

Denominazione	DIGITAL TWIN (Curriculum Tecnologie Digitali per l'industria 5.0)
Moduli componenti	-
Settore scientifico-disciplinare	IINF-05/A Sistemi di elaborazione delle Informazioni (ex ING_INF/05)
Anno di corso e semestre di erogazione	2° anno, 2° semestre
Lingua di insegnamento	Italiano
Carico didattico in crediti formativi universitari	6 CFU
Numero di ore di attività didattica assistita complessive e ripartite tra DE e DI	DE: 48 ore (pari a 6 CFU di Didattica erogativa)
Docente	Responsabile dell'insegnamento: Prof. Giuseppe Loseto
Risultati di apprendimento specifici	<p>Il corso mira a fornire agli studenti una solida comprensione dei concetti fondamentali relativi alle infrastrutture cloud con particolare riferimento alle tecniche e agli strumenti di gestione dei dati. Vengono analizzati i principali modelli di servizio e le architetture cloud necessarie per progettare, gestire e ottimizzare applicazioni complesse in rete.</p> <p><i>Conoscenze e comprensione.</i> Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei principi fondamentali dei Digital Twin, comprendendo le differenze rispetto ai modelli di simulazione tradizionali, le classificazioni (asset, processi, sistemi) e le principali tecnologie abilitanti. Verranno approfondite le architetture distribuite per l'acquisizione e l'analisi dei dati, i protocolli di comunicazione più comuni, le piattaforme cloud e gli strumenti per la data pipeline.</p> <p><i>Capacità di applicare conoscenze e comprensione.</i> Lo studente sarà in grado di progettare e implementare prototipi di Digital Twin sfruttando strumenti e tecnologie reali, modellando ambienti fisici tramite DTDL e integrando flussi di dati in tempo reale. Sarà inoltre capace di sviluppare pipeline di elaborazione dati su piattaforme distribuite, utilizzando framework come Apache Spark per analizzare dati provenienti da sensori, sistemi cyber-fisici e ambienti industriali.</p> <p><i>Autonomia di giudizio e pensiero critico.</i> Al termine del corso lo studente sarà in grado di valutare criticamente l'idoneità di tecnologie, piattaforme e modelli di comunicazione in funzione dei requisiti specifici di un gemello digitale. Saprà inoltre proporre soluzioni tecniche giustificate in scenari complessi e dinamici.</p> <p><i>Abilità comunicative.</i> Lo studente sarà in grado di descrivere con chiarezza ed efficacia architetture cloud-native, flussi di comunicazione tra servizi, e soluzioni di gestione dei dati non relazionali. Saprà inoltre presentare e discutere soluzioni progettuali in team, documentando correttamente scelte tecniche tramite diagrammi, report e presentazioni orali, utilizzando terminologia tecnica corretta e aggiornata.</p> <p><i>Capacità di apprendimento.</i> Lo studente svilupperà un approccio autonomo all'apprendimento di nuove piattaforme e tecnologie emergenti nel campo dei Digital Twin e del data processing distribuito. Sarà preparato a proseguire in attività di ricerca o sviluppo, aggiornandosi su strumenti</p>



	e modelli innovativi in un contesto tecnologico in costante evoluzione.
Programma	<p>Il programma del corso è composto dai seguenti contenuti didattici:</p> <ul style="list-style-type: none">● Digital Twin (DT): Principali caratteristiche e concetti fondamentali<ul style="list-style-type: none">○ Definizione, differenze con scenari di simulazione e classificazione (asset, processi, reti)○ Tecnologie e piattaforme per DT: message broker (MQTT, Kafka), protocolli (OPC-UA), piattaforme cloud (Azure DT, AWS TwinMaker), modelli distribuiti.● Data Pipeline nei Digital Twin<ul style="list-style-type: none">○ Piattaforme per processi ETL○ Modello di programmazione MapReduce e framework Hadoop○ Utilizzo di Apache Pig e Hive per l'elaborazione dati○ Architettura e funzionalità di Apache Spark: RDD, trasformazioni, azioni○ Gestione del caching, partizionamento dei dati, DataFrame, Dataset e Spark SQL● Laboratori pratici e casi di studio<ul style="list-style-type: none">○ Introduzione all'ambiente LocalStack e sperimentazione con i principali servizi per la gestione e l'analisi dei dati in scenari di Digital Twin○ Comprendere l'architettura e il funzionamento della piattaforma Azure Digital Twins○ Modellare ambienti fisici tramite il Digital Twins Definition Language (DTDL)
Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento	<p>L'insegnamento è strutturato in lezioni di didattica frontale, incoraggiando l'interazione e la partecipazione attiva degli studenti, ed esercitazioni integrate con le lezioni e svolte con l'ausilio di un elaboratore. Saranno mostrati esempi di progettazione ed implementazione di soluzioni per Digital Twins in scenari applicativi. È previsto inoltre l'utilizzo di tecnologie digitali per l'erogazione delle lezioni e delle esercitazioni.</p>
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	<p>La valutazione dell'apprendimento (sia per studenti frequentanti che non frequentanti) consiste nello svolgimento di una prova scritta contenente quesiti teorici e pratici relativi ai contenuti del corso, proposti attraverso domande a risposta aperta e/o multipla.</p> <p>A seguito della prova scritta, lo studente potrà richiedere di sostenere una prova orale <u>facoltativa</u> da svolgersi nella data prevista per la visione degli elaborati. In questo caso, la prova scritta concorrerà alla composizione del voto finale, nella misura del 70%. Il restante 30% della valutazione si baserà sul colloquio orale finale. La valutazione del colloquio orale è espressa in trentesimi e terrà conto della proprietà di linguaggio, della capacità argomentativa, di analisi critica e di ragionamento.</p>
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<p>La valutazione dell'apprendimento prevede l'attribuzione di un voto finale espresso in trentesimi. Il voto finale sarà determinato attraverso l'esame scritto sopra dettagliato. In particolare, il test si compone di 8 quesiti (4 punti per ciascun quesito) per un totale di 32 punti. La concessione della lode sarà valutata per i soli studenti che abbiano raggiunto la valutazione complessiva superiore a 30/30.</p>
Propedeuticità	<p>Non sono richiesti prerequisiti specifici, ma è auspicabile una buona familiarità con l'uso di un elaboratore. Sono inoltre richieste le competenze acquisite nei corsi di Fondamenti di Informatica e Basi di Dati e Sistemi Informativi.</p>
Materiale didattico utilizzato e materiale didattico consigliato	<ul style="list-style-type: none">- Digital Twins. Yogini Borole, Pradnya Borkar, Roshani Raut, Vijaya Parag Balpande, Prasenjit Chatterjee. O'Reilly 2023. ISBN 9783110778960.- Report, documenti e slides fornite dal docente