



## Corso di Laurea Magistrale in INGEGNERIA DELLE NANOTECNOLOGIE

Negli ultimi anni, la rivoluzione rappresentata dalla nanoscienza si è rapidamente concretizzata in una forte accelerazione della ricerca scientifica in tale settore sia in ambito nazionale che internazionale; lo sviluppo di nanotecnologie rappresenta oggi la nuova frontiera su cui saranno chiamate a confrontarsi nei prossimi decenni le industrie su un piano internazionale sempre più globalizzato e competitivo. Le strutture di ricerca pubbliche e private di tutti i paesi più importanti sono attualmente impegnate in avanzati, costosi e complessi programmi di ricerca che stanno cercando di promuovere le nanotecnologie dal piano della ricerca di base, a quello della ricerca applicata, in vista di una sempre più estesa ingegnerizzazione dei processi e dei prodotti derivanti dalle nanotecnologie. Le analisi degli investimenti per la ricerca specificatamente riconducibile alla nanoscienza e alle nanotecnologie sono concordi nell'indicare un investimento pubblico e privato mondiale nel corso del 2011 di oltre 10 miliardi di Euro.

**La sfida per l'innovazione tecnologica e la competitività industriale richiede una nuova figura professionale nel campo delle Nanotecnologie, che coniughi un'ampia e solida cultura ingegneristica di base con conoscenze nell'ambito della chimica e della fisica, per poter comprendere e gestire i nuovi strumenti progettuali offerti dalle nanotecnologie, per applicazioni nei diversi settori dell'ingegneria industriale ed elettronica.**

**La nuova Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie risponde a questa precisa esigenza emersa nel mondo industriale e della ricerca scientifica e tecnologica, in ambito nazionale ed internazionale. L'offerta formativa si avvale delle competenze dei ricercatori del Centro di Ricerca per le Nanotecnologie Applicate all'Ingegneria della Sapienza (CNIS). Il Centro raccoglie attualmente le competenze multidisciplinari di oltre 50 Professori e Ricercatori, appartenenti a diversi Dipartimenti dell'Università di Roma Sapienza e alle diverse Facoltà di Ingegneria, Scienze e Medicina.**

L'istituzione della Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie è motivata dalla necessità di realizzare un percorso di formazione in grado di fornire al laureato quella forte interdisciplinarietà di competenze che necessitano come bagaglio culturale alla nuova figura professionale dell'ingegnere delle nanotecnologie, che dovrà essere in grado di gestire e progettare nuovi sistemi e prodotti sfruttando appieno le potenzialità delle nanotecnologie.

Con l'istituzione del corso di Laurea in Ingegneria delle Nanotecnologie, la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma Sapienza si pone all'avanguardia in ambito nazionale ed internazionale, essendo la prima in Italia ad offrire un percorso formativo completo nel settore delle nanotecnologie orientate all'applicazione ingegneristica, con riferimento ai diversi settori dell'ingegneria industriale ed elettronica.

**Il progetto formativo si propone di creare Ingegneri delle Nanotecnologie con specifiche specializzazioni su:**

### Tecnologie e Progettazione

La figura dell'ingegnere progettista delle nanotecnologie, sarà in grado di progettare e sviluppare materiali e dispositivi nanostrutturati di tipo elettrico/elettromagnetico, meccanico ed elettromeccanico con specifiche funzionalità, ottenute mediante il controllo della struttura su scala atomica e molecolare.

Le conoscenze relative alle tecnologie di fabbricazione di nanostrutture e ai processi di produzione di nanoparticelle e di materiali nanostrutturati sono fornite nei corsi di "Tecnologie di fabbricazione di nanostrutture e processi di autoassemblaggio", "Ingegneria delle superfici e dei film sottili e Materiali nanostrutturati" e "Tecnologie di produzione di micro/nano particelle", che sono propedeutici ai tre corsi di progettazione, insieme con i moduli di "Struttura della Materia con Elementi di Meccanica Quantistica", "Chimica superiore e laboratorio", "Microscopia e tecniche di nanocaratterizzazione" e "Modelli e tecniche di simulazione atomistica", i quali offrono le necessarie conoscenze di base di struttura della materia, di chimica, dei metodi di indagine e caratterizzazione multiscala di nanostrutture fino alla scala atomica, e delle metodologie e strumenti di calcolo per la modellistica su scala atomica e molecolare.

Gli strumenti e i metodi per la progettazione di micro/nanodispositivi elettrici ed elettromagnetici sono forniti nel corso di "Progettazione di micro/nano dispositivi elettrici/elettromagnetici", mentre le tecniche e gli aspetti di progettazione di micro/nanodispositivi meccanici sono presentati nel corso di "Progettazione di micro/nano dispositivi meccanici". Il corso di "Sistemi microelettromeccanici e laboratorio" fornisce le conoscenze necessarie alla progettazione e allo sviluppo di tecnologie per la realizzazione di micro/nanodispositivi di tipo elettromeccanico a cantilever o a membrana.

Le attività di laboratorio rivestono un ruolo cruciale nel progetto formativo dell'ingegnere progettista delle nanotecnologie industriali. L'allievo potrà scegliere tra due unità didattiche integrate di laboratorio: "Caratterizzazioni micro/nanofunzionali & Microparticelle" e "Micro/nano sensori".

**La nuova figura dell'ingegnere progettista delle nanotecnologie corrisponde al profilo professionale emerso dalle esigenze di innovazione tecnologica dell'industria manifatturiera nazionale ed internazionale, mirate allo sviluppo di prodotti avanzati sempre più performanti, con funzionalità integrate e dimensioni ridotte.**

La preparazione offerta dal Corso al neolaureato offre pertanto un ampio spettro di possibili inserimenti nel modo del lavoro che comprende, tra l'altro aziende elettromeccaniche (AnsaldoBreda, Ansaldo STS, Siemens, ecc), aziende che operano nel settore della sicurezza e delle tecnologie avanzate (Finmeccanica, Selex SI, Selex Comms, Elettronica, ecc.), dell'aerospazio e dell'automotive (Thales Alenia Space, Alenia Aeronautica, FIAT, Micro-Vett), dei materiali avanzati (es. Asocompositi, Avio, ...) ed enti pubblici e privati che operano nel settore dello sviluppo tecnologico industriale e della ricerca avanzata (ENEA, CNR, Centro Ricerche FIAT, Centro Sviluppo Materiali, ...).

### Bioteconologie

La figura dell'ingegnere delle bio-micro/nanotecnologie sarà in grado di progettare e sviluppare dispositivi e materiali per le biotecnologie, quali microsistemi a fusso e reagenti per il trasporto, la separazione, la purificazione e l'amplificazione di composti cellulari e subcellulari, microsonde o materiali biocompatibili per il recupero e la riabilitazione di tessuti e organi.

Il contesto fortemente multidisciplinare tipico delle nanotecnologie, in cui le tecniche di progettazione ed i metodi di analisi dell'ingegneria sono complementari alla fisica e alla chimica della nanoscala, necessita ulteriori ampliamenti per l'applicazione a dispositivi biotecnologici/biomolecolari e a sistemi biologici in vivo.

A partire dalla formazione di base fornite nei corsi di "Struttura della materia con elementi di meccanica quantistica" e "Chimica superiore e laboratorio di elettrochimica", le conoscenze chimico-biologiche sono acquisite nel corso di "Ingegneria biochimica e strutture macromolecolari". Le tecniche di fabbricazione e di produzione sono affrontate nei corsi di "Tecnologie di fabbricazione di nanostrutture e processi di autoassemblaggio" e "Ingegneria delle superfici e film sottili e Materiali nanostrutturati".

Si forniscono inoltre all'allievo le conoscenze necessarie per saper caratterizzare sperimentalmente il materiale nanostrutturato fino alla scala atomica (corso di "Microscopia e tecniche di nanocaratterizzazione") e di comprendere e realizzare simulazioni numeriche per ottimizzare i sistemi nanostrutturati (corso di "Modelli e tecniche di simulazione atomistica").

Le metodologie di analisi del flusso e di progettazione ed ottimizzazione dei principali micro/nano-dispositivi vengono fornite nel corso di "Micro/nano fluidodinamica e micro/nano dispositivi a flusso". Il corso di "Fenomeni di trasporto in microsistemi e micro/nano dispositivi reagenti" tratta il trasporto elettrochimico, le reazioni chimiche in ambienti confinati e le tecniche di progettazione e ottimizzazione di micro-dispositivi di reazione. L'interazione tra campi elettromagnetici e materia biologica viene affrontata nel corso di "Campi elettromagnetici e nanosistemi per applicazioni biomedicali". La capacità operativa dell'allievo viene sviluppata tramite uno spiccato orientamento progettuale nei corsi di "Laboratorio di biofotonica", "Sistemi microelettromeccanici e Laboratorio", "Laboratorio di Simulazione Atomistica e Fluidodinamica", e "Laboratorio di strumentazione biochimica".

**La nuova figura professionale dell'ingegnere delle micro-nano biotecnologie si colloca bene nel mondo del lavoro, dove trova impiego nell'ambito dell'industria dei sistemi bio-medicali, nell'industria farmaceutica e in ambito ospedaliero. Per la sua elevata formazione professionale costituisce personale di elezione per centri di ricerca dedicati all'analisi biologica e biomolecolare. La sua ampia formazione di base e la spiccata capacità operativa ne rendono indispensabile l'impiego nella progettazione, produzione e gestione di tecnologie avanzate miniaturizzate in quei settori in cui l'interazione tra micro-nanodispositivi e materia biologica costituisce l'aspetto essenziale.**

### Elettronica e Fotonica

La figura dell'ingegnere delle nanotecnologie elettroniche e fotoniche sarà in grado di progettare e sviluppare materiali e dispositivi nanostrutturati per applicazioni di nanoelettronica, optoelettronica e nanofotonica. Tali discipline utilizzano i fenomeni legati all'elaborazione dell'informazione alla nanoscala, dove i materiali mostrano proprietà molto differenti da quelle macroscopiche e dove l'interazione di luce e nanostrutture fotoniche permette di realizzare circuiti integrati fotonici con maggiori velocità di commutazione e banda e nuovi tipi di sorgenti laser.

Le conoscenze relative alle tecnologie di fabbricazione di materiali nanostrutturati per l'elettronica sono fornite nei corsi di "Tecnologie di fabbricazione di nanostrutture e processi di autoassemblaggio" e "Ingegneria delle superfici e dei film sottili e Materiali nanostrutturati", che insieme a quelli di "Struttura della Materia con elementi di meccanica quantistica", "Chimica superiore e laboratorio", "Microscopia e tecniche di nanocaratterizzazione" e "Modelli e tecniche di simulazione atomistica" offrono le necessarie conoscenze di base completate con i metodi di indagine e caratterizzazione delle nanostrutture elettroniche.

I corsi di "Elettronica dello stato solido e dispositivi elettronici innovativi", "Nanotecnologie elettroniche" e "Sistemi microelettromeccanici e Laboratorio" sviluppano la capacità progettuale in ambito nanoelettronico. Il quadro formativo è integrato con attività di laboratorio per fornire all'allievo la concreta capacità di realizzazione e caratterizzazione dei dispositivi. Gli strumenti di progettazione e realizzazione dei nuovi dispositivi fotonici sono sviluppati nei corsi di "Optoelettronica" e "Microsistemi fotonici", mentre nuove sorgenti laser di impiego nella "quantum information" sono approfondite nel corso di "Dispositivi laser e progettazione ottica". In alternativa l'allievo può completare il percorso formativo con corsi quali "Sistemi nanostrutturati per applicazione elettromagnetiche" e "Laboratorio di nanoelettronica".

**La nuova figura professionale dell'ingegnere delle nanotecnologie elettroniche e fotoniche si colloca bene nel modo del lavoro, e risponde in modo preciso al profilo professionale emerso negli ultimi anni che esige alta qualificazione per guidare i nuovi processi tecnologici, che saranno alla base della società dell'informazione del futuro prossimo. In Europa, America e Asia molte Università hanno già disegnato ed attivato percorsi didattici dedicati alle nanoscienze, e nanotecnologie. In Italia, con ST Microelectronics, Micron Technology, FINMECCANICA, l'industria dei semiconduttori e della fotonica hanno l'esigenza di personale tecnico altamente qualificato che guidi il processo di implementazione delle nanotecnologie nell'universo dei semiconduttori.**

