UNIVERSITÀ DI PISA

# RILIEVO E MODELLAZIONE DEL TERRITORIO

## GABRIELLA CAROTI

| | |
|---|---|
| Anno accademico | 2022/23 |
| CdS | INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE CIVILI E DELL'AMBIENTE |
| Codice | 213HH |
| CFU | 12 |

| Moduli | Settore/i | Tipo | Ore | Docente/i |
|---|---|---|---|---|
| MODELLAZIONE DEL TERRITORIO | ICAR/20 | LEZIONI | 30 | VALERIO CUTINI |
| RILIEVO DEL TERRITORIO | ICAR/06 | LEZIONI | 90 | GABRIELLA CAROTI |

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

**Modulo "Rilievo del territorio"**

Le conoscenze obiettivo dell'insegnamento sono i metodi e le moderne tecnologie della Geomatica per il rilievo metrico, il monitoraggio e la documentazione tematica del territorio, dei sistemi urbani, delle infrastrutture, delle costruzioni e del costruito storico. Lo studente potrà acquisire conoscenze per integrare le diverse metodologie di rilevamento, basate su strumentazione terreste e tecniche di telerilevamento da aereo e da satellite al fine di produrre prodotti cartografici a diverse scale (da globale a locale). Verranno affrontate le problematiche inerenti all'acquisizione e la modellazione di dati 3D, sia per applicazioni ambientali che per indagini civili e architettoniche. Verranno affrontati i metodi statistici per il trattamento delle misure e la stima degli errori al fine di sviluppare la capacità di elaborazione numerica, di interpretazione e di rappresentazione dei risultati. Le attività pratiche di esercitazione associate al corso hanno l'obiettivo di offrire agli studenti la possibilità di applicare in prima persona gli argomenti teorici trattati nell'insegnamento e di assicurare allo studente un'adeguata padronanza dei metodi e dei contenuti.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

**Modulo "Rilievo del territorio"**

La verifica delle conoscenze acquisite avviene:

- durante lo svolgimento del corso. In aula vengono svolti esercizi da parte degli studenti e vengono proposti momenti di confronto interattivi sugli argomenti teorici trattati;
- durante le esercitazioni pratiche sia in esterno che in laboratorio. Agli allievi viene messa a disposizione la strumentazione per eseguire ed elaborare un rilievo topografico. L'attività viene svolta durante le ore di esercitazione e sotto la supervisione del docente. Lo studente dovrà preparare e presentare una relazione tecnica che descriva e commenti i risultati numerici e grafici di queste esercitazioni;
- durante l'esame orale conclusivo. Verrà verificata la conoscenza degli argomenti trattati, la capacità critica di confronto e di applicazione pratica degli argomenti teorici nonché la correttezza dei metodi utilizzati e dei risultati ottenuti nelle esercitazioni.

#### *Capacità*

**Modulo "Rilievo del territorio"**

Lo studente al termine del corso avrà acquisito le competenze per il rilievo metrico tridimensionale del territorio e del costruito tramite un approccio integrato, per selezionare gli strumenti e le tecniche appropriate per acquisire, integrare, trattare, analizzare, archiviare e distribuire dati spaziali georiferiti con continuità in formato digitale.

Al termine del corso lo studente saprà utilizzare software (open source e/o proprietari) per l'elaborazione statistica dei dati rilevati, per l'elaborazione di dati topografici classici, satellitari, fotogrammetrici, laser scanner; per la conversione e la trasformazione delle coordinate nei vari sistemi geodetici. Saprà produrre un elaborato cartografico, all'opportuna scala di rappresentazione e in ambiente CAD/GIS, con i dati acquisiti con le varie metodologie di rilevamento. Sarà in grado di integrare i risultati delle varie metodologie di rilievo all'interno di un ambiente digitale, producendo elaborati 3D ed immagini numeriche adottando anche un approccio multidisciplinare. Saprà interpretare correttamente un capitolato d'appalto per rilievi topografici eseguiti con le metodologie geomatiche trattate nel corso. Inoltre, per le metodologie geomatiche trattate nell'insegnamento, saprà redigere in modo corretto la sezione di un capitolato d'appalto per rilievi topografici relativa alle "modalità e specifiche tecniche esecutive".

### *Modalità di verifica delle capacità*

**Modulo "Rilievo del territorio"**

Lo studente dovrà redigere una relazione tecnica relativa alle attività di esercitazione descrivendo e commentando le procedure e le metodologie utilizzate nonché i risultati numerici e grafici.

### *Comportamenti*

**Modulo "Rilievo del territorio"**

Lo studente potrà acquisire conoscenze e sviluppare sensibilità nei vari ambiti della geomatica che offrono strumenti, metodologie e prodotti finali che rispondono alla necessità di conoscenza metrica e di dettaglio del territorio e del costruito nei processi progettuali, pianificatori e decisionali.

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

**Modulo "Rilievo del territorio"**

Durante le esercitazioni e le attività di laboratorio, saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte e la capacità di lavorare in gruppo. Verrà valutata la correttezza e la qualità metodologica della relazione tecnica relativa alle esercitazioni.

## Prerequisiti (conoscenze iniziali)

**Modulo "Rilievo del territorio"**

Si richiede la conoscenza dei concetti di base della Topografia, della matematica, della geometria e del calcolo matriciale.

## Indicazioni metodologiche

**Modulo "Rilievo del territorio"**

L'insegnamento si articola in lezioni frontali svolte sia alla lavagna sia con l'ausilio di slide. Il docente mette a disposizione degli studenti le slide utilizzate durante il corso sulla piattaforma e-learning (http://elearn.ing.unipi.it/). Nello svolgimento delle lezioni frontali, il docente cercherà di coinvolgere gli studenti ponendo loro quesiti inerenti gli argomenti trattati sui quali sviluppare una discussione bilaterale. Le esercitazioni si svolgono sia in aula sia fuori con l'ausilio di personale di supporto e/o da codocenti. Le esercitazioni in aula consistono in esercitazioni numeriche, strumentali e software finalizzati all'acquisizione, all'analisi e al trattamento dei dati. Le esercitazioni fuori saranno svolte in aree di interesse per l'esecuzione del progetto di rilievo integrato.

## Programma (contenuti dell'insegnamento)

**Modulo "Rilievo del territorio"**

*Metodi classici di rilevamento* - Richiami e integrazioni di rilievo topografico classico: strumenti e schemi di misura. utilizzo della strumentazione, procedure di rilievo e trattamento dati.
*Trattamento statistico delle misure* - Richiami e integrazioni sulla teoria del trattamento statistico delle osservazioni. Proprietà statistiche delle stime. Test statistici. Applicazioni nel campo della geomatica.
*Trasformazioni geometriche piane e nello spazio* - Trasformazioni semplici e composte. Loro proprietà e stima dei parametri. Applicazioni nel campo della geomatica.
*Richiami ed integrazioni di Geodesia* - Sistemi Geodetici globali e locali. Descrizione, finalità e caratteristiche. Reti Geodetiche nazionali ed internazionali. Sistemi di coordinate. Trasformazioni di Datum e conversione di coordinate.
*Rilievo con sistemi a scansione* - Definizione di scanner 3D. Confronto con strumenti topografici tradizionali (TS). Classificazione degli scanner 3D. Principi di funzionamento e caratteristiche tecniche. Workflow di lavoro: dalla progettazione del rilievo alle elaborazioni grafiche. Tecniche di allineamento e referenziazione dei dati. Cenni su filtraggio, classificazione e segmentazione. Prodotti ed elaborati grafici 2D e 3D. Applicazioni a territorio e beni culturali. Presentazione di casi applicativi.
*Metodologie GNNS di posizionamento satellitare* - Architettura del sistema e struttura del segnale. Tipologie di rilievo, errori e modellazione dei sistematismi. Reti di stazioni permanenti GNSS. Valutazione delle precisioni raggiungibili con le diverse tecniche di posizionamento GNNS e comparazione con tecniche tradizionali. Progetto ed esecuzione di un rilievo semplice, uso di programmi per l'elaborazione dei dati. Applicazioni di utilizzo e integrazione con altre metodologie di rilievo.
*Fotogrammetria da terra, da aereo e da drone* - Le immagini fotografiche: formazione delle immagini e distorsioni. Caratteristiche dei sistemi di acquisizione e tecniche di acquisizione. Le immagini digitali: struttura, caratteristiche, errori, formato dei dati, cenni sui metodi di matching automatico. Fotogrammetria: definizioni e campi di utilizzo. Le camere per la fotogrammetria terrestre e da aereo. Fotogrammetria analitica. Workflow rilievo fotogrammetrico da aereo, da sistemi UAV, da terra: progetto, punti d'appoggio, presa, orientamento e restituzione. Trattamento dei dati: procedure e problematiche. Prodotti della fotogrammetria: strumenti e visione stereoscopica, restituzione geometrica e tematica, restituzione di modelli digitali del terreno, fotopiani, ortofoto, modellazione tridimensionale, tecniche automatizzate per ricostruzione 3D con metodi Structure from Motion. Precisione del metodo fotogrammetrico e dei suoi prodotti. Applicazioni a territorio e beni culturali e trattamento dati.
*Prodotti per la rappresentazione dei dati altimetrici: DTM e DSM*
*Cartografia fotogrammetrica tradizionale e numerica*
*Elementi di Sistemi Informativi Geografici (GIS)*
*Elementi di telerilevamento da satellite*

## Bibliografia e materiale didattico

**Modulo "Rilievo del territorio"**

Barzaghi, R., Pinto, L. (2014). Elementi di topografia e trattamento delle osservazioni, Città Studi.
Cina, A. (2014). Dal GPS al GNSS (Global Navigation System), Celid, Torino.
Cina, A. (2002). Trattamento delle misure topografiche. CELID, Torino.
Comoglio, G. (2008). Topografia e cartografia. CELID, Torino.
Manzino, A. (2001). Lezioni di Topografia – Otto Editore. In: http://ebook.polito.it/pubbl.html.
Kraus, K., 1994. Fotogrammetria. Vol.1 – Teoria e applicazioni. Traduzione di Sergio Dequal. Torino, Levrotto & Bella, 518 pp.
Dispense e slides fornite dal docente e reperibili sul sito della didattica.
Per approfondimenti:
Bellone T. (2006) – Appunti di trattamento delle osservazioni – Torino, Politeko.
Hofmann-Wellenhof et al (2008) – GNSS Global Navigation Satellite system. Springer – New York.
Leick (2003) - Gps Satellite Surveying - J. Wiley – Canada. III Edizione.

## Indicazioni per non frequentanti

**Modulo "Rilievo del territorio"**

Non sono previste variazioni nel programma e nella modalità d'esame per gli studenti non frequentanti

## Modalità d'esame

**Modulo "Rilievo del territorio"**

La prova orale consiste in un colloquio durante il quale lo studente dovrà dimostrare: la conoscenza degli argomenti teorici e applicativi trattati nel corso e di poterne discutere con spirito critico; la capacità di mettere in pratica e di eseguire, con consapevolezza critica, le attività svolte durante il corso; di aver acquisito piena consapevolezza delle soluzioni tecniche utilizzate per la realizzazione del progetto finale.

## Stage e tirocini

Non sono previsti stage e/o tirocini

*Ultimo aggiornamento 24/08/2022 11:09*