

Dettaglio moduli di formazione del progetto PER-LEI-STEM

Metodologie didattiche trasversali **in verde**

Moduli di didattica disciplinare **in giallo**

Titolo: Didattica inclusiva e potenziamento dell'autoefficacia per le STEM	Scuola secondaria di I-II grado N. Incontri: 1
Gli stereotipi di genere legati all'apprendimento delle discipline STEM possono incidere sull'autoefficacia percepita e sulla motivazione, in particolare delle studentesse, influenzandone l'approccio a tali materie e producendo effetti, sia a breve che a lungo termine, sulle performance e sulle scelte formative e professionali. La rilevazione degli stereotipi di genere di docenti e studenti, insieme all'analisi dei livelli di autoefficacia di studentesse e studenti, costituirà il punto di partenza per l'incontro di formazione rivolto alle e ai docenti. L'incontro ha l'obiettivo di promuovere una maggiore consapevolezza su questi temi e di fornire strategie utili a favorire la motivazione e la partecipazione attiva di studentesse e studenti nell'apprendimento delle STEM.	
Titolo: Metodologie "agili" per il <i>problem solving</i> e apprendimento attivo per le STEM	Scuola secondaria di II grado N. Incontri: 2
Incontro 1: Questa attività di formazione intensiva offre gli strumenti pratici per padroneggiare il Design Thinking e applicarlo alla progettazione didattica. Il Design Thinking è una metodologia di progettazione centrata sulle persone, per l'innovazione e la risoluzione di problemi anche complessi, che si basa sull'empatia, la creatività e la sperimentazione. Il percorso si focalizza sull'utilizzo delle cinque fasi chiave – Empatizzare, Definire, Ideare, Prototipare e Testare – per sviluppare soluzioni creative a problemi complessi in classe. Il personale docente sperimenterà attivamente le metodologie attraverso una sfida di progettazione concreta legata all'ambiente scolastico o a una specifica disciplina STEM. L'obiettivo è trasformare l'approccio all'insegnamento rendendolo più centrato sulla persona (studenti/studentesse) e basato sul <i>problem-solving</i> creativo. Verranno fornite linee guida e risorse per co-progettare unità didattiche innovative, o progetti di classe, promuovendo così l'interdisciplinarietà e una partecipazione studentesca più attiva e significativa. L'attività si concluderà con la prototipazione rapida di una lezione basata sul <i>Design Thinking</i>, pronta per essere sperimentata in aula. Incontro 2: Questo incontro presenta gli elementi fondamentali dell'"<i>inquiry-based learning</i>", metodologia didattica laboratoriale attiva e cooperativa che mette al centro la domanda. Gli studenti, per rispondere alla domanda posta, formulano ipotesi, progettano esperimenti, interpretano i dati per verificare/falsificare le ipotesi e capire chi ha ragione: la classe diventa una comunità scientifica in miniatura che costruisce la conoscenza e struttura un pensiero scientifico. Il ruolo del docente in questa modalità didattica è diverso da quello che è richiesto in una lezione frontale. L'insegnante è colui che costruisce l'ambiente di apprendimento e gestisce le dinamiche di gruppo. Durante il laboratorio i docenti faranno esperienza diretta di tale metodologia esaminando, sia con inquadramento teorico ed esempi pratici, la tipologia di domande da porre e le strategie per l'esplicitazione e la gestione di conflitti, essenziali per innescare e condurre la dinamica di laboratorio proposta.	
Titolo: Giochi per sviluppare <i>soft skills</i> e le funzioni esecutive	Scuola secondaria di I-II grado N. Incontri: 2
Incontro 1: Questo incontro è un laboratorio interattivo progettato per equipaggiare il personale docente con metodologie pratiche per l'insegnamento delle competenze trasversali (<i>soft skills</i>) attraverso il gioco. L'attività si concentrerà sull'uso di tecniche di gamification e simulazioni. • Team Building & Collaborazione: Attraverso sfide di gruppo rapide e divertenti, il personale docente sperimenterà giochi mirati a migliorare la comunicazione, la fiducia reciproca e l'efficacia del lavoro di squadra, replicabili in classe con gli studenti e le studentesse.	

- **Public Speaking & Storytelling:** Saranno introdotte attività per superare l'ansia da prestazione e potenziare l'abilità di parlare in pubblico e di presentare idee in modo chiaro e persuasivo, elementi cruciali sia per il personale docente che per gli alunni/le alunne.
- **Project Management Essenziale:** Il personale docente sarà coinvolto in esercizi pratici di gestione del tempo, allocazione delle risorse e risoluzione dei problemi in corso d'opera, simulando la gestione di piccoli progetti didattici e migliorando le proprie capacità organizzative.

L'obiettivo è fornire strumenti immediatamente spendibili in classe per rendere l'apprendimento delle *soft skills* coinvolgente e basato sull'esperienza.

Incontro 2: questo incontro propone una riflessione iniziale su cosa sono le funzioni esecutive, come sono coinvolte negli adolescenti a scuola e fuori. Successivamente si prevede la co-creazione di laboratori di potenziamento delle funzioni esecutive attraverso giochi di gruppo analogici da poter proporre nelle scuole a conduzione degli insegnanti stessi. L'idea generale è di far conoscere agli studenti il funzionamento delle funzioni esecutive (inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva) attraverso una attività metacognitiva e allenarle con giochi specifici.

Si prenderà quindi in considerazione singolarmente:

- **L'inibizione:** è un processo cognitivo che consente di sopprimere o controllare risposte automatiche, impulsive o non pertinenti a favore di risposte apprese e più adattive.
- **La memoria di lavoro:** consente di mantenere e manipolare temporaneamente le informazioni necessarie per svolgere compiti cognitivi complessi, come ragionare, comprendere, apprendere e prendere decisioni
- **La flessibilità cognitiva:** è la funzione esecutiva che permette di adattare il proprio pensiero e comportamento a situazioni nuove o in cambiamento, passando da un compito, una strategia, una prospettiva all'altra in modo rapido e efficace.

Titolo: Lab2Go: co-progettazione di esperimenti di fisica, Chimica, Biologia, Scienze della Terra nei laboratori delle scuole

Scuola secondaria di **II grado**
N. Incontri: **almeno 1 di fase preparatoria + 2 di corso di formazione**

La finalità di questo percorso è di realizzare corsi di formazione nelle scuole per l'utilizzo dei laboratori scolastici come censiti nella WIKI di LAB2GO (<https://web.infn.it/lab2go/>). Lo scopo è dunque di estendere la competenza nell'uso del laboratorio sviluppata da studenti e docenti inseriti nel progetto LAB2GO negli anni passati a quanti più possibile all'interno del Dipartimento di Matematica e Fisica. È pertanto fondamentale che la scuola sia presente nella WIKI stessa. Gli incontri consisteranno nella realizzazione di corsi di formazione per i Dipartimenti di Matematica e Fisica di scuole superiori nell'utilizzo del proprio laboratorio. Ci sarà dunque una prima fase di preparazione del corso stesso tramite l'identificazione di possibili esperimenti da far realizzare in laboratorio dai partecipanti al corso di formazione. Questa fase potrebbe vedere la partecipazione anche di studenti in PCTO con il corrispondente riconoscimento da parte di Sapienza. Si prevedono poi un paio di pomeriggi nelle singole scuole come effettivo corso di formazione su esistenza ed uso della WIKI LAB2GO e sulla realizzazione di esperienze in laboratorio.

Titolo: Coding for Future

Scuola secondaria di **I-II grado**
N. Incontri: **2**

Questo modulo didattico ha due obiettivi principali: 1) acquisire conoscenze e competenze sulle tecniche di base per sviluppare applicazioni per agenti robotici integrando tecniche di Intelligenza Artificiale (IA), 2) progettare attività didattiche per studenti e studentesse da svolgere in gruppo per sviluppare l'IA di robot (Embodied AI) in diversi domini applicativi.

Incontro 1: Incontro laboratoriale per introdurre i concetti di base della programmazione di robot educativi tramite IA. La programmazione avverrà mediante l'uso di un simulatore (digital twin di un robot educativo presente nel laboratorio in Sapienza) che sarà disponibile anche in forma remota a tutti i

partecipanti e degli studenti che potranno poi partecipare ad attività formative usando il simulatore remoto (tramite browser). Durante l'incontro in Sapienza si potrà accedere anche al robot reale.

Incontro 2: Incontro laboratoriale per la co-progettazione con i docenti di progetti formativi per gruppi di studenti (incluse competizioni studentesche) finalizzati allo sviluppo di applicazioni in diversi domini applicativi, con attenzione anche alle modalità di insegnamento a supporto dell'interattività e particolare enfasi sulla definizione di obiettivi e modalità didattici che contribuiscono ad un efficace coinvolgimento delle studentesse.

Titolo: AI in Cattedra!

Scuola secondaria di **II grado**

N. Incontri: **2**

Questo modulo didattico è un percorso per integrare l'Intelligenza Artificiale Generativa (GenAI) nella pratica didattica, trasformando la tecnologia da strumento di supporto a motore per l'innovazione dei progetti STEM degli studenti e studentesse.

Incontro 1: Fondamenti di GenAI e Tecnica del *Prompting*

Sarà fornita un'introduzione all'IA generativa e al suo potenziale etico e didattico. Il personale docente apprenderà le tecniche di *Prompting* avanzate per interagire efficacemente con i modelli di IA (come GPT o Gemini), imparando a formulare richieste precise per ottenere risultati di alta qualità, personalizzati e verificabili. L'obiettivo è sviluppare la capacità di usare l'IA come uno strumento di co-progettazione per le attività didattiche complesse.

Incontro 2: Strumenti e Applicazioni per i Progetti Didattici

Il secondo incontro si concentra sull'applicazione pratica dell'IA per i progetti interdisciplinari, in particolare in ambito STEM. Verranno esplorati strumenti specifici di IA generativa per la creazione rapida di testi, immagini, video e musica destinati agli allievi/alle allieve. Il personale docente imparerà a sfruttare l'IA per: Stimolare il Pensiero Critico: Generando scenari di problem-solving con dati realistici per progetti di analisi ambientale o sostenibilità; Potenziare la Creatività Interdisciplinare: Utilizzando l'IA per produrre materiali visivi e concettuali che collegano materie scientifiche (es. Matematica, Fisica) con discipline artistiche o umanistiche.

Titolo: Le Scienze della Terra – un Approccio 3S: Sorpresa, Scoperta, Scienza

Scuola secondaria di **I-II grado**

N. Incontri: **4 giornate in aula e da 1 a 5 giornate sul terreno**

Le Scienze della Terra sono classicamente la cenerentola delle discipline scientifiche insegnate nelle scuole secondarie di primo e secondo grado. Questo aspetto è essenzialmente legato al fatto che i docenti con curriculum geologico sono una minoranza rispetto ai docenti in ambito biologico. Il risultato è che questa materia o è del tutto trascurata o è insegnata con un approccio nozionistico e di tipo mnemonico, chiedendo agli studenti di imparare a memoria il nome di alcuni fossili, riconoscere alcuni minerali in fotografia o ricordare la sequenza di ere, epoche, periodi e piani geologici senza un riscontro diretto. In aggiunta, la Geologia è spesso considerata una disciplina maschile, con il prototipo di geologo, maschio, con la barba, camicia a scacchi e martello in mano. Le Scienze geologiche moderne sono, invece, una disciplina fortemente basata sulla quantificazione dei processi e ben lontana dall'approccio naturalistico tipico del secolo scorso, nella quale la percentuale di donne è rilevante come componente studentesca, ma ancora troppo poco tra il corpo docente.

Il progetto si suddivide in tre fasi e si basa su un approccio definito 3S: Sorpresa, Scoperta, Scienza.

Fase 1. La prima fase prevede incontri in attività seminariali che tratteranno argomenti specifici di ambiti geologici in: 1a: classificazione dei minerali; 1b: classificazione delle rocce ignee; 1c: classificazione delle rocce metamorfiche; 1d: introduzione alla geologia della Sardegna o all'attività vulcanica quaternaria dell'Italia centrale. Tutto il materiale discusso in questi 4 incontri (suddivisi in due giornate intere o in quattro mezze giornate, mattina e/o pomeriggio) sarà messo a disposizione per i docenti per un loro uso anche nelle classi scolastiche.

Fase 2. La seconda fase prevede due incontri in Sapienza con laboratori fortemente interattivi basati su esperienze dirette di reperti geologici, anche di tipo extra-terrestre (meteoriti dalla Fascia degli Asteroidi, meteoriti lunari e marziane). Sulla base di attività esperienziali di tipo sensoriale e fortemente emotivo,

sarà possibile entrare nel dettaglio di argomenti di base della geologia, studiando il concetto di estinzione, adattamento, evoluzione, formazione e disgregazione di minerali e rocce, scambio chimico tra regioni della Terra e flusso di energia e ciclo del carbonio. Argomenti di base di chimica e fisica (in particolare dell'ottica) saranno approcciati in ambito geologico. In questi due incontri saranno presentati anche esempi di attività da svolgere nelle aule scolastiche e saranno presentati seminari da proporre ai propri studenti con test da somministrare ex-ante ed ex-post le attività seminariali.

Fase 3. La terza fase prevede un'attività di campagna dove saranno approfonditi alcuni aspetti sul terreno, come la giacitura delle rocce (modalità di affioramento e relazione di specifici ammassi rocciosi con rocce e sedimenti circostanti), la descrizione delle litologie sul terreno e il ragionamento sulla possibile genesi ed evoluzione delle rocce investigate. In funzione della disponibilità di fondi e del numero di partecipanti, sarà possibile organizzare un campo in Sardegna per sperimentare con mano il lavoro del geologo sul terreno. Ai docenti potrebbe essere chiesto di contribuire a coprire parte delle spese per le attività della Fase 3 (per un importo che non dovrebbe superare 100 €), utilizzando il bonus docenti.

Titolo: Nulla è per sempre: la plasticità del sistema nervoso (Neuroscienze)

Scuola secondaria di **II grado**
N. Incontri: **3**

I tre incontri di questo modulo intendono fornire un aggiornamento sui temi emergenti della ricerca neuroscientifica, realizzando, in modalità di co-creazione guidata, attività efficaci e non formali per la comprensione di: funzionamento del sistema nervoso, complessità e proprietà emergenti e caratteristiche dinamiche di esso (neuroplasticità). Ciascun incontro verrà diviso in 3 fasi generatrici: 1) presentazione contenuti; 2) simulazione di un processo biologico (modalità interattiva/ludica); 3) analisi e perfezionamento dell'attività.

Incontro 1: Verranno presentati i contenuti neuroscientifici relativi ai meccanismi di funzionamento dei neuroni e del sistema nervoso, con l'obiettivo di co-creare una simulazione didattica sui meccanismi di potenziamento sinaptico e memoria.

Incontro 2: Verranno presentati i contenuti neuroscientifici relativi allo sviluppo del sistema nervoso ed alle nuove tecnologie di studio delle malattie neurodegenerative, con l'obiettivo di co-creare una simulazione didattica sulle tecnologie basate sulla riprogrammazione cellulare.

Incontro 3: Verranno presentati i contenuti neuroscientifici relativi agli aspetti legati all'empatia e alle funzioni specchio del sistema nervoso, con l'obiettivo di co-creare una simulazione didattica su empatia e identità.

Titolo: Matematica interdisciplinare e giochi in didattica delle scienze

Scuola secondaria di **I grado**
N. Incontri: **4**

Il laboratorio intende proporre alcuni spunti metodologici, possibilmente interdisciplinari, per la presentazione e la trattazione di argomenti di matematica e scienze, più in generale. Sono previsti in totale 4 incontri.

I primi due (da realizzarsi in Sapienza, con tutti i docenti, o almeno una loro rappresentanza, degli istituti interessati) saranno di carattere "teorico". Cercheremo di discutere alcuni argomenti rilevanti della didattica delle scienze (contratto didattico, analisi delle difficoltà, spunti e risorse per la formazione permanente) e alcune tecniche per realizzare attività didattiche di tipo laboratoriale, in particolare ci soffermeremo sulla risoluzione di problemi (problem solving), sull'uso di tecniche narrative coinvolgenti (storytelling) e su strategie di gioco per la didattica (gamification).

Il terzo e il quarto incontro si svolgeranno nelle singole sedi degli istituti aderenti (se presenti almeno 5 docenti) o in una sede che raccolga docenti di scuole non troppo distanti tra loro (sempre per raggiungere un numero minimo di 5 partecipanti). In questi incontri progetteremo insieme alcuni laboratori/attività didattiche che esploreremo nella didattica curricolare degli istituti, temi

esemplificativi sono la matematica dei frattali e le sue applicazioni nella scienza e nell'arte, la probabilità e l'analisi di alcuni giochi d'azzardo, lo studio dei grafi e delle loro applicazioni, i concetti di distanza e di area nella matematica e nella fisica moderna.

Uno degli scopi di organizzare incontri con la presenza di più istituti e, su scala temporale più lunga, quello di creare una rete tra i docenti che permetta la circolazione di idee, spunti, laboratori ed esperienze condivise, per poi coinvolgere altre scuole e creare una comunità educativa estesa.

Titolo: Chimica applicata alla realtà

Scuola secondaria di I-II grado

N. Incontri: 4

La chimica è strettamente connessa a tutti gli aspetti della nostra vita: il nostro corpo, il nostro pensiero, gli oggetti, la nostra tecnologia, il nostro ambiente, tutto è chimica. La chimica scolastica è però spesso ostica, difficile da comprendere e lontana dalla nostra vita quotidiana. Attraverso una serie di argomenti selezionati (ad esempio le plastiche, la chimica nelle emozioni, la chimica nei colori, gli alimenti, la chimica nell'arte, il recupero ambientale, le batterie) saranno forniti spunti didattici e laboratoriali per evidenziare l'intima connessione della chimica con le nostre vite e nello sviluppo della nostra società. Attraverso collegamenti con l'esperienza quotidiana e, soprattutto attraverso una didattica laboratoriale, la chimica può divenire una materia estremamente interessante e coinvolgente. Saranno offerte idee e spunti che potranno essere utilizzati con le studentesse e gli studenti di scuola secondaria di primo e secondo grado, sia in un laboratorio di scienze sia, senza alcun rischio, in un'aula scolastica. Particolare attenzione sarà rivolta al contributo centrale che hanno avuto alcune scienziate nell'avanzamento delle conoscenze dei vari ambiti trattati. Infine, verranno suggerite strategie didattiche per poter formulare le diverse proposte pensando all'inclusione attiva di studentesse e studenti DSA/BES.

Titolo: L'arte della creazione strutturale

Scuola secondaria di I-II grado

N. Incontri: 4

Incontro 1 "Modellazione interattiva e utilizzo di kit didattici": L'incontro è dedicato all'introduzione dei concetti fondamentali della meccanica delle strutture e della tecnica delle costruzioni, con particolare attenzione alla comprensione dei fenomeni statici e dinamici attraverso modelli semplificati. Dopo una prima parte di richiami sui principi di equilibrio, deformazione e risposta dei materiali, si passerà all'uso di modelli interattivi (molamodel.com). I partecipanti saranno guidati nella manipolazione dei modelli per comprendere le relazioni causa-effetto tra schema strutturale, carichi, vincoli e deformazioni. Si procederà alla costruzione fisica dei modelli, che riproducono semplici sistemi strutturali (travi reticolari, archi, telai) utilizzabili successivamente in aula. L'obiettivo è favorire un apprendimento esperienziale, in cui la teoria si concretizza immediatamente nella sperimentazione manuale. A tutte le scuole partecipanti sarà fornito un kit didattico (da utilizzare nella fase 2 del progetto).

Incontro 2 "Prove di laboratorio statiche e dinamiche: sensoristica e monitoraggio": In questo modulo si entrerà nel vivo della sperimentazione in laboratorio, affrontando il concetto di prove statiche e dinamiche su modelli strutturali in scala. Dopo una breve introduzione sul comportamento sotto carico e sui fenomeni di vibrazione, si svolgeranno test pratici con l'uso di strumentazioni sia usuali sia più avanzate (3D laser scanner, tavole vibranti, sensori accelerometrici, etc.). Verranno introdotti e illustrati praticamente i principi della sensoristica intelligente, dell'energy harvesting e del monitoraggio energetico, mostrando come i dati raccolti dai sensori possano essere interpretati per valutare lo stato di salute delle costruzioni. I partecipanti lavoreranno in gruppo alla realizzazione degli esperimenti, con l'obiettivo di unire conoscenza teorica e competenza sperimentale.

Incontro 3 "Rilievi geometrici e simulazioni di volo con droni topografici": L'incontro sarà dedicato alle tecniche di rilievo geometrico delle costruzioni tramite droni topografici. Dopo l'introduzione delle basi di fotogrammetria, restituzione tridimensionale e sistemi GPS integrati, i partecipanti assisteranno a una dimostrazione di volo reale. Saranno mostrati i protocolli di acquisizione dati e le procedure di sicurezza, seguiti da una sessione di simulazione di volo in ambiente aperto per consentire a tutti di sperimentare la pianificazione di missioni di rilievo. Verranno poi analizzati i dati ottenuti e discussi i metodi di elaborazione per generare modelli 3D accurati delle strutture, da impiegare nelle fasi di analisi e modellazione.

Incontro 4 “Prototipazione e stampa 3D per la ricerca e la didattica”: Il quarto incontro chiude il percorso con un focus sulla prototipazione rapida e l’uso delle stampanti tridimensionali come strumento per la ricerca e l’insegnamento. Dopo una carrellata sulle tecnologie di stampa, sui materiali e sui principi di modellazione digitale, i partecipanti svilupperanno prototipi in scala ridotta di elementi strutturali e modelli didattici. Si lavorerà in modo laboratoriale, dalla progettazione digitale fino alla realizzazione fisica del pezzo, analizzandone il comportamento meccanico e la potenziale applicazione in aula (per la fase 2 del progetto). L’obiettivo è fornire competenze concrete nella trasformazione dell’idea in oggetto, stimolando la creatività e l’approccio scientifico attraverso la sperimentazione diretta.

Titolo: STEM e Sviluppo Sostenibile

Scuola secondaria di II grado

N. Incontri: 4

STEM e Sviluppo Sostenibile è un programma di formazione volto a integrare le discipline STEM con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs: *Sustainable Development Goals*) dell'Agenda 2030 dell'ONU. Attraverso un percorso articolato in **seminari e attività laboratoriali**, gli incontri mirano a potenziare le competenze dei docenti permettendo loro di trasferire agli studenti conoscenze avanzate in ambiti chiave come l'ingegneria chimica, i materiali avanzati, la sostenibilità ambientale e la sicurezza. Le attività previste sono suddivise in **4 incontri della durata di 4 ore ciascuno** e consistono in seminari tematici con applicazioni pratiche. Ciascun seminario è collegato a specifici SDGs e potrà essere integrato da attività di laboratorio presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente (DICMA), dove i docenti potranno osservare e sperimentare tecnologie avanzate applicate alle tematiche trattate.

Elenco delle tematiche della proposta formativa con il principale SDG di riferimento (nei 4 incontri si tratteranno 1 o 2 tematiche):

1. **Le città miniere del futuro: il recupero di materie prime dai rifiuti (SDG12 "Consumo e produzione responsabili"):** Nella logica dell’economia circolare, i rifiuti diventano risorse. Il seminario illustra il recupero di materie prime dagli scarti prodotti nelle aree urbane (*urban mining*) come alternativa allo sfruttamento di risorse non rinnovabili. Con applicazioni di laboratorio.
2. **Una città sicura è una città sostenibile? (SDG11 "Città sostenibili"):** Esplora la relazione tra sicurezza e sostenibilità nelle aree urbane, analizzando come la riduzione dei rischi fisici, ambientali e sociali contribuisca a costruire città più resilienti, inclusive e vivibili. Viene evidenziato come la sicurezza rappresenti una condizione essenziale per il raggiungimento del SDG 11 e per la qualità della vita urbana.
3. **Le nanotecnologie per la sostenibilità (SDG9 "Industria, innovazione e infrastrutture"):** Approfondisce l’uso di nanomateriali e *smart materials* per il controllo delle emissioni inquinanti in atmosfera e del calore in aree urbane. Si parlerà di come affrontare la progettazione e lo scaling di produzione e applicazione di nanosmart con casi studio e sviluppi futuri.
4. **Chimica verde e bioreattori sostenibili (SDG7 "Energia pulita e accessibile"):** Introduzione al mondo dei bioreattori come strumento di sviluppo sostenibile. Presenta tecniche matematiche e numeriche per la modellazione e il controllo dei processi. I partecipanti potranno sperimentare in prima persona l’applicazione di queste metodologie attraverso l’analisi guidata di un caso studio.
5. **Dal carbonio all'elettrodo di diamante: materiali e tecnologie sostenibili ("SDG6 "Acqua pulita e servizi igienico sanitari"):** Esplora l’evoluzione dei materiali carboniosi e il loro ruolo nella realizzazione di soluzioni tecnologiche innovative per la tutela dell’ambiente e delle risorse idriche.
6. **Scienza dei materiali ed eco design per un futuro sostenibile (SDG13 "Lotta contro il cambiamento climatico"):** Illustra come la scienza dei materiali e l’eco-design collaborino per creare soluzioni tecnologiche sostenibili, riducendo l’impatto ambientale. Saranno presentati casi studio e l’uso di software specialistici per ottimizzare la progettazione ecosostenibile.
7. **Sostenibilità e valore dell'acqua: una risorsa vitale (SDG6 "Acqua pulita e servizi igienico-sanitari"):** Approfondisce i principi della gestione integrata delle risorse idriche, considerando l’intero ciclo di vita dell’acqua. Vengono illustrati i principali servizi ecosistemici legati alla risorsa idrica e l’impatto dei cambiamenti climatici sulla sua disponibilità. Si discuteranno strategie sostenibili di adattamento e mitigazione per garantire l’uso equo ed efficiente dell’acqua.

Incontro 1 – Materiali e design sostenibile

Introduzione ai principi dell'eco-progettazione e all'impiego di materiali ecocompatibili nella progettazione meccanica. Analisi comparativa tra materiali di derivazione bio e fossile (PLA, rPET, rPP), volta ad evidenziare i criteri di scelta in base alla durabilità, alla riciclabilità e alle prestazioni meccaniche. Approfondimento sulle strategie di *Design for Sustainability* e *Design for Disassembly*, orientate a ridurre gli scarti, facilitare il riuso dei componenti e promuovere un approccio progettuale circolare.

Incontro 2 – Progettazione di case study

Attività dedicata allo sviluppo di modelli CAD orientati al *Design for Additive Manufacturing*. I partecipanti utilizzeranno un software *open-source* per progettare componenti scelti ad hoc. Si esplorerà la modellazione parametrica, strumento estremamente utile per esplorare rapidamente diverse varianti progettuali. Sarà inoltre introdotto il concetto di ottimizzazione topologica, finalizzato a ridurre l'impiego di materiale pur mantenendo adeguata la resistenza meccanica e migliorando l'efficienza strutturale complessiva del componente.

Incontro 3 – Fabbricazione e stampa 3D

Attività dedicata alla stampa 3D con filamenti riciclati o riciclabili. A partire dal modello CAD si affronteranno le fasi di conversione in formato STL e di preparazione alla stampa, con la definizione dei principali parametri di processo (orientamento, spessori, infill). Si esploreranno strategie per ottimizzare tempi, qualità e consumo di materiale. Si discuterà sui limiti e sulle potenzialità della manifattura additiva in chiave ecologica.

Incontro 4 – Sostenibilità, riuso e riciclo

Analisi del ciclo di vita dei prodotti (*Life Cycle Thinking*) e dei principi di economia circolare applicati alla progettazione meccanica. Valutazione di strategie per estendere la vita utile degli oggetti, favorire il recupero dei materiali e minimizzare l'impatto ambientale complessivo. Confronto su casi di riferimento e buone pratiche di riuso e riciclo nei processi di progettazione e produzione.

Il modulo Ingegneria per la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici è articolato in quattro incontri da due ore ciascuno e propone un percorso formativo interdisciplinare volto a far comprendere agli studenti come l'ingegneria e l'architettura possano contribuire in modo concreto alla riduzione degli impatti del cambiamento climatico e alla costruzione di un ambiente più sostenibile e resiliente. Attraverso attività teoriche, sperimentali e interattive, il corso mette in relazione i principi dell'ingegneria ambientale, dell'urbanistica e della tecnologia con le principali strategie di mitigazione e adattamento ai fenomeni climatici estremi. Verranno affrontate le seguenti macrotematiche:

1. Quantificazione dei gas serra

Introdotti i concetti fondamentali legati alle emissioni di gas serra (GHG) e alla loro misurazione, verranno presentati i modelli di calcolo sviluppati dall'Environmental Protection Agency (EPA), adattati per un impiego didattico semplificato, con l'obiettivo di quantificare le emissioni provenienti da attività quotidiane (trasporti, edifici, produzione energetica). Questa attività favorisce la comprensione del nesso tra comportamenti individuali, processi tecnologici e impatti sul clima globale.

2. Giochi di ruolo e gestione dei rischi naturali

Verranno presentati *serious games* e simulazioni di gestione dei rischi naturali (alluvioni, ondate di calore, siccità). Gli studenti, suddivisi in gruppi, possono assumere ruoli diversi (amministratori, tecnici,

cittadini) e prendere decisioni strategiche per ridurre gli impatti di eventi estremi. L'attività mira a sviluppare consapevolezza, capacità di analisi sistemica e cooperazione decisionale, elementi fondamentali nella pianificazione per la resilienza climatica.

3. Architettura sostenibile e intelligenza artificiale

Il tema degli effetti del cambiamento climatico viene esplorato attraverso l'analisi del contributo che l'architettura può offrire in termini di mitigazione, sia alla scala del singolo edificio sia a quella urbana. A partire dalla presentazione di una selezione di opere architettoniche e di infrastrutture verdi, gli studenti sono guidati in una riflessione sulle potenzialità che configurazioni volumetriche, articolazioni spaziali, tecniche costruttive e materiali possiedono nel ridurre l'impatto ambientale. È inoltre previsto l'impiego di strumenti di Intelligenza Artificiale per modificare digitalmente il contesto urbano esistente – ad esempio inserendo aree verdi, tetti vegetali e superfici riflettenti – con l'obiettivo di invitare gli studenti a immaginare e simulare nuovi scenari urbani in chiave di mitigazione climatica, e a osservare come tali azioni possano contribuire alla riduzione dell'effetto isola di calore urbana.

4. Soluzioni ingegneristiche per la gestione delle acque

Vengono affrontate le principali tecniche di ingegneria idraulica sostenibile, come le pavimentazioni permeabili e i tetti verdi, illustrate come strumenti efficaci per gestire le piogge intense e migliorare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo. Gli studenti discutono casi studio reali e simulano semplici bilanci idrologici per comprendere il contributo di queste soluzioni alla riduzione del rischio idraulico in ambiente urbano.

5. Mobilità sostenibile e resilienza dei trasporti

Viene trattato il tema della mobilità sostenibile, con particolare attenzione al legame tra infrastrutture di trasporto, emissioni di gas serra e resilienza delle reti. Si analizzano esempi di pianificazione integrata e di tecnologie innovative (mobilità elettrica, trasporto pubblico intelligente, ciclovie) che rappresentano strumenti chiave per la transizione ecologica delle città.