutte le aree di competenza del Consorzio ha sempre svolto un ruolo importante nel corso della storia di IU.NET, coerentemente con le indicazioni statutarie. Nel corso del triennio in esame, IU.NET ha mantenuto il pre-esistente ruolo di indirizzo nella definizione dei programmi di alcune iniziative internazionali di formazione a livello dottorale; ad esse ha spesso contribuito con presentazioni, sessioni dedicate, workshop di progetto, etc. Tra le varie iniziative, una delle più significative è stata storicamente l'organizzazione della Scuola Estiva di dottorato SINANO, la cui edizione 2016 ha visto il coinvolgimento anche della scuola di dottorato francese MIGAS nell'ambito del progetto denominato NEREID, partecipato da IU.NET e rivolto al *roadmapping* del contributo che la nanoelettronica può dare a cinque aree di particolare rilevanza per le strategie europee: "Nanoscale FETs", "Connectivity", "Smart Energy", "Smart Sensors", "Energy for autonomous systems". L'organizzazione dell'edizione 2018 della Scuola è stata in capo all'Università di Rovira i Virgili; IU.NET ha collaborato alla definizione degli speaker invitati. Una situazione analoga si avrà nel 2020 quando la Scuola tornerà ad essere organizzata dall'Università di Glasgow che la ospitò in una delle sue prime edizioni.

Nel triennio le unità di IU.NET hanno contribuito attivamente anche a diversi eventi scientifici e di disseminazione. Ricordiamo ad esempio l'organizzazione da parte dell'unità di Udine della conferenza internazionale di modellistica e simulazione SISPAD 2019, sotto la direzione del Prof. David Esseni, coadiuvato per il programma scientifico e dei tutorials dai Prof. Pierpaolo Palestri e Francesco Driussi, rispettivamente. Si è avuta inoltre l'organizzazione del workshop "Microelettronica per la salute" coordinato dalla Prof. Fernanda Irrera dell'Università di Roma "La Sapienza" in parziale collegamento con il progetto FLAG-ERA CONVERGENCE in cui IU.NET rappresenta il più importante partner italiano. L'evento ha visto la partecipazione di numerosi rappresentanti dell'Università, del mondo della ricerca e dell'industria provenienti sia dal settore medico che dell'ingegneria. Ci sono poi gli eventi promossi dal progetto di *roadmapping* NEREID di cui il Consorzio ha fatto parte. Tra questi ricordiamo: 1) il "System Design Domain workshop" tenutosi il 31.3.2017 presso il Convention center di EPFL nella forma di evento satellite della conferenza DATE; 2) il workshop "Towards a new NanoElectronics Roadmap for Europe" tenutosi l'11 settembre 2017 a Lovanio come evento satellite della conferenza ESSDERC/ESSCIRC cui hanno partecipato i Proff. Danilo De Marchi (PoliTo) ed Enrico Sangiorgi in ruoli di speaker e co-organizzatori.

5. Prospettive future

Quanto sopra esposto dimostra che nel triennio 2017-2019 IU.NET si è confermato una realtà estremamente attiva nel panorama della ricerca internazionale. Ha anche accresciuto la propria incidenza sui bandi ottenendo una buona percentuale di successo rispetto alle proposte sottomesse. Il marchio IU.NET è noto a livello europeo e ovunque sinonimo di eccellenza nella ricerca, affidabilità nei partenariati, capacità di esecuzione puntuale dei progetti. Il Consorzio ha migliorato i propri collegamenti con alcuni importanti realtà industriali nazionali ed internazionali del mondo dei semiconduttori (ad esempio ST, AMAT, Infineon). L'apprezzamento di cui gode lo ha candidato a ruoli di responsabilità anche gestionale dei progetti. L'interesse espresso di recente da alcuni nuovi gruppi italiani a entrare nel Consorzio testimonia che l'immagine esterna di IU.NET è quella positiva di una realtà di alto profilo

CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO PER LA NANOELETTRONICA

scientifico. I limiti sulla numerosità dei partner all'interno dei consorzi di progetto finanziati in particolare dal MISE in taluni casi ha reso IU.NET uno strumento addirittura indispensabile per poter competere nell'accesso ai fondi.

Per mantenere il proprio posizionamento competitivo, IU.NET è dovuto evolvere, accettando un parziale riposizionamento dei propri temi di ricerca, accompagnando e coadiuvando in modo non dirigitico l'evoluzione delle tematiche e delle competenze all'interno delle sedi consorziate, ma al tempo stesso difendendo il proprio ruolo di aggregatore e moltiplicatore di opportunità. Il forte collegamento esistente con il network europeo SINANO (alla cui costituzione IU.NET diede importanti contributi) ha dato al Consorzio la grande opportunità di partecipare e contribuire alle iniziative IRDS e IEEE Rebooting Computing che stanno disegnando il futuro panorama di sviluppo della nanoelettronica a livello mondiale. È importante che IU.NET mantenga attivi questi collegamenti negli anni a venire; da essi arriveranno certamente stimoli e opportunità per orientare al meglio le attività di ricerca. La visibilità e rilevanza che IU.NET ha acquisito nel tempo ha condotto alla recente richiesta che il Consorzio esibisca un piccolo impegno proprio, distinto da quello delle consorziate, all'interno dei progetti europei, in particolare H2020. Si tratta di una novità da gestire con attenzione in armonia con le modalità operative statutarie e regolamentari.

Attualmente i progetti IU.NET gestiti dalle piattaforme tecnologiche, in particolare da ECSEL, sono preponderanti per numero e ammontare del finanziamento medio rispetto a quelli gestiti integralmente dalla Commissione Europea; essi rappresentano la prima fonte di finanziamento della ricerca per le consorziate e di sostentamento per IU.NET. È dunque molto importante che IU.NET segua con attenzione le dinamiche di evoluzione di ECSEL verso il nuovo programma Horizon Europe di prossima inaugurazione. Esso vedrà la nascita di una ancor più ampia aggregazione sulle "key digital technologies" e sebbene i contorni di questa nuova realtà siano lunghi dall'essere cristallizzati, già si intravede la possibilità che essi allarghino ulteriormente il perimetro delle competenze dagli "electronic components and systems" di ECSEL verso le tecnologie fotoniche (attualmente rappresentate dalla JU Photonics21), verso il mondo degli *embedded cyber-physical systems* e verso l'universo del software che li anima. È infatti di importanza strategica per la competitività dell'Europa che la ricerca sulle tecnologie abilitanti, quali la micro- e nano-elettronica, porti a sviluppi innovativi trasferibili a prodotti industriali in tempi sempre più rapidi dettati dalla concorrenza su scala planetaria. Questo richiede che le nuove tecnologie contribuiscano rapidamente a componenti nuovi o migliori e a sistemi elettronici in grado implementare nuove funzionalità. Questa tendenza aumenta il bisogno di partenariati multidisciplinari e internazionali in grado di lavorare in modo efficiente, flessibile e sinergico, come IU.NET ha saputo fare in questi anni, nel rispetto della necessità di creare competenze solide e di valore duraturo. Anche in quest'ottica si potrebbero aprire per le unità di IU.NET nuove opportunità di coinvolgimento, collaborazione e valorizzazione del proprio lavoro, in particolare sulle tecnologie More than Moore, i sensori, l'elettronica di potenza, i MEMS, l'elettronica delle alte frequenze e l'optoelettronica, tutte al servizio delle grandi sfide sociali poste da industria 4.0, veicoli e mobilità intelligenti, introduzione del protocollo di comunicazione 5G, energia, salute e ambiente, tutti in chiave di sostenibilità globale. Alcuni dei progetti più recenti partecipati da IU.NET (ad esempio, ma non solo, Arrowhead-tools e AI4DI) e altri in procinto di partire offrono al Consorzio un primo banco di prova per sperimentare partenariati con competenze allargate e verticalizzate.

Per quanto riguarda i temi di ricerca tradizionalmente nelle corde di IU.NET dalla sua fondazione, rivolti ai dispositivi su scala micro e nanometrica per applicazioni di commutazione e memorizzazione, notiamo che in questi ultimi anni è emerso prepotentemente il filone dei nuovi paradigmi di computazione, dell'*in-memory computing* e delle architetture neuromorfiche. Queste possono trovare implementazioni originali grazie a dispositivi e circuiti innovativi che integrano nuovi materiali, ingegnerizzati su scala nanometrica e in grado di emulare le funzionalità di sinapsi e neuroni per quanto ad oggi conosciute. Si tratta di problematiche in linea con la spasmodica ricerca di soluzioni tecnologiche per acceleratori hardware dell'esecuzione di algoritmi di *machine learning* e *deep learning* con altissima efficienza energetica, dunque in grado di potenziare le capacità di computazione anche dei nodi IoT. Anche in questo campo, la presenza delle specifiche competenze del Prof. Daniele Ielmini nel comitato scientifico e l'interesse dei gruppi di IU.NET, ha prodotto numerose proposte progettuali con un buon grado di successo.

CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO PER LA NANOELETRONICA

Sempre nell'area dei nuovi materiali e dei dispositivi occorre citare l'onda di interesse a livello internazionale per l'introduzione di materiali bidimensionali in elettronica e fotonica, e per la ricerca di tecnologie a supporto del *quantum computing* con associata elettronica a temperature criogeniche. I tentativi di inserirsi in questi ambiti hanno portato a qualche proposta progettuale ma, finora, non ancora a progetti partecipati da IU.NET. Stante la concentrazione di apprezzabili risorse nel futuro, mantenersi attivi in questi ambiti potrebbe dare concrete opportunità di crescita a quei gruppi del Consorzio che decideranno di investire nel settore.

E' chiaro dunque che anche in questi settori legati ai temi più tradizionali del Consorzio, IU.NET ha comunque mostrato vitalità, disponibilità a mettersi in gioco e a far evolvere le proprie linee di ricerca. Si tratta di passare da proposte ben valutate a proposte di successo, da proposte nella sola area ICT a proposte nei cluster di HE, rafforzando i partenariati con gruppi di eccellenza già attivi in Europa e non facendosi sfuggire le opportunità di essere inseriti in cordate consolidate, anche se inizialmente con ruoli limitati.

Uno sguardo attento dovrà essere prestato anche al nuovo Piano Nazionale della Ricerca 2021-2027, in avanzato stato di preparazione e inizialmente previsto in uscita a metà 2020. Da esso ci si attende di trovare indicazioni, per quanto generiche, di come gli indirizzi della ricerca europea in HEurope verranno declinati dagli enti finanziatori a livello nazionale. Se i documenti finali confermeranno alcuni degli indirizzi espressi ai tavoli preparatori del PNR 2021-2027, all'interno del piano torneranno ad avere un ruolo chiaro le tecnologie elettroniche, delle telecomunicazioni e digitali che nei precedenti programmi erano state riassorbite all'interno di linee trasversali di intervento dedicate a temi di vasta portata applicativa. Potrebbero inoltre essere esposte in modo ben visibile le cosiddette tecnologie quantistiche, nella loro versione elettronica e fotonica.

Dal punto di vista della formazione superiore, le unità IU.NET potrebbero trarre opportunità sia dalla prevista partenza di alcuni dottorati nazionali su tematiche specifiche di valenza strategica, che da progetti di training e istruzione di terzo livello nell'area MSCA. Il Consorzio infatti, con la sua rete di laboratori e gruppi di ricerca multidisciplinari e tra loro complementari, può essere un partner di valore per il *secondment* di giovani ricercatori nell'ambito, ad esempio, delle ITN. Questa dimensione di rete di IU.NET può costituire un asset importante anche per rafforzare eventuali proposte progettuali di singoli ricercatori del Consorzio in area ERC.

6. Considerazioni conclusive

Allo scadere dei 15 anni dalla data di fondazione, il Consorzio IU.NET si conferma capace di aggregare e portare a collaborare fattivamente i gruppi di ricerca italiani operanti nell'area delle tecnologie elettroniche, con particolare enfasi su quelle micro e nanoelettroniche e sul loro impatto a livello di circuito, sistema, applicazione. Il Consorzio si è dimostrato un importante strumento di gestione della tradizionale competitività accademica, riuscendo a trasformarla in occasione di collaborazione e in opportunità di accesso a finanziamenti altrimenti difficili da ottenere, specie in periodi di cronica debolezza dell'economia e scarsità di visioni e strategie programmatiche di lungo termine da parte della politica. L'interesse di nuovi gruppi a unirsi al Consorzio testimonia dell'immagine di successo di cui IU.NET generalmente gode. La flessibilità con cui IUNET consente di creare masse critiche di ricercatori esperti in aree diverse e complementari gli consente di proporsi per ruoli di riconosciuto rilievo. La visibilità esterna che garantisce alle Università consorziate evita inopportuni conflitti dei ricercatori con le proprie istituzioni di appartenenza.

Fondamentale nel percorso di crescita di IU.NET è stata la sua capacità di adattarsi gradualmente al mutato contesto della ricerca nazionale ed internazionale senza perdere l'identità delle proprie competenze scientifiche ma arricchendola costantemente. La soddisfazione per i risultati della crescita è stata sempre accompagnata da un rinnovato impegno del personale coinvolto nei progetti sulla ricerca e verso il Consorzio; il personale tecnico amministrativo di sostegno ha dimostrato spesso una abnegazione non comune nel sostenere le esigenze di IU.NET.

**CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO
PER LA NANOELETTRONICA**

Tuttavia, i risultati ottenuti non possono essere dati per scontati nel futuro. L'elevato numero di progetti, la necessità di monitorare comunità scientifiche sempre più ampie, la complessità delle procedure amministrative di gestione, gli adempimenti burocratici imposti dalla natura esclusivamente pubblica delle consorziate, la loro duplicazione a livello nazionale ed europeo, le regolamentazioni sempre più pervasive e puntuali, hanno reso più intricata la vita di IU.NET. Per poter continuare ad agire efficacemente a favore dei propri soci, mantenere ed aumentare il proprio volume di attività, IU.NET ha bisogno di strutturarsi maggiormente, mantenendo però efficienza, flessibilità e rapidità di risposta agli stimoli. Questo richiederà, verosimilmente, di aggiornare le proprie modalità di gestione, di rafforzare il rapporto con le amministrazioni delle singole sedi e di poter accedere, in modo diretto o mediato, a competenze e strumenti specifici di gestione e segreteria amministrativa, al fine di ottenere un maggior supporto nella gestione della quotidianità dei progetti e degli adempimenti di legge.

Quindici anni sono un lasso di tempo cospicuo nell'ambito di discipline in rapida evoluzione come la micro e nanoelettronica. Sono anche quasi una generazione dal punto di vista anagrafico. E' importante conservare la memoria delle motivazioni che hanno portato il Consorzio a nascere, perché molte di esse sono ancora attuali, pur in un contesto generale decisamente mutato. E' importante mantenere chiara e aggiornare la *value-proposition* del Consorzio verso i gruppi di ricerca che vi partecipano, e lavorare di concerto perché i nuovi ricercatori che vi sono coinvolti la comprendano, la apprezzino e contribuiscano al suo mantenimento.