

**Decreto del Rettore**  
**Repertorio n. 169/2015**  
**Prot. n. 2999 del 13/03/2015**  
**Titolo III Classe 5**

**OGGETTO:** *Istituzione e attivazione del corso di master universitario di I livello, di durata annuale, “Manager ambientale per la gestione del decommissioning e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca”, presso il Dipartimento di Scienze della Salute, in collaborazione con la Società Gestione Impianti Nucleari per Azioni (SOGIN), per l’A.A. 2015/2016.*

**IL RETTORE**

*... Omissis...*

**DECRETA**

1. Di istituire e attivare il master universitario di I livello, di durata annuale, “Manager ambientale per la gestione del decommissioning e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca”, presso il Dipartimento di Scienze della Salute, in collaborazione con la Società Gestione Impianti Nucleari per Azioni (SOGIN), per l’A.A. 2015/2016, secondo il testo di seguito riportato.

**Corso di Master Universitario di I livello**  
**in**  
**“Manager ambientale per la gestione del decommissioning e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca”**  
**(A.A. 2015/2016)**

**Art. 1**

**Tipologia, durata e denominazione del corso**

Si propone l’istituzione, per l’A.A. 2015/2016, del corso di Master di I livello, di durata annuale, “Manager ambientale per la gestione del decommissioning e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca”, presso il Dipartimento di Scienze della Salute dell’Università degli Studi del Piemonte Orientale, in collaborazione con la Società Gestione Impianti Nucleari per Azioni (SOGIN).



Il corso è articolato in moduli che possono essere fruiti anche singolarmente.

## **Art. 2**

### **Requisiti di ammissione al corso**

Possono presentare domanda di ammissione al corso coloro che abbiano conseguito una laurea almeno triennale in: Ingegneria; Fisica; Medicina e Chirurgia; Chimica; Scienze e Tecnologie Farmaceutiche; Tecniche di Radiologia Medica, per Immagini e Radioterapia; Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro; Biotecnologie.

La Commissione Selezionatrice si riserva di valutare anche candidati in possesso di titoli diversi da quelli indicati.

La fruizione dei singoli moduli non richiede il possesso del requisito indicato.

## **Art. 3**

### **Obiettivi formativi e potenziali sbocchi professionali**

Lo scopo del corso è di creare una figura in grado di affrontare la gestione dei rifiuti radioattivi in ambito sia medico sia industriale, anche sotto un profilo manageriale. Si tratta di un manager ambientale che coniuga competenze fisiche, tecniche, mediche, ambientali e di comunicazione nell'ambito della gestione dei rifiuti radioattivi. Si tratta di una persona con background fisico/chimico/ingegneristico o medico/sanitario che:

- conosce le proprietà e il comportamento della radiazione ionizzante e i suoi effetti sulla salute, dal livello cellulare a quello della popolazione;
- padroneggia le norme e le procedure legate alla radioprotezione in condizioni normali e di emergenza;
- comprende l'origine e le procedure di gestione dei rifiuti radioattivi, di provenienza industriale, di ricerca e ospedaliera;
- ha piena familiarità con gli aspetti ambientali, economici e sociali della gestione dei rifiuti radioattivi;
- è in grado di comunicare con efficacia, anche con i non addetti ai lavori.

Il corso si rivolge sia a giovani laureati desiderosi di specializzarsi sulle tematiche del "decommissioning" e della sicurezza nelle attività di gestione dei materiali radioattivi, sia a imprese, istituzioni e professionisti, provenienti da ambiti diversi, interessati ad approfondire una o più di tali tematiche. Tra questi, i professionisti dell'ambito sociale e istituzionale (decisori e amministratori pubblici, giornalisti, etc.) e gli operatori (medici e manager) della sanità pubblica e privata (ASL, ospedali, cliniche, centri diagnostici, etc.) coinvolti nella protezione del pubblico dall'esposizione a sorgenti di radiazioni (es. rifiuti radioattivi ospedalieri, sorgenti orfane, etc.).

Il corso è caratterizzato da un approccio diverso rispetto a quello normalmente adottato per la trattazione di tematiche quali l'energia nucleare: fermi restando gli imprescindibili



insegnamenti ingegneristici, ampio spazio viene riservato alle implicazioni medico-sanitarie, nonché a quelle economico-sociali. È appunto tale approccio a determinare la varietà dei potenziali interessati.

SOGIN proporrà, a due partecipanti del corso che si saranno distinti positivamente, un'attività di stage successiva alla conclusione del corso stesso.

#### **Art. 4 Piano didattico**

Il corso è strutturato secondo la tabella in allegato (All. 1).

#### **Art. 5 Modalità di svolgimento delle attività didattiche**

Le attività didattiche saranno erogate in parte in modo “frontale”, in parte “a distanza” (e-learning).

Sono inoltre previste delle esercitazioni, che si svolgeranno presso le centrali nucleari di potenza disattivate e gli impianti dismessi del ciclo del combustibile gestiti da SOGIN e localizzati negli otto siti descritti di seguito. Riguarderanno, in particolare, le attività operative eseguite nell'ambito della messa in sicurezza nucleare, della radioprotezione, della sicurezza sul lavoro, della gestione in sicurezza dei rifiuti radioattivi e del decommissioning.

Considerata la notevole differenza tra le tipologie degli impianti nucleari italiani disattivati, si potranno evidenziare le specificità di ogni impianto che comportano l'applicazione di procedure diverse, specialmente nell'ambito del radioactive waste management e del decommissioning.

Si evidenzia, inoltre, che le esercitazioni saranno svolte anche presso NUCLECO, appartenente al Gruppo SOGIN e il cui stabilimento si trova presso il C.R. ENEA Casaccia, che opera nel campo operativo del waste management.

CAORSO (PC) – Centrale elettronucleare di potenza da 860 MWe appartenente alla filiera ad acqua bollente di seconda generazione, modello BWR4. L'esercizio è avvenuto tra dicembre 1981 e ottobre 1986.

Nell'ambito del decommissioning, è stata completata la decontaminazione del circuito primario, lo smantellamento e la rimozione delle turbine e del turboalternatore all'interno dell'edificio turbina, demolite le torri di raffreddamento ausiliarie, sono stati rimossi i coibenti dall'edificio reattore, dall'edificio turbina e dall'edificio off-gas, quest'ultimo successivamente demolito con il camino. Inoltre è in funzione una delle più grandi stazioni di gestione dei materiali al mondo per le operazioni di smontaggio, taglio e decontaminazione delle apparecchiature metalliche; tali attività consentono di riciclare la maggior parte del metallo derivante dallo smantellamento.



Nel febbraio 2014 il Ministero dello Sviluppo Economico ha emesso il decreto per la disattivazione della centrale nucleare di Caorso, che consente di terminare le attività di decommissioning dell'impianto. Le attività di decommissioning termineranno nel 2027 e i rifiuti radioattivi, già condizionati e stoccati nei depositi temporanei del sito, saranno pronti per essere trasferiti al Deposito Nazionale.

TRINO (VC) – Centrale elettronucleare di potenza da 260 MWe, appartenente alla filiera ad acqua pressurizzata (PWR) che ha operato tra ottobre 1964 e il 1987.

Nell'ambito delle operazioni di decommissioning, sono stati smantellati i trasformatori che collegavano la centrale alla rete elettrica, demolite le torri di raffreddamento ausiliarie, decontaminati i generatori di vapore, demoliti gli edifici che ospitavano i generatori diesel d'emergenza e gli spogliatoi del personale, rimossa la traversa sul Po, smontati i componenti dell'edificio turbina e rimossi i componenti ed i sistemi ausiliari non contaminati della zona controllata.

Il 2 agosto 2012 è stato ottenuto il decreto di disattivazione per la centrale.

Recentemente è stata effettuata la rimozione dei componenti debolmente contaminati dai locali del RadWaste e adeguati il sistema di ventilazione dell'edificio reattore e dell'impianto elettrico dell'edificio turbina, in vista delle prossime attività di decommissioning.

Le attività di decommissioning termineranno nel 2021 e i rifiuti radioattivi, già condizionati e stoccati nei depositi temporanei del sito, saranno pronti per essere trasferiti al Deposito Nazionale.

LATINA (LT) – La centrale nucleare di Latina da 210 MWe è un impianto realizzato con tecnologia inglese a gas grafite, GCR-Magnox. In esercizio tra maggio 1963 e il 1987.

Nell'ambito del decommissioning, sono state smantellate e rimosse le condotte inferiori e superiori dell'edificio reattore, demolite le strutture interne degli edifici turbine, diesel e sala soffianti est, demolito il pontile della centrale e, nel 2012, è stato demolito l'edificio turbina della centrale. Recentemente sono stati assegnati i lavori per la rimozione degli involucri delle soffianti dei boilers ed è in corso la progettazione esecutiva. È stata ultimata la piattaforma in cemento armato nell'area nella quale si trovava l'edificio turbine e sono terminati i lavori di adeguamento della sala decontaminazione.

La prima fase del decommissioning si concluderà nel 2021, con lo smantellamento delle infrastrutture e l'abbassamento dell'edificio reattore dagli attuali 50 metri a 30. La seconda e ultima fase del decommissioning, che riguarda lo smantellamento del reattore, si concluderà nel 2035. Tale previsione dipende dalla disponibilità del Deposito Nazionale dei rifiuti radioattivi in quanto vi sarà possibile stoccare le circa 2 mila tonnellate di grafite, materiale ad alta attività, che saranno prodotte dai lavori di smantellamento del reattore dell'impianto.



GARIGLIANO – La centrale nucleare “Garigliano” di Sessa Aurunca (CE) da 160 MWe ha prodotto energia elettrica tra il 1964 e il 1978. La centrale, di modello BWR (“Boiling Water Reactor”), appartiene alla prima generazione di impianti nucleari.

Nell’ambito delle attività di decommissioning, è stato rimosso l’amianto dall’edificio turbina, realizzati i laboratori chimici “freddo” e “caldo” e sono stati emessi i bandi per lo smantellamento dei sistemi interni degli edifici reattore e turbina (compresi quelli per il ripristino dei sistemi ausiliari dell’edificio reattore necessari alle operazioni di smantellamento, la fornitura delle apparecchiature per il trattamento dei materiali smantellati e l’alienazione di quelli rilasciabili). Al termine di questi lavori, l’interno dell’edificio turbina sarà adeguato per diventare deposito temporaneo dei rifiuti radioattivi che saranno prodotti dalle prossime attività di decommissioning.

Le attività di decommissioning termineranno nel 2024 e i rifiuti radioattivi, già condizionati e stoccati nei depositi temporanei del sito, saranno pronti per essere trasferiti al Deposito Nazionale.

BOSCO MARENCO (AL) – L’impianto Fabbricazioni Nucleari di Bosco Marengo, entrato in funzione nel 1973, ha prodotto gli elementi di combustibile per centrali nucleari in Italia e all’estero. Ha concluso la fase di esercizio nel 1987.

In decommissioning dal 2008 con specifico decreto emesso dal Ministero dello Sviluppo Economico, le operazioni hanno riguardato lo smantellamento e la decontaminazione ad umido e meccanica delle apparecchiature per la produzione del combustibile nucleare. Recentemente si sono concluse le operazioni di smantellamento dell’impianto di ventilazione e dell’impianto di trattamento dei liquidi reflui.

Le attività di decommissioning termineranno nel 2016 e i rifiuti radioattivi condizionati e stoccati nei depositi temporanei del sito, dovranno essere trasferiti al Deposito Nazionale.

SALUGGIA (VC) – È presente l’impianto EUREX, acronimo di Enriched URanium EXtraction, in cui si svolgeva attività di ricerca sul riprocessamento del combustibile irraggiato (ciclo uranio-plutonio), un’operazione che permette, attraverso un adeguato trattamento, di separare e recuperare le materie nucleari che possono essere riutilizzate. Le attività di esercizio dell’impianto si sono svolte tra il 1970 e il 1984.

Nel 2003, SOGIN ha assunto da ENEA la gestione dell’impianto con l’obiettivo di realizzare il decommissioning. Da allora, tutte le attività, realizzate e in corso, mirano al mantenimento in sicurezza e allo smantellamento dell’impianto, riducendo il livello di pericolosità per i cittadini e l’ambiente, e predisponendo le materie radioattive presenti nel sito al futuro conferimento definitivo al Deposito Nazionale (le attività di decommissioning e messa in sicurezza dei rifiuti radioattivi termineranno nel 2026).

CASACCIA (Roma) – All’interno del centro di ricerca Enea di Casaccia, SOGIN gestisce, dal 2003, l’impianto Opec, acronimo di Operazioni Celle Calde, e l’impianto IPU, acronimo di Impianto Plutonio. L’Opec, entrato in esercizio nel 1962, è stato il primo impianto in Italia a



eseguire attività di ricerca e analisi di post-irraggiamento sugli elementi di combustibile nucleare, mentre in IPU, entrato in esercizio nel 1968, si svolgevano attività di ricerca sulle tecnologie di produzione degli elementi di combustibile nucleare (in particolare a ossidi misti uranio-plutonio).

All'interno di Opec, sono terminate le attività di decontaminazione e bonifica dei locali dell'impianto di drenaggio e raccolta dei rifiuti liquidi prodotti durante l'esercizio, demolito il camino e sono state decontaminate le 3 celle calde dell'Opec. E' stata avviata anche l'attività di smantellamento del parco serbatoi interrati dell'impianto di drenaggio.

In IPU sono state già smantellate complessivamente 12 scatole a guanti di primo livello e 2 di secondo livello, così come previsto dal Piano Operativo. Complessivamente, il programma di smantellamento delle 55 scatole a guanti e delle relative apparecchiature si concluderà nel 2015. Si tratta dell'intervento più significativo per portare a termine la bonifica dell'IPU.

Le attività di decommissioning termineranno nel 2023 e i rifiuti radioattivi, già condizionati e stoccati nei depositi temporanei del sito, saranno pronti per essere trasferiti al Deposito Nazionale.

TRISAIA (Rotondella, MT) – Nell'impianto ITREC sono state condotte ricerche sui processi di ritrattamento e rifabbricazione del ciclo uranio-torio per verificare l'eventuale convenienza tecnico-economica rispetto al ciclo del combustibile uranio-plutonio normalmente impiegato. Il CNEN divenne proprietario degli 84 elementi di combustibile del reattore americano di Elk River, 20 dei quali sono stati ritrattati prima della sospensione delle attività nel 1987, producendo, in particolare, circa 3,3 m<sup>3</sup> di soluzione uranio-torio, detta "prodotto finito".

Le attività di decommissioning, iniziate con il recupero dei rifiuti radioattivi inglobati in un monolite di calcestruzzo e interrati in una fossa "irreversibile" (negli anni settanta tali rifiuti erano stati smaltiti in modo irreversibile), termineranno nel 2024 e i rifiuti radioattivi, già condizionati e stoccati nei depositi temporanei del sito, saranno pronti per essere trasferiti al Deposito Nazionale.

## **Art. 6**

### **Modalità di attestazione della frequenza**

La frequenza dello studente è obbligatoria e opportunamente verificata.

La frequenza di almeno il 75% delle ore dedicate alle attività formative è necessaria per il conseguimento del titolo.

Analoga frequenza è necessaria all'ottenimento delle attestazioni relative ai moduli fruiti singolarmente.

## **Art. 7**

### **Modalità di selezione dei partecipanti**



Gli aspiranti studenti saranno selezionati sulla base del curriculum vitae (attinenza del diploma di laurea alla specificità del corso, voto di laurea, esperienza professionale, titoli ulteriori rispetto a quello necessario per l'accesso al corso, etc.) e di un colloquio avente per oggetto le tematiche del corso.

La Commissione Selezionatrice, composta da docenti dell'Ateneo, rappresentanti di SOGIN e altri esperti, sarà successivamente individuata.

La data del colloquio verrà resa nota per tempo agli interessati.

#### **Art. 8**

##### **Periodo e sede di svolgimento del corso**

Il corso di Master "Manager ambientale per la gestione del decommissioning e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca", si svolgerà nell'A.A. 2015/2016, e indicativamente nel periodo compreso tra settembre 2015 e luglio 2016, nelle giornate di venerdì e sabato.

Ferme restando le attività da svolgersi nella modalità "a distanza" (e-learning), le sedi sono individuate nel Dipartimento di Scienze della Salute dell'Università degli Studi del Piemonte Orientale, e nelle ulteriori strutture rese disponibili da SOGIN.

#### **Art. 9**

##### **Numero massimo di studenti**

Il numero massimo di studenti che potrà prendere iscrizione al corso è fissato in 30 unità.

#### **Art. 10**

##### **Quota di iscrizione**

La quota di iscrizione al Master è pari a € 3.500,00, da versarsi in due rate:

- I rata, pari a € 2.000,00, entro il termine previsto per l'iscrizione;
- Il rata, pari a € 1.500,00, entro il 27 novembre 2015.

Al fine di effettuare i suddetti versamenti, e il primo in particolare, è necessario:

- connettersi alla pagina web <http://studenti.rettorato.unipmn.it>;
- seguire il percorso **Area Riservata** -> **Registrazione**, e quindi cliccare su "**Registrazione Web**";
- inserire le informazioni (a carattere anagrafico) progressivamente richieste, sino alla generazione del proprio **identificativo**, a cui sarà da associarsi una **password**;
- accedere all'**Area Riservata** mediante l'identificativo generato (al termine della procedura di cui al punto precedente, sarà sufficiente cliccare su "**Procedi con autenticazione**");



- cliccare su “**Segreteria**”, accedendo alla “**Pagina Immatricolazione**”;
- inserire le informazioni (relative al corso d’interesse) progressivamente richieste, sino alla **generazione** e quindi alla **stampa della domanda di iscrizione**;
- tornare alla voce “**Controlla pagamenti**” o “**Pagamenti non pervenuti**”, e quindi alla voce “**Fattura**”, dove comparirà la **distinta di versamento (MAV)** relativa alla prima rata (la distinta relativa alla seconda comparirà in seguito);
- **stampare** la distinta relativa alla prima rata ed utilizzarla per effettuare il versamento in questione presso qualsiasi istituto bancario, anche in home-banking (analogamente si dovrà procedere in seguito per il versamento delle rate successive).

Si ricorda inoltre che:

- il numero assegnato dal sistema al termine della procedura on-line, una volta perfezionata l’iscrizione, sarà confermato come matricola effettiva attribuita allo studente (nel caso di accessi successivi alla registrazione, laddove il sistema non riconosca come nome utente la stringa “nome.cognome”, si ovvierà inserendo tale numero di matricola; quanto alla password, potrà utilizzarsi quella precedentemente prescelta);
- è necessario consegnare presso la Segreteria Studenti della Scuola di Medicina la domanda di iscrizione compilata, le quietanze di versamento delle rate, nonché la documentazione ulteriore, nei tempi e nei modi indicati nell’articolo “Domanda di Iscrizione”;
- per maggiori informazioni, è possibile rivolgersi alla Segreteria Studenti della Scuola di Medicina, all’indirizzo e-mail [segreteria.studenti.med@rettorato.unipmn.it](mailto:segreteria.studenti.med@rettorato.unipmn.it), o al n. 0321.375.270).

### *Singoli moduli*

I costi dei moduli, da fruirsi singolarmente o in raggruppamenti ridotti, è riepilogato nella seguente tabella:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
€ 900,00		€ 900,00		€ 900,00			€ 900,00		€ 900,00		
€ 500,00	€ 600,00	€ 600,00	€ 500,00	€ 600,00	€ 600,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 600,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 600,00

Il pagamento deve avvenire entro 5 giorni dalla data di inizio del modulo o del raggruppamento d’interesse.

Il pagamento, nel caso di soggetti privati, deve avvenire mediante bonifico bancario alle seguenti coordinate:

- Banca: Banca Popolare di Sondrio – Filiale di Vercelli
- Conto intestato a: Università degli Studi del Piemonte Orientale
- IBAN: IT91 Y 05696 10000 000010000X96





- BIC/SWIFT: POSOIT22
- Causale: AMMCE – Master Rifiuti Radioattivi, Modulo n° ..., Nome e Cognome della persona per la cui iscrizione il versamento viene effettuato.

Nel caso di versamenti effettuati da Enti Pubblici italiani, si dovrà invece optare per un “girofondi” sul conto di tesoreria n. 158384, sempre intestato all’Università degli Studi del Piemonte Orientale.

### **Art. 11 Collaborazioni esterne**

Il corso è realizzato dall’Università degli Studi del Piemonte Orientale in collaborazione con la Società Gestione Impianti Nucleari per Azioni (SOGIN).

SOGIN è la società di Stato responsabile del “decommissioning” degli impianti nucleari italiani e della gestione dei rifiuti radioattivi, compresi quelli prodotti dalle attività industriali, di ricerca e di medicina nucleare, al fine di garantire la sicurezza dei cittadini, salvaguardare l’ambiente e tutelare le generazioni future.

Oltre alle quattro centrali nucleari italiane di Trino (VC), Caorso (PC), Latina (LT) e Garigliano (Sessa Aurunca, CE) e all’impianto FN di Bosco Marengo (AL), SOGIN conduce le attività di smantellamento degli ex-impianti di ricerca ENEA di Saluggia (VC), Casaccia (Roma) e Rotondella (MT).

SOGIN ha inoltre il compito di localizzare, realizzare e gestire il Deposito Nazionale, un’infrastruttura ambientale di superficie, dove porre in condizioni di sicurezza tutti i rifiuti radioattivi.

È una società per azioni, interamente partecipata dal Ministero dell’Economia e delle Finanze, che opera in base agli indirizzi strategici del Governo italiano.

### **Art. 12 Strutture didattiche e strumentazioni a disposizione**

Le strutture didattiche e le strumentazioni a disposizione sono quelle dell’Università degli Studi del Piemonte Orientale e di SOGIN.

### **Art. 13 Domanda di ammissione alla selezione**

La domanda di ammissione alla selezione è disponibile sul sito web [www.uniupo.it](http://www.uniupo.it) presso la sezione **Alta Formazione -> I Master -> Modulistica** e dovrà essere presentata entro il **7 settembre 2015** all’Università degli Studi del Piemonte Orientale – Segreteria Studenti della Scuola di Medicina, Via Perrone 18, 28100 Novara (NO).

Alla domanda dovranno essere allegati i seguenti documenti:



- dichiarazione sostitutiva di certificazione, ai sensi dell'art. 46 punto m) del D.P.R. 28/12/2000, n. 445, attestante il conseguimento del diploma di laurea/accademico, con indicazione di data, luogo di conseguimento e votazione riportata;
- analoga dichiarazione in riferimento agli ulteriori titoli valutabili per l'ammissione al corso;
- curriculum vitae et studiorum;
- fotocopia di un documento d'identità in corso di validità.

I candidati in possesso di un titolo straniero, al fine di produrre la documentazione supplementare, sono invitati a consultare il sito web del MIUR, all'indirizzo: <http://www.studiare-in-italia.it/studentistranieri>.

#### **Art. 14**

##### **Data di pubblicazione della graduatoria**

La pubblicazione della graduatoria degli ammessi al corso avverrà entro il giorno **14 settembre 2015**, sul sito web [www.med.unipmn.it](http://www.med.unipmn.it), nonché presso la Segreteria Studenti della Scuola di Medicina dell'Università degli Studi del Piemonte Orientale.

#### **Art. 15**

##### **Domanda di iscrizione**

L'iscrizione dovrà effettuarsi entro il giorno **21 settembre 2015** presso la Segreteria Studenti della Scuola di Medicina (Via Perrone 18, 28100 Novara), presentando la seguente documentazione:

- domanda di iscrizione generata mediante la procedura descritta nell'art. "Quota di iscrizione", su carta resa legale con marca da bollo da € 16,00;
- quietanza di versamento della quota di iscrizione;
- fotocopia del codice fiscale.

##### *Singoli moduli*

L'iscrizione ai singoli moduli dovrà effettuarsi entro 5 giorni lavorativi dall'inizio dei moduli stessi, presentando la seguente documentazione:

- domanda d'iscrizione disponibile sul sito web [www.uniupo.it](http://www.uniupo.it), presso la sezione **Alta Formazione -> I Master -> Modulistica**;
- quietanza di versamento della/e quota/e d'iscrizione al/i singolo/i modulo/i a cui ci si intende iscrivere;
- fotocopia del codice fiscale.



## **Art. 16** **Consiglio di Corso di Studio**

Il Consiglio di Corso è composto dal Prof. Michele Arneodo (Università), dall'Ing. Carlo Vicini (SOGIN), dal Dott. Marco Brambilla (Ospedale "Maggiore della Carità" di Novara), nonché dai membri successivamente individuati.

È nominato Direttore del Corso il Prof. Arneodo.

Il Prof. Arneodo insegna, tra le altre, fisica applicata e radioprotezione fisica. Svolge attività di ricerca al collisore LHC del CERN di Ginevra, dove ha partecipato al progetto "CMS" che ha condotto alla scoperta del "Bosone di Higgs", e quindi al riconoscimento del Premio Nobel per la Fisica nel 2013 al Prof. François Englert e al Prof. Peter Higgs.

Sono inoltre nominati due Vicedirettori: l'Ing. Carlo Vicini e il Dott. Marco Brambilla.

## **Art. 17** **Afferenza amministrativa**

Il corso afferisce, sotto il profilo amministrativo, al Dipartimento di Scienze della Salute dell'Università degli Studi del Piemonte Orientale.

## **Art. 18** **Preventivo finanziario del Corso di Studio**

... *Omissis*...

## **Art. 19** **Verifiche intermedie del profitto**

Sono previste verifiche intermedie del profitto, da svolgersi in forma scritta e/o orale.

All'iscritto a singoli moduli non è richiesto il sostenimento delle summenzionate verifiche.

## **Art. 20** **Contenuti, caratteristiche ed eventuale numero di crediti della prova finale**

Al termine del percorso formativo, l'iscritto al master sarà sottoposto a una prova finale consistente nell'elaborazione e nella discussione di una tesi relativa ai contenuti del percorso formativo stesso.

All'iscritto a singoli moduli non è richiesto il sostenimento della summenzionata prova.



**Art. 21**  
**Titolo e attestati rilasciati**

Allo studente che abbia rispettato l'obbligo di frequenza, superato le verifiche intermedie del profitto, oltreché la prova finale, verrà rilasciato il titolo di Master Universitario di I livello "Manager ambientale per la gestione del decommissioning e dei rifiuti radioattivi in ambito sanitario, industriale e di ricerca".

All'iscritto a singoli moduli che ne abbia frequentato le attività, sarà fornita apposita attestazione.

**IL RETTORE**  
**(*Cesare Emanuel*)**  
**(*F.to Cesare Emanuel*)**



## Allegato 1 – Piano didattico

Modulo	Insegnamenti	SSD	CFU	Ore Teoria	Ore Studio Individuale	Ore Totali
<b>1 Modulo propedeutico di fisica</b>	<p style="text-align: center;">Richiami di meccanica            Richiami di elettricità e magnetismo            Cenni di meccanica quantistica            Cenni di meccanica relativistica            Acceleratori di particelle: linac, ciclotrone, sincrotrone</p>	FIS/07	3	14	61	75
<b>Totale 1</b>			<b>3</b>	<b>14</b>	<b>61</b>	<b>75</b>
<b>2 Fisica atomica, fisica nucleare, interazioni radiazione-materia</b>	<p style="text-align: center;">Fisica atomica:            Il modello atomico di Bohr            Stati stazionari, transizioni radiative            Livelli energetici dell'idrogeno e degli atomi idrogenoidi            I numeri quantici degli elettroni: principale, orbitale, magnetico e di spin            Principio di esclusione di Pauli            Il sistema periodico degli elementi            Dipendenza dal numero atomico delle proprietà chimiche</p>	FIS/01	5	8	105	125
	<p style="text-align: center;">Fisica nucleare:            Scoperta della radioattività            Esperimento di Rutherford e scoperta del nucleo            Generalità sui decadimenti radioattivi            Sezioni d'urto            Dimensioni dei nuclei            Le masse e le energie di legame dei nuclei            Instabilità dei nuclei, decadimento beta            Decadimento alfa, fissione spontanea            Reazioni nucleari, spettroscopia nucleare            Energia dalla fissione nucleare            Energia dalla fusione nucleare</p>			12		



Modulo	Insegnamenti	SSD	CFU	Ore Teoria	Ore Studio Individuale	Ore Totali
	<p>Interazioni radiazione-materia:            Interazione di particelle cariche pesanti (protoni, nuclei) con la materia            Potere frenante            Formula di Bethe-Bloch            Range            Picco di Bragg            Interazione di elettroni e positroni con la materia            Radiazione di frenamento            Lunghezza di radiazione            Diffusione multipla            Interazione di fotoni X e gamma con la materia:            effetto fotoelettrico; effetto Compton; creazione di coppie; sciami elettromagnetici; interazione di neutroni con la materia</p>	FIS/07	3	10	65	75
<b>Totale 2</b>			<b>8</b>	<b>30</b>	<b>170</b>	<b>200</b>
<b>3 Effetti della radiazione a livello cellulare e loro conseguenze a livello individuale e di popolazione; effetti deterministici e stocastici; aspetti diagnostici ed epidemiologici</b>	<p>Radicali liberi e meccanismi di danno ossidativo            Meccanismi di danno tessutale da RI            Effetti stocastici e non stocastici delle RI (mutagenicità e citotossicità)            Fattori biologici di radio-resistenza e radio-sensibilità            Effetti oncogeni delle RI</p>	MED/04	3	12	63	75
	<p>Effetti delle radiazioni sugli organi emopoietici e linfoidi            Meccanismi patogenetici delle neoplasie ematologiche associate a radiazioni            Sorveglianza e clinica delle neoplasie ematologiche associate a radiazioni            I casi "storici" di neoplasie ematologiche associate a radiazioni: Hiroshima e Chernobyl</p>	MED/15	1	5	20	25
	<p>Effetti deterministici: organizzazione strutturale dei tessuti            Effetti precoci e tardivi: descrizione e patogenesi            Irradiazione corporea totale            Effetti stocastici: fonti di esposizione            Mutazioni ed effetti genetici            Conseguenze dell'esposizione nella vita fetale e infantile            Oncogenesi da radiazioni</p>	MED/36	1	6	19	25



Modulo	Insegnamenti	SSD	CFU	Ore Teoria	Ore Studio Individuale	Ore Totali
	Introduzione ai metodi di studio epidemiologico, con riferimento all'effetto delle radiazioni ionizzanti Il rischio da esposizione a radiazioni ionizzanti per le popolazioni umane in conseguenza dell'esposizione occupazionale e di quella determinata da incidenti o esposizione ambientale	MED/01	3	10	65	75
	La valutazione individuale del rischio da radiazioni ionizzanti in conseguenza dell'esposizione medica	FIS/07	1	2	23	25
<b>Totale 3</b>			<b>9</b>	<b>35</b>	<b>190</b>	<b>225</b>
<b>4</b> <b>Impiego di sorgenti radiogene in ambito sanitario</b>	Apparecchiature e tecniche di radioterapia: Generalità di radioterapia dei tumori Radioterapia a fasci esterni Brachiterapia Radioterapia con sorgenti non sigillate	MED/36	3	5	65	75
	Apparecchiature e tecniche di radiodiagnostica/ medicina nucleare: Radiologia diagnostica convenzionale, TC, fluoroscopia e angiografia SPECT, PET Ciclotroni per la produzione di radiofarmaci			5		
<b>Totale 4</b>			<b>3</b>	<b>10</b>	<b>65</b>	<b>75</b>
<b>5</b> <b>Concetti di base della radioprotezione e legislazione della radioprotezione</b>	Grandezze radioprotezionistiche	FIS/07	5	3	105	125
	Principi della radioprotezione			3		
	Normativa e legislazione internazionale e nazionale (direttive Euratom 89/618 – 90/641 – 92/3 96/29 e D.Lgs 230/95 e s.m.i)			10		
	I nuovi "Basic Safety Standard": Direttiva 2013/59/Euratom			4		
<b>Totale 5</b>			<b>5</b>	<b>20</b>	<b>105</b>	<b>125</b>
<b>6</b> <b>Aspetti operativi della radioprotezione: irraggiamento esterno; contaminazione interna, schermature, dispositivi di protezione individuale</b>	Irraggiamento esterno	FIS/07	4	4	80	100
	Contaminazione esterna e interna			4		
	Schermature			4		
	Dispositivi di protezione individuale			4		
	Strumenti di sorveglianza dosimetrica individuale			4		
	Principi di funzionamento della strumentazione per la rilevazione di radiazioni alfa, beta e gamma	FIS/01	1	4	21	25
	Strumentazione specifica per la radioprotezione	FIS/07	1	4	21	25
	Monitoraggio radiologico: obiettivi, organizzazione delle reti di monitoraggio	ING-IND/20	1	2	23	25



Modulo	Insegnamenti	SSD	CFU	Ore Teoria	Ore Studio Individuale	Ore Totali
<b>Totale 6</b>			<b>7</b>	<b>30</b>	<b>145</b>	<b>175</b>
<b>7 Radioprotezione in condizioni di emergenza (incendio, allagamento, terremoto)</b>	Rilasci in condizioni normali di esercizio	ING-IND/20	2	3	44	50
	Emergenze radiologiche			1		
	Modelli di trasporto, calcolo delle concentrazioni nelle matrici e valutazioni dosimetriche			2		
	Piani di emergenza: impianti nucleari, trasporti, attacchi terroristici	MED/41	2	2	42	50
	Primi soccorsi e dosimetria nei casi d'irraggiamento e contaminazione			2		
	Aspetti operativi sui lavoratori coinvolti in situazioni di emergenza			1		
	Esercitazione in condizioni di emergenza in strutture sanitarie			2		
Case studies: risposta alle emergenze di Chernobyl e Fukushima	1					
<b>Totale 7</b>			<b>4</b>	<b>14</b>	<b>86</b>	<b>100</b>
<b>8 La produzione di rifiuti radioattivi</b>	Produzione di rifiuti in ambito sanitario e in particolare disattivazione di acceleratori di radioterapia/medicina nucleare	FIS/07	1	4	21	25
	Produzione di rifiuti nell'ambito della Ricerca Scientifica	ING-IND/20	2	2	44	50
Produzione di rifiuti nell'ambito di attività industriali, in particolare rifiuti provenienti dall'esercizio e dallo smantellamento delle centrali nucleari e degli impianti del ciclo del combustibile	4					
<b>Totale 8</b>			<b>3</b>	<b>10</b>	<b>65</b>	<b>75</b>
<b>9 Gestione dei rifiuti radioattivi</b>	Gestione delle sorgenti dismesse e/od orfane (D.Lgs. 52/2007)	ING-IND/20	7	2	145	175
	Classificazione dei rifiuti radioattivi			4		
	Caratterizzazione radiologica dei materiali e dei rifiuti radioattivi			8		
	Processi di trattamento dei rifiuti radioattivi			4		
	Requisiti per il condizionamento dei rifiuti a bassa, media e alta attività			3		
	Cenni sui trasporti di rifiuti radioattivi			2		
Smaltimento dei rifiuti a bassa/media attività e stoccaggio a lungo termine dei rifiuti ad alta attività e del combustibile irraggiato (Deposito Nazionale)	4					





Modulo	Insegnamenti	SSD	CFU	Ore Teoria	Ore Studio Individuale	Ore Totali
	Condizioni di allontanamento dei materiali nell'ambiente e criteri di rilascio senza vincoli radiologici di installazioni nucleari (condizioni per il conseguimento del "green field")			3		
<b>Totale 9</b>			<b>7</b>	<b>30</b>	<b>145</b>	<b>175</b>
<b>10 Cultura della Sicurezza</b>	Elementi fondamentali della sicurezza e della Cultura della Sicurezza: definizioni, concetti di base, genesi ed evoluzione, metodi e obiettivi Teoria delle organizzazioni e aspetti legati alla sicurezza Fattori umani e organizzativi nella sicurezza degli impianti industriali (Interazioni tra Individuo, Tecnologia e Organizzazione) Introduzione ai sistemi complessi e loro caratteristiche Euristiche cognitive e influenze di gruppo Percezione, identificazione e valutazione del rischio Metodi e tecniche per la valutazione e il miglioramento della cultura della sicurezza Casi-studio	ING-IND/20	4	16	84	100
<b>Totale 10</b>			<b>4</b>	<b>16</b>	<b>84</b>	<b>100</b>
<b>11 Aspetti ambientali</b>	La valutazione dell'impatto ambientale derivante da attività utilizzanti radionuclidi a scopo sanitario	FIS/07	1	2	15	25
	La valutazione dell'impatto ambientale derivante da attività di decommissioning degli impianti nucleari			4		
	Il monitoraggio ambientale di contaminanti radioattivi			4		
<b>Totale 11</b>			<b>1</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
<b>12 Aspetti economici e sociali del decommissioning</b>	Requisiti, politica e strategia nel processo di decommissioning: elementi influenzanti, vincoli, condizionamenti	ING-IND/20	2	2	44	50
	L'importanza degli stakeholder			2		
	Decommissioning delle parti di impianto			2		
	Aspetti sociali e territoriali: impatto sui sistemi territoriali, informazione e partecipazione degli attori locali	SPS/09	2	10	40	50
	Chiusura della pratica di decommissioning: rilascio del sito nucleare da vincoli radiologici	ING-IND/20	2	3	41	50
	Analisi dei costi di decommissioning			3		



<b>Modulo</b>	<b>Insegnamenti</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore Teoria</b>	<b>Ore Studio Individuale</b>	<b>Ore Totali</b>
	Aspetti economici connessi alla chiusura del nucleare			3		
<b>Totale 12</b>			<b>6</b>	<b>25</b>	<b>125</b>	<b>150</b>
<b>TOTALE</b>			<b>60</b>	<b>244</b>	<b>1256</b>	<b>1500</b>

Al percorso formativo, sono da aggiungersi:

- Esercitazioni presso i siti gestiti da SOGIN: 70 ore
- Prova finale (discussione tesi)