

# Modello di Accreditamento Periodico Dottorato (MAPD)

## XLI ciclo\*

### Dottorato di Ricerca in “Big Data ed Intelligenza Artificiale”

\*Il presente documento potrebbe essere soggetto a modifiche in conformità alle successive disposizioni ministeriali inerenti al XLI ciclo di dottorato.

## 1. INFORMAZIONI GENERALI

### a) Corso di Dottorato

Il corso è:	Nuovo accreditamento
Denominazione del corso	Big Data ed Intelligenza Artificiale
Cambio Titolatura?	NO
Ciclo	41
Data presunta di inizio del corso	01/12/2025
Durata prevista	3 ANNI
Dipartimento/Struttura scientifica proponente	Dipartimento di Ingegneria e Scienze
Numero massimo di posti per il quale si richiede l'accreditamento ai sensi dell'art 5 comma 2, DM 226/2021	5
Dottorato che ha ricevuto accreditamento a livello internazionale (Joint Doctoral Program):	NO
Il corso fa parte di una Scuola?	NO
Presenza di eventuali curricula?	SI
LINK alla pagina web di ateneo del corso di dottorato	<a href="https://www.unimercatorum.it/ricerca/dottorati-di-ricerca">https://www.unimercatorum.it/ricerca/dottorati-di-ricerca</a>

### b) Descrizione del progetto formativo e obiettivi del corso

#### Descrizione del progetto:

(min 1.000 caratteri - MAX 5.000 caratteri, spazi inclusi)

Il corso di dottorato “Big Data e Intelligenza artificiale” forma ricercatori con una preparazione scientifica sia nell’ambito Data Science, indirizzata all’approfondimento di aspetti metodologici, quali l’analisi statistica e computazionale dei dati, la gestione dei big data e gli algoritmi di machine learning, sia orientata ad una conoscenza teorica ed applicativa dell’Intelligenza Artificiale, con particolare riferimento all’informatica e alla matematica applicata, in grado di abbinare una forte capacità analitica alla capacità di sviluppo algoritmico.

I Big Data sono ovunque e influenzano le scelte strategiche dell’impresa. Il termine Big Data si riferisce letteralmente alla grande quantità di dati ed informazioni che vengono acquisite e gestite quotidianamente da società o enti. Più che l’entità di questi dati, però, ciò che attira l’attenzione è il loro utilizzo ovvero come essi possano essere analizzati in modo da estrapolare

informazioni importanti per tutte quelle aziende che si occupano di statistiche ed analisi di mercato.

I Big Data non avrebbero alcun valore se non fosse possibile analizzarli ed estrapolare informazioni: le macchine rispetto agli esseri umani hanno la possibilità di analizzare una grande quantità di informazioni in tempi brevissimi. In altri termini, il semplice fatto di avere accesso a grandi serie di dati non è sufficiente per produrre un risultato. La convergenza tra Big Data e Intelligenza Artificiale è pertanto inevitabile anche per rendere più efficienti e intelligenti i processi aziendali.

Il processo produttivo dei Big data è ancora da conoscere compiutamente e non riguarda solo i confini disciplinari tra statistica, informatica, scienze sociali ed economiche per la creazione di una data science interdisciplinare. Serve una appropriata statistical literacy che deve estendersi anche ai dati provenienti dai nuovi strumenti di comunicazione per una corretta interpretazione dei dati. L'analisi dei Big data deve infatti tenere conto della qualità dei dati per non incorrere in rappresentazioni errate e falsate della realtà.

La disponibilità di grandi quantità di dati favorisce la convergenza di discipline diverse per lo sviluppo di modelli ed algoritmi in grado di spiegare più a fondo la complessità dei fenomeni sociali, economici, biologici, naturali, tecnologici e culturali. In particolare, l'utilizzo dei Big Data insieme ad algoritmi di Intelligenza Artificiale consente di esaminare i dati al fine fornire analisi concrete e riutilizzabili, individuare correlazioni nascoste e trend ancora sconosciuti e, in ultima analisi, prendere decisioni più ponderate ed efficaci, soprattutto nell'ambito dei processi produttivi e dell'automazione industriale anche in chiave di cybersecurity.

Sul solco della generazione precedente, l'Industria 5.0 intende cogliere le opportunità legate allo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale non tanto (e non solo) per migliorare l'efficienza e la flessibilità del processo produttivo ma, andando oltre, per sostenere l'industria nel miglioramento delle condizioni di lavoro per l'uomo e, in generale, nel suo servizio a lungo termine all'umanità e al pianeta.

In questa ottica di valorizzazione dell'umano e dell'ambiente, Industria 5.0 con Intelligenza Artificiale (in combinazione con IoT, Cloud Computing e Reti ad alta velocità) giocano un ruolo chiave per garantire adeguati circuiti di feedback tra la trasformazione industriale e una rivalutazione del capitale, compresi i flussi di capitale umano e sociale, in altre parole, per lo sviluppo di una Economia Circolare come modello economico rigenerativo.

In questo contesto, il programma di studio fornirà competenze da applicare a diversi contesti, con l'obiettivo di creare esperti che contribuiscono all'avanzamento di nuovi saperi scientifici in grado non solo di elaborare metodi e modelli di interpretazione dei dati e di maneggiare le più moderne tecnologie in ambito IoT, Cloud e Reti ad alta velocità, ma anche di fornire risposte a nuovi campi di frontiera di ricerca della scienza e soluzioni di sistema a molte delle sfide globali, in primis quello di sviluppo sostenibile dell'economia.

I corsi sono progettati per fornire una solida preparazione multidisciplinare e interdisciplinare nelle diverse aree di ricerca che fanno parte della Data Science e dell'Intelligenza Artificiale, inclusi aspetti statistici, tecnologici e di cybersecurity. La forte impronta interdisciplinare è funzionale a un posizionamento nel mondo del lavoro estremamente versatile che risponda al meglio alle sfide odierne. L'attenzione agli aspetti applicativi e la stretta interazione con il territorio e il mondo produttivo consentiranno di mettere a frutto le conoscenze acquisite in aziende, enti di ricerca e pubbliche amministrazioni, rispondendo alla loro necessità di innovare e di trovare soluzioni di ampio respiro a problemi sempre più complessi e, spesso,

anche con diversi portatori di interesse coinvolti.

**c) Obiettivi del corso:**

(min 1.000 caratteri - MAX 5.000 caratteri, spazi inclusi)

L'obiettivo del corso è quello di creare figure di elevata qualificazione, in grado di esercitare attività di ricerca specifica e qualificata e/o di perseguire progetti di ricerca applicata e di innovazione tecnologica nel campo dei Big Data e dell'Intelligenza Artificiale nell'ottica sia della Transizione digitale che dell'Industria 5.0 ed Economia Circolare. La formazione di elevato livello e ampio respiro consentirà una più facile collocazione dei futuri dottori di ricerca nelle imprese che basano i loro processi produttivi sull'innovazione e sul digitale.

Il corso intende colmare un deficit di competenze negli ambiti Big Data e Intelligenza artificiale soprattutto all'interno del mondo aziendale dove si osserva una carenza di talenti e innovatori. Per colmare questo deficit, il corso formerà una classe d'eccellenza di ricercatori in grado di integrare conoscenze in ambito statistico, tecnologico ed economico e di trovare dei punti di contatto per formulare soluzioni di ampio respiro e rispondere più efficacemente alle sfide odierne legate alla complessità e alla presenza di diversi interessi in gioco delle parti interessate.

In particolare, gli obiettivi possono essere sintetizzati come segue:

- abbinare una formazione nelle diverse aree della Data Science e Intelligenza Artificiale con una preparazione multidisciplinare estesa alle materie tecnologiche ed economiche;
- favorire un approccio interdisciplinare allo studio e alla ricerca per consentire analisi di sistemi complessi in un ambito caratterizzato da forti interazioni tra aspetti tecnici, economici e sociali connessi all'utilizzo dei dati;
- garantire forte caratterizzazione industriale sul percorso formativo del dottorando, anche attraverso periodi di permanenza all'estero in centri di ricerca e realtà industriali di estremo rilievo nel panorama nazionale e internazionale;
- fornire competenze trasversali per sviluppare autonomamente un'attività di ricerca e orientare la ricerca tenendo conto dello stato dell'arte, valutando le alternative metodologie nonché le prospettive e le ricadute sul benessere dell'uomo e della società.

I curricula previsti sono 2 con i seguenti obiettivi:

- Big Data Management per la transizione digitale: l'obiettivo è focalizzato sull'intera gestione del ciclo di vita del dato, dalla raccolta alla sua conservazione, passando per l'analisi, richiede l'impiego di nuove tecnologie innovative che abilitino l'estrazione di valore dai Big Data. I Big Data applicati al tema dell'innovazione e della trasformazione digitale, hanno aperto nuovi scenari e interessanti opportunità per le aziende.
- Intelligenza artificiale per Industria 5.0 ed Economia circolare: l'obiettivo è sfruttare l'Intelligenza Artificiale in contesti industriali per favorire nuovi processi produttivi in cui anche le tecnologie(IoT, robot, cybersicurezza, cloud e reti ad alta velocità)sono utilizzate non solo per perseguire una maggiore efficienza, ma soprattutto migliori condizioni di vita dell'uomo e dell'ambiente anche attraverso un modello rigenerativo dell'economia.

In ottica di interdisciplinarietà, i dottorati su due curricula potranno eventualmente svolgersi

in sinergia qualora siano finanziati dalla stessa azienda e indirizzino lo stesso tema di ricerca trattandolo da due prospettive differenti, ovvero statistico e ingegneristico-tecnologico. Il perseguitamento di questi obiettivi sarà continuamente monitorato attraverso una attenta supervisione del lavoro dei dottorandi e supportato attraverso attività di formazione e appropriate strutture e attrezzature. Il programma di formazione prevede corsi per acquisire sia competenze disciplinari nell'ambito del curriculum di riferimento che competenze trasversali. Il programma dei corsi prevede anche attività di laboratorio in didattica interattiva. Le verifiche finali quando previste si svolgeranno in presenza mediante test a risposte aperte. Il programma di studio prevede anche un periodo di permanenza all'estero e di esperienza in ambito industriale. Gli studenti potranno anche usufruire di appositi spazi in sede per favorire attività di ricerca di gruppo e di cross-fertilizzazione e per permettere loro di essere seguiti al meglio dai tutori di riferimento (un docente universitario e un professionista aziendale). L'attività di ricerca dei dottorandi sarà sottoposta a continua verifica sia interna con report a fine di ogni anno e con una presentazione a metà percorso al collegio docenti sullo stato di avanzamento della ricerca, che esterna favorendo la presentazione dei lavori di ricerca a conferenze e workshop, nonché la pubblicazione degli stessi su riviste specializzate. Inoltre gli studenti potranno contare su utilizzo di attrezzi come i laboratori virtuali di Infocamere o attrezzi delle aziende con cui Universitas Mercatorum ha stipulato specifiche convenzioni. Infine, per le sperimentazioni su larga scala gli studenti saranno guidati all'uso delle e-infrastrutture europee per la ricerca.

#### d) Sbocchi occupazionali e professionali previsti

(min 1.000 caratteri - MAX 5.000 caratteri, spazi inclusi)

I dottori di ricerca in Data Science e Intelligenza Artificiale è il vero interprete della data economy e del data-driven business e grazie alla diffusione di tecnologie come Analytics e Machine Learning aiuta la direzione aziendale a prendere decisioni mirate. Saranno in grado di coniugare le skill tecniche trasversali a le soft skill come la curiosità, la comunicazione chiara, capacità di presentazione dei propri risultati, di problem solving e di lavoro di squadra per condividere le proprie tesi, ascoltare le idee altrui e cooperare per giungere ad una soluzione comune. Potranno anche ricoprire funzioni chiave, come ad esempio quello di elaborare report che aiutino la direzione aziendale a definire le strategie aziendali.

I dottori di ricerca potranno intraprendere un percorso accademico di ricerca ma al tempo stesso potranno lavorare e mettere a frutto il proprio know-how all'interno di aziende ICT, aziende in diversi ambiti (ad esempio logistica, manifatturiero, farmaceutico), laboratori di ricerca e sviluppo, centri di ricerca a livello nazionale o internazionale, che si occupano della progettazione, sviluppo e gestione di sistemi intelligenti complessi nonché della gestione di grandi moli di dati.

Nel campo della governance territoriale, il dottore di ricerca in Big Data e Intelligenza Artificiale sarà in grado di armonizzare tra loro fonti e archivi amministrativi diversi puntando a costruire un unico registro interconnesso tra luoghi, individui, imprese, utile per comprendere cosa accade intorno a un determinato fenomeno in termini di localizzazione, strutture, network e scambio di informazioni.

Data scientist: Il profilo dello scienziato dei dati è piuttosto tecnico e richiede di avere

conoscenza di modelli matematico-statistici e algoritmi e delle librerie software necessari per implementarli e avere competenze di business intelligence, di semantica, di ontologie per la gestione delle informazioni, di metodi e tecnologie per la gestione di analisi data-driven innovative. Il Data Scientist si occupa principalmente della raccolta dati suddivisi in: 1) dati strutturati: organizzati ed elaborati per categorie da appositi software, si tratta di dati relativi a servizi e prodotti elettronici, di informazioni presenti su internet e sui social media; 2) dati non strutturati: si tratta di materiale come recensioni, immagini, testi, audio, video e messaggi.

In particolare, il Data Scientist si occupa di:

- Integrazione di archivi e diverse fonti di Big Data
- Verificare l'attendibilità dei dati
- Programmazione degli algoritmi e analisi statistiche avanzate
- Traduzione di dati in risultati validi per l'azienda.

Data Engineer: È la figura centrale nella gestione della Data Pipeline, l'infrastruttura che dal luogo in cui i dati vengono raccolti li trasporta agli strumenti di front-end. Ha il compito di costruire, migliorare e progettare interi sistemi di controllo e di analisi dei dati, garantendone la corretta composizione e la qualità delle fonti dalle quali provengono. Il compito del Data Engineer è quello di fornire al Data Scientist in maniera tempestiva i dati in formati utilizzabili per le analisi. Una caratteristica fondamentale del data engineer è la capacità di riuscire a gestire e controllare adeguatamente il machine learning, elemento rilevante nell'impiego della raccolta e della condivisione dei dati. Il data engineer si occupa quindi dell'aspetto costitutivo e della composizione del processo di analisi dati, è esperto nelle warehousing solution e lavora in contatto con molte altre figure fondamentali per la gestione di tali informazioni.

Data Science Manager: Ha la responsabilità di aiutare l'organizzazione a sfruttare i dati per guidare i processi aziendali operando come figura di raccordo tra il team di Data Scientist e Data Engineer e il team di Management aziendale. Da una parte ha il compito di guidare le attività di produzione, analisi e gestione dei dati promuovendo il miglioramento continuo dei processi metodologici e operativi del team. Dall'altra ha il compito di fornire indicazioni affinché la direzione possa prendere decisioni informate nelle varie aree di sviluppo rilevanti per l'organizzazione sulla base di analisi e predizioni sui dati. Ne consegue che per questo ruolo, il Data Science Manager deve sia conoscere tecniche e tool di analisi, gestione e l'interpretazione dei dati sia avere solide soft skill di leadership, comunicazione e project management. Collabora con varie unità dell'organizzazione per (i) comprendere gli obiettivi dello sviluppo di progetti nuovi ed esistenti; (ii) identificare le opportunità per estrarre valore dai set di dati e/o fornire approfondimenti quantitativi e qualitativi; (iii) produrre soluzioni innovative e risolvere problemi analitici mirati, ad esempio migliorare un prodotto per rispondere o prevedere mutevoli esigenze dei clienti, intervenire sul processo di produzione per migliorare le condizioni di lavoro o prevenirne i guasti.

## e) Sede Amministrativa

Ateneo Proponente:	Università Telematica "Universitas MERCATORUM"
N° di borse finanziate:	4
Sede Didattica	Roma

## f) Coerenza con gli obiettivi del PNRR

(min 1.000 caratteri - MAX 5.000 caratteri, spazi inclusi)

Le competenze digitali, all'interno della "Strategia Nazionale per le Competenze Digitali" costituiscono un asse strategico fondamentale per la crescita sociale ed economica, a patto che si realizzino tre condizioni di evoluzione sostenibile: la popolazione acquisisce sempre più consapevolezza digitale; le pubbliche amministrazioni e le imprese sono indotte a un miglioramento dei servizi forniti; il sistema educativo si organizza per coprire le esigenze di sviluppo delle competenze digitali. All'interno del PNRR, nella Missione 1 si distinguono gli interventi per il comparto pubblico con un investimento per una task force di circa 1.000 professionisti a supporto delle amministrazioni per digitalizzare processi e un programma di re-skill con corsi on line su trasformazione digitale, transizione green, innovazione sociale, change management. Per le aziende sono previsti investimenti nella "Transizione 4.0", per sostenere le imprese che promuovono l'innovazione e la digitalizzazione attraverso crediti di imposta per beni capitali, ricerca e sviluppo e attività di formazione. Riguardo agli investimenti effettuati dalle imprese nei diversi ambiti della trasformazione digitale, rilevante risulta l'incremento degli investimenti in tecnologie, tra cui cloud, mobile, big data analytics, cyber security, IoT e software per l'acquisizione e la gestione di dati a supporto delle decisioni, della progettazione e ingegnerizzazione dei prodotti/servizi. Per implementare gli investimenti in trasformazione digitale più innovativi, nei prossimi anni potranno essere strategiche professioni emergenti come il cloud computing specialist, big data specialist, data scientist, l'esperto in IoT, lo specialista nell'IA e il robotics specialist. Alla ricerca e formazione di queste ultime figure potrà dare un ulteriore slancio il "Programma strategico Intelligenza Artificiale 2022-2024".

In tale direzione, il dottorato "Big Data e Intelligenza Artificiale" intende colmare un deficit di competenze negli ambiti Big Data e Intelligenza Artificiale, sia sotto l'aspetto statistico che ingegneristico, per promuovere una cultura di innovazione che può essere benefica sia per il comparto pubblico che all'interno del mondo aziendale.

La Missione 4 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza dedicata a Istruzione e Ricerca evidenzia un basso livello di spesa in R&S. Nel 2018, in Italia, la spesa in ricerca e sviluppo nel settore pubblico ammontava all'1,4% del PIL contro una media OCSE del 2,4% e, nel settore privato, allo 0,9% contro l'1,7% della media OCSE. Ciò comporta anche un basso numero di ricercatori e perdita di talenti. Circa la riforma e il potenziamento dei dottorati, il Piano prevede delle semplificazioni normative che possano agevolare il coinvolgimento di imprese e centri di ricerca per costruire percorsi di dottorato non finalizzati necessariamente alla carriera accademica. Negli ultimi 10 anni in Italia si è assistito a una riduzione de dottorati pari al 40%; inoltre nel nostro Paese soltanto una persona su mille tra i 25 e i 34 anni completa ogni anno un corso di dottorato rispetto a una media UE di 1,5 e quasi il 20% di chi consegue ogni anno il titolo di dottore di ricerca si trasferisce all'estero. Diversamente, "chi rimane in Italia soffre di un profondo disallineamento tra l'alto livello di competenze avanzate che possiede e il basso contenuto professionale che trova sul lavoro" (dati Istat).

L'obiettivo del PNRR è di ridurre il divario sia numerico che anagrafico con gli altri Paesi europei, nell'aumento numerico delle borse di studio per dottorato, nella valorizzazione di

competenze con dottorati che rispondano ai fabbisogni di innovazione delle imprese e promuovano l’assunzione dei ricercatori dalle imprese e nel finanziamento di cicli di dottorato destinati “all’efficientamento della gestione e dello sviluppo dell’enorme patrimonio culturale del Paese”.

In tale ottica, il dottorato “Big Data e Intelligenza Artificiale” nell’ambito della promozione degli “ecosistemi dell’innovazione” si pone l’obiettivo di implementare la contaminazione e collaborazione tra Università e imprese favorendo la diffusione di modelli innovativi per la ricerca avanzata e tecnologica. Tale scelta va nella direzione in particolare della seconda componente della Missione 4, denominata “Dalla Ricerca all’impresa”, in cui si descrive come gli obiettivi di collaborazione tra Università e impresa dovranno essere raggiunti grazie alla regia di MUR e MISE che, nell’ambito delle priorità del Piano Nazionale della Ricerca 2021-2027 e di Horizon Europe, dovranno favorire la mobilità tra Università, infrastrutture di ricerca e aziende, con la consapevolezza di dover migliorare la sinergia tra pubblico e privato nell’interesse strategico del Paese, attraverso la creazione di partnership di rilievo nazionale o con una vocazione territoriale e una valorizzazione della professionalità dei ricercatori con alte specializzazioni in discipline STEM.

### g) Tipo di organizzazione

2b) Dottorato in forma associata ai sensi dell’art. 3, comma 2 DM 226/2021) (CONVENZIONATO)	
se dottorato in forma associata:	nessuna delle due opzioni precedenti
con (indicare i soggetti partecipanti al consorzio/convenzione):	<input checked="" type="checkbox"/> Università italiane <input type="checkbox"/> Università estere <input type="checkbox"/> enti di ricerca italiani <input type="checkbox"/> enti di ricerca esteri <input type="checkbox"/> istituzioni AFAM <input type="checkbox"/> imprese che svolgono attività di ricerca e sviluppo <input type="checkbox"/> pubbliche amministrazioni, istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca

### h) Università italiane consorziate/convenzionate

*In fase di accordo.*

### i) Imprese (accreditamento ai sensi del DM 226/2021)

*In fase di accordo.*

## 2. EVENTUALI CURRICULA

### a) Curriculum dottorali afferenti al Corso di dottorato

#### Denominazione Curriculum

1. Big data management per la transizione digitale
2. Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare

#### Breve Descrizione per ogni curriculum

(min 500 caratteri MAX 2.000 caratteri, spazi inclusi)

##### 1. BIG DATA MANAGEMENT PER LA TRANSIZIONE DIGITALE

Il termine Data Management è estremamente ampio e comprende non solo aspetti tecnologici, ma anche aspetti organizzativi, di processo e di compliance. Il Data Management consente di valorizzare un asset strategico, il capitale dei dati, ponendolo a servizio degli obiettivi di sviluppo dell'organizzazione.

Per cogliere nuove opportunità di business in ambiti come Industria 5.0, Economia e Marketing, Smart City e Smart Health servono infrastrutture, tool e competenze di Data Science.

Le aziende data-driven sono quelle che considerano la gestione dei dati (data management) non come un fattore tecnico, ma come un pilastro strategico del business. Essere data-driven significa farsi guidare dai numeri, avere un approccio basato sui dati, per prendere decisioni informate, basate su fatti oggettivi e non su sensazioni personali. La trasformazione in data-driven company non può dunque avvenire con la sola tecnologia, ma con un percorso di change management in grado di portare la cultura del dato a tutti i livelli aziendali.

Non solo ma rappresentare la complessità dei fenomeni è anche la nuova sfida per la governance di un territorio. Ogni un evento può essere misurato rispetto a ciò che c'è intorno all'evento stesso, legando fonti eterogenee, diverse una dall'altra. Non si guarda a ciò che avviene solo in un determinato spazio, con una precisa localizzazione, ma il concetto di luogo diventa elemento di mediazione tra vari livelli informativi e ciò permette di governare i fenomeni a livello di spazio urbano.

Per supportare qualsiasi processo di data driven è necessario:

- sviluppare una forte Data Literacy diffusa in azienda, intesa come capacità di analizzare e interpretare i dati al fine di ricavare informazioni utilizzabili per prendere decisioni;
- formare *un core team*, formato da data scientist e data engineer, con competenze trasversali in ambito analytics, business e IT, che costituirà di fatto il principale centro di competenza sull'analisi dei dati in azienda.

##### 2. INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER INDUSTRIA 5.0 ED ECONOMIA CIRCOLARE

Il curriculum vuole cogliere le opportunità legate allo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale nei contesti industriali al fine di perseguire nuovo concetto di società in cui non solo Intelligenza Artificiale, ma anche tecnologie, quali IoT, robot, cybersicurezza, cloud e reti ad alta velocità, sono utilizzate attivamente non solo per perseguire un vantaggio economico, ma soprattutto per il miglioramento delle condizioni di vita dell'uomo e dell'ambiente.

Il curriculum mira a formare esperti che contribuiscano all'avanzamento dei saperi scientifici

attraverso l'utilizzo integrato di metodologie di ricerca tecnologica, da una parte, e statistica ed economico-sociale dall'altra. Lo studente viene introdotto in un percorso formativo che permetta di acquisire una conoscenza integrata e una visione "complessa" dell'ecosistema delle applicazioni, tecnologie e soluzioni metodologiche, in grado di affrontare i problemi con un approccio sistematico e multi-disciplinare. In particolare, intende formare esperti in Data Science e Intelligenza Artificiale e loro applicazioni pratiche nei settori della Industria 5.0 e dell'economia avendo in mente i principi di Economia Circolare come modello economico rigenerativo.

La formazione combinata nella scienza dei dati e dei modelli di apprendimento automatico, da una parte, e delle tecnologie avanzate, dall'altra, sarà centrale per permettere di ideare e realizzare tale modello tramite (i) raccolta e distribuzione di informazioni dal processo produttivo e dalla filiera, (ii) metodi e tecniche per la gestione ed analisi dei dati e modelli di apprendimento automatico (iii) formazione di adeguati circuiti di feedback tra la trasformazione industriale e processi decisionali lungo la filiera, incluse forme di incentivo. In questo ambito, verranno anche considerati elementi di vulnerabilità dei dati e dei sistemi di elaborazione e comunicazione per prevenire e fronteggiare attacchi cyber e preservare la privacy.

### **3. COLLEGIO DEI DOCENTI**

#### **a) Coordinatore**

Cognome	Nome	Ateneo/Istituzione PropONENTE:	Dipartimento/Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID
MARTINI	Barbara	Università Telematica "Universitas MERCATORUM"	Dipartimento di Ingegneria e Scienze	Professore Ordinario	09/H1	09	13806731600	0000-0002-0413-591X

#### **b) Componenti del collegio (Personale Docente e Ricercatori delle Università Italiane)**

*Per i dettagli del Collegio dei docenti vedasi l'Allegato 1.*

### **4. PROGETTO FORMATIVO**

*Per i dettagli del Progetto Formativo vedasi l'Allegato 2.*

### **5. POSTI E BORSE**

#### **a) Posti e borse**

	Descrizione	Posti
<b>A - Posti banditi</b>	1. Posti banditi con borsa	N. 4
	2. Posti coperti da assegni di ricerca	N. 0
	3. Posti coperti da contratti di apprendistato	N. 0
	<b>Sub totale posti finanziati (A1+A2+A3)</b>	N. 4
	4. Eventuali posti senza borsa	N. 1
<b>B - Posti con borsa riservati a laureati in università estere</b>		N. 0
<b>C - Posti riservati a borsisti di Stati esteri</b>		N. 0
<b>D - Posti riservati a borsisti in specifici programmi di mobilità internazionale</b>		N. 0

#### **b) Soggiorni di ricerca**

		Periodo medio previsto (in mesi per studente):	periodo minimo previsto (facoltativo)	periodo massimo previsto (facoltativo)
Soggiorni di ricerca (ITALIA - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 6	mesi: 0	mesi: 12
Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 6	mesi: 1	mesi: 12
Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 6	mesi: 1	mesi: 12

## **6. STRUTTURE OPERATIVE E SCIENTIFICHE**

<b>Tipologia</b>		<b>Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)</b>
<b>Attrezzature e/o Laboratori</b>		<i>I dottorandi potranno contare su (i) piattaforma didattica di Universitas Mercatorum e sui laboratori virtuali di Infocamere (Società di Informatica del Sistema Camerale), (ii) strutture ed attrezzature delle aziende con cui Universitas Mercatorum ha stipulato convenzioni, (iii) e-infrastrutture per la ricerca e la sperimentazione su larga-scala che offre vari set-up sperimentalni (ad esempio cloud, reti wireless, IoT, big data, banchi di server).</i>
<b>Patrimonio librario</b>	consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso	<i>L'Ateneo mette a disposizione il proprio patrimonio informativo. Presso l'Ateneo il Servizio Centrale di Biblioteca seleziona, raccoglie, organizza e fornisce accesso all'informazione bibliografica sia fisicamente che via web attraverso l'OPAC, On line Public Access Catalogue. Universitas Mercatorum inoltre si è dotata di una biblioteca digitale che permette di accedere attraverso la piattaforma e-learning a diversificate risorse e numerose pubblicazioni scientifiche.</i>
	abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso)	<i>Gli abbonamenti alle riviste sono inclusi nelle banche dati on line indicate nelle E-resources e nella Biblioteca digitale di Ateneo.</i>
<b>E-resources</b>	Banche dati (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)	<i>Mercatorum metterà a disposizione dei dottorandi le seguenti banche dati: per l'Area Economica accesso alle Banche dati del Registro Imprese e alle Biblioteche - sia on line che diffuse sul territorio - dell'UNIONCAMERE e delle Camere di Commercio d'Italia; per tutte le aree scientifiche accesso alla biblioteca on-line che include le risorse elettroniche delle principali banche dati. In particolare, sono accessibili e in continuo aggiornamento le risorse scientifiche ed accademiche appartenenti alla collezione tecnologica di Proquest, alle scienze agrarie, alle scienze biologiche, all'informatica, ai diversi campi dell'ingegneria inclusa l'intera collezione offerta dall'IEEE, oltre alle banche dati multidisciplinari e specialistiche di EBSCO, che offrono un ampio accesso a pubblicazioni accademiche e scientifiche di rilievo internazionale. Offerta anche la possibilità di accedere a Scopus, piattaforma di fondamentale importanza ai fini dell'analisi dei risultati accademici.</i>
	Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti	<i>Computer e attrezzature informatiche di Universitas Mercatorum. Aula informatica, rete ad alta velocità, software specifici per l'attività di ricerca. Piattaforma di comunicazione intranet con sistemi di condivisione dati e web meeting avanzati, anche in previsione di eventuali videoconferenze. La Piattaforma didattica consentirà di svolgere attività di apprendimento in modalità e-learning.</i>
	Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico	<i>Tutti i corsi di Universitas Mercatorum sono disponibili on line per i dottorandi. Per le risorse di calcolo, lo studente verrà guidato all'utilizzo delle e-infrastrutture per la ricerca per disporre di banchi di server per svolgere elaborazioni massive. L'Ateneo inoltre ha dedicato un nuovo spazio denominato "Officina Mercatorum" ai dottorandi, dotato di aule per riunioni, connessione wifi, pc portatili ed attrezzature per la didattica e la ricerca.</i>
<b>Altro</b>		

## **7. REQUISITI E MODALITÀ DI AMMISSIONE**

### **a) Requisiti richiesti per l'ammissione**

<b>Tutte le lauree magistrali?</b>	NO, non Tutte
<b>se non tutte, indicare quali:</b>	<p><i>LMG/01 GIURISPRUDENZA</i>  <i>LMG/01 R Classe delle lauree magistrali in giurisprudenza</i>  <i>LM-4 Architettura e ingegneria edile-architettura</i>  <i>LM-4 R Architettura e ingegneria edile-architettura</i>  <i>LM-4 c.u. Architettura e ingegneria edile-architettura (quinquennale)</i>  <i>LM-4 c.u. R Architettura e ingegneria edile-architettura (quinquennale)</i>  <i>LM-5 Archivistica e biblioteconomia</i>  <i>LM-5 R Archivistica e biblioteconomia</i>  <i>LM-6 Biologia</i>  <i>LM-6 R Biologia</i>  <i>LM-7 Biotecnologie agrarie</i>  <i>LM-7 R Biotecnologie agrarie</i>  <i>LM-8 Biotecnologie industriali</i>  <i>LM-8 R Biotecnologie industriali</i>  <i>LM-9 Biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche</i>  <i>LM-9 R Biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche</i>  <i>LM-13 Farmacia e farmacia industriale</i>  <i>LM-13 R Farmacia e farmacia industriale</i>  <i>LM-13. Farmacia e farmacia industriale</i>  <i>LM-16 Finanza</i>  <i>LM-16 R Finanza</i>  <i>LM-17 Fisica</i>  <i>LM-17 R Fisica</i>  <i>LM-18 Informatica</i>  <i>LM-20 Ingegneria aerospaziale e astronautica</i>  <i>LM-20 R Ingegneria aerospaziale e astronautica</i>  <i>LM-21 Ingegneria biomedica</i>  <i>LM-21 R Ingegneria biomedica</i>  <i>LM-22 Ingegneria chimica</i>  <i>LM-22 R Ingegneria chimica</i>  <i>LM-23 Ingegneria civile</i>  <i>LM-23 R Ingegneria civile</i>  <i>LM-24 Ingegneria dei sistemi edili</i>  <i>LM-25 Ingegneria dell'automazione</i>  <i>LM-26 Ingegneria della sicurezza</i>  <i>LM-26 R Ingegneria della sicurezza</i>  <i>LM-27 Ingegneria delle telecomunicazioni</i>  <i>LM-28 Ingegneria elettrica</i>  <i>LM-29 Ingegneria elettronica</i>  <i>LM-30 Ingegneria energetica e nucleare</i>  <i>LM-30 R Ingegneria energetica e nucleare</i>  <i>LM-31 Ingegneria gestionale</i>  <i>LM-32 Ingegneria informatica</i>  <i>LM-33 Ingegneria meccanica</i>  <i>LM-34 Ingegneria navale</i>  <i>LM-35 Ingegneria per l'ambiente e il territorio</i>  <i>LM-35 R Ingegneria per l'ambiente e il territorio</i>  <i>LM-40 Matematica</i>  <i>LM-40 R Matematica</i>  <i>LM-43 Metodologie informatiche per le discipline umanistiche</i>  <i>LM-43 R Metodologie informatiche per le discipline umanistiche</i>  <i>LM-44 Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria</i>  <i>LM-44 R Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria</i>  <i>LM-51 Psicologia</i></p>

	<p><i>LM-51 R Psicologia</i>  <i>LM-52 Relazioni internazionali</i>  <i>LM-52 Relazioni internazionali</i>  <i>LM-53 Scienza e ingegneria dei materiali</i>  <i>LM-54 Scienze chimiche</i>  <i>LM-54 R Scienze chimiche</i>  <i>LM-55 Scienze cognitive</i>  <i>LM-55 R Scienze cognitive</i>  <i>LM-56 Scienze dell'economia</i>  <i>LM-56 R Scienze dell'economia</i>  <i>LM-58 Scienze dell'universo</i>  <i>LM-58 R Scienze dell'universo</i>  <i>LM-59 Scienze della comunicazione pubblica, d'impresa e pubblicità</i>  <i>LM-59 R Scienze della comunicazione pubblica, d'impresa e pubblicità</i>  <i>LM-60 Scienze della natura</i>  <i>LM-60 R Scienze della natura</i>  <i>LM-61 Scienze della nutrizione umana</i>  <i>LM-61 R Scienze della nutrizione umana</i>  <i>LM-62 Scienze della politica</i>  <i>LM-62 R Scienze della politica</i>  <i>LM-63 Scienze delle pubbliche amministrazioni</i>  <i>LM-63 R Scienze delle pubbliche amministrazioni</i>  <i>LM-66 Sicurezza informatica</i>  <i>LM-66 R Sicurezza informatica</i>  <i>LM-69 Scienze e tecnologie agrarie</i>  <i>LM-69 R Scienze e tecnologie agrarie</i>  <i>LM-75 Scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio</i>  <i>LM-75 R Scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio</i>  <i>LM-76 Scienze economiche per l'ambiente e la cultura</i>  <i>LM-76 R Scienze economiche per l'ambiente e la cultura</i>  <i>LM-77 Scienze economico-aziendali</i>  <i>LM-77 R Scienze economico-aziendali</i>  <i>LM-79 Scienze geofisiche</i>  <i>LM-79 R Scienze geofisiche</i>  <i>LM-80 Scienze geografiche</i>  <i>LM-80 R Scienze geografiche</i>  <i>LM-81 Scienze per la cooperazione allo sviluppo</i>  <i>LM-81 R Scienze per la cooperazione allo sviluppo</i>  <i>LM-82 Scienze statistiche</i>  <i>LM-82 R Scienze statistiche</i>  <i>LM-83 Scienze statistiche attuariali e finanziarie</i>  <i>LM-83 R Scienze statistiche attuariali e finanziarie</i>  <i>LM-84 Scienze storiche</i>  <i>LM-84 R Scienze storiche</i>  <i>LM-86 Scienze zootecniche e tecnologie animali</i>  <i>LM-86 R Scienze zootecniche e tecnologie animali</i>  <i>LM-88 Sociologia e ricerca sociale</i>  <i>LM-88 R Sociologia e ricerca sociale</i>  <i>LM-91 Tecniche e metodi per la società digitale</i>  <i>LM-91 R Tecniche e metodi per la società digitale</i>  <i>LM-92 Teorie della comunicazione</i>  <i>LM-93 Teorie e metodologie dell'e-learning e della media education</i>  <i>LM-93 R Teorie e metodologie dell'e-learning e della media education</i>  <i>LM/DS Scienze della difesa e della sicurezza</i>  <i>LM/SC-GIUR Scienze Giuridiche</i>  <i>LM/SC-GIUR R Scienze Giuridiche</i>  <i>LM Sc. Mat. Scienze dei materiali</i>  <i>LM-53. Ingegneria dei materiali</i>  <i>4/S (specialistiche in architettura e ingegneria edile)</i>  <i>5/S (specialistiche in archivistica e biblioteconomia)</i>  <i>6/S (specialistiche in biologia)</i>  <i>7/S (specialistiche in biotecnologie agrarie)</i></p>
--	---

	<p>8/S (<i>specialistiche in biotecnologie industriali</i>)      9/S (<i>specialistiche in biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche</i>)      14/S (<i>specialistiche in farmacia e farmacia industriale</i>)      19/S (<i>specialistiche in finanza</i>)      20/S (<i>specialistiche in fisica</i>)      21/S (<i>specialistiche in geografia</i>)      22/S (<i>specialistiche in giurisprudenza</i>)      23/S (<i>specialistiche in informatica</i>)      24/S (<i>specialistiche in informatica per le discipline umanistiche</i>)      25/S (<i>specialistiche in ingegneria aerospaziale e astronautica</i>)      26/S (<i>specialistiche in ingegneria biomedica</i>)      27/S (<i>specialistiche in ingegneria chimica</i>)      28/S (<i>specialistiche in ingegneria civile</i>)      29/S (<i>specialistiche in ingegneria dell'automazione</i>)      30/S (<i>specialistiche in ingegneria delle telecomunicazioni</i>)      31/S (<i>specialistiche in ingegneria elettrica</i>)      32/S (<i>specialistiche in ingegneria elettronica</i>)      33/S (<i>specialistiche in ingegneria energetica e nucleare</i>)      34/S (<i>specialistiche in ingegneria gestionale</i>)      35/S (<i>specialistiche in ingegneria informatica</i>)      36/S (<i>specialistiche in ingegneria meccanica</i>)      37/S (<i>specialistiche in ingegneria navale</i>)      38/S (<i>specialistiche in ingegneria per l'ambiente e il territorio</i>)      45/S (<i>specialistiche in matematica</i>)      48/S (<i>specialistiche in metodi per l'analisi valutativa dei sistemi complessi</i>)      49/S (<i>specialistiche in metodi per la ricerca empirica nelle scienze sociali</i>)      50/S (<i>specialistiche in modellistica matematico-fisica per l'ingegneria</i>)      58/S (<i>specialistiche in psicologia</i>)      59/S (<i>specialistiche in pubblicità e comunicazione d'impresa</i>)      60/S (<i>specialistiche in relazioni internazionali</i>)      61/S (<i>specialistiche in scienza e ingegneria dei materiali</i>)      62/S (<i>specialistiche in scienze chimiche</i>)      63/S (<i>specialistiche in scienze cognitive</i>)      64/S (<i>specialistiche in scienze dell'economia</i>)      66/S (<i>specialistiche in scienze dell'universo</i>)      67/S (<i>specialistiche in scienze della comunicazione sociale e istituzionale</i>)      68/S (<i>specialistiche in scienze della natura</i>)      69/S (<i>specialistiche in scienze della nutrizione umana</i>)      70/S (<i>specialistiche in scienze della politica</i>)      71/S (<i>specialistiche in scienze delle pubbliche amministrazioni</i>)      77/S (<i>specialistiche in scienze e tecnologie agrarie</i>)      79/S (<i>specialistiche in scienze e tecnologie agrozootecniche</i>)      82/S (<i>specialistiche in scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio</i>)      83/S (<i>specialistiche in scienze economiche per l'ambiente e la cultura</i>)      84/S (<i>specialistiche in scienze economico-aziendali</i>)      85/S (<i>specialistiche in scienze geofisiche</i>)      88/S (<i>specialistiche in scienze per la cooperazione allo sviluppo</i>)      89/S (<i>specialistiche in sociologia</i>)      90/S (<i>specialistiche in statistica demografica e sociale</i>)      91/S (<i>specialistiche in statistica economica, finanziaria ed attuariale</i>)      92/S (<i>specialistiche in statistica per la ricerca sperimentale</i>)      100/S (<i>specialistiche in tecniche e metodi per la società dell'informazione</i>)      101/S (<i>specialistiche in teoria della comunicazione</i>)      102/S (<i>specialistiche in teoria e tecniche della normazione e dell'informazione giuridica</i>)      DS/S (<i>specialistiche nelle scienze della difesa e della sicurezza</i>)      LMG/01 GIURISPRUDENZA)   </p>
<b>Altri requisiti per studenti stranieri:</b>	(max 500 caratteri): <p>Devono possedere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-titolo di studio ottenuto all'estero riconosciuto equipollente al titolo italiano ai fini dell'iscrizione al dottorato;</li> <li>-conoscenze certificate della lingua italiana (livello B1).</li> </ul>

<b>Eventuali note</b>	(max 500 caratteri): <i>La conoscenza della lingua sarà accertata nel corso della prova orale.</i>
-----------------------	---

### b) Modalità di ammissione

<b>Modalità di ammissione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Titoli</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Prova orale</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Lingua</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Progetto di ricerca</i>
Per i laureati all'estero la modalità di ammissione è diversa da quella dei candidati laureati in Italia?	NO

### c) Attività dei dottorandi

È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di tutorato	SI	
È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di didattica integrativa	SI	Ore previste: 40
E' previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?	SI	Ore previste: 40

**COLLEGIO DEI DOCENTI DEL DOTTORATO DI RICERCA IN  
"BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI CICLO**

*Il presente documento potrebbe essere soggetto a modifiche in conformità alle successive disposizioni ministeriali inerenti al XLI ciclo di dottorato*

N°	Cognome	Nome	Ateneo/Impresa	Qualifica	Area CUN	SSD
1	Basili	Michela	Universitas Mercatorum	Componente	8	ICAR/08
2	Bellisario	Denise	Universitas Mercatorum	Componente	9	ING-IND/16
3	Bonacci	Isabella	Universitas Mercatorum	Componente	13	SECS-P/10
4	Caldelli	Roberto	Universitas Mercatorum	Componente	9	ING-INF/03
5	Capece	Guendalina	Universitas Mercatorum	Componente	9	ING-IND/35
6	Cascetta	Ennio	Universitas Mercatorum	Componente	8	ICAR/05
7	Cilento	Antonio	Universitas Mercatorum	Componente	12	IUS/01
8	Coletti	Paola	Universitas Mercatorum	Componente	14	SPS/04
9	Corasaniti	Giuseppe	Universitas Mercatorum	Componente	12	IUS/20
10	De Benedictis	Luca	Universitas Mercatorum	Componente	13	SECS-P/01
11	Espa	Giuseppe	Università degli Studi di Trento	Componente	13	SECS-S/03
12	Fargnoli	Mario	Università "La Sapienza" di Roma	Componente	9	ING-IND 17
13	Ferrillo	Dario	Almaviva S.p.A.	Componente	9	//
14	Fracchiolla	Domenico	Universitas Mercatorum	Componente	14	SPS/06
15	Fragapane	Stefania	Universitas Mercatorum	Componente	14	SPS/08
16	Giliberti	Biagio	Universitas Mercatorum	Componente	12	IUS/10
17	Illiano	Anna	Magnaghi Aeronautica S.p.A.	Componente	14	//
18	Loconsole	Claudio	Universitas Mercatorum	Componente	9	ING-INF/05
19	Longhi	Luca	Università Telematica Pegaso	Componente	12	IUS/09
20	Maietta	Angelo	Universitas Mercatorum	Componente	12	IUS/02
21	Mannocci	Alice	Università Telematica San Raffaele	Componente	6	MED/01
22	Marazza	Marco	Università Cattolica del Sacro Cuore	Componente	12	IUS 07
23	<b>Martini</b>	<b>Barbara</b>	Universitas Mercatorum	<b>Coordinatore</b>	9	ING-INF/05
24	Maturo	Fabrizio	Universitas Mercatorum	Componente	12	SECS-S/01
25	Mazzitelli	Andrea	Universitas Mercatorum	Componente	13	SECS-S/03
26	Morbidelli	Marco	Angelini Holding S.p.A.	Componente	9	//
27	Occorsio	Vittorio	Universitas Mercatorum	Componente	12	IUS/01
28	Paolone	Francesco	Universitas Mercatorum	Componente	13	SECS-P/07
29	Papaveri	Muzio	Conerobus Spa	Componente	8	//
30	Patella	Sergio Maria	Universitas Mercatorum	Componente	8	ICAR/04
31	Pecori	Riccardo	Università Telematica "E-CAMPUS"	Componente	9	ING-INF/05
32	Pesolillo	Gianluca	Borsa Merci Telematica Italiana S.c.p.A.	Componente	13	//
33	Poti	Luca	Universitas Mercatorum	Componente	9	ING-INF/03
34	Rinaldi	Alessandro	Centro Studi delle Camere di commercio Guglielmo Tagliacarne s.r.l.	Componente	13	//

**COLLEGIO DEI DOCENTI DEL DOTTORATO DI RICERCA IN  
 "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI CICLO**

*Il presente documento potrebbe essere soggetto a modifiche in conformità alle successive disposizioni ministeriali inerenti al XLI ciclo di dottorato*

N°	Cognome	Nome	Ateneo/Impresa	Qualifica	Area CUN	SSD
35	Santi	Elena	PricewaterhouseCoopers Business Services Srl	Componente	13	//
36	Sardellitti	Stefania	Universitas Mercatorum	Componente	9	ING-INF/03
37	Sciarrone	Filippo	Universitas Mercatorum	Componente	9	ING-INF/05
38	Tarantino	Domenico	InfoCamere S.c.p.A.	Componente	13	//
39	Tassone	Bruno	Universitas Mercatorum	Componente	12	IUS/01

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Big data management per la transizione digitale**

*Allegato 2*

**PROGETTO FORMATIVO: Attività didattica programmata – Insegnamenti previsti**

I ANNO		
N	Insegnamento	Descrizione
<b>1</b>	<b>Modelli statistici avanzati e data management</b>  Ore: 15 Verifica Finale: NO	<p>Il corso fornisce le competenze e le tecniche necessarie per sfruttare i dati, per conoscere le criticità e per supportare in modo adeguato il processo decisionale. L'obiettivo è formare dottori di ricerca, con robuste competenze sulle metodologie e sui modelli di analisi dei dati, che nelle singole funzioni aziendali saranno coinvolti nella valutazione analitica di informazioni quantitative e qualitative relative a dati aziendali. Non solo gestione di dati e informazioni, caratteristiche proprie del Data Scientist, ma anche capacità di sapersi relazionare con le diverse aree del management per una efficace comunicazione delle analisi svolte e dei risultati ottenuti al fine di valutare e supportare le decisioni aziendali. Il dottore di ricerca deve saper prendere decisioni basate su evidenze empiriche dando risposte appropriate alle richieste informative aziendali e saper estrarre le informazioni rilevanti dai dati di grandi dimensioni (big data). I recenti sviluppi tecnologici e dei software open source hanno aumentato la potenza computazionale, favorendo la fruibilità di algoritmi di elaborazione dati più efficaci, generando un aumento della richiesta di soluzioni predittive più avanzate e sofisticate attraverso l'utilizzo di algoritmi di Machine Learning. Le tecniche di Machine Learning appartengono ad una famiglia di algoritmi che racchiudono insieme la statistica applicata e le scienze informatiche. Il dottore di ricerca dovrà essere in grado di saper riorganizzare dati multidimensionali con struttura complessa e analizzarli utilizzando metodologie di statistica multivariata, quali ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Integrazione e riduzione dei dati;</li> <li>2. algoritmi di classificazione e regressione;</li> <li>3. algoritmi supervisionati e non supervisionati,</li> <li>4. modelli di sopravvivenza;</li> <li>5. analisi fattoriale mediante SEM;</li> <li>6. serie storiche.</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Data science e metodi di intelligenza artificiale</b>  Ore: 10 Verifica Finale: SI	<p>Il corso si pone l'obiettivo di studiare il complesso processo della Data Science sull'analisi e interpretazione dei dati grazie agli strumenti del machine learning. Un progetto di creazione di modelli di dati prevede le seguenti fasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Pianificazione;</li> <li>2. Costruzione di un modello di dati;</li> <li>3. Valutazione del modello;</li> <li>4. Spiegazione del modello;</li> <li>5. Monitoraggio del modello.</li> </ul> <p>La data science, infatti, combina più campi tra loro, tra cui in particolare la statistica e l'intelligenza artificiale, per analizzare i dati raccolti dal Web, dagli smartphone, dai clienti, dai sensori e da altre fonti per ricavare insight utili. Le aziende oggi basano le proprie attività su una preziosa raccolta di dati, spesso conservati in database e data lake, per lo più intatti. I dati raccolti e archiviati offrono vantaggi in termini di trasformazione ad aziende in tutto il mondo, solo se si è in grado di interpretarli. Infatti, l'elevata dimensionalità dei dati introduce sfide computazionali e statistiche uniche: le aziende non si accontentano più di estrarre informazioni dettagliate dai loro archivi ma richiedono l'applicazione di modelli predittivi complessi quali gli analytics. In particolare, nel corso si approfondirà il concetto di machine learning, i cui algoritmi trasformano le informazioni in conoscenza fruibile. Questo fatto rende il machine learning particolarmente adatto all'attuale epoca dei big data.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Definizione di Big Data;</li> <li>2. Fonti diverse e Statistica: confronto tra scienza basata sui dati (data driven) e basata sui modelli (model based);</li> <li>3. Classificazione dei Big Data: human generated data, process mediated data, machine generated data;</li> <li>4. Fonti offline dei Big Data e IoT: beacon, sensori biometrici, digital signage;</li> <li>5. Introduzione agli algoritmi di machine learning, quali ad esempio apprendimento pigro e probabilistico, clustering, alberi decisionali, algoritmi di previsione, Metodi di black-box: reti neurali e macchine a vettori di supporto.</li> </ul>

## DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo

### Curriculum: Big data management per la transizione digitale

**Allegato 2**

I ANNO		
<b>3</b>	<p><i>Statistica e probabilità</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: SI</p>	<p>Il corso si propone di familiarizzare i dottorandi con le metodologie basilari della ricerca scientifica, portandoli gradualmente alla scoperta delle problematiche connesse alla costruzione delle informazioni statistiche. Obiettivo del corso è di fornire ai dottorandi le competenze per analizzare in modo autonomo i dati empirici, padroneggiando l'uso dei principali test statistici, sia di base che avanzati.</p> <p>Saranno introdotte, inoltre, nozioni avanzate del calcolo delle probabilità, dell'analisi dei dati e dell'inferenza statistica. Al termine del corso il dottorando sarà in grado di applicare queste conoscenze a problemi scientifici e applicazioni in cui è necessario modellizzare fenomeni aleatori e condizioni di incertezza. In particolare, il ruolo del calcolo delle probabilità consiste nel misurare, principalmente, sulla base dei risultati relativi al campione, l'attendibilità di circostanze o eventi non osservati. La raccolta, l'elaborazione e l'interpretazione dei dati statistici conducono, in generale, ad uno stato di informazione in cui la valutazione quantitativa dell'incertezza, mediante il concetto di probabilità, è diversa rispetto alla situazione iniziale. I dottorandi apprendono come applicare il calcolo delle probabilità e le tecniche inferenziali a problemi reali e come derivare risultati teorici in modo formale. Viene acquisita consapevolezza sui vantaggi e sui limiti delle metodologie trattate, in modo da saper valutare criticamente quali siano gli strumenti più adatti nelle specifiche situazioni da sottoporre ad analisi.</p> <p>Il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti, non esclusivi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Logica e classificazione dei modelli statistici;</li> <li>2. Modelli lineari generalizzati;</li> <li>3. Inferenza per i modelli lineari generalizzati</li> <li>4. Processi stocastici</li> </ol>
<b>4</b>	<p><i>Programmazione per data analytics</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: SI</p>	<p>La data science è una moderna disciplina che combina aree della matematica e informatica per estrarre conoscenza e valore dai dati. La conoscenza ricavata dai dati è alla base di previsioni e decisioni aziendali e governative, di scoperte scientifiche, di studi di fenomeni sociali, ma anche di applicazioni di intelligenza artificiale che, dalla computer vision alla elaborazione del linguaggio naturale, stanno rivoluzionando l'economia e la società. Obiettivo del corso è insegnare a trasformare database disordinati e dati non strutturati in dataset omogenei e ordinati attraverso l'impiego degli strumenti essenziali del linguaggio Python e R per il data mining, il machine learning, la network analysis e l'elaborazione del linguaggio naturale.</p> <p>Il dottorando imparerà ad acquisire dati numerici e testuali eterogenei da fonti diverse come semplici file locali, database e il Web e a strutturarli nel modo più utile, a trasformarli, a visualizzarli e a modellarli, utilizzando le funzionalità delle principali librerie per il machine learning.</p> <p>Le analisi dei Big Data presuppongono tuttavia una piattaforma software che consente di distribuire complessi compiti di computing su una grande quantità di nodi. Tra le tecnologie in grado di soddisfare le esigenze dei Big Data, c'è Apache Hadoop, sviluppato in ambiente open source, considerato uno dei fattori abilitanti la diffusione dei Big Data Analytics. Inoltre, per l'integrazione e la gestione dei dati, il classico archivio informatico di dati strutturati raccolti dai sistemi operazionali aziendali e da fonti esterne, è insufficiente. Oggi il Data Warehouse è integrato con il Data Lake, un ambiente di archiviazione dei dati nel loro formato nativo. Agli strumenti di storage, si affiancano tipologie innovative di gestione dei dati. Non solo database relazionali, ma anche basi di dati che superano o rinnovano il linguaggio SQL (si parla per questo di database NoSQL o NewSQL), al fine di migliorarne le performance.</p>
<b>5</b>	<p><i>Data Science e Scienze Regionali</i></p> <p>Ore: 15 Verifica Finale: NO</p>	<p>I recenti progressi tecnologici stanno contribuendo alla produzione di una raccolta di dati incredibilmente ampia e in rapida accelerazione, che va sotto il nome Big Data. Nell'era dei big data tutte le nostre interazioni e transazioni quotidiane generano dati.</p> <p>Questi dati ci permettono di esaminare i fenomeni urbani e regionali con tecniche di analisi che prima non erano possibili. Tuttavia, nonostante l'enorme potenziale dei Big Data per le scienze regionali, il loro uso e la loro applicazione in questo contesto presentano problemi e criticità di non poco conto. Nel corso saranno altresì discusse le sfide e le prospettive future per l'uso dei big data nelle scienze regionali e nei sistemi di governance del territorio.</p> <p>Quando si parla di disponibilità e pubblicità dei dati, infatti, della loro accessibilità e riusabilità, si parla di trasparenza amministrativa e di Open Data. Se la Pubblica Amministrazione è supportata da dati e informazioni aggiornate, può analizzare al meglio le situazioni e intervenire in modo mirato in settori quali la mobilità, l'ambiente e la qualità della vita dei cittadini. Lo sviluppo urbano passa oggi dalla governance dei dati. Un approccio organico e integrato ai dati grazie alle tecnologie abilitanti dell'IoT, dell'intelligenza artificiale e del Cloud, consente l'interoperabilità, la condivisione dei dati in tempo reale e il governo dei big data.</p>

<b>I ANNO</b>	
	<p>Nel corso saranno affrontati i seguenti argomenti, non esclusivi:</p> <p>I parte</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1. Economia del territorio: dimensione spaziale e territoriale;</li><li>2. Definizione di dato spaziale;</li><li>3. Analisi esplorativa e strutture dei dati spaziali;</li><li>4. Costruzione e visualizzazione di carte geografiche per dati spaziali: la georeferenziazione.</li></ul> <p>II parte</p> <ul style="list-style-type: none"><li>5. Misure di autocorrelazione ed eterogeneità spaziale;</li><li>6. Modelli di regressione spaziale.</li></ul> <p>III parte</p> <ul style="list-style-type: none"><li>7. Review della letteratura sulle misure di specializzazione</li></ul>

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Big data management per la transizione digitale**

**Allegato 2**

II ANNO		
N	Insegnamento	Descrizione
1	<p><b>Tecniche di analisi dei big data e di reti sociali</b></p> <p>Ore: 15 Verifica Finale: NO</p>	<p>L'ecosistema tecnologico legato ai Big Data è estremamente vario, tanti sono i nuovi strumenti e numerose le nuove sfide da affrontare. Un'architettura dei Big Data, tecnologicamente all'avanguardia è strutturata sulle diverse fasi di gestione del dato: dall'impostazione della Data Strategy al Data Management passando per le fasi di Data Integration e Data Visualization.</p> <p>La rapida crescita del World Wide Web negli ultimi due decenni ha cambiato enormemente il modo in cui condividiamo, raccogliamo e pubblichiamo i dati. La raccolta di dati da risorse online rappresenta sempre più come l'approccio esclusivo per assemblare insiemi di dati da fonti nuove e in via di sviluppo.</p> <p>Il dottore di ricerca deve avere competenze in diversi campi, tra cui le tecnologie e i servizi web, le strategie di autenticazione, le espressioni regolari e il parsing del testo, i diversi sistemi di codifica, l'archiviazione efficiente dei dati e le strutture delle basi di dati, l'apprendimento automatico e le tecniche statistiche avanzate.</p> <p>Il corso si propone l'obiettivo di formare dottori di ricerca capaci di lavorare da un lato sui diversi formati comunemente utilizzati per lo scambio di dati tramite file o tramite rete (data munging o data wrangling, file formato CSV, file formato JSON), dall'altro lato sullo sviluppo di applicazioni in grado di raccogliere dati dal web attraverso tecniche di web scraping o web mining.</p> <p>Il corso affronterà i seguenti argomenti, non esclusivi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fonti dei big data on line;</li> <li>2. Deep Learning;</li> <li>3. Linguaggio naturale e intelligenza artificiale;</li> <li>4. Algoritmi di text mining;</li> <li>5. Algoritmi specialistici di Machine learning, utili se le informazioni sono conservate in un formato non strutturato o proprietario, come le pagine web, le API web, fogli di calcolo o database; oppure se provengono da domini specializzati, quali l'analisi di social network;</li> <li>6. Robustezza e overfitting;</li> <li>7. Strategie di analisi e gestione di progetti di Big Data.</li> </ol>
2	<p><b>Nuove frontiere dei big data nell'analisi statistica spaziale</b></p> <p>Ore: 15 Verifica Finale: NO</p>	<p>I metodi spaziali rappresentano solo una parte dei metodi quantitativi; tuttavia, nell'ultimo decennio, nella scienza dei dati si è assistito ad un crescente interesse per i sistemi informativi geografici e per i metodi spaziali quantitativi. La quantità crescente di informazioni raccolte è di fatto costituita da dati spaziali, contenenti informazioni di geolocalizzazione. Si tratta, ad esempio, dei dati sul percorso di ritorno dal lavoro o dalla passeggiata (raccolti con un trasmettitore GPS su uno smartphone o uno smartwatch) o della posizione dei negozi o dei punti di servizio più visitati (pagamenti con carta). Ma anche le informazioni pubblicate su Twitter, le query inserite nella casella di ricerca, le voci o le foto pubblicate sui social network contengono molto spesso dati di geolocalizzazione, . Da qui la comparsa del concetto di big data spaziale. I Big Data possono rappresentare, in tal senso, una nuova opportunità per sviluppare analisi più accurate e geo-referenziate, accanto a quelle più tradizionali.</p> <p>Obiettivo del corso è di fornire informazioni sui concetti base e avanzati propria della statistica spaziale. In particolare, il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti, non esclusivi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Processi di punto, misure di distanza e indici spaziali;</li> <li>2. Modelli di analisi dei processi di punto spaziali;</li> <li>3. Processi spazio-tempo;</li> <li>4. Applicazione dei machine learning ai dati spaziali: algoritmi supervisionati e non supervisionati;</li> </ol> <p>La seconda parte del corso introduce il concetto di Economic complexity. La disciplina Economic Fitness and Complexity rappresenta una delle metodologie usate per la valutazione dell'efficacia e dell'impatto dei piani di sviluppo dei paesi europei. Tale approccio tiene conto della competitività di una nazione misurando il livello di diversificazione e di complessità dei prodotti esportati da quel paese e si concretizza in un'analisi innovativa ed interdisciplinare basata su dati e metodi scientifici moderni dell'area dei Sistemi Complessi (networks, algoritmi, Machine Learning, etc). Obiettivo del corso è di approfondire il tema della Fitness ed Economic complexity a diverse scale territoriali (passando dal macro al micro).</p>

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Big data management per la transizione digitale**

**Allegato 2**

II ANNO		
<b>3</b> <i>Intelligenza artificiale per data-driven economy</i>  Ore: 10 Verifica Finale: SI	<p>La Data Driven Economy significa un'economia generata da un nuovo tipo conoscenza, fondata sui Big Data ovvero sulla capacità di utilizzare al meglio la quantità di informazioni che, ogni giorno, viene prodotta, basandosi sull'Intelligenza Artificiale.</p> <p>È una Algorithmic Economy, basata su dati statistici, fondato su un approccio più Agile, capace di attingere anche a dati nuovi, in cloud o sui social ad esempio, per applicare l'intelligenza degli algoritmi e costruire servizi a misura di utente.</p> <p>Il corso si pone l'obiettivo di offrire una presentazione completa dei metodi statistici e di apprendimento automatico utili per analizzare e prevedere serie di dati di grandi dimensioni e dinamicamente dipendenti. Saranno discussi algoritmi di clustering e di classificazione delle serie storiche e i metodi di riduzione delle dimensioni in presenza di dipendenza dinamica (modelli fattoriali dinamici).</p> <p>Il corso affronterà anche argomenti modelli di previsione in presenza di Big Data, utilizzando algoritmi di machine learning, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Reti neurali e Deep learning;</li> <li>2. Alberi di classificazione e regressione;</li> <li>3. Foreste casuali;</li> <li>5. Boosting;</li> <li>6. Nowcasting.</li> </ul> <p>La seconda parte del corso si propone l'obiettivo di introdurre la Network Analysis per studiare sistemi complessi di qualsiasi genere, analizzarne la struttura e il comportamento, purché tali sistemi siano rappresentabili con un grafo. L'analisi delle reti è infatti uno strumento potente per rappresentare e modellare relazioni tra elementi tra loro interconnessi.</p>	

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Big data management per la transizione digitale**

**Allegato 2**

III ANNO		
N	Insegnamento	Descrizione
<b>1</b>	<i>Opportunità e sfide tecnologiche per un mondo interconnesso</i>  Ore: 10 Verifica Finale: NO	<p>La crescita esponenziale di dispositivi connessi sempre più miniaturizzati e con sempre maggiore capacità computazionali e la nuova generazione in grado di supportare un'elevata densità di dispositivi e garantire prestazioni avanzate in termini di latenza e affidabilità, stanno creando un mondo iperconnesso, fatto di oggetti di vario tipo (sensori, droni, auto a guida autonoma) favorendo casi d'uso innovativi, opportunità e sfide nella nostra società e nella vita quotidiana. Il successo dell'avvento di questo scenario iperconnesso dipende dalla capacità di integrare tecnologie come Internet of Things, reti avanzate per la comunicazione Machine-to-Machine, veicoli/droni connessi, cloud computing, edge computing, raccolta/disseminazione dati e social network.</p> <p>Questo corso presenta una panoramica delle tecnologie abilitanti di questi nuovi scenari e il ruolo giocato e le opportunità portate dai Big Data e Intelligenza Artificiale. Inoltre, il corso discuterà vari casi di studio in questo campo al fine di presentare le sfide aperte e comprenderne le potenzialità di ricerca (interdisciplinare). Particolare attenzione sarà dedicata all'applicazione dell'Intelligenza Artificiale nell'Industria 5.0 e nei modelli sostenibili di produzione e consumo, evidenziando il ruolo delle tecnologie digitali nell'ottimizzazione dei processi industriali, nell'efficienza energetica e nella gestione intelligente delle risorse.</p> <p>In particolare, il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Reti ad alta velocità servizi avanzati: integrazione IoT, cloud e reti di nuova generazione, architetture di rete e servizi;</li> <li>2. Reti industriali e veicolari: integrazione con reti 5G ed edge computing;</li> <li>3. Raccolta e diffusione di dati pervasivi, ruolo dell'intelligenza artificiale;</li> <li>4. Discussione e presentazione di casi di studio (E-health, Smart cities, Industry 5.0);</li> </ul>
<b>2</b>	<i>Intelligenza artificiale sostenibile</i>  Ore: 10 Verifica Finale: NO	<p>Le enormi quantità di dati generate negli ultimi vent'anni e lo sviluppo impetuoso della capacità di calcolo, uniti attraverso l'Intelligenza Artificiale (IA), permette di analizzare, capire e migliorare la gran parte delle attività umane e delle aziende. In particolare, in campo economico l'IA consente alle aziende di ottimizzare l'uso delle risorse riducendo al minimo gli sprechi e nel riciclare persino le rimanenze della produzione.</p> <p>D'altra parte, lo sviluppo e l'utilizzo di IA è spesso associato anche ad un possibile impatto negativo sulle persone e sul pianeta per i possibili utilizzi che se ne possono fare, soprattutto in assenza di un chiaro quadro normativo che ne definisca i limiti e i principi etici da rispettare.</p> <p>Obiettivo del corso è di evidenziare come l'IA possa effettivamente costituire una leva virtuosa per il perseguimento della sostenibilità sociale, economica ed ambientale. In particolare, nel corso saranno mostrate come le soluzioni di IA possano avere un impatto significativo sulla conservazione delle risorse, la riduzione delle emissioni, la gestione dei flussi di traffico e dei relativi rischi, il rafforzamento dell'economia circolare e la prevenzione dei disastri naturali. Nel corso verrà anche evidenziato anche l'aspetto di sostenibilità della IA. Infatti, le soluzioni di IA possono richiedere infatti una grande quantità di energia elettrica per il loro funzionamento, che potrebbero incentivare l'immissione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. Se l'energia, però, deriva da fonti rinnovabili, l'impatto in termini di emissioni si riduce a zero: in quest'ultimo caso, l'IA può rappresentare un incentivo alla transizione verde del settore energetico. Ciò è ben descritto nella Strategia nazionale per l'Intelligenza Artificiale dove si evidenzia come l'IA sarà un alleato fondamentale per accelerare la transizione ecologica, un pilastro del piano di ripresa e resilienza dell'Italia e degli sforzi di ripresa dell'Unione Europea.</p>

## DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo

**Curriculum: Big data management per la transizione digitale**

**Allegato 2**

**PROGETTO FORMATIVO: Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

N	Insegnamento	Descrizione
1	<i>Seminari</i>	<p>PRESENTAZIONE AREA DI RICERCA DEL DOTTORATO - Questo seminario è pensato per introdurre gli studenti alla tematica di ricerca oggetto del corso al fine di renderli pienamente consapevoli dell'ambito di studio nel quale sono chiamati a muoversi e che presenta anche carattere di interdisciplinarità. Inizialmente, verrà presentata la tematica Big Data e Intelligenza Artificiale, con le molteplici sfaccettature, i trend in atto e le principali sfide da affrontare. Inoltre, saranno discussi i due curricula del dottorato con lo scenario di riferimento, le sfide specifiche e gli ambiti applicativi di riferimento. Verranno altresì presentati i professori del collegio dei docenti e il programma degli insegnamenti sia per la formazione specifica sui temi inerenti la tematica del corso sia per la formazione trasversale. Parimenti, saranno presentate le aziende coinvolte nel dottorato, presso le quali i dottorandi svolgeranno parte della loro formazione, ivi compresi i progetti di ricerca. Infine, saranno fornite informazioni di carattere logistico sulla piattaforma didattica dell'Ateneo.</p>
2	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>VALORIZZARE E DISSEMINARE I RISULTATI DELLA RICERCA - Questo corso è dedicato alla gestione della ricerca sotto l'aspetto di valorizzazione disseminazione dei risultati della ricerca. L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti un metodo per diffondere e presentare in modo efficace il lavoro svolto e i risultati ottenuti. Verranno presentati e discussi con gli studenti degli esempi di presentazioni orali e articoli scientifici nel campo della Ingegneria, Statistica ed Economia evidenziandone i tratti comuni tra gli ambiti scientifici e caratteristiche peculiari nonché differenze legate alla modalità di disseminazione tra presentazione a conferenza o articolo su rivista. Verranno svolte esercitazioni pratiche e lavori di gruppo attraverso i quali i partecipanti svilupperanno le competenze necessarie per redigere e tenere presentazioni orali e scrivere articoli scientifici. Il programma si articola in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparare e tenere una presentazione orale: preparazione del discorso, dalla stesura alla presentazione orale, struttura, stile e tempi della presentazione orale, le regole d'oro del parlare in pubblico, diversificazione della presentazione orale a seconda del destinatario; prova pratica seguendo le regole da "Coimbra three Minutes Competition rules";</li> <li>• Praticare scrittura scientifica: le regole d'oro di redazione di un articolo scientifico e organizzazione in un gruppo di lavoro; strumenti di editing anche cooperativi; esempi di buona e cattiva scrittura scientifica; prova pratica di scrittura di un articolo scientifico;</li> <li>• La struttura e lo stile della scrittura scientifica: linee guida delle riviste; principali norme editoriali; processo di revisione fra pari; come gestire le richieste di Editori e Revisori; esempio di lettera di risposta ai revisori.</li> </ul>
3	<i>Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali</i>	<p>PROMUOVERE E MONITORARE L'IMPATTO DELLA RICERCA - Questo seminario è dedicato alla gestione della ricerca sotto l'aspetto di promozione e monitoraggio dell'impatto della ricerca svolta nell'era digitale. Durante il seminario verranno dati elementi per orientarsi nell'ecosistema degli editori scientifici di collane e riviste e inoltre verranno presentati i maggiori database citazionali e i principali indicatori bibliometrici e identificativi univoci, offrendo un'analisi degli aggregatori e social network accademici, per comprendere come valutare e promuovere la propria produzione e attività scientifica. Inoltre verranno dati elementi di valutazione su come scegliere le destinazioni delle pubblicazioni e di caratterizzazione delle riviste (reputazione e impact factor, riviste predatrici). Durata: 3 ore.</p>
4	<i>Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali</i>	<p>COSTRUZIONE DI UNA PROPOSTA PROGETTUALE - L'obiettivo principale del corso è fornire una conoscenza del sistema della ricerca italiana, europea e internazionale con i soggetti coinvolti (pubblici e privati) e relativi programmi di ricerca e finanziamento. Inoltre Verranno forniti elementi utili per la valorizzazione dei risultati della ricerca nella partecipazione a bandi competitivi nei vari programmi di ricerca e in linea con gli elevati standard di valutazione. Inoltre verranno quindi fornite linee guide per interpretare correttamente il bando e individuarne i fattori chiave, valutare la corrispondenza dell'idea con l'argomento del bando, evidenziare i punti di forza dell'idea progettuale, soddisfare i criteri presenti nel bando. Riguardo alla generazione di impatto, verranno considerati non solo quelli di natura tecnologica, ma anche di natura economica, industriale, sociale e ambientale. Il programma si articola in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema e programmi di ricerca italiani, europei e internazionali: principali soggetti finanziatori, schemi di sovvenzione tra programmi quadro e bandi competitivi (PRIN, COST, Horizon Europe, ERC) e programmi di scambi internazionale; strumenti per la promozione dell'uguaglianza di genere e attinenza ai principi di etica della ricerca; analisi del processo di valutazione;</li> </ul>

## DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo

### Curriculum: Big data management per la transizione digitale

**Allegato 2**

N	Insegnamento	Descrizione
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Costruire una proposta di ricerca: valutazione dell'idea progettuale rispetto alla tematica e requisiti del bando; analisi del grado di innovatività rispetto allo stato dell'arte; analisi dell'impatto; costruzione del partenariato: profili e ruoli previsti;</li> <li>Scrivere una proposta di successo: costituire un consorzio funzionale ai criteri del bando; presentare l'idea progettuale, diagrammi di Pert e di Gantt per costruire un piano di lavoro efficace; costruzione del budget; strategie per impostare una corretta gestione della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati nella proposta; esempi concreti di buone e cattive pratiche.</li> </ul>
5	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>FARE SCIENZA APERTA OGGI: DALL'OPEN ACCESS ALL'OPEN DATA - L'obiettivo del seminario è fornire linee guida per introdurre gli studenti alla gestione e all'accesso aperto ai dati/prodotti della ricerca e al tempo stesso nelle questioni relative alla protezione della proprietà intellettuale e gli aspetti legali dell'editoria ad accesso aperto. Verrà introdotto il concetto di Open Data il concetto di dati FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) come prerequisito essenziale per la pubblicazione e la condivisione dei propri dati. Verrà trattato il concetto di Open Access e verranno presentati i recenti sviluppi nel panorama delle pubblicazioni ad accesso aperto nonché le sfide che i giovani ricercatori devono affrontare in questo ambito.</p> <p>Il programma si articola in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Open Data e Proprietà intellettuale: linee guida su Open Science nei programmi di ricerca europei ed internazionali, come utilizzare i repository di dati, aspetti di condivisione e pubblicazione dei dati della ricerca; aspetti legali per la gestione dei dati personali e la protezione della proprietà intellettuale nell'editoria ad accesso aperto, come il diritto d'autore, le licenze, modalità di riutilizzo dei dati e materiali esistenti;</li> <li>Gestione aperta dei dati e dati FAIR: ciclo di vita dei dati (dalla documentazione e immagazzinamento, all'utilizzo fino alla loro pubblicazione, protezione e riuso), come scrivere un piano di gestione dei dati, come rendere FAIR i propri dati seguendo gli standard esistenti e come valutare la FAIRness dei set di dati esistenti;</li> <li>Open Access: caratteristiche e vantaggi dell'accesso aperto ai prodotti della ricerca, linee guida su Open Access nei programmi di ricerca europei ed internazionali come trovare riviste open access per il proprio lavoro e differenza rispetto a riviste su piattaforme tradizionali, licenze per la pubblicazione di dati e software, implicazioni dell'accesso a pubblicazioni tramite piattaforme di pubblicazione alternative.</li> </ul>
6	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE DEI RISULTATI DELLA RICERCA: TUTELE E STRUMENTI - L'obiettivo del corso è introdurre gli studenti nelle questioni relative alla tutela delle proprie idee e ai principali strumenti per la protezione dei risultati della ricerca e alla loro valorizzazione. Il corso intende rendere i giovani ricercatori consapevoli di cosa sia la proprietà intellettuale, come si genera e come si tutela. Si approfondiranno in particolare le caratteristiche delle invenzioni e dei brevetti. Inoltre verranno illustrate le norme che regolano la titolarità dei risultati, il regolamento d'Ateneo in materia di proprietà intellettuale e industriale e i servizi offerti ai ricercatori per la tutela dei risultati innovativi frutto della loro ricerca. Il corso si propone inoltre di fornire le prime indicazioni di quali siano le possibilità per la valorizzazione della proprietà intellettuale e dei risultati della ricerca sul mercato. Si affronteranno le seguenti tematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Protezione della proprietà intellettuale: varie forme di proprietà intellettuale, proteggersi con il diritto d'autore: normativa e ambito di applicazione; diritto d'autore e diritto industriale: oggetto e differenze fondamentali; Struttura dei brevetti e fondamenti di ricerca brevettuale;</li> <li>Protezione del software: normativa vigente, modalità di protezione delle invenzioni implementate tramite computer; requisiti di validità, differenze ed vantaggi e svantaggi della protezione mediante brevetto o diritto d'autore;</li> <li>Valorizzazione risultati della ricerca sul mercato: valorizzazione tramite brevetto e/o costituzione di startup innovative, relazioni tra ricerca e aziende per il trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca, regolamento in materia di Universitas Mercatorum.</li> </ul>
7	<i>Principi fondamentali di etica, uguaglianza di genere e integrità</i>	<p>ETICA E INTEGRITÀ DELLA RICERCA - Questo seminario ha l'obiettivo di presentare i principali aspetti di etica nonché delle implicazioni di natura etica della ricerca e presentati gli obiettivi e le regole di funzionamento delle istituzioni che si occupano di ricerca scientifica in fatto di etica. Il seminario inoltre si propone di introdurre il concetto di integrità nella ricerca cioè l'insieme dei principi e dei valori etici, dei doveri deontologici e degli standard professionali sui quali si fonda una condotta responsabile e corretta da parte di chi svolge (finanzia) o valuta la ricerca scientifica. L'applicazione dei principi e dei valori e il rispetto della deontologia e degli standard professionali sono garanzia della qualità stessa della ricerca e contribuiscono ad accrescere la reputazione e l'immagine pubblica della scienza, con importanti ricadute sulla comunità scientifica e sulla società. Verranno presentati i principi e le responsabilità richieste ad ogni ricercatore durante tutto il processo della ricerca, dalla pianificazione alla pubblicazione, fornendo consigli pratici su come affrontare questioni complesse. Il seminario esplorerà gli standard a cui tutti i ricercatori devono tendere in modo efficiente e coinvolgente.</p>

## DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo

### Curriculum: Big data management per la transizione digitale

*Allegato 2*

N	Insegnamento	Descrizione
		<p>Si affronteranno le seguenti tematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etica nella ricerca: comitato etico: ruolo e funzioni; quando sottoporre una proposta di progetto al comitato etico; etica nei progetti che coinvolgono esseri umani; considerazioni di base sull'etica dei dati della ricerca e di protezione dei dati quando si lavora con i dati di ricerca che ha coinvolto esseri umani;</li> <li>• Integrità della ricerca: principi dell'integrità della ricerca; conseguenze di una violazione di questi principi; come creare consapevolezza sull'integrità della ricerca e sulle responsabilità dei ricercatori nel condurre l'attività di studio; principali strumenti e standard di riferimento.</li> </ul>
8	<i>Perfezionamento linguistico</i>	<p>INGLESE SCIENTIFICO - Il corso intende fornire elementi aggiuntivi di uso della lingua inglese in ambito scientifico e accademico. Il corso prevede due diversi parti. La prima è finalizzata all'acquisizione della consapevolezza di strutture linguistiche fondamentali per la scrittura e la pubblicazione di articoli scientifici in lingua inglese, nonché delle abilità linguistiche che sono necessarie durante la partecipazione interattiva in contesti accademici internazionali (convegni, seminari, ecc.). La seconda parte intende fornire competenze avanzate di lingua per una interazione efficace e per una maggiore adattabilità e flessibilità in contesti organizzativi complessi che caratterizzano sia la comunità accademica che il mondo del lavoro. In particolare verranno forniti strumenti linguistici avanzati per la negoziazione, lavoro cooperativo in team, espressione di concetti complessi, e comunicazione interpersonale costruttiva ed efficace.</p>
9	<i>Perfezionamento informatico</i>	<p>STRUMENTI INFORMATICI PER LA RICERCA - Obiettivo del corso è presentare l'utilità di alcuni strumenti informatici utili per la ricerca dei dottorandi, al fine di presentare i loro risultati. Nel seminario sarà spiegato come acquisire dimestichezza con le basi dati comunemente utilizzate nella ricerca, nonché con i principali strumenti di analisi degli stessi. Saranno presentate le modalità di gestione e organizzazione delle differenti tipologie di database, formule e fogli di lavoro, importazione e gestione di dati con diversi formati, elaborazione di statistiche descrittive, tabelle avanzate, pivot, grafici. Per realizzare grafici di funzioni, oltre ad Excel, saranno presentati all'interno del seminario alcuni programmi ad hoc quali Gnuplot o MAFAPlotter, tool gratuiti e open source disponibile per tutti i principali sistemi operativi, che consentono di visualizzare e tracciare grafici in 2D e in 3D partendo da funzioni matematiche. Altro strumento utile è Draw, appartenente alla suite Apache OpenOffice, che permette di realizzare diagrammi di flusso. Draw permette di esportare i grafici in formato pdf, jpeg, png, xml e html; il programma consente inoltre di salvare i lavori direttamente nei cloud (Dropbox, Drive e OneDrive). Verranno altresì presentati modalità e protocolli per il trasferimento dati, quali ad esempio ftp. A livello di scrittura, per la redazione di documenti, oltre al programma word, sarà descritto il linguaggio LaTeX, apprezzato per scrivere, ad esempio, articoli scientifici o documenti contenenti formule matematiche. Infine, per la presentazione dei propri risultati, nel seminario si tratterà delle funzionalità avanzate di PowerPoint per la creazione di presentazioni professionali. In particolare, verrà spiegato come gestire testo, immagini, loghi, oggetti complessi, colori e grafici per comunicare dati, analisi, piani di progetto, ecc.</p>
10	<i>Seminari</i>	<p>INFRASTRUTTURE DELLA RICERCA - Il seminario ha l'obiettivo di presentare le infrastrutture di ricerca come strumento fondamentale per realizzare sperimentazioni che richiedono grandi quantità di dati e di risorse, ad esempio, computazionali. Rientrano tra le infrastrutture di ricerca sia grandi attrezzature scientifiche che risorse quali collezioni, archivi, banche dati, ma anche infrastrutture virtuali (e-infrastructures) di dati, di calcolo, di comunicazione. Verranno mostrate le principali infrastrutture per la sperimentazione e la ricerca, in particolare quelle che offrono grandi capacità computazionali e facilità di programmazione specie per machine learning. Inoltre, verrà presentata la e-infrastruttura di ricerca europea per la sperimentazione su larga-scala che coinvolge più tipi di risorse quali cloud, reti wireless e 5G, IoT, big data, banchi di server. Oltre alla vasta gamma di risorse e tipologie di testbed, verranno presentati anche gli strumenti per l'accesso remoto alle attrezzature e risorse distribuite, nonché i servizi messi a disposizione per la sperimentazione remota, come ad esempio sonde di monitoraggio, strumenti di programmazione, collezione e memorizzazione di statistiche.</p>
11	<i>Seminari</i>	<p>REALIZZARE LA TRANSIZIONE DIGITALE VERDE - Il seminario analizzerà il tema dello sviluppo sostenibile inteso come sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni. E' uno sviluppo che deve rispettare la cosiddetta regola delle tre E:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ecologia: con ecologia si fa riferimento alla capacità dell'ambiente di mantenere le sue funzioni nel corso del tempo. Le principali funzioni dell'ambiente sarebbero quella di fornire risorse (dirette e indirette) e smaltire rifiuti;</li> <li>2. Equità: il concetto di equità a cui si fa riferimento è quello di equità intergenerazionale, nel senso che le generazioni diverse godono del medesimo diritto di usufruire delle risorse del pianeta;</li> <li>3. Economia: in questo caso ci si riferisce all'economia come alla capacità di creare una crescita duratura degli indicatori economici, generare reddito e lavoro e sostenere nel tempo le popolazioni, valorizzarne le specificità territoriali e allocarne efficacemente le risorse.</li> </ol>

## DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo

**Curriculum: Big data management per la transizione digitale**

**Allegato 2**

N	Insegnamento	Descrizione
		<p>Altro focus del seminario sarà costituito dal tema della transizione ecologica, ovvero dell'attitudine al risparmio energetico e alla sostenibilità ambientale che si conferma in Italia come un requisito di base per entrare nel mercato del lavoro. Secondo i dati di Unioncamere, nel 2021 le imprese hanno richiesto al 76,3% delle assunzioni programmate - pari a oltre 3,5 milioni di posizioni - competenze green, e nel 37,9% dei casi con un grado di importanza per la professione elevato.</p> <p>Il seminario, infatti, approfondirà anche le competenze dei green jobs, secondo i dati del Sistema Informativo Excelsior. I Green jobs sono caratterizzati, rispetto alle altre professioni, da una richiesta sempre più intensa di problem solving, di capacità di gestire soluzioni innovative e di elevate competenze matematiche e informatiche, oltre che digitali.</p>
12	<i>Principi fondamentali di etica, uguaglianza di genere e integrità</i>	<p>UGUAGLIANZA DI GENERE NELLA RICERCA E NELLA IMPRENDITORIA - Il seminario affronta il tema dell'uguaglianza di genere nel settore della ricerca e dell'innovazione che rappresenta un obiettivo primario della Commissione Europea e un obbligo giuridico previsto dal programma quadro dell'UE (Reg 1291/2013), con concrete conseguenze anche per il sistema accademico italiano. Il programma Horizon 2020 ha promosso in maniera significativa l'uguaglianza di genere, sostenendo l'equilibrio nei gruppi di ricerca, nei panel di supervisione e finanziando progetti specifici di sostegno alla politica di uguaglianza di genere.</p> <p>Nel seminario saranno illustrati alcuni dati che maggiormente danno prontezza della disuguaglianza di genere nell'università italiana e che fanno riferimento alla distribuzione dei docenti tra le diverse figure professionali accademiche. Tra il 2008 e il 2018, benché i professori ordinari siano, per tutte le aree scientifiche, a prevalenza maschili, possiamo cogliere un generale trend di crescita della presenza femminile dal 2008 al 2018. Gli incrementi maggiori si sono riscontrati nelle aree STEM. In particolare, Ingegneria industriale e dell'informazione ha registrato quasi un raddoppio.</p> <p>Tuttavia, il presupposto di partenza è la persistenza di un significativo gender gap, relativo alla presenza femminile nella ricerca e nei percorsi di formazione e carriera di interesse scientifico: il seminario partendo dal Rapporto She figures 2021 (Publications Office of the EU (<a href="http://europa.eu">europa.eu</a>) evidenzierà eventuali percorsi di disparità di genere a partire dal conseguimento del titolo di dottorato di ricerca. In particolare, l'attenzione sarà incentrata sulla correlazione tra donne in possesso di un titolo di dottorato di ricerca e aumento di donne ricercatrici, soprattutto nelle aree di interesse scientifico.</p>
13	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>COMUNICARE LA RICERCA NELL'ERA DEI SOCIAL MEDIA E PUBLIC ENGAGEMENT - In questo seminario verranno affrontati i vari aspetti legati alla comunicazione della ricerca rivolta a un pubblico generalista, e a fornire elementi per presentare in modo efficace la ricerca nell'era dei social media in un mondo della comunicazione sempre più affollato e competitivo. Infatti, saper produrre conoscenze scientifiche o innovazioni è cosa diversa da saperle comunicare in modo efficace. Sempre più spesso però bisogna saper spiegare il proprio lavoro a finanziatori, politici, imprenditori, giornalisti o cittadini, e convincerli.</p> <p>Dopo un'introduzione sul public engagement e sulla terza missione della ricerca (definizione, tipologie ed esempi, valutazione), il seminario fornirà un excursus sulla divulgazione scientifica in Italia e le principali tendenze di divulgazione scientifica anche su social media. Verrà fornita una panoramica dei mezzi di comunicazione e degli interlocutori non appartenenti alla comunità scientifica. Trattandosi di strumenti e di attori molto diversi tra loro, occorre individuare la tecnica di comunicazione maggiormente efficace onde evitare che vengano travisati i risultati ottenuti o, ancor peggio, che vengano prodotte e generate fake news. La principale distinzione è fra stakeholder e pubblico generalista e per ciascuna di queste categorie verranno presentate le strategie di public engagement e le tecniche redazionali più adatte per un'efficace comunicazione della ricerca.</p>

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare**

**Allegato 2**

**PROGETTO FORMATIVO: Attività didattica programmata – Insegnamenti previsti**

<b>I ANNO</b>		
<b>N</b>	<b>Insegnamento</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1</b>	<b>Data science e metodi di intelligenza artificiale</b>  Ore: 10 Verifica Finale: SI	<p>Il corso si pone l'obiettivo di studiare il complesso processo della Data Science sull'analisi e interpretazione dei dati grazie agli strumenti del machine learning. Un progetto di creazione di modelli di dati prevede le seguenti fasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pianificazione;</li> <li>2. Costruzione di un modello di dati;</li> <li>3. Valutazione del modello;</li> <li>4. Spiegazione del modello;</li> <li>5. Monitoraggio del modello;</li> </ol> <p>La data science, infatti, combina più campi tra loro, tra cui in particolare la statistica e l'intelligenza artificiale, per analizzare i dati raccolti dal Web, dagli smartphone, dai clienti, dai sensori e da altre fonti per ricavare insight utili. Le aziende oggi basano le proprie attività su una preziosa raccolta di dati, spesso conservati in database e data lake, per lo più intatti. I dati raccolti e archiviati offrono vantaggi in termini di trasformazione ad aziende in tutto il mondo, solo se si è in grado di interpretarli. Infatti, l'elevata dimensionalità dei dati introduce sfide computazionali e statistiche uniche: le aziende non si accontentano più di estrarre informazioni dettagliate dai loro archivi ma richiedono l'applicazione di modelli predittivi complessi quali gli analytics. In particolare, nel corso si approfondirà il concetto di machine learning, i cui algoritmi trasformano le informazioni in conoscenza fruibile. Questo fatto rende il machine learning particolarmente adatto all'attuale epoca dei big data.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definizione di Big Data;</li> <li>2. Fonti diverse e Statistica: confronto tra scienza basata sui dati (data driven) e basata sui modelli (model based);</li> <li>3. Classificazione dei Big Data: human generated data, process mediated data, machine generated data;</li> <li>4. Fonti offline dei Big Data e IoT: beacon, sensori biometrici, digital signage;</li> <li>5. Introduzione agli algoritmi di machine learning, quali ad esempio apprendimento pigro e probabilistico, clustering, alberi decisionali, algoritmi di previsione, Metodi di black-box: reti neurali e macchine a vettori di supporto.</li> </ol>
<b>2</b>	<b>Statistica e probabilità</b>  Ore: 10 Verifica Finale: SI	<p>Il corso si propone di familiarizzare i dottorandi con le metodologie basilari della ricerca scientifica, portandoli gradualmente alla scoperta delle problematiche connesse alla costruzione delle informazioni statistiche. Obiettivo del corso è di fornire ai dottorandi le competenze per analizzare in modo autonomo i dati empirici, padroneggiando l'uso dei principali test statistici, sia di base che avanzati.</p> <p>Saranno introdotte, inoltre nozioni avanzate del calcolo delle probabilità, dell'analisi dei dati e dell'inferenza statistica. Al termine del corso il dottorando sarà in grado di applicare queste conoscenze a problemi scientifici e applicazioni in cui è necessario modellizzare fenomeni aleatori e condizioni di incertezza. In particolare, il ruolo del calcolo delle probabilità consiste nel misurare, principalmente, sulla base dei risultati relativi al campione, l'attendibilità di circostanze o eventi non osservati. La raccolta, l'elaborazione e l'interpretazione dei dati statistici conducono, in generale, ad uno stato di informazione in cui la valutazione quantitativa dell'incertezza, mediante il concetto di probabilità, è diversa rispetto alla situazione iniziale. I dottorandi apprendono come applicare il calcolo delle probabilità e le tecniche inferenziali a problemi reali e come derivare risultati teorici in modo formale. Viene acquisita consapevolezza sui vantaggi e sui limiti delle metodologie trattate, in modo da saper valutare criticamente quali siano gli strumenti più adatti nelle specifiche situazioni da sottoporre ad analisi.</p> <p>Il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti, non esclusivi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Logica e classificazione dei modelli statistici;</li> <li>2. Modelli lineari generalizzati;</li> <li>3. Inferenza per i modelli lineari generalizzati</li> <li>4. Processi stocastici</li> </ol>

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare**

**Allegato 2**

<b>I ANNO</b>		
<b>3</b>	<i>Programmazione per data analytics</i>  Ore: 10 Verifica Finale: SI	<p>La data science è una moderna disciplina che combina aree della matematica e informatica per estrarre conoscenza e valore dai dati. La conoscenza ricavata dai dati è alla base di previsioni e decisioni aziendali e governative, di scoperte scientifiche, di studi di fenomeni sociali, ma anche di applicazioni di intelligenza artificiale che, dalla computer vision alla elaborazione del linguaggio naturale, stanno rivoluzionando l'economia e la società. Obiettivo del corso è insegnare a trasformare database disordinati e dati non strutturati in dataset omogenei e ordinati attraverso l'impiego degli strumenti essenziali del linguaggio Python e R per il data mining, il machine learning, la network analysis e l'elaborazione del linguaggio naturale.</p> <p>Il dottorando imparerà ad acquisire dati numerici e testuali eterogenei da fonti diverse come semplici file locali, database e il Web e a strutturarli nel modo più utile, a trasformarli, a visualizzarli e a modellarli, utilizzando le funzionalità delle principali librerie per il machine learning.</p> <p>Le analisi dei Big Data presuppongono tuttavia una piattaforma software che consente di distribuire complessi compiti di computing su una grande quantità di nodi. Tra le tecnologie in grado di soddisfare le esigenze dei Big Data, c'è Apache Hadoop, sviluppato in ambiente open source, considerato uno dei fattori abilitanti la diffusione dei Big Data Analytics. Inoltre, per l'integrazione e la gestione dei dati, il classico archivio informatico di dati strutturati raccolti dai sistemi operazionali aziendali e da fonti esterne, è insufficiente. Oggi il Data Warehouse è integrato con il Data Lake, un ambiente di archiviazione dei dati nel loro formato nativo. Agli strumenti di storage, si affiancano tipologie innovative di gestione dei dati. Non solo database relazionali, ma anche basi di dati che superano o rinnovano il linguaggio SQL (si parla per questo di database NoSQL o NewSQL), al fine di migliorarne le performance.</p>
<b>4</b>	<i>Tecnologie abilitanti per Industria 5.0</i>  Ore: 20 Verifica Finale: NO	<p>Industria 5.0 risponde all'esigenza di una migliore conciliazione tra l'innovazione tecnologica con i bisogni della società umana e dell'ambiente e spinge a concepire soluzioni di sistema per rispondere alle sfide globali dei prossimi decenni. In linea con questo obiettivo, diverse tecnologie devono essere combinate secondo una nuova ottica di integrazione che preservi l'ambiente e migliori la vista dell'uomo. Particolarmente rilevanti per Industria 5.0 risultano (oltre a Big Data e Intelligenza Artificiale) le tecnologie per la raccolta e la disseminazione di informazioni, l'elaborazione distribuita per l'automazione industriale e la gestione della catena di approvvigionamento che dovranno convergere al fine di supportare meccanismi di tracciabilità, riuso e riciclo, sostenibilità e/o una migliore condizione lavorativa. Questo corso fornisce una panoramica su tali tecnologie con focus su:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Panoramica dei paradigmi Internet of Things (IoT), Cloud, reti mobili;</li> <li>2. IoT: tipi di sensori, piattaforme di raccolta dati, architetture e protocolli di comunicazione per Industrial Internet;</li> <li>3. Reti wireless e cellulari: tecniche di accesso multiplo, standard e tecnologie per reti wireless locali e geografiche, standard 4G,5G per reti cellulari, reti di sensori e integrazione in 4G/5G;</li> <li>4. Cloud computing: infrastruttura e piattaforme cloud, tool e servizi per immagazzinamento dati e elaborazione per Industrial Internet, vantaggi e svantaggi .</li> </ol>
<b>5</b>	<i>Metodi di apprendimento automatico applicati alla classificazione del traffico IoT</i>  Ore: 10 Verifica Finale: NO	<p>La classificazione del traffico Internet è un tema di ricerca che parte dal primo decennio degli anni 2000 e si è evoluto passando da diverse tecniche: analisi dei numeri di porta, analisi del payload dei pacchetti di rete, fino all'utilizzo di metodi statistici e d'apprendimento automatico propri dell'intelligenza artificiale (IA). Di recente questo tema ha trovato nuovi stimoli nell'ascesa dell'Internet delle cose (IoT) e nelle peculiarità che i suoi protocolli possiedono.</p> <p>Il corso mira a fornire come prima cosa i concetti base per la classificazione del traffico Internet; successivamente verranno analizzati i principali metodi di classificazione, presenti in letteratura, che sfruttano concetti di machine learning e di IA, presentandone i principali risultati nonché i relativi limiti. Nella seconda parte del corso verranno affrontate le particolarità del traffico IoT e verranno presentati i dataset nonché le tecniche maggiormente utilizzate correntemente per l'analisi di questo particolare tipo di traffico, con un focus particolare al deep learning. Infine verranno descritti alcuni ambiti di ricerca ancora aperti sul tema come l'utilizzo di side information e l'applicazione delle tecniche di classificazione del traffico in contesti di anonimato dei partecipanti alla comunicazione.</p> <p>Il programma si articola nei seguenti punti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motivazione alla base della classificazione del traffico Internet, tipi di classificazione e loro granularità, strumenti e software di supporto, dataset, protocolli considerati e feature utilizzate;</li> <li>2. Tipologie di metodi statistici e di apprendimento automatico utilizzati in letteratura, loro performance e loro limitazioni;</li> <li>3. Internet of Things e peculiarità dei suoi protocolli, dataset IoT e tecniche statistiche e di IA usate in letteratura per la classificazione del traffico IoT;</li> <li>4. Sfide di ricerca ancora aperte: uso di side information, analisi della ground truth, applicazione in contesti di anonymity.</li> </ol>

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare**

**Allegato 2**

<b>II ANNO</b>		
<b>N</b>	<b>Insegnamento</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1</b>	<i>Intelligenza artificiale per data-driven economy</i>  Ore: 10 Verifica Finale: SI	<p>La Data Driven Economy significa un'economia generata da un nuovo tipo conoscenza, fondata sui Big Data ovvero sulla capacità di utilizzare al meglio la quantità di informazioni che, ogni giorno, viene prodotta, basandosi sull'Intelligenza Artificiale.</p> <p>È una Algorithmic Economy, basata su dati statistici, fondato su un approccio più Agile, capace di attingere anche a dati nuovi, in cloud o sui social ad esempio, per applicare l'intelligenza degli algoritmi e costruire servizi a misura di utente.</p> <p>Il corso si pone l'obiettivo di offrire una presentazione completa dei metodi statistici e di apprendimento automatico utili per analizzare e prevedere serie di dati di grandi dimensioni e dinamicamente dipendenti. Saranno discussi algoritmi di clustering e di classificazione delle serie storiche e i metodi di riduzione delle dimensioni in presenza di dipendenza dinamica (modelli fattoriali dinamici).</p> <p>Il corso affronterà anche argomenti modelli di previsione in presenza di Big Data, utilizzando algoritmi di machine learning, quali:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reti neurali e Deep learning;</li> <li>2. Alberi di classificazione e regressione;</li> <li>3. Foreste casuali;</li> <li>4. Boosting;</li> <li>5. Nowcasting.</li> </ol> <p>La seconda parte del corso si propone l'obiettivo di introdurre la Network Analysis per studiare sistemi complessi di qualsiasi genere, analizzarne la struttura e il comportamento, purché tali sistemi siano rappresentabili con un grafo. L'analisi delle reti è infatti uno strumento potente per rappresentare e modellare relazioni tra elementi tra loro interconnessi.</p>
<b>2</b>	<i>Sicurezza dei sistemi e delle reti industriali</i>  Ore: 15 Verifica Finale: NO	<p>Il corso si propone di fornire conoscenze generali inerenti la sicurezza delle informazioni e dei sistemi in ambito Industrial Internet. Dopo aver presentato gli elementi e nozioni generali relativi alla cybersicurezza dei sistemi informatici, verranno introdotte le tematiche relative alla crittografia e al controllo di accesso. Inoltre, verranno introdotti gli aspetti fondamentali inerenti la sicurezza delle reti (con focus sulle reti IoT) e per l'accesso/gestione ai dati in cloud. Il corso prosegue fornendo approfondimenti sulla cybersecurity in relazione alle tecnologie basate sull'intelligenza artificiale. Saranno introdotte le metodologie di intelligenza artificiale sia per la realizzazione di attacchi di cybersecurity sia per la difesa da intrusioni e la rilevazione di frodi. Infine, si affronteranno le problematiche relative all'adversarial machine learning e alla sicurezza dei sistemi basati su AI. In particolare, gli argomenti trattati nel corso includono:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sicurezza: nozioni generali (minaccia, attacco, vulnerabilità, aspetti di sicurezza, strategie di difesa);</li> <li>2. Crittografia e Controllo di Accesso: cifratura a chiave privata e pubblica, hash, firma digitale, modelli di Access Control e linguaggi per le politiche di accesso, controllo dell'accesso basato su ruoli;</li> <li>3. Sicurezza nelle reti: Intrusion detection systems e Firewall, sicurezza a livello IP e trasporto, minacce di sicurezza in reti wireless e contromisure;</li> <li>4. Sicurezza nel cloud: principali minacce, buone pratiche e contromisure, servizi cloud per la gestione della sicurezza;</li> <li>5. Attacchi cyber basati su AI e applicazioni AI per la rilevazione di intrusioni e malware, spam e frodi;</li> <li>6. Adversarial machine learning (attacchi backdoor).</li> </ol>
<b>3</b>	<i>Big Data per applicazioni industriali</i>  Ore: 15 Verifica Finale: NO	<p>L'industria manifatturiera raccoglie volumi sempre più grandi di dati da reti industriali ad alta velocità e generati da un'ampia gamma di sorgenti in diversi formati e livelli di qualità. Questi dati possono essere utili per ottimizzare le operazioni e migliorare l'efficienza di impianti industriali e delle catene di approvvigionamento anche in ottica di sostenibilità e di economia circolare. Questo corso aiuterà a padroneggiare i concetti fondamentali che intervengono in un processo industriale che fa uso di tecnologie quali robotica, IoT, Cloud e reti ad alta velocità e sui metodi e tecniche di Data Science per adottare metodi decisionali basati sui dati. L'obiettivo primario è quello di introdurre ai concetti fondamentali dell'automazione industriale e della robotica con una visione di alto livello e di natura sistemica, strumentale a fornire gli elementi per suggerire e promuovere l'uso dei Big Data management e di Intelligenza Artificiale in ambito dei processi industriali. Inoltre, verranno fornite conoscenze su sistemi di automazione industriale di raccolta, analisi e gestione dei big data e approfonditi i metodi e le tecniche per l'apprendimento automatico</p>

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare**

**Allegato 2**

<b>II ANNO</b>	
	applicato ai sistemi industriali, ad esempio, per diagnosi e manutenzione predittiva, per sostenibilità e sicurezza dei processi di produzione, per riuso e riciclo di semilavorati. In particolare, il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti, non esclusivi:Panoramica su automazione industriale ed elementi di robotica, inclusi trend emergenti di robotica collaborativa;Aspetti tecnologici e metodologie di automazione industriale: sensori, attuatori e sistemi di controllo, tecniche di controllo del movimento, sorgenti dei dati;Intelligenza Artificiale nel controllo e automazione industriale: raccolta e analisi dei dati, casi d'uso, metodi e strumenti di apprendimento automatico per la diagnosi e manutenzione predittiva, controllo della produzione in linee miste uomo-robot, tracciabilità dei semilavorati.

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare**

**Allegato 2**

III ANNO		
N	Insegnamento	Descrizione
<b>1</b>	<i>Opportunità e sfide tecnologiche per un mondo interconnesso</i>  Ore: 10 Verifica Finale: NO	<p>La crescita esponenziale di dispositivi connessi sempre più miniaturizzati e con sempre maggiore capacità computazionali e la nuova generazione in grado di supportare un'elevata densità di dispositivi e garantire prestazioni avanzate in termini di latenza e affidabilità, stanno creando un mondo iperconnesso, fatto di oggetti di vario tipo (sensori, droni, auto a guida autonoma) favorendo casi d'uso innovativi, opportunità e sfide nella nostra società e nella vita quotidiana. Il successo dell'avvento di questo scenario iperconnesso dipende dalla capacità di integrare tecnologie come Internet of Things, reti avanzate per la comunicazione Machine-to-Machine, veicoli/droni connessi, cloud computing, edge computing, raccolta/disseminazione dati e social network. Questo corso presenta una panoramica delle tecnologie abilitanti di questi nuovi scenari e il ruolo giocato e le opportunità portate dai Big Data e Intelligenza Artificiale. Inoltre il corso discuterà vari casi di studio in questo campo al fine di presentare le sfide aperte e comprenderne le potenzialità di ricerca (interdisciplinare). Particolare attenzione sarà dedicata all'applicazione dell'Intelligenza Artificiale nell'Industria 5.0 e nei modelli sostenibili di produzione e consumo, evidenziando il ruolo delle tecnologie digitali nell'ottimizzazione dei processi industriali, nell'efficienza energetica e nella gestione intelligente delle risorse.</p> <p>In particolare, il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reti ad alta velocità e servizi avanzati: integrazione IoT, cloud e reti di nuova generazione, architetture di rete e servizi;</li> <li>2. Reti industriali e veicolari: integrazione con reti 5G ed edge computing;</li> <li>3. Raccolta e diffusione di dati pervasivi, ruolo dell'intelligenza artificiale;</li> <li>4. Discussione e presentazione di casi di studio (E-health, Smart cities, Industry 5.0)</li> </ol>
<b>2</b>	<i>Intelligenza artificiale sostenibile</i>  Ore: 10 Verifica Finale: NO	<p>Le enormi quantità di dati generate negli ultimi vent'anni e lo sviluppo impetuoso della capacità di calcolo, uniti attraverso l'Intelligenza Artificiale (IA), permette di analizzare, capire e migliorare la gran parte delle attività umane e delle aziende. In particolare, in campo economico l'IA consente alle aziende di ottimizzare l'uso delle risorse riducendo al minimo gli sprechi e nel riciclare persino le rimanenze della produzione.</p> <p>D'altra parte, lo sviluppo e l'utilizzo di IA è spesso associato anche ad un possibile impatto negativo sulle persone e sul pianeta per i possibili utilizzi che se ne possono fare, soprattutto in assenza di un chiaro quadro normativo che ne definisca i limiti e i principi etici da rispettare.</p> <p>Obiettivo del corso è di evidenziare come l'IA possa effettivamente costituire una leva virtuosa per il perseguimento della sostenibilità sociale, economica ed ambientale. In particolare, nel corso saranno mostrate come le soluzioni di IA possano avere un impatto significativo sulla conservazione delle risorse, la riduzione delle emissioni, la gestione dei flussi di traffico e dei relativi rischi, il rafforzamento dell'economia circolare e la prevenzione dei disastri naturali. Nel corso verrà anche evidenziato anche l'aspetto di sostenibilità della IA. Infatti, le soluzioni di IA possono richiedere infatti una grande quantità di energia elettrica per il loro funzionamento, che potrebbero incentivare l'immissione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. Se l'energia, però, deriva da fonti rinnovabili, l'impatto in termini di emissioni si riduce a zero: in quest'ultimo caso, l'IA può rappresentare un incentivo alla transizione verde del settore energetico. Ciò è ben descritto nella Strategia nazionale per l'Intelligenza Artificiale dove si evidenzia come l'IA sarà un alleato fondamentale per accelerare la transizione ecologica, un pilastro del piano di ripresa e resilienza dell'Italia e degli sforzi di ripresa dell'Unione Europea.</p>

## DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo

### Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare

*Allegato 2*

**PROGETTO FORMATIVO: Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

N	Insegnamento	Descrizione
1	<i>Seminari</i>	<p>PRESENTAZIONE AREA DI RICERCA DEL DOTTORATO - Questo seminario è pensato per introdurre gli studenti alla tematica di ricerca oggetto del corso al fine di renderli pienamente consapevoli dell'ambito di studio nel quale sono chiamati a muoversi e che presenta anche carattere di interdisciplinarità. Inizialmente, verrà presentata la tematica Big Data e Intelligenza Artificiale, con le molteplici sfaccettature, i trend in atto e le principali sfide da affrontare. Inoltre, saranno discussi i due curricula del dottorato con lo scenario di riferimento, le sfide specifiche e gli ambiti applicativi di riferimento. Verranno altresì presentati i professori del collegio dei docenti e il programma degli insegnamenti sia per la formazione specifica sui temi inerenti la tematica del corso sia per la formazione trasversale. Parimenti, saranno presentate le aziende coinvolte nel dottorato, presso le quali i dottorandi svolgeranno parte della loro formazione, ivi compresi i progetti di ricerca. Infine, saranno fornite informazioni di carattere logistico sulla piattaforma didattica dell'Ateneo.</p>
2	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>VALORIZZARE E DISSEMINARE I RISULTATI DELLA RICERCA - Questo corso è dedicato alla gestione della ricerca sotto l'aspetto di valorizzazione disseminazione dei risultati della ricerca. L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti un metodo per diffondere e presentare in modo efficace il lavoro svolto e i risultati ottenuti. Verranno presentati e discussi con gli studenti degli esempi di presentazioni orali e articoli scientifici nel campo della Ingegneria, Statistica ed Economia evidenziandone i tratti comuni tra gli ambiti scientifici e caratteristiche peculiari nonché differenze legate alla modalità di disseminazione tra presentazione a conferenza o articolo su rivista. Verranno svolte esercitazioni pratiche e lavori di gruppo attraverso i quali i partecipanti svilupperanno le competenze necessarie per redigere e tenere presentazioni orali e scrivere articoli scientifici. Il programma si articola in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparare e tenere una presentazione orale: preparazione del discorso, dalla stesura alla presentazione orale, struttura, stile e tempi della presentazione orale, le regole d'oro del parlare in pubblico, diversificazione della presentazione orale a seconda del destinatario; prova pratica seguendo le regole da "Coimbra three Minutes Competition rules";</li> <li>• Praticare scrittura scientifica: le regole d'oro di redazione di un articolo scientifico e organizzazione in un gruppo di lavoro; strumenti di editing anche cooperativi; esempi di buona e cattiva scrittura scientifica; prova pratica di scrittura di un articolo scientifico;</li> <li>• La struttura e lo stile della scrittura scientifica: linee guida delle riviste; principali norme editoriali; processo di revisione fra pari; come gestire le richieste di Editori e Revisori; esempio di lettera di risposta ai revisori.</li> </ul>
3	<i>Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali</i>	<p>PROMUOVERE E MONITORARE L'IMPATTO DELLA RICERCA - Questo seminario è dedicato alla gestione della ricerca sotto l'aspetto di promozione e monitoraggio dell'impatto della ricerca svolta nell'era digitale. Durante il seminario verranno dati elementi per orientarsi nell'ecosistema degli editori scientifici di collane e riviste e inoltre verranno presentati i maggiori database citazionali e i principali indicatori bibliometrici e identificativi univoci, offrendo un'analisi degli aggregatori e social network accademici, per comprendere come valutare e promuovere la propria produzione e attività scientifica. Inoltre verranno dati elementi di valutazione su come scegliere le destinazioni delle pubblicazioni e di caratterizzazione delle riviste (reputazione e impact factor, riviste predatrici).</p>
4	<i>Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali</i>	<p>COSTRUZIONE DI UNA PROPOSTA PROGETTUALE - L'obiettivo principale del corso è fornire una conoscenza del sistema della ricerca italiana, europea e internazionale con i soggetti coinvolti (pubblici e privati) e relativi programmi di ricerca e finanziamento. Inoltre verranno forniti elementi utili per la valorizzazione dei risultati della ricerca nella partecipazione a bandi competitivi nei vari programmi di ricerca e in linea con gli elevati standard di valutazione. Inoltre verranno quindi fornite linee guide per interpretare correttamente il bando e individuarne i fattori chiave, valutare la corrispondenza dell'idea con l'argomento del bando, evidenziare i punti di forza dell'idea progettuale, soddisfare i criteri presenti nel bando. Riguardo alla generazione di impatto, verranno considerati non solo quelli di natura tecnologica, ma anche di natura economica, industriale, sociale e ambientale. Il programma si articola in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema e programmi di ricerca italiani, europei e internazionali: principali soggetti finanziatori, schemi di sovvenzione tra programmi quadro e bandi competitivi (PRIN, COST, Horizon Europe, ERC) e programmi di scambi internazionale; strumenti per la promozione dell'uguaglianza di genere e attinenza ai principi di etica della ricerca; analisi del processo di valutazione;</li> </ul>

**DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo**  
**Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare**

**Allegato 2**

N	Insegnamento	Descrizione
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Costruire una proposta di ricerca: valutazione dell'idea progettuale rispetto alla tematica e requisiti del bando; analisi del grado di innovatività rispetto allo stato dell'arte; analisi dell'impatto; costruzione del partenariato: profili e ruoli previsti;</li> <li>Scrivere una proposta di successo: costituire un consorzio funzionale ai criteri del bando; presentare l'idea progettuale, diagrammi di Pert e di Gantt per costruire un piano di lavoro efficace; costruzione del budget; strategie per impostare una corretta gestione della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati nella proposta; esempi concreti di buone e cattive pratiche.</li> </ul>
5	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>FARE SCIENZA APERTA OGGI: DALL'OPEN ACCESS ALL'OPEN DATA - L'obiettivo del seminario è fornire linee guida per introdurre gli studenti alla gestione e all'accesso aperto ai dati/prodotti della ricerca e al tempo stesso nelle questioni relative alla protezione della proprietà intellettuale e gli aspetti legali dell'editoria ad accesso aperto. Verrà introdotto il concetto di Open Data il concetto di dati FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) come prerequisito essenziale per la pubblicazione e la condivisione dei propri dati. Verrà trattato il concetto di Open Access e verranno presentati i recenti sviluppi nel panorama delle pubblicazioni ad accesso aperto nonché le sfide che i giovani ricercatori devono affrontare in questo ambito.</p> <p>Il programma si articola in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Open Data e Proprietà intellettuale: linee guida su Open Science nei programmi di ricerca europei ed internazionali, come utilizzare i repository di dati, aspetti di condivisione e pubblicazione dei dati della ricerca; aspetti legali per la gestione dei dati personali e la protezione della proprietà intellettuale nell'editoria ad accesso aperto, come il diritto d'autore, le licenze, modalità di riutilizzo dei dati e materiali esistenti;</li> <li>Gestione aperta dei dati e dati FAIR: ciclo di vita dei dati (dalla documentazione e immagazzinamento, all'utilizzo fino alla loro pubblicazione, protezione e riuso), come scrivere un piano di gestione dei dati, come rendere FAIR i propri dati seguendo gli standard esistenti e come valutare la FAIRness dei set di dati esistenti;</li> <li>Open Access: caratteristiche e vantaggi dell'accesso aperto ai prodotti della ricerca, linee guida su Open Access nei programmi di ricerca europei ed internazionali come trovare riviste open access per il proprio lavoro e differenza rispetto a riviste su piattaforme tradizionali, licenze per la pubblicazione di dati e software, implicazioni dell'accesso a pubblicazioni tramite piattaforme di pubblicazione alternative.</li> <li></li> </ul>
6	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE DEI RISULTATI DELLA RICERCA: TUTELE E STRUMENTI - L'obiettivo del corso è introdurre gli studenti nelle questioni relative alla tutela delle proprie idee e ai principali strumenti per la protezione dei risultati della ricerca e alla loro valorizzazione. Il corso intende rendere i giovani ricercatori consapevoli di cosa sia la proprietà intellettuale, come si genera e come si tutela. Si approfondiranno in particolare le caratteristiche delle invenzioni e dei brevetti. Inoltre verranno illustrate le norme che regolano la titolarità dei risultati, il regolamento d'Ateneo in materia di proprietà intellettuale e industriale e i servizi offerti ai ricercatori per la tutela dei risultati innovativi frutto della loro ricerca. Il corso si propone inoltre di fornire le prime indicazioni di quali siano le possibilità per la valorizzazione della proprietà intellettuale e dei risultati della ricerca sul mercato. Si affronteranno le seguenti tematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Protezione della proprietà intellettuale: varie forme di proprietà intellettuale, proteggersi con il diritto d'autore: normativa e ambito di applicazione; diritto d'autore e diritto industriale: oggetto e differenze fondamentali; Struttura dei brevetti e fondamenti di ricerca brevettuale;</li> <li>Protezione del software: normativa vigente, modalità di protezione delle invenzioni implementate tramite computer; requisiti di validità, differenze ed vantaggi e svantaggi della protezione mediante brevetto o diritto d'autore;</li> <li>Valorizzazione risultati della ricerca sul mercato: valorizzazione tramite brevetto e/o costituzione di startup innovative, relazioni tra ricerca e aziende per il trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca, regolamento in materia di Universitas Mercatorum.</li> </ul>
7	<i>Principi fondamentali di etica, uguaglianza di genere e integrità</i>	<p>ETICA E INTEGRITÀ DELLA RICERCA - Questo seminario ha l'obiettivo di presentare i principali aspetti di etica nonché delle implicazioni di natura etica della ricerca e presentati gli obiettivi e le regole di funzionamento delle istituzioni che si occupano di ricerca scientifica in fatto di etica. Il seminario, inoltre, si propone di introdurre il concetto di integrità nella ricerca cioè l'insieme dei principi e dei valori etici, dei doveri deontologici e degli standard professionali sui quali si fonda una condotta responsabile e corretta da parte di chi svolge (finanzia) o valuta la ricerca scientifica. L'applicazione dei principi e dei valori e il rispetto della deontologia e degli standard professionali sono garanzia della qualità stessa della ricerca e contribuiscono ad accrescere la reputazione e l'immagine pubblica della scienza, con importanti ricadute sulla comunità scientifica e sulla società. Verranno presentati i principi e le responsabilità richieste ad ogni ricercatore durante tutto il processo</p>

## DOTTORATO DI RICERCA IN "BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE" - XLI ciclo

### Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare

**Allegato 2**

N	Insegnamento	Descrizione
		<p>della ricerca, dalla pianificazione alla pubblicazione, fornendo consigli pratici su come affrontare questioni complesse. Il seminario esplorerà gli standard a cui tutti i ricercatori devono tendere in modo efficiente e coinvolgente.</p> <p>Si affronteranno le seguenti tematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etica nella ricerca: comitato etico: ruolo e funzioni; quando sottoporre una proposta di progetto al comitato etico; etica nei progetti che coinvolgono esseri umani; considerazioni di base sull'etica dei dati della ricerca e di protezione dei dati quando si lavora con i dati di ricerca che ha coinvolto esseri umani;</li> <li>• Integrità della ricerca: principi dell'integrità della ricerca; conseguenze di una violazione di questi principi; come creare consapevolezza sull'integrità della ricerca e sulle responsabilità dei ricercatori nel condurre l'attività di studio; principali strumenti e standard di riferimento.</li> </ul>
8	<i>Perfezionamento linguistico</i>	INGLESE SCIENTIFICO - Il corso intende fornire elementi aggiuntivi di uso della lingua inglese in ambito scientifico e accademico. Il corso prevede due diversi parti. La prima è finalizzata all'acquisizione della consapevolezza di strutture linguistiche fondamentali per la scrittura e la pubblicazione di articoli scientifici in lingua inglese, nonché delle abilità linguistiche che sono necessarie durante la partecipazione interattiva in contesti accademici internazionali (convegni, seminari, ecc.). La seconda parte intende fornire competenze avanzate di lingua per una interazione efficace e per una maggiore adattabilità e flessibilità in contesti organizzativi complessi che caratterizzano sia la comunità accademica che il mondo del lavoro. In particolare, verranno forniti strumenti linguistici avanzati per la negoziazione, lavoro cooperativo in team, espressione di concetti complessi, e comunicazione interpersonale costruttiva ed efficace.
9	<i>Perfezionamento informatico</i>	<p>STRUMENTI INFORMATICI PER LA RICERCA - Obiettivo del corso è presentare l'utilità di alcuni strumenti informatici utili per la ricerca dei dottorandi, al fine di presentare i loro risultati. Nel seminario sarà spiegato come acquisire dimestichezza con le basi dati comunemente utilizzate nella ricerca, nonché con i principali strumenti di analisi degli stessi. Saranno presentate le modalità di gestione e organizzazione delle differenti tipologie di database, formule e fogli di lavoro, importazione e gestione di dati con diversi formati, elaborazione di statistiche descrittive, tabelle avanzate, pivot, grafici. Per realizzare grafici di funzioni, oltre ad Excel, saranno presentati all'interno del seminario alcuni programmi ad hoc quali Gnuplot o MAFAPlotter, tool gratuiti e open source disponibile per tutti i principali sistemi operativi, che consentono di visualizzare e tracciare grafici in 2D e in 3D partendo da funzioni matematiche. Altro strumento utile è Draw, appartenente alla suite Apache OpenOffice, che permette di realizzare diagrammi di flusso. Draw permette di esportare i grafici in formato pdf, jpeg, png, xml e html; il programma consente inoltre di salvare i lavori direttamente nei cloud (Dropbox, Drive e OneDrive). Verranno altresì presentati modalità e protocolli per il trasferimento dati, quali ad esempio ftp.</p> <p>A livello di scrittura, per la redazione di documenti, oltre al programma word, sarà descritto il linguaggio LaTeX, apprezzato per scrivere, ad esempio, articoli scientifici o documenti contenenti formule matematiche.</p> <p>Infine, per la presentazione dei propri risultati, nel seminario si tratterà delle funzionalità avanzate di PowerPoint per la creazione di presentazioni professionali. In particolare, verrà spiegato come gestire testo, immagini, loghi, oggetti complessi, colori e grafici per comunicare dati, analisi, piani di progetto, ecc.</p>
10	<i>Seminari</i>	INFRASTRUTTURE DELLA RICERCA - Il seminario ha l'obiettivo di presentare le infrastrutture di ricerca come strumento fondamentale per realizzare sperimentazioni che richiedono grandi quantità di dati e di risorse, ad esempio, computazionali. Rientrano tra le infrastrutture di ricerca sia grandi attrezzature scientifiche che risorse quali collezioni, archivi, banche dati, ma anche infrastrutture virtuali (e-infrastructures) di dati, di calcolo, di comunicazione. Verranno mostrate le principali infrastrutture per la sperimentazione e la ricerca, in particolare quelle che offrono grandi capacità computazionali e facilità di programmazione specie per machine learning. Inoltre, verrà presentata la e-infrastruttura di ricerca europea per la sperimentazione su larga-scala che coinvolge più tipi di risorse quali cloud, reti wireless e 5G, IoT, big data, banchi di server. Oltre alla vasta gamma di risorse e tipologie di testbed, verranno presentati anche gli strumenti per l'accesso remoto alle attrezzature e risorse distribuite, nonché i servizi messi a disposizione per la sperimentazione remota, come ad esempio sonde di monitoraggio, strumenti di programmazione, collezione e memorizzazione di statistiche.