

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

GIUNTA ESECUTIVA

DELIBERAZIONE N. 9305

La Giunta Esecutiva dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, riunita in Roma in data 13 gennaio 2012

- visto lo Statuto dell'INFN;
- visto il Bando MIUR 254/Ric – P.O.N. “Ricerca e competitività 2007-2012”;
- premesso che, a valere sul predetto Bando, l'Istituto ha presentato domanda di finanziamento per un progetto denominato “NAFASSY – NAtional FACility for Superconduction SYstems”;
- preso atto che, con Decreto Direttoriale 968/Ric dell'11 novembre 2011, il suddetto Progetto è stato ammesso a finanziamento per un importo complessivo in favore dell'Istituto di 3.472.586,20 euro, di cui 3.424.350,00 euro per attività di potenziamento e 48.236,20 euro per attività di formazione, a fronte di una richiesta complessiva di 6.267.000,00 euro;
- vista la nota MIUR 2654 del 25 novembre 2011 con la quale venivano trasmessi il Disciplinare e lo schema di Atto di Obbligo e di Accettazione relativi al Progetto NAFASSY;
- preso atto che il Presidente, avvalendosi dei poteri di cui all'articolo 10, comma 6, lett. b) dello Statuto, ha provveduto a sottoscrivere l'Atto di Obbligo e di Accettazione relativo al Progetto NAFASSY che è stato trasmesso al MIUR nei termini previsti nella citata nota;
- vista la deliberazione n. 9250 adottata dalla Giunta Esecutiva in data 7 dicembre 2011, ratificata con deliberazione adottata dal Consiglio Direttivo n. 12180 del 21 dicembre 2011, con la quale la Giunta Esecutiva ha ratificato la sottoscrizione dell'Atto di Obbligo e di Accettazione relativo al Progetto NAFASSY;
- vista la nota MIUR 3226 del 21 dicembre 2011 nella quale, secondo quanto previsto dal Disciplinare trasmesso con la nota del 25 novembre 2011, è previsto che i Soggetti Attuatori, entro il 15 gennaio 2012, “(...) dovranno confermare la realizzazione del Progetto con i costi e le variazioni di cui alla “Scheda costi”

allegata alla nota del 18 novembre 2011, ovvero, qualora ritenuto opportuno, presentare una rimodulazione progettuale e finanziaria nel pieno rispetto degli obiettivi e finalità progettuali dichiarati al momento della presentazione della domanda (...)”;

- vista la proposta di rimodulazione del Progetto di Potenziamento Strutturale “NAFASSY – NAtional FAcility for Superconducting SYstems”, del Progetto di Formazione “NAFASSY” nonché del piano finanziario, allegati alla presente deliberazione, formulata dal Direttore della Sezione di Napoli con comunicazione dell’11 gennaio 2012;
- premesso che gli oneri a carico dell’Istituto derivanti dal Progetto di cui alla presente deliberazione troveranno copertura con le ordinarie procedure di programmazione scientifica e finanziaria in vigore presso l’Istituto e che l’entrata derivante dalla ammissione a finanziamento, valutata in complessivi 3.472.586,20 euro verrà accertata tra le entrate dell’Istituto, come finanziamento MIUR a destinazione vincolata, con successive deliberazioni adottate dal Consiglio Direttivo;
- ritenuto di dover procedere con la dovuta urgenza al fine di consentire all’Istituto la presentazione del Progetto NAFASSY, debitamente rimodulato, nei termini previsti dalla nota MIUR 3226 del 21 dicembre 2011;
- visto l’articolo 14, comma 5, lett. b) dello Statuto;

DELIBERA

- 1) Di approvare la “Rimodulazione del Progetto di Potenziamento Strutturale “NAFASSY – NAtional FAcility for Superconducting SYstems”, del Progetto di Formazione “NAFASSY”, nonché del relativo piano finanziario, allegati alla presente deliberazione di cui costituiscono parte integrante e sostanziale.
- 2) Di autorizzare il Presidente, o persona da lui delegata, a sottoscrivere i documenti di cui al precedente numero 1) e alla loro presentazione al MIUR nonché a compiere tutti gli atti o sottoscrivere tutti i documenti conseguenti alla ammissione a finanziamento del Progetto NAFASSY.
- 3) Di sottoporre la presente deliberazione alla ratifica del Consiglio Direttivo ai sensi dell’articolo 14, comma 5, lett. b) dello Statuto.

Sintesi del progetto presentato l'11-08-2011

Il progetto si configura come la creazione di una media Infrastruttura volta a sostenere una azione di R&D nel campo delle nuove tecnologie nel settore energetico.

In particolare il progetto è volto a realizzare, presso il campus dell'Università di Salerno, un polo per il test di dispositivi superconduttori di potenza e per misure di proprietà di materiali superconduttori in alti campi magnetici e delle caratteristiche meccaniche di materiali. Il progetto ruota attorno alla realizzazione di un'infrastruttura unica in Europa, originariamente proposta dall' ENEA con la denominazione ENFASI, per il test in funzione della temperatura delle proprietà di trasporto elettrico di cavi superconduttori in alto campo magnetico per alte potenze e grandi volumi.

Il progetto Nafassy è stato presentato congiuntamente dall'Università di Salerno, INFN, ENEA e Centro di Competenza Nuove Tecnologie per le Attività Produttive ed ha come responsabile del progetto il prof. S.Pace che ne ha curato la stesura e la presentazione.

Il progetto prevedeva un costo complessivo di 30.700.833 euro di cui 2.700.000 per la formazione e 28.000.833 per il potenziamento. Di questo 4.934.833 erano dedicati al potenziamento di attività pregresse volte alla caratterizzazione di materiali superconduttori ad a misure a basse temperature di proprietà meccaniche di materiali, mentre 22.956.000 erano dedicati alla realizzazione di un nuovo laboratorio per misure su dispositivi superconduttori di potenza.

Le principali attrezzature che erano previste sono riportate nella tabella 1.

Il potenziamento delle attività preesistenti di caratterizzazione di materiali, di interesse centrale dell'Università di Salerno e del Centro di Competenza (che all'interno del presente progetto rappresenta la Unità operativa di Salerno dell'Istituto SPIN del CNR), risulta strategico per l'intero progetto, poiché tramite tali attività si formano le competenze necessarie per le misure di potenza.

La struttura centrale del nuovo laboratorio di potenza era il magnete Enfasi, di interesse centrale dell'ENEA, ideato per effettuare misure in alto campo magnetico ed in funzione della temperatura di spezzoni di cavi superconduttori di alta potenza come quelli per i programmi sulla fusione termonucleare mediante confinamento magnetico del plasma. Il costo stimato di Enfasi era di 9.300.000 euro. Tale struttura avrebbe posto il laboratorio in condizione di grande competitività internazionale che avrebbe

garantito entrate sufficienti alla funzionalità ed allo sviluppo del laboratorio

	Tipologia componente	Finalita'	Specifiche
1	Sistema criomagnetico ENFASI	test di spezzoni di cavi di alta potenza	12-15T su grossi volumi: diametro 90 cm; H = 2m
2	Refrigeratore/liquefattore elio	Raffreddamento facility sperimentali	500 W @ 4.2 K e circuito a 3 kW @ 60 K per schermi
3	Alimentatori di potenza e strumentazione di misura	Test cavi/magneti superconduttori	da 10kA 50V e 50 kA 20V
4	Cryocooler	Test manufatti in modalita' adiabatica	1W @4K con 60W @ 60K
5	Sistema crio-magnetico in alto campo ed apparati di misura	Test funzionali di superconduttori su campioni da laboratorio	Campi 18-23T su piccoli volumi
6	Apparati per la misura di proprietà meccaniche di materiali a bassa T	Rafforzamento di attività pre-esistenti per test strutturali di materiali	Possibilità di eseguire misure anche a temperature dell'elio liquido
7	Criostato orizzontale	Test dipoli	Diametro 1000 mm, lunghezza 10m
8	Attrezzature elettroniche e criogeniche per garantire il buon funzionamento dei laboratori	Rafforzamento attività preesistenti per studio di materiali superconduttori in bassa potenza	

Tab.1 quadro delle principali attrezzature inizialmente previste

A ciò andavano aggiunte strutture criogeniche per 3.350.000 che oltre al raffreddamento di Enfasi avrebbero raffreddato anche dispositivi superconduttori (quali i dipoli) di interesse centrale dell' INFN all'interno di un criostato orizzontale di grandi dimensioni il cui acquisto era previsto nel progetto.

Per l'alimentazione di Enfasi e dei dispositivi superconduttori da testare era previsto l'acquisto di alimentatori di altissima corrente in bassa tensione.

Infine, per alloggiare tali attrezzature il progetto prevedeva la realizzazione di un edificio di superficie circa 30x30m² e di altezza 9 metri che per metà (dotata di

un carro ponte) costituiva il laboratorio per le misure di potenza in senso stretto, mentre la seconda metà era costituita da uffici e laboratori di appoggio realizzati su due piani. Il laboratorio era previsto in una area contigua al Campus, che, pur se destinata all'Università, si sarebbe dovuta acquistare ad un prezzo stimato di 700.000 euro, a cui sarebbero stati aggiunti i costi per il collegamento dei servizi (acqua, luce, rete...). Infine, il progetto prevedeva un sistema di cogenerazione a gas per la produzione dell'energia elettrica ed acqua calda connessa ai servizi dell'università. Tale sistema, con tutte le interconnessioni alla rete aveva un costo intorno a 1.650.000 euro. Pertanto il costo complessivo dell'edilizia e dei servizi al contorno era stimato intorno a 4.350.000 euro.

In allegato è riportato il quadro delle spese inizialmente previste dal progetto e la ripartizione tra gli Enti proponenti.

Il progetto rimodulato

Il finanziamento ottenuto pari a 10.800.000 euro è di poco superiore ad un terzo di quanto richiesto così che è impossibile realizzare completamente le azioni previste.

Ciononostante si mantiene inalterata la finalità complessiva volta a creare presso il Campus dell'Università di Salerno un centro per la caratterizzazione di materiali e dispositivi superconduttori con particolare riferimento alle applicazioni di potenza per la fusione termonucleare mediante confinamento magnetico, per i dispositivi superconduttori per la fisica delle alte energie e per le applicazioni industriali che potrebbero essere sviluppate anche all'interno dell'Aggregazione Pubblico Privato di cui si è presentata domanda nello specifico bando PON.

Pertanto, si ritiene opportuno mantenere entrambe le iniziative volte rispettivamente al potenziamento delle attività di caratterizzazione di materiali superconduttori e l'avvio della realizzazione di un laboratorio per il test di dispositivi superconduttori di potenza. Infatti, pur volendo fare tutti gli sforzi possibili per porre le basi per creare tale laboratorio risulta di grande rilevanza il rafforzamento dei laboratori esistenti nei quali si formano le competenze per le applicazioni di potenza dei superconduttori e che sono l'interesse primario dell'Università e del CRdC .

In sintesi, la proposta di rimodulazione prevede di dedicare 1.700.000 euro al potenziamento delle attività preesistenti e 8.300.000 euro ad una prima fase di realizzazione della stazione per i test di potenza che pervenga ad un obiettivo

intermedio compiuto ma che possa, con ulteriori finanziamenti, essere implementata per il raggiungimento degli obiettivi finali originari.

Pertanto gli **Enti partecipanti** convengono:

- a) di realizzare la bobina più esterna di Enfasi (Enfasi ridotta) che farà un campo di circa 6 Tesla, progettata in modo tale da poter alloggiare in un secondo momento le bobine che consentiranno di raggiungere un campo magnetico più elevato,
- b) acquistare il criorefrigeratore che dovrebbe avere una potenza refrigerante da circa 200W,
- c) realizzare un criostato in cui alloggiare Enfasi ridotto,
- d) realizzare la struttura edilizia nella quale alloggiare a,b,c,
- e) rafforzare le attività preesistenti.

Il quadro della ripartizione di tali attività tra gli Enti è riportato nella tabella 2. I costi indicati sono la migliore stima che si può attualmente fornire e verranno definiti man mano che si procederà agli ordini. Ciò darà luogo probabilmente a piccole rimodulazioni in corso d'opera.

In tale tabella non compaiono i costi per l'acquisizione dell' alimentatore di corrente necessario per "Enfasi ridotto" poichè verrà messo temporaneamente a disposizione da ENEA Frascati.

Per la realizzazione degli avvolgimenti attualmente vengono allocati circa 1.5 milioni di euro a carico dell'Università. Qualora in fase esecutiva tale cifra non fosse sufficiente e qualora non si realizzassero economie rispetto agli altri costi previsti, l'Università e CRdC si impegnano a rendere disponibile una cifra massima di ulteriori 500.000 reperendoli in prima battuta dagli costi di impianti e dal potenziamento delle attività pregresse e/o utilizzando le risorse derivanti dalla rendicontazione delle spese già effettuate. Tale margine sarà lasciato anche a garanzia di un supporto ad altri acquisti strategici (punti a-d) qualora le cifre attualmente allocate non si dimostrassero sufficienti a coprire costi attualmente non prevedibili.

Varrà ovviamente una condizione di reciprocità con un impegno comune di tutte le parti a cercare di sopperire con le proprie risorse a difficoltà oggettive degli altri partner che portino spese impreviste ed inderogabili per la realizzazione dei punti indicati.

Costo complessivo potenziamento		10.052.705				
		Università	ENEA	INFN	CRdC	
Potenziamento attività preesistenti	1.700.000					
laboratori/impianti spese pregresse	500.000	500.000				
attrezzature per proprietà meccaniche +. criogenia non convenzionale.	500.000				500.000	
sistema criomagnetico in alto campo (18T)	700.000				700.000	
Nuovo laboratorio per test di potenza		8.352.705	Università	ENEA	INFN	CRdC
Costi specifici di progetto	40.000		15.000	15.000	5.000	
edilizia laboratorio	550.000	550.000				
edilizia impianti	311.390				311.390	
attrezzature criogeniche (refrigeratore, criostato, 2 discendenti..)	3.040.000			3.040.000		
Completamento alimentatori ed elettronica di potenza	229.350			229.350		
magnete 6T- $\Phi_{int}=130\text{cm}$; H=130cm	3.851.965					
cavi superconduttori	2.363.644		2.368.644			
costruzione magnete	1.488.321	1.488.321				
consulenze	50.000		50.000			
elettronica misura e controlli ENFASI	50.000				50.000	
spese tecniche: progettazione, direzione lavori, installazione, test,	230.000	20.000	20.000	140.000	50.000	
		2.558.321	2.453.644	3.424.350	1.616.390	
formazione totale	747.295					
formazione assegni		411.000				
formazione tutoraggio+...		106.313	88.260	48.236	93.486	
totali	10.800.000	2.664.634	2.541.904	3.472.586	1.709.876	

Tab.2 ripartizione delle spese nel progetto rimodulato.

Per ciò che riguarda la formazione, al fine di destinare quanto più possibile al

potenziamento, si propone di diminuire la spesa a circa 750.000 euro. Tra tutte le azioni originariamente previste, si ritiene prioritario dedicare le risorse alla formazione specialistica dopo la laurea magistrale o dopo il dottorato. Pertanto, poco più della metà dei fondi verrebbe destinata per bandire 9 assegni di ricerca annuali rinnovabili, emessi dall'Università che si farebbe carico delle relative spese. Le attività degli assegnisti verrebbero distribuite tra i vari Enti, il cui personale svolgerebbe una attività tutoria rendicontata nel progetto. Il quadro delle spese previste per la formazione è riportato nella tabella 3.

	Università	ENEA	INFN	CRdC
formazione assegni	415.000			
formazione tutoraggio+...	102.313	88.260	48.236	93.486
	517.313			
A.1 Personale interno (dipendente)	31.000	16.000	13.000	25.000
A.2 Personale esterno	5.000			15.000
B.1 Spesa di trasferta del personale docente	1.000	5.000	5.000	5.000
B.2 Spesa di trasferta dei destinatari della formazione	30.000	40.000	15.000	20.000
C.1 Materiali e forniture	20.313	20.760	11.986	21.986
C.2 Selezione, gestione e organizzazione attività didattiche	5.000			
Attrezzature e strumentazioni	5.000	2.500	1.250	2.500
E.1 Professionisti con partita IVA				
E.2 Società				
F.1 Costo orario				
F.2 Borse di studio	415.000			
G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	5.000	4.000	2.000	4.000
	517.313	88.260	48.236	93.486

Tab. 3 quadro dei costi per la formazione e loro ripartizione tra gli Enti.

Dettagli e commenti al progetto rimodulato.

Il potenziamento delle attività preesistenti prevede una riduzione del parco delle attrezzature che verranno acquisite per le prove meccaniche sui materiali ed una diminuzione delle prestazioni della strumentazione cryogenfree per le misure funzionali su campioni superconduttori di laboratorio. Tale attrezzatura potrà in ogni caso determinare una posizione di grande rilievo di Salerno in campo nazionale in modo da diventare il punto di riferimento di una serie di caratterizzazioni e porre le

basi per la partecipazione a progetti internazionali.

Come è stato già accennato, il punto cardine attorno al quale ruota la stazione per i test di potenza è il magnete Enfasì il cui costo complessivo era stimato intorno a 9.3 Milioni di euro e che quindi con l'attuale finanziamento non può essere realizzato nella sua interezza. La strategia che si ritiene opportuno adottare è di realizzare la minima unità funzionale completa per ottenere la quale è necessario la minimizzazione di tutti gli altri costi e l'eliminazione di quelli non strettamente necessari o che riguardano attrezzature come gli alimentatori ad alta corrente. Infatti l'ENEA di Frascati può rendere temporaneamente disponibile per la facility l'alimentatore necessario per Enfasì ridotto. Per il suo adattamento con il trasformatore elettrico e gli accessori la spesa prevista è di circa 220 k€.

Per rientrare nel finanziamento ottenuto alcuni costi, dovuti per lo più a personale dipendente dedicato al progetto, verranno rendicontati in misura inferiore a quelli sostenuti o non verranno rendicontati affatto. Rientrano in tali costi le spese tecniche, che nella tabella 2 compaiono in misura minore a quelle che gli Enti avranno a loro carico, le spese sostenute per l'elaborazione delle schede di progetto (piano industriale, studio di mercato, piano promozione industriale, piano sviluppo nuova imprenditorialità), così come parte dei costi specifici di progetto.

La realizzazione del nuovo laboratorio è una spesa strettamente necessaria, ma si ritiene opportuno ridurla drasticamente rispetto a quanto inizialmente proposto. Infatti, in carenza di risorse, l'acquisto del terreno, inizialmente previsto, può essere cancellato, avendo individuato una localizzazione su un terreno già di proprietà dell'Università, collocato nelle immediate vicinanze del Dipartimento di Fisica in modo da determinare anche un costo molto minore per il collegamento dei servizi. Egualmente si propone di cancellare il sistema di cogenerazione. Ciò implica una riduzione maggiore di 2,5 milioni di euro rispetto alla richiesta originaria.

Il minimo funzionale per la realizzazione dei test di potenza è un laboratorio di superficie pari a metà di quella originaria, rimanendo un unico ambiente di 15mx30m con altezza 9 metri e dotato di un carro ponte. Tale laboratorio, realizzato nei pressi del Dipartimento di Fisica, non rende necessaria la costruzione di studi e laboratori di appoggio. Tali studi realizzati su due piani avrebbero avuto un costo/m² superiore a quello di un ambiente unico che può essere realizzato con una struttura prefabbricata. L'insieme di tutto ciò giustifica una spesa molto più bassa di quella inizialmente prevista: stime indipendenti effettuate dall'Ufficio tecnico dell'Università di Salerno e

dall'Enea portano ad una spesa per l'edificio ed i servizi ad esso annessi inferiore a 550.000 euro. A ciò vanno aggiunti i costi per una sottocabina per la potenza elettrica (con un costo stimato intorno a 100.000 euro) ed un margine di ulteriori 200.000 euro per sopperire a spese relative agli impianti attualmente non prevedibili.

Pertanto il costo globale attualmente previsto è di 850.000 euro che verrebbe sostenuto dall'Università e parzialmente da CRdC.

Oltre all'alimentatore fornito temporaneamente dall'Enea, in questa fase si ritiene di poter rinunciare al criostato orizzontale per i test sui dispositivi di interesse primario di INFN.

Al contrario, altri costi strettamente necessari sono il criogeneratore che è fondamentale sia per il raffreddamento di Enfasi, sia per quello di qualunque altro dispositivo che si intenda testare sia un criostato idoneo ad alloggiare e testare Enfasi ridotto.

INFN, per le specifiche competenze disponibili a Salerno, curerebbe la criogenia, acquistando prioritariamente il cryo-refrigeratore. Attualmente per il cryo-refrigeratore vengono allocati 2.100.000 euro con una riduzione a circa 200 W della potenza refrigerante. Ciò che rimarrà (inferiore quindi a 1.250.000 euro) del finanziamento accordato ad INFN verrà in parte destinato al criostato del magnete Enfasi.

Le risorse finanziarie rimanenti pari a poco più di 4.700.000 euro verrebbero destinate alla parziale realizzazione del magnete Enfasi. Tale magnete già nel progetto originario era costituito da tre bobine concentriche, così che con i fondi disponibili nel progetto si prevede di costruire la bobina più esterna con un campo di circa 6 Tesla che potrà essere definito solo a seguito di una progettazione che richiederà qualche mese di lavoro: l'Enea acquisterebbe i cavi superconduttori e l'Università appalterebbe l'avvolgimento del magnete.

Il magnete verrà realizzato in modo da poter inserire, in una fase successiva al presente progetto, inserti per il raggiungimento di un campo più elevato e ottenere così l'obiettivo iniziale. Sempre in una fase successiva sarà possibile completare tutto ciò che è necessario per il test dei cavi. A tal fine, al di là delle domande di finanziamento già effettate sul PON stesso che, se approvate, potrebbero portare a compimento il magnete Enfasi, gli Enti partecipanti si attiveranno per esplorare tutti i canali possibili per reperire i fondi necessari al raggiungimento degli obiettivi originari.

Al termine del progetto, anche in assenza di altri finanziamenti, per le misure di potenza si avrà disponibile un magnete da circa 6 Tesla con dimensioni quasi uniche al mondo e una facility per il raffreddamento di dispositivi "grandi" che gli Enti partecipanti avrebbero disponibile per qualsiasi progetto che li rendesse necessari.

In ogni caso in fase di attuazione del progetto i costi delle attrezzature sopra descritte verranno definiti solo all'atto del completamento delle procedure di acquisto e quindi l'attuale rimodulazione costituisce una stima di ripartizione dell'attuale disponibilità finanziaria.

Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme

Allegato

ripartizione dei costi tra gli enti partecipanti

Tab.2: ripartizione dei costi tra gli enti partecipanti

		Università	ENEA	INFN	CRdC
Costi specifici di progetto	110.000	40.000	30.000	30.000	10.000
potenziamento attività preesistenti					
laboratori/impianti misura bassa potenza	1.406.000	1.406.000			
attrezzature per proprietà meccaniche dei materiali + criogenia non convenzionale	1.601.833	796.833			805.000
potenziamento elettronica misura labs	291.000				291.000
ricondensatori elio	276.000				276.000
sistema criomagnetico in alto campo	1.360.000				1.360.000
		appareato misura 18+20 T per campioni laboratorio=1.300.000+linea 30.000+ impianti 30000			
nuovo laboratorio per test di potenza					
		Università	ENEA	INFN	CRdC
nuovo laboratorio	4.350.000	edificio	2.700.000	4.350.000	
		cogenerazione	800.000		
		impianti cogenerazione	850.000		
strutture criogeniche	3.350.000	refrigeratore e attrezzature criogeniche	3.300.000	3.350.000	
		(linee, serbatoio gas, dewar liquido, pallone...)			
		compressore recupero			
		stoccaggio gas sporco			
		stoccaggio gas puro 50m3, 15atm			
		torre refrigerante	50.000		
stazione test per cavi superconduttori di potenza	9.360.000	magnete 15T- Φ int=90cm ; H=130cm	cavi superconduttori	5.000.000	5.000.000
			costruzione magnete	3.000.000	3.000.000
			criostato Enfast	880.000	880.000
			discendenti	480.000	480.000
alimentatori in alta corrente	2.300.000		alimentatori		575.000
			elettronica di misura ed acquisizione 100.000 ; sensoristica e componenti vuoto 50.000		150.000
elettronica misura e controlli ENFAST	150.000				150.000
varie	100.000				100.000
criostato orizzontale e diagnostica	730.000		criostato orizzontale + test end	450.000	450.000
			alimentatore	200.000	200.000
			vuoto	80.000	80.000
elettronica misura x criostato	166.000		acquisizione	40.000	40.000
			strumentazione elettronica	126.000	126.000
officina meccanica ed attrezzature di servizio	100.000				100.000
progettazione, direzione lavori, installazione, test, personale esterno	1.900.000				410.000
consulenze	150.000				150.000
	300.000				300.000
formazione	2.700.000		1.616.000	748.000	112.000
	30.700.833	totale	8.668.833	9.508.000	6.267.000
				6.257.000	

Progetto di Potenziamento Strutturale

Progetto NAFASSY

(National Facility for Superconducting Systems)

Proposta per la realizzazione di una media Infrastruttura di Ricerca per il rafforzamento delle capacità tecnico-scientifiche nazionali nel campo dei dispositivi superconduttori di potenza e delle tecnologie ad essi correlate

Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme

SINTESI DELLA PROPOSTA

Il progetto si configura come la creazione di una media Infrastruttura volta a sostenere un'azione di R&S nel campo dei materiali innovativi e nel settore energetico.

In particolare il progetto è volto a realizzare, presso il campus dell'Università di Salerno, un polo per misure di dispositivi di potenza e materiali superconduttori in alti campi magnetici e proprietà meccaniche di materiali, all'interno del quale installare un'infrastruttura unica in Europa per il test delle proprietà di trasporto elettrico di semilavorati e cavi superconduttori in alto campo magnetico per alte potenze, grandi volumi ed a basse temperature.

In accordo con le linee strategiche del PON, il progetto si configura quindi come un "adeguamento strutturale di eccellenza e capacità di proiezione nazionale e internazionale". Ciò è anche comprovato dall'inserimento della facility che costituisce il nucleo centrale del progetto, originariamente proposta dall'ENEA con la denominazione ENFASI, all'interno della Roadmap italiana delle Infrastrutture di Ricerca di interesse Pan-Europeo.

Il progetto è presentato in maniera congiunta dall'Università di Salerno insieme con ENEA, INFN ed il CRdC (Centro di Competenza Campano "Nuove Tecnologie per le Attività Produttive"), avendone l'Università il coordinamento.

L'iniziativa è strettamente connessa alla proposta di Studio di Fattibilità di Aggregazione pubblico-privato presentata recentemente su bando PON e ne costituisce le premesse in termini di dotazione di attrezzature degli Enti Pubblici partecipanti.

L'infrastruttura ha come obiettivo tecnologico principale il test di cavi superconduttori di altissima potenza all'interno delle commesse dei progetti internazionali per la fusione termonucleare controllata mediante confinamento magnetico del plasma (quale ad esempio il progetto ITER, nel quale l'ENEA è responsabile dello sviluppo dei cavi superconduttori). Oltre a tale finalità, l'infrastruttura proposta potrà dare un contributo significativo allo sviluppo dei magneti superconduttori per il settore della Fisica delle Alte Energie, alle applicazioni dei materiali superconduttori nella produzione e distribuzione di energia elettrica, e più in generale ai settori dell'Ingegneria e della Fisica che sviluppano tecnologie associate alle conoscenze nel campo dei materiali superconduttori.

Tuttavia la limitazione delle risorse finanziarie assegnate dalla Commissione fa sì che tale finalità non potrà essere completamente raggiunta all'interno di questo progetto che realizzerà una prima fase compiuta e funzionante dell'infrastruttura secondo una logica progettuale di sviluppo per passi successivi in modo da prevedere fin da ora i futuri

interventi che reperendo finanziamenti da fonti diverse, realizzeranno il progetto originario.

Il progetto un carattere unitario e sfrutta la complementarità degli Enti partecipanti, ognuno dei quali sarà responsabile degli aspetti del progetto più vicini alle proprie competenze. Di conseguenza ENEA sarà responsabile del magnete per le misure dei cavi, INFN degli aspetti criogenici volti a poter testare dispositivi superconduttori di interesse per la Fisica fondamentale delle particelle elementari, CRdC per misure in alto campo su campioni di laboratorio, mentre l'Università curerà le infrastrutture generali. Tutti gli enti coinvolti potranno così potenziare le proprie attività nel campo della superconduttività e più in generale nei materiali innovativi.

Il costo complessivo del progetto è ora stato fissato dalla Commissione in 10.8 Meuro., comportando la necessità di un ridimensionamento dei costi previsti e delle attrezzature che verranno acquisite, i cui costi e la loro ripartizione tra gli ENTI partecipanti sono riportati nella tabella 2 (pag 19).

Al termine del progetto gli Enti partecipanti avranno disponibili per i loro progetti strategici le competenze acquisite e le attrezzature installate anche per tempi medio lunghi. Al termine del progetto, l'Università potrà continuare ad avere un ruolo di coordinamento nella gestione dell'infrastruttura, nelle modalità che saranno concordate dagli Enti partecipanti al progetto all'interno di specifici accordi.

Le commesse che la facility potrà procurarsi sono tali da garantire il suo funzionamento ordinario dopo i primi 3 anni (si veda la scheda "Piano Industriale") senza gravare sui bilanci degli Enti partecipanti.

Il coinvolgimento della facility in grandi progetti internazionali potrà dare un contributo significativo al processo di internazionalizzazione dell'Università di Salerno. Inoltre, il rafforzamento della partecipazione italiana a grandi collaborazioni internazionali, potrà avere significative ricadute sull'inserimento in contesti internazionali di imprese operanti nelle regioni della Convergenza.

Infine, anche tramite l'Aggregazione pubblico-privato, già citata, la creazione dell'infrastruttura potrà agevolare la collocazione nei pressi del campus dell'Università di filiali di imprese già operanti fuori delle regioni della Convergenza o la nascita di nuove imprese.

Introduzione (paragrafo non modificato)

E' ben noto che tra le Aree Scientifiche – Tecnologiche di Valenza Strategica individuate dal PON, il settore energetico costituisce un punto cardine, essendo la disponibilità di energia a costi economici ed ambientali accettabili una condizione necessaria per qualsiasi sviluppo. Tale obiettivo strategico risulta così coerente con tutte le azioni di programmazione messe in atto sia a livello nazionale che comunitario. Anche nel POR 2007-13 della Regione Campania il settore dell'energia continua ad essere uno degli Assi prioritari d'intervento. E' dunque fondamentale mettere in atto le strategie e gli interventi volti a rendere possibile lo sviluppo delle tecnologie avanzate sia per la produzione di energia elettrica che per una sua più efficiente utilizzazione.

Le tecnologie legate ai materiali superconduttori possono giocare un ruolo rilevante nel campo energetico in un futuro anche prossimo. Infatti, la capacità dei superconduttori di trasportare corrente elettrica senza alcun effetto di riscaldamento (e quindi senza perdita di energia sotto forma di calore disperso) li rende potenzialmente di grandissimo interesse nel settore energetico. Tuttavia il manifestarsi della superconduttività solo al di sotto di una temperatura di soglia (per i superconduttori tradizionali eguale a pochi gradi al di sopra dello zero assoluto, cioè attorno a -270°C), ha limitato il loro uso per gli alti costi criogenici. Tali costi criogenici sono legati alla scarsa efficienza delle macchine criogeniche ed alla necessità di utilizzo di elio gas, la cui presenza sul pianeta è piuttosto limitata. E' quindi naturale che, oltre quanto realizzabile con i superconduttori a bassa temperatura, la ricerca internazionale ha mostrato grande interesse verso lo studio di nuovi materiali superconduttori operanti a temperature più elevate raggiungibili con azoto liquido o con criogeneratori senza utilizzare elio liquido. E' questo ad esempio il caso dei superconduttori ceramici capaci di operare in azoto liquido ed in particolare di quelli di tipo YBCO che, scoperti nel 1986, sembravano aprire le porte ad un immediato e larghissimo uso dei materiali superconduttori specie nel campo energetico. Tuttavia fino a pochissimi anni fa la natura ceramica, la forte anisotropia e le specificità dello stato superconduttore in tali materiali ha frustrato tali aspettative per le difficoltà di realizzare cavi ad alte prestazioni. Negli ultimi anni molte difficoltà sono state

superate, nonostante la sussistenza di problemi residui legati ai costi di produzione ed alla natura dei cavi (attualmente realizzati sotto forma di nastri). Il miglioramento delle prestazioni si riflette nella previsione di un sostanzioso incremento del mercato dei materiali innovativi in tutti gli studi, anche di natura economica.

La ricerca di nuovi materiali superconduttori costituisce un campo in rapida evoluzione, così che nel corso degli ultimi anni sono stati scoperti nuovi composti superconduttori quali il diboruro di magnesio per il cui utilizzo la ricerca e l'industria italiana (e.g. Columbus Superconductors) si trovano in buona posizione nella competitività internazionale. Altri materiali scoperti più recentemente mostrano, allo stato attuale, minori prospettive applicative.

Ritornando ai superconduttori "tradizionali", occorre ricordare che nonostante i costi di refrigerazione le loro proprietà uniche li hanno resi indispensabili per lo sviluppo di alcune tecnologie e strumentazioni avanzate al di là delle applicazioni nella fisica delle alte energie e nel settore della fusione termonucleare controllata (di cui parleremo più avanti). La superconduttività è infatti la tecnologia abilitante ad esempio per l'Imaging mediante Risonanza Magnetico-nucleare (MRI) largamente utilizzata nella sanità ed in generale per le applicazioni in cui l'utilizzo di alti campi magnetici è strategico. Queste applicazioni includono diverse applicazioni industriali (separazione magnetica, energia, trasporto, aeronautica militare, etc.). Un quadro dettagliato delle prospettive di sviluppo del mercato dei dispositivi superconduttori è descritto nella scheda "Studio di mercato" allegata al progetto, basata anche sulla previsione effettuata dal consorzio di imprese europee CONECTUS che prevede una crescita esponenziale del fatturato che dovrebbe raddoppiarsi ogni 3-4 anni (<http://www.conectus.org/>).

Un settore nel quale le prestazioni dei materiali superconduttori sono stati determinanti è lo sviluppo di magneti in alto campo come quelli utilizzati sempre più nelle grandi macchine acceleratrici per la Fisica delle Alte Energie quali LHC al CERN di Ginevra. Nel campo delle alte energie i progetti (si veda la scheda "Studio di mercato") che utilizzeranno in maniera rilevante dispositivi superconduttori di potenza sono:

FAIR, Facility for Antiproton and Ion Research, http://www.gsi.de/portrait/fair_e.html, presso il GSI, Darmstadt (RFT); per questo progetto l'INFN ha già realizzato un primo prototipo di dipolo superconduttore curvo

il cui test finale sarà fatto al GSI perché in Italia non si dispone di un'adeguata struttura per effettuare le prove.

SuperB, il Progetto SuperB. (Super Flavor Factory), <http://web.infn.it/superb/>, è stato recentemente approvato come “progetto Bandiera” dal MIUR per il quale le tecnologie superconduttive sono richieste nella regione di interazione dei fasci e^+ e e^- .

Muon collider, http://www.fnal.gov/pub/muon_collider/, è un progetto USA estremamente ambizioso, che seguirà la chiusura del Tevatron al FermiLab prevista quest'anno. Il progetto utilizzerà vari componenti superconduttori ad altissimo campo magnetico).

SLHC, SuperLHC project, <http://project-slhc.web.cern.ch/project-slhc/>, è il progetto di upgrade dell'acceleratore LHC in cui le tecnologie superconduttive sono ampiamente coinvolte. Un programma europeo finalizzato a queste attività è su <http://eucard.web.cern.ch/EuCARD/activities/research/WP7/> ove si illustrano le attività *HFM - Superconducting High Field Magnets for higher luminosities and energies (Work package 7)*.

Al di là delle applicazioni nella ricerca stessa, in prospettiva l'utilizzo dei materiali superconduttori è determinante per la fusione termonucleare controllata basata sul confinamento magnetico, che è una delle possibili soluzioni del problema energetico. Nel quadro dell'U.E. le attività sulla fusione termonucleare si svolgono all'interno del Trattato EURATOM, cui l'Italia partecipa con un forte impegno tramite l'Associazione Euratom-ENEA. Nei laboratori dell'ENEA di Frascati sono stati realizzati macchine di medie dimensioni per lo studio dei plasmi a confinamento magnetico. L'Italia partecipa in modo rilevante all'esperimento comunitario JET (*Joint European Torus*), il TOKAMAK più grande al mondo e recentemente, ha avviato la progettazione di una nuova macchina TOKAMAK con prestazioni superiori a quelle di JET.

Accanto allo sviluppo di apparati TOKAMAK più o meno grandi in ambito di progetti nazionali e internazionali per studi preliminari, il primo prototipo sperimentale per la verifica delle condizioni che dovrebbero portare alla produzione di

energia sarà realizzato nel prossimo decennio all'interno del progetto ITER, che costituisce una delle più grandi (se non la più grande) forme di cooperazione scientifica e tecnologica internazionale che sia stata mai realizzata.

L'Italia partecipa al progetto ITER essenzialmente tramite l'ENEA, con una partecipazione di INFN e del CNR. Al di là dello sviluppo dei magneti superconduttori, il progetto necessita di tecnologie avanzate nei settori più diversi dall'elettronica per il controllo dei processi e per la gestione di grosse potenze, allo sviluppo di materiali strutturali avanzati e così via, in modo da avere significative ricadute in molti settori industriali a tecnologia avanzata.

In particolare, l'ENEA di Frascati si occupa dello sviluppo dei magneti superconduttori, toroidali e poloidali, necessari per il confinamento del plasma. Lo sviluppo di questi magneti richiede sia lo sviluppo di nuovi cavi superconduttori, sia innovazione tecnologica di punta alle già complesse tecnologie necessarie alla costruzione dei magneti superconduttori. Oltre allo sviluppo dei magneti superconduttori, il progetto ITER necessita di tecnologie avanzate nei settori più diversi dall'elettronica per il controllo dei processi e per la gestione di grosse potenze, allo sviluppo di materiali strutturali avanzati e così via, con significative ricadute in molti settori industriali a tecnologia avanzata.

Il progetto ITER nella attuale configurazione prevede l'utilizzo di materiali superconduttori per così dire tradizionali come le leghe di niobio che, per quanto siano ancora oggetto di studio e di sviluppo specie per ciò che riguarda la configurazione specifica del cavo, costituiscono un campo consolidato e rendono fattibile il progetto nonostante i costi legati alla criogenia.

Per il futuro i progetti sulla fusione che in utilizzeranno le tecnologie superconduttive sono:

DEMO: Il progetto ITER è il ponte verso un primo impianto che dimostrerà la possibilità di produrre energia elettrica su larga scala. Un design concettuale per tale macchina, basato su un TOKAMAK realizzato con cavi superconduttori ad alta temperatura critica, potrebbe essere completo entro il 2017.

JT-60SA : Nell'ambito dei negoziati per definire l'ubicazione di ITER, il programma internazionale di sviluppo della fusione è stato ampliato per includere un TOKAMAK

Satellite (in costruzione in Giappone) JT-60SA che ha l'obiettivo di aiutare ITER ad ottimizzare rapidamente le prestazioni del plasma. La macchina confina un plasma di dimensioni simili a quello di JET, utilizzando magneti superconduttori per consentire lo studio di impulsi di lunga durata, con limitati consumi energetici. L'assemblaggio del TOKAMAK JT-60SA sarà completato nel 2015. Il raggiungimento del primo plasma è previsto per metà del 2016.

FAST: è una nuova infrastruttura (TOKAMAK), inserita nella Roadmap Italiana delle Infrastrutture di Ricerca di interesse Pan-Europeo, destinata ad affiancare ITER, principalmente con lo scopo di sviluppare soluzioni al problema dello smaltimento della potenza termica nei reattori a fusione e si candida a essere un passo strategicamente importante per il reattore dimostrativo DEMO. La fase di costruzione prevista è di 6 anni.

Competenze pregresse (paragrafo non modificato)

Per ciò che riguarda le competenze pregresse dei soggetti presentatori della presente proposta, da più di trenta anni presso il Dipartimento di Fisica E.R. Caianiello e presso il Laboratorio Regionale SuperMat del CNR-INFN, ospitato dal Dipartimento stesso, si sono svolte ricerche anche in collaborazione con ENEA ed INFN. Partendo da studi su dispositivi basati su materiali superconduttori a bassa temperatura, nel corso degli anni le attività si sono estese allo sviluppo e studio di nuovi materiali superconduttori, dando luogo a significative collaborazioni in progetti comuni con la società CRIS-Ansaldo di Napoli su studi di nuovi materiali (PNMIA) e prototipi di magneti innovativi con finanziamenti PON 1994-99, in progetti FAR congiunti INFN-CRIS e nel POR Campania 2000-06, anche in collaborazione con la Facoltà di Ingegneria di Salerno. Su temi analoghi si sono sviluppate collaborazioni con ENEA, INFN e altre società quali Edison e Columbus Superconductors. E' poi stato finanziato un progetto di piccole dimensioni finanziato dall'Ateneo su accumulatori di energia superconduttori (SMES) ed è attivo attualmente un progetto PRIN per lo sviluppo di limitatori di corrente (FCL).

L'insieme dei progetti finanziariamente rilevanti che si sono conclusi positivamente (tra cui anche un progetto nell'avviso 68 del PON MIUR 2000-2006)

ha fatto sì che l'insieme delle attrezzature disponibili presso il Dipartimento di Fisica e la sede dell'Istituto SPIN del CNR risulti invidiabile nel panorama nazionale. A ciò si aggiungeranno le competenze ed attrezzature che deriveranno dal recentissimo Progetto MAMA: "Unlocking research potential for multifunctional advanced materials and nanoscale phenomena" finanziato dal VII programma Quadro nell'ambito azione CAPACITIES call REGPOT-1- 2010.

Nel quadro della ricerca nazionale ed in particolare per le attività legate alle applicazioni di potenza dei materiali superconduttori, il Centro Ricerche dell'ENEA di Frascati costituisce il polo di maggiore rilevanza con una tradizione sviluppata nel corso di più di trent'anni. In particolare il gruppo dell'ENEA di Frascati è da decenni impegnato nelle attività di ricerca e sviluppo dei magneti superconduttori per la fusione termonucleare controllata. Anche all'interno del progetto ITER, di cui si è già parlato, l'ENEA di Frascati mantiene una posizione di rilievo. Infatti ENEA è responsabile dello sviluppo dei cavi superconduttori necessari alla realizzazione dei magneti superconduttori, toroidali e poloidali, necessari per il confinamento del plasma.

Infine, a completamento delle attività svolte sulla superconduttività dagli Enti di ricerca Italiani, presso l'INFN, a parte finanziamenti non molto rilevanti su ricerche di varia natura finanziate nel gruppo V, le attività in questo settore si sono per lo più svolte nell'ambito di ampie collaborazioni internazionali quali il CERN di Ginevra che, come è stato già detto, negli scorsi anni ha dotato l'acceleratore LHC di dipoli superconduttori. Attualmente INFN, attraverso il progetto DISCORAP partecipa allo sviluppo di dipoli superconduttori rapidamente pulsati per l'acceleratore SIS 300 della facility FAIR a Darmstadt.

In un prossimo futuro l'INFN potrebbe essere coinvolta nello sviluppo di magneti ad altissimo campo, che richiederanno tecnologie e strutture dedicate. E' quindi di grande interesse per INFN avere disponibile una struttura per test di dipoli superconduttori, attualmente non presente in Italia, utile sia per prove di dipoli per alto campo (Nb_3Sn), sia per dipoli pulsati necessari ai futuri acceleratori. In tal modo la fattibilità di programmi di sviluppo in questo settore diverrebbe più agevole ed economica.

Per ciò che riguarda il sistema imprenditoriale, l'Italia ha un'ottima e consolidata tradizione nella progettazione e sviluppo di magneti superconduttori, completata da una efficace realtà industriale affermata in campo internazionale quale alcune società del gruppo Ansaldo e ASG Superconductors (ex Ansaldo Superconduttori), oltre a numerose imprese attive nel settore criogenico strettamente collegato ai magneti superconduttori. Tra le più recenti realizzazioni dell'industria nazionale (magnet e criostati) si evidenziano la costruzione di una buona parte dei 1280 dipoli superconduttori dell'acceleratore LHC del CERN, del magnete Compact Muon Solenoid, il più potente magnete al mondo, installato al CERN.

Per mantenere tale posizione all'interno di una concorrenza internazionale sempre più agguerrita, affinché l'Italia possa partecipare agli sviluppi nel campo della ricerca e delle applicazioni di potenza, risulterà determinante avere disponibile una struttura per il test di materiali, cavi e dispositivi superconduttori in presenza di alti campi magnetici.

L'obiettivo del progetto

La strumentazione oggi disponibile per lo studio, la caratterizzazione e la certificazione dei materiali d'interesse per l'industria ed in particolare per il settore energetico, proviene, in massima parte da pochi produttori e per caratterizzazioni "spinte" è disponibile presso un numero limitato di laboratori che acquistano così una grande competitività internazionale. Si è creata in tal modo una situazione di monopolio che penalizza la Ricerca, essendo limitata la capacità dei singoli laboratori di sviluppare in proprio la strumentazione necessaria per le applicazioni più avanzate. Nel momento in cui si è chiamati ad accelerare il proprio sviluppo tecnico-scientifico, il nostro paese è, inoltre, penalizzato per la necessità di trasferire all'estero rilevanti investimenti in strumentazione, vista la quasi totale mancanza di una produzione nazionale. L'importanza strategica e la rilevanza economica dello sviluppo e produzione di strumentazione avanzata sono, pertanto, indiscutibili in un paese come l'Italia, dove il mercato di questi prodotti è destinato ad espandersi.

L'importanza di infrastrutture di ricerca di interesse paneuropeo, necessarie per la competitività sia del sistema della ricerca sia del mondo imprenditoriale, è riconosciuta sia a livello europeo che nazionale. Ciò ha portato alla costruzione della

Roadmap italiana delle infrastrutture di ricerca recentemente ufficializzata come parte integrante del PNR (<http://www.ricercainternazionale.miur.it/notizie/2011/prima-roadmap-italiana-delle-infrastrutture-di-ricerca-di-interesse-pan-europeo.aspx>)

Riportiamo a riprova della necessità di promuovere infrastrutture di ricerca un estratto della lettera del Ministro M. Gelmini di introduzione al documento ministeriale sulla Roadmap che sottolinea i punti chiave dell'iniziativa:

“ ..la Roadmap Italiana delle Infrastrutture di Ricerca di Interesse Pan-Europeo in linea con il più generale documento di Strategia per l'Internazionalizzazione della Ricerca Italiana (SIRit), intende fornire il contributo italiano allo Spazio Europeo della Ricerca e alla programmazione europea espressa dallo European Strategy Forum on Research Infrastructures ESFRI.

La ricerca scientifica si confronta oggi con le grandi sfide sul fabbisogno di energia.. su scala globale. Il piano europeo di sviluppo delle grandi installazioni e delle grandi reti per la ricerca, assieme al processo della Programmazione Congiunta, è tra le iniziative più efficaci su cui sviluppare la collaborazione internazionale, migliorare la competitività dell'Unione e dei singoli Stati Membri, favorire la formazione avanzata sia di giovani scienziati che di giovani manager e stimolare il trasferimento della conoscenza all'economia e alla società.

La realizzazione di infrastrutture di ricerca di livello e priorità pan-europei ed internazionali,offre.. ai nostri ricercatori la possibilità di inserirsi ai più alti livelli di collaborazione internazionale

L'implementazione delle grandi infrastrutture per la ricerca e la partecipazione delle imprese nazionali alla loro realizzazione..costituisce un forte stimolo anche alla crescita tecnologica e all'innovazione attraverso l'accesso competitivo al mercato internazionale.

La prima Roadmap Italiana delle Infrastrutture di Ricerca di Interesse Pan-Europeo ... individua opzioni di valorizzazione e potenziamento di laboratori ed impianti nazionali per i quali si prefiguri rilevanza pan-europea ed efficace inserimento nello Spazio Europeo della Ricerca. La Roadmap individua le aree e i progetti con carattere di priorità per la ricerca italiana....”

Per ciò che riguarda i campi magnetici elevati, essi svolgono un ruolo sempre più importante in molti settori scientifici. In precedenza il loro uso era in gran parte

limitato alla misurazione di fenomeni fisici e la caratterizzazione di materiali. Recentemente hanno trovato applicazione in molti ambiti nuovi, come la lavorazione dei materiali, la crescita dei cristalli, l'industria elettronica e anche nei settori della chimica, della biologia e della medicina. Per quanto riguarda l'uso di alti campi magnetici nel campo della Fisica, citiamo, tra gli altri, lo studio di superconduttori convenzionali e ad alta temperatura di esercizio, semiconduttori, conduttori organici, polimeri conduttori e cristallizzazione di proteine. Nel settore della ricerca dei nuovi materiali superconduttori, l'utilizzo di alti campi magnetici è diventato uno strumento di grande rilevanza.

Il panorama internazionale di ricerca e sviluppo in alti campi magnetici offre un numero limitato di attori, come ad esempio il Grenoble High Magnetic Field Laboratory (F, <http://ghmfl.grenoble.cnrs.fr/>), il National High Magnetic Field Laboratory di Thallassee (FL-USA, <http://www.magnet.fsu.edu/>), il Dresden High Magnetic Field Laboratory (D, <http://www.hzdr.de/db/Cms?pNid=580>) attivo per campi pulsati, ed il Nijmegen High Magnetic Field Laboratory (NL, <http://www.ru.nl/hfml/>) attivo per campi statici (si veda la scheda "Piano Industriale" per un'analisi approfondita). Tali centri sono attivi sia per ricerche in alto campo magnetico (nei campi di: applicazioni biomedicali, NMR, materiali, etc.) sia per sviluppi sulla generazione di alti campi magnetici (magneti pulsati e/o superconduttori).

Inoltre, come è stato già accennato nell'introduzione, l'utilizzo di campi magnetici elevati, ottenibili solo con materiali superconduttori, è strettamente necessario per le macchine toroidali per la fusione termonucleare (ITER+..) e per la "qualità" del fascio negli acceleratori per la fisica delle alte energie e più in generale per dispositivi che utilizzano cavi superconduttori di grossa potenza (decine di migliaia di Ampere).

A livello mondiale esistono un numero limitato di stazioni per i test per cavi e manufatti superconduttori in campi alti e di grosse dimensioni (per maggiori dettagli si veda la scheda "Piano Industriale"). Infatti, in Europa, il principale impianto è SULTAN (Svizzera), dove sono attualmente misurati al massimo 3 metri di conduttore lineare di ITER, in un range di temperature tra 4.5 e 10 K. Accanto a SULTAN è in fase di costruzione l'impianto EDIPO (European DIPOle), che consentirà di effettuare misure in un campo massimo di 12.5 T .

Per testare campioni di lunghezza fino a 50 m o intere bobine, nell'Istituto di Fusione

di Naka (Giappone) esiste un impianto per il test di bobine superconduttive con un campo magnetico massimo di 13 T e la caratterizzazione non può essere effettuata in funzione della temperatura.

Nel quadro nazionale, sebbene sia gli Enti di Ricerca, sia le stesse aziende abbiano una presenza significativa in progetti nazionali ed internazionali di rilievo nei quali la superconduttività gioca un ruolo determinante, essi soffrono per la mancata disponibilità nel territorio nazionale di una struttura di collaudo in grado di adattarsi alle esigenze dei vari progetti e di favorire lo sviluppo sia delle attività di ricerca sia di quelle industriali. Infatti il collaudo ed il test di magneti (o componenti per magneti superconduttori quali i cavi in alta corrente, gli adduttori, i sistemi di protezione, gli alimentatori, la refrigerazione, etc.) spesso hanno costi proibitivi, tanto più se legati a singoli prototipi o modelli pre-serie che non giustificano la spesa di una singola stazione di prova per la singola realizzazione.

Ad esempio sia per i cavi che per le bobine-modello di ITER, sia per altri programmi impegnativi, quali ad esempio lo sviluppo INFN-GSI (D) (un impegno da 5 M€) per dipoli superconduttori pulsati per il SIS300, sorgono difficoltà per eseguire test e collaudi funzionali per l'assenza in Italia di strutture adeguate, con la conseguenza di inviare all'estero (trasferendo anche risorse) i manufatti per completarne le prove funzionali.

Inoltre la presenza di un centro finalizzato ai test di potenza per magneti superconduttori potrebbe porsi come facility in grado di attrarre le attività che richiedono la presenza di elevati campi magnetici ed allo stesso tempo potrebbe sviluppare tecnologie innovative per la diffusione delle applicazioni superconduttive e criogeniche a livello regionale, nazionale ed internazionale.

Con la presente proposta l'Università di Salerno, in collaborazione con ENEA, INFN e CRdC, propone di collocare tale struttura presso il proprio campus di Fisciano.

La rilevanza internazionale di tale proposta è comprovata dall'inserimento della facility che costituisce il nucleo centrale del progetto, originalmente denominata ENFASI, all'interno della succitata Roadmap italiana delle Infrastrutture di Ricerca di interesse Pan-Europeo. Pertanto in modo implicito l'attuale proposta soddisfa in partenza i criteri indicati per la Roadmap.

Tale proposta risulta da un naturale sviluppo delle attività nel campo dei materiali superconduttori che da trenta anni si svolgono presso il Dipartimento di Fisica E.R. Caianiello e presso il Laboratorio Regionale SuperMat del CNR-INFN (ora parte dell'istituto SPIN del CNR) operante presso il Dipartimento stesso, svolte e finanziate anche in collaborazione con ENEA ed INFN. Inoltre, concorrerebbero in modo rilevante all'iniziativa competenze in vari settori dell'ingegneria che vanno dall'ingegneria meccanica all'ingegneria elettrotecnica ed elettronica. Tali attività costituiscono quindi il substrato culturale che rende naturale la collocazione e la buona riuscita dell'infrastruttura presso l'Università di Salerno la quale rende disponibile il terreno con la possibilità di edificare quanto necessario ed il supporto tecnico per la progettazione dei laboratori. La partecipazione attiva ad un grande progetto internazionale, per il quale vengono sviluppate tecnologie avanzate in vari settori, potrà avere un fortissimo ruolo propulsivo per i processi di internazionalizzazione che faticano a decollare nelle Università delle Regioni della Convergenza.

L'ENEA di Frascati, l'INFN e l'Università di Salerno (anche attraverso INFN ora CNR-Istituto SPIN) hanno una lunga e consolidata attività di collaborazione avviata sin dagli anni '70 ed ininterrottamente proseguita fino ad oggi.

Qualità tecnico-scientifica del Progetto

In sintesi la presente proposta si pone come obiettivo la realizzazione di una media Infrastruttura di Ricerca per il rafforzamento delle capacità tecnico-scientifiche nazionali nel campo dei dispositivi superconduttori di potenza e delle tecnologie ad essi correlate.

Il progetto ruota attorno alla realizzazione di una grande attrezzatura di ricerca e di test per misure di cavi superconduttori di potenza originariamente denominata ENFASI da ENEA, la cui rilevanza internazionale è comprovata dal suo inserimento nella Roadmap italiana delle Infrastrutture di Ricerca di interesse Pan-Europeo. Pertanto l'iniziativa estende ad un livello di potenza superiore le competenze e le attività svolte in parte dei laboratori del Dipartimento di Fisica e del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Salerno nei settori della Superconduttività, criogenia, proprietà meccaniche dei materiali.

Tuttavia le limitazioni poste dal finanziamento assegnato dalla Commissione permettono la realizzazione Enfasi con prestazioni ridotte, ma completa e funzionante, denominiamo Enfasi ridotta. Enfasi ridotta verrà realizzata in modo da poter accogliere futuri upgrading per il raggiungimento delle prestazioni del progetto originario di Enfasi.

Una parte dell'intero progetto è rivolta al consolidamento delle attività preesistenti con l'acquisto di attrezzature di non grande impegno finanziario ma che garantiscano la continuità di funzionamento ed una maggiore efficienza dei laboratori dove sono cresciute e continueranno a crescere le competenze necessarie per le applicazioni di grande potenza.

Pertanto il progetto darà un forte contributo a rafforzare la dotazione di attrezzature e di infrastrutture scientifico-tecnologiche idonee a consentire agli Enti proponenti di allinearsi agli standard operativi internazionali e a potenziare la propria attrattività e capacità competitiva internazionale (vedi Roadmap).

Ruotando attorno ad una grossa facility non esistente in Europa, il progetto ha un carattere unitario e organico che richiede opere di realizzazione, ammodernamento e adeguamento edilizio e impiantistico.

La specificità del progetto nasce dall'inesistenza d'iniziative similari finanziate a livello regionale, nazionale e comunitario.

Entrando in un maggior dettaglio si propone una facility in grado di dare supporto a test funzionali sia di componenti che di dispositivi superconduttori e dotata quindi di un sistema criogenico di raffreddamento adeguato. In presenza di elevate dissipazioni che si manifestano a bassa temperatura, la potenza di raffreddamento richiesta, ridimensionata rispetto al progetto iniziale, è di circa 200 W alla temperatura dell'elio liquido ($-269\text{ }^{\circ}\text{C}$), includendo i vari contributi (ad es. i discendenti di corrente). Inoltre le correnti di alimentazione dei dispositivi possono raggiungere anche 60 kA (nel caso delle performances previste per i magneti di ITER). La caratterizzazione e lo sviluppo di componenti chiave, come i cavi superconduttori, gli adduttori di corrente, i sistemi di protezione, richiedono infrastrutture dedicate (ad esempio criostati, magneti alto campo, alimentatori di potenza, sistemi di raffreddamento innovativi come cryocooler, heat pipe, etc.) che dovrebbero essere integrate nella struttura proposta. In Tab. I e' riportato un elenco di componenti di base che si prevede di acquistare nell'ambito del progetto.

	Tipologia componente	Finalita'	Specifiche
1	Sezione a basso campo del sistema criomagnetico ENFASI	test di spezzoni di cavi di alta potenza	6-7T su grossi volumi: diametro =130 cm; H = 2m
2	Refrigeratore elio	Raffreddamento facility sperimentali	Circa 200 W @ 4.5 K e circuito a 2 kW @ 60 K per schermi
3	Sistema crio-magnetico in alto campo ed apparati di misura	Test funzionali di materiali e semilavorati superconduttori su campioni da laboratorio	Campi 17-18 T su piccoli volumi
4	Apparato per la misura di proprietà meccaniche di materiali a basse temperature	Rafforzamento di attività preesistenti per test strutturali di materiali	Possibilità di eseguire misure anche a temperature dell'elio liquido

Tab.1 Quadro delle principali attrezzature

Le varie componenti dell'infrastruttura, descritti sommariamente nelle righe 1-4 della tabella 1, sono allo stato attuale in diversi gradi di progettazione.

Per il sistema criomagnetico (riga 1) per il test dei cavi in presenza di alti campi magnetici l'ENEA ha elaborato un progetto per una nuova struttura: ENFASI (ENEA Facility for Superconducting Inserts) ed ha presentato uno studio di fattibilità anche in ambito internazionale (Applied Superconductivity Conference 2008-USA). ENFASI consiste di un solenoide Nb₃Sn a 15T, incluso l'autocampo del campione, diviso in tre sezioni concentriche corrispondenti ad alto campo (15T), medio campo (13T) e basso campo (8T), composto in tutto di 983 spire, con un foro caldo di 90 centimetri di diametro. I tre diversi conduttori di sezione rettangolare, uno per ogni sezione, operano a 20kA e sono costituiti da fili superconduttori, con diversi rapporti rame/non-rame e rame segregato.

La struttura permette, tra l'altro, di alimentare campioni con una corrente fino a

70 kA e di effettuare la caratterizzazione delle perdite in regime alternato nel range 0,2-2Hz. La peculiarità di questa soluzione è che il cavo superconduttore da misurare può essere avvolto e introdotto direttamente nel foro caldo del magnete. In tal modo sarà in prospettiva possibile effettuare un test su circa 30 m di conduttore in un campo magnetico di 12-15 T ed ortogonale alla corrente con omogeneità del 7%, che equivale ad avere un campo praticamente uniforme sulla singola spira (1% su 2.5 m). Un ulteriore elemento di innovazione riguarda la presenza di un criostato a temperatura variabile da 4.5 K a 300 K nel bore "caldo", che consente di sostituire i campioni senza dover scaldare l'intera facility, che può rimanere fredda. Tali caratteristiche rendono ENFASI altamente competitiva sul piano internazionale come è analizzato in maggior dettaglio nella scheda "Piano Industriale".

Per tale sistema sono già state effettuate analisi elettro-magnetiche, strutturali e termo-idrauliche sulla base delle quali si è già giunti ad una progettazione concettuale. All'interno del presente progetto potrà essere realizzata la bobina a campo più basso (circa 6-7 T), denominata "Enfasi ridotto", realizzata in modo tale da permettere in fasi successive l'inserimento di sezioni a campo più elevato. La progettazione di Enfasi ridotto è in corso e verrà portata a termine nei primi mesi del progetto. Verrà inoltre realizzato un criostato necessario alla funzionalità di Enfasi Ridotto i cui dettagli verranno definiti nel corso del progetto.

Analogamente, mentre il refrigeratore criogenico (riga 2) di per se richiede una progettazione da parte delle ditte fornitrici, mentre tutto ciò che riguarda la connessione con gli apparati di misura richiederà una progettazione congiunta tra i ricercatori di Nafassy e la ditta fornitrice.

L'attrezzatura di riga 3 è un sistema per effettuare misure, senza bisogno di elio liquido, in campi magnetici alti ed in funzione della temperatura su campioni di piccola dimensione e, non essendo componenti con un reale mercato, possono essere forniti da un numero molto limitato di fornitori. Tali componenti non richiedono quindi una progettazione da parte dei presentatori del progetto.

La riga 4 rappresenta un potenziamento di laboratori esistenti nell'università e comprenderà anche parte delle spese di impiantistica effettuate per l'adeguamento nel 2010 dei laboratori del Dipartimento di Fisica nella nuova sede di Fisciano.

La limitazione di fondi fa sì che nella attuale rimodulazione del progetto non compare più il criostato orizzontale “general purpose” in grado di soddisfare richieste per test finali di dipoli e/o magneti speciali di interesse specifico di INFN.

Sempre a seguito della necessità di rimodulare i costi in funzione del budget assegnato, non è più prevista l’acquisizione dei due alimentatori per altissime correnti e basse tensioni necessari per l’alimentazione di Enfasi e dei cavi da testare, poiché l’alimentatore necessario per Enfasi ridotto sarà reso temporaneamente disponibile da Enea Frascati. Pertanto l’acquisizione dei due alimentatori è rimandata ad una fase successiva di upgrading del presente progetto.

Per ciò che riguarda l’edilizia, per alloggiare tali attrezzature il progetto prevedeva la realizzazione di un edificio di superficie circa 30x30m² e di altezza 9 metri che per metà (dotata di un carro ponte) costituiva il laboratorio per le misure di potenza in senso stretto, mentre la seconda metà era costituita da uffici e laboratori di appoggio realizzati su due piani. Il laboratorio era previsto in una area contigua al Campus, che, pur se destinata all’Università, si sarebbe dovuta acquistare ad un prezzo stimato di 700.000 euro, a cui sarebbero stati aggiunti i costi per il collegamento dei servizi (acqua, luce, rete...). Infine, il progetto prevedeva un sistema di cogenerazione a gas per la produzione dell’energia elettrica ed acqua calda connessa ai servizi dell’università. Tale sistema, con tutte le interconnessioni alla rete aveva un costo intorno a 1.650.000 euro. Pertanto il costo complessivo dell’edilizia e dei servizi al contorno era stimato intorno a 4.350.000 euro.

All’interno della presente rimodulazione il nuovo laboratorio e le spese per l’edilizia sono drasticamente ridotte rispetto al progetto originario.

Infatti, in carenza di risorse, l’acquisto del terreno, inizialmente previsto, non sarà necessario, avendo individuato una localizzazione su un terreno già di proprietà dell’Università, collocato nelle immediate vicinanze del Dipartimento di Fisica in modo da determinare anche un costo significativamente ridotto per il collegamento dei servizi. Egualmente si propone di cancellare il sistema di cogenerazione. Ciò implica una riduzione maggiore di 2,5 milioni di euro rispetto alla richiesta originaria.

Il minimo funzionale per il funzionamento dei test di potenza è un laboratorio di superficie metà di quello originario, costituito da un unico ambiente di 15mx30m con altezza 9 metri e dotato di un carro ponte. Tale laboratorio, realizzato con una struttura prefabbricata nei pressi del Dipartimento di Fisica, non rende necessaria la

costruzione di studi e laboratori di appoggio.

L'insieme di tutto ciò giustifica una spesa molto più bassa di quella inizialmente prevista: stime indipendenti effettuate dall'Ufficio tecnico dell'Università di Salerno e dall'Enea portano ad una spesa per l'edificio ed i servizi ad esso annessi inferiore a 550.000 euro. A ciò vanno aggiunti i costi per una sottocabina per la potenza elettrica (con un costo stimato intorno a 100.000 euro) ed ulteriori 200.000 euro per sopperire a spese relative ad impianti.

Pertanto il costo globale attualmente previsto per il nuovo laboratorio è di 850.000 euro che verrebbe sostenuto dall'Università e parzialmente da CRdC. La rendicontazione di spese pregresse per l'upgrading dei laboratori di Fisica porta la cifra totale per edilizia ed impianti ad 1.350 M€.

In conclusione all'interno del progetto rimodulato gli **Enti partecipanti** convengono:

- a) di realizzare la bobina più esterna di Enfasi (Enfasi ridotta) con un campo di circa 6 Tesla, progettata in modo tale da poter alloggiare in un secondo momento le bobine che consentiranno di raggiungere un campo magnetico più elevato,
- b) acquistare il criorefrigeratore con una potenza refrigerante di circa 200W,
- c) realizzare un criostato in cui alloggiare Enfasi ridotto ,
- d) realizzare la struttura edilizia nella quale alloggiare a,b,c,
- e) rafforzare le attività preesistenti.

Il quadro della ripartizione di tali attività tra gli Enti è riportato nella tabella 2.

I costi indicati sono la migliore stima che si può attualmente fornire e verranno definiti man mano che si procederà agli ordini. Ciò darà luogo probabilmente a piccole rimodulazioni in corso d'opera.

Costo complessivo potenziamento		10.052.705			
		Università	ENEA	INFN	CRdC
Potenziamento attività preesistenti	1.700.000				
laboratori/impianti spese pregresse	500.000	500.000			
attrezzature per proprietà meccaniche +. criogenia non convenzionale.	500.000				500.000
sistema criomagnetico in alto campo (18T)	700.000				700.000
Nuovo laboratorio per test di potenza		8.352.705			
		Università	ENEA	INFN	CRdC
Costi specifici di progetto	40.000		15.000	15.000	5.000
edilizia laboratorio	550.000	550.000			
edilizia impianti	311.390				311.390
attrezzature criogeniche (refrigeratore, criostato, 2 discendenti..)	3.040.000			3.040.000	
Completamento alimentatori ed elettronica di potenza	229.350			229.350	
magnete 6-7T- Φint=130cm; H=130cm 3.851.965					
cavi superconduttori	2.363.644		2.368.644		
costruzione magnete	1.488.321	1.488.321			
	0				
consulenze	50.000		50.000		
elettronica misura e controlli ENFASI	50.000				50.000
spese tecniche: progettazione, direzione lavori, installazione, test,	230.000	20.000	20.000	140.000	50.000
		2.558.321	2.453.644	3.424.350	1.616.390

Tab.2 ripartizione delle spese nel progetto rimodulato.

Attività di ricerca potenziate e programmi strategici (paragrafo non modificato)

Riassumendo in modo sintetico i campi di ricerca nei quali i soggetti proponenti potranno continuare ad impegnarsi sono:

- superconduttività nelle attività legate ai programmi sulla fusione termonucleare,
- superconduttività nelle grandi macchine acceleratrici,
- materiali superconduttori e loro applicazioni nel settore dell'energia
- tecnologie e caratterizzazioni collegate (proprietà meccaniche dei materiali, criogenia, elettronica di potenza, vuoto,...).

Come è stato illustrato nell'introduzione, la superconduttività costituisce una tecnologia abilitante per la produzione di energia mediante fusione termonucleare controllata in macchine basate su confinamento magnetico di plasma ad altissima temperatura. Pertanto, la rilevanza strategica e la coerenza con le agende strategiche di riferimento a livello europeo e globale di tali ricerche non ha alcun bisogno di essere sottolineata dati anche gli ingenti investimenti internazionali in questo settore. La significativa partecipazione nazionale a tali programmi in cui l'ENEA gioca un ruolo rilevante, prova il loro inserimento anche nelle strategie nazionali. Ciò riguarda non solo l'inserimento in un tema generale di grande respiro, ma anche l'iniziativa specifica proposta nel presente progetto di cui la facility ENFASI, inserita nella Roadmap nazionale, costituisce una parte rilevante.

Per ciò che riguarda il potenziamento delle attrezzature legate alle finalità dell'INFN, il contributo che tali attrezzature e le competenze da esse sviluppate potranno dare a programmi strategici per INFN quale il nuovo acceleratore Super B ed il finanziamento nazionale di tali programmi provano l'inserimento della presente iniziativa nelle strategie nazionali di ricerca.

Al di là di tali programmi, NAFASSY potrà dare un impulso alle attività nazionali sui dispositivi superconduttori nel campo della produzione e della distribuzione dell'energia elettrica. Infatti la presente proposta è strettamente collegata alla proposta di Aggregazione pubblico-privata volta a sviluppare tali dispositivi. Le ricerche promosse dalla presente proposta hanno quindi un collegamento diretto con le attività nel settore dell'energia che rappresenta un tema strategico delle agende nazionali del PNR, così come di tutte le iniziative finanziate dai fondi strutturali sia a livello centrale tramite i PON che a livello regionale nei POR.

Anche il potenziamento delle attrezzature sulle attività consolidate dell'Università di Salerno nel campo della superconduttività ed in quelle

dell'ingegneria meccanica ed elettronica, sono strettamente legate alle attività di ENFASI poiché costituiscono la base culturale per lo sviluppo di qualsiasi attività legata a potenze elevate. Infatti l'acquisto di nuova strumentazione elettronica garantirà la prosecuzione delle attività preesistenti, mentre l'acquisto di riconsensatori di elio creerà un fortissimo aumento dell'efficienza dei laboratori riducendo fortemente i costi criogenici legati all'uso di elio liquido. Tali costi, nel perdurare delle attuali carenze di fonti di finanziamento specie per ciò che riguarda i materiali di consumo, renderebbero assai problematico un consolidamento dell'attuale collocazione internazionale delle attività. In particolare il potenziamento previsto con l'acquisizione di un sistema criomagnetico ad alto campo per misure su campioni di laboratorio genererà una maggiore capacità operativa nel campo dell'analisi dei fenomeni di trasporto e delle proprietà magnetiche di materiali superconduttivi, dell'analisi delle proprietà di cavi superconduttori, della sintesi e studio di nuovi materiali superconduttivi e materiali innovativi.

Internazionalizzazione (paragrafo non modificato)

Per ciò che riguarda la capacità del Progetto di favorire i processi di internazionalizzazione degli Enti partecipanti, i soggetti partecipanti al presente progetto sono già caratterizzati da una presenza internazionale di rilievo nei rispettivi campi. Ciò è documentato dalle centinaia di pubblicazioni dei proponenti su riviste internazionali con referee con un fattore di impatto elevato in un numero significativo di casi, dalla partecipazione attiva alle più importanti conferenze internazionali nei rispettivi settori e dalla partecipazione ad iniziative internazionali.

Con il presente progetto l'internazionalizzazione degli Enti partecipanti avrà un ulteriore impulso. Infatti l'inserimento di ENFASI nella Roadmap nazionale per le infrastrutture di ricerca di interesse paneuropeo di per se prova e sottolinea l'interesse internazionale della presente proposta. In particolare la realizzazione di una struttura di test con caratteristiche uniche in Europa ed altamente competitiva su scala mondiale, dando un contributo più che significativo alla competitività degli Enti partecipanti, favorirà il loro inserimento nei programmi quadro e le iniziative internazionali sulla fusione. Su queste ultime mentre per ENEA si tratterà di un forte potenziamento della posizione internazionale già assunta, per gli altri Enti si tratterà di un ingresso a pieno titolo nelle iniziative di Euratom nelle quali erano fino a questo momento solo marginalmente coinvolti. Nel momento poi che la struttura ENFASI si

sarà affermata sul piano internazionale, mostrando la sua effettiva capacità di eseguire i test che potenzialmente può offrire, è lecito prevedere che in campo internazionale giungeranno richieste di utilizzo anche senza una specifica attività promozionale degli Enti Gestori di NAFASSY.

Tutto ciò sarebbe ulteriormente potenziato inserendo NAFASSY nelle *Integrated Infrastructure Initiatives (I3)* (vedi Roadmap) ed in analoghe iniziative strumenti che verranno messi in atto nei Programmi Quadro successivi al VII per facilitare l'integrazione e l'accesso dei ricercatori europei alle infrastrutture di eccellenza esistenti presso gli Stati Membri.

La disponibilità poi di una struttura criogenica di potenza e di criostati adatti potrà favorire e rendere di maggior peso la partecipazione di INFN ai progetti internazionali volti all'utilizzo di dispositivi superconduttori nelle grandi macchine acceleratrici, potendo provvedere anche al test di tali dispositivi.

Al di là del contributo fondamentale all'internazionalizzazione da ENFASI, il progetto prevede l'acquisto di una stazione di misura cryogen-free per campioni da laboratorio per misure magnetiche e di trasporto in funzione della temperatura con campi magnetici fino a 17-18Tesla. Tale apparecchiatura estenderà il range dei campi magnetici accessibili nelle istituzioni scientifiche nazionali mentre la modalità di funzionamento in assenza di elio liquido diminuirà notevolmente il costo per l'esecuzione di misure, permettendo così il raggiungimento di un grado di efficienza molto alto di utilizzazione dell'attrezzatura. L'effetto combinato di una elevata capacità di misure in range di campi magnetici finì ad ora non accessibili in campo nazionale farà sì che nel futuro, anche per misure su campioni di laboratorio NAFASSY, possa essere un centro di riferimento nazionale per le misure magnetiche non solo di materiali superconduttori. Tutto ciò amplierà il campo delle collaborazioni nazionali ed internazionali ed ancora una volta tramite l'aumento di competitività raggiunto NAFASSY potrà dare un contributo significativo al rafforzamento della posizione internazionale degli Enti partecipanti.

Fattibilità del progetto

Per la realizzazione dell'infrastruttura in termini di personale gli Enti che realizzano la struttura (Università di Salerno, ENEA, INFN e CNR tramite CRdC) garantiranno il personale necessario sia con personale proprio che con personale associato. Tale personale con la qualifica di ricercatore, tecnico laureato e tecnico

diplomato curerà la progettazione esecutiva delle attrezzature da acquisire, la progettazione degli impianti da realizzare, supervisionerà la realizzazione degli impianti, curerà l'installazione delle attrezzature e successivamente garantirà il loro funzionamento.

In sintesi, poiché l'iniziativa ha tra le finalità principali i test dei cavi superconduttori all'interno dei progetti sulla fusione termonucleare in macchine toroidali (ITER, DEMO,...) l'ENEA mette a disposizione le competenze per la progettazione e la realizzazione della facility ENFASI ridotto.

L'Università di Salerno come promotore di questa iniziativa metterà a disposizione, oltre alle proprie consolidate esperienze nei settori della superconduttività, criogenia, meccanica ed elettronica di potenza, gli spazi in cui realizzare l'impianto ed il supporto per la progettazione e la realizzazione dell'edilizia e dell'impiantistica. L'Università darà poi un supporto significativo alla realizzazione dell'avvolgimento di Enfasi ridotto.

Inoltre, poiché l'infrastruttura proposta copre campi di interesse per le attività di sviluppo di magneti superconduttori per acceleratori e rivelatori attive all'interno dell'INFN, tale Ente partecipa al progetto, curando in particolare la progettazione e la realizzazione delle attrezzature criogeniche principali del progetto.

Infine, il Centro di Competenza nuove tecnologie per le attività produttive (CRdC), cui partecipa il CNR ed in particolare la componente dell'Istituto Spin operante a Salerno, è direttamente interessato al progetto sia per lo studio dei materiali e dispositivi superconduttori, sia per la caratterizzazione in alto campo di materiali e/o tecniche che utilizzano campi magnetici intensi. Pertanto CRdC avrà la responsabilità del potenziamento delle attività pregresse che si svolgono presso l'Università ma fornirà anche un contributo alla realizzazione complessiva di NAFASSY.

Anche se le responsabilità delle singole azioni è affidata ad uno specifico Ente, come mostrato nella ripartizione della tabella 2 allegata, ed anche se l'Università di Salerno ha un ruolo preminente avendo il coordinamento del progetto, per la gestione dell'infrastruttura, si ritiene necessario darle una struttura organizzativa, costituita da un "comitato di gestione", composto dai rappresentanti degli Enti pubblici partecipanti, che sovrintenderà al buon andamento delle attività previste, al rispetto delle previsioni di spesa ed al rispetto dei tempi. Inoltre tale comitato coadiuverà la

direzione nelle attività di rendicontazione. Una apposita convenzione tra gli Enti partecipanti definirà i dettagli delle competenze e delle modalità operative del comitato.

Per ciò che riguarda la fattibilità economica del progetto, il costo previsto dell'intera infrastruttura è di 10.8 Meuro secondo la tabella 2.

Per la quasi totalità delle spese previste ed in particolar modo per quelle di maggior costo sono già disponibili offerte di possibili ditte fornitrici, mentre i costi delle apparecchiature elettroniche di minor valore sono dedotte da catalogo. Anche per la parte edilizia le stime del costo sono state eseguite sulla base di parametri standard validati tra l'altro da similari laboratori realizzati recentemente dall'Università di Salerno.

L'insieme delle offerte e della documentazione a supporto dei costi previsti rimangono quelle inizialmente presentate.

Per ciò che riguarda la sostenibilità economico-finanziaria a medio-lungo termine, come viene descritto in maggior dettaglio dal Piano Industriale nell'Allegato previsto nell'Art.4 comma 3-b del bando, una volta che l'infrastruttura sarà completata, i servizi che potrà erogare saranno in grado di garantire la sostenibilità economico-finanziaria senza gravare sui bilanci degli Enti che partecipano alla realizzazione di NAFASSY.

Per rendere effettiva la sostenibilità economica a termine del progetto, anche se l'Università potrà continuare ad avere un ruolo preminente nella gestione di NAFASSY, nelle modalità che saranno concordate dagli Enti partecipanti al progetto all'interno di specifici accordi, sarà opportuno scegliere una struttura organizzativa gestionale piuttosto snella in modo da poter agire con tempestività, efficacia ed efficienza sia nel rispondere ai bandi esterni per il suo sostentamento sia per garantire il suo funzionamento ottimale. Inoltre, per evitare il pericolo di autoreferenzialità e garantire l'accesso alla struttura da parte della comunità scientifica, si creerà un organismo indipendente di valutazione dei progetti. Pertanto, come è anche descritto nella scheda "Piano Industriale", si prevede l'istituzione di:

- o un "comitato di gestione" composto dai rappresentanti degli Enti pubblici che partecipano all'iniziativa e che svolgerà funzioni analoghe a quelle di un consiglio di amministrazione;
- o un direttore
- o un comitato scientifico internazionale che valuterà sia le richieste di accesso per l'esecuzione dei test sia il funzionamento complessivo di NAFASSY.

Si ricorda che nella proposta di Studio di Fattibilità di Aggregazione pubblico-privato, recentemente presentata sul bando PON (cui partecipa la quasi totalità dei soggetti proponenti dell'attuale infrastruttura oltre a numerose aziende), di cui il presente progetto costituisce il presupposto infrastrutturale, è già prevista la costituzione di una ATS (associazione temporanea di scopo) per la gestione dei progetti che costituirebbero l'attività dei primi anni dell'Aggregazione stessa.

Come illustrato in maggior dettaglio nel Piano Industriale, una volta che Nafassy verrà completata, i servizi che potrà erogare possono essere divisi in due categorie:

- 1) servizi strettamente legati all'attrezzatura ENFASI progettata per test di cavi superconduttori di grande potenza, o alla possibilità di testare attrezzature complesse quali i dipoli superconduttori e verranno erogati nell'ambito di grosse iniziative internazionali quali i programmi per la fusione termonucleare e quelli per la Fisica delle alte energie e/o saranno di supporto per l'industria nazionale ed europea operante nel campo della superconduttività.

In ogni caso, in attesa di altri finanziamenti che completino la realizzazione di Enfasi, l'insieme dei servizi che potranno essere erogati sarà temporaneamente ridotta rispetto alle previsioni iniziali.

- 2) servizi rivolti alle imprese della Campania o delle regioni della convergenza e non necessariamente legati direttamente al campo della superconduttività, ma si allargheranno alle tecnologie e metodologie di misura sviluppate all'interno di NAFASSY: la criogenia, il vuoto, le prove su proprietà meccaniche dei materiali anche a basse temperature e le tecniche di acquisizione automatica.

Si ritiene che, completata Enfasi, la prima tipologia di servizi sarà da sola capace di garantire la sostenibilità economico-finanziaria a medio-lungo termine. Infatti le caratteristiche specifiche della struttura criomagnetica ENFASI, offrendo la possibilità (unica a livello mondiale) di combinare un grande volume nel quale viene

sviluppato un campo magnetico almeno di 12 Tesla, e di effettuare misure a temperatura variabile, la pongono in condizione di grande competitività internazionale dando così garanzia per l'assegnazione di test di cavi superconduttori di potenza all'interno di bandi legati alle grosse realizzazioni internazionali (programmi per la fusione, acceleratori di particelle, ecc.).

Da una valutazione dei costi ormai consolidati per questo tipo di servizi già erogati da un numero molto ristretto di laboratori, si può stimare che un test di cavi di potenza può avere un costo da 10 a 70Keuro, un test per discendenti di corrente intorno a 20 Keuro, un test di avvolgimenti di prova almeno 100 Keuro. Nel progetto originario era quindi presumibile che dopo un breve periodo iniziale nel quale si sarebbe provata l'effettiva capacità della struttura di effettuare tali test in modo da accreditarsi nella comunità internazionale come soggetto affidabile e competitivo, anche solo l'assegnazione di un 10% dei test prevedibili per iniziative già in atto e per quelle in fase di avvio, avrebbero garantito un input annuale superiore ad 1Meuro, ampiamente sufficiente per l'operatività della struttura.

Con la realizzazione dell'attuale progetto rimodulato, per l'erogazione di tali servizi anche in forma ridotta sarà essenziale in tempi brevi reperire risorse tramite finanziamenti a valere su bandi pubblici per realizzare il criostato per i campioni ed rendere possibile il test di cavi e dispositivi acquisendo almeno un secondo alimentatore.

Ulteriori risorse potranno venire dalla partecipazione a programmi strategici dell'INFN, quale la nuova macchina SUPER B che prevede l'installazione di diverse componenti superconduttive. La competitività della struttura dovrebbe poi garantire la partecipazione con esito positivo a bandi internazionali ed in particolare quelli dei Programmi Quadro dell'U.E. o quelli legati ad Euratom.

Infine, nel paragrafo 4.3 del documento della Roadmap si legge: *"Il sostegno alle infrastrutture esistenti è espresso attraverso i programmi Integrated Infrastructure Initiatives (I3) che sono uno specifico strumento del Settimo Programma Quadro per facilitare l'integrazione e l'accesso dei ricercatori europei alle infrastrutture di eccellenza esistenti presso gli Stati Membri."* Pertanto, la direzione di NAFASSY si adopererà per l'inserimento nei programmi di I3 che potrà fornire un ulteriore sostegno economico per l'infrastruttura proposta.

Anche per ciò che riguarda la sostenibilità economica, l'inserimento di ENFASI nella Roadmap nazionale costituisce un elemento di valutazione positivo di tale aspetto da parte del MIUR.

Grado di attivazione e tempestiva realizzazione delle iniziative proposte

Il quadro complessivo della tempistica di realizzazione è riportato nella tabella 3 mentre le tabelle 4,5, 6 e 7 entrano in un maggior dettaglio delle previsioni di sviluppo temporale delle azioni dei singoli Enti partecipanti per le fasi di progettazione, per l'acquisizione delle attrezzature e per la realizzazione delle opere edili ed impiantistiche necessarie.

Nella tempistica prevista, in linea di massima nel primo semestre si farà lo sforzo per arrivare ad una progettazione esecutiva per tutte le apparecchiature che la richiedono ed in particolare per la struttura criomagnetica ENFASI ridotto.

Il potenziamento delle attività preesistenti, dedicate a sistemi con bassa potenza ed effettuato essenzialmente da CRdC, sarà completamente indipendente dalla parte edilizia. Tali attrezzature, non richiedendo una specifica progettazione, potranno sicuramente essere acquisite e testate nei tempi indicati acquisendo subito le apparecchiature maggiormente rilevanti e lasciando ad un secondo tempo l'acquisto di accessori. Ciò insieme a quanto previsto per servizi accessori del nuovo laboratorio garantirà un margine di circa 500.000 euro che saranno disponibili qualora la cifra attualmente stanziata (a carico dell'Università) per l'avvolgimento di Enfasi ridotto non si mostrasse sufficiente. Tale margine sarà lasciato anche a garanzia degli altri acquisti strategici (acquisto dei cavi, del criogeneratore e del criostato per Enfasi) qualora le cifre attualmente allocate non si dimostrassero sufficienti. Varrà ovviamente una condizione di reciprocità con un impegno comune di tutte le parti a rimodulare i contenuti della proposta per sopperire a difficoltà oggettive degli altri partner che portino spese impreviste ed inderogabili per la realizzazione degli acquisti strategici legate al funzionamento di Enfasi ridotto.

Per ciò che riguarda le apparecchiature per i test di potenza, esse potranno essere installate solo dopo la consegna del nuovo laboratorio. La loro acquisizione o realizzazione, che specie per ciò che riguarda ENFASI ridotto avrà un iter complesso, sarà in ogni caso perseguita parallelamente alla realizzazione del laboratorio in modo

da essere pronte per l'installazione ed il collaudo non appena la struttura edilizia verrà resa disponibile.

nuovo laboratorio per test di potenza								
nuovo laboratorio	edificio							
	cogenerazione							
strutture criogeniche	refrigeratore							
	attrezzature e criogeniche	(linee, serbatoio gas, dewar liquido, pallone ed attrezzature accessorie.)						
stazione test per cavi superconduttori di potenza	magnete 6T- int=130 cm ; H=130cm	cavi superconduttori						
		magnete ENFASI ridotto						
		criostato Enfasi discendenti						
alimentatori in alta corrente accesso X								
alimentatori ed elettronica di potenza								
elettronica misura e controllo ENFASI								
varie								
criostato orizzontale e diagnostica		criostato discendenti diagnostica						
elettronica misura x criostato								
consulenze								
officina meccanica ed attrezzature di servizio								
formazione								

Tab. 3 sviluppo temporale del progetto; sul fondo grigio appaiono le azioni previste nel progetto originario e che sono state cancellate nel progetto rimodulato

Tab.4 : Sviluppo temporale delle azioni dell'Università di Salerno

		UNIVERSITA'							
		numero attrez.	pregresse	I sem	II sem	III sem	IV sem	V sem	VI sem
potenziamento attività preesistenti	laboratori/impianti misura bassa potenza	500.000	XXXX						
nuovo laboratorio per test di potenza									
	edificio	550.000	2	progetto esecutivo	appalto edificio	appalto servizi	ultimazione lavori e collaudo		
stazione test per cavi superconduttori di potenza	costruzione magneti	1.488.321	1	procedure acquisti ed emissione ordine	supervisione della realizzazione	supervisione della realizzazione	supervisione della realizzazione	consegna installazione	test
	servizi tecnici: progettazione, direzione lavori, installazione, test,	20.000		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
		2.558.321							
	formazione	517.313		procedure selezione	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
totale		3.075.634	3						

Tab.5 : Sviluppo temporale delle azioni dell'ENEA

nuovo laboratorio per test di potenza		numero attrez.	I sem	II sem	III sem	IV sem	V sem	VI sem
costi specifici di progetto		15.000						
stazione test per cavi superconduttori di potenza	Cavi superconduttori	2.368.644	1 ordine		test e consegna			test
	servizi tecnici: progettazione, direzione lavori, installazione, test,	20.000	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
consulenze		50.000						
totale potenziamento		2.453.644						
formazione		88.260		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
		2.541.904	1					

Tab.6 : Sviluppo temporale delle azioni dell'INFN

INFN							
nuovo laboratorio per test di potenza	numero attrezz.	I sem	II sem	III sem	IV sem	V sem	VI sem
Costi specifici di progetto	15.000	procedure di gara	procedure di gara				
refrigeratore e attrezzature criogeniche	1.990.000	definizione delle caratteristiche e delle modalità di acquisto, emissione ordine	supervisione alla realizzazione	supervisione alla realizzazione	consegna	installazione e test	
linee, serbatoio gas, dewar liquido, pallone ed attrezzature accessorie..				progettazione	supervisione alla realizzazione	installazione e test	
criostato Enfasi	800.000	definizione delle caratteristiche e delle modalità di acquisto	procedure acquisto ed emissione ordine	supervisione alla realizzazione	supervisione alla realizzazione	consegna, installazione e test	
discendenti	250.000	definizione delle caratteristiche e delle modalità di acquisto	procedure acquisto ed emissione ordine	supervisione alla realizzazione	supervisione alla realizzazione	consegna, installazione e test	
accessori x alimentatori ed elettronica di potenza	229.350	1		procedure acquisto ed emissione ordine	supervisione alla realizzazione	consegna, install azione e test	
servizi tecnici: progettazione, direzione lavori, installazione, test,	140.000	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
totale potenziamento	3.424.350						
formazione	48.236		XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
	3.472.586	6					

Tab. 7 : Sviluppo temporale delle azioni del Crdc

potenziamento attività preesistenti	numero attrezzatura per proprietà meccaniche dei materiali + criogenia non convenzionale.	numero attrezz.	I sem procedure acquisto ed emissione ordine	II sem consegna, installazione e test	III sem consegna, installazione e test	IV sem acquisto accessori	V sem consegna installazione e test	VI sem
sistema criomagnetico in alto campo	700.000	1	procedure acquisto, ordine	-----	consegna, installazione e test	acquisto accessori	consegna installazione e test	
nuovo laboratorio per test di potenza								
Costi specifici di progetto	5.000		XXXX	XXXX	XXXX			
edilizia impianti	311.390	3			progettazione ed ordine	supervisione attual	installazione e test	
servizi tecnici								
progettazione, direzione lavori, installazione, test,	50.000		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
elettronica misura e controlli ENFASI	50.000					XXXX	XXXX	
totale potenziamento	1.616.390							
formazione	93.486		procedure selezione	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Totale	1.709.876	7						

Per la parte edilizia nella tempistica prevista si procederà speditamente alla progettazione esecutiva, partendo dal progetto preliminare già disponibile ed avendo già definita la collocazione del nuovo laboratorio nei pressi dell'edificio che occupa il Dipartimento di Fisica dell'Università. In tal modo si prevede di poter avviare le procedure per l'appalto nell'arco del primo semestre. Si prevede di realizzare la struttura mediante un prefabbricato pesante che garantisce tempi di esecuzione rapidi. Infatti, nel campus dell'Università di Salerno esistono già esempi di tale tipologia di laboratori, quali i laboratori pesanti di Ingegneria che hanno richiesto per la loro realizzazione tempi anche inferiori a quelli previsti nel presente progetto. Si prevede così il termine dei lavori per la fine del secondo semestre del secondo anno, in modo da poter procedere all'installazione delle attrezzature nel corso del semestre successivo. L'ultimo semestre verrà dedicato ai test per la verifica della effettiva operatività delle attrezzature installate. Oltre al personale degli Enti daranno un contributo significativo ai test il personale in formazione che, essendo nel frattempo giunto agli ultimi sei mesi del percorso formativo educativo, potrà essere in grado di operare anche autonomamente nella gestione delle attrezzature installate.

Per le apparecchiature che per il loro importo, superiore alle soglie stabilite dalle norme vigenti, necessitano di procedure di acquisto complesse, nel primo semestre verranno individuate le modalità di acquisto che verranno poi perseguite. In alcuni casi le procedure potranno essere facilitate dalla verifica dell'esistenza di pochissimi fornitori su scala mondiale, mentre in qualche caso, da verificare, si ha al mondo un unico produttore. Ad esempio allo stato attuale solo ASG superconductors sembra essere in grado di realizzare il magnete di ENFASI.

A maggior supporto della fattibilità finanziaria, nelle tabelle 8,9,10,11 per ogni singolo ente partecipante è riportato lo sviluppo temporale degli impegni cui segue la somma degli impegni per ogni semestre e nella riga successiva la somma complessiva degli impegni assunti.

Nelle tre righe successive poi sono riportate le disponibilità di cassa provenienti dall'anticipo e dalle rendicontazioni.

Infine nelle tre righe successive sono riportate rispettivamente le previsioni dello sviluppo temporale dei pagamenti (indicate come uscite cassa), le previsioni dei

Tab.8: Fattibilità economico finanziaria Università Salerno

UNIVERSITA 3.075.634
IMPEGNI
nuovo laboratorio per test di potenza

	I sem	II sem	III sem	IV sem	V sem	VI sem
nuovo laboratorio edificio		150.000		150.000	50.000	
avvolgimento magnete		1.488.321				
formazione assegni	415.000					
formazione altri costi		11.933		11.933		11.933

totali impegni per semestre	415.000	1.850.154	11.833	161.833	61.833	11.833
totali impegni	415.000	2.265.154	2.276.988	2.438.821	2.500.654	2.512.488

disponibilità complessiva	2.460.507	2.460.507	2.460.507	2.460.507	2.768.071	2.768.071
anticipo da rendicontazioni	2.460.507				307.563	307.563

totale cassa uscite	0	0	698.791	1.152.254	1.852.213	2.452.171	2.555.634
totali rendicontati	500.000	504.000	1.205.791	1.661.254	2.364.213	2.968.171	3.075.634
totali rendicontati per semestre	500.000	4.000	701.791	455.463	702.959	603.959	107.463

Rendicontazioni
potenziamento attività preesistenti

impianti laboratori misura bassa potenza	500.000					
--	---------	--	--	--	--	--

nuovo laboratorio per test di potenza

nuovo laboratorio edificio				50.000		50.000
avvolgimento magnete			595.825		446.496	446.496
progettazione, installazione e test,		4.000	5.000	2.050	5.000	4.000
formazione			108.463	103.463	103.463	103.463

Tab.9 : Fattibilità economica finanziaria INFN

INFN	quota progetto	3.472.586	IMPEGNI						
			I sem	II sem	III sem	IV sem	V sem	VI sem	
nuovo laboratorio per test di potenza									
Costi specifici di progetto			15.000						
strutture criogeniche	refrigeratore+...		1.990.000						
	criostatato Enfasi			500.000					
discendenti					240.000				
accessori alimentatori ed elettronica potenza					329.350				
formazione				8.750	8.750				
totali impegni semestrali			2.005.000	808.750	488.100	8.750	8.750	8.750	0
totali impegni			2.005.000	2.813.750	3.301.850	3.310.600	3.319.350	3.319.350	
disponibilità complessiva			2.778.069	2.778.069	2.778.069	2.778.069	3.125.327	3.125.327	
anticipo							347.259		
da rendicontazioni		2.778.069							347.259
totali rendicontati per semestre			23.333	875.333	947.392	1.138.632	358.697	129.197	0
totali cassa Uscite			0	852.000	1.776.059	2.891.358	3.226.722	3.332.586	3.332.586
totali rendicontati			23.333	898.667	1.846.059	2.984.691	3.343.389	3.472.586	3.472.586
Rendicontazioni									
nuovo laboratorio per test di potenza									
Costi specifici di progetto			15.000						
strutture criogeniche	refrigeratore			592.000					
	criostatato Enfasi			240.000					
discendenti					240.000				
accessori alimentatori ed elettronica potenza					75.000				
progettazione installazione e test			28.333	23.333	23.350	23.333	23.333	23.333	23.333
formazione					12.050	12.050		12.050	12.050

	totali impegni per semestre	2.433.644	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	0	2.505.644
	totali impegni	2.433.644	2.451.644	2.469.644	2.487.644	2.505.644	2.505.644		
disponibilità	complessiva	2.033.523	2.033.523	2.033.523	2.287.714	2.287.714	2.287.714		
	anticipo	2.033.523			254.190				
	da rendicontazioni								254.190

	Cassa Uscite	0	775.593	1.486.186	2.218.845	2.477.774	2.499.839	2.521.904
	totali rendicontati	4.000	783.593	1.497.186	2.232.845	2.494.774	2.519.839	2.541.904
	totali rendicontati per semestre	4.000	779.593	713.593	735.658	261.929	25.065	22.065

nuovo laboratorio per test di potenza

costi specifici di progetto		15.000						
stazione test per cavi	magnete 6T- int=130cm		710.593	710.593	710.593			
superconduttori di potenza	; H=130cm superconduttori		59.400				236.864	
consulenze								
installazione e test,		4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
formazione								22.065

Tab.1.1: Fattibilità economica finanziaria CRdC

CRdC	quota progetto	1.709.876							
IMPEGNI			I sem	II sem	III sem	IV sem	V sem	VI sem	
Costi specifici di progetto			5.000						
potenziamento attività preesistenti									
attrezzature per proprietà meccaniche dei materiali + criogenia non convenzionale.			250.000			50.000			
sistema criomagnetico in alto campo			500.000			50.000			
magnete 17-18 T per campioni laboratorio						50.000			

nuovo laboratorio per test di potenza										
impianti nuovo laboratorio						21.380				
elettronica misura						50.000				
formazione						50.000				
totali impegni per semestre			855.000	17.000	17.000	728.390	17.000	0		
totali impegni			855.000	872.000	889.000	1.617.390	1.634.390	1.634.390	1.634.390	

disponibilità complessiva			1.367.901	1.367.901	1.367.901	1.538.888	1.538.888	1.538.888	1.709.876
anticipo da rendicontazioni						170.988			170.988
totale cassa uscite			0	430.000	872.122	898.618	1.567.755	1.634.876	1.634.876
totali rendicontati			0	445.000	908.372	941.743	1.631.505	1.709.876	1.709.876
totali rendicontati per semestre			0	445.000	463.372	33.372	689.762	78.372	0

Rendicontazioni

Costi specifici di progetto										
attrezzature per proprietà meccaniche del sistema				5.000						
criomagnetico in alto campo				463.000	175.000					
magnete 17-18 T per campioni laboratorio				250.000	50.000					
nuovo laboratorio per test di potenza										
impianti nuovo laboratorio								311.390		50.000
elettronica misura										
progettazione, installazione e test, formazione										
progettazione, installazione e test, formazione				15.000	15.000	15.000	15.000	5.000	5.000	
formazione					23.372	23.372	23.372	23.372	23.372	

totali complessivi di quanto rendicontato fino alla fine di ogni semestre e del totale delle rendicontazioni per semestre.

Tali importi vengono dedotti dalla previsione dello sviluppo temporale delle rendicontazioni semestrali, che appare nelle righe successive, effettuata sulla base della previsione degli impegni e sulla base dei tempi di pagamento prospettati in molti casi dalle offerte già disponibili.

Da ciò si evince che per tutti gli Enti non si manifesterà quasi mai un problema di cassa, poiché la disponibilità sarà sempre maggiore dei pagamenti tranne che nell'ultimo semestre. Tuttavia in qualche caso gli impegni supereranno la disponibilità di cassa già uno o due semestri precedenti, ma ciò non dovrebbe essere un problema per gli Enti partecipanti.

Interesse internazionale e collegamento con Roadmap Italiana

Il collegamento della presente proposta con la Roadmap Italiana delle Infrastrutture di Ricerca di interesse Pan-Europeo è diretto poiché la facility ENFASI, originariamente proposta dall'ENEA e parte integrante della presente proposta, anche se realizzata solo in parte, è inserita nella Roadmap stessa. Nella scheda tecnica all'interno dell'allegato alla Roadmap pur essendo riassunta l'iniziativa in forma molto sintetica viene già fatto il riferimento alla collaborazione esistente con il Dipartimento di Fisica di Salerno e con il Laboratorio Regionale Supermat INFN di Salerno ora confluito nel CNR.

L'inserimento nella Roadmap, oltre a costituire un importante riconoscimento del PNR della presente iniziativa all'interno delle strategie complessive della ricerca italiana, certifica anche la rilevanza internazionale ed i collegamenti con le iniziative infrastrutturali della Unione Europea.

Inoltre, come è stato già accennato, una volta avviata e dimostrata la piena operatività di NAFASSY si faranno i passi necessari per essere inseriti all'interno del VIII programma quadro in iniziative analoghe a quelle messe in atto nel VII programma quadro con le *"Integrated Infrastructure Initiatives (I3)"*, che sono uno specifico strumento del Settimo Programma Quadro per "facilitare l'integrazione e l'accesso dei ricercatori europei alle infrastrutture di eccellenza esistenti presso gli Stati Membri". In tal modo NAFASSY potrà configurarsi quale nodo delle

infrastrutture di ricerca integrate nello Spazio europeo della ricerca ed in particolare quale nodo delle infrastrutture di ricerca aperte all'utenza internazionale.

Le capacità di test di ENFASI uniche nel panorama europeo la porranno ad un alto grado di competitività internazionale e renderanno facile il suo inserimento in grandi progetti internazionali quali i progetti per la fusione termonucleare da confinamento magnetico nel cui contesto ENFASI è stata ideata. Sarà inoltre facile l'inserimento nei progetti internazionali cui INFN partecipa in cui lo sviluppo di dispositivi superconduttori gioca un ruolo rilevante.

La maggiore competitività complessiva di NAFASSY in termini di attrezzature renderà anche più facile l'accesso ai bandi dei programmi quadro da parte degli Enti proponenti. Infatti anche l'insieme delle altre attrezzature acquisite nel progetto, pur non avendo la rilevanza internazionale di ENFASI, daranno un contributo significativo alla competitività ed alla operatività dei gruppi di ricerca partecipanti al progetto.

Coerenza con strategie nazionali e comunitarie

Il presente progetto si configura come Potenziamento delle strutture di ricerca volto a rendere competitive le capacità nazionali di test di dispositivi superconduttori di potenza. Tale iniziativa avrà ricadute significative nel settore energetico.

Infatti la superconduttività potrà essere una delle "tecnologie abilitanti" per realizzare:

- la fusione termonucleare controllata mediante confinamento del plasma che potrebbe in un futuro non lontano dare un contributo significativo alla soluzione della produzione di energia elettrica
- una maggiore efficienza di sistemi di produzione e di utilizzazione dell'energia elettrica (alternatori superconduttivi con particolare riferimento all'eolico, motori-alternatori marini,...)
- una maggiore stabilità e qualità delle reti di distribuzione dell'energia elettrica.

Per tali motivi, un'azione volta a potenziare l'uso di nuovi materiali e nuove tecnologie nel settore dell'energia risulta coerente con le politiche della ricerca e con

tutti i documenti programmatici elaborati in ambito nazionale e comunitario nei quali il settore energetico risulta sempre presente come settore strategico di sviluppo.

La coerenza tra le scelte dei settori strategici di intervento, di cui l'energia fa parte, individuati nel PON Ricerca e Competitività, con tutte le scelte strategiche nella programmazione nazionale e comunitaria è ampiamente documentata nel PON stesso e risulterebbe quindi superfluo ripetere in questa sede quanto già affermato dal MIUR.

Pertanto la presente iniziativa di rafforzamento strutturale volta allo sviluppo di nuovi dispositivi ad altissimo contenuto tecnologico basati su materiali superconduttori, ben si inserisce nelle politiche nazionali e comunitarie.

Inoltre, al di là delle considerazioni generali già esposte, l'iniziativa specifica proposta in questo progetto risulta già inserita a pieno titolo nel Programma Nazionale della Ricerca 2011-2013 di cui la Roadmap Italiana delle Infrastrutture di ricerca di Interesse Pan-Europeo è parte integrante. Infatti, come è stato già sottolineato, l'elemento cardine, attorno al quale ruota il presente progetto, è la realizzazione della infrastruttura ENFASI, per il test di cavi superconduttori di potenza che risulta inserita nella Roadmap italiana e la cui realizzazione attuerebbe quindi uno dei punti programmatici della politica nazionale della ricerca.

Infine, in accordo con le finalità del PON, il progetto si configura come di respiro sovra-regionale, collegato con le iniziative infrastrutturali della Unione europea, con *un carattere unitario e con un carattere di specificità' rispetto a iniziative di potenziamento strutturale già in corso.*

Per ciò che riguarda la coerenza con i principi orizzontali si può sottolineare che nell'Ateneo di Salerno nel quale il presente progetto verrebbe attuato sono state prese diverse iniziative per il sostegno delle pari opportunità che comprendono anche iniziative "al contorno" delle attività prettamente istituzionali, quale un asilo nido.

L'insieme di tali iniziative ha fatto sì che presso l'Ateneo di Salerno la percentuale di studenti di sesso femminile in campi in cui è generalmente molto bassa, quale la Fisica e l'Ingegneria, è notevolmente più alta rispetto alle medie nazionali.

L'effettiva attuazione dei principi di pari opportunità è anche mostrata non solo dal numero delle studentesse e delle ricercatrici ma anche dalla composizione degli

organi direttivi nei quali ad esempio la presidenza della Facoltà di Scienze Mat. Fis. e Nat. è affidata ad una donna, così come la direzione dell'area Didattica in Fisica.

Anche per ciò che riguarda la realizzazione del nuovo laboratorio previsto nel presente progetto, verrà garantita, in accordo con la legislazione vigente, piena accessibilità per le persone diversamente abili.

Per ciò che riguarda la sostenibilità ambientale, la presente iniziativa, che ha come ricaduta un miglioramento dell'efficienza del sistema energetico, ha delle ricadute ambientali positive. Se poi, come sperato, l'iniziativa proposta potrà dare un contributo significativo alla produzione di energia elettrica mediante fusione termonucleare controllata in macchine a confinamento magnetico, la ricaduta globale in termini ambientali sarà grandemente positiva. Infatti tale fonte energetica, come tutte le fonti di tipo nucleare, non genera ossido di carbonio e nel contempo non crea il problema irrisolto di scorie radioattive, poiché il prodotto della reazione nucleare è costituito da nuclei di elio. Tali centrali avrebbero poi un alto grado di sicurezza non avendo all'interno dell'impianto grandi quantità di "combustibile" posto in condizioni idonee alla reazione nucleare.

Coerenza con strategie regionali

Anche la coerenza del Progetto con le strategie previste dalla programmazione regionale della Campania in materia di ricerca e innovazione è comprovata dal suo inserimento nel settore dell'energia.

La rilevanza strategica di tale tema nella programmazione regionale è comprovata da quanto esposto nel POR Campania 2007-2013 e gli interventi previsti risultano fin dalla loro programmazione e nella loro attuazione coerenti con le programmazioni nazionali a tutti i livelli. In particolare l'Asse 3 delle Priorità di Intervento del POR è dedicato al tema Energia.

Senza riportare l'insieme delle argomentazioni prodotte si sottolinea che *“la Regione Campania ha messo in campo uno sforzo complessivo di programmazione con l'attuazione del PASER – Piano d'Azione per lo Sviluppo Economico Regionale- e con l'attualizzazione delle “Linee Guida in materia di politica regionale e di sviluppo sostenibile nel settore energetico” e dell’ “Analisi del fabbisogno di energia elettrica*

in Campania: bilancio di previsione e potenziamento del parco termoelettrico regionale” quali strumenti di analisi e d’indirizzo, per definire la strategia, gli obiettivi e le politiche di sviluppo energetico della Campania.

Alcuni strumenti attuativi di tale programmazione sono:

- *SIT –Sistema Informativo Territoriale- Energia e Agroenergia;*
- *Piano d’azione per la promozione della filiera delle fonti rinnovabili ..;*
- *Piano d’azione per la promozione dell’efficienza energetica in attuazione dei Decreti Ministeriali per l’efficienza energetica negli usi finali;*

L’obiettivo principale dell’Asse è la diversificazione dinamica delle fonti di approvvigionamento di energia e la razionalizzazione dei consumi attraverso un programma sostenibile che prevede interventi nel settore della produzione di energia, del potenziamento delle reti energetiche e dei consumi.

La strategia regionale ha previsto specifiche modalità per conseguire l’obiettivo di riduzione del deficit energetico, tra le quali lo sviluppo dello sfruttamento di fonti rinnovabili endogene, il contenimento della domanda mediante l’ottimizzazione degli usi finali di energia, il miglioramento dell’efficienza degli impianti esistenti e delle reti di trasmissione e distribuzione dell’energia elettrica e lo sviluppo della cogenerazione, con particolare riferimento alla realizzazione di impianti di taglia inferiore a 50 MW elettrici”

I principi generali delle priorità di intervento vengono poi attuate nel POR stesso in obiettivi specifici ed operativi:

OBIETTIVO SPECIFICO	Obiettivo operativo
3.a - RISPARMIO ENERGETICO E FONTI RINNOVABILI <i>Ridurre il deficit energetico, agendo, in condizioni di sostenibilità ambientale, sul fronte della produzione, della</i>	3.1 OFFERTA ENERGETICA DA FONTE RINNOVABILE <i>Incrementare la produzione energetica da fonte rinnovabile e da cogenerazione distribuita</i> 3.2 EFFICIENZA DEL SISTEMA E POTENZIAMENTO RETI <i>Migliorare</i>

<i>distribuzione e dei consumi</i>	<i>l'efficienza del sistema e potenziare le reti per adeguarsi all'incremento della generazione distribuita</i> 3.3 CONTENIMENTO ED EFFICIENZA DELLA DOMANDA <i>Migliorare l'efficienza energetica e contenere la domanda</i>
------------------------------------	---

La presente proposta ha dunque un collegamento piuttosto stretto con gli obiettivi operativi. Infatti l'obiettivo 3.1 è volto all'incremento di produzione energetica da fonti diverse da combustibili fossile di qualsiasi natura come lo sarebbero gli impianti per la fusione. L'efficienza del sistema ed il potenziamento della rete sarebbero migliorate dall'introduzione di dispositivi superconduttivi che costituiscono una delle ricadute sul sistema produttivo, così come il miglioramento dell'efficienza energetica.

Collegamento con il sistema produttivo locale e nazionale

Il presente progetto è volto principalmente a rendere competitive le capacità di test di dispositivi superconduttori degli Enti di ricerca ed indirettamente a promuovere lo sviluppo di tali dispositivi nel sistema produttivo nazionale.

Il collegamento con le ricadute sul sistema produttivo è evidenziato dallo stretto collegamento del presente progetto con la proposta di Studio di fattibilità di Aggregazione pubblico-privato recentemente presentata per la parte pubblica dagli stessi proponenti del presente progetto nell'ambito dell' "Avviso per lo sviluppo e il potenziamento dei distretti di alta tecnologia e i laboratori pubblico-privati", e ne costituisce il supporto in termini di attrezzature da acquisire. Il finanziamento congiunto di entrambe le iniziative con modalità che potrebbero essere concordate, oltre a rendere completamente operativa l'Aggregazione proposta, renderebbe effettiva l'azione di coordinamento delle iniziative del MIUR nel PON.

La finalità prima dell'Aggregazione è la promozione dello sviluppo di dispositivi superconduttori di potenza, con particolare riguardo al settore dell'energia.

Tramite l'Aggregazione si stabilisce quindi un primo rapporto stretto con le aziende che partecipano all'Aggregazione di cui alcune operano già nel campo dei superconduttori ed un paio (Columbus Superconductors, Criotec Impianti,) si sono dichiarate disponibili ad aprire una sede presso l'Università, una terza ditta (FN SpA) strettamente connessa all'attività ENEA ed operante su sistemi innovativi di varia natura ha anch'essa dichiarato la propria disponibilità ad aprire una sede a Salerno. Partecipa poi all'iniziativa la Tratos cavi coinvolta nella produzione dei cavi di ITER che ha sedi sia fuori che all'interno delle regioni della convergenza e la Motortecnica, operante in Campania nel campo elettrotecnico per l'avvio di una attività volta a sviluppare alternatori superconduttori per l'eolico. Partecipano infine ditte operanti in Campania ed in Puglia rispettivamente nella meccanica e nell'elettronica di potenza che tramite la partecipazione al progetto coglierebbero l'occasione di introdurre nelle loro attività elementi di innovazione tecnologica avanzata generando nuova imprenditorialità innovativa ed aumentando così la propria competitività. Tale azione di supporto alle imprese operanti nella superconduttività avrebbe luogo anche con il solo avvio del presente progetto

Accanto alle imprese direttamente coinvolte nell'Aggregazione è stato dichiarato l'interesse per una iniziativa volta a creare una stazione di test di dispositivi superconduttivi dalla principale ditta operante in Italia nel campo dei superconduttori ASG Superconductors ex Ansaldo superconduttori, nonché l'ex Cesi Ricerche anch'essa attiva nel campo, nonché Edison anche se in forma più marginale. In campo internazionale ha dichiarato il proprio interesse il consorzio CONECTUS che riunisce le principali ditte Europee nel campo delle applicazioni di potenza della superconduttività ed Oxford, azienda leader nel campo dei sistemi criomagnetici.

L'insieme di tali partecipazioni e di dichiarazioni di interesse dimostra la capacità attrattiva degli Enti proponenti la presente iniziativa, verso il sistema imprenditoriale nazionale e multinazionale nel settore specifico della superconduttività.

Infine l'utilizzo di tecnologie avanzate quali il vuoto e la criogenia, nonché la capacità di effettuare misure su proprietà meccaniche dei materiali potrà avere ricadute anche su settori economici più vasti non direttamente legati al campo della superconduttività.

In sintesi si può affermare che la presente iniziativa promuoverà lo sviluppo dei dispositivi superconduttori nelle Regioni della Convergenza e darà un supporto in

termini di test di caratterizzazione funzionali all'industria nazionale operante nel campo.

L'approfondimento dei rapporti col mondo industriale e la capacità di eseguire test sui loro prodotti mostrerà la capacità di valorizzazioni economico-industriali e di opportunità di ritorni economici.

L'avvio del presente progetto genererà l'attrazione di ricercatori e i giovani talenti provenienti dal contesto nazionale ed internazionale, creando anche le condizioni per la nascita e l'avvio di spin off di ricerca.

Pertanto il rafforzamento degli Enti di ricerca dell'attuale proposta, generando le condizioni (in termini di attrezzature disponibili) per l'avvio delle attività dell'Aggregazione proposta, contribuirà a realizzare le condizioni per uno sviluppo del territorio basato sull'incontro di eccellenze pubblico-private.

In tal modo il Progetto contribuirà a facilitare ed accelerare i processi inerenti i mutamenti strutturali nell'economia delle Regioni della Convergenza introducendo elementi di grande innovatività nelle attività di un certo numero di imprese e concorrendo così allo sviluppo di strategie di riposizionamento del sistema economico delle Regioni della Convergenza.

ripartizione dei costi tra gli enti partecipanti

Tab.2: ripartizione dei costi tra gli enti partecipanti

		Università	ENEA	INFN	CRdC
Costi specifici di progetto	110.000	40.000	30.000	30.000	10.000
potenziamento attività preesistenti					
laboratori/impianti misura bassa potenza	1.406.000	1.406.000			
attrezzature per proprietà meccaniche dei materiali + criogenia non convenzionale.	1.601.833	796.833			805.000
potenziamento elettronica misura labs	291.000				291.000
frcondensatori elio	276.000				276.000
sistema criomagnetico in alto campo	1.360.000	30000			1.360.000
		apparato misura 18-20 T per campioni laboratorio=1.300.000+linea 30.000+ impianti			
nuovo laboratorio per test di potenza					
		Università	ENEA	INFN	CRdC
nuovo laboratorio	4.350.000	edificio	2.700.000	4.350.000	
		cogenerazione	800.000		
		impianti cogenerazione	850.000		
		refrigeratore e attrezzature criogeniche	3.300.000	3.350.000	
strutture criogeniche	3.350.000	(linee, serbatoio gas, dewar liquido, pallone...)			
		compressore recupero			
		stoccaggio gas sporco			
		stoccaggio gas puro 50m3, 15atm			
		torre refrigerante	50.000		
stazione test per cavi superconduttori di potenza	9.360.000	magnete 15T- Φ Int=90cm ; H=130cm			
		cavi superconduttori	5.000.000	5.000.000	
		costruzione magnete	3.000.000	3.000.000	
		criostato Enfasi discendenti	880.000		880.000
			480.000		480.000
alimentatori in alta corrente	2.300.000	alimentatori		575.000	1.725.000
		elettronica di misura ed acquisizione 100.000 ; sensoristica e componenti vuoto 50.000		150.000	
elettronica misura e controlli ENFASI varie	150.000			100.000	
	100.000				
criostato orizzontale e diagnostica	730.000	criostato orizzontale + test end	450.000		450.000
		alimentatore vuoto	200.000		200.000
			80.000		80.000
elettronica misura x criostato	166.000	acquisizione	40.000	40.000	
		strumentazione elettronica	126.000		126.000
officina meccanica ed attrezzature di servizio	100.000				100.000
progettazione, direzione lavori, installazione, test,	1.900.000		460.000	730.000	300.000
personale esterno	150.000				150.000
consulenze	300.000				300.000
formazione	2.700.000		1.616.000	748.000	112.000
	30.700.833	totale	8.668.833	9.508.000	6.267.000
					224.000
					6.257.000

Gli allegati tecnici a supporto dei costi previsti rimangono quelli presentati nella richiesta originaria:

- a. offerta ICAS cavi per ENFASI: da ridimensionare per Enfasi ridotto,
- b. offerta AS-G Superconductors per avvolgimento ENFASI: da ridimensionare per Enfasi ridotto,
- c. offerta Linde Kryotechnik x impianto criogenico 500W: da ridimensionare per impianto da 250W,
- d. Valutazione costo edifici nuovo laboratorio: da ridimensionare per dimensioni minori del laboratorio ed eliminazione del sistema di cogenerazione,
- e. Alimentatore 30 kA 10 V temporaneamente messo a disposizione da ENEA
- f. Rendicontazione lavori Stecca 8 e 9: ridimensionati a 500.000 euro,
- g. Rafforzamento: propr. meccaniche e funzionali: ridotto con l'acquisto di una sola macchina per la trazione,
- h. Rafforzamento: elettronica e criogenia: limitate solo al rafforzamento delle attività per la criogenia non convenzionale,
- i. Rafforzamento: misure proprietà fisiche: ridotte le prestazioni dell'attrezzatura criogenica free da acquistare con un campo massimo di 17-18 T.

Rimodulazione del Progetto di formazione NAFASSY

Premessa

La rimodulazione del progetto di formazione si è resa necessaria per la riduzione del finanziamento attribuito al progetto NAFASSY. Per tale motivo, alcune figure previste nel progetto iniziale sono state eliminate o ridimensionate. In particolare, il progetto nella sua formulazione iniziale prevedeva tra le altre attività l'attivazione di dieci borse di dottorato di ricerca, utilizzando le graduatorie dei concorsi di dottorato, per l'area fisica, l'area ingegneria meccanica, l'area ingegneria dell'informazione l'area matematica, dell'Università di Salerno. Poiché i concorsi di dottorato di ricerca si sono conclusi da tempo (bando del 7 ottobre 2011, scadenza 14 novembre 2011, attività formative di studio e di ricerca con decorrenza a far data dal 1 gennaio), si è ritenuto di non destinare parte del finanziamento ai dottorandi.

Al contrario, tramite assegni di ricerca, si è preferito dedicare tutta la formazione ad una attività rivolta alla formazione di giovani ricercatori specificatamente dedicati alle tematiche del progetto

Introduzione al progetto

Il presente progetto formativo è strutturato attraverso la definizione di due percorsi alternativi ma concorrenti a favorire, tramite il bando di assegni di ricerca, la creazione di figure professionali altamente specializzate in grado di coprire ruoli ed attività, sia dirette che trasversali, al progetto NAFASSY.

Gli assegni avranno durata biennale (annuale rinnovabile), ma potranno essere estesi di ulteriori sei mesi qualora ciò appaia opportuno per lo svolgimento del progetto e qualora se ne trovi la copertura finanziaria anche da fonti diverse dal presente progetto.

L'attività di formazione si pone l'obiettivo di formare due figure professionali:

- a) **IL COMMERCIALE** inquadrato nel personale tecnico-commerciale, la cui formazione è volta alla creazione di un profilo innovativo con una solida preparazione nelle discipline manageriali (con un approccio sistemico e per funzioni – organizzazione, gestione e controllo, contabilità, marketing, finanza, etc) ed economiche (a livello micro e macro, con particolare riferimento alle analisi di mercato)) e un'adeguata padronanza degli strumenti per trattative commerciali complesse per prodotti/servizi ad alto contenuto tecnologico. I discenti acquisiranno gli strumenti analitici e concettuali per l'interpretazione e la soluzione di problemi di governo aziendale, a livello strategico, funzionale ed operativo e alla fine delle attività di formazione, essi avranno capacità di comprensione e gestione degli aspetti tecnico-commerciali a livello internazionale.

- b) **IL TECNOLOGO** inquadrato nei dottori di ricerca o giovani ricercatori, avente per obiettivo la creazione di figure di ricerca particolarmente esperte nella progettazione e nell'utilizzo delle attrezzature e infrastrutture dedicate al test di materiali e dispositivi superconduttori di potenza oggetto del progetto di potenziamento "Nafassy". Il personale formato dovrà essere in grado di progettare, installare e gestire apparecchiature complesse utilizzando le più moderne tecnologie ed elaborare dati sperimentali tramite metodologie innovative.

Attività organizzative di reclutamento divise per i vari profili

Per la formazione di personale con un profilo tecnico commerciale sarà bandito un assegno di ricerca biennale destinato a laureati o dottori di ricerca con un profilo giuridico/economico.

Per profilo di tecnologo, saranno banditi otto assegni di ricerca, per laureati o dottori di ricerca, sulle tematiche del progetto.

Per quanto riguarda il reclutamento del personale tecnico-commerciale, avente per obiettivo la creazione di ruoli abilitati alla gestione di trattative commerciali complesse su materie di alto contenuto tecnico di cui al punto a), i candidati dovranno essere in possesso di diploma di laurea in Giurisprudenza, in Economia e Commercio, in Scienze Politiche o lauree affini conseguito secondo la normativa in vigore anteriormente al D.M. 509/99, equiparato ai sensi del D.M. 5 maggio 2004 (G.U. 21 agosto 2004, n. 196), oppure della laurea specialistica, oppure della laurea magistrale di cui al D.M. 270/04 negli stessi ambiti delle lauree vecchio ordinamento prima riportate. Requisiti di ammissione ulteriori saranno il voto di laurea (non inferiore a 100/110) e competenze pregresse in diritto amministrativo; diritto commerciale; diritto dell'Unione europea; diritto internazionale; economia politica; economia e gestione delle imprese; economia industriale e marketing. Anche per questo profilo la selezione sarà effettuata tramite bando di concorso pubblico, nel quale saranno specificate in dettaglio le modalità di partecipazione nonché le modalità di espletamento delle prove.

I candidati di cui al punto b) dovranno essere in possesso di diploma di laurea in fisica o ingegneria, conseguito secondo la normativa in vigore anteriormente al D.M. 509/99, equiparato ai sensi del D.M. 5 maggio 2004 (G.U. 21 agosto 2004, n. 196), oppure della laurea specialistica, oppure della laurea magistrale di cui al D.M. 270/04. Saranno altresì eleggibili i candidati che abbiano conseguito presso una Università straniera una laurea dichiarata "equivalente" dalle competenti Università italiane o dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, comunque che abbiano ottenuto detto riconoscimento secondo la vigente normativa in materia (art.38 d.lgs. n.165/2001 - art.1 d.lgs. n. 115/1992 - art. 332 Regio Decreto n.1592/1933). I predetti formandi dovranno essere in possesso di documentata attività di ricerca presso soggetti pubblici e privati con contratti, borse di studio o incarichi. Il titolo di dottore di ricerca costituirà titolo preferenziale ai fini dell'attribuzione degli assegni. La selezione sarà effettuata tramite bando di concorso pubblico,

nel quale saranno specificate in dettaglio le modalità di partecipazione nonché le modalità di espletamento delle prove.

Obiettivi generali attesi

1. Fornire le competenze tecnico professionali specifiche utili per l'inserimento nel mercato del lavoro.
2. Far acquisire ai partecipanti le conoscenze teoriche e le competenze di base dei vari processi, nonché le abilità pratiche per l'esecuzione di un processo speciale descritto nella figura professionale specifica.
3. Migliorare e aggiornare le competenze professionali rispetto a opportunità di mercato, innovazioni tecnologiche, modificazioni dei processi produttivi, evoluzione delle professionalità.
4. Migliorare la competitività del sistema produttivo nazionale e regionale attraverso l'innalzamento ed il perfezionamento delle competenze e delle abilità tecniche delle figure professionali previste. Il progetto si configura come un intervento di carattere preventivo finalizzato a migliorare la tenuta e la competitività delle imprese per affrontare le sfide dei nuovi mercati.

Le strategie ed il Comitato di Coordinamento didattico

Come strategia didattica si è ritenuto opportuno creare un comitato di coordinamento didattico formato da docenti universitari e dirigenti di azienda. Le attività del coordinamento didattico si possono sintetizzare in tre aree principali:

- supporto agli allievi
- supporto tecnico alla direzione
- rapporti con il territorio

Le funzioni svolte nei confronti degli allievi includono attività di:

- informazione diretta agli allievi successivamente alla prima attività di orientamento in ingresso, già svolta da altre figure;
- orientamento e accompagnamento, intesi come assistenza durante tutto il percorso formativo degli allievi; attività di accompagnamento durante lo svolgimento degli stage aziendali;
- monitoraggio del percorso formativo degli allievi, che riguarderà l'insieme degli allievi ed il singolo allievo, per poter eventualmente programmare interventi correttivi.

Le funzioni di supporto tecnico nei confronti della direzione del Corso includono:

- reperimento di dati affidabili relativi al Corso di formazione, dati statistici sul corso, risultati delle indagini di customer satisfaction relative alle attività formative interne e agli stage aziendali; raccolta di segnalazioni di disfunzioni; dati statistici relativi all'ingresso nel mondo del lavoro (attraverso anche l'utilizzo di strumenti informatici);

- informazioni sulle risorse disponibili, quali disponibilità e reperibilità delle risorse logistiche (aule, laboratori, ecc.) e delle risorse finanziarie;
- interfaccia con soggetti interni ed esterni, quali uffici amministrativi, imprese ed enti territoriali, docenti ;
- monitoraggio della qualità della formazione erogata, partecipazione all'attività di autovalutazione e di valutazione, realizzazione di attività di customer satisfaction, collaborazione nell'individuare azioni correttive o preventive per eliminare le cause di non conformità effettive o potenziali riscontrate.

Le funzioni nei confronti del territorio includono:

- interfaccia aziende-istituzioni, costruzione e manutenzione dei rapporti tra l'Ente di formazione e aziende finalizzati a stage; sviluppo di rapporti con scuole ed enti territoriali;
- sviluppo di relazioni con enti esterni.

Strumenti di monitoraggio e valutazione

Particolare attenzione sarà attribuita ai dispositivi di verifica e valutazione degli allievi per consentire una continua stima di quanto e di come le singole persone stanno apprendendo. Si prevedono un monitoraggio continuo e l'osservazione sistematica con una rilevazione formalizzata scritta. Le verifiche verranno attuate dai docenti in modo trasparente per controllare il livello di conoscenze, capacità e competenze acquisite dagli allievi.

Per una verifica e valutazione delle prestazioni dei docenti equa, trasparente e che valorizzi il merito, si farà ricorso a uno strumento di valutazione in grado di verificare l'allineamento tra le attese organizzative e le prestazioni fornite dalle persone, per riconoscere meriti o eventuali margini di miglioramento.

Strumenti di didattica a distanza

Poiché si ritiene prioritario il contatto tra aziende docenti e studenti, si è pensato di adottare per alcuni moduli di esercitazioni la modalità di insegnamento a Distanza (FAD) che si svolgerà su una Piattaforma e-learning dotata dei tipici strumenti che consentono il lavoro collaborativo (forum, chat,...).

Impatto sul mondo del lavoro

Si tratta nella maggiore parte dei casi di un'attività che verrà richiesta ad un Professionista Laureato sotto forma di consulenza, anche se non è escluso che Enti Pubblici di importanza strategica per le Politiche Territoriali possano volere inserire figure professionali previste nell'ambito del presente progetto formativo in modo stabile nel loro organico.

Attività organizzative di formazione divise per i vari profili

Profilo a (IL COMMERCIALE)

Per la formazione di personale con un profilo tecnico commerciale sarà bandito un assegno di ricerca annuale rinnovabile, destinato a laureati o dottori di ricerca con un profilo giuridico od economico. Dopo un corso di perfezionamento di inglese, l'attività di formazione si svolgerà tramite un tutoraggio durante il quale saranno approfondite tematiche legate al diritto internazionale, al diritto commerciale, all'economia industriale ed alle normative nazionali ed europee sulle procedure di acquisto. Una parte rilevante del periodo di formazione sarà svolto tramite stage presso Enti particolarmente attivi nel campo delle trattative commerciali internazionali.

Profilo b (IL TECNOLOGO)

Saranno banditi 8 assegni di ricerca annuali rinnovabili, sui seguenti temi ed affidati per il tutoraggio ad Enti specifici:

- 1) proprietà meccaniche dei materiali (Università Salerno);
- 2) proprietà di trasporto in materiali superconduttori (CRdC);
- 3) caratterizzazione strutturale e magnetica di materiali superconduttori (CRdC);
- 4) stabilità di conduttori e dispositivi superconduttori (INFN);
- 5) sistemi criogenici non convenzionali (Università Salerno ed INFN);
- 6) progettazione dei cavi superconduttori (ENEA);
- 7) dispositivi superconduttori di potenza (ENEA);
- 8) simulazione mediante elementi finiti (Università Salerno).

Anche per questo profilo le attività didattiche si svolgeranno prioritariamente in inglese.

Gli assegnisti, al di là della formazione più specificamente tecnica, seguiranno anche un corso sul management della ricerca e sulle fonti di finanziamento nazionali ed europee, mentre alcuni di loro svolgeranno attività presso gli Enti pubblici che partecipano al progetto.

Ogni dottorando ed assegnista verrà affiancato da un tutor che contribuirà alle attività di valutazione previste.

Percorsi di formazione e profili professionali previsti nell'ambito del progetto formativo

Sebbene sia individuabile un nucleo di formazione comune per le due predette figure, tutte a diverso titolo legate al compito finale del progetto NAFASSY, le competenze in uscita sono tuttavia ben distinte per contenuto e per livello di complessità. Per questo motivo si è ritenuto opportuno sviluppare due percorsi di formazione separati.

Percorso figura a

Motivazioni

Le attività di formazione volte alla creazione di un profilo innovativo quale l'esperto tecnico-commerciale saranno orientate a far acquisire una solida preparazione nelle discipline manageriali (con un approccio sistemico e per

funzioni - organizzazione, gestione e controllo, contabilità, marketing, finanza, etc) ed economiche (a livello micro, con particolare riferimento agli studi di mercato) e un'adeguata padronanza degli strumenti per trattative commerciali complesse per prodotti/servizi ad alto contenuto tecnologico.

Il discente acquisirà gli strumenti analitici e concettuali per l'interpretazione e la soluzione di problemi di governo aziendale, a livello strategico, funzionale ed operativo e alla fine delle attività di formazione, avrà la capacità di comprensione e gestione degli aspetti tecnico-commerciali a livello internazionale.

Alla fine del periodo di formazione, inoltre, avrà la capacità di interpretare i dati intorno alla vita delle imprese ritenuti utili a formulare giudizi di convenienza attinenti al governo aziendale e alle strategie commerciali da implementare.

Più analiticamente, il percorso prevede lo sviluppo sia delle conoscenze utili all'analisi e alla comprensione delle attività imprenditoriali e sia delle competenze più specifiche riferite alle differenti funzioni gestionali.

A causa della spinta sempre più forte verso la complessità gestionale e di governo delle organizzazioni, ma soprattutto dei rilevanti mutamenti nelle esigenze del mondo economico, si richiedono profili professionali più competitivi, caratterizzati da know-how sempre più immateriali e ad alto valore aggiunto, conseguibili solo con un'ampia formazione operativa. Pertanto questo percorso formativo apre una prospettiva interessante spendibile nell'ambito di organizzazioni pubbliche e private a livello mondiale.

Gli sbocchi occupazionali e le attività professionali previsti sono nelle aziende e nelle organizzazioni, dove si potranno svolgere funzioni tecnico/commerciali o imprenditoriali e nelle libere professioni dell'area economica e gestionale. Inoltre, il corso prepara alle professioni di: specialisti nell'acquisizione di beni e servizi, specialisti in contabilità e problemi finanziari, specialisti nella gestione tecnico/commerciale in ambito internazionale.

Obiettivi formativi

Il percorso formativo ha l'obiettivo di formare esperti con elevate capacità tecnico/commerciali e con una base di conoscenze sulle ricadute economiche e tecnologiche dei materiali superconduttori ed in grado di affrontare nell'attività lavorativa le problematiche specifiche. Il personale formato dovrà essere a conoscenza dei più recenti sviluppi del settore specifico in campo internazionale, così da essere in grado di affrontarne le problematiche ancora aperte e quelle future a livello tecnico ed economico in un ambito che travalica i confini nazionali. Dovrà, infine, acquisire sensibilità nei confronti delle problematiche legate al trasferimento tecnologico e ai processi innovativi. Il formando sarà, pertanto, capace di applicare le proprie conoscenze e capacità di comprensione in maniera da dimostrare un approccio professionale al lavoro futuro di responsabile commerciale delle imprese.

Tale approccio multidisciplinare investe aspetti relativi alla gestione aziendale, all'economia ed alle applicazioni tecnico/economiche.

La figura alla fine del percorso formativo acquisirà una solida preparazione nelle discipline tecnico/commerciali (con un approccio sistemico e per funzioni - marketing, finanza, organizzazione, controllo della qualità, rilevazione) ed economiche (a livello micro e macro) e un'adeguata padronanza degli strumenti di vendita in ambito internazionale. Il percorso formativo consentirà, inoltre, di acquisire un bagaglio di conoscenze teorico-pratiche

rispondenti all'ampio spettro di ambiti professionali accessibili a tale tipologia di formazione.

Inoltre, il discente conseguirà capacità di comprensione degli aspetti legati al management aziendale e sarà capace di comprendere i diversi aspetti legati al suo settore di studio anche utilizzando testi di natura tecnica e specializzata.

Acquisirà anche gli strumenti analitici e concettuali per l'interpretazione e la soluzione di problemi di governo aziendale, a livello strategico, funzionale ed operativo. Sarà, poi, capace di applicare le proprie conoscenze e capacità di comprensione in maniera da dimostrare un approccio professionale al lavoro futuro di responsabile negli organici delle imprese pubbliche e/o private.

Durante il percorso formativo, il discente potrà iniziare ad applicare le competenze apprese attraverso particolari modalità applicative che gli consentiranno di sviluppare capacità di problem-solving e di decision-making applicate a molteplici situazioni aziendali.

Attività didattica

Gli insegnamenti saranno articolati su base semestrale in moduli la cui durata sarà compresa tra un minimo di 8 ed un massimo di 24 ore a seconda delle esigenze richieste dagli argomenti trattati nei singoli corsi.

I cicli di seminari organizzati su temi monografici potranno variare, di norma, da un minimo di 4 ad un massimo di 10 ore. Sia gli insegnamenti che i cicli di seminari saranno svolti, per la gran parte, in lingua inglese.

Il monte ore di didattica frontale sarà di 460 ore ed il resto.

Relativamente alle attività di didattica frontale, i corsi da attivare saranno:

- 1) Inglese (100 h presso il Centro Linguistico di Ateneo)
- 2) Introduzione alla superconduttività (48 h)
- 3) Ricadute economiche e tecnologiche della superconduttività (48 h)
- 4) Economia internazionale (48 h)
- 5) Diritto internazionale, scambi commerciali e marketing internazionale (48 h)
- 6) Ragioneria internazionale (24 h)
- 7) Diritto degli scambi commerciali (48 h)
- 8) Tecnica degli scambi commerciali (48 h)
- 9) Tecniche di vendita e strategie commerciali (48 h)

Percorso figura b

Motivazioni

La presente proposta di formazione di personale di tipologia "b" nasce da una duplice esigenza:

(1) la richiesta specifica legata alla formazione di figure con alta qualificazione professionale in grado di inserirsi in attività di ricerca dedicate allo studio delle proprietà di trasporto di materiali superconduttori, delle proprietà meccaniche

di materiali, della criogenia non convenzionale, dei dispositivi elettrotecnici e misure di potenza e della simulazione con metodi agli elementi finiti di dispositivi complessi;

(2) la necessità di rispondere alla richiesta di specifica formazione post-laurea in questi settori da parte di Enti di ricerca pubblici e privati e dell'Università.

Ai sensi dell'art.51 comma 6 della L.449/97, nell'ambito di appositi piani di formazione scientifica collegati a progetti di ricerca, è possibile conferire assegni di ricerca, a seguito di selezione pubblica, con la finalità di favorire la formazione e lo sviluppo di specifiche professionalità.

L'assegno di ricerca ha per oggetto la formazione scientifica mediante la realizzazione di un programma di ricerca o di una fase di esso, sotto la supervisione di un responsabile scientifico individuato dalla struttura (tutor). L'attività di ricerca presenta caratteristiche di flessibilità rispondenti alle esigenze dell'attività stessa, carattere continuativo, temporalmente definito, non meramente occasionale, ed in rapporto di coordinamento rispetto alle complessive attività previste dal progetto. L'attività è svolta in condizione di autonomia, nei soli limiti del programma predisposto dal tutor, senza orario di lavoro predeterminato.

La proposta di formazione nasce dall'esigenza di istruire e creare figure con alta qualificazione professionale, in grado di inserirsi in attività di ricerca legate allo studio di dispositivi superconduttori di potenza. È pensabile che il personale così formato troverà opportunità lavorative, in settori legati alle tematiche del presente progetto, in Enti di ricerca pubblici e privati e nell'Università.

Obiettivi

Saranno banditi otto assegni di ricerca dall'Università di Salerno sotto la supervisione di un responsabile scientifico individuato nell'ambito dell'Università di Salerno o ENEA, INFN e CRdC.

Gli assegni avranno per oggetto le seguenti tematiche:

- 1) proprietà meccaniche dei materiali;
- 2) proprietà di trasporto in materiali superconduttori;
- 3) caratterizzazione strutturale e magnetica di materiali superconduttori;
- 4) stabilità di conduttori e dispositivi superconduttori;
- 5) sistemi criogenici non convenzionali;
- 6) progettazione dei cavi superconduttori;
- 7) dispositivi superconduttori di potenza;
- 8) simulazione mediante elementi finiti.

Di seguito sono riportati, in maniera sintetica, i programmi di ricerca, le connesse attività tecnico-scientifiche previste per i dieci assegni sopra citati e l'ente che li bandirà.

1) Relativamente allo studio delle proprietà meccaniche dei materiali, l'obiettivo è formare un esperto nella caratterizzazione meccanica di materiali metallici per applicazioni industriali a bassissime temperatura ed eventualmente danneggiati da bombardamenti neutronici. Inizialmente, la formazione sarà intesa all'approfondimento di alcune tecnologie di lavorazione che possono provocare modifiche strutturali dei materiali quali, ad esempio, le tecnologie di assemblaggio permanente di particolari meccanici. Successivamente, ci si

dedicherà ad approfondimenti sulle strutture e come esse influiscono sulle proprietà meccaniche in esercizio di particolari meccanici o di sistemi complessi. Infine, l'assegnista approfondirà le conoscenze sulle metodologie di prova, distruttive e non distruttive, necessarie per evidenziare particolari caratteristiche o proprietà dei materiali e sarà in grado di scegliere la sequenza delle prove da effettuare in relazione all'applicazione cui è destinato il componente ed individuare il piano sperimentale da eseguire mediante la progettazione degli esperimenti e come interpretarne i risultati.

Il responsabile scientifico sarà individuato nell'ambito del personale di ricerca dell'Università di Salerno.

2) Per quanto riguarda l'assegno dedicato allo studio delle proprietà di trasporto in materiali superconduttori, l'obiettivo della formazione sarà investigare la particolare forma ed i diversi regimi dinamici nella caratteristica corrente-tensione di materiali superconduttori, anche non convenzionali. Inoltre, si studieranno gli effetti dissipativi finalizzando lo studio sia agli aspetti di fisica di base che a quelli applicativi quali, ad esempio, l'ingegnerizzazione di limitatori di corrente, stabilizzatori di tensione e trasformatori, magneti superconduttori. Il responsabile scientifico sarà individuato nell'ambito del personale di ricerca del CRdC.

3) La formazione del candidato selezionato per l'attività dedicata alla caratterizzazione strutturale e magnetica di materiali superconduttori sarà indirizzata verso lo sviluppo di competenze ed abilità nelle tecniche di misura ed analisi delle proprietà magnetiche e delle grandezze critiche di campioni superconduttori in forma di film e bulk policristallini, single crystals, e nastri mono e multifilamentari per applicazioni di potenza, in varie condizioni operative di campo magnetico e temperatura. Inoltre, per detti campioni si procederà alla caratterizzazione strutturale tramite diffrazione di raggi X ed analisi a microscopio ottico ed elettronico.

Il responsabile scientifico sarà individuato nell'ambito del personale di ricerca del CRdC con un concorso del personale universitario.

4) Per ciò che concerne la stabilità di conduttori e dispositivi superconduttori, le attività riguarderanno lo studio sia sperimentale che numerico della propagazione di zone normali (quench) sia in cavi che in dispositivi elettrotecnici. L'analisi riguarderà sia dispositivi realizzati con materiali superconduttori tradizionali a bassa temperatura, sia con superconduttori così detti ad alta temperatura critica. Il responsabile scientifico sarà individuato nell'ambito del personale di ricerca dell'INFN.

5) Per ciò che concerne la formazione dell'assegnista sulla tematica "sistemi criogenici avanzati", l'obiettivo della formazione sarà consentire all'allievo di conoscere a fondo le tecnologie criogeniche non convenzionali sia con riferimento alle attività progettuali, sia con riferimento al loro esercizio in campo.

In particolare, l'assegnista, oltre a maturare conoscenze relative alle macchine a compressione di vapore all'interno dei limiti di temperatura propri della criogenia, approfondirà il tema della refrigerazione che si basa sull'effetto

magnetocalorico (refrigerazione magnetica). Sarà esaminato un ciclo rigenerativo con svariati materiali in grado di esibire un effetto magnetocalorico significativo in prossimità della temperatura ambiente. Le prestazioni energetiche di tale ciclo saranno confrontate con quelle dei classici sistemi a compressione di vapore operanti tra i medesimi livelli termici.

Il responsabile scientifico sarà individuato nell'ambito del personale di ricerca dell'Università di Salerno con un concorso del personale ricercatore INFN.

6) Per la progettazione dei cavi superconduttori le attività di formazione che verranno poste in essere sono: analisi delle problematiche di scambio termico, di resistenza meccanica e di fluidodinamica di un cavo superconduttivo; progettazione del cavo in relazione alle prestazioni elettriche, termiche e strutturali richieste; analisi ad elementi finiti di magneti superconduttori ad alto campo; progettazione degli elementi del magnete in relazione a: resistenza meccanica e a fatica delle strutture in acciaio inossidabile; resistenza meccanica ed elettrica degli isolamenti in fibra di vetro e resina impregnata; resistenza meccanica dei supporti e degli elementi accessori del magnete; analisi ed ottimizzazione del processo di manifattura del cavo superconduttivo: cabling, infilaggio, compattazione, calandratura e spooling; analisi ed ottimizzazione del processo di manifattura del magnete: isolamento, avvolgimento, impregnazione, integrazione con il casing e relative saldature, giunzioni elettriche e idrauliche. Il responsabile scientifico sarà individuato nell'ambito del personale di ricerca dell'ENEA.

7) Nell'ambito delle attività riguardanti le applicazioni dei superconduttori ai dispositivi superconduttori di potenza, gli obiettivi da perseguire saranno: la crescita, la caratterizzazione e lo studio delle caratteristiche di film e nastri superconduttori ad alta temperatura di transizione, da impiegare per la costruzione degli avvolgimenti di un prototipo di macchina elettrica che lavorerà a temperature criogeniche; lo sviluppo di modelli numerici per un primo dimensionamento elettrico e meccanico di tale prototipo; lo sviluppo di soluzioni tecnologiche rivolte a dimostrare la fattibilità del prototipo.

Il responsabile scientifico sarà individuato nell'ambito del personale di ricerca dell'ENEA.

8) Infine, le competenze che dovrà acquisire l'assegnista impegnato nello studio di strutture soggette a sollecitazioni elettromeccaniche e termiche mediante simulazione agli elementi finiti possono così riassumersi: proprietà dei materiali e leggi costitutive; accoppiamento tra i campi di tensione-deformazione, termico, elettromagnetico; fonti di non linearità presenti nei problemi isolati e specificamente dipendenti dagli accoppiamenti, formulazioni non lineari e metodi di soluzione delle corrispondenti equazioni discretizzate; analisi di convergenza delle soluzioni, minimizzazione degli effetti della discretizzazione ed interpretazione dei risultati.

Il responsabile scientifico sarà individuato nell'ambito del personale di ricerca dell'Università di Salerno.

Attività didattica

Gli assegnisti seguiranno una serie di corsi articolati su base semestrale in moduli la cui durata sarà compresa tra un minimo di 8 ed un massimo di 24 ore, a seconda delle esigenze richieste dagli argomenti trattati nei singoli corsi.

I cicli di seminari organizzati su temi monografici potranno variare, di norma, da un minimo di 4 ad un massimo di 10 ore. Sia gli insegnamenti che i seminari in larga parte saranno tenuti in lingua inglese.

Il monte ore per la formazione sarà di 480 di didattica frontale ed il rimanente dedicato alle attività specifiche di singolo assegno.

Relativamente alle attività frontali, gli assegnisti avranno l'opportunità di seguire corsi e/o seminari attinenti alla tematica dell'assegno di ricerca. In particolare, saranno attivati corsi il cui contenuto è di seguito riportato:

- 1) Termodinamica teorica ed applicata; diagramma di fase dello stato superconduttore.
- 2) Flux jumping, crio-stabilità e stabilità dinamica in un filo superconduttore, cavi superconduttori e loro peculiarità rispetto alla stabilità.
- 3) Proprietà magnetiche della materia; magneti superconduttori: componenti e tecnologie di realizzazione; dissipazioni ed origine delle instabilità in magneti superconduttore; generazione e misura di campi magnetici AC e DC.
- 4) Acquisizione ed analisi di dati sperimentali derivanti da misure di trasporto elettrico.
- 5) Analisi numerica di dispositivi reali; formulazione variazionale delle equazioni di equilibrio elastico, di campo termico, campo elettromagnetico; discretizzazione del dominio di interesse con elementi finiti, definizione e studio delle funzioni di forma per alcuni tipi di elemento, formulazione discreta delle equazioni di campo in ambito lineare; metodi di soluzione delle equazioni discrete.
- 6) Tecnica del freddo; tecniche di produzione del vuoto e di criogenia.

È inoltre previsto che gli assegnisti seguano un corso di Inglese di cento ore presso il Centro Linguistico di Ateneo ed un corso sul management della ricerca e sulle fonti di finanziamento nazionali ed europee.

Per tutti gli assegnisti sono previste spese non trascurabili di missione a supporto di stage presso istituzioni nazionali ed internazionali con particolari competenze nel campo specifico, sia per la partecipazione a congressi internazionali nei quali potranno presentare i risultati delle proprie attività ed avere in prima persona un quadro delle attività internazionali che si svolgono nel campo di loro specifico interesse.

Un costo non trascurabile delle loro attività sarà legato ai materiali di consumo (liquidi criogenici, ..). Per le spese di materiale inventariabile gli assegnisti utilizzeranno in massima parte attrezzature già disponibili, ma si prevede infine di dotare ciascun assegnista di un PC (eventualmente portatile) per il supporto informatico delle loro attività.

Piano di sviluppo/potenziamento di nuova imprenditorialità

Da sempre la creazione di poli di eccellenza scientifica e tecnologica, ma anche solo di conoscenza sono stati fonte di sviluppo per le regioni ad essi circostanti.

La presente proposta, volta alla creazione presso il campus di Fisciano dell'Università degli Studi di Salerno di un polo di eccellenza per il test di cavi e dispositivi superconduttori, altamente competitivo sul piano internazionale, si affianca ad un'esigenza del mercato dei superconduttori e pone le condizioni per lo sviluppo, nel mezzogiorno e più in generale in Italia, di attività imprenditoriali in questo settore in modo da poter generare una occupazione stabile dopo la fine dell'intervento pubblico.

Lo sviluppo ed il potenziamento di nuova imprenditorialità si potrà muovere su due direttrici:

- I. l'impatto dell'infrastruttura proposta sulla filiera delle applicazioni della superconduttività;
- II. il ritorno in termini d'innovazione ed in ultima analisi in termini di consolidamento ed espansione del sistema produttivo regionale.

Infatti la proposta Nafassy è strettamente legata allo Studio di fattibilità di una Aggregazione pubblico-privato, recentemente presentata sul bando PON con il fine di fornire un contributo al miglioramento della competitività delle imprese del sistema economico regionale della Campania. L'accresciuta competitività trova fondamento nell'introduzione di elementi di forte innovazione nei sistemi produttivi legati all'uso di materiali superconduttori in dispositivi e sistemi di potenza. La maggiore competitività permetterà l'inserimento ed il rafforzamento della presenza delle imprese in contesti internazionali, determinando un mantenimento ed un incremento degli attuali livelli occupazionali.

Lo sviluppo ed il potenziamento di nuova imprenditorialità avverrà con modalità diverse che, a partire dal nucleo centrale delle attività dell'infrastruttura, si espanderà su insiemi sempre più larghi di imprese ed avverrà quindi:

- 1) direttamente con le attività dell'infrastruttura,
- 2) nelle imprese connesse al campo della superconduttività,
- 3) mediante l'insorgere di nuove professionalità, nuove imprese e nuove attività

- 4) in settori più ampi del sistema imprenditoriale Campano che utilizzano tecnologie per le quali la presente proposta rappresenterà un polo di eccellenza.

Per ognuna delle modalità individuate, anche se si hanno margini di incertezza significativi, si possono fare considerazioni qualitative.

- 1) le ricadute dirette tramite le attività dell'infrastruttura

Come è più ampiamente descritto nella scheda riguardante lo studio di mercato e quella relativa al piano industriale, a livello internazionale esiste una significativa richiesta di test di dispositivi superconduttori di potenza, così che la grande competitività internazionale dell'infrastruttura proposta permetterà il suo pieno inserimento in tale mercato, garantendone l'auto-sostentamento e l'operatività mediante commesse esterne. Sempre nelle schede già citate viene evidenziato come al di là dei test legati all'attività specifica sulle applicazioni di potenza dei superconduttori, l'insieme delle facility dell'infrastruttura renderà possibile lo svolgimento di misure e servizi di vario tipo quali ad esempio l'analisi di proprietà meccaniche dei materiali, per settori più estesi del sistema produttivo.

Nel caso in cui venisse approvata la proposta di Aggregazione pubblico privato già menzionata, nell'ambito della proposta era già previsto che in una prima fase i proponenti del progetto di Aggregazione si costituissero come Associazione Temporanea di Scopo con la prospettiva di costituirsi successivamente come Società Consortile.

- 2) Le imprese già operanti nel campo della superconduttività

Volendo sfruttare al meglio le potenzialità di una infrastruttura in cui saranno presenti delle stazioni di test e di misura altrimenti non disponibili né in Italia né in Europa con caratteristiche competitive rispetto a Nafassy, all'interno della proposta di Aggregazione tre imprese quali Columbus Superconductors (azienda operante nel campo dei fili realizzati con nuovi materiali superconduttori), Cryotec (operante tra l'altro nel campo della fabbricazione di cavi superconduttori) e F.N. SpA (operante in settori diversi ad alta tecnologia), operanti fuori dalle Regioni della Convergenza hanno già dichiarato la loro volontà di aprire una sede presso il Campus

dell'Università di Salerno. Avevano anche mostrato un interesse ASG Superconductors (azienda italiana leader nel campo della fabbricazione), ed a livello europeo la Oxford (leader mondiale nel campo dei magneti e sistemi di misura superconduttivi) ed il consorzio Conectus (un raggruppamento di aziende europee "determined to use superconductivity", <http://www.conectus.org/index.html>) che vede la partecipazione delle maggiori aziende europee operanti nel campo della superconduttività e di cui fanno parte giganti del calibro di Alstom e Siemens. Al di là delle imprese che hanno già dichiarato il loro interesse, è lecito prevedere che nel momento in cui l'infrastruttura Nafassy sarà pienamente operante, altri soggetti avranno interesse a collocare loro filiali nelle immediate vicinanze dell'infrastruttura traendo giovamento dalla disponibilità della stazione di test di dispositivi di potenza.

3) Nuove professionalità, nuove imprese e nuove attività

Già all'interno della proposta di Aggregazione era prevista la partecipazione di un certo numero di imprese che, nell'ambito delle attività svolte in stretta collaborazione con gli Enti di ricerca, incrementerebbero le loro competenze, introducendo elementi di grande innovazione nelle loro attività e/o avviando la produzione di nuovi prodotti basati su materiali superconduttori. Infatti la realizzazione della facility richiede la realizzazione del criostato del magnete superconduttore Enfasi, l'alimentazione ad alta corrente, sistemi criogenici e tecniche del vuoto nelle quali imprese già operanti nelle Regioni della Convergenza possono dare il loro contributo cimentandosi in tecnologie utilizzate in forma avanzata. Ad esempio il magnete avrà bisogno di un criostato di grandi dimensioni, la corrente di alimentazione di circa 100 000 A è fra le più alte correntemente utilizzate in ambito industriale, e l'ottimizzazione dei sistemi criogenici richiederà soluzioni inseriti nella frontiera tecnologica più avanzata.

L'acquisizione di competenze in tali settori proietterà le imprese che potranno partecipare alla realizzazione di Nafassy in contesti internazionali cui attualmente non accedono, con conseguenti ricadute positive sul loro fatturato e sull'occupazione.

Inoltre lo sviluppo di competenze e di conoscenze all'interno dell'infrastruttura potrà determinare la naturale nascita di nuove imprese volte alla produzione di dispositivi innovativi o all'introduzione in dispositivi più tradizionali di elementi di grande innovazione quali l'uso di materiali superconduttori. La valutazione di tale reale

prospettiva nasce dalle stime di crescita del mercato dei dispositivi che utilizzano materiali superconduttori già descritta nell'analisi del contesto basata sulle previsioni effettuate dal consorzio "CONNECTUS". Da tale analisi riportata in maggior dettaglio nella scheda relativa allo "Studio di mercato" vi è la percezione che a livello europeo la superconduttività si trovi ad un punto di svolta. Fino ad oggi le applicazioni della superconduttività sono state limitate – con la notevole eccezione delle apparecchiature per la Risonanza Magnetica Nucleare – ai casi in cui le performances della superconduttività sono superiori alla controparte tradizionale, anche se il bilancio economico è sfavorevole. In queste applicazioni ("performance driven") gli alti costi hanno relegato la superconduttività in nicchie di ricerca o di interesse militare. Per aprire una nuova fase è necessario che la filiera superconduttiva agisca sul versante dei costi affinché le tecnologie superconduttive possano essere adottate non solo per le caratteristiche tecniche, ma anche in base alla convenienza economica. Un'altra esigenza espressa dal consorzio CONNECTUS è il mantenimento e la crescita delle attuali competenze nei campi della criogenia e della superconduttività "coordinando le attività europee per mantenere il nostro continente all'avanguardia in questo settore, che altrimenti rischia di essere dominato da altri competitori che stanno entrando nel mercato globale."

L'attuale proposta di infrastruttura vuole fornire un contributo sul fronte del rafforzamento dell'eccellenza e quindi creerebbe le condizioni adatte a far nascere nel proprio intorno imprese o nuove attività, cogliendo l'occasione fornita dalla crescita di un nuovo mercato. Infatti da una parte l'infrastruttura Nafassy costituirebbe un polo di aggregazione di competenze nel campo specifico e dall'altra le sue facilities di test darebbero un supporto tecnico che le nuove imprese non sarebbero in grado di svolgere autonomamente. Infatti i test dei dispositivi superconduttori sono un tassello importante della filiera superconduttiva, ma presentano elementi di criticità: per testare un dispositivo superconduttore, soprattutto di elevata potenza, occorrono delle tecnologie e facilities generalmente non disponibili negli impianti di produzione dei superconduttori medesimi né negli impianti di produzione dei dispositivi derivati dai superconduttori. Come è stato già detto precedentemente, tali test, ed in particolare quelli per cavi di alta potenza, a livello mondiale sono attualmente effettuati presso un numero molto limitato di laboratori. La disponibilità presso Nafassy di una facility di test altamente competitiva sarebbe dunque un forte elemento di stimolo per attività e imprese che necessitino di tali test.

Ad esempio proprio all'interno dello studio di fattibilità dell'Aggregazione la Motortecnica, impresa campana operante nell'elettrotecnica ed in particolare sugli alternatori, avvierebbe una attività volta allo sviluppo di alternatori superconduttori che grazie al loro minor peso (1/10) ed al loro buon rendimento anche a basse velocità di rotazione potrebbero essere un valido supporto nel settore eolico (Clive Lewis and Jens Müller: "A Direct Drive Wind Turbine HTS Generator" IEEE).

Analogamente Columbus Superconductors avvierebbe studi volti ad acquisire conoscenze per la realizzazione di SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) con numerose applicazioni nel settore dell'energia elettrica (Mohd. Hasan Ali, Bin Wu and Roger A. Dougal : " An Overview of SMES Applications in Power and Energy Systems" IEEE Transactions on Sustainable Energy, VOL. 1, NO. 1, APRIL 2010).

Infine, negli ultimi tempi Kyma Srl, spin off del sincrotrone Elettra di Trieste, attiva nel campo degli ondulatori per le macchine di luce di sincrotrone ha preso contatti con la direzione del presente progetto per analizzare la possibilità di avviare una attività di sviluppo di alternatori superconduttori.

Analogamente a tali esempi è ragionevole pensare che attorno ad un centro di competenze nel settore della superconduttività, dotato di attrezzature altamente competitive, possano nascere nel futuro altre nuove iniziative attualmente non identificabili.

Come condizione al contorno si sottolinea che recenti studi sul successo economico ed occupazionale delle imprese di spin-off basate sulla ricerca accademica mostrano che le imprese di derivazione da applicazioni della Fisica mostrano delle performances (di crescita del valore e dell'occupazione) dal 30% al 60% superiore alle imprese di scienze naturali non mediche ed ingegneristiche (P.S. Vincett, "The economic impacts of academic spin-off companies, and their implications for public policy" Research Policy, vol. 39, p. 736). Il successo sembra essere dovuto ad alcuni fattori che si riscontrano anche in questa proposta soprattutto per l'uso di tecnologie radicalmente nuove che riflettono nuove scoperte, per le quali il finanziamento pubblico permette la formazione di start-up quando la commercializzazione dei prodotti non è ancora avvenuta. Con questa proposta si suggerisce di cogliere l'occasione tecnologica della superconduttività nella fase iniziale e quindi di raccogliere i frutti della fase espansiva fin dall'inizio.

4) Le ricadute su settori più ampi del sistema imprenditoriale

Le attività dell'infrastruttura richiederanno l'utilizzo di tecnologie e l'approfondimento di competenze in settori diversi quali la criogenia, il vuoto, l'elettronica di potenza in condizioni estreme (temperature di pochi gradi sopra lo zero assoluto, vuoti molto spinti, sistemi di grande potenza,...). Queste tecnologie, sebbene ad un livello meno spinto, sono presenti presso piccole e medie aziende operanti sul territorio (agro-alimentare, sanità, settore avio, lavorazioni meccaniche, etc.), che già in passato hanno richiesto supporto per risolvere problemi legati alle loro specifiche attività.

Le imprese operanti in tali campi potranno trovare giovamento dalla presenza di un polo di riferimento per tali tecnologie che svolgerà attività di formazione e diffusione delle conoscenze nei settori di propria competenza. Tale incremento di competenze e di competitività potrà generare lo sviluppo di nuova imprenditorialità in settori diversi.

Inoltre, a medio termine, potranno esserci ricadute indirette indotte dalla collocazione in Campania di una Facility inserita in grandi progetti internazionali, come quelli per le grandi macchine per la fisica delle alte energie o per la luce di sincrotrone e soprattutto per la fusione termonucleare controllata. Le ricadute potranno interessare ambiti industriali più vasti, in modo analogo a come, a livello nazionale, le attività sulla fusione hanno avuto in passato un ruolo trainante per industrie italiane ad alta tecnologia (<http://www.innovazione.dintec.it/iter/> ; “ITER Opportunities for European Industry” – Barcellona 13/14/12/2005 ; ENEA “Presentazione di ITER all'industria italiana“ – Frascati 19.1.2007; www.fusione.enea.it/index.html#proITER/

www.efda.org/usercases/industry_opportunities_workshop_2005.htm)

Infatti, oltre ai materiali, cavi e magneti superconduttori, i settori di interesse legati alla fusione termonucleare riguardano un insieme più vasto di competenze: supporto ingegneristico alla progettazione, vuoto e criogenia, materiali strutturali e funzionali, sistemi di riscaldamento, microonde, manutenzione remota, metrologia e sensoristica, termo-fluidodinamica, neutronica e dati nucleari, sistemi di controllo, alimentazioni elettriche per sistemi a RF, diagnostiche, impianti, sicurezza e impatto ambientale. Pertanto anche grazie all'attività di promozione svolta dall'infrastruttura e all'esperienza acquisita, le industrie italiane ed in particolare quelle delle Regioni della Convergenza potranno sempre più inserirsi con successo nel mercato europeo

che nell'ambito dei programmi per la fusione dovrà fornire componenti per oltre 2000 Meuro con un obiettivo possibile per il sistema Italia di aggiudicarsene il 20%, essendo così di stimolo per lo sviluppo di nuova imprenditorialità.

Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme

NAFASSY

Progetto di potenziamento Allegati Art.4 Comma 3

b) Piano Industriale

0. Executive summary

Il punto centrale del piano industriale è la prospettiva concreta che NAFASSY effettui test su dispositivi superconduttori di potenza, essendo una struttura specificamente progettata in modo da poter competere adeguatamente sul mercato internazionale. Alla base del progetto vi è la proposta di infrastruttura detta "ENFAST" (Enea FACility for Superconducting Inserts), uno studio ENEA di una *facility* di test che a livello progettuale è apparsa su pubblicazioni scientifiche [1] di cui con il finanziamento attualmente disponibile verrà realizzata la bobina con campo magnetico più basso.

La struttura proposta sulla base al finanziamento disponibile risulterà comunque altamente competitiva per test in campo magnetico di 6-7 T, data l'ampiezza del volume disponibile e la possibilità di controllare la temperatura, a patto che in una fase successiva sia integrato l'apparato di misura dei campioni. Tale struttura potrà quindi intercettare parte della domanda internazionale di test su dispositivi superconduttori e dotare la filiera superconduttiva di una test *facility* che ne possa favorire la crescita. La presenza di Enfasi all'interno della Roadmap delle Infrastrutture di ricerca di interesse Pan-Europeo dimostra la sua rilevanza nella politica della ricerca italiana. La particolare opportunità finanziaria del PON e delle commesse scientifiche internazionali consentono la creazione di tale test *facility* anche se per il momento in versione ridotta. La sinergia realizzata con tutti i maggiori enti della ricerca pubblica operanti nel campo della fisica e con l'Università di Salerno rende tecnicamente fattibile la proposta. Questa occasione di realizzare una *facility*, anche se temporaneamente con prestazioni ridotte, per un servizio di test darà un vantaggio competitivo alle imprese italiane operanti nel campo della superconduttività, dando loro la possibilità di certificare i dispositivi prodotti senza accollarsi direttamente il costo dell'infrastruttura. Il considerevole sforzo tecnologico richiesto dalla realizzazione di un impianto di eccellenza potrà contribuire a

formare il necessario *know-how* produttivo, anche al di là delle competenze specifiche legate ai test.

La stima del mercato dei test è basata sul numero di test di cavi superconduttori di alta potenza effettuati in vari laboratori soprattutto per i grandi progetti internazionali per la fusione termonucleare mediante confinamento magnetico (ITER, DEMO) e dei test per dispositivi per la Fisica delle alte energie, ma anche per aziende.

Data la sua alta competitività, con la possibilità di effettuare test anche a temperatura variabile, l'infrastruttura NAFASSY potrà inserirsi in questo "mercato". Infatti, come descritto nello "studio di mercato", al momento la concorrenza, ovvero le altre *facility* in alto campo magnetico e grandi volumi, ha elementi di minore competitività rispetto a NAFASSY. Esistono poi un certo numero laboratori che danno accesso a campi magnetici anche molto elevati, ma non sono in grado di eseguire misure che richiedono alti volumi e grandi potenze sia elettriche che criogeniche. Inoltre sono pochi i laboratori che possono eseguire test di dispositivi complessi che richiedono grosse potenze criogeniche. Di conseguenza fino ad ora le ditte produttrici quali ASG Superconductors non dispongono di sistemi per testare dispositivi quali i dipoli in modo tale che in qualche caso (come per LHC e SIS300 a Darmstadt) il committente dei dispositivi è costretto a mettere in funzione anche la stazione di test.

Al di là degli aspetti tecnici, che sono argomenti determinanti, i principali fattori a favore della competitività di NAFASSY sono il minor costo della manodopera altamente specializzata rispetto ad un contesto internazionale e la possibilità di economie di scala: effettuando test per dispositivi di grande potenza si possono assorbire i costi fissi e poi effettuare i test industriali su scala più piccola ad un costo relativamente basso. Si applicherebbe anche a NAFASSY ed in un ambito scientifico la considerazione generale che la concentrazione di un insieme di attività genera una maggiore efficienza ed un minor costo rispetto alle stesse attività svolte in modo disperso.

Per ciò che riguarda le competenze, la *facility* si troverà nel campus di Fisciano dell'Università di Salerno e sarà cogestita dai principali Enti di Ricerca Italiani operanti nel campo della Fisica, il che renderà disponibile un ampio parco di competenze oltre a quelle operanti direttamente in NAFASSY.

Infine la posizione geografica: collocata non lontana dall'incrocio con i collegamenti autostradali Caserta-Roma ed Avellino-Salerno, e quindi collegata al porto di Salerno ed all'aeroporto di Napoli, non dovrebbe avere problemi anche se per i test fossero necessari dei trasporti eccezionali.

Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme

1. L'idea ed il contesto

- 1.1. **La proposta:** L'infrastruttura proposta disporrà di una struttura criogenica di potenza ed un magnete superconduttore ENFASI con un alto campo (inizialmente progettata attorno ai 12-15 T, di cui, costituendo il presente progetto una prima fase, viene realizzato con un campo di circa 6T) ed un bore di diametro di circa 1m in cui inserire un criostato a temperatura variabile (dalla temperatura ambiente fino a 4K), oltre ad apparecchiature minori ma necessarie per la misura delle proprietà funzionali e meccaniche di materiali e semilavorati.
- 1.2. **L'obiettivo scientifico principale:** L'obiettivo principale è realizzare test su materiali, cavi e dispositivi superconduttori e le caratteristiche di ENFASI permetteranno di realizzarli in condizioni che, anche nella versione ridimensionata a causa della rimodulazione, rimangono competitive sul piano internazionale. La *facility* si inserirà soprattutto nel mercato internazionale dei test su cavi e dispositivi di grande potenza da utilizzare in condizioni estreme nei grandi esperimenti scientifici (acceleratori di particelle) e tecnologici (fusione termonucleare controllata per la produzione di energia elettrica). In subordine di tempo, ma non di rilevanza, si forniranno servizi all'industria dei superconduttori ed ad imprese che operano in settori diversi ma che hanno bisogno di supporti tecnologici.
- 1.3. **La richiesta scientifica che si intende soddisfare:** Al momento esiste una richiesta di test di cavi e dispositivi superconduttori da parte dei grandi progetti internazionali quali quelli sulla fusione termonucleare controllata e quelli legati alla fisica delle alte energie, nonché da parte dell'industria manifatturiera che costruisce cavi e dispositivi superconduttori. Al contempo le condizioni fisiche desiderate per i test non sono completamente disponibili presso i pochi centri che possono effettuarli. Il test dei dispositivi superconduttori sta diventando quindi uno dei colli di bottiglia dei grandi progetti, rallentando la tabella di marcia ed imponendo anche un costo elevato di realizzazione. Come è ben noto esiste poi una domanda inespresa di servizi tecnologici necessari per imprese che vogliono incrementare la loro competitività.

1.4. Come saranno forniti i prodotti: I test forniti saranno forniti resi attraverso la partecipazione a bandi pubblici, tramite partecipazione diretta della *facility* ai grandi progetti internazionali o in base a domande di accesso di Enti pubblici od imprese. Le domande di accesso all'infrastruttura saranno valutate con modalità di *peer review* da parte di un comitato scientifico indipendente con esperti internazionali, e sarà tenuto a rispettare i criteri di *open access* per favorire un'ampia partecipazione. In generale si rispetteranno tutti i criteri necessari ad inserire la *facility* fra le grandi infrastrutture europee in modo da poter essere destinataria di progetti analoghi a quelli denominati "I3" nel VII programma quadro.

1.5. Il mercato potenziale (per maggiori dettagli vedi lo "Studio di Mercato")

1.5.1. Segmenti del mercato scientifico interessati: i grandi acceleratori di particelle e la realizzazione dei magneti per il confinamento del plasma nella fusione termonucleare controllata (tecnologia nucleare sostenibile per l'ambiente in quanto senza scorie e che presenta ampie possibilità di sviluppo nel settore energetico, senza pericolo di proliferazione militare e/o incidenti esplosivi).

1.5.2. Potenziali clienti: I committenti saranno le grandi organizzazioni internazionali che richiedono questi test (CERN ed Agenzie nazionali ed internazionali per la fusione in primo luogo) e le industrie che fabbricano cavi superconduttori di potenza e quelle che dedicano la loro produzione alle applicazioni elettrotecniche dei superconduttori. Inoltre una quota di mercato potrebbe derivare dal settore elettromedicale per la risonanza magnetica nucleare ed eventualmente per effettuare test di MRI in alti campi magnetici. Potrebbe poi essere richiesto un accesso da soggetti pubblici e privati interessati ad esperimenti in vivo nel bore caldo per testare gli effetti biologici degli alti campi magnetici. Infine sono potenziali clienti le imprese interessate ad avere servizi e consulenze in settori nei quali NAFASSY svilupperà competenze (criogenia, vuoto, proprietà di materiali, controllo automatico di processi e strumentazione elettronica).

1.6. Posizionamento rispetto alla concorrenza

1.6.1 Principali concorrenti. La specificità dei prodotti offerti ha permesso di effettuare

un censimento sufficientemente esaustivo a livello internazionale dei possibili concorrenti. I Centri che dispongono di facility in alto campo non per test di cavi in alta corrente sono:

- Il Grenoble High Magnetic Field Laboratory di Grenoble (attivo sia per campi pulsati che per campi stazionari <http://ghmfl.grenoble.cnrs.fr/>);
- Il Dresden High Magnetic Field Laboratory attivo per campi pulsati (<http://www.hzdr.de/db/Cms?pNid=580>),
- il Nijmegen High Magnetic Field Laboratory (NL, <http://www.ru.nl/hfml/>) attivo per campi statici.
- il National High Magnetic Field Laboratory dislocato nelle tre sedi di Thallassee (FL, <http://www.magnet.fsu.edu/>), Los Alamos (NM) e Gainesville (FL). In quest'ultimo caso il centro oltre a rappresentare una facility per attività di ricerca in alto campo magnetico (nei campi di applicazioni biomedicali, RMN, materiali, etc.) svolge attività di ricerca sui magneti superconduttori per alti campi magnetici.

I Centri che dispongono di facility in alto campo per test su cavi superconduttori ad alta corrente sono:

- Presso il Karlsruhe Institut of Technology (KIT) è disponibile un impianto, (Germania, <http://www.fusion.kit.edu/english/97.php>) per test di potenza in campi fino a 10 T e correnti fino a 80 kA.
- Il Paul Scherrer Institute (PSI) in Villigen ospita la facility SULTAN, (Svizzera, <http://crppsc.web.psi.ch/Facilities/sultan.html>) è una facility per I test dei cavi per la fusione. E' nato da una collaborazione ENEA-ECN-SIN e dispone di uno split coil da 11T con accessi sia orizzontale da 580 mm, per campioni avvolti, che verticale, per piccoli campioni lineari in cui sono attualmente misurati al massimo 3 metri di conduttore lineare di ITER, con una zona di uniformità del 2% al campo massimo di 11T su 45 cm. Il range di temperature è limitato a 4.5 - 10 K. Le piccole dimensioni della zona ad alto campo (high field zone, HFZ) e la breve distanza tra HFZ e i giunti, rende difficile ottenere distribuzioni di corrente uniformi. Tuttavia, in un magnete reale la lunghezza di conduttore immerso nella zona ad alto campo è decisamente maggiore e tali condizioni garantiscono una distribuzione di corrente più uniforme vicino alle condizioni di trasferimento di corrente. Per mitigare questo problema è in fase di costruzione l'impianto EDIPO (European DIPOle), che verrà installato accanto a SULTAN, e consentirà di effettuare misure in un campo massimo di 12.5 T ed uniformità dell'1% su 120 cm. Ad ogni modo la lunghezza dei campioni sarà ancora limitata a 3 m e, nel

complesso, le prestazioni offerte saranno decisamente inferiori a quelle della proposta NAFASSY.

- L'Istituto di Fusione di Naka (Giappone) per testare campioni di lunghezza superiore a 3 m o intere bobine (<http://www.naka.jaea.go.jp/english/facility.html>). Tale infrastruttura utilizza la bobina costruita come modello per il solenoide centrale di ITER (Central Solenoid Model Coil, CSMC) come magnete di background. Nonostante in questa infrastruttura possano essere effettuati test di conduttori lunghi fino a 50 m, il limite di questa facility è che il campo magnetico massimo applicabile ai campioni è pari a 13 T e la caratterizzazione è effettuata a temperatura costante. Inoltre, poiché il magnete non è dotato di un bore caldo, ogni volta che è necessario sostituire un campione occorre riscaldare il sistema magnetico, con enorme aggravio di costi per il singolo esperimento.

1.6.2 Vantaggi della proposta in confronto alla competizione.

Il principale vantaggio consiste nell'unicità dei dispositivi che verranno realizzati per il grosso volume disponibile per i campioni e per la possibilità di effettuare misure in funzione della temperatura, e nella capacità di unire la disponibilità preesistente di eccellenza scientifica con la disponibilità di manodopera qualificata a prezzi competitivi.

La realizzazione di tale infrastruttura presso il campus dell'Università di Salerno è particolarmente vantaggiosa in quanto gode di ottimi collegamenti stradali trovandosi nei pressi dell'innesto con l'autostrada Caserta-Roma, collegamenti essenziali perché i dispositivi da testare possono anche avere ingombri notevoli.

Dal punto di vista tecnico l'infrastruttura NAFASSY avrà, anche in questa versione ridotta, alcuni dei vantaggi della proposta ENEA "ENFASI" [1] che è stata progettata per testare i conduttori full-size di ITER o per gli avvolgimenti di DEMO, basati su superconduttori HTS. Per il momento verrà realizzato solo l'avvolgimento esterno che consentirà di raggiungere il campo di circa 6-T con un diametro interno superiore ad un metro. La peculiarità di questa soluzione è che il cavo superconduttore da testare potrà essere avvolto e introdotto direttamente nel *bore* del magnete. In tal modo è possibile testare circa 30m di conduttore in un campo magnetico elevato con buona omogeneità ovvero una singola spira (2.5m) in un campo praticamente uniforme. Come già accennato, un ulteriore elemento distintivo di grande rilevanza riguarda la possibile presenza di un criostato a temperatura variabile, che consentirà di effettuare caratterizzazioni in funzione della temperatura.

In sintesi il confronto delle caratteristiche delle principali infrastrutture con cui NAFASSY sarà in competizione è riportato nella tabella seguente:

Facility	B_{max} (T)	Uniformità (%)	Max lunghezza campione (m)	Diametro "bore" (mm)	Tipo di "bore"	range di Temperatura (K)
ENFASI	6-7	7% su 3000 cm 1% su 250 cm	30	circular ($\phi=900$ mm)	Caldo	4.5-300
SULTAN	11	2% su 40 cm	3	rectangular pipe (94 x 144) mm	Caldo	4.5-10

EDIPO (satellite Sultan)	12. 5	1% su 120 cm	3	rectangular pipe (94 x 144) mm	Caldo	4.5-10
CSMC (Naka)	13	1% su 1500 cm	50	circular ($\varphi=790$ mm)	Freddo	4.5

copia conforme
 copia conforme
 copia conforme
 copia conforme
 copia conforme
 copia conforme
 copia conforme

2. La proposta organizzativa

2.1. Il *market plan*

2.1.1. Il prodotto principale. La fornitura di test di cavi e dispositivi superconduttori ad alta potenza. La presenza di un inserto a temperatura ambiente consentirà anche la caratterizzazione in temperatura variabile.

2.1.2. Risultati attesi. Posizionarsi come attore importante nel settore dei test di superconduttori, inizialmente nel settore delle grandi commesse internazionali collegate ai progetti scientifici e poi gradualmente intercettare la richiesta di test per la nascente industria superconduttiva. Per indicare una stima realistica del mercato si rileva che il solo progetto ITER ha commissionato test su 52 campioni. Negli ultimi 4 anni presso la *facility* SULTAN sono stati effettuati circa 40 test, di cui 30 per ITER. Di questi 30, solo 6 rappresentano dei reali test definitivi, gli altri (che hanno avuto esito negativo in termini di prestazioni) sono da considerarsi di qualifica. Di conseguenza SULTAN dovrà testare ancora 46 campioni finali. Ciascun test per i campioni di ITER ha un costo di 200k€ per la preparazione più 40k€/settimana per la misura (la durata media dei test è di 3 settimane). Se ne deduce che la *facility* NAFASSY potrebbe effettuare circa 6 test all'anno (una prova di qualifica ed una finale per ciascuna tipologia di conduttore del sistema magnetico) in circa sei mesi. Ci si aspetta di occupare il tempo residuo per soddisfare le richieste di ulteriori segmenti di mercato, incluse quelle dell'industria superconduttiva.

2.1.3. Costo unitario dei "prodotti". La struttura di costi dei test, escludendo l'ammortamento dell'infrastruttura (che va suddiviso fra i vari beneficiari della struttura e che sarà analizzato nel par. 3.4.1), è relativamente semplice. I costi si possono infatti dividere in due categorie fondamentali: spese fisse di manutenzione dell'impianto e spese variabili per l'esecuzione dei test.

I costi fissi possono essere ascritti a due grandi categorie:

a) Manutenzione ordinaria dell'impianto – soprattutto delle parti meccaniche. Nel periodo iniziale si possono stimare in circa 20k€/anno perché l'impianto nuovo richiede una manutenzione relativamente bassa. Tale spesa tende ad aumentare nel corso degli anni per effetto dell'usura e della conseguente manutenzione straordinaria.

b) Sicurezza. Le misure antincendio e le visite ispettive comportano un costo stimato di circa 10 k€/anno.

I costi variabili si possono suddividere in tre grandi categorie: manodopera per effettuare i test che dipende dalla durata e dal dettaglio di test richiesti, energia necessaria per il raffreddamento che dipende fortemente dal dispositivo da testare e dalla natura dei test e costi forfettari di installazione del dispositivo da testare, gas e liquidi criogenici. Anche se in presenza di tale varietà è difficile stabilire un costo unitario, si possono ipotizzare due tipologie in qualche modo "estreme": test relativamente semplici su cavi e test molto complessi che utilizzano in pieno le potenzialità dell'infrastruttura.

Costi variabili per test "semplici":

a) Manodopera: ipotizzando circa 120 h di manodopera altamente qualificata (70€/h), si può stimare un costo di 8.400€.

b) Energia per raffreddamento: il costo per il raffreddamento iniziale (ipotizzando quindi che si parta da temperatura ambiente) è di circa 7k€, corrispondenti all'energia impiegata per una settimana. Il test dovrebbe durare uno o due giorni, in cui il consumo sale per le inevitabili perdite durante il funzionamento dei dispositivi, per cui si devono considerare circa 2k€/d di energia per una media di 1.5d.

c) Costi forfettari di installazione: nessun dispositivo è immediatamente collegabile con le alimentazioni standard disponibili presso la struttura, ed anche il suo "contenitore" (capace di garantire il necessario vuoto ed interfaccia termica) deve essere in genere realizzato su misura. Si stimano circa 5k€ per tali spese.

Costi variabili per test complessi:

a) Manodopera. Ipotizzando per il set-up del test circa 200 h di manodopera altamente qualificata (70€/h) si stimano circa 14.000€. Il costo della manodopera per l'esecuzione di test complessi dipende dalla durata del test, che variano da una settimana ad un mese. Durante questo periodo il costo della manodopera è di circa 2k€/d (circa 4 persone altamente qualificate impegnate a tempo pieno).

b) Energia per raffreddamento: il costo per il raffreddamento iniziale (ipotizzando quindi che si parta da temperatura ambiente) è di circa 7k€, corrispondenti all'energia spesa per una settimana. Il test può durare da una settimana ad un mese, in cui il consumo sale per le inevitabili perdite durante il funzionamento dei dispositivi, per cui si devono considerare circa 2k€/d di energia, per un intervallo che va da 10k€ (una settimana) a 50k€ (un mese). Si noti che durante il periodo di inattività dei fine settimana il consumo cala al solo mantenimento della temperatura di esercizio.

c) Costi forfettari di installazione: i dispositivi complessi necessitano di dispositivi ausiliari per i collegamenti elettrici e termici, per una spesa che nei casi più difficili si aggira attorno ai 50k€.

In definitiva il costo dei test varia da un minimo di $\approx 23\text{k€}$ per un test di una durata approssimativa di una giornata (più una settimana per il raffreddamento se la *facility* non dovesse già essere alla temperatura di funzionamento) ad un massimo di $\approx 130\text{k€}$ per un test che richiede circa 4 settimane di misure. A tale costo andrebbe aggiunta una quota legata agli ammortamenti delle attrezzature, rimanendo in ogni caso concorrenziale con i prezzi generalmente stabiliti dalle commesse internazionali che vanno da 30k€ a 80 k€ per costi forfettari di installazione (a seconda della complessità del dispositivo da analizzare) e sono di circa 40k€ alla settimana per i test veri e propri.

Infatti, se analizziamo in maggior dettaglio i costi dei test effettuati in SULTAN, principale *facility* europea per ITER, essi sono di 40.000 Euro/settimana che include un overhead del 30%. L'uso di SULTAN è regolato da contratti bilaterali fra l'istituto che ospita SULTAN e gli utenti. Le *overhead* sono stimate comunque caso per caso dall'amministrazione. La durata dei test dipende dal programma richiesto dall'utente. Un test dura tipicamente da 2 a 6

settimane per lunghi cicli di carica dei dispositivi. Il costo per il montaggio del campione e la strumentazione di SULTAN a partire da un conduttore “nudo” fornito dall’utente parte da 30.000 Euro (ad esempio per i superconduttori NbTi , piegati ad U, strumentazione minima) fino a raggiungere 80.000 Euro (per esempio superconduttore Nb₃Sn, con collegamenti alla base, strumentazione complessa). Anche in questo caso il costo include un 30% di *overhead*. La durata tipica del montaggio del campione è 11 settimane per questi test avanzati, e di 5 settimane per i test meno elaborati. Da questi tempi sono esclusi i tempi di progettazione del test e per il reperimento della componentistica necessaria al test stesso, quindi si riferiscono al tempo netto di utilizzo della *facility* SULTAN.

Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme
Copia conforme

2.1.4. Promozione dei prodotti. Per i grandi progetti scientifici sono fondamentali i contatti diretti, garantiti dalla partecipazione ad essi di INFN ed ENEA. Per diffondere la possibilità di test anche presso le aziende ci si avvarrà dei canali classici di disseminazione (brochure, sito web, presenza nei congressi internazionali ed alle “fiere” dei settori interessati). Un veicolo di rilievo di informazione sarà costituito dall’inserimento di NAFASSY nella lista di infrastrutture strategiche ma il canale che potrà risultare decisivo sarà l’inserimento di NAFASSY in programmi europei analoghi al programma I3 - Integrated Infrastructure Initiative del VII programma quadro specificatamente dedicati ad integrare le infrastrutture nello spazio europeo della ricerca.

2.2. Processi & Progetti

Sequenza dei progetti Il primo obiettivo, che quindi costituisce un progetto a sé, consisterà nell’effettuare il “test 0” per accreditare la struttura presso la comunità scientifica e tecnologica internazionale. Esso dovrà dimostrare le potenzialità della struttura di caratterizzare secondo gli standard internazionali un cavo di alta potenza ed un dispositivo (quale un dipolo per le alte energie) e la capacità del personale di eseguire i test con competenza. Solo dopo aver avuto risultati positivi da questi primi test si potrà partecipare ai test inseriti nei grandi progetti internazionali e proporsi alle realtà industriali.

Nella programmazione di tali attività occorrerà tenere conto di quali di queste potranno essere eseguite in parallelo. I test di cavi di potenza e quelli di dispositivi complessi non possono essere effettuati contemporaneamente perché ciascuno di essi richiede tutta la potenza refrigerante del criogeneratore progettato. Tenendo conto delle necessarie manutenzioni periodiche sembra realistico ipotizzare 40 settimane di test all’anno per queste tipologie di prove. Altri test che non richiedono una grande potenza refrigerante, misure mediante il sistema criomagnetico a circa 17 T su campioni di laboratorio, misure su proprietà meccaniche dei materiali ed altre attività minori possono invece operare assieme ai test più impegnativi.

2.2.1. I principali progetti attesi: Le possibili applicazioni dei grandi magneti superconduttori per la loro particolarità e per il notevole impegno economico e scientifico che richiedono sono in qualche modo noti con largo anticipo alla comunità scientifica. I progetti previsti nell'orizzonte temporale medio (fino a 10 anni) (descritti nella scheda "studio di mercato") nel campo della fisica delle alte energie sono:

FAIR, Facility for Antiproton and Ion Research, presso il GSI, Darmstadt, http://www.gsi.de/portrait/fair_e.html,

SuperB, il Progetto SuperB. (Super Flavor Factory), <http://web.infn.it/superb/>, è stato recentemente approvato come "progetto Bandiera" dal MIUR..

Muon collider, http://www.fnal.gov/pub/muon_collider/, FermiLab (USA) https://mctf.fnal.gov/muoncollider_aard_proposal_v3.doc,

sLHC, SuperLHC project, <http://project-slhc.web.cern.ch/project-slhc/>, è il progetto di upgrade dell'acceleratore LHC.

attività *HFM - Superconducting High Field Magnets for higher luminosities and energies* <http://eucard.web.cern.ch/EuCARD/activities/research/WP7/>

Per ciò che riguarda le attività sulla fusione termonucleare controllata, svolte nell'ambito di grandissime collaborazioni internazionali ed anch'esse descritte in maggior dettaglio nello "studio di mercato", oltre alle attività del progetto ITER e JT-60SA in Giappone ormai in fase realizzativa, il prossimo decennio vedrà l'avvio delle attività preliminari della prima centrale dimostrativa DEMO e la nuova infrastruttura FAST (TOKAMAK), inserita nella Roadmap Italiana delle Infrastrutture di Ricerca di interesse Pan-Europeo, destinata ad affiancare ITER con compiti complementari e di supporto.

2.3. Organizzazione

2.3.1. Struttura organizzativa.

Al termine del presente progetto, la gestione dell'infrastruttura a cui concorrono diversi Enti richiederà una struttura organizzativa unitaria i cui dettagli saranno concordati all'interno di una specifica convenzione tra gli Enti stessi. In ogni caso si potrebbe prevedere l'esistenza di:

- un “comitato di gestione” composto dai rappresentanti degli Enti pubblici che partecipano all’iniziativa e che in qualche modo svolgerà funzioni analoghe a quelle di un consiglio di amministrazione;
- un direttore ,
- un comitato scientifico internazionale che valuterà sia le richieste di accesso per l’esecuzione dei test sia il funzionamento complessivo di NAFASSY.

Si ricorda che nella proposta di Studio di Fattibilità di Aggregazione pubblico-privati, recentemente presentata sul bando PON (cui partecipa la quasi totalità dei soggetti proponenti dell’attuale infrastruttura), strettamente collegata alla presente iniziativa, all’interno della proposta di Aggregazione è già prevista la costituzione di una ATS (associazione temporanea di scopo) per la gestione dei progetti che costituirebbero l’attività dei primi anni dell’Aggregazione stessa. In una fase successiva la ATS potrebbe essere convertita in una Società Consortile.

Anche tramite il progetto di formazione parallelo al progetto di potenziamento sarà data particolare cura a formare un *management* efficace che ottimizzi i tempi dei test per permettere l’esecuzione del massimo numero possibile di prove, compatibilmente con i vincoli dell’infrastruttura dati essenzialmente dalla potenza refrigerante del criogeneratore, e dalla necessaria manutenzione dell’impianto.

2.3.2. Uno schema di organigramma.

2.3.3. Risorse umane. In termini di personale la struttura coinvolgerà una decina di ricercatori dipendenti suddivisi in parti all'incirca uguali fra:

- a) l'Università di Salerno che ospiterà la struttura nel suo campus e fornirà anche il supporto dei laboratori del Dipartimento di Fisica e di quelli del Dipartimento di Ingegneria industriale,
- b) gli enti di ricerca ENEA ed INFN, più direttamente coinvolti nelle grandi commesse internazionali.

Tale personale dipendente stabilmente dagli Enti pubblici sarà affiancato da personale a contratto di vario tipo assunto con contratto a termine nell'ambito delle commesse e dei progetti cui NAFASSY parteciperà. Il numero, necessariamente variabile per far fronte alle fluttuazioni di numero e tipo di test, sarà paragonabile al numero di persone strutturate che lavoreranno stabilmente, cioè dell'ordine di 6, che potrebbero raddoppiare nel caso di completamento dell'infrastruttura con altri finanziamenti.

Per le altre attività di consolidamento non incluse nel presente piano industriale, incluso il proseguimento dell'attività ordinaria che fornirà il necessario background tecnologico e scientifico per alimentare le attività di test, si stima che saranno impiegate circa venticinque persone.

2.3.4. Attrezzature ed infrastrutture. L'insieme delle attrezzature del progetto NAFASSY è descritto nel "progetto di potenziamento". In sintesi NAFASSY si doterà di una nuova struttura edilizia con un laboratorio principale (circa 15m x 30m) dotato di un carro ponte. Al suo interno sarà alloggiato il magnete ENFASI, il criogeneratore a circuito chiuso capace di generare circa 200W di potere refrigerante a 4K, il sistema di alimentazione in alta potenza (temporaneamente fornito da ENEA), la strumentazione elettronica per le misure ed il controllo dei dispositivi e le necessarie attrezzature di servizio. Le attrezzature per il potenziamento delle attività preesistenti installati comprendenti il sistema di misura criomagnetico su campioni di laboratorio verrà installato nel locale recentemente realizzato adiacente al Dipartimento di Fisica.

2.4. Aspetti legali. La struttura sarà inizialmente sotto la responsabilità dei proponenti che avranno la responsabilità giuridica delle attrezzature di loro competenza.

2.5. Tutela della salute e dell'ambiente: Le attività del centro si svolgeranno in condizioni di tutela dell'ambiente e della salute ed in particolare il nuovo laboratorio verrà realizzato in accordo con le norme vigenti. Le attività che si svolgeranno sono centrate sulla superconduttività che potrà essere nel futuro un tassello importante del risparmio energetico e di una maggiore efficienza energetica del sistema elettrico con positive ricadute in campo ambientale. Infine, saranno svolte attività di formazione al personale addetto ed a quello in formazione in merito a tematiche della tutela della salute e dell'ambiente. In merito a tali aspetti la struttura implementerà dei Sistemi di Gestione in conformità agli standard OHSAS 18001 ed ISO 14000.

3. Sezione 3 – Aspetti amministrativi e finanziari

3.1. Investimenti richiesti. Il progetto è stato finanziato per un importo di 10.052.705 € in attrezzature ed infrastrutture, e per ulteriori 747.295€ in spese di formazione.

3.2. Finanziamenti attesi. Il finanziamento principale viene per il momento garantito dal programma PON, attraverso il bando sulle infrastrutture in cui NAFASSY viene proposta. La possibilità di arricchire l'infrastruttura con una forte componente industriale è fornita dalla partecipazione ad un altro bando PON "Laboratori Pubblico Privato", cui hanno partecipato essenzialmente gli stessi attori pubblici che sono coinvolti in questa proposta.

Come descritto in maggior dettaglio nel paragrafo 3.3, per il funzionamento ordinario la fonte principale di finanziamento saranno le grandi commesse internazionali in ambito scientifico e tecnologico (ITER, acceleratori di particelle) e, realisticamente, le commesse private del nascente mercato della superconduttività.

Inoltre ulteriori finanziamenti potranno pervenire dalla partecipazione di programmi europei per la messa in rete di infrastrutture di ricerca quali quelli i programmi I3 del VII programma quadro.

Infine, poiché la proposta è inserita nella *roadmap* italiana, potrà essere oggetto di ulteriori finanziamenti.

3.3. Analisi economica

3.3.1. Piano dei costi a tre anni e ricavi. Il dettaglio di come rendere compatibile la realizzazione dell'infrastruttura con le modalità di finanziamento del presente bando è illustrata in dettaglio nel "Progetto di potenziamento". Si ricorda qui che nei primi tre anni è solamente prevista la costruzione dell'infrastruttura con le necessarie verifiche di buon funzionamento, e quindi non sono previsti ricavi.

3.3.2. Scenari prefigurati: Per i prossimi 4-6 anni si possono prefigurare diverse previsioni in base alle possibilità di reperire finanziamenti per il completamento dell'infrastruttura Nafassy così come era originariamente progettata, allo sviluppo delle attività di ricerca legate alla fusione ed al settore delle alte energie ed al futuro sviluppo industriale dei superconduttori. Lo scenario peggiore vedrà realizzarsi solo commesse in ambito scientifico con nessuna ricaduta sul settore privato. In maniera diametralmente opposta, lo scenario migliore prevede la completa integrazione e sviluppo della superconduttività nella *smart grid* e che la tecnologia superconduttiva diventi un importante metodologia per la produzione, l'accumulo, e l'utilizzo efficiente di energia elettrica. Tale prospettiva sarà anche legata alla scoperta di nuovi materiali superconduttori con un più basso costo di fabbricazione e di esercizio o anche solo alla riduzione dei costi della fabbricazione dei cavi ad alta temperatura critica.

Nella versione prudentemente intermedia che ipotizziamo alle applicazioni scientifiche si aggiungono alcune nicchie tecnologiche di rilevante valore commerciale.

3.4. Analisi finanziaria

Piano triennale delle entrate ed uscite. In base agli elementi raccolti si può indicare come obiettivo realistico per il primo triennio di operatività un ricavo annuo di circa 900k€. Questo volume verrà presumibilmente raggiunto gradatamente perché sarà necessario, oltre ad acquisire l'apparato per la misura dei cavi comprensivo di un alimentatore in alta corrente e l'upgrading del magnete Enfasi alle sue prestazioni originarie, che la struttura entri a regime e soprattutto occorrerà accreditarsi presso la comunità internazionale come stazione di test affidabile. La realizzazione dell'apparato per la misura dei cavi comprensivo dell'alimentatore in alta corrente renderà possibile effettuare test per cavi che non necessitano un campo magnetico così elevato e che comunque sono difficilmente effettuabili in altre stazioni di test al mondo. A regime, la principale fonte di ricavi previsti nella stazione di test proviene dalla stima di 6 test nella stazione test ENFASI che comporterebbero un ricavo di circa 450k€ e di solo 2 test 3 inizialmente previsti di dispositivi complessi che pure useranno la potenza refrigerante e la capacità di alimentazione in corrente spinta della *facility*, per un ulteriore ricavo di circa 250 k€).

Il minore impegno della facility nei test di potenza per la ridotta performance di Enfasi ridotto porterà ad un incremento delle settimane che si potrebbero dedicare ad altri test. Tuttavia, per l'incertezza sul mercato dei superconduttori, i possibili ricavi da test su componenti superconduttivi minori (adduttori di corrente, parti criogeniche), che possono essere effettuate in NAFASSY senza interrompere il flusso dei progetti principali perché non utilizzano in maniera significativa il criogeneratore, si è deciso di lasciare prudentemente ridurre questi ricavi a 100 k€. Questa cifra comprende le eventuali richieste di strutture scientifiche o private, ma in queste stime il ruolo giocato dalle eventuali applicazioni commerciali della superconduttività al di fuori delle richieste scientifiche è stato mantenuto volutamente molto basso. Nell'analisi finanziaria si è quindi scelto uno scenario molto prudente (vedi par. 3.3.2) per le applicazioni commerciali che potrebbero richiedere test all'infrastruttura.

A parte sono anche incluse le prove meccaniche nella stazione di prova annessa, e possibili ricavi dovuti da test in ambito sanitario che potranno utilizzare l'alto campo magnetico in grossi volumi, con un ricavo stimato di 100 k€ l'anno.

	Settimane utili		
	2 015	2 016	2 017
Test cavi	5	1	2
Test dispositivi	5	3	8
Altro superconduttività	8	8	8
Altri test	1 2	1 0	1 6

	Ricavi (k€)		
	2 015	2 016	2 017
Test cavi	0	2 50	2 4 50
Test dispositivi	0	2 50	2 50
Altro superconduttività	1 50	1 50	1 00
Altri test	1 50	1 50	1 00

	3	8	9
	00	00	00

Quadro della stima dei ricavi e dei tempi ad essi dedicati

Nell'analisi finanziaria si conferma che l'opportunità delle commesse scientifiche può da sola garantire la sostenibilità economica dell'infrastruttura lasciando capacità produttiva per eventuali applicazioni commerciali.

4. Start up

4.1. Piano per lo start-up:

E' essenziale che si possa realizzare NAFASSY entro i 3 anni (ovvero superare le difficoltà ad indire ed assegnare le gare internazionali per approvvigionamento dei materiali, ed a realizzare cavi e avvolgimento), compreso un breve intervallo di tempo in cui si effettuano dei test di prova con l'obiettivo di accreditare NAFASSY presso la comunità internazionale.

Il dettaglio dello sviluppo temporale, descritto nel Progetto di Potenziamento è costruito, rispettando il vincolo triennale, sulla base delle offerte già ora disponibili di possibili fornitori e si può sperare che all'interno delle procedure di gara o di trattative dirette (nel caso di fornitori unici) si possano ottenere condizioni migliori.

5. Conclusioni

In un futuro prossimo il mercato potenziale dei test su dispositivi superconduttori di potenza sarà caratterizzato da progetti scientifici internazionali già pianificati e dalla possibilità di sviluppo di un segmento di mercato che potrebbe espandersi anche in modo molto rapido.

In tale opportunità scientifico-economica può inserirsi la *facility* NAFASSY che anche in questa versione ridimensionata coniuga differenti aspetti: la tradizione scientifica dell'ENEA, dell'INFN e dell'Università di Salerno che garantisce la fattibilità tecnica del progetto, prestazioni altamente competitive sul piano internazionale della *facility* proposta e costi contenuti che ne assicurano la competitività economica.

Il presente *piano industriale* mostra che in presenza di queste circostanze favorevoli al di là dell'interesse scientifico dell'iniziativa essa potrà avere anche un ritorno economico che ne potrà garantire l'operatività per un certo numero di anni.

Bibliografia

Il progetto di una test *facility* in alto campo, con alimentazione elevata di corrente a temperatura variabile su grandi volumi è discusso nella letteratura scientifica, ad esempio:

[1] A. Della Corte et al., "ENFASI: Conceptual Design of a 15T lare Bore Superconducting Test facility", IEEE 19, 1548 (2009).

La rilevanza di tale *facility* è descritta nella *roadmap* italiana:

www.ricercainternazionale.miur.it/notizie/2011/prima-roadmap-italiana-delle-infrastrutture-di-ricerca-di-interesse-pan-europeo.aspx

a) Piano per la promozione e missione internazionale

Il valore internazionale della presente proposta è già stato sottolineato all'interno dell'Allegato "progetto di Potenziamento". Infatti il nucleo centrale della presente proposta è l'apparato Enfasi inizialmente proposto dall'Enea per il test di cavi superconduttori di potenza con particolare riguardo ai cavi dedicati alla fusione termonucleare mediante confinamento magnetico.

La rilevanza internazionale di Enfasi è comprovata dal suo inserimento nella roadmap italiana per le infrastrutture di ricerca di interesse pan-europeo ed è quindi già certificato il contributo che l'attuale proposta può fornire alla costruzione dello spazio europeo della ricerca.

Infatti nel settore dei test di cavi superconduttori di potenza, l'infrastruttura proposta ha una grande competitività internazionale (vedi scheda "Studio di mercato") poiché l'unica infrastruttura veramente concorrente in Europa è Sultan (Svizzera) che ha in ogni caso prestazioni inferiori, potendo attualmente misurare al massimo 3 metri di conduttore lineare e con un range di temperature limitato a 4.5 - 10 K. Per mitigare questo problema è in fase di costruzione l'impianto EDIPO (European DIPOle), che verrà installato accanto a SULTAN, e consentirà di effettuare misure in un campo massimo di 12.5 T ed uniformità dell'1% su 120 cm. Ad ogni modo la lunghezza dei campioni sarà ancora limitata a 3 m in un campo magnetico parallelo alla direzione della corrente.

L'unica vera stazione di test competitiva a quella qui proposta è l'impianto per il test di bobine superconduttive presso l'Istituto di Fusione di Naka (Giappone). Che permette test di conduttori lunghi fino a 50 m a temperatura costante. Tuttavia il magnete non è dotato di un bore caldo per cui per sostituire un campione occorre riscaldare il sistema magnetico, con enorme aggravio di costi per il singolo esperimento.

Al contrario la facility Enfasi da noi proposta è stata progettata per testare conduttori di grandi impianti in un campo fino a 15T. Il diametro interno (bore caldo) del magnete è di 90 cm, permettendo di misurare il cavo superconduttore avvolto direttamente nel bore del magnete e di effettuare un test su circa 30 m di conduttore a temperatura variabile da 4.5 K a temperatura ambiente, con la possibilità di sostituire i campioni senza dover scaldare l'intera facility.

Pertanto Nafassy potrà partecipare con alta competitività alle iniziative internazionali che richiedono il test di cavi superconduttori di potenza, quali quelle nel settore della Fusione termonucleare mediante confinamento magnetico e quelle legate alla fisica delle alte energie. Al di là del progetto Iter e la costruzione di JT-60SA in Giappone i cui test saranno probabilmente in gran parte eseguiti quando Nafassy sarà operativa, nel campo della fusione l'avvio del progetto DEMO (prima centrale dimostrativa) e la nuova macchina italiana FAST inserita nella roadmap delle Infrastrutture di ricerca di interesse paneuropeo potranno concorrere all'inserimento di Nafassy in programmi internazionali.

Inoltre la peculiarità di avere un alto campo su volumi elevati a temperatura variabile potrà con facilità inserire Nafassy in tutte le iniziative internazionali che richiederanno tali condizioni nei settori più disparati anche molto lontani dalle applicazioni della superconduttività quali ad esempio studi sugli effetti biologici di alti campi magnetici.

Anche il settore della fisica delle alte energie risulta caratterizzato da un carattere internazionale molto spinto. Pertanto ad esempio, la realizzazione di FAIR,

Facility for Antiproton and Ion Research, http://www.gsi.de/portrait/fair_e.html, presso il GSI, Darmstadt (RFT) progetto presente nella roadmap europea delle grandi infrastrutture di ricerca cui INFN ha partecipato in fasi iniziali, la realizzazione di **Super B** che rappresenta l'obiettivo centrale e strategico di INFN del prossimo decennio ed il progetto del Muon collider presso il FermiLab negli Stati Uniti e le attività **sLHC**, SuperLHC project, <http://project-slhc.web.cern.ch/project-slhc/>, legate all'upgrading di LHC a Ginevra, potranno essere l'occasione per il rafforzamento del processo di internazionalizzazione della presente proposta.

In tali progetti l'attività di Nafassy potrà essere rivolta non solo ai test dei cavi, ma disponendo di una struttura criogenica di potenza anche al test di interi dispositivi quali i dipoli.

L'insieme dei test effettuabili in Nafassy aprono possibilità di collaborazione soggetti pubblici e privati localizzati all'estero con cui sono stati tra l'altro già stabiliti contatti e rapporti negli anni passati e che hanno già mostrato il loro interesse all'iniziativa, come comprovato dalle dichiarazioni di interesse del consorzio europeo Conectus che vede la partecipazione delle più rilevanti aziende europee operanti nel campo della superconduttività e di Oxford Instruments.

Oltre alle attività internazionali legate al test di dispositivi e cavi di potenza la missione internazionale di Nafassy sarà anche legata agli studi su nuovi materiali ed in primis sui nuovi superconduttori.

Infatti, già da ora, tutte le attività della fisica nel campo della superconduttività, come d'altronde in quasi tutti i campi della fisica, sono completamente inserite in ambiti internazionali: i risultati delle ricerche vengono pubblicati sulle più importanti pubblicazioni internazionali e vengono presentati nei più rilevanti convegni internazionali del settore. Tuttavia allo stato attuale non risulta essere disponibili al di fuori di Salerno attrezzature per effettuare misure in campi magnetici superiori a 15-16 Tesla, e per campi superiori i ricercatori italiani devono chiedere l'accesso a facility al di fuori del nostro paese quali quelle presenti a Grenoble (Francia) nel centro per alti campi magnetici.

Pertanto, la disponibilità in Nafassy di una attrezzatura criomagnetica per misure su campioni di laboratorio in campi da 18-20 tesla aumenterà la competitività internazionale sulle ricerche sui nuovi materiali superconduttori non solo dei ricercatori di Salerno ma dell'intera comunità nazionale operante nel campo, cui tale apparecchiatura sarà resa disponibile. Tale ruolo sarà facilitato dal pieno inserimento delle ricerche svolte a Salerno nell'organizzazione della ricerca italiana nel settore, rafforzata tra l'altro dalla presenza a Salerno di una componente significativa dell'Istituto SPIN del CNR che ha nella superconduttività uno dei suoi temi fondanti.

Per massimizzare il ruolo internazionale di Nafassy saranno prese varie iniziative di promozione:

1. partecipazione ad iniziative di messa in rete di infrastrutture di ricerca attraverso programmi analoghi a quelli messi in atto nel VII programma quadro con il programma I3 *Integrated Infrastructure Initiatives*
2. partecipazione ad attività per test,
3. partecipazione a progetti e collaborazioni internazionali,
4. costituzione di un sito web di Nafassy che illustra le attività ed i test disponibili nella facility,

5. presentazione dei risultati ottenuti su riviste scientifiche internazionali con alto fattore di impatto,
 6. presentazione dei risultati ottenuti in grandi conferenze internazionali,
 7. presenza in manifestazioni promozionali della superconduttività,
 8. organizzazione di workshop internazionali a Salerno su temi inerenti le ricerche che coinvolgono Nafassy
1. partecipazione ad iniziative di messa in rete: come è indicato nel documento della Roadmap: "Il sostegno alle infrastrutture esistenti è espresso attraverso i programmi *Integrated Infrastructure Initiatives (I3)* che sono uno specifico strumento del Settimo Programma Quadro per facilitare l'integrazione e l'accesso dei ricercatori europei alle infrastrutture di eccellenza esistenti presso gli Stati Membri. Le infrastrutture individuate in un programma *I3* devono dimostrare di possedere capacità di valutazione dei progetti di ricerca sul criterio della sola qualità delle proposte (*peer review*), conseguente capacità di accoglienza dei ricercatori di talento (*open access*) e capacità di contribuire a tutte le attività previste dal programma, cioè:
- a) *Attività di integrazione della rete,*
 - b) *Accesso transnazionale e/o attività di servizio alla ricerca,*
 - c) *Attività di ricerca congiunte.*

I programmi *I3* permettono sia il coordinamento di attività di rete, di sviluppo strumentale e di accesso transnazionale alle grandi infrastrutture a singolo sito, ... finanziati in quanto applicano i criteri dell'*open access*, svolgendo un ruolo cruciale per strutturare lo spazio europeo della ricerca nel settore di competenza.

Le partecipazioni italiane, talvolta con il ruolo di coordinatori, ai programmi *I3*, che prevedono la messa in rete delle infrastrutture di ricerca tematiche esistenti nei diversi Stati Membri, ... mettono in evidenza alcuni punti di forza sul piano scientifico e di gestione della ricerca presenti in Italia, assieme alla capacità di acquisire risorse comunitarie per la miglior gestione della ricerca presso laboratori nazionali e la loro internazionalizzazione.

La partecipazione ai progetti di tipo *I3* richiede, oltre alla presenza della rete di infrastrutture sui territori nazionali di almeno tre Stati Membri, l'esistenza di comunità strutturate di utenti delle infrastrutture e dei servizi offerti da queste. "

Pertanto in Nafassy verrà dedicata una attenzione particolare ai programmi di questo tipo messi in atto nei programmi quadro, inserendo nel proprio regolamento di funzionamento norme che garantiscano le condizioni previste in sede europea ed in particolare la valutazione dei progetti di ricerca sul criterio della qualità delle proposte (*peer review*) e la capacità di accoglienza dei ricercatori (*open access*).

2. partecipazione ad attività per test: indipendentemente dal punto 1 la direzione di Nafassy porrà attenzione nel monitorare quali iniziative vengano messe in atto in campo internazionale per le quali le proprie facility possono svolgere un ruolo o nell'ambito di collaborazioni e programmi congiunti o nell'ambito di commesse. La partecipazione a Nafassy di INFN ed ENEA ed i loro collegamenti internazionali preesistenti faciliteranno l'attuazione di tale ruolo internazionale.
3. partecipazione a progetti e collaborazioni internazionali: la maggiore competitività in termini di maggiore competitività delle condizioni di misura acquisite con la strumentazione acquisita tramite il progetto, renderà più agevole la partecipazione a progetti internazionali quali quelli dei

programma quadro dell'U.E. e lo svolgimento di attività in collaborazione con partner stranieri.

4. costituzione di un sito web: le azioni indicate nei punti precedenti saranno agevolate dalla messa a punto di un sito web dell'infrastruttura nel quale verranno evidenziate le potenzialità dell'infrastruttura per test e misure e le modalità per l'accesso.
5. le attività di ricerca che coinvolgono Nafassy saranno pubblicate su riviste internazionali di alto fattore di impatto in modo da essere fruite da tutta la comunità scientifica internazionale,
6. le potenzialità di Nafassy e i risultati ottenuti grazie a questa infrastruttura saranno presentati in conferenze di rilievo internazionale. Inoltre in tali sedi le attività di Nafassy saranno mostrate in stand all'interno di spazi dedicati ad espositori.
7. manifestazioni promozionali: Salerno ha una lunga tradizione e una profonda esperienza sulle attività di divulgazione nel campo della superconduttività. Nafassy darà un forte impulso positivo a tali attività sia dal punto di vista del territorio che sul piano internazionale
8. saranno organizzati workshop internazionali a Salerno, con il duplice scopo di presentare le attività di Nafassy e di richiamare un pubblico internazionale che possa interagire direttamente con la struttura avviando proficue discussioni per attività di ricerca e collaborazioni che coinvolgano Nafassy.

NAFASSY

Progetto di potenziamento Allegati Art.4 Comma 3

a) Studio di mercato

Indice:

- 1) Premessa
- 2) Il mercato delle commesse scientifiche internazionali
- 3) Il mercato dei superconduttori
- 4) Le *facility* sul mercato nel mondo
- 5) Il mercato dei servizi ad imprese in settori diversi che potranno usufruire di tecnologie e competenze presenti in NAFASSY

Appendice:

La dinamica economica e le prospettive per i settori economici investiti dalle ricadute tecnologiche

1) Premessa

Il progetto *NAFASSY* è volto alla realizzazione di una infrastruttura di test su dispositivi superconduttori tesa a sostenere la Ricerca e Sviluppo (R&S) nel campo delle nuove tecnologie superconduttive e in altri settori strategici collegati quali criogenia, elettrotecnica, energia, meccanica. Con il finanziamento disponibile nell'attuale progetto di tale infrastruttura verrà realizzata solo una parte che sarà in ogni caso operativa anche se con prestazioni inferiori, con la possibilità di completare il progetto originario con successivi finanziamenti.

Al termine di tale realizzazione il laboratorio costituirà un riferimento a livello internazionale per prove particolari, quali test di cavi in altissima corrente (fino a 90 kA) in alto campo magnetico (fino a 15 T ma per ora solo 6-7T)) e magneti superconduttori. In particolare, si effettueranno test sul trasporto elettrico di cavi superconduttori che richiedono la combinazione di fattori in condizioni estreme (alte potenze, grandi volumi e basse temperature).

Pertanto uno dei mercati di riferimento per tali test sono i magneti per il confinamento del plasma per la fusione termonucleare controllata (senza rilascio di scorie) e quelli per la fisica delle Alte Energie che possono essere classificate come commesse di ricerca.

Al di fuori delle commesse di ricerca, esistono rilevanti applicazioni industriali della superconduttività che richiedono di testare dispositivi e materiali in alti campi magnetici. Infatti, le applicazioni dei materiali superconduttivi spaziano dalla generazione e dal trasporto di potenza elettrica, ai motori, alla levitazione magnetica, alla diagnostica medica e chimica (la MRI è effettuata con magneti superconduttori). Potenzialmente i futuri sviluppi vanno dall'accumulazione e trasmissione di energia elettrica, alla motorizzazione elettrica e in generale a dispositivi che utilizzano intensi campi magnetici.

Infine il laboratorio, pur avendo una natura specifica legata all'utilizzo dei materiali superconduttori, ha un carattere interdisciplinare, sia poiché tali materiali saranno sempre più impiegati in un ampio ventaglio di settori (metalmeccanico, energetico, elettrotecnico, etc..) sia poiché utilizza una serie di tecnologie con ricadute in settori diversi. Infatti la *facility*, dovendo generare il necessario potere refrigerante dotandosi di un criorefrigeratore di potenza a ciclo chiuso, svilupperà competenze in criogenia, utilizzate in settori diversi quali l'agroalimentare, la sanità ecc.. Svilupperà poi le tecniche legate a vuoto e, dovendo analizzare la stabilità meccanica dei dispositivi svilupperà competenze sulle proprietà meccaniche dei materiali e sulle tecniche di progettazione meccanica ed elettrotecnica di dispositivi complessi.

L'analisi di mercato che segue si concentrerà sull'attività principale, cioè il mercato dei grandi magneti per applicazioni scientifiche, ma sarà anche estesa ai settori industriali coinvolti per la valutazione economica delle possibili ricadute.

2) Il mercato principale di riferimento: le commesse scientifiche internazionali

Il settore R&S occupa un ruolo di primo piano nel contesto internazionale non solo come motore di innovazione e progresso, ma anche per la sua stessa rilevanza economica. La frazione di PIL dedicata nel nostro Paese a R&S supera di poco l'1% e sale fino ad oltre il 4% negli USA o il Giappone. Assieme all'aumento delle dimensioni è cambiata la natura della ricerca, ovvero da prodotto dell'inventiva di pochi è diventata utilizzo efficiente delle risorse umane e materiali. In tale contesto la competizione per le commesse di ricerca sta prendendo i connotati di un vero e proprio mercato. Pertanto, solo gli attori che sapranno utilizzare in modo efficiente i fattori della produzione (ovvero il lavoro intellettuale di ricercatori preparati ed il capitale materiale immobilizzato in apparecchiature complesse e costose) potranno competere a livello internazionale. La suddivisione internazionale del mercato non garantisce più che ogni nazione – o ogni area geografica – si aggiudichi una quota parte di ricerca

meramente proporzionale alla popolazione o al reddito prodotto. Si delineano invece aree geografiche specializzate nella ricerca (ad esempio il modello “*Silicon Valley*”) in cui si concentrano le attività di R&S spesso esternalizzate dalle aziende o dalle stesse università per raggiungere le necessarie economie di scala e per sviluppare il necessario *know-how* gestionale, con una notevole competizione anche sul piano dell’attrazione di ricercatori qualificati.

Il mercato di riferimento per la *facility* NAFASSY è dunque in primo luogo quello della competizione internazionale legato all’utilizzo di grandi magneti a scopo di ricerca. Questo mercato è soggetto a grandi fluttuazioni a causa dell’andamento altalenante delle commesse pubbliche nel settore della ricerca, alternando periodi con grandi investimenti e conseguenti ingenti ricavi (ad esempio quando il CERN ha aggiornato la tecnologia passando dall’uso di dipoli tradizionale a quello dei dipoli superconduttori) a periodi di minore attività. Il mercato delle commesse scientifiche ha dunque sviluppato negli ultimi anni alcune sue dinamiche interne che se non sono ancora di libero mercato (soprattutto per il numero limitato di attori, tutti a forte se non esclusiva partecipazione pubblica) non hanno neanche più il carattere di mercato protetto al di fuori delle logiche economiche. Questo mercato ha infatti, oltre all’interesse scientifico e tecnologico, una rilevanza occupazionale ed economica di assoluto rilievo.

Fisica delle alte energie.

Come anche descritto nella parte introduttiva del progetto, un mercato di punta è generato dalle applicazioni di potenza dei superconduttori nelle ricerche nel campo della fisica delle alte energie che necessitano di apparati con prestazioni particolarmente spinte. In particolare, si utilizzano magneti superconduttori nelle macchine acceleratrici di particelle sia nella gestione del fascio (magneti curvanti, quadrupoli, etc.), sia come strumento di analisi dei processi di collisione tra particelle relativistiche (magneti per rivelatori). Ad oggi i maggiori acceleratori nel mondo sono costruiti utilizzando in maniera massiccia (dell’ordine delle migliaia) dipoli superconduttori (TEVATRON presso il FERMILAB, LHC al CERN,), e molti dei progetti di nuove macchine, sia per la fisica nucleare che per le alte energie, utilizzeranno dispositivi superconduttori.

I progetti internazionali previsti nell’orizzonte temporale medio (fino a 10 anni) in cui la comunità scientifica europea è direttamente coinvolta sono:

FAIR, Facility for Antiproton and Ion Research, http://www.gsi.de/portrait/fair_e.html, presso il GSI, Darmstadt, progetto presente nella *roadmap* europea delle grandi infrastrutture di ricerca. Per questo progetto l'INFN ha già realizzato un primo prototipo di dipolo superconduttore curvo ad alta velocità di rampa per il SIS300, il più grande degli acceleratori previsto per la *facility*. Il test finale di questo prototipo sarà fatto al GSI proprio perché in Italia non disponiamo di un'adeguata struttura per effettuare le prove. Il SIS300, la cui costruzione è prevista a partire dal 2017, quindi perfettamente in linea con il funzionamento di NAFASSY, impiegherà 60 dipoli superconduttori curvi, 48 dei quali lunghi 8m ed i restanti 4m, con un campo Massimo di 4.5 T (alimentati con circa 10 kA) ad una velocità di rampa pari a 1T/s.

SuperB, il Progetto SuperB. (Super Flavor Factory), <http://web.infn.it/superb/>, è stato recentemente approvato come “progetto Bandiera” dal MIUR. L'acceleratore non è realizzato con tecnologie superconduttiva che sono invece richieste solo nella regione di interazione dei fasci e^+ e e^- . Si tratta di un grande solenoide “sottile” (3 m di diametro) in cui è posizionato il rivelatore, due quadrupoli focalizzanti nella regione di interazione ed alcuni solenoidi “spin rotators”. Anche in questo caso, sebbene non essenziale per le peculiarità dei dispositivi superconduttori richiesti, una *facility* come NAFASSY potrebbe essere un riferimento unico ed efficace per il supporto ai test di questi dispositivi.

Muon collider, http://www.fnal.gov/pub/muon_collider/, è un progetto estremamente ambizioso, che seguirà la chiusura del Tevatron al FermiLab prevista quest'anno. Nei tanti documenti disponibili sull'hardware della macchina, vedi ad esempio https://mctf.fnal.gov/muoncollider_aard_proposal_v3.doc, sono descritti i vari componenti superconduttori necessari per questa macchina: dai dipoli in Nb₃Sn da 12 T a magneti molto speciali dei canali di raffreddamento dei muoni (magnet HTS fino a 50 T).

sLHC, SuperLHC project, <http://project-slhc.web.cern.ch/project-slhc/>, è il progetto di upgrade dell'acceleratore avviato in alcuni progetti europei. Naturalmente le tecnologie superconduttive sono ampiamente coinvolte in questa macchina già da ora, e pertanto un upgrade di LHC passa anche attraverso un upgrade dei dipoli superconduttori. Un programma europeo finalizzato a queste attività è su <http://eucard.web.cern.ch/EuCARD/activities/research/WP7/> ove si illustrano le attività *HFM - Superconducting High Field Magnets for higher luminosities and energies (Work package*

7).

In definitiva si può stimare che i dispositivi di alta potenza per la fisica delle alte energie che saranno installati in Europa siano alcune decine l'anno, ma potranno essere molti di più in connessione con l'installazione di nuove macchine acceleratrici.

In questo campo, l'industria italiana ha una rilevante posizione a livello internazionale grazie alla ASG Superconductors che ha avuto ad esempio rilevanti commesse dal CERN di Ginevra per la costruzione di una buona parte dei 1280 dipoli superconduttori dell'acceleratore LHC.

Produzione di energia elettrica mediante fusione termonucleare controllata.

L'utilizzo dei materiali superconduttori è una delle possibili soluzioni del problema energetico attraverso la realizzazione di macchine con geometria toroidale (TOKAMAK) per la fusione termonucleare controllata, basate sul confinamento magnetico del plasma a diversi milioni di gradi per ottenere la fusione dell'idrogeno e liberare energia senza rilasciare scorie e con tecnologie di "non proliferazione" militare. Nel quadro dell'U.E le attività sulla fusione termonucleare si svolgono all'interno del Trattato EURATOM. Gli impianti TOKAMAK sono notevolmente complessi e dovranno necessariamente utilizzare magneti superconduttori per avere un bilancio energetico positivo.

Per lo sviluppo della tecnologia TOKAMAK saranno realizzati diversi prototipi – tutti con tecnologie superconduttive – che definiscono la parte più consistente del potenziale mercato di una tecnologia come NAFASSY:

- a) ITER. Accanto allo sviluppo di apparati TOKAMAK, più o meno grandi in ambito di progetti nazionali o internazionali per studi preliminari, il primo prototipo sperimentale per la realizzazione delle condizioni che dovrebbero realizzare la produzione di energia sarà realizzato nel prossimo decennio all'interno del progetto ITER che costituisce forse la più grande cooperazione scientifica e tecnologica internazionale che si sia mai realizzata. L'obiettivo scientifico del progetto ITER è di fornire dieci volte la potenza che consuma, ovvero realizzare un impianto in cui rapporto tra la potenza di fusione e

quella di ingresso sia ≥ 10 . In valori assoluti, da una potenza in ingresso di 50 MW, la macchina ITER si prefigge di produrre 500 MW di energia da fusione.

Nel corso della sua vita operativa, ITER metterà alla prova le tecnologie chiave necessarie per il passo successivo: un impianto a fusione che dimostrerà la possibilità di generare energia dal processo di fusione per scopi commerciali.

Il sistema di magneti di ITER comprende 18 bobine toroidali, 6 bobine per la produzione del campo poloidale, un solenoide centrale, e una serie di bobine di correzione, per confinare magneticamente, modellare e controllare il plasma all'interno della camera da vuoto. Bobine supplementari saranno implementate per mitigare i modi localizzati di bordo (ELMS), che sono esplosioni altamente energetiche vicino al bordo del plasma e che, se lasciate incontrollate, causano la perdita di energia da parte del plasma.

La forza dei campi magnetici necessari per confinare il plasma nella camera da vuoto di ITER è estrema. Per la massima efficienza e per limitare il consumo di energia, ITER deve usare magneti superconduttori poichè in condizioni operative non dissipano potenza. Le bobine toroidali e poloidali si trovano tra la camera da vuoto e il criostato, dove sono raffreddate e schermate dal calore generato dai neutroni prodotti dalla reazione di fusione nucleare.

Il materiale superconduttore, sia per il solenoide centrale che per le bobine del campo toroidale, è stato progettato per ottenere un funzionamento ad alto campo magnetico (13 Tesla), ed è una lega speciale di niobio e stagno (Nb_3Sn). Le bobine del campo poloidale e le bobine di correzione utilizzano una lega differente, niobio-titanio (NbTi). Al fine di ottenere lo stato superconduttivo, tutte le bobine sono raffreddate con elio supercritico attorno ai 4 K (-269°C).

Parallelamente, il consorzio europeo European Fusion Development Agreement (EFDA, <http://www.efda.org/>) porta avanti piani di sviluppo per introdurre magneti e componentistica con superconduttori ad alta temperatura critica, attorno ai 77K (HTS).

I lavori di costruzione di ITER sono iniziati nel 2010 e dovrebbero finire nel 2017. Seguirà una fase di test in grado di garantire che tutti i sistemi operino correttamente insieme per preparare la macchina per il raggiungimento del primo plasma, previsto nel 2019. La fase operativa di ITER dovrebbe durare 20 anni. Il progetto ITER non è fine a

se stesso: è il ponte verso un primo impianto che dimostrerà la possibilità di produrre sia energia elettrica su larga scala che il combustibile (trizio) in maniera autosufficiente.

Iter ha commissionato test su 52 spezzoni di cavi superconduttori con correnti di svariate decine di migliaia di Ampere in campi magnetici possibilmente superiori a quelli in cui i cavi dovranno operare. Negli ultimi quattro anni presso la *facility* SULTAN (vedi par. 4) sono stati effettuati circa 40 test, di cui 30 per ITER. Di questi 30, solo 6 rappresentano dei reali test definitivi, gli altri (che hanno avuto esito negativo in termini di prestazioni) sono da considerarsi di qualifica, il che significa SULTAN dovrà testare ancora 46 campioni finali. Ciascun Test per i campione di ITER ha un costo di 200k€ per la preparazione + 40k€/settimana per la misura (la durata media dei test è di 3 settimane). Il ricavo di SULTAN è stato quindi di circa 2500k€ all'anno.

b) JT60SA

Nell'ambito dei negoziati per definire l'ubicazione di ITER, il programma internazionale di sviluppo della fusione è stato ampliato per includere un TOKAMAK satellite, in costruzione in Giappone: JT-60SA. JT-60SA ha l'obiettivo di aiutare ITER ad ottimizzare rapidamente le prestazioni del plasma ed, in particolare, a studiare come far funzionare il plasma prodotto dal reattore a fusione all'interno della centrale elettrica dimostrativa (DEMO), che dovrebbe seguire ITER. JT-60SA sarà costruito a Naka (vicino Tokyo), in Giappone. La macchina confina il plasma utilizzando magneti superconduttori per ridurre il consumo energetico. Il progetto è realizzato congiuntamente attraverso il *Broader Approach Agreement* e il Programma nazionale giapponese di ricerca sulla fusione (JAEA). L'Europa contribuisce a tale progetto attraverso un finanziamento pari al 50% del totale dei costi previsti. La costruzione del TOKAMAK JT60SA avrà inizio nel 2012 e sarà completato nel 2015.

c) DEMO

Il passo successivo ad ITER è costituito da una Centrale dimostrativa, definita per brevità DEMO. Un design concettuale per una macchina del genere potrebbe essere completo entro il 2017. E' probabile che, prima del disegno definitivo, dovranno essere realizzati dispositivi di dimensioni diversa realizzati con superconduttori ad alta temperatura. Si prevede che DEMO guiderà la fusione nella sua era industriale, diventando così un impianto operativo nel 2030 e consentendo di immettere nella rete

elettrica l'energia della fusione fin dal 2040. Mentre ITER è in fase di costruzione, DEMO è ancora nella sua fase concettuale e il suo progetto definitivo dipenderà, in larga misura, dai risultati di ITER e degli altri esperimenti di fusione. Anche per questa macchina il confinamento sarà affidato a bobine superconduttive che richiederanno quindi un numero di test di cavi almeno uguali a quelli di ITER. Pertanto DEMO è parte dell'effettivo mercato in cui si inserirà NAFASSY.

d) FAST

FAST è una nuova infrastruttura (TOKAMAK), inserita nella Roadmap Italiana delle Infrastrutture di Ricerca di interesse Pan-Europeo, destinata ad affiancare ITER con compiti complementari e di supporto, sia in campo scientifico sia in campo tecnologico, principalmente con lo scopo di sviluppare soluzioni al problema dello smaltimento della potenza termica nei reattori a fusione. FAST si candida, pertanto, a essere il Satellite Europeo di ITER e, allo stesso tempo, un passo strategicamente importante per il reattore dimostrativo DEMO. La macchina FAST è stata progettata nell'ottica di una collaborazione congiunta tra varie Associazioni e, in particolare, si avvarrà delle competenze esistenti in ENEA, nel CNR di Milano e nel Consorzio RFX e sarà installata in uno dei siti di ENEA (probabilmente Frascati). Gli obiettivi di FAST saranno perseguiti all'interno di una stretta collaborazione internazionale, offrendo così all'Italia l'opportunità di concorrere alla leadership Europea sulla Fusione, in stretto rapporto con ITER e DEMO. La fase di costruzione prevista è di 6 anni, con l'aggiunta 1 anno di commissioning. Il periodo di attività, connesso con i programmi internazionali associati, è valutato attorno ai 15 anni.

In definitiva nel campo delle commesse scientifiche internazionali si possono identificare i seguenti test :

- conduttori full size per ITER (se Nafassy sarà operativa prima che tutti i test siano stati tutti effettuati),
- avvolgimenti di prova e conduttori per DEMO,
- dispositivi di alta potenza per acceleratori di particelle,
- passanti per discendenti corrente,
- cavi per alte energie,
- prove criogeniche e meccaniche su componenti

3) Mercato di riferimento dei cavi superconduttori al di fuori delle commesse scientifiche internazionali

In questo paragrafo esamineremo i settori economici interessati dalla superconduttività che potrebbero richiedere test alla *facility* NAFASSY e analizzeremo le principali aziende italiane che operano nel mercato dei superconduttori. Infatti nonostante il problema dei costi criogenici, le particolari caratteristiche dei materiali superconduttori (la mancanza di effetti di riscaldamento, la possibilità di raggiungere campi magnetici più alti e molto più stabili rispetto a quelli raggiungibili con tecnologie tradizionali, la maggiore densità di corrente dei dispositivi che porta ad una riduzione di circa un decimo nelle dimensioni e del peso dei dispositivi stessi) fanno sì che in alcuni casi l'utilizzo di materiali superconduttori sia indispensabile o economicamente conveniente.

Sviluppi importanti sono attesi dai materiali ad alta temperatura critica e da nuovi materiali (vedi introduzione del progetto). Tra i materiali superconduttori di recente scoperta si è rivelato interessante il diboruro di magnesio, MgB_2 , che si riesce a produrre in forma di filo/nastro ed offre proprietà di trasporto utili per una buona classe di applicazioni elettrotecniche. Il costo dell' MgB_2 è paragonabile a quello dei superconduttori tradizionali, sotto i 10 \$/kA•m ad 1 tesla, e permette una temperatura di esercizio pari a -253°C (20K). Tale temperatura è ottenibile utilizzando criorefrigeratori a ciclo chiuso che evitano il rifornimento di liquidi criogenici, garantiscono un'elevata affidabilità ed una buona efficienza termica. Nella produzione di cavi in MgB_2 l'industria Italiana, rappresentata dalla Columbus Superconductors di Genova, è in una posizione di leadership a livello internazionale.

I settori industriali in cui le applicazioni della superconduttività sono maggiormente diffuse sono quelli in cui è richiesta la generazione di campi magnetici statici. Infatti i superconduttori rappresentano l'unica scelta percorribile nella generazione di campi magnetici intensi e la superconduttività è da considerarsi la tecnologia abilitante per lo sviluppo dell'MRI, la cui rilevanza nel settore sanitario è tutt'ora in crescita. Un altro esempio nel campo della Sanità, in connessione con la fisica subnucleare, sono le applicazioni legate

all'uso di acceleratori per adro-terapia in cui si inizia a considerare conveniente l'introduzione di magneti superconduttori.

Recentemente i grandi magneti hanno trovato applicazione in nuovi settori come la lavorazione dei materiali, la crescita dei cristalli, l'industria elettronica e anche in alcune applicazioni della chimica e della biologia.

Anche se nelle applicazioni ai cavi superconduttori hanno piccoli effetti di riscaldamento residuo, in diversi casi la tecnologia superconduttiva offre degli indubbi vantaggi, come ad esempio nei motori marini od aeronautici in cui il peso e le dimensioni rappresentano una componente importante del sistema. Il vantaggio che deriva dalla riduzione del peso e dell'ingombro ha da tempo interessato anche l'aviazione militare sono stati realizzati prototipi di trasformatori superconduttori per l'alta velocità e sono stati condotti degli studi e realizzati prototipi di treni a levitazione magnetica.

Un discorso a parte merita il settore energetico che potrà essere direttamente investito dalle applicazioni della superconduttività. In merito al settore energetico, l'impiego di materiali e dispositivi superconduttori è destinato a diffondersi progressivamente nel corso dei prossimi anni. Difatti, anche grazie allo sviluppo e alla industrializzazione dei nuovi materiali ad alta temperatura critica, sarà possibile perseguire importanti obiettivi di efficienza energetica e, conseguentemente, un minore impatto ambientale (vedi anche allegato c) "Piano di sviluppo/potenziamento di nuova imprenditorialità"). Il raggiungimento di tali obiettivi consentirà una maggiore diffusione della superconduttività in campo energetico e contemporaneamente una riduzione dei costi attraverso:

- l'ulteriore miglioramento delle prestazioni dei superconduttori sia alle basse che alle alte temperature critiche attraverso ulteriori attività di ricerca,
- l'ottimizzazione dei processi di produzione grazie ad una stretta collaborazione tra il mondo imprenditoriale e le strutture di ricerca.

Dunque nel campo dell'energia l'applicazione della superconduttività può essere considerata una tecnologia abilitante dalle elevate prospettive. Infatti, la gestione di reti elettriche sempre più complesse rende necessaria la presenza di elementi che migliorino la stabilità, la qualità e l'efficienza complessiva quali ad esempio i Superconducting Magnet Energy Storage (SMES) o i Fault Current Limiter (FCL), vedi introduzione del progetto. Gli SMES sono dispositivi inseriti in reti la cui *power quality* è di cruciale importanza, come ad esempio le industrie di

componenti microelettronici. Inoltre, la presenza di sistemi di accumulo di energia può essere necessaria per eliminare variazioni rapide di carico dannose per le celle a combustibile ad alta temperatura. I FCL sono dispositivi in grado di sezionare le reti di distribuzione elettrica in caso di guasti (cortocircuiti) e di ripristinare automaticamente il collegamento a guasto risolto. Di recente, un'applicazione della tecnologia superconduttiva riguarda il settore delle energie rinnovabili (eolico): la possibilità di sostituzione degli alternatori attuali impiegati nelle pale eoliche con alternatori superconduttori la cui efficienza a bassa velocità di rotazione porterebbe ad una semplificazione della meccanica dei collegamenti cinematici attuali. Infine sono state realizzate alcune linee di trasporto di corrente a tre fasi realizzate con superconduttori ad alta temperatura critica in media (20 kV) ed alta tensione (138 kV) con potenze di diversi GW, all'interno della rete di distribuzione di aree urbane densamente abitate (Detroit, etc.).

Il mercato dei superconduttori in Europa è attualmente ben rappresentato dal consorzio "CONNECTUS" (*CONsortium of European Companies determined To Use Superconductivity*, un raggruppamento di aziende europee appunto "determinate ad usare la superconduttività", <http://www.connectus.org/index.html>) di cui fanno parte multinazionali come Alstom e Siemens, ed è significativo che vi partecipi l'italiana Columbus. Il consorzio ha sintetizzato le prospettive di mercato in uno studio di cui includiamo i risultati più importanti. Innanzitutto vi è la percezione, a livello europeo, che la superconduttività si trovi ad un punto di svolta. Fino ad oggi le applicazioni commerciali della superconduttività sono state limitate – con la notevole eccezione delle apparecchiature per la Risonanza Magnetica Nucleare – ai casi in cui le prestazioni della superconduttività sono superiori alla controparte tradizionale, anche se il bilancio economico è apparentemente sfavorevole. Per tali applicazioni (*performance driven*) caratterizzate da alti costi, la superconduttività si è sviluppata solo in nicchie di interesse militare o di ricerca. Le vendite in tali settori (apparecchiature medicali come l'RMN e applicazioni di ricerca) hanno raggiunto fatturato nel 2009 poco più di 4 miliardi di Euro. Tali mercati - riferiti alla vendita dei superconduttori tradizionali - sono abbastanza stabili e si prevede un aumento pari a 4.5 miliardi di Euro per il 2013. E' importante evidenziare che circa la metà delle vendite mondiali sono europee. Il futuro scenario sarà contraddistinto dal ricorso alle tecnologie superconduttive, in quanto i nuovi dispositivi superconduttori sembrano offrire dei prodotti competitivi rispetto a tradizionali. I nuovi settori in cui le tecnologie superconduttive stanno per essere introdotti sono tutti in rapida crescita:

telecomunicazioni, trasporti, ed energia. In quest'ultimo settore i principali dispositivi sono i limitatori di corrente e gli accumulatori di energia, e sono raggruppati nell'analisi di CONECTUS come *large applications*. Le prospettive per questa parte di mercato sono assai più rosee che per il mercato della superconduttività nel suo insieme: CONECTUS prevede che il mercato delle *large applications* passerà dai circa 100 milioni di euro del 2009 a più di 300 milioni di euro nel 2013. Queste prospettive di mercato dipendono oggi in larga misura – sempre secondo il consorzio CONECTUS – dal miglioramento del rapporto costi/prestazioni ma anche dalla possibilità di avere dei progetti commerciali pilota per abbattere i costi delle tecnologie ausiliarie. La possibilità di eseguire in Europa test su componenti e dispositivi superconduttori di grandi dimensioni in una struttura dedicata a prezzi competitivi potrebbe rappresentare uno dei tasselli delle tecnologie ausiliarie per lo sviluppo del mercato dei superconduttori e per dare all'industria europea in generale ed italiana in particolare una spinta essenziale alla conquista di nuovi mercati. Infatti, il rapporto CONECTUS conclude che “sarà cruciale mantenere le attuali competenze in criogenia e superconduttività ed estenderle nei campi di importanza strategica per il futuro coordinando le attività europee per mantenere il nostro continente all'avanguardia in questo settore, che altrimenti rischia di essere dominato da altri competitori che stanno entrando nel mercato globale.” Il quadro delle prospettive di crescita è comunque riassunto nella seguente tabella.

Global Market for Superconductivity (in M€) Conectus, December 2009				
Business Field	Year 2007	Year 2009	Year 2011	Year 2013
Research & Technological Development (RTD)	660	765	845	955
Magnetic Resonance Imaging (MRI)	3300	3355	3435	3525
TOTAL of RTD & MRI	3960	4120	4280	4480
New Large Scale Applications	65	100	155	325
New Electronics Applications	60	80	125	180
TOTAL of Emerging New Businesses	125	180	280	505
TOTAL MARKET	4085	4300	4560	4985
Market Shares for Low-Tc Superconductors	4025	4205	4385	4600
Market Shares for High-Tc Superconductors	60	95	175	385

Da tale quadro emerge una crescita esponenziale del mercato globale con tempi di raddoppio di circa quattro anni.

Il mercato che si sta aprendo trova l'Italia in un'ottima e consolidata tradizione nella progettazione e sviluppo di magneti superconduttori, completata da una efficace realtà industriale rilevante in campo internazionale. Purtroppo nel campo dei cavi superconduttori costituiti da leghe di niobio, una realtà affermata quale era Europa Metalli di Fornaci di Barga (LU), nell'ambito dei processi di globalizzazione in atto è stata prima acquisita da operatori stranieri e poi localizzata fuori dell'Italia. L'attività propriamente manifatturiera di dispositivi di potenza superconduttori, prima costituita da alcune società del gruppo Ansaldo, è stata negli ultimi anni acquisita dal gruppo Malacalza come ASG Superconductors, oltre ad altre imprese strettamente collegate all'utilizzo di magneti superconduttori. Tra le più recenti realizzazioni di ASG si evidenziano oltre ai dipoli per LHC ed il magnete Compact Muon Solenoid (CMS), il più potente magnete al mondo, installato al CERN, ASG ha ricevuto rilevanti commesse anche nella realizzazioni di magneti per ITER.

Sempre in collegamento con ITER anche grazie all'azione di ENEA l'industria italiana è stata coinvolta nella fabbricazione dei cavi tramite la TRATOS cavi e la CRYOTECH.

Inoltre, l'industria italiana ha una importante posizione nel campo dello sviluppo e della produzione di cavi superconduttori costituiti dai nuovi materiali superconduttori tipo MgB_2 tramite la Columbus Superconductors di Genova facente di nuovo capo al gruppo Malacalza. All'interno dello stesso gruppo, Paramed ha messo a punto ed avviato la produzione dei primi sistemi MRI basati su MgB_2 e raffreddati con cryocooler.

Una realtà di sicuro rilievo con la quale sarà necessario che la presente proposta si interfacci è il CESI Ricerca S.p.A., ora denominato "Ricerca sul sistema energetico- RSE S.p.A.", controllato al 51% da ENEA e per il 49% da GSE (Gestore Servizi Elettrici) che promuove l'utilizzo di sorgenti di energia rinnovabili. L'attività di CESI Ricerca nel campo della superconduttività è focalizzata sulle applicazioni dei superconduttori ad alta temperatura e sull'impatto di dispositivi superconduttivi di potenza sulle reti elettriche. In particolare le attività degli ultimi anni sono state rivolte a :

- monitorare i progressi dei materiali superconduttori ed il loro potenziale impatto sul disegno e sulle performance dei dispositivi superconduttori più significativi,

- simulazione progettazione e test di cavi per la trasmissione di potenza, SMES , limitatori di corrente,
- HTS adduttori di corrente

Infine, per completare il quadro complessivo delle attività industriali italiane va menzionata un'attività presso la Edison dove è stato messo a punto un brevetto per la sintesi del nuovo superconduttore MgB_2 mediante il quale è possibile realizzare materiali massivi che potrebbero avere risvolti significativi in dispositivi quali motori o generatori.

Per ciò che riguarda le attività industriali nel campo della superconduttività nelle regioni della Convergenza, purtroppo si deve registrare negli ultimi anni un passo indietro. Infatti, il passaggio al Gruppo Malacalza di Ansaldo Superconduttori, ha determinato la sospensione delle attività di Ansaldo e Finmeccanica nel campo della superconduttività orientando verso altri settori le attività della società CRIS Ansaldo di Napoli che era stata negli anni passati particolarmente attiva nella partecipazione a progetti di sviluppo di dispositivi superconduttori anche in collaborazione con INFN Salerno. All'interno di tali progetti, va menzionato anche lo studio eseguito in collaborazione con GETRA di Marcianise (NA) per lo sviluppo di trasformatori superconduttori.

4) Le facility concorrenti in ambito internazionale ed i loro costi

Completiamo l'analisi di mercato della superconduttività di potenza con un breve panorama delle *facility* concorrenti per il test di superconduttori (questi centri sono accennati nell'introduzione del Progetto e descritti in maggior dettaglio nel "piano industriale) Come premesso, non essendo questo un vero mercato concorrenziale non si può parlare di concorrenza in termini tradizionali. D'altra parte, malgrado la natura essenzialmente collaborativa della ricerca scientifica, il meccanismo delle gare internazionali per l'aggiudicazione delle commesse svolge efficacemente un ruolo suppletivo della competizione di mercato, ed è quindi essenziale ricapitolare gli altri attori forniti delle tecnologie adeguate per concorrere.

Esistono un certo numero di Centri (Grenoble High Magnetic Field Laboratory, Dresden High Magnetic Field Laboratory, Nijmegen High Magnetic Field Laboratory, National High Magnetic Field Laboratory (USA)) che dispongono di facility anche in campo molto elevato per test su superconduttori, ma su piccoli volumi e senza disporre dei generatori di potenza né delle strutture criogeniche necessarie. Tali centri hanno quindi un mercato di riferimento diverso da quello di nostro interesse.

I Centri che dispongono di facility in alto campo per test in alta corrente sono:

KIT, Karlsruhe Institut of Technology, ha una *facility* di potenza in campi fino a 10 T e correnti fino a 80 kA <http://www.fusion.kit.edu/english/97.php>

SULTAN, PSI Villigen, <http://crppsc.web.psi.ch/Facilities/sultan.html> è una *facility* per i test dei cavi per la fusione. E' nato da una collaborazione ENEA-ECN-SIN e dispone di uno split coil da 11T con accessi sia orizzontale da 580 mm , che verticale, per piccoli campioni lineari.

CSMC presso l'Istituto di Fusione di Naka (Giappone), il campo magnetico massimo applicabile ai conduttori è 13 T a temperatura costante.

Nessuna di queste installazioni combina campo, corrente, temperature e volumi in condizioni paragonabili alla *facility* proposta. L'infrastruttura NAFASSY è stata progettata per testare le bobine realizzate con i conduttori *full-size* di ITER o per gli avvolgimenti di DEMO, basati su superconduttori HTS. Il massimo campo magnetico raggiungibile sul conduttore è di 15T. Il diametro interno del magnete è di 90 cm. La peculiarità di questa soluzione è che il cavo superconduttore può essere avvolto e introdotto direttamente nel bore caldo del magnete in cui sarà presente un criostato temperatura variabile. In tal modo sarà possibile testare circa 30m di conduttore in un campo magnetico elevato con omogeneità del 7%, ovvero una singola spira (2.5m) in un campo praticamente uniforme.

5) Il mercato dei servizi ad imprese in settori diversi che potranno usufruire di tecnologie e competenze presenti in NAFASSY

In connessione con lo sviluppo delle applicazioni della superconduttività all'interno di NAFASSY saranno sviluppate competenze e tecnologie in vari campi, dalla criogenia al vuoto, dai materiali con proprietà speciali all'elettronica di potenza, dalle tecniche di progettazione avanzata di dispositivi complessi a quelle di controllo automatico di attrezzature elettroniche anche in remoto. Infatti imprese di vario tipo, ad esempio del comparto avio, utilizzano il vuoto. Lo stesso settore è anche interessato all'analisi delle proprietà meccaniche

dei materiali. Parallelamente la criogenia, sebbene ad un livello meno spinto di quello sviluppato in NAFASSY, viene utilizzata nei settori agroalimentare e sanitario. Una progettazione dettagliata dei sistemi elettromeccanici complessi, come quella richiesta per il magnete, ha una potenziale utilizzazione nelle produzioni elettrotecniche e metalmeccaniche. Analogamente le tecniche di telecontrollo e automazione trovano impiego in larghi settori produttivi. Nel settore energetico le potenzialità di crescita del mercato saranno favorite dalla presenza di un centro altamente specializzato nel settore delle applicazioni di potenza da cui le imprese potranno attingere competenze e servizi.

Si possono quindi avere ricadute positive sui vasti settori dell'economia italiana che utilizzano le suddette tecnologie. Al fine di evidenziare le future potenzialità della struttura proposta in termini di competitività, unitamente alla propria capacità di generare valore - sembra utile riportare in Appendice una breve analisi del quadro economico dell'Italia e alcuni dati significativi dei suddetti settori.

In sintesi si rileva che il settore manifatturiero e, in particolare, quello metalmeccanico continuano ad essere i settori trainanti in generale dell'economia italiana ed in particolare di quella campana (vedi documento POR-Campania 2007-2013). Nel quadro di competizione internazionale questi settori possono mantenere quote di mercato e livelli occupazionali solo a patto di una continua crescita delle competenze e del livello tecnologico impiegato. La prossimità di una infrastruttura come NAFASSY può fornire un forte stimolo e il necessario supporto tecnologico a tale crescita.

APPENDICE

La dinamica economica e le prospettive per i settori economici investiti dalle ricadute tecnologiche

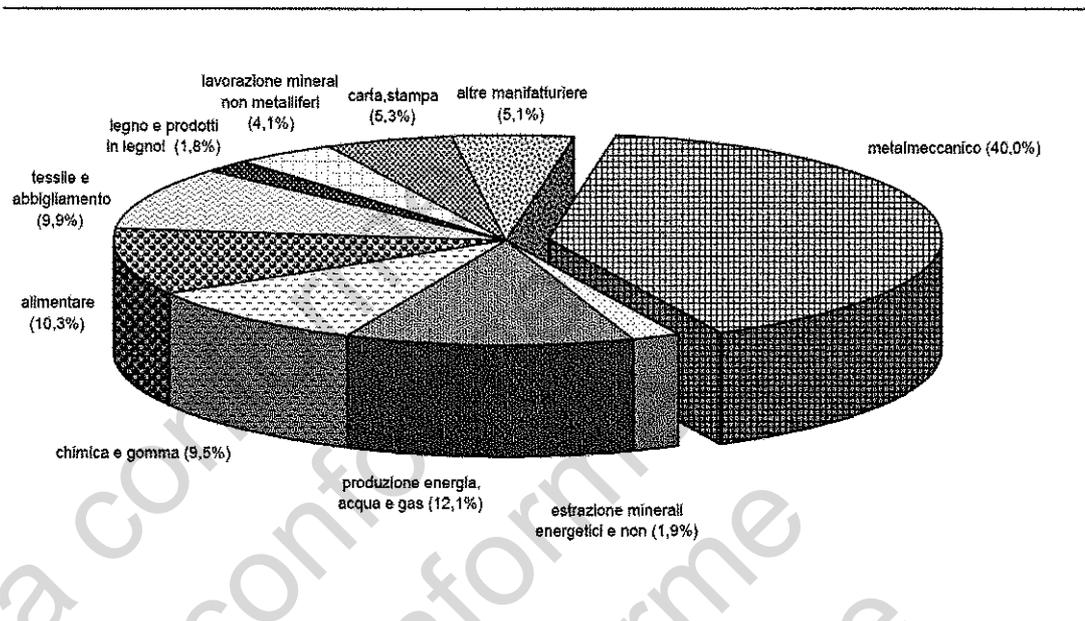
Nell'ultimo anno, così come evidenziato nel *World Economic Outlook* del FMI (Fondo Monetario Internazionale), l'economia mondiale ha continuato ad espandersi a ritmi sostenuti. Per quanto attiene al nostro paese la dinamica del prodotto interno lordo è apparsa ancora debole; e si prevede che crescerà dell'1,1% entro la fine del 2011 e si attesterà sull'1,3% nel 2012. Pesano su tali risultati la domanda interna per beni di consumo che, benché in miglioramento, stenta a decollare in presenza di un contesto caratterizzato da dinamiche occupazionali stagnanti. Gli investimenti fissi lordi in macchine ed attrezzature continuano a risentire del basso livello di utilizzo degli impianti anche alla luce della nuova stagnazione che, di recente e inaspettatamente, ha caratterizzato l'attività industriale sia nell'ultimo trimestre del 2010 che nei primi mesi del 2011.

L'unica componente dinamica della nostra domanda si conferma essere l'attività inerente i flussi all'esportazione in particolare in alcuni settori trainanti della nostra economia, quali agroalimentare, metalmeccanico, etc.

Con riferimento alla ripresa in atto nei paesi dell'Unione Europea occorre rilevare che un contributo alla crescita trae origine dal proseguimento della fase espansiva dell'attività produttiva dell'industria manifatturiera che sta continuando ad evidenziare, anche in questa prima parte del 2011, significativi tassi di crescita. Mediamente, nei primi mesi dell'anno in corso, i volumi di prodotto manifatturiero sono cresciuti nei 27 paesi dell'Unione del 2,3% rispetto all'anno precedente e del 7,9% nel confronto con l'analogo periodo dell'anno precedente.

Il metalmeccanico, sebbene negli ultimi anni abbia fatto registrare performance non del tutto positive, rappresenta uno dei comparti con maggiori potenzialità di sviluppo e di crescita nell'ambito del sistema produttivo e rappresenta il 40% in termini di incidenza del valore aggiunto rispetto al settore industriale nazionale. Il settore si caratterizza per la presenza di un numero particolarmente elevato di imprese, circa 60.000, e un numero di addetti pari ad oltre 1.624.000 alla produzione industriale, l'Italia in merito al settore metalmeccanico si è confermata positiva e la crescita congiunturale è risultata pari circa all' 1%.

**Figura1 – Incidenza del valore aggiunto metalmeccanico
nell'industria in senso stretto - 2009**



Con riferimento ai macrocomparti che compongono l'aggregato metalmeccanico l'evoluzione produttiva ha avuto andamenti fortemente differenziati. Se, infatti, nell'ultimo periodo si è confermata una tendenza espansiva per le attività relative alla produzione di macchine ed apparecchi meccanici e di metalli e prodotti in metallo, per l'attività relativa alla costruzione di macchine elettriche e per quella di computer, apparecchi per telecomunicazioni e strumenti di precisione si sono avute lievi contrazioni congiunturali rispettivamente pari all'1,1% e al 3,9%. Sempre con riferimento ai primi mesi del 2011 la metallurgia ha aumentato i volumi di produzione di circa il 13% rispetto all'analogo periodo dell'anno precedente. I risultati positivi sono stati realizzati grazie alle attività siderurgiche che coprono oltre il 50% della produzione complessiva del comparto, ma buoni risultati sono stati realizzati anche in tutte le restanti attività. In particolare la produzione di metalli non ferrosi è aumentata del 6,3%, quella di tubi, profilati cavi ed accessori dell'11,2%, mentre le fonderie hanno realizzato un +13,4%. La fabbricazione di prodotti in metallo ha registrato una crescita media del 5,7%.

La produzione di macchine ed apparecchi elettrici ed elettrodomestici è diminuita mediamente dell'1,9% mostrando anche in questo caso una inversione di tendenza rispetto agli andamenti del precedente anno. Il calo osservato è stato in larga misura determinato dalla forte contrazione nella produzione di altre apparecchiature elettriche, quali strumenti di segnalazione acustica e visiva, caricabatterie, gruppi di continuità, etc. Incrementi di

produzione hanno, invece, interessato le imprese costruttrici di apparecchiature per illuminazione (+7,7%) e di cablaggi (+6,0%). La produzione di macchine ed apparecchi meccanici è cresciuta del 13,4% grazie al contributo di tutte le attività comprese nel comparto. La fabbricazione di macchine per impieghi speciali (macchine per la metallurgia, per le industrie tessili, chimiche, alimentari, etc) è aumentata del 16,2%. La fabbricazione di pompe, motori, turbine e compressori è cresciuta del 27,5%.

Altro dato significativo è riferito al consolidamento della fase espansiva che sta interessando l'economia mondiale continua a riflettersi positivamente sull'interscambio commerciale del nostro paese. Nei primi mesi dell'anno in corso le esportazioni metalmeccaniche sono, infatti, cresciute del 24% nel confronto con l'analogo periodo dell'anno precedente registrando un'ulteriore accelerazione rispetto agli andamenti positivi già evidenziati nel corso dell'intero 2010.

Per il settore energetico si evidenzia che a livello nazionale, come è noto, pur in un quadro di persistente incertezza, si evidenziano i primi segnali di ripresa dalla profonda crisi economica dispiegatasi nel corso del 2009. Dopo un biennio di recessione, l'inversione di tendenza mostrata dal PIL, in aumento dell'1,3%, segnala una rinnovata propensione alla crescita dell'economia nazionale, in grado di restituire impulsi al consumo di energia del nostro paese. Ne sono testimonianza il lento recupero della richiesta di elettricità, risalita a 330,5 TWh (+1,4%).

Tale fenomeno non ha tuttavia rallentato il processo di progressivo potenziamento del parco di generazione elettrica, che ha raggiunto nel 2010 i 107 GW di capacità produttiva (+5,4%), rafforzando una condizione di *overcapacity* ormai strutturale e favorendo nuovi investimenti in capacità di generazione e trasporto.

Il settore energetico italiano in quest'ultimo decennio è stato coinvolto da importanti evoluzioni di natura istituzionale, tecnologica e di mercato con lo scopo di promuovere la sicurezza degli approvvigionamenti energetici, l'efficienza e il risparmio energetico, di sviluppare la produzione di energia attraverso le fonti rinnovabili, etc

In particolare, tra il 2005 e il 2009, ultimo anno per cui si dispone di un dato consolidato, il consumo interno lordo di energia primaria ha subito una diminuzione pari all'8,8%, con una riduzione molto più forte nell'ultimo anno per effetto della crisi economica (-5,7%), attestandosi a 180,3 Mtep.

In dettaglio, analizzando i consumi per singole fonti, nello stesso periodo 2005-2009, tra i combustibili fossili il calo più evidente risulta quello dei combustibili solidi che segnano una flessione del 23,3%, seguiti dai prodotti petroliferi che scendono del 14,0% e dal gas naturale la cui diminuzione è pari al 10,2%. Una situazione simile si riscontra nel consumo lordo di energia elettrica, risultante dall'import netto, che riporta una contrazione dell'8,5%. In controtendenza l'energia da fonti rinnovabili che nel quinquennio mostra un incremento del 49,4%. Concentrandosi al periodo 2008-2009, i consumi lordi dei combustibili fossili hanno evidenziato una contrazione (-21,9% i combustibili solidi, -8,1% il gas naturale, -7,5% il petrolio); in rialzo i consumi lordi di energia elettrica (+12,3%) e come prevedibile delle fonti rinnovabili +18,8%.

L'impegno preso dall'Italia in campo europeo per il raggiungimento entro il 2020 di un contributo complessivo da fonti rinnovabili pari ad almeno il 17% del consumo finale lordo di energia implica un grosso impegno di rinnovamento del sistema elettrico nazionale. Se da una parte l'obiettivo può essere perseguito sostenendo lo sviluppo dell'energia da fonti rinnovabili e promuovendo opportune misure di efficienza energetica, nel contempo occorre migliorare gli strumenti di *governance* del sistema elettrico e supportare le necessarie azioni di sviluppo della rete di trasmissione e distribuzione dell'energia, "spina dorsale" del sistema elettrico.

La necessità di collegamento della rete di trasmissione esistente con grandi parchi eolici, situati in siti ottimali per il regime dei venti ma non coincidenti con le linee elettriche esistenti, e il potenziamento delle connessioni transfrontaliere, sia in tensione alternata che in tensione continua, richiede attente attività di valutazione e studio tecnico economico, supportate da strumenti e metodologie che affrontino in maniera integrata anche i temi legati alla sicurezza dell'esercizio, all'efficienza energetica e alla sostenibilità ambientale. Anche la rete di distribuzione, e le modalità della sua gestione, dovranno adeguatamente trasformarsi: l'incremento di efficienza degli impianti fotovoltaici, la riduzione di costo dovuta a tecnologie incrementalmente e a economie di scala sia nel fotovoltaico che nell'eolico, l'aumento di produttività nel settore delle biomasse aumenteranno la presenza di generazione da fonti rinnovabili accelerando la realizzazione delle cosiddette *smart grids*. Sarà necessario tenere sotto controllo il Sistema Elettrico esistente, concepito nella sua struttura attuale nella seconda metà del '900, affrontando situazioni di congestione di rete e di obsolescenza tecnologica, e fronteggiando pericolose vulnerabilità che possono occorrere anche in infrastrutture critiche e vitali, come quelle di comunicazione e controllo.

Altro settore collegato alla presente iniziativa è quello dell'elettronica. Esso ricopre un posizione di rilievo all'interno del sistema produttivo italiano, oltre che per l'elevato fatturato (più del 27% del fatturato dell'industria manifatturiera), per il fondamentale ruolo di collegamento con gli altri settori dell'industria manifatturiera, non solo dal punto di vista dei macchinari usati per la produzione, ma anche per l'alto contenuto tecnologico che viene fornito all'intero sistema industriale. L'industria elettronica attiva in Italia rappresenta una componente vitale in ambito europeo contribuendo, seconda fra i principali Paesi produttori, al 13,8 per cento del giro d'affari complessivo per l'elettrotecnica, all'8,1 per cento per l'elettronica. Dopo un quadriennio in cui i livelli di attività avevano registrato nella media europea una crescita annua del 3,5 per cento per l'elettrotecnica e del 6,0 per cento per l'elettronica, l'anno appena trascorso ha visto un repentino rallentamento per entrambe le macroaree.

I più recenti dati congiunturali confermano una drammatica debolezza del profilo produttivo nell'anno 2009, penalizzato dalla fase congiunturale critica nei mercati europei.

Ampliando lo sguardo al medio periodo, il recupero della performance di settore risulta strettamente condizionato al miglioramento del contesto macroeconomico su scala globale.

I processi di rinnovamento strutturale potranno contribuire a rafforzare la base produttiva nazionale, in particolare per i comparti dell'elettrotecnica, che potrà presentarsi all'appuntamento della ripresa più forte di altri comparti del manifatturiero.

Sebbene marginalmente, anche il settore chimico risulta coinvolto dalla *facility* proposta. Per evidenziare l'importanza vengono riportati alcuni dati di settore. In Italia si stima siano attive quasi 3 mila imprese chimiche con un valore della produzione prossimo ai 46 miliardi di euro e circa 119 mila addetti. Considerando anche l'occupazione indiretta, i posti di lavoro attivati in Italia dalla chimica sono quasi 360 mila. Il settore copre il 5,6% della produzione manifatturiera ma il suo ruolo va ben al di là della dimensione: i prodotti chimici, frutto di un'innovazione basata sulla ricerca, trovano impiego in tutti i settori industriali. Le spese di R&S rappresentano il 3,4% del valore aggiunto rispetto al 2,8% dell'industria. La quota di addetti dedicati alla R&S (3,6%) è più del doppio della media manifatturiera. L'Italia è presente in tutte le aree della chimica. La chimica fine e specialistica è andata incrementando la sua quota in termini di occupati (dal 59 al 65% tra il 2000 e il 2007).

codice progetto: 00007

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DEDENAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TITOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	A) Spese tecniche	A.1. Personale interno (dipendente)	€ 410.000,00	€ 415.500,00	50000
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	A) Spese tecniche	A.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 150.000,00	€ 73.000,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	A) Spese tecniche	A.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	A) Spese tecniche	A.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	B) Opere edili di realizzazione, adeguamento e ristrutturazione e impianti tecnologici	B) Opere edili di realizzazione, adeguamento e ristrutturazione e impianti tecnologici	€ 0,00	€ 0,00	314.990
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	C) Acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	C.1. Attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	€ 5.163.000,00	€ 2.246.389,75	1.250.000
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	C) Acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	C.2. Locazione finanziaria (leasing) con obbligo di riscatto finale	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	D) Realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e/o reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e/o di alta formazione	D) Realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e/o reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e/o di alta formazione	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.1. Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.3. Società	€ 300.000,00	€ 135.000,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	F) Costi specifici di progetto (es: spese relative alla pubblicazione di bandi di gara, spese per azioni di informazione e pubblicità di cui al Regolamento (CE) n. 1828/2006	Spese per azioni di informazione e pubblicità	€ 10.000,00	€ 5.300,00	5000
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.1. Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DEDENICAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani Industriali	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani Industriali	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani Industriali	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani Industriali	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Studi di mercato	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Studi di mercato	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Studi di mercato	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Studi di mercato	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.1 Personale Interno (dipendente)	€ 730.000,00	€ 245.000,00	200.000
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DENOMINAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Opere edili di realizzazione, adeguamento e ristrutturazione e impianti tecnologici	B) Opere edili di realizzazione, adeguamento e ristrutturazione e impianti tecnologici	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	C.1. Attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	€ 8.000.000,00	€ 2.043.644,00	236.864,44
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	C.2. Locazione finanziaria (leasing) con obbligo di riscatto finale	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	D) Realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e/o reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e/o di alta formazione	D) Realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e/o reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e/o di alta formazione	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.1. Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	5.000,00
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costi specifici di progetto (es: spese relative alla pubblicazione di bandi di gara, spese per azioni di informazione e pubblicità di cui al Regolamento (CE) n. 1828/2006	Spese per azioni di informazione e pubblicità	€ 50.000,00	€ 15.000,00	15.000,00
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.1. Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DENOMINAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani industriali	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani industriali	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani industriali	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani industriali	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DENOMINAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMBORSATO
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.1 Personale interno (dipendente)	€ 225.000,00	€ 100.500,00	120.000,00
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 75.000,00	€ 37.500,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Opere edili di realizzazione, adeguamento e ristrutturazione e impianti tecnologici	B) Opere edili di realizzazione, adeguamento e ristrutturazione e impianti tecnologici	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	C.1. Attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	€ 5.795.000,00	€ 3.251.350,00	326.835,00
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	C.2. Locazione finanziaria (leasing) con obbligo di riscatto finale	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	D) Realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e/o reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e/o di alta formazione	D) Realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e/o reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e/o di alta formazione	€ 30.000,00	€ 19.000,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.1. Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costi specifici di progetto (es: spese relative alla pubblicazione di bandi di gara, spese per azioni di informazione e pubblicità di cui al Regolamento (CE) n. 1828/2006	Spese per azioni di informazione e pubblicità	€ 30.000,00	€ 15.000,00	15.000,00
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DEVOINAZIONE E SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani Industriali	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani Industriali	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani Industriali	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani Industriali	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.1 Personale interno (dipendente)	€ 424.000,00	€ 192.000,00	200.000
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Spese tecniche	A.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Opere edili di realizzazione, adeguamento e ristrutturazione e impianti tecnologici	B) Opere edili di realizzazione, adeguamento e ristrutturazione e impianti tecnologici	€ 4.956.000,00	€ 1.473.000,00	105.000
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	C.1. Attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	€ 1.596.833,00	€ 946.321,49	148.832
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche	C.2. Locazione finanziaria (leasing) con obbligo di riscatto finale	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DENOMINAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMBOLLATO
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	D) Realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e/o reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e/o di alta formazione	D) Realizzazione di reti di collegamento tra apparecchiature di laboratorio e/o reti di collegamento tra diverse strutture scientifiche e/o di alta formazione	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.1. Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Prestazioni di terzi per consulenze scientifiche e applicazioni tecnologiche	E.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costi specifici di progetto (es: spese relative alla pubblicazione di bandi di gara, spese per azioni di informazione e pubblicità di cui al Regolamento (CE) n. 1828/2006	Spese per azioni di informazione e pubblicità	€ 40.000,00	€ 20.000,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 8.000,00	€ 8.000,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani di sviluppo e/o potenziamento	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani industriali	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 10.000,00	€ 5.000,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani industriali	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani industriali	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani industriali	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 4.000,00	€ 2.000,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Piani per la promozione e missione internazionali	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.1 Personale interno (dipendente)	€ 14.000,00	€ 7.000,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.1. Co.Co.Co., Co.Co.Pro. e Prestazioni occasionali	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DENOMINAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.2. Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Potenziamento	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Studi di mercato	G.2.3. Società	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	A) Costo del personale docente	A.1 Personale interno (dipendente)	€ 77.724,00	€ 34.975,80	25000
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	A) Costo del personale docente	A.2 Personale esterno	€ 0,00	€ 0,00	15000
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	B) Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	B.1 Spesa di trasferta del personale docente	€ 0,00	€ 0,00	5000
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	B) Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	B.2 Spesa di trasferta dei destinatari della formazione	€ 14.000,00	€ 7.000,00	20000
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	C) Altre spese correnti (materiali, forniture, etc.)	C.1 Materiali e forniture	€ 25.000,00	€ 75.000,00	21985
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	C) Altre spese correnti (materiali, forniture, etc.)	C.2 Selezione, gestione e organizzazione attività didattiche	€ 9.000,00	€ 3.500,00	
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	D) Strumenti e attrezzature di nuovo acquisto per la quota da riferire al loro uso esclusivo per il progetto di formazione	Attrezzature e strumentazioni	€ 2.000,00	€ 13.000,00	2500
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	E) Costo dei servizi di consulenza	E.1 Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	E) Costo dei servizi di consulenza	E.2 Società	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	F) Costo dei destinatari della formazione, fino ad un massimo pari al totale dei costi da A) a E)	F.1 Costo orario	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	F) Costo dei destinatari della formazione, fino ad un massimo pari al totale dei costi da A) a E)	F.2 Borse di studio	€ 91.276,00	€ 36.540,40	
Formazione	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	CRdC Nuove Tecnologie per le Attività Produttive S.C.A.R.L.	NAPOLI	Napoli	Campania	G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	€ 5.000,00	€ 2.500,00	4000
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Costo del personale docente	A.1 Personale interno (dipendente)	€ 418.810,00	€ 106.583,50	16000
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Costo del personale docente	A.2 Personale esterno	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DENOMINAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	B.1 Spesa di trasferta del personale docente	€ 0,00	€ 0,00	5000
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	B.2 Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	€ 28.000,00	€ 28.000,00	40000
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Altre spese correnti (materiali, forniture, etc.)	C.1 Materiali e forniture	€ 50.000,00	€ 50.000,00	20760
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Altre spese correnti (materiali, forniture, etc.)	C.2 Selezione, gestione e organizzazione attività didattiche	€ 9.000,00	€ 9.000,00	
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	D) Strumenti e attrezzature di nuovo acquisto per la quota da riferire al loro uso esclusivo per il progetto di formazione	Attrezzature e strumentazioni	€ 4.000,00	€ 22800,00	2500
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Costo dei servizi di consulenza	E.1 Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Costo dei servizi di consulenza	E.2 Società	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costo dei destinatari della formazione, fino ad un massimo pari al totale dei costi da A) a E)	F.1 Costo orario	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costo dei destinatari della formazione, fino ad un massimo pari al totale dei costi da A) a E)	F.2 Borse di studio	€ 228.190,00	€ 91.276,00	
Formazione	ENEA - Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	€ 10.000,00	€ 5.000,00	4000
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Costo del personale docente (dipendente)	A.1 Personale interno (dipendente)	€ 34.362,00	€ 37.181,00	13000
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Costo del personale docente	A.2 Personale esterno	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	B.1 Spesa di trasferta del personale docente	€ 0,00	€ 0,00	5000
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	B.2 Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	€ 7.000,00	€ 3.560,00	16000
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Altre spese correnti (materiali, forniture, etc.)	C.1 Materiali e forniture	€ 12.500,00	€ 3.750,00	11986

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DEMINAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE/COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Altre spese correnti (materiali, forniture, etc.)	C.2 Selezione, gestione e organizzazione attività didattiche	€ 9.000,00	€ 3.900,00	
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	D) Strumenti e attrezzature di nuovo acquisto per la quota da riferire al loro uso esclusivo per il progetto di formazione	Attrezzature e strumentazioni didattiche	€ 1.000,00	€ 700,00	1250
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Costo dei servizi di consulenza	E.1 Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Costo dei servizi di consulenza	E.2 Società	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costo dei destinatari della formazione, fino ad un massimo pari al totale dei costi da A) a E)	F.1 Costo orario	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costo dei destinatari della formazione, fino ad un massimo pari al totale dei costi da A) a E)	F.2 Borse di studio	€ 45.638,00	€ 43.255,20	
Formazione	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	€ 2.500,00	€ 1.250,00	2000
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Costo del personale docente (dipendente)	A.1 Personale interno	€ 529.489,00	€ 135.321,15	31000
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	A) Costo del personale docente	A.2 Personale esterno	€ 15.873,00	€ 7.936,50	5000
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	B.1 Spesa di trasferta del personale docente	€ 0,00	€ 0,00	5000
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	B) Spesa di trasferta del personale docente e dei destinatari della formazione	B.2 Spesa di trasferta dei destinatari della formazione	€ 97.000,00	€ 68.500,00	30000
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Altre spese correnti (materiali, forniture, etc.)	C.1 Materiali e forniture	€ 121.500,00	€ 86.450,00	20313
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	C) Altre spese correnti (materiali, forniture, etc.)	C.2 Selezione, gestione e organizzazione attività didattiche	€ 21.000,00	€ 8.400,00	5000
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	D) Strumenti e attrezzature di nuovo acquisto per la quota da riferire al loro uso esclusivo per il progetto di formazione	Attrezzature e strumentazioni didattiche	€ 15.000,00	€ 10.500,00	5000
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Costo dei servizi di consulenza	E.1 Professionisti con partita IVA	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	E) Costo dei servizi di consulenza	E.2 Società	€ 0,00	€ 0,00	
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costo dei destinatari della formazione, fino ad un massimo pari al totale dei costi da A) a E)	F.1 Costo orario	€ 0,00	€ 0,00	

TIPOLOGIA INTERVENTO	SOGGETTO	DENOMINAZIONE SEDE	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	TIPOLOGIA SPESA	VOCE COSTO	IMPORTO COMPLESSIVO	IMPORTO AMMESSO	IMPORTO RIMODULATO
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	F) Costo dei destinatari della formazione, fino ad un massimo pari al totale dei costi da A) a E)	F.z. Borse di studio	€ 778.638,00	€ 261.455,70	311.000
Formazione	Università degli Studi di Salerno	Università degli Studi di Salerno	FISCIANO	Salerno	Campania	G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	G) Spese per informazione, pubblicità, diffusione dei risultati	€ 37.500,00	€ 37.500,00	5000
TOTALE								€ 30.700.833,00	€ 10.300.000,00	