



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Relazione sulla Performance dell'anno 2012

(D.Lgs n. 150/2009, art. 10, comma 1, lettera b)

Indice

	<u>Pagina</u>
1. PRESENTAZIONE DELLA RELAZIONE.....	2
2. SINTESI DELLE INFORMAZIONI DI INTERESSE PER GLI STAKEHOLDERS	
2.1. Il contesto esterno di riferimento.....	2
2.2. L'amministrazione.....	3
2.3. I risultati raggiunti	5
2.4. Le criticità e le opportunità.....	5
3. OBIETTIVI: RISULTATI RAGGIUNTI E SCOSTAMENTI	
3.1. Albero della performance.....	6
3.2. Obiettivi strategici.....	8
3.3. Obiettivi e piani operativi.....	10
3.4. Obiettivi individuali.....	29
4. RISORSE, EFFICIENZA ED ECONOMICITA'.....	33
5. PARI OPPORTUNITA' E BILANCIO DI GENERE.....	35
6. IL PROCESSO DI REDAZIONE DELLA RELAZIONE SULLA PERFORMANCE	
6.1. Fasi, soggetti, tempi e responsabilità.....	37
6.2. Punti di forza e di debolezza del ciclo della performance.....	37
APPENDICE: Compendio del Rendiconto Generale 2012.....	38

1. PRESENTAZIONE DELLA RELAZIONE

La Relazione sulla performance prevista dall'art. 10, comma 1, lettera b), del D.Lgs n. 150/2009 ("decreto") costituisce lo strumento mediante il quale l'INFN illustra a tutti gli stakeholders, interni ed esterni, i risultati ottenuti nel corso dell'anno precedente. La funzione di comunicazione verso l'esterno è riaffermata dalle previsioni dell'art. 11, comma 6 e 8, del decreto che prevedono rispettivamente la presentazione della Relazione nell'ambito di apposite giornate della trasparenza e la sua pubblicazione sul sito istituzionale nella sezione "Amministrazione Trasparente".

La Relazione evidenzia a consuntivo i risultati organizzativi e individuali raggiunti rispetto ai singoli obiettivi programmati e alle risorse, con rilevazione degli eventuali scostamenti registrati nel corso dell'anno, indicandone le cause e le misure correttive da adottare. In base all'art. 27, comma 2, del decreto, la Relazione documenta anche gli eventuali risparmi sui costi di funzionamento derivanti da processi di ristrutturazione, riorganizzazione e innovazione ai fini dell'erogazione, nei limiti e con le modalità ivi previsti, del premio di efficienza di cui al medesimo articolo. La Relazione contiene, infine, il bilancio di genere realizzato dall'amministrazione.

La relazione si configura, pertanto, come un documento divulgativo accompagnato da una serie di allegati che raccolgono le informazioni di maggior dettaglio. La stesura del documento, in generale, è ispirata ai principi di trasparenza, intelligibilità, veridicità e verificabilità dei contenuti, partecipazione e coerenza interna ed esterna.; per i dati di carattere economico-finanziario sono applicati i principi contabili generali di cui all'Allegato 1, del D.Lgs n. 91/2011.

Al pari del Piano della performance ("Piano") la Relazione è:

- approvata, ai sensi dell'art. 15, comma 2, lettera b), del decreto, dall'Organo di indirizzo politico amministrativo, dopo essere stata definita in collaborazione con i vertici dell'amministrazione;
- validata, ai sensi dell'art. 14, comma 4, lettera c), e 6, del decreto, dall'Organismo indipendente di valutazione come condizione inderogabile per l'accesso agli strumenti premiali di cui al Titolo III del decreto.

2. SINTESI DELLE INFORMAZIONI DI INTERESSE PER GLI STAKEHOLDERS

2.1. Il contesto esterno di riferimento

A partire dal 2011 - a seguito del D.Lgs 31.12.2009 n. 213 (riordino degli Enti di ricerca) – il MIUR ha adottato un diverso sistema di finanziamento in sintesi consistente in:

- lo stanziamento diretto, a valere sul Fondo ordinario per gli Enti e le Istituzioni di Ricerca, di:
 - * una quota non inferiore al 7% del Fondo per il "finanziamento premiale di specifici programmi e progetti, anche congiunti, proposti dagli enti", e
 - * una quota pari all'8% del Fondo per il "sostegno dei progetti bandiera inseriti nella programmazione nazionale della ricerca e per il finanziamento di progetti di ricerca ritenuti di particolare interesse nell'ambito delle scelte strategiche e/o degli indirizzi di ricerca impartiti dal MIUR";
- la conseguente assegnazione strutturalmente ridotta per il 2012, equivalente ad una riduzione netta di 30,6 milioni di euro (da 273,8 nel 2010 a 243,2 nel 2011 e 2012), ulteriormente abbattuta a € 235,38 per il 2013.

Nell'esercizio 2012, per fronteggiare una siffatta riduzione - in presenza di un volume di spese di non facile contenimento nel breve periodo, se non interrompendo definitivamente rilevanti esperimenti scientifici - si è, dunque, continuato a utilizzare l'Avanzo di Amministrazione dell'esercizio 2011, opportunamente alimentato da una verifica straordinaria sulla consistenza effettiva di numerosi residui passivi storicamente accumulati.

Nondimeno, è ormai evidente che il trend storico delle principali tipologie di spesa presenta caratteristiche sostanzialmente diverse da quelle che è necessario imprimergli in considerazione della drastica riduzione di finanziamento pubblico applicata (cfr. tabella seguente, con l'analisi delle spese diverse da quelle a gestione centrale). Conseguentemente, potente si presenta la sfida di mantenere l'attuale livello di eccellenza nella

ricerca con una siffatta contrazione; infatti, se da una parte, i progetti di ricerca si caratterizzano normalmente per una durata pluriennale che può facilmente raggiungere il decennio - nel corso della quale l'assorbimento di risorse finanziarie varia considerevolmente in funzione della specifica fase di sviluppo (es.: Conceptual Design report, R&D, Technical Design Report, Ingegnerizzazione, Costruzione, Commissioning, Presa dati, Decommissioning) - è, comunque, indispensabile poter contare su un flusso ragionevolmente costante di risorse che, mediando le diverse fasi di avanzamento dei progetti, assicuri la copertura di un volume di spesa sostanzialmente corrispondente, seppure composto da tipologie assai diverse nel tempo.

Tipologia di spesa	% sul totale 2012	Variazione Media 2009-2012 su media 2004-2007 (valori costanti 2012)	Caratteristiche salienti ai fini della previsione pluriennale
Personale	51%	-1,3%	I continui limiti posti al rinnovo del turn-over, il blocco del CCNL e la riduzione della pianta organica stanno ormai determinando l'inversione di tendenza rispetto ai passati incrementi annuali, generando riduzioni di lungo periodo.
Funzionamento	13%	+6,7%	Le dimensioni ormai raggiunte dall'Istituto, con l'attuale articolazione organizzativa, hanno alimentato una dimensione crescente di queste spese, che tendono a diventare fisse. Per il futuro si rende necessaria una significativa razionalizzare delle strutture e semplificazione delle prassi di lavoro.
Ricerca (senza personale)	27%	-32,2%	La sostanziale contrazione delle Entrate è stata, sostanzialmente, assorbita da minori spese per la ricerca e per Attrezzature e Servizi. Per il futuro si dovrà quanto meno recuperare maggiori livelli di efficienza, in tutti i settori, liberando risorse per la ricerca.
Attrezzature e Servizi	9%	-39,9%	
	100%		

L'Istituto è, inoltre, attivo –sia a livello centrale, da parte delle Commissioni scientifiche e degli Organi di governo dell'Ente, sia a livello locale, da parte delle singole strutture territoriali-- nella ricerca di “fondi esterni” finalizzati a specifiche finalità di ricerca, tali da integrare in quantità crescente il trasferimento dello Stato (es.: Unione Europea, Regioni, ASI, altri enti di ricerca, privati) seppure obbligatoriamente destinati a finanziare specifici progetti di ricerca e conseguenti spese da essi specificamente dipendenti.

2.2. L'amministrazione

L'Amministrazione è organizzativamente articolata nell'Amministrazione Centrale e nelle specifiche Amministrazioni delle diverse strutture dell'Istituto (4 Laboratori e 20 Sezioni).

L'Amministrazione Centrale:

- gestisce le funzioni amministrative centralizzate, tradizionalmente consistenti in:
 - * la gestione del personale (stato giuridico e trattamento economico),
 - * la redazione dei bilanci consuntivi e di previsione nonché la contabilità di alcuni capitoli di spesa a gestione centrale (es.: le entrate, tutte le spese per il personale eccetto le missioni, i contributi a consorzi, i trasferimenti ad altri enti di ricerca),
 - * i rapporti con gli enti sovraordinati,
 - * alcune attività di coordinamento e controllo centrale (es.: igiene e sicurezza, rapporti internazionali, ispettorato, adempimenti fiscali, sistema informativo contabile);
- svolge funzioni d'indirizzo, coordinamento e verifica dell'attività amministrativa decentrata,
- assicura i servizi tecnici, professionali e di sorveglianza centrali,
- cura la predisposizione e l'esecuzione degli atti deliberativi di competenza sulla base delle direttive della Giunta Esecutiva.

I *settori amministrativi decentrati*, uno per ogni Laboratorio e Sezione, assicurano la gestione contabile-amministrativa della spesa afferente alla specifica struttura; in sostanza, essi presiedono alle diverse fasi di gestione della spesa per i capitoli missioni e acquisti di beni e servizi di interesse locale. Il responsabile del procedimento amministrativo delle amministrazioni decentrate è il Direttore di ogni struttura.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i dati quantitativi che caratterizzano l'attività amministrativa complessiva dell'istituto.

Articolazione organizzativa		Impegnato al 31.12.2012	Volumi amministrativi complessivi sviluppati nel 2012									Personale amm.vo diretto (t.i.+ t.d.)	Operazioni totali per giorno lavorativo	Operazioni totali per addetto
Laboratori/Sezioni "per area geografica"	Gruppi collegati		Totale	Impegni	Anticipi	Missioni	Ordini	Fatture	Fondo econom.	Note di carico	Collabo- razioni			
			(A)									(B)	(A)/210gg	(A)/(B)
<u>Piemonte-Liguria:</u>														
TORINO	Alessandria	4.790.105	10.046	3.847	1.891	2.145	499	835	614	151	64	7	48	1435
GENOVA	-	4.293.849	8.107	2.709	1.928	1.249	735	1.108	157	193	28	7	39	1158
		9.083.954	18.153	6.556	3.819	3.394	1.234	1.943	771	344	92	14	86	1297
<u>Lombardia:</u>														
MILANO	-	3.921.617	9.319	3.487	2.138	1.743	595	997	84	223	52	7	44	1331
MILANO Bicocca	Parma	1.969.916	5.433	2.307	546	1.351	307	680	92	121	29	2	26	2717
PAVIA	Brescia	1.495.953	3.706	1.459	598	843	222	423	68	86	7	3	18	1235
		7.387.486	18.458	7.253	3.282	3.937	1.124	2.100	244	430	88	12	88	1538
<u>Triveneto:</u>														
Lab.Naz.Legnaro	-	9.004.250	9.672	3.691	1.158	1.221	740	1.556	946	268	92	7	46	1382
PADOVA	Trento	3.664.717	13.299	4.730	3.019	3.075	676	1.220	151	315	113	8	63	1662
TRIESTE	Udine	2.212.578	6.776	2.309	1.826	1.149	407	656	291	117	21	5	32	1355
		14.881.545	29.747	10.730	6.003	5.445	1.823	3.432	1.388	700	226	20	142	1487
<u>Emilia-Romagna:</u>														
BOLOGNA	-	4.174.198	9.175	3.104	2.235	1.875	610	926	190	189	46	7	44	1311
CNAF	-	3.694.996	2.745	955	475	596	141	405	119	50	4	4	13	686
FERRARA	-	1.177.332	4.002	1.582	614	680	277	527	217	92	13	2	19	2001
		9.046.526	15.922	5.641	3.324	3.151	1.028	1.858	526	331	63	13	76	1225
<u>Toscana:</u>														
PISA	Siena	4.454.225	11.588	4.367	2.562	2.396	708	1.174	211	132	38	6	55	1931
FIRENZE	-	2.625.952	6.426	2.359	1.309	1.061	423	749	87	145	293	4	31	1607
		7.080.177	18.014	6.726	3.871	3.457	1.131	1.923	298	277	331	10	86	1801
<u>Centro:</u>														
ROMA Sapienza	Sanità	4.191.698	9.383	3.497	1.674	1.850	728	1.019	273	274	68	10	45	938
ROMA Tor Vergata	-	2.034.475	5.358	1.935	1.265	985	321	557	108	141	46	6	26	893
ROMA Tre	-	725.430	2.124	890	396	503	93	141	44	38	19	2	10	1062
PERUGIA	-	1.921.968	4.883	1.969	991	926	234	445	202	87	29	4	23	1221
CAGLIARI	-	742.082	2.118	676	589	333	129	287	34	65	5	3	10	706
		9.615.653	23.866	8.967	4.915	4.597	1.505	2.449	661	605	167	25	114	955
<u>Frascati:</u>														
Lab.Naz.Frascati	Cosenza	14.028.762	20.700	6.949	3.505	2.487	1.421	3.680	1.561	846	251	16	99	1294
Presid./Amm.Centr.	-	2.548.306	3.829	1.430	538	718	170	546	378	49	-	2	18	1915
Ragioneria Centrale	-	201.280.018	1.313	830	483	-	-	-	-	-	-	2	6	657
		217.857.086	25.842	9.209	4.526	3.205	1.591	4.226	1.939	895	251	20	123	1292
<u>Abruzzo:</u>														
LNGS	Assergi	8.385.158	6.132	2.250	398	760	507	1.748	181	216	72	11	29	572
GSSI	L'Aquila	8.519	31	14	0	16	1	0	0	0	0	1	0	31
		8.393.677	6.163	2.264	398	776	508	1.748	181	216	72	12	29	526
<u>Mezzogiorno:</u>														
NAPOLI	Salerno	4.090.686	10.579	4.069	2.184	2.220	709	1.031	84	193	89	19	50	546
BARI	-	2.449.473	8.432	2.718	2.668	1.255	559	819	185	214	14	13	40	651
LECCE	-	721.610	2.593	881	630	380	129	355	131	54	33	4	12	618
		7.261.769	21.604	7.668	5.482	3.855	1.397	2.205	400	461	136	37	103	592
<u>Sicilia:</u>														
Lab.Naz. Sud	-	6.698.240	8.264	2.757	1.437	925	759	1.712	375	223	76	9	39	918
CATANIA	Messina	1.794.148	5.223	1.973	1.043	863	507	500	162	144	31	7	25	746
		8.492.388	13.487	4.730	2.480	1.788	1.266	2.212	537	367	107	16	64	843
TOTALE		299.100.261	191.256	69.744	38.100	33.605	12.607	24.096	6.945	4.626	1.533	178	911	1073

2.3. I risultati raggiunti

L'esercizio 2012 si è chiuso con i seguenti risultati, presentati comparativamente rispetto al precedente esercizio:

	Esercizio 2012	Esercizio 2011
<u>Gestione finanziaria:</u>		
Avanzo(Disavanzo) finanziario di competenza	28.463.449	(1.909.138)
Avanzo(Disavanzo) finanziario di gestione	30.524.532	7.302.077
Avanzo di Amministrazione	146.385.165	106.495.965
<u>Gestione economico-patrimoniale:</u>		
Avanzo (Disavanzo) economico di competenza	7.532.023	(29.886.531)
Patrimonio netto	455.024.148	447.492.125

Nel confronto fra i due esercizi, si rileva che la causa principale del migliore risultato evidenziato nell'esercizio 2012 consiste:

- per la Gestione finanziaria, nelle maggiori entrate accertate a fine esercizio nel periodo intercorrente tra l'ultima delibera adottata il 19 dicembre 2012 ed il 31 dicembre 2012;
- per la Gestione economico-patrimoniale, oltre che nelle suddette assegnazioni straordinarie di fine 2012 – rilevate, appunto, fra i ricavi 2012 e fra i costi nella rettifica della voce di Stato patrimoniale “Immobilizzazioni in corso e acconti” per depurarla degli impegni non più finalizzati all'acquisizione di beni durevoli.

Una sintesi dei risultati ottenuti, comparativa rispetto agli esercizi precedenti, è presentata nell'Appendice di questa Relazione, sia in forma grafica sia descrittiva; essa è tradizionalmente definita come “Compendio del Rendiconto Generale” e costituisce lo strumento di informazione utilizzato in passato per la generalità degli stakeholders.

2.4. Le criticità e le opportunità

È in corso una trasformazione importante per l'Istituto. Fermo restando il caposaldo del rispetto della sua Missione, si intendono rivolgere tutte le energie possibili verso l'Europa sia partecipando in modo organico alle sue infrastrutture di ricerca (come definite nell'ambito di ESFRI), che trasformando laboratori italiani in infrastrutture europee (ERIC). Ciò, insieme a una forte valorizzazione del settore di Ricerca e Sviluppo e a un potenziamento del Trasferimento Tecnologico, nella convinzione di diventare competitivi nella sfida posta dal prossimo programma quadro della UE, Horizon2020.

Nell'ambito di ESFRI è ormai pienamente definita una strategia comune dell'INFN con CNR e Sincrotrone di Trieste che identifica l'intera filiera che va dalla costruzione delle macchine fino al loro sfruttamento da parte dell'utenza (esempi ne sono XFEL, ESS, ELI, ESR EuroFel). È in corso la fase esplorativa per la costituzione di due ERIC basati in Italia con l'INFN capofila; si tratta di valorizzare al massimo i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (il miglior laboratorio sotterraneo del mondo) e l'infrastruttura per la ricerca delle onde gravitazionali EGO-VIRGO (Cascina).

Il successo riscosso nella competizione per i fondi premiali 2011 ci conforta nella giustezza della linea che li ispirò: un misto di “excellent science” e di “better society”, col loro baricentro sui laboratori nazionali.

La scienza, fondamento della nostra missione, ci ha dato grandi risultati:

- La scoperta del bosone di Higgs premia uno sforzo ventennale che conferma l'impostazione basata sulla programmazione delle risorse finanziarie e umane. Questa scoperta è la cerniera tra il completamento del Modello Standard delle Interazioni Elettrodeboli e la ricerca della Materia Oscura che sarà il prossimo compito sia del CERN che degli esperimenti al Laboratorio Nazionale del Gran Sasso; in questo laboratorio, esperimenti di estrema sofisticatezza mettono limiti sempre più

stringenti e si avvicinano alla possibile scoperta sia della Materia Oscura che del decadimento Doppio Beta senza emissione di Neutrini, che verificherebbe l'ipotesi di Majorana.

- Il progetto SuperB (progetto bandiera del PNR) è stato sottoposto a revisione da parte di un comitato nominato dal MIUR, con la sostanziale indicazione di definire progetti alternativi a minor assorbimento finanziario. Tale definizione è in corso di elaborazione da parte dell'Ente.
- Siamo molto orgogliosi dell'affidamento al nostro Ente del Gran Sasso Science Institute, una scuola di dottorato ubicata a L'Aquila, che contribuirà alla rinascita dell'economia locale, attraverso le sue tre linee di Fisica, Matematica e Informatica e Scienze Sociali.
- Nel nostro Laboratorio Nazionale di Legnaro si sta completando l'acceleratore SPES, che entrerà in funzione nei prossimi anni, al servizio della ricerca nucleare di base e con potenzialità straordinarie per la produzione di radiofarmaci (accordo in corso con una ditta privata).
- I Laboratori Nazionali di Frascati, oltre ad essere il laboratorio di riferimento per lo sviluppo del progetto SuperB o sostituto, continua la sperimentazione all'acceleratore Dafne dopo gli interventi di miglioramento della sua luminosità e sta sviluppando nuovi sistemi di accelerazione di particelle con fasci laser;
- I Laboratori Nazionali del Sud sono il capofila europeo del progetto KM3Net che prevede nei prossimi tre anni (utilizzando fondi PON) il dispiegamento di una rete di rivelatori nel Mar Mediterraneo al largo di Capo Passero con potenzialità interdisciplinari molto alte.

Vorremmo infine far notare due criticità che rendono difficoltosa la programmazione della ricerca del nostro Ente.

La prima è legata alla struttura del finanziamento. Il budget che l'Ente riceve è formato da varie componenti che in breve possiamo identificare come: baseline, progetti speciali (Fusion for Energy, progetti ESFRI ecc.), progetti premiali, progetti bandiera e riserva di fondi. Questo sistema è troppo complicato e rende incerto sia il totale che la tempistica di assegnazione.

Problema ben più grave è quello generale del reclutamento. Il taglio recente del 10% della Pianta Organica dei Tecnici e Amministrativi è un danno serio. La ricerca è una macchina complessa che per essere pienamente efficiente ha bisogno di una organizzazione ottimale. Grazie al Direttore Generale, recente novità nell'Ente, è stato avviato il processo per alcune modifiche strutturali dedicate ad una minore incidenza delle spese di funzionamento sul bilancio complessivo dell'Ente; trasformazioni brutali tuttavia non aiutano. Il turn-over al 20% del personale fa invecchiare l'Ente, allontana gli studenti dalla nostra disciplina, incoraggia i giovani alla fuga all'estero (già drammaticamente in atto), rende impossibile il programmare a lunga scadenza nuove imprese. Questo si aggiunge alla mancanza di autonomia nella gestione della Pianta Organica sia pure a budget invariato; la trafila di autorizzazioni per poter bandire un posto rende impossibile scadenziare i concorsi. L'assenza di un meccanismo di "tenure-track" non permette di promettere posti ai migliori ricercatori e tecnologi.

Restiamo, comunque, fiduciosi che un maggior coordinamento tra Ministero e Presidenti degli Enti di Ricerca permetta di avviare a soluzione i problemi segnalati e concludere nel corso del triennio il processo.

3. OBIETTIVI: RISULTATI RAGGIUNTI E SCOSTAMENTI

3.1. Albero della performance

Il processo di formazione e definizione degli obiettivi di performance dell'Istituto è schematicamente rappresentato dal seguente albero dei risultati attesi, definito con delibera di Consiglio Direttivo n. 12127 del 21.12.2011.

MACRO-AREA	OBIETTIVO	INDICATORE	Obiettivo 2012	Risultato 2012
Grado di attuazione della strategia (Piano Triennale)	Stato di avanzamento dei progetti di ricerca e degli esperimenti	% obiettivi (<i>milestones</i>) raggiunti nell'anno	75%	82%
		% prestazioni a conferenze da parte di ricercatori INFN paragonate a quelle di D, F, UK	10%	17%
	Ampliamento e consolidamento delle collaborazioni internazionali e delle reti di ricerca	% attività di ricerca svolta in collaborazioni internazionali per la Fisica Nucleare, Subnucleare e Astroparticellare	80%	87,3%
		% posizioni di responsabilità affidate a ricercatori INFN in collaborazioni internazionali	35%	44%
	Capacità di attrarre collaboratori universitari (totale associazioni : personale)	N. incarichi di ricerca in rapporto al numero di ricercatori e tecnologi dipendenti	>90%	85%
		N. incarichi di associazione in rapporto al numero di ricercatori e tecnologi dipendenti	~ 300%	371%
	Internazionalizzazione delle iniziative	N. ricercatori stranieri operanti nell'INFN, a tempo determinato, come dipendenti o associati in rapporto al numero di ricercatori e tecnologi dipendenti	>10%	10%
		% utenti stranieri rispetto al totale presso le infrastrutture nazionali di ricerca (LN)	>30%	44%
Sostenibilità finanziaria	Investimenti in ricerca	% investimenti netti destinati alle attività di ricerca rispetto alle assegnazioni totali concesse dal MIUR all'Istituto	>20%	22%
	Diversificazione delle fonti di finanziamento	% investimenti netti in ricerca coperti con fondi esterni rispetto a quelli finanziati con fondi ordinari	>10%	11%
Efficienza e innovazione organizzativa	Efficienza delle strutture periferiche nella lavorazione di ordini, trasferte, altri servizi per la ricerca	Scostamento rispetto alla media nazionale delle varie strutture	>-46* >-33** >-46***	>-58* >-85** >-43***
	Efficienza delle procedure per acquisizione di beni, servizi e lavori pubblici di pertinenza di GE e CD	Tempi medi di lavorazione imputabili all'organizzazione gestionale amministrativa	< 30 giorni	15 giorni
	Stato di informatizzazione delle procedure amministrative	Stato di informatizzazione delle procedure rilevate (% di pratiche evase nell'anno con il nuovo sistema informativo)	>75%	100%
N. chiamate giornalieri di assistenza da parte del personale amministrativo nell'uso del nuovo sistema informativo		< 30	10	
Valorizzazione del capitale umano	Capacità di sviluppare e valorizzare le competenze del personale	N. corsi di formazione svolti nell'anno	>500	325
		% partecipanti ai corsi di formazione in rapporto al n. totale dei dipendenti	>50%	64%
		% impegni destinati alla formazione sul totale delle assegnazioni per la formazione	>90%	88%
		% dei corsi tenuti da personale INFN ivi compresa la formazione esterna	>50%	~ 50%
	Capacità di assicurare elevati standard di sicurezza sui luoghi di lavoro	N. corsi di valenza generale dedicati alla sicurezza	>15%	14%
		% personale INFN che ha seguito corsi di formazione in materia di sicurezza	>10%	43%
		N. infortuni all'anno nei luoghi di lavoro (esclusi gli infortuni in itinere)	< 8	19
	Iniziativa di divulgazione scientifica per le scuole e il grande pubblico	N. iniziative (mostre, convegni, conferenze, tavole rotonde) di valenza nazionale	>5	11
		N. iniziative locali per struttura e per anno (mostre, convegni, dibattiti anche in collaborazione con autorità locali)	>1	~ 4
	Iniziativa di divulgazione scientifica per le scuole e il grande pubblico	N. visitatori per anno delle infrastrutture presenti presso i Laboratori Nazionali (Laboratori aperti)	>2.000	4.335
		N. studenti coinvolti annualmente iniziative specifiche di divulgazione e formazione delle strutture dell'Istituto	>50	1.400
		N. insegnanti coinvolti annualmente in iniziative specifiche di divulgazione e formazione presso le strutture dell'Istituto	>30	~ 200

* Numero Mandati di pagamento, Reversali di incasso e Missioni eseguiti.

** Totale delle spese impegnate.

*** Numero di ricercatori e tecnologi dipendenti a tempo indeterminato e determinato.

3.2. Obiettivi strategici

L'INFN è l'ente pubblico di ricerca, vigilato dal MIUR, dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e alle loro interazioni; la sua attività di ricerca, teorica e sperimentale, si estende ai campi della fisica subnucleare, nucleare ed astroparticellare. L'Ente considera poi con grande attenzione tutte le applicazioni, derivanti da tale ricerca di base, che abbiano un significativo impatto sulla società, il territorio e il suo tessuto produttivo, e costituiscano un importante stimolo per l'innovazione tecnologica del nostro Paese.

Le attività di ricerca dell'INFN si svolgono tutte in un ambito di collaborazione e competizione internazionale e in stretta cooperazione con il mondo universitario italiano, sulla base di consolidati e pluridecennali rapporti. Numerose attività di ricerca dell'Ente sono condotte in modo sinergico con altri Enti di ricerca nazionali. La ricerca fondamentale in questi settori richiede l'uso di tecnologie e strumenti di ricerca d'avanguardia che l'INFN sviluppa sia nei propri laboratori che in collaborazione con il mondo dell'industria.

1) Anche grazie all'intenso lavoro svolto dall'INFN alle macchine acceleratrici pre-LHC, la validità della teoria della fine degli anni '60, nota come Modello Standard (MS) delle interazioni fondamentali, era stata abbondantemente accertata. Se era noto che la Natura sceglieva il meccanismo di rottura spontanea (il cosiddetto meccanismo di Higgs) per rompere le simmetrie associate alle interazioni elettromagnetiche e deboli (elettrodeboli) e provvedere le masse delle particelle elementari, toccava a LHC identificare l'"autore" di tale rottura di simmetria: il bosone scalare di Higgs previsto dal MS appariva il più probabile candidato, ma anche altre alternative potevano essere ancora possibili. Il 4 luglio 2012, questo cruciale quesito per la nostra comprensione delle interazioni fondamentali sembra aver trovato la sua risposta dai risultati di LHC: è stata annunciata la scoperta di una particella che ha proprio le caratteristiche del bosone scalare di Higgs del MS. Più dati saranno necessari per concludere in modo definitivo che quanto abbiamo scoperto è proprio il bosone di Higgs del MS. Dovremo aspettare la fine del 2014 – inizio 2015 per avere LHC che opererà a quasi 14 TeV. La domanda se quanto abbiamo trovato sia l'Higgs del MS o il segnale della presenza di una nuova fisica oltre il MS è così fondamentale che oggi si sta già vivacemente discutendo della possibilità di avere una nuova macchina acceleratrice (un collisore lineare) in cui vi sia una copiosa produzione del nuovo bosone appena scoperto per capirne più a fondo la natura. In ogni caso, sia che si tratti del bosone di Higgs del MS o di una particella di nuova fisica, quanto scoperto da LHC apre la strada alla presenza di una nuova fisica visibile grazie alle alte energie raggiunte o raggiungibili ad LHC. Infatti, anche nel caso in cui si tratti del bosone di Higgs del MS, bisogna ipotizzare che esista una nuova fisica al di là del MS a scale di energia accessibili a LHC (e quindi sperimentalmente verificabile) per poter garantire la corretta massa del bosone di Higgs stesso e quindi, in definitiva, di tutte le particelle elementari che costituiscono la materia.

Quale nuova fisica è legata all'origine della massa delle particelle elementari che compongono l'Universo? Quali altre interazioni e mattoni fondamentali della natura comporta questa nuova fisica? Alle più alte energie mai prima raggiunte, potremo vedere il passaggio dai protoni e neutroni ai quark liberi che li costituiscono? Questa è la "terra incognita" dove hanno cominciato ad avventurarsi gli esperimenti dell'INFN all'acceleratore LHC del CERN. È una terra su cui sono concentrati i maggiori sforzi teorici dell'Ente: a LHC troveremo un nuovo mondo di mattoni fondamentali, le nuove particelle delle teorie supersimmetriche, oppure vedremo aprirsi nuove dimensioni spaziotemporali al di là del mondo quadridimensionale trasmesso dai nostri sensi, come suggerito dalla fondamentale teoria delle stringhe?

2) Le particelle elementari della materia hanno masse molto diverse tra loro, si mescolano in modo più o meno intenso e nelle loro interazioni violano (anche se di pochissimo) una simmetria correlata alla presenza di materia e antimateria chiamata CP. Che cosa sta alla base di tutte queste proprietà fondamentali della materia? Pensiamo che la risposta a questo problema, chiamato problema del **flavour**, sia racchiusa ancora una volta nella nuova fisica oltre il Modello Standard, fisica che studieremo a LHC (frontiera dell'alta energia), ma anche in macchine dedicate allo studio del flavour in cui le energie sono più basse, ma l'intensità (cioè il numero) di particelle che collidono è altissimo (frontiera dell'alta intensità).

3) Le oscillazioni dei **neutrini** sono un'inequivocabile testimonianza di nuova fisica al di là del Modello Standard. Ma quanto valgono e in quale scala di gerarchia si trovano le masse delle tre specie di neutrino conosciute? E il meccanismo che conferisce loro la massa è lo stesso (quello legato al bosone di Higgs) che dà massa a tutte le altre particelle oppure siamo in presenza di un nuovo meccanismo con nuove particelle? La fondamentale simmetria CP è violata nelle interazioni dei neutrini? In particolare, nel nostro laboratorio sotterraneo del Gran Sasso (LNGS) cerchiamo una risposta a queste domande guidati dalle

predizioni di teorie legate a quella nuova fisica già investigata nelle frontiere dell'alta energia e alta intensità.

- 4) Se nell'Universo primordiale ad altissima temperatura doveva esserci una pari abbondanza di **materia e antimateria**, perché oggi non c'è più traccia di questa antimateria primordiale e perché la materia di cui siamo fatti non è scomparsa nell'annichilazione con l'antimateria pochi istanti dopo il Big Bang? Nuovamente incontriamo tracce di nuova fisica al di là dal Modello Standard perché per originare una asimmetria tra materia e antimateria partendo da una situazione simmetrica nelle loro rispettive abbondanze è necessario avere una più potente sorgente di violazione di CP rispetto a quella presente nel Modello Standard.
- 5) Se i costituenti fondamentali della materia sono i quark, come si passa **dai quark ai protoni e neutroni** e come da questi si arriva ai nuclei degli atomi le cui complesse proprietà influiscono sulla nostra vita quotidiana e che sono state alla base dei fenomeni fisici che più di 13 miliardi di anni fa seguirono il Big Bang e diedero origine alla prima sintesi di nuclei ("nucleosintesi")? I vari modelli teorici che cercano di rispondere a queste domande vengono vagliati in una vasta gamma di esperimenti, in particolare nei nostri due laboratori nazionali dedicati alla fisica nucleare, quello di Legnaro (LNL) e quello del Sud (LNS).
- 6) Inaspettatamente, numerose ed indipendenti osservazioni astrofisiche ci hanno portato a concludere che la materia costituita dai familiari atomi rappresenta solo una piccola frazione della materia presente nell'Universo, mentre più dell'80% di questa è fatta da particelle che non fanno parte del Modello Standard (la cosiddetta "**materia oscura**"). È ovvio che compito primario di un Ente come l'INFN è cercare di scoprire che cosa sia la materia oscura. La materia oscura costituisce la più formidabile evidenza della presenza di nuova fisica, forse quella stessa fisica che LHC o le "macchine del flavour" ci riveleranno. In particolare al LNGS stiamo conducendo una serie di esperimenti leader a livello mondiale alla ricerca di candidati di materia oscura. Nel frattempo, studiamo anche la possibilità di produrre noi stessi tali particelle nelle collisioni ad alta energia a LHC.
- 7) Ancora più sconvolgente è stato scoprire che la materia (sia essa quella atomica o quella oscura) non rappresenta che circa un quarto di tutta l'energia presente nell'Universo. I restanti tre quarti sono chiamati "**energia oscura**". L'origine di questa potrebbe essere legata a deviazioni dalla gravità descritta dalle teorie di Newton prima e di Einstein poi (relatività generale). Nuove teorie dello spazio-tempo vengono studiate dai teorici dell'Ente e intanto sperimentalmente, a pochi Km. Da Pisa, nell'infrastruttura di ricerca EGO-VIRGO cerchiamo di osservare per la prima volta una delle cruciali predizioni della relatività generale di Einstein, la presenza di **onde gravitazionali**.
- 8) La realizzazione dei sofisticati esperimenti richiesti per esplorare le fondamentali questioni di cui sopra comporta lo sviluppo di tutte le tecniche e tecnologie necessarie a tali ricerche, il dar vita a nuovi strumenti di misura, oltre all'utilizzo delle tecnologie di punta già esistenti. Questo sforzo di **ricerca tecnologica** induce un "circolo virtuoso" nei rapporti dell'Ente con le nostre industrie tecnologicamente più avanzate e ha immediate ricadute applicative in settori cruciali per la nostra società (ad es. in campo medico, ambientale, energetico, spaziale, sottomarino e nel campo dei beni culturali).

Le linee strategiche consolidate e la nuova sfida economico-organizzativa

La vocazione per una ricerca dedicata all'esplorazione delle leggi fondamentali dell'universo identifica l'Istituto come riferimento per le ricerche del paese nei settori della fisica nucleare, delle particelle e delle astro-particelle. In questo ambito, l'Istituto opera, seguendo una consolidata tradizione, tuttora considerata pienamente valida, in base alle seguenti linee strategiche:

- stretto legame con l'Università e tradizionale attenzione alla formazione dei giovani verso il mondo della ricerca, realizzati attraverso una gestione distribuita delle attività scientifiche e amministrative tramite le sezioni e i gruppi collegati nei quali è articolata l'organizzazione dell'Istituto: il numero totale di giovani coinvolti ogni anno nella formazione si aggira attorno alle 1000 unità.
- valenza internazionale delle attività, rinsaldata dalle collaborazioni internazionali e da un solido programma di visitatori stranieri nel nostro paese, spesso suggellato da accordi internazionali bilaterali; le attività si svolgono sia nei laboratori internazionali quali il Cern di Ginevra, il Fermilab di Chicago, KEK in Giappone ed altri centri, sia nei propri laboratori nazionali che mantengono una eccellenza e visibilità internazionale, condizione necessaria per assicurarne un futuro in un'epoca di globalizzazione sempre più

pronunciata delle ricerche svolte dall'Istituto;

- contenuti tecnologici degli strumenti della ricerca, acceleratori, rivelatori, metodi e apparati di calcolo, sempre più sofisticati, sui quali l'Istituto si è, sempre, impegnato in uno sforzo dedicato alla valorizzazione della ricerca in ambiti applicativi ed industriali; a tale scopo ha convogliato in progetti strategici attività di forte impatto sociale come quelle associate alla fisica medica, alla fisica nucleare applicata all'energia, alle nuove tecniche di accelerazione foriere di innovazione tecnologica e di nuova competitività scientifica, allo sviluppo di formidabili strumenti di calcolo utilizzati per l'acceleratore LHC del Cern.

La posizione di assoluto rilievo assunta dall'Istituto nel contesto internazionale rischia, ora, di essere fortemente rallentata dalla costante compressione del livello di finanziamento pubblico rilevata negli ultimi anni; per effetto delle recenti disposizioni normative in materia di finanza pubblica, la citata compressione del finanziamento dello Stato sta assumendo dimensioni ancor più aggressive e consolidate, in tal modo da rendere necessarie scelte organizzative e gestionali mai adottate in precedenza.

In sostanza, per uscire – almeno parzialmente - dalla morsa secondo la quale la spesa necessaria per finanziare l'attuale articolazione strutturale dell'Istituto assorbe una tale quantità di risorse da obbligare la contrazione compensativa delle risorse direttamente impiegate nell'attività di ricerca, si configura una linea d'intervento fortemente orientata all'aumento dell'efficienza della gestione; obiettivo minimo di tale impostazione resta, comunque, quello di contrastare la restrizione nell'assorbimento dei giovani ricercatori – motore reale di ogni forma di ricerca, in quanto portatori di entusiasmo e creatività da cui prendono vita le idee e le iniziative più coraggiose — anche attraverso una più attiva ricerca di finanziamenti di provenienza non statale.

Di seguito sono sintetizzate le azioni specifiche messe in campo al fine di rendere l'organizzazione e la gestione efficace, efficiente ed economica; i principi ispiratori di tali azioni sono:

- il miglioramento dell'efficienza operativa,
- la riduzione della spesa anche attraverso l'ottimizzazione delle risorse (anche attraverso il recupero delle riserve di bilancio storicamente accumulate)
- la realizzazione di economie di bilancio,
- la definizione delle linee di attività di ricerca ritenute prioritarie nell'attuale congiuntura

3.3. Obiettivi e piani operativi

La missione dell'Istituto – in sintesi, il progresso nella conoscenza delle leggi fondamentali della fisica e degli aspetti fondamentali dell'Universo — è perseguita mediante una ricerca articolata su cinque linee scientifiche e su una pluralità di strutture di ricerca di cui si delineano gli aspetti salienti. Le previsioni di spesa di seguito dettagliate, per singolo esperimento, non includono la spesa per il personale e quelle per il funzionamento delle strutture operative.

3.3.1. Fisica delle particelle (Commissione Scientifica Nazionale 1-CSN1)

Gli esperimenti di fisica subnucleare moderna utilizzano due linee complementari di ricerca per cercare nuovi fenomeni fisici: la "frontiera dell'energia" e la "fisica del sapore". Nel primo caso gli esperimenti cercano la produzione diretta di nuove particelle con acceleratori ad energia sempre più elevata, mentre nel secondo caso effettuano misure di precisione di grandezze che possono essere modificate dalla presenza di nuova fisica rispetto alle aspettative del Modello Standard (SM). Poiché la precisione richiede solitamente una grande quantità di dati, per questi studi sono necessari fasci di particelle molto intensi, da cui il nome alternativo di "frontiera dell'intensità" per questo tipo di lavoro. Dato che i requisiti sperimentali richiesti sono significativamente diversi, è utile suddividere ulteriormente la fisica del sapore in due classi: "la fisica dei leptoni carichi", che in genere richiede fasci di muoni ad alta intensità; e la restante "fisica del sapore", generata da collisioni di adroni ad alta energia o da collisioni elettrone-positrone.

Un'ulteriore linea di ricerca è lo studio delle interazioni forti per gli aspetti non coperti dalla "frontiera dell'energia" e dalla "fisica del sapore"; essa consiste principalmente nello studio di fenomeni non perturbativi, come la descrizione della struttura interna degli adroni.

Tutte queste linee di ricerca sono ben rappresentate nell'ambito della CSN1.

Dopo la chiusura definitiva del Tevatron nel settembre 2011, il lavoro sulla frontiera dell'energia è svolto prevalentemente al CERN al Large Hadron Collider (LHC), l'acceleratore che attualmente fornisce l'energia più alta al mondo. Ciò permette la produzione di particelle oltre la capacità dei precedenti acceleratori, come testimonia la recente scoperta del bosone di Higgs.

La fisica del sapore è studiata, con esperimenti dedicati, su vari acceleratori, tra cui LHC. In passato le B-factories, PEP-II negli Stati Uniti e KEKB in Giappone, hanno dato un grande impulso a questa linea di ricerca. Più recentemente anche esperimenti ai collisionatori adronici, CDF2 al Tevatron e LHCb al LHC, hanno prodotto nuovi importanti risultati. Un nuovo esperimento sui K a bersaglio fisso, NA62, è in fase di realizzazione al CERN-SPS. Le evoluzioni delle B-factories (Super B-factories), con prospettive di due ordini di grandezza di maggiore luminosità, sono attualmente in fase di sviluppo sia in Italia (SuperB) che in Giappone (SuperKEKB). Un esperimento con leptoni carichi (MEG) è in corso al PSI, un laboratorio vicino a Zurigo, e altri esperimenti sono in programma a Fermilab in USA (g-2, Mu2E) e in Giappone (COMET).

Lo studio della fisica subnucleare richiede rivelatori grandi e complessi che utilizzano le più moderne tecnologie nel campo dei sistemi di rilevazione delle particelle, dell'elettronica, dell'acquisizione di dati e dei sistemi informatici. Le collaborazioni che partecipano alla costruzione, alla messa in opera e al funzionamento di questi rivelatori sono composte da centinaia (migliaia nel caso di LHC) di fisici provenienti da istituti scientifici e da laboratori di tutto il mondo, e rappresentano un importante esempio di vera cooperazione internazionale. Queste collaborazioni rappresentano ottimi punti di contatto, in cui i migliori fisici di tutto il mondo possono incontrarsi e scambiare le loro conoscenze scientifiche. Rappresentano anche un terreno eccezionale, dove giovani fisici possono acquisire velocemente esperienze fondamentali attraverso il lavoro di gruppo ai massimi livelli.

In questo contesto, i gruppi INFN partecipano fattivamente e con eccellenti risultati a tutte le fasi del lavoro sperimentale: dallo sviluppo della tecnologia tipico della fase di proposta, alle varie fasi di costruzione e, infine, all'analisi dei dati raccolti; di conseguenza, molti fisici dell'INFN ricoprono incarichi di responsabilità nella gestione di queste collaborazioni internazionali.

Un gran numero di ricercatori dell'INFN sta attualmente lavorando ad esperimenti gestiti dalla CNS1. Il numero totale di fisici e ingegneri coinvolti è di circa 1000, che corrisponde a 774 FTE calcolando la loro frazione di partecipazione. Tutti i tipi di ricercatori sono rappresentati: personale INFN, dipendenti universitari associati alla ricerca, borsisti, post-doc e dottorandi. Inoltre molti fisici e ingegneri provvisti di competenze specifiche più tecniche (informatiche, elettroniche, meccaniche) supportano i gruppi di ricerca.

Al momento gli esperimenti del Large Hadron Collider (LHC) hanno un ruolo fondamentale sia nello studio della frontiera dell'energia con gli esperimenti ATLAS, CMS, TOTEM e LHCf, che in quello della fisica del sapore con l'esperimento LHCb. La recente scoperta del bosone di Higgs da parte di ATLAS e CMS è una pietra miliare nella storia della fisica delle particelle. Questi esperimenti continuano il lavoro svolto al Tevatron di Fermilab degli esperimenti CDF e D0 che hanno esplorato questo campo fino ad ora. Dopo la chiusura del Tevatron nel settembre 2011, queste collaborazioni hanno continuato a lavorare all'analisi dei dati, concentrandosi su misure che sono ancora complementari o competitive con LHC; per esempio, la misura accurata delle masse del quark top e del bosone W, recentemente ottenuta da CDF con la massima precisione mai raggiunta, è in ottimo accordo con la misura della massa del bosone di Higgs a LHC.

Gli esperimenti a LHC domineranno la scena internazionale della fisica delle alte energie per molti anni a venire. La macchina sta funzionando molto bene producendo una luminosità vicina ai valori previsti in fase di progetto. Gli esperimenti stanno raccogliendo grandi quantità di dati e continueranno fino ai primi mesi del 2013. L'LHC verrà quindi chiuso per un lungo periodo, fino alla fine del 2014, per apportare le modifiche necessarie al raddoppiamento dell'energia del fascio. Il riavvio della presa dati è previsto nel 2015 con un'energia nel centro di massa leggermente inferiore a 14 TeV.

La partecipazione italiana agli esperimenti di LHC è estremamente significativa: nel 2012 circa 615 scienziati hanno partecipato a esperimenti di LHC supportati dalla CSN1, circa il 60% di tutta la CSN1, spesso con ruoli di responsabilità e di prestigio in seno agli organi decisionali delle collaborazioni internazionali. LHC assorbe circa il 60% del bilancio totale della CSN1. Il costo totale per questi esperimenti sostenuto dall'inizio su un periodo di più di 10 anni è stato dell'ordine di 270 M€. Nel periodo 2010-2012 la CSN1 ha investito circa 37 M€ su LHC per sostenere la messa in servizio del rivelatore, il suo funzionamento durante la presa dati e le risorse di calcolo per l'analisi dei dati.

I risultati ottenuti fino ad oggi a LHC con i dati raccolti nel periodo 2010-2012 sono stati eccezionali. Gli esperimenti di ATLAS e CMS a LHC hanno annunciato lo scorso 4 luglio l'osservazione di una nuova particella con proprietà compatibili con quella del bosone di Higgs, con una massa di circa 125 GeV. Un segnale consistente, anche se molto meno significativo, è stato osservato da CDF e D0 in un diverso stato finale. Inoltre ATLAS e CMS hanno esteso la ricerca di nuova fisica a scale di massa mai raggiunte prima; per esempio, hanno stabilito dei limiti per le masse delle particelle supersimmetriche come gli squark di prima e seconda generazione e i gluini superiori a 1 TeV. Un ulteriore grosso passo in avanti in queste ricerche sarà effettuato una volta che LHC raddoppierà la sua energia nel 2015.

Due esperimenti più piccoli dedicati allo studio della regione estremamente in avanti, TOTEM e LHCf, integrano i grandi rivelatori "general purpose". TOTEM ha già misurato la sezione d'urto (elastica e totale) delle collisioni protone-protone con una risoluzione straordinaria del 3% e prevede di migliorare ulteriormente con gli ultimi dati raccolti. LHCf misura gli spettri di diverse particelle neutre nella regione molto vicina ai fasci e utilizza queste informazioni per calibrare i programmi Montecarlo che simulano la propagazione dei raggi cosmici nell'atmosfera terrestre; questa informazione è fondamentale per una precisa interpretazione dei risultati di molti esperimenti sui raggi cosmici. Entrambi gli esperimenti sono pronti a ripetere le loro misure ad un'energia maggiore nel 2015.

Va sottolineato che il grande successo ottenuto dagli esperimenti LHC è dovuto in parte alle ottime prestazioni di una tecnologia informatica sofisticata basata su GRID, che ha consentito un'analisi quasi in tempo reale dei dati sperimentali. Questi sviluppi tecnici sono stati possibili anche grazie ad un forte sostegno da parte dell'INFN.

La fisica del sapore è attualmente dominata dall'esperimento LHCb che sta producendo molti risultati interessanti, spesso superando in precisione quelli degli esperimenti BaBar e CDF, ora chiusi, che hanno dominato in questo ambito negli ultimi 20 anni e stanno ancora producendo risultati. Esempi notevoli di quanto ha realizzato LHCb sono il miglioramento dei limiti sul rapporto di decadimento dei processi rari $B_d \rightarrow \mu\mu$ and $B_s \rightarrow \mu\mu$, la misura della fase di mixing del mesone B_s e uno studio dettagliato di altri processi rari sensibili alla nuova fisica. Vale la pena notare che tutti questi nuovi risultati di LHCb confermano in generale le previsioni del SM. In futuro SuperB e il potenziamento di LHCb potrebbero migliorare di un ordine di grandezza l'attuale precisione sperimentale fornendo così una sensibilità senza precedenti per nuovi effetti fisici.

Il settore della fisica dei kaoni è di competenza degli esperimenti KLOE e NA62. KLOE ha ripreso la sua attività a DAFNE (LNF) sulla risonanza ϕ . Durante il 2012 e il 2013 KLOE installerà molti aggiornamenti dei rivelatori in grado di migliorare in modo significativo la sua sensibilità in molte misure di precisione. NA62 sta costruendo un rivelatore dedicato per misurare il processo molto raro e interessante $K \rightarrow \pi \nu \bar{\nu}$; si prevede di iniziare la presa dati entro la fine del 2014.

Nel settore della fisica dei leptoni carichi, l'esperimento MEG è l'unico attualmente in funzione. Ha fornito il miglior limite disponibile sul rapporto di decadimento del processo $\mu \rightarrow e\gamma$ utilizzando i dati raccolti nel 2009 e nel 2010. Questo risultato sarà presto migliorato con dati del 2011. L'esperimento ha in programma un importante aggiornamento che migliorerebbe la sensibilità di un ulteriore fattore 10. Gli esperimenti g-2 e Mu2E sono in fase di preparazione e sono all'esame della CSN1.

Dopo la disattivazione del collisionatore protone-elettrone HERA nel 2007, gli esperimenti che studiano la struttura del protone sono stati chiusi; tra questi Zeus, che continua a produrre risultati di fisica su quella serie di dati. L'esperimento COMPASS al CERN SPS è ora in presa dati per lo studio della struttura di spin e trasversa del protone.

L'anno 2013 sarà molto importante, perché oltre a portare avanti le attività dei progetti già approvati sarà necessario prendere diverse decisioni critiche su molte possibili attività future, che la CSN1 potrebbe sostenere. Di particolare rilievo è il caso di SuperB per il forte impatto sul bilancio della CSN1 sia nel 2013 che nei prossimi anni. Altre nuove attività al momento in discussione sono gli upgrades di LHCb e MEG, il completamento degli upgrades di fase 1 di ATLAS e CMS, e la partecipazione a Mu2E e g-2 a Fermilab.

Di seguito sono elencati gli esperimenti in corso per il prossimo anno, il personale e le strutture coinvolte, le previsioni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro). Ulteriori assegnazioni, per un totale di 2.063,5 k€, sono state fatte tramite le dotazioni di sezione.

Area di ricerca	Esperimento	Fase dell'esperimento	PETP (*)	Strutture partecipanti	Previsione Spesa (K€)
Frontiera dell'energia	CMS	Conclusione presa dati e analisi. Operazioni su rivelatori RPC, TD, Tracker e Pixel. Manutenzioni.	234,52	16	5.295,0
	ATLAS	Conclusione presa dati e analisi. Costruz. rivelatore e test per inserimento IBL. Lavori su trigger e DAQ. Manutenz.	191,75	13	4.221,5
	LHC-b	Continuazione presa dati e analisi. Manutenzioni.	52,35	11	936,0
	TOTEM	Continuazione presa dati e analisi. Shutdown LS1 e manutenz.	16,4	3	468,0
	LHC-f	Presa dati nelle collisioni protone/Piombo e successiva analisi.	4,6	2	102,5
	CDF2	Analisi dati.	12,2	3	159,5
Fisica del sapore	KLOE	Analisi dati. Installaz. e commiss. upgrade IT, QCALT, CCALT	28,7	5	455,5
	NA62	Costruzione e commissioning rivelatore	42,05	9	1.566,0
	P-SUPER B	Attività di R&D e ingegnerizzazione del progetto.	77,1	18	1.163,5
	BABAR	Analisi dati e loro archiviazione.	12,0	5	85,0
	BESIII	Miglioramento DAQ per ZDD. Presa dati e analisi dati	5,3	2	102,5
Fisica dei leptoni carichi	MEG	Conclusione presa dati. Studio possibili upgrade.	20,6	5	314,0
	PMU2E	Realizzazione prototipi.	9,2	4	137,0
Struttura protone	COMPASS	Completamento rivelatori. Presa dati e analisi.	22,89	2	578,0
Altro	UA9	Costruzione e test dispositivi per collimazione a LHC	7,17	3	172,5
Totale			736,83		15.756,5

(*) Personale equivalente a tempo pieno

3.3.2. Fisica astro-particellare (Commissione Scientifica Nazionale 2-CSN2)

La comprensione delle proprietà dei neutrini, la rivelazione diretta delle onde gravitazionali, l'identificazione dei costituenti della materia oscura, la spiegazione dell'assenza dell'antimateria nell'Universo e lo studio della radiazione cosmica costituiscono oggi alcuni tra gli obiettivi più importanti alla frontiera della fisica fondamentale e dell'osservazione dell'universo e corrispondono agli obiettivi scientifici della CSN2.

Le attività della CSN2 possono essere divise nelle seguenti 6 linee scientifiche.

3.3.2.1 FISICA DEI NEUTRINI

Gli esperimenti sono concentrati principalmente nel Laboratorio Nazionale del Gran Sasso, con particolare riferimento a:

- La fisica del neutrino si svolge principalmente presso i LNGS; questo settore comprende esperimenti con sorgenti naturali come i neutrini solari (es. BOREXINO), o con fasci di neutrini artificiali (OPERA, ICARUS-T600, T2K (Giappone)). L'obiettivo scientifico primario è lo studio delle proprietà dei neutrini, particelle che nel Modello Standard rappresentano la controparte neutra dei leptoni carichi, e che a causa della debolezza della loro interazione con le altre particelle risultano molto meno conosciuti delle altre particelle elementari.
- Negli anni '90 lo studio dei neutrini atmosferici ha portato alla scoperta del fenomeno delle oscillazioni tra i diversi tipi di neutrini, scoperta premiata con il Nobel nel 2002. Questo fenomeno è studiato ai Laboratori del Gran Sasso sia con i neutrini solari (esperimento BOREXINO) che con il fascio di neutrini provenienti dal CERN (progetto CNCS, esperimento OPERA ed esperimento ICARUS).
- Il 2012 ha portato a dei risultati di grande rilevanza nel settore della fisica del neutrino. E' stata confermata infatti la prima evidenza dell'oscillazione $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_e$, un fenomeno che è sensibile all'angolo di mixing θ_{13} , l'unico parametro rimasto ancora sconosciuto nella matrice che mescola i tre tipi di neutrini, a parte la fase sensibile alla violazione di CP. θ_{13} è stato misurato con precisione da tre esperimenti che usano i neutrini prodotti da reattori nucleari: l'esperimento cinese Daya-Bay ($\sin 2\theta_{13} = 0.089 \pm 0.010(\text{stat}) \pm 0.005(\text{syst})$), l'esperimento coreano RENO ($\sin 2\theta_{13} = 0.113 \pm 0.013(\text{stat.}) \pm 0.019(\text{syst.})$) e l'esperimento europeo Double Chooz ($\sin 2\theta_{13} = 0.109 \pm 0.030(\text{stat.}) \pm 0.025(\text{syst.})$). Questo risultato è stato anche confermato dai nuovi dati raccolti dall'esperimento agli acceleratori T2K, il primo

esperimento a misurare un valore non nullo di ν_{τ} nel 2011, a cui partecipa l'Italia, rimesso in funzione agli inizi del 2012 dopo il disastroso terremoto-maremoto che ha colpito il Giappone nel 2011.

- Un altro risultato importante è stato ottenuto dall'esperimento OPERA ai LNGS, principale utilizzatore del fascio di neutrini del CNGS per lo studio delle oscillazioni $\nu_{\mu} \leftrightarrow \nu_{\tau}$. OPERA ha continuato nel 2012 ad accumulare statistica e raggiungerà alla fine del 2012 una luminosità integrata vicina al valore di progetto, concludendo così la fase di presa dati. Analizzando circa il 40% dei dati raccolti, OPERA ha riportato l'osservazione di un secondo evento di materializzazione di un neutrino tau nel rivelatore ai LNGS. Nel periodo 2013-15 lo sforzo di OPERA si concentrerà nell'analisi dell'intera statistica raccolta. Relativamente alla misura della velocità superluminale dei neutrini, inizialmente annunciata da OPERA nel settembre 2011, agli inizi del 2012 lo stesso esperimento ha invece annunciato una revisione dell'analisi che conferma come anche i neutrini obbediscano alla relatività ristretta. Risultati simili sono stati anche riportati dagli esperimenti ICARUS, BOREX e LVD al Gran Sasso.
- Sempre ai LNGS la misura di precisione da parte di BOREXINO del flusso dei neutrini solari della sequenza del ^7Be ed il limite sull'asimmetria giorno/notte, misure che hanno permesso di validare in modo indipendente l'"effetto materia" nelle oscillazioni di neutrino, nel caso del Large Mixing Angle (LMA).

3.3.2.2. RICERCA DI FENOMENI RARI

Questa ricerca è portata avanti mediante esperimenti espressamente progettati per rivelare eventi rari e che, di conseguenza, sono installati nei Laboratori del Gran Sasso schermati in modo naturale dalla radiazione cosmica; in particolare:

- La determinazione della massa del neutrino è un tema importante in fisica del neutrino: se i neutrini sono particelle di Majorana, la massa del neutrino può essere determinata tramite il doppio decadimento beta senza neutrini nello stato finale ($0\nu 2\beta$). Se invece sono particelle di Fermi questo processo non è permesso. L' INFN sta sviluppando due esperimenti volti a rilevare il decadimento $0\nu 2\beta$: un rivelatore di medie dimensioni che dal 2011 sta acquisendo dati utilizzando cristalli di germanio (GERDA) e un rivelatore di grandi dimensioni in fase di costruzione (CUORE), composto da circa 1000 bolometri criogenici di ossido di tellurio. La costruzione di CUORE, che vede una significativa partecipazione degli Stati Uniti, dovrebbe essere completata nel 2014-15.
- Da circa un decennio DAMA infatti osserva una modulazione stagionale nei conteggi a bassa soglia in cristalli di Ioduro di Sodio, che sarebbe compatibile con l'interazione diretta di particelle debolmente interagenti; a seguito di un miglioramento della sensibilità della strumentazione, DAMA sta raccogliendo in questi anni ulteriori dati. Nel 2009, studiando accuratamente la composizione dei raggi cosmici carichi nello spazio, prima che vengano assorbiti dalla nostra atmosfera, la missione italo-russa Pamela ha ottenuto indicazioni di un aumento nel rapporto tra positroni ed elettroni al di sopra di 10 GeV che potrebbe essere collegabile all'esistenza della materia oscura.
- Dopo l'approvazione (2011) della partecipazione dell'INFN all'esperimento XENON100 e al futuro esperimento XENON1T, la Collaborazione XENON100 ha presentato nel 2012 un risultato venti volte migliore rispetto ai dati pubblicati nel 2010: con un'esposizione di 225 giorni x 34 kg, sono stati osservati 2 eventi nella regione del segnale, contro 1 evento di fondo atteso. Questa misura rappresenta attualmente il migliore limite sulla materia oscura ottenuto con esperimenti basati su liquidi criogenici. È infine in fase di avanzata costruzione l'esperimento Dark-Side dedicato alla ricerca di materia oscura con un rivelatore a base di argon liquido. Questi due esperimenti si svolgono ai LNGS con la partecipazione di ricercatori INFN, ma sono realizzati da due collaborazioni internazionali guidate da ricercatori americani a testimonianza di quanto questa infrastruttura sia in grado di attrarre i migliori ricercatori del settore a livello mondiale.

3.3.2.3. RADIAZIONE COSMICA IN SUPERFICIE E NELLE PROFONDITA' MARINE

I raggi cosmici sono stati scoperti più di un secolo fa, ma ancora molto si ignora relativamente alla loro origine e composizione, soprattutto ad altissime energie dove sono necessari rivelatori di grandissime dimensioni per avere un numero di eventi significativo; un nuovo campo si è aperto nel corso dello scorso decennio con la scoperta di sorgenti localizzate in grado di emettere fotoni di energia dell'ordine del TeV e con la scoperta di inattesi fiotti di fotoni, associati a fenomeni di energia estremamente elevata: i cosiddetti "gamma ray bursts" la cui origine è ancora sostanzialmente sconosciuta. L' INFN partecipa, spesso con ruoli importanti, ai più importanti esperimenti in questo settore, come di seguito evidenziato.

- Un gran numero di risultati sono stati ottenuti dall' esperimento ARGO in Tibet, tra cui le prime osservazioni del Granchio e di altri emettitori di gamma di altissima energia con un rivelatore di superficie. ARGO ha inoltre osservato l'esistenza di una inaspettata anisotropia nel flusso dei raggi cosmici a livello di frazioni di per mille. Una spiegazione convincente di questi effetti non è ancora stata proposta.
- Dal suo completamento alla fine del 2008, il grande rivelatore Auger in Argentina ha funzionato senza interruzioni, confermando con sempre maggiore evidenza l'esistenza del cutoff previsto da GZK. All'aumentare della statistica l'evidenza della presenza di sorgenti di EECR è però diventata più debole ($2-3 \sigma$). E' in corso una intensa attività di R&D, la potenzialità di Auger per la misura della composizione dei raggi cosmici tra il ginocchio e il taglio di GZK.
- Nelle profondità del mare Mediterraneo il telescopio per neutrini ANTARES ha continuato a prendere dati con tutti e 12 le torri di rivelazione in condizioni di funzionamento stabile. Si tratta del primo telescopio di neutrini operante per lungo tempo nel mare Mediterraneo, precursore del progetto KM3-net, il grande progetto che si pone l'obiettivo di raggiungere una massa sensibile di alcuni km cubi per potere rivelare i neutrini di origine galattica, aprendo la strada ad una nuova astronomia basata su questa penetrante particella e che ha visto ufficialmente l'inizio della realizzazione dell'infrastruttura di Capo Passero dopo l'approvazione del finanziamento PON-Sicilia.
- Nel settore dei raggi gamma di alta energia i due telescopi Cherenkov del rivelatore MAGIC operano ora in modalità stereo, con una soglia che è attualmente al di sotto dei 50 GeV, la più bassa per questo tipo di rivelatori, permettendo MAGIC di sovrapporre i suoi risultati con le misure di rivelatori spaziali come Fermi ed AGILE. Grazie alla bassa soglia, MAGIC ha potuto per primo rivelare l'emissione di fotoni di altissime energie da parte di una pulsar, Crab (pubblicato su Science), e ha esteso l'osservazione fino a 400 GeV. Inoltre ha rivelato il maggior numero di sorgenti lontane (a redshift maggiore di 0.2) tra i telescopi Cherenkov, con importanti implicazioni sulla fisica della propagazione dei fotoni.

3.3.2.4. RADIAZIONE COSMICA NELLO SPAZIO

Gli esperimenti per i raggi cosmici, ostacolati dall'atmosfera terrestre, sono condotti nello spazio con palloni o satelliti, salvo il caso delle altissime energie ove sono richiesti apparati molto estesi. Questi esperimenti, realizzati all'interno delle Sezioni e dei Laboratori dell' INFN, sono condotti in collaborazione con le agenzie spaziali internazionali (NASA; Roskosmos), ed il supporto dell' Agenzia Spaziale Italiana (ASI); in particolare:

- Nel 2011 sia AGILE che FERMI hanno osservato significative variazioni di intensità della sorgente Cignus-X3, una fonte di raggi gamma che è stata sempre considerata come una candela di riferimento per i raggi gamma. Per questa importante misura AGILE ha ricevuto il premio Bruno Rossi per il 2011. Nello stesso periodo FERMI ha pubblicato numerosi lavori scientifici di alto livello, alcuni dei quali molto rilevanti per la fisica delle astroparticelle. In particolare, ha esteso la misura del rapporto positroni/elettroni fino a 250 GeV, abilmente sfruttando il campo magnetico terrestre come spettrometro di carica. Il risultato di FERMI conferma la crescita della frazione di positroni osservati per la prima volta da PAMELA, estendendo l'intervallo energetico oltre i 100 GeV.
- PAMELA ha continuato la presa dati per il quinto anno consecutivo, fornendo misurazioni di alta precisione della composizione dei raggi cosmici e del loro spettro energetico. In particolare sono stati ottenuti due nuovi importanti risultati: l'osservazione di un imprevisto cambiamento della pendenza spettrale dei protoni e dell'elio ad energie superiori a 200 GeV e l'osservazione di una fascia di antiprotoni intrappolati nelle fasce di Van Allen, misurati all'interno del Anomalia del Sud Atlantico. Gli antiprotoni intrappolati in questa fascia hanno una intensità di flusso 1000 volte superiore a quello di origine galattica, a testimonianza di un efficace meccanismo di accumulo ed intrappolamento nel campo magnetico terrestre, probabilmente causato dal decadimento degli antineutroni prodotti nelle interazioni dei raggi cosmici con l'atmosfera terrestre.
- Dal maggio 2011 il grande spettrometro magnetico AMS-02 ha iniziato a raccogliere dati sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS). Esattamente un secolo dopo la scoperta dei raggi cosmici da parte di Victor Hess, la comunità scientifica potrà raggiungere un sostanziale aumento in sensibilità nella ricerca nei raggi cosmici di fenomeni rari e/o nuovi espandendo e continuando le misure di Pamela che nel 2012 finisce il suo periodo di presa dati.

In sintesi, l'attività spaziale ha raggiunto risultati scientifici di assoluta importanza, che hanno fornito all'Istituto visibilità e leadership internazionali; è confermata la rilevanza di questo settore nell'ambito delle

attività della CSN2, settore su cui l'Istituto è impegnato dalla metà degli anni '90, nell'ambito di una forte collaborazione con l'ASI.

3.3.2.5. RICERCA SULLE ONDE GRAVITAZIONALI

La rivelazione diretta delle onde gravitazionali è una delle grandi sfide della fisica sperimentale contemporanea, essendo opinione generale che la rivelazione delle onde gravitazionali da sorgenti cosmiche darà luogo alla nascita di una nuova astronomia. INFN ha oggi è particolarmente equipaggiata per l'osservazione diretta di questo fenomeno, potendo contare su due barre risonanti e sull'interferometro VIRGO; in particolare:

- Il potenziamento di Virgo, progetto Advanced Virgo nell'ambito di una collaborazione Italo-Francese con partecipazione Olandese, rappresenta la priorità della comunità impegnata nella fisica sperimentale delle onde gravitazionali, settore in cui l'Italia ha una tradizione che ha avuto inizio con Edoardo Amaldi.
- A partire dall'estate 2011 e fino al 2014 l'interferometro VIRGO non sarà operativo: per questo motivo l'INFN manterrà in funzione due delle tre barre criogeniche, Nautilus e Auriga; la terza, Explorer, è stata chiusa alla fine del 2010.
- Il futuro della ricerca in questo settore vede allo studio nuovi progetti internazionali di terza generazione come il progetto denominato ET (Einstein Telescope) e, nello spazio, il progetto LISA, a cui l'Istituto partecipa nella parte di sviluppo tecnologico chiamata LISA Pathfinder e che promette di spingere verso la fine del decennio la sensibilità degli interferometri ben al di sotto del limite di rivelazione.

3.3.2.6. RICERCHE IN FISICA GENERALE FONDAMENTALE

Fra gli esperimenti di fisica generale fondamentale - con importanti misure da realizzare considerando che alcune teorie, come quella delle stringhe, prevedono deviazioni da quanto previsto dalla legge di Newton - rilevano i seguenti aspetti.

- Lo sviluppo di esperimenti ultrasensibili basati sull'impiego dell'interferometria atomica nei condensati di Bose Einstein suscita molto interesse a causa della potenziale sensibilità di queste tecniche che potrebbero ad esempio permettere di ridurre la complessità degli interferometri laser per le onde gravitazionali (esperimenti MICRA e MAGIA).
- Lo studio delle proprietà del vuoto quantistico è un altro tema di interesse della Commissione, con gli esperimenti MIR, dedicato allo studio dell'effetto Casimir dinamico, e PVLAS, dedicato alla misura della birifrangenza quantistica del vuoto.
- Nel settore spaziale, il lancio del satellite LARES, progettato per testare accuratamente l'effetto Lense-Thirring, e avvenuto con successo nella primavera del 2012, permetterà un grande miglioramento della sensibilità dei test di gravità generale.

Di seguito sono elencati gli esperimenti in corso per il prossimo anno, il personale e le strutture coinvolte, le previsioni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro). Non sono contenute in questa tabella le risorse assegnate alle Dotazioni di Sezione (924,5 k€) né le spese per il Calcolo presso il CNAF (326,5 k€).

Area di ricerca	Esperimento	Fase dell'esperimento	PETP (*)	Strutture partecipanti	Previsione Spesa (k€)
Laboratori del Gran Sasso e fisica del neutrino	OPERA	Continuaz. attività di scanning e misura interazioni identificate Misure e analisi dati. Possibile un breve CNGS run.	31,6	8	1.114,5
	BOREX	Analisi dati raccolti prima della ri-purificaz. dello scintillatore. Presi nuovi dati. Progetto irraggiamento sorgente di 51 Cr.	19,6	4	615,5
	ICARUS	Presi dati per estensione CNGS. Tuning sistema di trigger e verifiche tecnologiche. Predisp. arresto e smont. rivelatore.	15,4	4	364,5
	T2K	Presi dati e analisi fino a giugno. Apertura e manut. magneti.	5,5	2	149,0
	MARE-RD	Completam. misura di Q. Verifica produz. Ho-163. Processo finale costruz. assorbitore e applicaz. all'array. Presi dati.	7,9	2	75,0
	NESSIE-RD	Due studi tecnici per l'Air-core-magnet e magneti in Fe. Allestimento prototipo in scala.	8,0	3	232,0
Processi rari	CUORE	Presi dati di CUORE0. Preparaz. rivelatore CUORE. Installaz. e test diverse sezioni dell'apparato sperimentale.	32,86	6	1.105,0
	GERDA	Analisi dati. Preparazione presa dati Fase II	9,0	3	131,5
	XENON	Presi dati e analisi Xenon100. Simulaz. apparato definitivo.	7,8	3	274,5

ai Laboratori del Gran Sasso	DAMA	Continuaz. presa dati con nuovi PMT, con Xe Kr-free, sul decadimento doppio beta. Analisi dati raccolti.	9,4	3	230,5
	LVD	Acquisizione dati. Manutenzione apparato. Attività nella rete SNEWS. Monitor fascio CNGS e analisi dati.	4,1	3	169,0
	LUCIFER-RD	Test di campioni ZnSe, ZnMoO ₄ , TeO ₂ e sui rivelat. di luce.	1,9	1	28,0
	CTF-RD-DARK	Installazione TCP DarksSide-50. Commissioning TPC e elettr. Riempimento CTF e sfera. Avvio presa dati.	6,9	3	314,0
Radiazione cosmica in superficie e sottomarina	AUGER	Analisi. Manutenzione monitor e apparato. R&D e costruzione hardware.	37,8	8	593,0
	KM3	Realizz. infrastruttura per connessione "Detection Units" e di alcune decine di D.U. Acquisizione e analisi dati.	43,7	9	493,0
	ARGO-YBJ	Analisi dati raccolti.	15,9	6	104,0
	MAGIC	Upgrade apparato; nuova elettronica omogenea M1+M2, nuova camera M1.	20,5	4	279,5
	CTA-RD	Studio e realizz. sensori e elettronica. Calibraz. atmosferica e detector. Realizzazione trigger.	13,3	7	124,5
Radiazione cosmica nello spazio	WIZARD	Trasmissione dati a terra e controllo dati. Analisi dei dati.	15,6	5	132,5
	AMS2	Continuaz. presa dati nei due FOCC. Processam., calibraz. e analisi dati. Pubblicazione risultati rilevanti primi due anni.	33,5	6	550,0
	FERMI	Ricostruzione eventi. Data monitoring e data processing. Analisi dati.	40,6	7	422,0
	JEM-EUSO-RD	Installaz. prototipo strumento in Utah. Realizz. schede finali. Messa a punto sistema definitivo data processing.	17,5	6	165,0
	G400-RD	Completam. lavoro di simulazioni. Test su fascio del calorim. Test su fascio tracciatore. Prototipo charge detector su fascio.	10,87	5	67,0
Ricerca di onde gravitazionali	VIRGO	Costruzione Advanced Virgo e decommissioning Virgo+ Continuazione analisi dati.	50,0	8	650,0
	VIRGO-ADV	Si veda quanto riportato per VIRGO	0	3	100,0
	ROG	Predda dati con Nautilus. Possibili correlazioni di dati con interferometro Geo. Analisi dati.	5,9	2	121,5
	LISA-PF	Completamento apparato. Presa dati.	12,5	4	165,5
	AURIGA	Presenza dati con sensibilità impulsiva di ~0.3 mK. Ricerca di onde Impulsive. Controllo emissioni og.	2,2	2	81,5
Fisica generale	PVLAS	Messa in funzione dell'apparato. Calibrazione e misura birifrangenza del vuoto.	4,7	2	40,0
	HUMOR	Implem. apparati. Misura con oscillatori. Prog. micro-oscillatori.	6,2	3	79,0
	MAGIA	Messa a punto di schemi avanzati per l'interferometro atomico.	8,4	1	84,5
	MIR	Misura del fenomeno di amplificazione parametrica alla temperatura dell'elio liquido.	6,1	2	36,5
	GGG	Nuovo sist. di reiezione dei tilt. Completam. run lunga durata.	4,2	1	17,5
	G-GS-RD	Comprensione modelli del ring. Speriment. su prototipo GP2 Sviluppo 1 porta-specchio con 3 movimentazioni.	3,9	1	76,5
	MICRA	Misure di forza con l'interferometro. Generazione di stati entangled.	4,1	1	4,0
Totale			517,43		9.189,0

(*) Personale equivalente a tempo pieno

3.3.3. Fisica nucleare (Commissione Scientifica Nazionale 3-CSN3)

Obiettivo scientifico della Fisica nucleare moderna è indagare l'origine, l'evoluzione, la struttura dei nuclei e dei loro costituenti (detti adroni) e le diverse fasi della materia nucleare, sfida molto impegnativa che richiede risposta a una serie di domande chiave relative alla genesi dell'Universo e alla nucleosintesi primordiale, nonché alla comprensione del meccanismo di formazione degli elementi dalle esplosioni stellari. Il tema unificante è quello di comprendere come oggetti complessi a molti corpi possano essere ricondotti a ingredienti semplici come i loro costituenti, le loro interazioni, le proprietà di simmetria e le leggi di conservazione; la descrizione di queste fenomenologie richiede diversi modelli teorici, quello a quark per i costituenti del nucleo (nucleoni) e per i nuclei i modelli di campo medio (Shell e collettivi) con interazioni tra i nucleoni microscopiche o efficaci.

Seguendo la classificazione del NuPECC dell'European Science Foundation, la sperimentazione in fisica nucleare è organizzata in 4 linee scientifiche.

3.3.3.1. LA STRUTTURA E LA DINAMICA DEGLI ADRONI

La teoria che descrive i quark e le loro interazioni (detta Cromo Dinamica Quantistica, *Quantum Chromo Dynamics* o QCD) non è ancora in grado di spiegare in modo soddisfacente la struttura dei nucleoni. Ad esempio, rimane ancora da chiarire come i quark e i gluoni si combinino per generare le ben note proprietà

del protone e del neutrone, quali massa, spin e momento angolare, e anche a produrre lo spettro delle risonanze barioniche.

- Lo studio della struttura degli adroni può essere condotto sia utilizzando sonde elettromagnetiche che sonde adroniche. Le sonde elettromagnetiche hanno la capacità di entrare in profondità nella materia nucleare senza alterare sostanzialmente il sistema e, grazie all'elevata qualità dei fasci sia di fotoni che di elettroni che si possono ottenere oggi, permettono di effettuare misure di altissima precisione. Questo programma sperimentale è in corso in Germania, a Bonn, con fotoni di energia fino a 3 GeV (esperimento MAMBO) e soprattutto presso il laboratorio americano JLab, in Virginia (esperimento JLAB12). In particolare JLAB12 è impegnato nella costruzione dei nuovi rivelatori necessari per lo studio dei processi nucleari indotti da fasci di fotoni ed elettroni con energia fino a 12 GeV. L'inizio della sperimentazione è previsto per il 2014 ed include una serie di misure inclusive ed esclusive di alta precisione con fasci e bersagli polarizzati volte alla ricerca di risonanze barioniche predette dalla teoria ma non ancora identificate e allo studio delle correlazioni spin-moto orbitale nel nucleone. Inoltre l'elevata qualità dei fasci permetterà uno studio ad altissima precisione di processi di violazione di parità che permetteranno di verificare il Modello Standard e cercare indicazioni di nuova fisica.
- Altrettanto efficaci per lo studio delle proprietà nucleari sono le sonde adroniche. Produrre in laboratorio adroni diversi dai nucleoni e farli interagire con i nuclei permette di comprendere le diverse proprietà dell'interazione forte in presenza di materia nucleare. Di particolare interesse sono i kaoni che contengono un quark con sapore stranezza (quark "strano") e che possono essere catturati o formando atomi kaonici in cui un kaone si muove su "orbite" con raggi circa 1000 volte minori di quelle tipicamente elettroniche (esperimento SIDDARTHA) oppure formando i cosiddetti ipernuclei, dove un nucleone è sostituito da una particella più pesante che contiene un quark "strano" (esperimento ULYSSES presso il laboratorio giapponese JPARC (Japan Proton Accelerator Research Complex)). La sperimentazione con kaoni presso LNF ha portato alla misura più precisa ora esistente del sistema protone-kaone (idrogeno kaonico) e del ^4He , grazie agli alti valori di luminosità ottenuti per il collisionatore DAFNE e ad una maggiore precisione dei rivelatori. Nel caso dell' ^4He i nuovi dati concordano con la teoria e risolvono una controversia aperta da dati preesistenti tra di loro discordanti. Produrre in laboratorio adroni diversi dai nucleoni e farli interagire con i nuclei permette di comprendere le diverse proprietà dell'interazione forte in presenza di materia nucleare.
- In questo campo è in fase di discussione la partecipazione alle attività sperimentali del laboratorio internazionale FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) in costruzione a Darmstadt, Germania. La partecipazione si articola su due progetti complementari, la collaborazione PANDA sta preparando la sperimentazione relativa allo studio molto dettagliato della struttura degli adroni e delle diverse fenomenologie prodotte dall'interazione forte utilizzando come sonda un fascio di antiprotoni (l'antiparticella del protone nel mondo speculare dell'antimateria). Questo fascio avrà caratteristiche di intensità e purezza uniche al mondo. Attualmente i ricercatori di PANDA sono impegnati in un'intensa attività di R&D per il rivelatore e di simulazione per le prestazioni strumentali e per la fisica. Per i programmi a più lungo termine a FAIR è in corso un'attività per sviluppare una tecnica molto efficace per la polarizzazione di antiprotoni (PAX) per realizzare in futuro studi sullo spin dei quark. Il programma scientifico è di primaria rilevanza ma l'impegno economico previsto dell'ordine di 5 MEuro non può essere supportato dal budget ordinario della commissione.

3.3.3.2. TRANSIZIONI DI FASE NELLA MATERIA ADRONICA

La collisione tra ioni a energie ultrarelativistiche è caratterizzata da densità di energie sufficientemente elevate da permettere una transizione dalla materia adronica ad uno stato deconfinato di quark e gluoni, la stessa che si presume abbia avuto luogo nell'Universo primordiale, nei primi dieci milionesimi di secondo dopo il Big Bang.

- Lo studio del quark-gluon plasma è l'ambizioso obiettivo scientifico dell'esperimento ALICE al collisionatore LHC al CERN di Ginevra. L'interazione di ioni Pb a energie di 5.5 TeV assicurerà la produzione di una miriade di particelle (adroni coi loro decadimenti in leptoni) e la loro misura permetterà di comprendere la materia nucleare in condizioni estreme di temperatura e di densità di energia. In tutti i suoi diversi aspetti la sperimentazione di ALICE a LHC rappresenta una sfida sia come complessità tecnologica sia come dimensioni e ampiezza della collaborazione.
- La partecipazione INFN in ALICE ha avuto e ha un ruolo centrale nell'esperimento, dapprima nella costruzione dell'apparato e attualmente nella conduzione della sperimentazione e nell'analisi dei dati, come testimoniato dai vari ruoli di responsabilità. Sfruttando le collisioni protone-protone ALICE ha

ottenuto nel 2010 numerosi risultati utili a caratterizzare le collisioni e tra essi quelli sulla formazione di risonanze e di nuclei e anti nuclei. Va sottolineata l'importanza delle misure di molteplicità delle particelle cariche e del rapporto protone antiprotone alle energie di 0.9 e 7 TeV nel centro di massa, che forniscono rilevanti verifiche dei modelli teorici. Molti altri risultati saranno disponibili a breve e in particolare anche dalle collisioni tra Pb-Pb acquisite a fine anno a LHC. Nel loro complesso i risultati ottenuti mostrano l'eccellente funzionamento dell'acceleratore LHC e dell'apparato ALICE sia per la parte strumentale sia per l'analisi dati. Dopo un ultimo run p-Pb all'inizio del 2013, è previsto un lungo shutdown fino al 2014 che permetterà di effettuare la manutenzione dell'apparato e l'inizio della costruzione di nuovi componenti del rivelatore ALICE che permetteranno di aumentare la precisione nella ricostruzione delle tracce delle particelle prodotte in particolare il rivelatore di vertice basato su pixel di silicio a cui contribuisce l'INFN.

3.3.3.3. STRUTTURA NUCLEARE E MECCANISMI DI REAZIONE

Il problema centrale attualmente affrontato con particolare vigore nei diversi laboratori (Europa, Usa e Giappone) è quello dell'evoluzione delle proprietà caratteristiche dei nuclei e/o della materia nucleare asimmetrica (masse, interazioni, simmetrie, eccitazioni, gradi di libertà collettivi), in presenza cioè di un rapporto anomalo di neutroni e protoni. L'ambizioso programma, che richiede molte informazioni sperimentali, è infatti quello di comprendere i limiti della stabilità nucleare e ottenere in laboratorio nuclei non presenti sulla Terra ma che potrebbero invece esistere in condizioni simili a quelle che si realizzano nel cosmo.

- Le collaborazioni INFN impegnate in queste problematiche sono molto attive e utilizzano prevalentemente i fasci di ioni dei laboratori di Legnaro, LNL (esperimenti GAMMA, NUCL-EX, PRISMA, EXOTIC) e di Catania, LNS (esperimenti EXOCHIM, FRAG, MAGNEX, LNS-STREAM) ma anche i fasci di ioni radioattivi dei laboratori esteri, in particolare GANIL in Francia e al GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research (Darmstadt, Germania).
- L'argomento su cui la sperimentazione INFN si è focalizzata sulle interazioni e sulla materia neutronica, attualmente di grande interesse anche per l'astrofisica, in particolare per la nucleosintesi degli elementi pesanti e per le stelle di neutroni. Esperimenti a LNL e GSI di responsabilità delle collaborazioni INFN hanno dato contributi significativi per isolare interessanti effetti del sistema a moti corpi tra cui gli accoppiamenti di fononi di vibrazione alle particelle, effetti di pairing ed eccitazioni che coinvolgono vibrazioni puramente neutroniche. Esperimenti con l'apparato CHIMERA ai LNS hanno fornito risultati particolarmente interessanti sulla dipendenza dell'energia di simmetria (presente quando vi è un'asimmetria nel numero di protoni e neutroni) dalla densità barionica, rilevanti per la descrizione delle stelle di neutroni. Questi esperimenti saranno successivamente estesi a energie più alte con nuove misure in programma a GSI con la responsabilità INFN.
- In quest'ottica è importante il contributo dei due laboratori nazionali LNL e LNS dotati di strumentazione di avanguardia. Entrambi possiedono uno spettrometro magnetico (PRISMA a LNL e MAGNEX a LNS) e rivelatori a grande accettazione per raggi gamma (EUROBALL a LNL e MEDEA a LNS) e particelle cariche (in particolare CHIMERA ai LNS).
- Le misure di fisica programmate riguardano lo studio di modi di eccitazioni in nuclei moderatamente ricchi di neutroni, che sono d'interesse e preparatori anche in vista della sperimentazione con fasci radioattivi di prossima generazione, come quelli di SPES o SPIRAL2. A LNS si utilizzeranno sempre di più i fasci radioattivi di nuclei leggeri prodotti sia da EXCYT che con la tecnica della frammentazione in volo, soprattutto grazie al potenziamento previsto dal finanziamento premiale LNS-ASTROFISICA NUCLEARE.
- Ai LNS si sta inoltre realizzando un programma di misure di frammentazione, alcune d'interesse per la cura dei tumori con fasci di particelle nucleari (adroterapia) e altri per creare nuclei nella regione di instabilità protonica.
- Grazie al finanziamento premiale SPES questa linea prevede primariamente la realizzazione della strumentazione scientifica per instrumentare le linee del fascio di ioni radioattivi, in particolare AGATA per fotoni e FAZIA per particelle cariche. Soprattutto gli esperimenti GAMMA e NUCLEX sono interessati a questa attività. A LNL è iniziata la prima fase del rivelatore AGATA della collaborazione internazionale europea che è basato sulla tecnica del tracciamento dell'interazione gamma con la materia. Questo metodo ha un forte potenziale applicativo nell'ambito della tecnologia dell'elaborazione di immagini

(imaging), oggi impiegata diffusamente in ambito medico e nel settore della sicurezza, per la rilevazione dei materiali illegali attraverso la scansione gamma delle merci viaggianti.

3.3.3.4. ASTROFISICA NUCLEARE E RICERCA INTERDISCIPLINARE

Poiché le stelle sono vere centrali di energia nucleare galattica, è importante, per capire la loro vita, realizzare in laboratorio misure di alta precisione delle reazioni chiave coinvolte. Queste reazioni nucleari giocano un ruolo essenziale nell'origine ed evoluzione delle nostre galassie, sulle abbondanze degli elementi e sui flussi di neutrini.

- L'esperimento LUNA al Laboratorio Nazionale del Gran Sasso si è concentrato recentemente su reazioni nucleari riguardanti la combustione dell'idrogeno nel ciclo CNO che coinvolge i nuclei di Carbonio, Azoto e Ossigeno ed è la principale sorgente d'energia delle stelle più massive. È inoltre iniziata una misura finalizzata a capire perché i modelli di nucleosintesi primordiali prevedano una quantità di ${}^6\text{Li}$ che è 2-3 ordini di grandezza inferiore rispetto alle misure in stelle povere di metalli. I programmi a più lunga scadenza richiedono invece un nuovo acceleratore con energie di 4-5 MeV che potrà essere realizzato grazie al finanziamento premiale LUNA-MV.
- La comunità è inoltre impegnata nello studio sistematico dei numerosi meccanismi e reazioni nucleari che stanno permettendo di fare passi avanti nella comprensione del processo della nucleosintesi. Sfruttando tecniche particolari, ad esempio la cinematica inversa (esperimento ERNA a Caserta) e quella detta del cavallo di Troia (esperimento ASFIN ai LNS), si sono e si stanno misurando reazioni utili a questo importante scopo. Sono di rilievo in questo contesto i dati relativi ad affrontare il problema della scarsità degli elementi Li, B e Be e utili per i modelli che descrivono i fenomeni che avvengono all'interno delle stelle, la produzione di neutrini solari inclusa. Grazie al premiale LNS-ASTROFISICA NUCLEARE questa attività potrà utilizzare nel triennio fasci radiattivi di migliore qualità presso il LNS.
- Lo studio delle reazioni neutrone-nucleo sta attualmente ricevendo molta attenzione in molti laboratori, non solo perché la cattura neutronica riveste grande importanza per la nucleosintesi degli elementi più pesanti del ferro ma anche per contribuire alle tecnologie nucleari emergenti. La collaborazione n-TOF al CERN è fortemente impegnata in questi studi, ha ottenuto risultati di grande interesse e ha un programma ben delineato per i prossimi anni ed in particolare farà ricerca utile per gli sviluppi nel campo di produzione dell'energia nucleare mediante fissione. Sono inoltre allo studio possibili attività con nuove sorgenti di neutroni anche presso i laboratori INFN.

Di seguito sono elencati gli esperimenti in corso per il prossimo anno, il personale e le strutture coinvolte, le previsioni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro).

Area di ricerca	Esperimento	Fase dell'esperimento	PETP (*)	Strutture partecipanti	Previsione Spesa (K€)
Dinamica dei quark e degli adroni	JLAB12	Sviluppo strumentazione per programma a 12 GeV. Analisi dati per esperimenti già effettuati, simulaz. e prepar. esperm. futuri	37,82	8	785,5
	MAMBO	Presi dati BGO-OD; installaz. 1/2 rivelatore MRPC; completam. installaz. MWPC, costruz. e installaz. relativi supporti meccanici	13,2	6	212,5
	PANDA	Previa approvazione dall'INFN dell'esperimento, costruzione central tracker; realizzazione prototipo di r.o. x rivelatore di vertice; collaborazione a realizzazione TDR Forward STT	23,63	5	232,5
	PAX	c/o COSY preparazione ed effettuazione esperimenti di filtraggio con bersaglio longitudinale	10	2	107,0
	KAONNIS	SIDDHARTA2: installaz. su DAFNE e presa dati, compatibilim. con schedula DAFNE. Finalizzazione analisi dati SIDDHARTA su atomi kaonici. AMADEUS: installaz. degrader/target in KLOE	14	2	118,5
	ULYSSES	Trasferimento ed installaz. complesso rivelatori al Ge Hyperball-J; esp. E13: inizio presa dati; esp. E05: inizio ricerca ipernuclei	2,3	1	19,5
	ASACUSA	Analisi dati	5,8	1	23,0
Transizioni di fase nella materia nucleare	ALICE	Analisi dati.	141,07	12	2.785,5
	EXOCHIM	Test, preparazione turni ed analisi dati. Sottomissione proposal per fasci con CHIMERA e FARCOS	28,5	5	341,0
Struttura nucleare	GAMMA	Messa in funz. elettronica e sistema acquisizione di GALILEO. Preparazione turni di misura AGATA al GSI, EURICA a RIKEN e GALILEO ai LNL. Costruzione moduli prototipo NEDA.	44,71	5	913,5

e dinamica delle reazioni	NUCL-EX	Esperimenti da proporre ai LNL con apparati GARFIELD, 8pLP e RIPEN. FAZIA: costruzione dimostratore di 192 telescopi	23,80	4	248,0
	EXOTIC	Presentaz. 1 proposal con fascio esotico linea EXOTIC ed 1 di sviluppo di fascio di 6He; messa a punto 8 telescopi completi.	6	2	102,5
	PRISMA-FIDES	Completam. installaz. nuova camera scattering per PRISMA; test nuovi detector e DAQ upgradato per il braccio PRISMA; installaz. e test nuovo sist. pompaggio gas e controllo del vuoto spettrometro PISOLO. Test e misure sperimentali in vari sistemi	6,3	2	110,0
	LNS-STREAM	Completamento analisi dati degli esperimenti effettuati e realizzazione di esperimenti approvati dal PAC.	10,95	1	98,0
	DREAMS	Multineutron transfer: pubblicaz. risultati e preparaz. esp. al CS. Rainbow nucleare: compl. analisi dati e preparaz. esp. al CS. Charge Exchange: preparaz. esp. al CS. Preparaz. esp. al TRIUMF; compl. analisi FIRST; prepar. test camere FINUDA	11,98	4	141,0
Astrofisica nucleare e ricerche interdisci- plinari	AEGIS	Fase avanzata installaz dell'apparato riguardo alla manipolaz. di particelle cariche e run con elettroni, positroni e protoni	21,8	4	243,0
	LUNA3	Pubblicazione risultati delle misure già effettuate e misure di ulteriori reazioni.	12,5	6	219,5
	N-TOF	Completamento analisi dati ed ulteriori misure a Gelina.	9,5	3	106,0
	ERNA	Conclusioni misure con punti a bassa en.; vers. def. 2 camere x jet target; realizzaz. 4 rivelat. per camera di scattering; studio di fattibilità approccio speriment. innovativo AMS(Circe)-ERNA	14,4	2	157,5
	ASFIN2	Analisi dati misure 2012; ulteriori esperimenti e misure in vari laboratori italiani e stranieri	15,78	2	100,5
	VIP	Analisi dati e determinaz. prelimin. probabilità di violaz. del PEP con setup upgradato; presa dati con e senza segnale ai LNGS	5,2	1	44,5
Totale			459,24		7.109,0

(*) Personale equivalente a tempo pieno

3.3.4. Fisica teorica (Commissione Scientifica Nazionale 4-CSN4)

L'attività coordinata dalla CSN4 è organizzata in sei settori (detti Linee Scientifiche) che coprono i campi più importanti della ricerca in fisica teorica, e cioè:

1. Stringhe e teoria dei campi
2. Fenomenologia delle particelle elementari
3. Fisica nucleare e adronica
4. Metodi matematici
5. Fisica astroparticellare e cosmologia
6. Meccanica statistica e teoria dei campi applicata

Questa attività si sviluppa in stretta connessione sia con il mondo accademico sia con altri enti di ricerca in Italia e all'estero. La varietà e la qualità della ricerca svolta dalla CSN4 sono dimostrate dall'alto numero di pubblicazioni, citazioni e relazioni a conferenze internazionali. Molte delle ricerche teoriche si svolgono in stretto collegamento con le attività sperimentali dell'INFN in fisica delle particelle elementari, in fisica nucleare e in fisica astroparticellare coordinate dalle altre CSN dell'INFN. Le collaborazioni internazionali sono fortemente supportate dalla CSN4 che infatti utilizza gran parte del suo budget totale per scambi con istituzioni straniere. Inoltre, gli accordi dell'INFN con ITEP, JINR, IHEP (Russia), MEC (Spagna), MIT (USA), ICTP e ECT* (Italia) vengono intensamente sfruttati dai fisici teorici della CSN4 e forniscono ulteriori opportunità per scambi e collaborazioni internazionali. In particolare lo studio delle teorie di gauge sul reticolo da un lato si svolge nell'ambito di collaborazioni internazionali medio-grandi come ETMC o CLS, dall'altro si appoggia a infrastrutture europee di supercalcolo come PRACE. Similmente l'attività di fenomenologia si svolge anche nell'ambito di grandi "working groups" internazionali che spesso lavorano nei grandi laboratori come il CERN. Infine, un'altra attività importante e tradizionale della CSN4 è la formazione di giovani ricercatori e studenti. Ciò si riflette anche nell'elevato numero di pubblicazioni con dottori di ricerca e dottorandi che rappresentano infatti oltre il 30% della produzione scientifica totale della CSN4.

ATTIVITÀ SCIENTIFICA

Lo studio dei problemi fondamentali della fisica nucleare e delle particelle elementari è entrato in una fase di

grande interesse a causa dello sviluppo dei fronti sperimentali lungo le linee dell'alta energia, dell'alta intensità e della fisica astroparticellare. Il cosiddetto "fronte dell'alta energia" consiste nel cercare di produrre nuove particelle pesanti usando acceleratori ad alta energia e ad alta frequenza di collisioni come il Large Hadron Collider (LHC) del CERN di Ginevra. Il cosiddetto "fronte dell'alta intensità" consiste invece nella ricerca di nuovi fenomeni, di nuove particelle e di nuove proprietà usando acceleratori ad energia medio-alta ma con un'altissima frequenza di collisioni. Infine, il cosiddetto "fronte astroparticellare" consiste nel considerare l'Universo stesso come una macchina naturale per produrre particelle e per fornirci indicazioni sulle proprietà della materia ed energia oscura, dei raggi cosmici etc. In questo contesto il compito della fisica teorica è quello di fornire metodi e modelli per interpretare le osservazioni sperimentali ed in particolare formulare teorie per estendere il Modello Standard delle interazioni fondamentali, al fine di includere i nuovi fenomeni della fisica elettrodebole e del sapore e di trovare candidati particellari di materia oscura. Esistono fondamentalmente due approcci per raggiungere questi obiettivi: uno detto "bottom-up", che partendo dai dati sperimentali e dalle fenomenologia arriva all'elaborazione di modelli e teorie di nuova fisica, e uno detto "top-down" che partendo invece da astratte teorie spesso basate su sofisticati strumenti matematici giunge ad implicazioni fenomenologiche da confrontare con i risultati sperimentali.

Nell'approccio "bottom-up", molto importante è lo studio degli aspetti fenomenologici delle interazioni forti alla scala di Fermi (esplorata dagli esperimenti di LHC) o lo studio dei meccanismi di rottura della simmetria elettrodebole per spiegare l'origine della massa. Inoltre è fondamentale continuare l'analisi dei dati provenienti dagli esperimenti di astrofisica al fine di trovare correlazioni tra segnali diretti o indiretti di materia oscura nei diversi esperimenti. La correlazione tra questi segnali e l'eventuale produzione di materia oscura a LHC costituisce una delle sorgenti più interessanti per teorie di nuova fisica oltre il Modello Standard. A questi studi si affianca l'attività di ricerca sulla fisica del sapore, sui meccanismi di leptogenesi nel contesto di teorie unificate, lo studio del mescolamento delle diverse specie di fermioni in modelli con o senza supersimmetria alla scala debole o in modelli con "dimensioni extra", cioè con altre dimensioni oltre quelle corrispondenti allo spazio e al tempo che conosciamo.

Un esempio tipico e molto importante dell'approccio "top-down" della fisica teorica è rappresentato dalla teoria delle superstringhe che fornisce uno schema consistente per la unificazione a livello quantistico di tutte le forze fondamentali, inclusa la gravità, nell'ambito del quale le particelle elementari e i mediatori delle forze sono associati a diversi modi di vibrazione di oggetti estesi unidimensionali detti stringhe. Nel limite in cui la lunghezza delle stringhe diventa trascurabile, questa teoria si riduce alla relatività generale (ovvero alla sua estensione supersimmetrica, la supergravità) unificata con le altre interazioni fondamentali descritte dalle cosiddette teorie di gauge. Negli ultimi anni lo studio della teoria delle stringhe e delle loro generalizzazioni a più dimensioni, dette membrane o più concisamente "brane", è stato uno degli argomenti di punta della ricerca fondamentale in fisica teorica a livello mondiale, portando alla formulazione dei cosiddetti modelli di "brane-world" per la descrizione della fisica delle particelle elementari. Inoltre, lo studio delle brane e della geometria ad esse associata ha aperto nuove prospettive per la comprensione del settore non-perturbativo delle teorie di gauge portando alla formulazione di varie corrispondenze gauge/gravità il cui prototipo è la dualità AdS/CFT che oggi trova applicazioni e sviluppi in numerosi e svariati settori, dalla idrodinamica alla fisica della materia condensata.

L'attività coordinata dalla CSN4 non si esaurisce nei temi menzionati finora, ma ha importanti estensioni nello studio degli aspetti più formali della teoria dei campi, nella fisica matematica, nella fisica statistica, nella biofisica, nella turbolenza o nell'applicazione di tecniche e modelli fisici in ambito economico.

Una delle iniziative di maggior successo è l'Istituto Galileo Galilei in Arcetri (GGI). Istituito dalla CSN4 nel 2005, il GGI si è conquistato una consolidata fama internazionale nell'organizzazione di workshop a cui partecipano scienziati provenienti da tutto il mondo; i fondi necessari al suo funzionamento sono forniti a questo scopo dall'INFN e permettono di organizzare circa tre workshop l'anno, di durata variabile tra 8 e 10 settimane, oltre ad alcune scuole post-dottorali, miniworkshop e meeting di varia natura. Maggiori informazioni possono essere reperite alla pagina <http://www.ggi.fi.infn.it/>.

SETTORI DI RICERCA E COMPOSIZIONE

Come detto in precedenza, l'attività della CSN4 è organizzata in sei Linee Scientifiche i cui principali argomenti di ricerca sono qui di seguito brevemente menzionati:

1. STRINGHE E TEORIA DEI CAMPI:

superstringhe, supergravità, teorie supersimmetriche; dimensioni extra; gravità quantistica e cosmologia;

dinamica non-perturbativa nelle teorie di gauge; QCD a grandi distanze, applicazioni alla meccanica statistica; fenomeni critici e gruppo di rinormalizzazione.

2. FENOMENOLOGIA DELLE PARTICELLE:

fisica del neutrino, fisica dei sapori, fisica oltre il modello standard, materia oscura, QCD, fisica adronica, rottura della simmetria elettrodebole e della supersimmetria.

3. FISICA ADRONICA E NUCLEARE:

fisica degli ioni pesanti, materia adronica e modelli di QCD, struttura e reazioni nucleari, studi numerici delle fasi di QCD, plasma di quark e gluoni, fenomeni di trasporto, distribuzioni partoniche generalizzate.

4. METODI MATEMATICI:

relatività generale e fisica gravitazionale, geometria non-commutativa e gruppi quantici, struttura algebrica in teorie di campo, stabilità dinamica classica e quantistica, entanglement e chaos, geometria di sistemi dinamici e sistemi integrabili.

5. FISICA ASTROPARTICELLARE E COSMOLOGIA:

fisica delle stelle di neutroni, supernovae, sorgenti di radiazione astrofisiche, neutrini in fisica, astrofisica e cosmologia, sorgenti di onde gravitazionali, buchi neri, modelli inflazionari, materia oscura ed energia oscura, fenomenologia alla scala di Planck, teorie di gravità.

6. TEORIA DEI CAMPI E MECCANICA STATISTICA:

metodi non perturbativi della teoria quantistica dei campi applicati a sistemi statistici, sistemi di elettroni fortemente correlati, condensazione di Bose-Einstein, meccanica statistica di non-equilibrio, biofisica quantitativa, protein folding, regolazione genica, turbolenza, sistemi disordinati, vetri di spin, reti neurali.

Alle attività di ricerca della CSN4 contribuiscono circa 1000 scienziati provenienti da tutte le sezioni dell'INFN, da quattro gruppi collegati e da tre dei quattro laboratori nazionali. Le attività sono attualmente organizzate in 50 progetti di ricerca denominati "Iniziativa Specifiche", che aggregano ricercatori di diverse sezioni per conseguire comuni finalità scientifiche. I settori di maggior investimento sono: stringhe e teoria dei campi, fenomenologia delle particelle e fisica astroparticellare e cosmologia.

Di seguito sono elencati le iniziative in corso per il prossimo anno, il personale e le strutture coinvolte, insieme alle previsioni di spesa (importi in migliaia di euro).

Area di ricerca	Iniziativa	Argomento	PETP (*)	Strutture partecipanti	Previsione Spesa (K€)	
Teoria dei campi	TV12	String Theory and Fundamental Interactions	43,3	7	52,5	
	PI14	Nonperturbative dynamics in gauge theories and in string theory	32,8	7	42,0	
	MI12	Gauge and string theories	51,35	8	60,5	
	BO11	Quantum and semi-classical gravity, black holes and cosmology	19	4	24,0	
	FI11	Low-Dimensional Field Theory, Integrable Systems and Applications	39,7	6	39,0	
	PI11	Quantum field theory and statistical mechanics	23,5	5	34,0	
	NA12	Gravitation and inflationary cosmology	23,3	5	30,0	
	TS11	Gravity, fields and strings	16,8	5	17,0	
	MI11	Lattice Field Theory and Computational Particle Physics	11	6	14,0	
	PI12	Non-perturbative QCD	8,4	4	10,5	
	PI13	Metodi di teoria di campo	7	2	6,5	
	CT11	Non-perturbative effects and vacuum structure in quantum field theory	4,9	1	7,0	
	Fenomenologia	PR21	Field theory of fundamental interactions	19,7	7	28,0
		PI21	Field theories and model building of elementary particles	23	3	27,0
RM21		Fenomenologia delle particelle elementari	17,1	3	23,5	
PD21		Fenomenologia delle interazioni fondamentali	13,2	2	24,5	
RT21		Phenomenology of fundamental interactions	18,5	3	19,0	
RM123		A first principle approach to phenomenology	11,8	3	13,5	
LF21		Phenomenology of elementary particle interactions at colliders	8,4	2	16,0	
BA21		Phenomenology of gauge theories	14	3	13,0	
TO23		Studies and MC simulations of fundamental interactions at colliders	7	1	10,5	
PG21		Fenomenologia delle interazioni fondamentali	2,7	1	4,0	
LE21		Precision physics at LHC	2,1	2	4,0	
		AD31	Structure of hadrons and of cold hadronic matter	15,07	6	20,5
		RM31	Fisica delle collisioni di ioni pesanti di altissima energia e fasi della QCD	28,05	8	34,5
	MB31	Microscopic theories of strongly interacting many-body systems	17,5	7	19,0	
	FB31	Few-Body systems in nuclear physics	10	4	16,5	
	NA31	Microscopic approaches to the study of nuclear structure	6	1	11,0	
	TO31	Spin physics and the proton structure	7	3	12,5	

Fisica nucleare	CT31	Structure and dynamics of many-body fermion systems	4,2	2	8,0
	PI32	Structure and reactions of exotic nuclei	8,45	4	10,5
	MI31	Astrofisica e strut. Nucl.; reazioni nucleari. Teoria di campo di sistemi finiti	4,5	1	4,5
Metodi matematici	NA41	The quantum-classical transition: physical and mathematical aspects	22,3	4	34,5
	GE41	Problemi matematici della meccanica quantistica	33	7	36,0
	MI41	From microscopic chaos to macroscopic systems: novel dynamical features	17,8	5	24,0
	RM41	Nonlinear integrable classical and quantum systems	12	2	12,5
	FI42	Noncomm. geometry, Poisson geometry and their symmetry in field th.	11,3	3	16,5
	LE41	Nonlinear systems. Theory and applications	8,9	2	14,5
Fisica Astro-particellare	FA51	Fisica astroparticellare	74,1	13	78,5
	PD51	Cosmology, inflation, Dark Matter and the large-scale structure of universe	37,9	8	38,5
	OG51	Gravitational wave sources	15,2	5	19,5
	CT51	Nuclear matter and compact stellar objects	14,6	5	17,0
	GS51	Planck scale phenomenology	22	3	21,5
Fisica statistica e teoria di campo applicata	TO61	Biological applications of theoretical physics methods	51,3	14	66,5
	TV62	Particles and fields in complex flows	20,9	7	21,0
	LF61	Synchrotron radiation spectroscopies and strongly correlated electronic systems	13,49	2	17,0
	BO61	Dynamical systems and statistical physics	12	3	11,0
	RM62	Classical and quantum statistical mechanics and information theory	4	2	6,0
	BO62	Models and MC simulations in Statistical and Quantum Mechanics	2,5	2	4,5
	RM61	Physics of disordered and complex systems	2,6	2	4,0
Totale			895,21		1.100,0

(*) Personale equivalente a tempo pieno

3.3.5. Ricerche tecnologiche e interdisciplinari (Commissione Scientifica Nazionale 5-CSN5)

L'INFN, attraverso la Commissione Scientifica Nazionale 5 (CSN5), promuove e sviluppa la ricerca nel campo della fisica degli acceleratori, dei rivelatori di radiazione, dell'elettronica, dell'informatica e della fisica interdisciplinare. In quest'ambito il ruolo svolto dalla CSN5 a livello nazionale è di guida e coordinamento fra ricercatori di differenti discipline (Nucleare, Particellare, Astroparticellare, Struttura della Materia, Ingegneria Elettronica e Informatica, Biologia, Medicina, Chimica), rafforzando così anche il raccordo dell'INFN con l'Università e gli altri enti nazionali di ricerca: CNR, INAF, IIT (Istituto Italiano di Tecnologia), ASI, INAF, INGV.

Le nuove frontiere della ricerca sui rivelatori e l'elettronica associata seguono i grandi progetti sperimentali che impegnano l'INFN. Grande attenzione è rivolta ad esempio alla progettazione di elettronica VLSI (Very Large Scale Integration) analogica e digitale, allo studio di nuovi processi costruttivi, all'analisi e sintesi di architetture digitali ad alte prestazioni per applicazioni di trigger, acquisizione dati e computing on-line. Tali attività, svolte nell'ambito delle grandi collaborazioni internazionali, già guardano alle richieste del dopo LHC (SLHC) e agli esperimenti della "fisica del flavour" di alta precisione. Inoltre si porrà grande attenzione allo sviluppo di nuovi e più avanzati sistemi di rivelazione di raggi X o gamma per radioastronomia su satellite e per esperimenti di fisica interdisciplinare basati sull'uso della radiazione elettromagnetica dal lontano infrarosso ai raggi X, ai raggi gamma delle future Compton Sources per la fotonica nucleare.

Sul fronte delle ricerche interdisciplinari, molte delle applicazioni delle tecniche sviluppate dall'INFN sono di grande impatto socio-economico in vari settori.

1. Biomedicina. Le competenze dell'INFN nell'ambito degli acceleratori, dei rivelatori e dello studio delle interazioni radiazione-materia hanno trovato applicazioni rilevanti nell'imaging medico, nella terapia dei tumori (sviluppo di piani di trattamento in radioterapia con fasci di protoni e ioni), nella dosimetria e nello studio dell'evoluzione cellulare.
2. Salvaguardia dell'ambiente e dei beni culturali. Le stringenti richieste degli esperimenti di fisica fondamentale applicati allo studio degli eventi rari hanno portato allo sviluppo di tecnologie e metodiche di misura estremamente avanzate e di elevatissimo livello di sensibilità. La sensibilità strumentale, le metodiche analitiche e le competenze sviluppate hanno ad oggi già prodotto importanti risultati e ricadute in molti ambiti tecnologici/applicativi o sociali: indagini ambientali, analisi di reperti di interesse artistico, archeologico e storico.
3. Servizi innovativi per i cittadini. L'applicazione delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) a supporto delle interazioni tra cittadini e pubbliche amministrazioni ha reso estremamente interessanti gli sviluppi in ambito INFN del paradigma della GRID e successivamente del Cloud computing. Tali tecnologie si applicano non solo ad e-Government, ma anche alla domotica e più in generale al miglioramento della vivibilità delle città in termini di traffico, risparmio energetico e altro.

Inoltre saranno incentivate le attività legate allo sviluppo ed applicazione interdisciplinare della luce di sincrotrone e alle sorgenti di radiazione di nuova generazione. Tali attività vedono l'INFN interagire, attraverso gli esperimenti finanziati dalla CSN5, con le principali istituzioni di ricerca e di controllo nazionali e regionali operanti nel settore sanitario, quali l'Istituto Superiore di Sanità, il Ministero della Salute, Enti (ITT, CNR, INGV), Fondazioni ed Aziende Sanitarie nazionali e regionali. Sarà incoraggiata l'attività di trasferimento tecnologico anche attraverso lo sviluppo di appositi accordi di collaborazione con le associazioni industriali di categoria (CONFINDUSTRIA e CONFAPI).

Nei prossimi tre anni in particolare, in una prospettiva temporale comunque proiettata anche oltre il triennio, verrà posta particolare attenzione allo studio e allo sviluppo di sistemi di rivelazione per i futuri esperimenti e dell'elettronica associata. Infatti i futuri esperimenti di fisica delle alte energie (SLHC, collider lineari, SuperB) saranno caratterizzati da stringenti richieste per i sistemi di tracciatura che dovranno operare ad alto rate con una minima quantità di materiale. In questo ambito saranno studiate anche altre soluzioni basate sull'impiego di silicio su substrato isolante e su diamanti sintetici policristallini. Grande rilievo nel prossimo decennio si darà anche allo sviluppo di tecniche di trasmissione dati digitale ad alta velocità, di sensori, convertitori e strumentazione metrologica di interesse per la fisica fondamentale, applicata e interdisciplinare, e alla riduzione del danno da radiazione attraverso lo studio di nuovi processi e di appropriate tecniche di progetto.

Una linea di ricerca particolarmente rilevante sarà lo sviluppo tecnico di rivelatori bolometrici. Questi rivelatori, oltre ad avere grandissimo interesse per gli esperimenti di fisica fondamentale (doppio decadimento beta, ricerca di materia oscura) hanno importanti applicazioni nella spettroscopia di raggi X. Gli sviluppi tecnologici connessi con questa attività, svolta in collaborazione con industrie italiane, permetteranno all'INFN di collocarsi alla frontiera di questo campo di ricerca e sviluppo.

Nel campo della fisica degli acceleratori si svilupperanno, nel medio termine, sorgenti di ioni con correnti molto maggiori di quelle disponibili; daranno risultati le linee di ricerca relative all'incremento della luminosità, alle tecniche innovative per minimizzare l'emittanza dei fasci, quelle per il miglioramento dell'accettanza delle strutture acceleranti e per la realizzazione di tecniche di accelerazione a plasm. Gli studi sulla produzione di fasci di raggi X monocromatici (ottenibili per scattering da pacchetti di elettroni e luce laser), da una parte promettono un innovativo imaging biomedico in vivo, dall'altra fanno nascere studi teorici sulla possibilità di emissione di raggi X coerenti, mediante processo FEL (Free Electron Laser), sia in regime quantistico che classico. Grazie alla tecnica dell'Inverse Compton Scattering (ICS) nel prossimo decennio sarà possibile realizzare sorgenti di raggi X quasi monocromatiche realizzate facendo collidere un fascio di elettroni con impulsi dell'ordine dei picosecondi e di alta brillantezza, con impulsi laser di alta energia. Lo ICS permette di selezionare le energie dei raggi X e la risoluzione temporale in maniera estremamente accurata. Nella diagnostica medica questa disponibilità di sorgenti (quasi) monocromatiche, (parzialmente) coerenti e di piccole dimensioni spaziali (decine di micrometri) permetterà l'utilizzo di tecniche innovative non possibili con le sorgenti convenzionali. Le sorgenti ICS saranno protagoniste nei prossimi anni dell'apertura dell'era delle fotonica nucleare, in cui fasci di fotoni di energia tra 2 e 20 MeV rappresenteranno la radiazione di sincrotrone di quinta generazione per studi ed applicazioni nucleari. A energie molto più elevate (fotoni > 50 MeV), le sorgenti ICS possono essere usate come primo stadio per la produzione di positroni polarizzati per collider lineari. Sorgenti basate su ICS sono in costruzione o in fase di progetto in diversi laboratori. L'INFN, grazie al fascio di elettroni di SPARC e al laser FLAME, ha realizzato una importante infrastruttura (SPARC-LAB) ai LNF che le permette di essere uno dei centri leader mondiali per lo studio delle interazioni elettroni fotoni e di sviluppare sistemi di accelerazione innovativi per applicazioni in campo medico anche in collaborazione con l'industria e/o con enti di ricerca di altri paesi europei. Tra i progetti europei nei quali l'INFN, grazie alle competenze sviluppate nell'ambito di SPARC-LAB, avrà un ruolo di guida ci sarà sicuramente il progetto ELI (Extreme Light Infrastructure).

L'applicazione della fisica fondamentale alla salute dell'uomo e all'ambiente sta diventando un'esigenza primaria e riconosciuta della ricerca moderna.

Nel campo dell'adroterapia, oltre alle già citate attività di fisica degli acceleratori, cresceranno gli studi di modellistica e radiobiologia, che hanno inoltre ricadute anche sull'attività umana nello spazio. Argomenti portanti saranno in questo campo gli studi di radiobiologia, le misure di sezioni d'urto di frammentazione nucleare e le simulazioni connesse che permetteranno, nel campo della radioterapia, la realizzazione di piani di trattamento più mirati. Saranno inoltre studiati sistemi innovativi di imaging del tipo Proton Computed Tomography e PET-Online.

Nel campo della fisica ambientale è prevedibile un incremento di specifiche iniziative di ricerca, come la realizzazione di un Laboratorio di Radioattività Ambientale ai LNGS per le analisi di radionuclidi e le loro applicazioni nel campo della Fisica Terrestre, dell'Ambiente, e della non proliferazione nucleare. Le attività saranno svolte in collaborazione con Istituti di Ricerca e Organizzazioni Internazionali quali l'IAEA (International Atomic Energy Agency) e l'ICTP (International Centre for Theoretical Physics).

Volendo dettagliare gli obiettivi questi sono:

Ricerca in Fisica degli Acceleratori: Sorgenti di ioni, esperimento dimostrativo di un FEL pilotato da un acceleratore a plasma, fasci ad alta brillantezza, sorgente di radiazioni al THz, sorgenti Compton, accelerazione laser-plasma, dipoli superconduttori a ciclo rapido, strutture di accelerazione in banda X, prototipo di un sistema di controllo per gli acceleratori di particelle basato su tecnologie ad alte prestazioni di servizi Internet.

R&S sui Rivelatori: Rivelatori per esperimenti XFEL, Rivelatori da installare alla neutron spallation source, Sensori resistenti alla radiazione per SLHC, Rivelatori ad alta risoluzione per raggi X di bassa energia.

Elettronica: Sviluppo di sensori e di elettronica di lettura ad integrazione verticale (3D), Dispositivi deep submicron: 65nm e oltre, processi per futuri rivelatori nelle scienze applicate (luce di sincrotrone, X-FEL, imaging medico), Silicon On Insulator, Depleted monolithic devices, Single Event Effects, Simulazioni dei dispositivi.

Calcolo Scientifico: architetture di sistemi di calcolo basate su processori multi-core utilizzati come moduli di base di sistemi di calcolo massicciamente paralleli per applicazioni scientifiche.

Fisica Applicata e Interdisciplinari: Metodi e strumenti innovativi per migliorare l'Adroterapia, Disegno e test di un apparato per la Tomografia Computerizzata con protoni (pCT), Rivelatore TOF-PET con una risoluzione temporale di qualche decina di picosecondi, Sviluppo di un Centro Nazionale di Datazione per i Beni Culturali, Laboratorio per il Monitoraggio della Radioattività Ambientale, Radiografia muonica per applicazioni in geologia, Sviluppo di nuovi metodi di irraggiamento e di rivelatori innovativi da utilizzare presso le future infrastrutture di produzione di ioni pilotati da laser.

Di seguito sono elencati gli esperimenti in corso per il prossimo anno, il personale e le strutture coinvolte, le previsioni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro).

Area di ricerca	Esperimento	Fase dell'esperimento	PETP (*)	Strutture partecipanti	Previsione Spesa (K€)
Fisica medica	APOTEMA	Sviluppo di bersagli di potenza per produz di Mo-99/ Tc99m con acceleratori, per uso in medicina nucl: perfezion. metodi radiochimici estraz. da Mo arricchito. Test imaging	14,5	4	55,5
	DEUTERONS	Studi di produzione radionuclidi neutron rich per radioterapia metabolica, ad elevata attività specifica con fasci di deuteroni: misura dati nucleari; processamento radiochimico bersagli irraggiati; test marcatura radiofarmaci	1,6	1	25
	DISO	Verifica sperimentale di modelli di ricostruzione di dose in paziente e realizzazione di moduli generalizzati di calcolo computerizzato per la ricostruz. in tempo reale della dose nel punto di isocentro del trattam. radioterapico: sviluppo sperimentale ricostruzione dose isocentrica x fasci dinamici	5	1	10
	MIMO-BRAGG	Studio della dipendenza dalla posizione lungo la curva di Bragg dell'induzione di danno citogenetico in cellule umane normali da ioni accelerati: irraggiamenti c/o LNS e CNAO	5,3	2	25,5
	MIND	Sviluppo modelli statistici per analisi immagini mediche: sviluppo modelli x analisi integrata dati clinici e modelli predittivi x discriminazione precoce diverse patologie; test nuove sequenze acquisiz. su piccolo insieme di soggetti	6,9	2	8
	MITRA	Approccio completo alla microdosimetria x migliorare la radioterapia con adroni	10,1	4	101,5
	NETTUNO	Fisica nucleare applicata alla medicina (BNCT): misura della concentrazione del boro in tumori umani su modelli	3,1	2	85,5

Fisica medica		animali, con nuovi veicolanti del boro			
	NORMET	Implementazione di un sistema dosimetrico ESR e TL per misure in campi misti di radiazione: continuazione attività di sintesi di materiali dosimetrici; preparazione e caratterizzazione dosimetri bidimensionali	8,7	3	25,5
	RADIOSTEM	Studio dei meccanismi di risposta radiobiologica a fotoni e a particelle cariche di cellule staminali tumorali.	16,9	2	33,5
	RAPID	Sviluppo di prototipi per dosimetria online con trasmissione dati wireless: test prototipo wireless con personale medico in camera operatoria	3,7	1	15
	RDH	Ricerca e sviluppo in adroterapia	43,86	12	215
	SPACEWEATHER	Fisica dell'ambiente spaziale in orbita terrestre. Effetti biomedici della radiazione sull'uomo: realizzazione di due sfere con elettronica associata e sistema di lettura	6,4	4	17
	TESLA	Disegno e sviluppo di bobine per trasmissione e ricezione di segnale nella risonanza magnetica a campo ultra alto	14,3	3	35,5

Beni culturali e ambiente	ERMES-U	Monitoraggio uranio in acqua per caratterizzazione fondo dei neutroni indotto da interazione acqua-roccia nei LNGS: misure di spettrometria gamma e analisi chimica in acqua; analisi uranio in acqua	6,6	1	11
	ETRUSCO-GMES	Ricerca interdisciplinare e sviluppo tecnologico basata su Satellite Laser Ranging per unificazione e miglioramento prestazioni GALILEO, GMES, Cosmo-SkyMed, Cosmo-SkyMed Second Generation, IRNSS	13,3	1	77
	INFN-DATING	Riduzione dell'incertezza nella misura della datazione, correlata soprattutto con il campo archeologico, usando le tecniche AMS e luminescenza: studio dei sistematici di natura non nota, in reperti archeologici e/o artistici.	25,6	7	67,5
	MANIA	Studio per migliorare sensibilità, tracciabilità e applicabilità di metodologie nucleari per caratterizzaz. composizionale completa di campioni di aerosol atmosferico: test di fattibilità di misure ED-XRF su campioni di particolato atmosferico; confronto tra misure con AMS e metodi ottici su 14C; test analisi del PM e standard con tecniche IBA	14,74	4	31
	MURAY2	Radiografie di strutture geologiche di grandi dimensioni: installaz. su siti di 1 rivelat. prototipo, acquisiz. e analisi dati	3,9	2	50

Rivelatori	4D-MPET	Rivelatori gamma basati su scintillatori inorganici veloci e ad alta resa luminosa per applicazione PET 4D: caratterizzazione e test dell'elettronica di read out	11,68	4	50
	ABSURD	Studio di scintillatori organici a bassa temperatura per esperimenti di fisica degli eventi rari con rivelatori termici: misura a 10 mK in refrigeratore a diluizione, con rivelatore di luce holometrico circondato da film scintillatori	2,1	2	25
	ASPIDE	Studio delle tecniche di caratterizzazione e diagnostica di rivelatori in silicio e dell'elettronica di f.e.: qualificaz. profilo spaziale fascio protoni; scansioni 2D con protoni monoenergetici su "case studies" rilevanti; test con protoni di rivelatore microstrip a doppia faccia (in sinergia con gr.3)	3,9	2	33
	DIAMED	Sviluppo dosimetri innovativi per applicazioni in tecniche avanzate di radioterapia: completamento attività di sviluppo del dosimetro ad elevata regione di svuotamento per applicazioni in-vivo	6,5	2	22
	DIAPIX	Sviluppo prototipi rivelatore a diamante policristallino per tracciatori a pixel ultra resistenti alla radiazione	19,2	8	148,5
	HYDE	Rivelazione neutroni con rivelatori ibridi: test elettrici sistemi 3D; caratterizzazione risposta sistemi 3D con polisilossani ai prodotti di reaz. con neutroni; progettaz. sistema APD-3D	8,2	3	27
	MCS	Sviluppo di un dispositivo per realizzazione di rivelatore di tracciamento per futuri esperm. HEP: realizzaz. 1° prototipo	1	1	11,5
	NESCOFIABTF	Sviluppo di sistemi innovativi per la spettrometria in linea dei fasci neutronici pulsati ad alta intensità: costruzione e calibrazione di 1 prototipo attivo x ognuno degli spettrometri	3	1	51,5
	NIRFE	Rivelazioni di raggi cosmici ad altissima energia dalla luce di fluorescenza dell'atmosfera nel vicino infrarosso: montaggio apparato di rivelazione; conclusione progetto ottico e progettazione meccanica struttura di supporto	3,8	2	44,5

	PARIDE	Studio fotocorrente e giunzioni silicio-nanotubi di carbonio: produz. substrati; crescita nanotubi; analisi spettroscopiche e misure efficienza quantica; progettaz. elettronica lettura	9,05	4	29,5
	POLARIS	Realizzazione targhette polarizzate attive per interazione neutrini: conclusione misure di energia minima su cristallo paramagnetico e analisi spettri gamma da cristallo GSO	3,9	2	26,5
	REDSOX	Sviluppo tecnologia planare per rivelatori a deriva di silicio e relative elettroniche di lettura per applicazioni di astrofisica, imaging e spettroscopia di luce X.	13,3	5	340
	SPIDER2	Progetto integrato di sviluppo di un nuovo rivelatore Cherenkov a riflessione totale di tipo focalizzante: completamento prototipo dimostratore FDIRC	3,5	1	50
	TWICE	Sviluppo SiPM a tecnologia avanzata di grande superficie (~ 3 x 3 cm ²) e range dinamico: costruzione e test su fascio di 7 celle lunghe 1m; test dei SiPM applicati a mini-calorim.	15,7	6	127

Elettronica/ Computing	ALLDIGITAL	Studio, analisi di fattibilità e implementaz. dispositivo PLL e CDR all-digital, attraverso sviluppo e prototipizzazione su FPGA e successiva implementazione su ASIC: definizione architettura ottimale di PLL e CDR all-digital; prototipizzaz., test e verifica funzionale architettura scelta	2,4	3	8,5
	APOLLO	R&D sui sistemi di alimentazione di bassa tensione operanti in ambiente ostile per sLHC: realizzazione singolo modulo convertitore principale	8,7	4	101
	COKA	Studio performance processori di calcolo many-core per appl. fisica teorica, analisi dati e trigger esperimenti: porting e ottimizzaz. applicazioni complete di fisica teorica; studio utilizzo schede MIC per att. sperimentale (AGATA e CMS)	1,6	1	13
	DIGITHEL	Studio dispositivi superconduttori di calcolo: progettaz. CAD e realizzaz. dispositivi digitali supercond. al limite termodin.	0,6	1	19,5
	HEPMARK2	Calcolo per supporto esp. HEP: realizzaz. nuovi compilatori; misure su macchine virtuali e Amazon Elastic Cloud	1,3	1	9
	MC-INFN	Metodi di simulazione MC di interazioni delle particelle con la materia; metodi computazionali per applicazioni di fisica	10,9	3	32
	QUPIID-RD	Tecnologia applicata ai fotosensori di nuova generaz. con prospettive di applicaz. in esp. su materia oscura: finalizzaz. accoppiamento amplificatore PMT; caratterizzaz. sistema	0,9	1	8,5

Acceleratori	3L-2D	Diagnostica da luce di sincrotrone nel medio IR per fasci leptonici in acceleratore circolare: costruzione dell'apparato	1,3	1	60,5
	ARCO	Sviluppo metodologie di analisi per determinaz. parametri di criticità noccioli di reattori nucleari: acquisiz. dati; ottimizzaz. attiv. simulaz. reattore x analisi cinetica e dinamica reattori	7,8	2	31
	BEAM4FUSION	Applicaz. tecniche acceleratoristiche, computazionali e di rivelatori tripla GEM agli iniettori di fasci neutri per fusione termonucl. controllata e agli acceler. alta intensità: progetto diagnostica di neutroni: misura fascio con rivelatore nGEM	7,8	4	101,5
	CAPEN	Prod. e acceleraz. con ciclotroni ad alta potenza x esp. con fasci di neutrini: smontaggio sorgente VIS (LNS); montaggio sorgente a Vancouver; prove di iniez. e acceler.	1,5	1	12
	ICHAOS	Definizione e validazione di 1 nuovo paradigma per i sistemi di controllo ed acquisiz. acceleratori particelle: completam. progettaz. componenti fondamentali framework ICHAOS	4,7	2	27
	COOLBEAM	Studio tecniche di manipolaz. e raffreddamento di particelle cariche a bassa en.: costruz. prototipo strutt. quadrupolare; progettaz. e allestimento sorgente e sistema magneti	4,3	2	47
	ELIMED	Sviluppo di strumentazione innovativa, tecnologie e nuove metodologie per la dosimetria e radiobiologia per 1 linea di trasporto multidisciplinare con fasci di ioni generati dal laser	18,1	4	244,5
	ESOPO	Accrescimento densità elettronica di plasm su reattori tipo MDIS tramite sorgente ausiliaria di elettroni: conclusione costruzione SCL e test	3,4	2	8,5
	ICE-RAD	Studio delle interazioni coerenti fra fasci di particelle e cristalli per applicazioni fisica degli accel.: fabbricazione di cristalli e misure su fascio della radiazione generata in essi	10,7	2	100
	MICE	R&D verso 1 Neutrino Factory: dimostrazione sperimentale del Muon Ionization Cooling: ultime installazioni e presa dati	9,4	3	95

MOLOCH	Target innovativi di alta potenza x applicaz. in acceleratori di particelle: costruz. target alta conducibilità termica; studio tecniche separazione di metalli refrattari da target in lega	7,34	2	67
NEUTARGS	Sviluppo di targhette ad alta produz. di neutroni per varie applicaz. e progetti: costruz. setup irraggiam. e prove.	4,8	3	27
NORCIA	Realizzaz. di strutture ad elevato gradiente accelerante con tecnologie innovative basate su nuovi materiali HTSC per fisica acceleratori: studi di elettrodeposizione; realizzazione prototipi 3 celle; caratterizzaz. mat. HTSC; test sperimentali	6,1	2	127,5
NTA-IMCA	Studio dei materiali per la definiz. di superfici innovative per acceleratori che riducano le instabilità di fascio dovute a e-cloud: analisi di nuovi materiali; costruzione coating sottili e ottimizzazione processo di coating su superfici industriali	10,5	3	93
NTA-LC	Studio della tecnologia per il futuro Linear Collider: realizzazione di monitor e kicker a Frascati; realizzazione del sistema di diagnostica veloce a Milano	2,4	2	59
NTA-QSAL	Sviluppo di Quadrupoli Superconduttori per macchine acceleratrici per Alta Luminosità: sviluppo trasformatore di flusso per caricare i magneti	1,3	1	38
NTA-SHAMASH	Costruzione magneton sputtering per deposizione film sottili supercond. in cavità a QWR: completamento criostato e costruzione target più robusto per ISOLDE; approfondim. tecnica di purificaz. Niobio su cavità a 1,5 GHz	5,7	1	118
NTA-SL-COMB	Studio eccitazione risonante di un plasma per generaz. di alti campi acceleranti e compensaz. emittanza fascio accel.	6,6	4	109
NTA-SL-EXIN	Studio dell'iniezione di pacchetti ultra-corti di elettroni ad alta brillantezza in un'onda di plasma pilotata da laser ad alta intensità: acquisizione camera interazione, capillare, exapod e diagnostica laser-plasma	6	3	124,5
NTA-SL-G-RESIST	Studio acceleraz. laser-plasma, scattering Thomson non lineare e inverse Compton scattering: completam. del TDR apparato sperimentale; test di caratterizzaz. sorg. gamma	6,7	5	84,5
NTA-SL-LILIA	Studio dell'emissione di protoni da targhette sottili per interazione laser: completamento sistematica interaz. laser targhette solide; produzione, focalizzazione, selezione e trasporto di un fascio di protoni di qualche MeV	18,6	5	88
NTA-SL-POSSO	Studio di uso della radiazione da elettroni channelati per la produzione di fasci di positroni ad alta brillantezza per SuperB: ottimizzazione linea di fascio; studi preliminari diagnostica del fascio di positroni; installazione crystal chamber	2,5	1	19
NTA-SL-THOMSON	Effetti quantistici nel processo di Compton backscattering a SPARC-LAB	5,3	2	11,5
ODRI2D	Sviluppo di diagnostica non intercettante per fasci brillanti di elettroni: installaz. e implementaz. nel sistema di controllo	2,1	2	42
SL_FEMTOTERA	Investigazione ed uso radiazione coerente THz prodotta in interazione di pacchetti elettronici ultracompressi con schermi metallici: progettazione e montaggio 2 camere da vuoto con diagnostica CDR e Smith-Purcell; acquisiz. laser e inizio costruz. sist. EOS; caratt. materiali x detector veloci	5,9	4	54
SR2S-RD	Studio di sist. magnetostatico per protez. da astroparticelle di equipaggi di missioni interplanetarie: analisi dei requisiti del sistema; analisi architecture design; conceptual design	1,2	2	6
WADE	Studio dell'intrappolamento degli atomi di Francio e della rivelazione delle transizioni deboli in Rubidio e Francio: progettaz. camera intrappolam. In acciaio; sviluppo tecnica rivelazione; misura transizioni francio e rubidio	7,4	2	37,5
Totale		505,17		3899,0

(*) Personale equivalente a tempo pieno

3.4. Obiettivi individuali

Di seguito sono presentati i principali indicatori utilizzati dall'Istituto per la valutazione sia dei risultati scientifici sia dell'efficienza operativa delle strutture (con particolare riguardo alle attività amministrative, indirette e di supporto alla ricerca); mentre sui primi esiste una consolidata esperienza, sui secondi è attualmente in corso l'attività di definizione analitica degli obiettivi e dei conseguenti strumenti di misurazione dei risultati.

3.4.1. Peer Review

La valutazione nella ricerca fondamentale si basa prevalentemente su processi di *peer review*, costituiti dai giudizi di colleghi di alto profilo scientifico, riconosciuti dalla comunità internazionale; in questo contesto, fin dal 1997, l'Istituto ha affidato la valutazione complessiva delle proprie attività al giudizio di un Comitato di Valutazione Internazionale (CVI), che:

- redige su base annuale un rapporto sulla qualità della ricerca dell'Istituto, e
- fornisce indicazioni e raccomandazioni per migliorarne la *performance* globale.

Il CVI è costituito da esperti internazionali di chiara fama, sia nei campi dove l'Istituto conduce le proprie attività di ricerca, sia in settori che sono interessati o connessi a queste attività, come quello industriale e produttivo o più in generale quello economico; a garanzia dell'imparzialità del lavoro dal Comitato, nessun ricercatore, dipendente o associato INFN, è componente del CVI.¹

3.4.2. Produttività scientifica

Le **pubblicazioni scientifiche** costituiscono uno dei principali riferimenti per misurare la produttività nel campo della ricerca fondamentale. Il 2012 è stato caratterizzato, in aggiunta, dal compimento dell'esercizio VQS, gestito dall'ANVUR, per il settennio 2004-2010. Oltre ad informazioni quantitative e qualitative su internazionalizzazione, fondi di ricerca etc si è trattato di fornire 6000 differenti prodotti per i ricercatori dipendenti o incaricati. Nel futuro gli strumenti utilizzati per quest'esercizio verranno affinati e resi ancora più flessibili.

Nella tabella seguente mostrata il numero delle pubblicazioni INFN sul database ISI dal 2004 ad oggi divisa per linee scientifiche e per anno (per il triennio 2004-2006 è riportata la media). Le attività INFN sono responsabili per oltre un terzo degli articoli italiani (presenti nel DB WOS) per il settore di fisica ed astrofisica. L'ultimo rigo della tabella riporta (fonte:ISI-Thomson Reuters) la percentuale di articoli INFN sul totale degli articoli italiani in Fisica ed Astrofisica.

Linee di ricerca	Numero di pubblicazioni ISI					
	2011	2010	2009	2008	2007	2004-2006
Fisica delle particelle	300	277	195	256	280	296
Fisica astro-particellare	294	259	238	219	192	205
Fisica nucleare	276	258	223	206	266	255
Fisica teorica	1112	1183	1099	1191	1236	1127
Ricerche tecnologiche	361	320	326	333	325	264
Common	355	428	397	334	193	276
INFN	2700	2721	2478	2539	2492	2423
INFN/Italia	36	36	33	34	32	32

Si noti, al proposito:

- il valore molto elevato del numero di pubblicazioni nel campo teorico (CSN4) che riflette l'eccellenza della scuola italiana nel settore;
- la costante produzione scientifica dell'Istituto, su un periodo di molti anni, segno dell'ottimo livello di produttività scientifica e della continuità dell'impatto delle ricerche INFN in tutti i settori.

Oltre alle pubblicazioni ISI, per diffondere i risultati scientifici nei campi di ricerca propri dell'Istituto, i ricercatori INFN contribuiscono in modo significativo alla stesura di rapporti per grandi laboratori internazionali come il CERN o Fermilab, o a progetti editoriali simili come le pubblicazioni on-line, sia nel contesto di collaborazione con colleghi stranieri, sia per conto di Organizzazioni Internazionali; per il futuro, è prevedibile che la diffusione in formato elettronico delle pubblicazioni diventerà il sistema più utilizzato per la

¹ Il CVI incontra il Presidente dell'Ente, la Giunta Esecutiva e i Presidenti delle Commissioni Scientifiche, in una riunione di più giorni, nella quale vengono passate in rassegna tutte le iniziative scientifiche dell'Istituto e le linee di programmazione futura; alla riunione partecipa anche il Coordinatore dei Gruppi di Lavoro sulla Valutazione (GLV), costituiti a partire dall'anno 2000 per istruire il processo di autovalutazione secondo i criteri raccomandati dal Ministero attraverso il CIVR (Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca). I GLV, uno per ogni linea scientifica dell'Ente, hanno il compito di raccogliere in modo organico (in una relazione che viene consegnata al CVI) i dati oggettivi che descrivano la *performance* scientifica dell'INFN (inseriti se possibile in un contesto internazionale), insieme ad elementi utili a mostrare sia l'attività di alta formazione dei giovani svolta nell'ambito delle ricerche dell'Istituto, sia l'impatto socio-economico ed inter-disciplinare delle attività dell'Ente. Il CVI è anche punto di riferimento per il MIUR, al quale viene inviato ogni anno il suo rapporto finale.

comunicazione di risultati scientifici e le politiche editoriali di Open Access avranno un ruolo sempre maggiore.

L'utilizzo del database ISI-WOS suddetto permette, altresì, di accedere ad altri indicatori bibliometrici, come l'Impact Factor (IF), e di effettuare analisi più complesse legate al numero di citazioni. L'Impact Factor rappresenta la media delle citazioni degli articoli pubblicati in una determinata rivista su un periodo di due anni ed è derivato dal Journal of Citation Reports, edito da ISI, recante la caratterizzazione della qualità delle riviste corrispondenti. In questo contesto, quindi, può essere utilizzato per confrontare le riviste tra di loro, non ugualmente per estrarre informazioni sulla qualità di un singolo articolo pubblicato; anche nella prima accezione, estrema cautela deve essere utilizzata nell'uso dell'IF, soprattutto quando si confrontano discipline diverse tra loro, i cui ricercatori pubblicano su riviste con politiche editoriali che possono essere assai variegiate.

Nella tabella seguente sono, quindi, riassunti alcuni altri parametri che vengono utilizzati per esemplificare la qualità e le caratteristiche della produttività scientifica dell'Ente.

Linee di ricerca	Impact Factor Medio						Frazione di Autori INFN (%)					
	2011	2010	2009	2008	2007	2004-2006	2011	2010	2009	2008	2007	2004-2006
Fisica delle particelle	4.7	3.80	3.90	3.10	3.65	3.78	22	38	30	42	37	36
Fisica astro-particellare	3.8	4.08	4.40	2.80	2.89	2.15	51	51	53	64	64	75
Fisica nucleare	3.21	2.85	2.60	2.80	2.58	2.60	43	50	44	51	53	47
Fisica teorica	3.71	3.73	3.73	3.47	3.62	3.44	61	55	56	63	58	59
Ricerche tecnologiche	1.72	1.97	1.96	1.70	1.54	1.46	57	66	61	67	56	66

Si noti, al proposito:

- Il valor medio dell'Impact Factor risulta costante negli anni per ognuna delle linee scientifiche; risultano, anche, alcuni articoli molto significativi pubblicati su riviste ad altissimo Impact Factor come Nature o Science. In particolare, il valor medio della CSN5 (Ricerche tecnologiche) è assolutamente tipico delle riviste a carattere tecnologico e strumentale, rispetto a quelle che raccolgono risultati di fisica sperimentale e teorica, ed esemplifica perfettamente il caveat esposto sopra sulla necessità di differenziare la valutazione rispetto alle caratteristiche del settore scientifico di riferimento.
- La frazione di autori INFN è indicativa del livello di internazionalizzazione caratteristico delle attività di ricerca dell'Ente, in ogni settore. Anche in questo caso, come in quello dell'IF, il valor medio è estratto da distribuzioni multi-modali: ad esempio, dal mediare articoli con uno o pochi autori totali con gli articoli delle collaborazioni LHC, che hanno circa tremila autori ciascuno. Ciò rimanda alle oggettive difficoltà che si incontrano nell'utilizzare il cosiddetto "grado di proprietà" di un articolo (proporzionale direttamente alla percentuale di autori) per definire la qualità e la rilevanza della partecipazione istituzionale alla ricerca corrispondente. Nel caso di grandi collaborazioni internazionali, come quelle in cui operano i ricercatori che afferiscono alla CSN1 (Fisica delle particelle), il livello di partecipazione si attesta intorno al 15%, perfettamente in linea con la media sulle Nazioni delle altre istituzioni partecipanti, cosa che non si evincerebbe se ci si confrontasse con la somma. Queste osservazioni, già presentate l'anno scorso, sono state recepite dall'ANVUR nella formulazione dei criteri per la VQR 2004-2010.

3.4.3. Efficacia nella realizzazione degli esperimenti

La complessità, la dimensione e la durata temporale dei grandi progetti dell'Ente --in fisica nucleare, subnucleare ed astro particellare-- richiede un costante controllo in tutte le fasi degli esperimenti, dalla costruzione, ai test di funzionalità fino alla presa dati e alla loro analisi; la valutazione della ricerca svolge qui due importanti ruoli:

- serve ad evitare che progetti pluriennali possano incorrere in difficoltà tali da compromettere la buona riuscita dell'esperimento, e
- è strumento per verificare la rilevanza data ai ricercatori INFN nel ricoprire ruoli di responsabilità nelle Collaborazioni.

Il primo ruolo è implementato attraverso le Commissioni Scientifiche Nazionali, che utilizzano *referee* anche

esterni all'Ente, con i quali concordare, all'atto di sottomettere le richieste finanziarie per l'anno successivo, un insieme di *milestone* da rispettare nello stesso periodo ed, altresì, esaminare lo stato di avanzamento di ogni progetto (tipicamente due volte l'anno). La tabella seguente mostra il grado complessivo di soddisfazione per le *milestone* concordate, negli anni indicati e per le linee scientifiche più rilevanti in questo contesto; il dato emergente è che una larga percentuale viene rispettata dalle Collaborazioni e che il meccanismo permette in generale di applicare azioni correttive dove e se necessario. Peraltro, proprio per la complessità dei progetti scientifici, ritardi nella realizzazione dei propri obiettivi possono essere indotti anche da motivazioni esterne all'operato dei gruppi INFN.

Linee di ricerca	Rispetto delle milestone					
	2011	2010	2009	2008	2007	2004-2006
Fisica delle particelle	85%	89%	73%	79%	79%	80%
Fisica astro-particellare	78%	63%	56%	68%	70%	79%
Fisica nucleare	83%	84%	86%	83%	84%	78%

Il secondo ruolo è documentato nella tabella seguente in cui è indicata la frazione dei ruoli di responsabilità (*leadership*) che vengono assegnati a ricercatori INFN all'interno delle Collaborazioni internazionali (la definizione dei ruoli è per lo più definita da accordi approvati dagli organi dirigenziali degli esperimenti); per le tre linee scientifiche citate tale dato eccede in media il contributo INFN, sia finanziario che di personale, alle Collaborazioni suddette, ad ulteriore dimostrazione dell'alto ruolo scientifico che l'Istituto riveste in ambito internazionale ed importante riconoscimento delle capacità scientifiche e manageriali dei suoi ricercatori. È degno di nota in particolare il fatto che nel 2011 l'Istituto si onori di avere tutte e quattro le *spoke-persons* degli esperimenti ad LHC, una di esse formatasi in ambito INFN, le altre tre dipendenti o affiliate all'Istituto.

Linee di ricerca	Ruoli di Leadership					
	2011	2010	2009	2008	2007	2004-2006
Fisica delle particelle	27%	23%	30%	26%	26%	25%
Fisica astro-particellare	56%	55%	57%	43%	39%	51%
Fisica nucleare	47%	50%	45%	37%	37%	39%

3.4.4. Prospettiva internazionale

La produzione scientifica INFN (circa 3000 pubblicazioni all'anno) si articola su più di 400 riviste internazionali, dove tuttavia le prime dieci integrano circa il 40% degli articoli totali.

La rilevanza degli articoli INFN all'interno di ciascuna rivista costituisce un interessante metro di paragone, in particolare in relazione alle esigenze derivanti dal prossimo esercizio di Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR), che il Ministero ha recentemente avviato tramite l'ANVUR. Poiché buona parte della valutazione sarà realizzata tramite indicatori bibliometrici, comprendere il posizionamento degli articoli INFN rispetto alla globalità dei lavori pubblicati su una rivista, può essere utile a valutare i meriti della produttività scientifica INFN.

Il livello internazionale delle ricerche condotte da INFN si evince anche esaminando il numero di pubblicazioni realizzate in collaborazione con ricercatori stranieri. In questo senso, la tabella seguente mostra, per ogni linea scientifica, la percentuale di pubblicazioni in collaborazione internazionale; i differenti valori per le diverse Commissioni scientifiche riflettono, in buona sostanza, il differente tessuto sociologico e finanziario delle linee di ricerca.

	Pubblicazioni INFN					
	2011	2010	2009	2008	2007	2004-2006
Fisica delle particelle (CSN1)	99%	96%	96%	96%	95%	95%
Fisica astro-particellare (CSN2)	69%	73%	64%	68%	64%	72%
Fisica nucleare (CSN3)	94%	93%	85%	91%	92%	95%
Fisica teorica (CSN4)	68%	64%	64%	62%	60%	57%
Ricerche tecnologiche (CSN5)	25%	21%	24%	21%	23%	20%

CSN1 e CSN3 sono esempi di particolare livello, dove fondamentalmente tutte le pubblicazioni sono condotte in collaborazione internazionale (e che infatti contengono al loro interno i grandi esperimenti al

Large Hadron Collider del CERN), ma anche nel campo della fisica teorica (CSN4) si può notare un sempre più marcato indirizzo verso lavori redatti in collaborazione con colleghi stranieri.

Parte di un'indagine più ampia è l'identificazione di quali siano i partner più importanti per i lavori pubblicati in collaborazione internazionale; in tal senso, la tabella seguente riporta il risultato ottenuto considerando tutte le pubblicazioni INFN del 2011, su riviste accreditate da ISI ed escludendo i *proceeding* a conferenze. Ci sono naturalmente differenze tra il *ranking* globale dell'INFN e quello delle Commissioni Scientifiche, dove i pesi delle varie Nazioni riflettono la diversa composizione delle Collaborazioni e anche la differenza negli investimenti da parte degli altri paesi per le varie linee scientifiche. Per CSN4 e CSN5 si può anche notare l'assenza di una graduatoria evidente, segno che la tipologia della collaborazione con colleghi stranieri è geograficamente più distribuita. Un marcato segno di cambiamento rispetto agli anni passati è l'ingresso della Cina tra i collaboratori più stabili.

Nazioni	Articoli co-firmati per singola linea scientifica					
	INFN	CSN1	CSN2	CSN3	CSN4	CSN5
USA	39	80	64	40	26	18
Germania	37	83	64	41	19	24
Francia	34	75	56	43	19	13
Spagna	28	69	50	25	16	7
Russia	26	84	23	37	10	6
UK	25	74	32	25	14	6
Svizzera	23	73	30	19	11	12
Giappone	17	41	41	22	5	4
Cina	11	30	11	18	5	8

La pubblicazione di un articolo in grandi Collaborazioni internazionali è spesso il risultato di un lavoro collettivo, che può occupare molto tempo, per il quale non è semplice evincere se vi siano stati contributi particolari, e di quale entità, da parte di singoli ricercatori. Per cercare di capire se i ricercatori INFN siano apprezzati dalle Collaborazioni di cui fanno parte --quindi ottengano di parlare a nome delle Collaborazioni a Conferenze Internazionali-- si può prendere come indicatore il rapporto tra il numero di presentazioni assegnate loro e confrontarlo con quello delle presentazioni assegnate ai ricercatori di altre nazioni. Il confronto per il 2011 (in parentesi la media 2007-2010) utilizzando un insieme di Conferenze riconosciute dalla comunità internazionale delle tre linee CSN1, CSN2 e CSN3, tenute con cadenza regolare, e normalizzando il numero di presentazioni alla dimensione delle comunità scientifiche di ognuna delle nazioni considerate. Il risultato mostra che i ricercatori INFN sono particolarmente apprezzati, e che l'attività di educare, istruire ed inserire i giovani nell'ambiente scientifico dei propri esperimenti permette all'Istituto di creare una robusta generazione di scienziati che saranno gli attori degli sviluppi e delle scoperte future.

	Percentuale Presentazioni a conferenze		
	CSN1	CSN2	CSN3
<i>Italia</i>	10 (13)	10 (11)	10 (10)
Germania	13 (10)	11 (13)	18 (14)
Francia	9 (7)	7 (7)	7 (8)
Regno Unito	10 (10)	5 (3)	3 (4)
USA	25 (29)	33 (27)	30 (24)
Giappone	3 (4)	8 (11)	3 (8)

4. RISORSE, EFFICIENZA ED ECONOMICITA'

Ai fini della valutazione dell'efficienza operativa delle strutture, con particolare riguardo alle attività amministrative, tecniche e di supporto alla ricerca:

- con delibera del Consiglio Direttivo n. 11559 del 24.9.2010, è stato costituito l'Organismo Indipendente di Valutazione;
- con delibera del Consiglio Direttivo n. 11788 del 25.3.2011, è stato definito il Sistema di Misurazione e Valutazione della Performance;
- con delibera del Consiglio Direttivo n. 12127 del 21.12.2011, sono stati definiti il Programma Triennale per la Trasparenza e l'Integrità e il Piano della Performance.

Per i contenuti degli atti suddetti si rimanda al sito internet dell'Istituto www.infn.it, con specifico riferimento alla sezione "Amministrazione Trasparente".

In termini di informazioni rilevanti di carattere economico-finanziario, si rimanda all'analisi grafica esposta in Appendice a questa Relazione, nel "Compendio del rendiconto generale 2012" che, in sostanza, espone i risultati in termini di contenimento della spesa realizzati nel tempo.

Al proposito, allo scopo di preservare la tradizione di eccellenza e di internazionalizzazione dell'Istituto, mantenendo le sue capacità di costruttore di infrastrutture di ricerca avanzate, si rende necessario produrre il massimo degli sforzi per indirizzare una parte dei fondi oggi dedicati al mantenimento della attuale organizzazione strutturale in fondi liberi per nuovi investimenti a lungo termine.

In questo senso, si identificano tre specifiche linee di azione, da utilizzare quali criteri di riferimento per la gestione operativa corrente. Esse sono:

- la razionalizzazione delle strutture amministrative, nel senso di ridurre il numero dei settori amministrativi decentrati, gestendo opportunamente il turn-over del personale; in particolare, nell'ottica di rilevare le informazioni contabili-amministrative quanto più possibile alla fonte, utilizzando gli strumenti informatici e di comunicazione oggi diffusi, si intende mantenere decentrate le attività di natura operativa in materia di missioni, ordini e rilevazione presenze, progressivamente concentrando le funzioni contabili-amministrative vere e proprie in un minor numero di sedi, a partire da quelle logisticamente prossime;
- l'integrazione, a livello territoriale, delle infrastrutture necessarie per la realizzazione dei progetti scientifici; in particolare, allo scopo di generare unità regionali --disponibili anche come naturale interfaccia per le attività di ricerca e sviluppo delle Regioni e del tessuto industriale relativo-- si intende favorire l'aggregazione di officine, camere pulite e laboratori attrezzati in zone geograficamente contigue;
- l'utilizzo condiviso dell'organico dei "tecnici", costituito da circa 700 persone, depositario di competenze insostituibili; in particolare, considerando che la cadenza temporale degli esperimenti che sostengono l'attività scientifica dell'Istituto è sempre più caratterizzata da periodi di forte attività alternati a periodi di pausa --anche in ragione dei forti investimenti tecnologici necessari durante il periodo di costruzione-- si intende costituire un'unica competenza tecnologica di alto livello, sulla quale contare trasversalmente realizzando valide sinergie tra il patrimonio tecnico dell'Istituto e quello di altri enti.

In termini di contenimento della spesa pubblica, si riporta di seguito la tabella dei risparmi sui costi di funzionamento rilevati nel rendiconto al 31.12.2012.

Oggetto della norma	Impegni al 31.12.2012	Valutazione
Spese per missioni non superiori a 50% spesa 2009, ad esclusione delle spese strettamente connesse ad accordi internazionali, indispensabili per assicurare la partecipazione a riunioni presso enti e organismi internazionali o comunitari, ovvero sostenute per lo svolgimento di compiti ispettivi. (art. 6, comma 12, <i>leaae</i> 30.7.10, n. 122)	Totali 19.496.822 di cui: Estero 12.885.695 Italia 6.611.127	L'onere è stato ridefinito a seguito dell'analisi delle missioni 2009, a livello di singoli esperimenti scientifici, enucleando i casi di esclusione dall'abbattimento del 50%; il risultato è il seguente: <ul style="list-style-type: none"> • le missioni estero sono state abbattute del 27% - da € 17.708.141 a € 12.885.695 - pari a € 4.822.446; • le missioni Italia sono state abbattute del 26% - da € 8.931.357 a € 6.611.127 - pari a € 2.320.230; • complessivamente, le missioni sono state abbattute del 27% - da € 26.639.498 a € 19.496.822 - pari a € 7.142.676
Spese per formazione non superiori a 50% spesa 2009, (art. 6, comma 13, legge 30.7.10, n. 122)	643.309	Nel 2009 il cap. 121210 mostrava impegni per € 1.430.582, per cui il limite è posto a € 715.291; il limite risulta, pertanto, rispettato.
Spese per stampa pubblicazioni non superiore a 50% spesa 2007 (art. 27 legge n. 133/2008)	60.793	Nel 2007 il cap. 140510 mostrava impegni per € 128.451, per cui il limite è posto a € 64.226; il limite risulta, pertanto, rispettato.
Spese rappresentanza non superiore 20% spesa 2009 (art. 6, comma 8, legge 30.7.10, n. 122)	2.346	Nel 2009 il cap. 140810 mostrava impegni per € 12.366, per cui il limite è posto a € 2.473; il limite risulta, pertanto, rispettato.
Oneri per acquisto, manutenzione, noleggio ed esercizio autovetture non superiori a 80% spesa 2009 (art. 6, comma 14, legge 30.7.10, n. 122)	0 (cap.520120) 97.000 (cap.142130)	Nel 2009 i capp. 520120-acquisto e 142110-noleggio e spese accessorie (dall'esercizio 2011 modificato in 142130) mostravano impegni rispettivamente per € 0 e € 213.795, per cui il limite è posto a € 171.036; il limite risulta, pertanto, rispettato.

Spesa per Organi collegiali (inclusi gli organi di direzione, ammin. e controllo) ridotta del 10% sugli importi risultanti al 30.4.2010 (art. 6, comma 3, legge 30.7.10, n. 122)	341.226 (Presid.,GE,CD nel cap.110110) 44.206 (Coll. Revisori, Delegato Corte C. nel cap.110210)	I compensi 2012 - inclusivi delle indennità annuali e dei gettoni di presenza per le sedute previste - sono basati su quelli vigenti al 30.4.2010, ridotti del 10%; su tale base, nel bilancio di previsione 2012, erano stati quantificati c.s.: • Presidente, Giunta Esecutiva e Consiglio Direttivo: € 341.226; • Collegio Revisori e Delegato Corte dei Conti: € 54.092. Gli impegni effettivi sono stati ambedue sotto tali limiti.
Approvvigionamento combustibili per riscaldamento ed energia elettrica in base a convenzioni CONSIP o migliorative (art. 48 legge n. 133/2008)	Energia: (capp.141330 e 141340) Combustibile: (cap.141350)	Per i LABORATORI: • l'energia elettrica è acquistata tramite convenzioni Consip, mediante procedura gestita centralmente, come da Delibera G.U. n. 8487/2009; • il combustibile per riscaldamento è acquistato dalle singole Strutture nel rispetto della regola stabilita. Per le SEZIONI, ambedue le spese sono sostenute dalle Università ospitanti alle quali è corrisposto un contributo forfettario per la totalità dei consumi inerenti gli spazi occupati.
Spese di manutenzione degli immobili non superiori -rispetto al valore degli immobili iscritto in bilancio - al 2% in presenza di manutenzione ordinaria e straordinaria. (art. 8, comma 1, legge 30.7.10, n. 122)	M. ordinaria (cap.141510): 2.056.155 M. straord. (cap.519920): 206.898 Totale: 2.263053	Considerando che il valore degli immobili iscritto nello Stato patrimoniale al 31.12.11 è di 194.014.738 (Fabbricati+Edilizia mobile), il limite posto ammonta a € 3.880.295 per manutenzione ordinaria e straordinaria; il limite risulta, pertanto, rispettato.
Utilizzo della posta elettronica superiore al 50% del totale della corrispondenza inviata (art.2, comma 589, legge 244/07)	-	Non essendo disponibili rilevazioni analitiche sul grado di progressiva sostituzione della posta cartacea con quella elettronica, si evidenziano i seguenti fatti: • tutto il personale impegnato in INFN (dipendenti e personale altrimenti contrattualizzato) è titolare di casella di posta elettronica, diffusamente utilizzata per ogni tipo di comunicazione; • il protocollo centrale ufficiale, negli ultimi 3 anni, ha registrato una riduzione di circa il 4%-5% annuale sulle missive cartacee in uscita.
Spese postali e telefoniche "genericamente" inferiori di quelle impegnate nel 2008 (art.2, comma 593, legge 244/07)	Postali: 144.333 Telefoniche: 491.540 Totale: 635.873	Nel 2008 i capitoli 140610-spese postali e 141210- utenze telefoniche mostravano impegni rispettivamente per € 255.476 e € 715.071, per un totale di € 970.547. La riduzione – già verificatasi negli esercizi 2009 e 2010 e 2011 - risulta, pertanto, confermata.
Spesa per personale a tempo determinato, con convenzioni o con contratti di co.co.co nel limite del 35% della spesa sostenuta per le stesse finalità nell'anno 2003 (art.1, legge 23.12.2005, n. 266; art.1, comma 538, legge 27.12.2006, n. 296; art.3, comma 80, legge 24.12.2007, n. 244)	3.454.434	Nell'anno 2003 la spesa sostenuta per le stesse finalità, con esclusione dei fondi esterni, è stata di € 9.869.812 - come da nota del Direttore degli Affari del Personale prot. n. 10178 del 13.5.2005 in risposta a richiesta del MEF, Dip. RGS, IGOP, Ufficio XIII, prot. n. 139691 del 10.1.2005 – e, pertanto, il limite del 35% è fissato in € 3.454.434. Nel 2012 la spesa totale al cap. 120310 è stata complessivamente di € 10.646.355,39 di cui € 3.183.701,65 per spese di personale con fondi INFN.

5. PARI OPPORTUNITA' E BILANCIO DI GENERE

L'Istituto è da tempo dotato di un Comitato di Pari Opportunità (CPO), ed oggi di un Comitato Unico di Garanzia (CUG), attraverso l'azione dei quali realizza la politica di sviluppo di obiettivi di pari opportunità. Fondamentale è stata l'approvazione dell'attuale Piano Triennale di Azioni Positive (PTAP), che risulta impegnativo e dove si sottolinea come il concetto di parità e di pari opportunità sia non solo una questione di equità ed imparzialità nell'accesso alle opportunità lavorative, ma anche di comprensione dell'influenza che le differenze sia di genere che generazionali possono aver in termini di cambiamenti strutturali e culturali (diversity management).

L'analisi del contesto lavorativo (attraverso studi di tipo statistico sul personale fatte dal CPO ed in seguito dal CUG) e un'indagine preliminare condotta all'interno del progetto Europeo Genislab hanno evidenziato due problematiche di disagio, una di genere e l'altra generazionale. In particolare, si evidenziano di seguito alcuni aspetti di maggior rilievo.

- Nonostante l'incremento negli ultimi anni della presenza femminile nelle facoltà scientifiche (negli ultimi 15 anni le studentesse hanno sempre rappresentato circa il 27%-30% del totale di coloro che hanno conseguito il PhD in Fisica), le donne dipendenti dell'INFN al di sotto dei 50 anni risultano circa il 21%. Si constata inoltre una loro sottorappresentanza nei livelli più alti della carriera; ad esempio, si riscontrano

l'11% di donne rispetto al 22% degli uomini per la fascia dei dirigenti di ricerca e il 10% rispetto al 17% per i dirigenti tecnologici.

- Le stesse indagini statistiche mostrano chiaramente che l'Ente sta invecchiando; al 2011, il personale al di sotto dei 45 anni rappresentava il 16% del totale, da confrontare con il 30% del 2003; l'età media per tutte le tipologie di dipendenti (dai ricercatori agli amministrativi) si aggira intorno ai 48/49 anni. La carenza di giovani innesca un grave problema nel meccanismo del trasferimento di competenze; l'invecchiamento dell'Ente crea problemi non solo di carattere tecnico/scientifico, ma anche a livello della crescita di una classe con caratteristiche manageriali, importante nel lavoro fortemente di gruppo degli esperimenti scientifici. La diminuzione di assunzioni è maggiore fra le giovani donne che fra gli uomini, comportando un aumento del divario di genere fra i dipendenti ed in particolare fra i giovani.
- E' inoltre emersa la necessità di accrescere la sensibilità rispetto alle tematiche relative alle pari opportunità e al loro potenziale impatto nella vita lavorativa dell'Ente; in tale contesto gli obiettivi (sia di tipo diretto, che indiretto sulle pari opportunità) che l'Ente si propone sono:
 - * il superamento delle situazioni di disagio e di discriminazione nell'ambiente di lavoro, tramite la maggiore partecipazione delle donne ai processi decisionali dell'ente (empowerment);
 - * l'identificazione di attività volte ad approfondire la cultura di genere e a migliorare la qualità della vita, tramite conciliazione tempo di lavoro/tempo di cura, indagini sul benessere lavorativo, salute e sicurezza dal punto di vista di genere;
 - * lo sviluppo di un piano per l'utilizzazione strategica delle risorse degli uomini e delle donne, che sappia fare della diversità (di genere, generazionale e culturale) una ricchezza per l'ente.

Per il raggiungimento di tali obiettivi dovranno essere indicate delle misure e dei comportamenti che l'Ente adotterà con degli atti regolamentari per assicurarne stabilmente l'applicazione nelle seguenti aree di intervento:

- 5.1. Implementazione di un Bilancio Sociale dell'Ente attraverso l'analisi di statistiche di genere e generazionali; in particolare:
 - * promozione della cultura di genere,
 - * valorizzazione delle Risorse Umane,
 - * salute e benessere organizzativo,
 - * elaborazione di una strategia delle risorse umane per i ricercatori,
 - * definizione di una sorta di sistema di monitoraggio basato su database del personale e degli associati per produrre statistiche di genere e generazionali accessibili a tutti.
- 5.2. Promozione della cultura di genere; in particolare:
 - * implementazione di un linguaggio non sessista nei documenti ufficiali dell'Ente,
 - * organizzare di corsi di formazione, seminari e workshop sulle normative e strategie italiana ed europea relative alle tematiche di genere per la formazione-informazione del personale ai vari livelli, compresa la dirigenza,
 - * definizione dei moduli didattici per la promozione della cultura di genere da inserire nei corsi di formazione nazionali dell'Istituto,
 - * utilizzo delle pagine INFN per la diffusione di note informative sulla distribuzione del personale in ottica di genere, sulle eccellenze femminili, sui sistemi di mentoring al femminile.
- 5.3. Valorizzazione delle Risorse Umane; in particolare:
 - * promuovere la presenza femminile nei livelli decisionali e monitorare il raggiungimento dell'obiettivo del 25% richiesto dalla Commissione Europea,
 - * introduzione di una delibera dell'Ente che istituisca per tutte le commissioni giudicatrici/scientifiche/tecniche la norma stabilita dall'art. 9, comma secondo, del D.P.R. n. 487/1994, che stabilisce che almeno un terzo dei posti dei componenti delle commissioni di concorso sia riservato alle donne "salvo *motivata impossibilità*", ponendo l'attenzione all'implementazione di un futuro vero equilibrio di genere (50%),
 - * inserimento nei bandi di concorso del richiamo alla legge italiana (art. 48 del D.lgs. 198/2006) al fine di promuovere l'inserimento delle donne nei settori e nei livelli professionali nei quali esse sono sottorappresentate e per favorire il riequilibrio della presenza femminile nelle attività e nelle posizioni gerarchiche ove sussiste un divario fra generi non inferiore a due terzi.
- 5.4. Trasparenza (Codice Minerva): Istituzione di una banca dati per ogni concorso con i curricula dei concorrenti e dei commissari; in particolare:
 - * rendere i curricula pubblici all'interno del portale INFN,
 - * rendere visibili le competenze riconosciute per l'attribuzione di responsabilità e di incarichi e per accrescere l'oggettività delle valutazioni nell'espletamento dei concorsi,
 - * individuazione di buone prassi per prevenire o rimuovere situazioni di discriminazioni o violenze sessuali, morali o psicologiche nell'Istituto,

- * definizione di azioni atte a conciliare il tempo di lavoro ed il tempo di cura (es.: redistribuzione dei fondi per asili nidi, scuole materne, scuole estive, sostegno genitori anziani),
- * introduzione di sistemi di mentoring per le giovani ricercatrici.

5.5. Salute e benessere organizzativo; in particolare:

- * adozione di programmi di miglioramento della sicurezza e salute sul lavoro, con particolare riguardo alla valutazione in ottica di genere del rischio e delle fonti di stress lavoro-correlato (Testo Unico in materia di Sicurezza -D.Lgs n. 106/09, già D.Lgs. 81/08),
- * completamento del progetto "Benessere organizzativo e management" tramite la somministrazione del questionario Magellano del Dipartimento della Funzione Pubblica in tutte le strutture,
- * preparazione e presentazione di un documento di analisi finale che servirà inoltre da punto di partenza per l'elaborazione di linee guida uniche (stress e benessere) a cura di un opportuno gruppo di lavoro della commissione CNPISA, in collaborazione con componenti del CUG,
- * introduzione di sistemi di reintegro al lavoro del personale che è stato assente per maternità, problemi di cura dei figli e/o dei genitori.

5.6. Elaborazione di una strategia delle risorse umane per i ricercatori; in particolare, identificazione di misure che conducano all'elaborazione e all'adozione di una strategia delle risorse umane per i ricercatori (HRS) definita sulla base della "Human Resources Strategy for Researchers", messa a punto dalla Commissione Europea ("Migliori carriere e maggiore mobilità: una partnership europea per i ricercatori" -COM/2008/317) per l'attuazione della Carta Europea dei Ricercatori e del Codice di Condotta per l'assunzione dei ricercatori.

Il lavoro di analisi e di intervento qui esposto nasce a valle dell'elaborazione del PTAP da parte del CUG. La collaborazione con il Comitato è iniziata sotto buoni auspici anche se è necessario che le funzioni di consultazione siano più efficaci e continuative su tutte le tematiche inerenti il personale e regolamentate da atti ufficiali. Il Comitato dovrà mantenere le sue funzioni di consultazione e verifica, separate dall'implementazione delle azioni sopraelencate. Per lo sviluppo di una reale ed efficace politica dell'Ente che persegua obiettivi in ottica di parità e di pari opportunità è necessario che vengano ben chiarite le responsabilità fra tutti gli attori in gioco (dai Direttori, alla Giunta, ai componenti delle commissioni, ai dipendenti). Il CUG in tale contesto avrà il compito di correlare e coordinare i vari partecipanti al processo di cambiamento organizzativo.

6. IL PROCESSO DI REDAZIONE DELLA RELAZIONE SULLA PERFORMANCE

6.1. Fasi, soggetti, tempi e responsabilità

Nella tabella seguente sono evidenziati fasi, soggetti, tempi e responsabilità utilizzati nel processo di definizione e adozione della Relazione.

Fase della Relazione	Chi	Come e Quando
1. Presentazione della Relazione	• Civit (Linee guida)	• Delibera n. 6/2013
2. Sintesi delle informazioni d'interesse: 2.1. Il contesto esterno di riferimento 2.2. L'amministrazione 2.3. I risultati raggiunti 2.4. Le criticità e le opportunità	• Presidente dell'Istituto • Direttore Affari Amministrativi • Presidente dell'Istituto/ Direttore Generale • Presidente dell'Istituto	• Piano triennale 2012-2014. • Monitoring mensile attività amministrativa. • Bilancio 2012 al Consiglio Direttivo del 24.4.2013 • Piano triennale 2013-2015.
3. Obiettivi: risultati raggiunti e scostamenti: 3.1. Albero della Performance 3.2. Obiettivi strategici 3.3. Obiettivi e piani operativi 3.4. Obiettivi individuali	• Membro di Giunta Esecutiva delegato/Struttura tecnica OIV • Presidente dell'Istituto • Presidenti delle Commissioni Scientifiche Nazionali • Comitato di valutazione interno	• Monitoring sul 2012, in occasione del Piano triennale 2013-2015. • Piano triennale 2012-2014 • Piano triennale 2012-2014 e rilevazioni consuntive 2012 delle Commissioni Scientifiche Nazionali. • Piano triennale 2013-2015.
4. Risorse, efficienza ed economicità	• Direttore Generale	• Bilancio consuntivo al 31.12.2012.
5. Pari opportunità e bilancio di genere	• Presidente CUG	• Piano Triennale Azioni Positive.
6. Processo di redazione della Relazione sulla performance	• Direttore Generale	• Redazione della Relazione in giugno 2013.
Appendice: Compendio del Rendiconto generale 2012	• Direttore Affari Amministrativi	• Presentazione Bilancio 2012 al Consiglio Direttivo del 24.4.2013.

6.2. Punti di forza e di debolezza del ciclo della performance

In termini di analisi del processo e integrazione tra i vari soggetti coinvolti nella gestione del ciclo della performance – come definito dal D.Lgs n. 150/2009 – l'Istituto ha realizzato un primo tentativo di armonizzazione fra le diverse parti coinvolte; tradizionalmente queste operano in ottica nettamente dedicata agli specifici settori di appartenenza – principalmente, le 5 linee scientifiche di ricerca, i progetti strategici e speciali, il settore amministrativo – con un sottofondo culturale radicato nel principio dell'autonomia del ricercatore, tipico della ricerca fondamentale.

Una crescente armonizzazione dei diversi aspetti del ciclo della performance sarà ottenuta, nel tempo, con la progressiva applicazione dei principi e delle metodologie gradualmente introdotte. Di seguito è presentata la tabella dei documenti del ciclo di gestione della performance finora adottati.

Documento	Data di approvazione	Data di pubblicazione	Data ultimo aggiornamento	Link documento
Sistema di misurazione e valutazione della Performance	25/03/2011	25/03/2011	02/07/2012	http://www.infn.it/trasparenza/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=39
Piano della performance	30/03/2012	30/03/2012	02/07/2012	http://www.infn.it/trasparenza/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=39
Programma triennale per la trasparenza e l'integrità	21/12/2011	21/12/2011	06/06/2012	http://www.infn.it/trasparenza/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=60
Standard di qualità dei servizi	15/06/2012	15/06/2012	06/06/2012	http://www.infn.it/trasparenza/index.php?option=com_content&view=article&id=39&Itemid=42
	21/12/2011	21/12/2011	21/12/2011	http://www.infn.it/trasparenza/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=66