



# UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2020/2021

## FOTOGRAMMETRIA, LIDAR E GIS

Anno immatricolazione	2016/2017
Anno offerta	2020/2021
Normativa	DM270
SSD	ICAR/06 (TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Corso di studio	INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	5°
Periodo didattico	Secondo Semestre (08/03/2021 - 14/06/2021)
Crediti	6
Ore	61 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Italiano
Tipo esame	ORALE
Docente	CASELLA VITTORIO (titolare) - 6 CFU
Prerequisiti	Topografia, calcolo differenziale, algebra lineare, geometria analitica.
Obiettivi formativi	<p>Principali obiettivi didattici</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Per quanto riguarda le tecnologie/metodologie: dare gli elementi essenziali della Fotogrammetria digitale e del Lidar aereo, cioè le due principali metodologie per il rilievo 3D del territorio su media/larga scala.</li><li>2. Per quanto riguarda i "prodotti": rendere gli studenti esperti di cartografia numerica e database topografici (DBT), modelli digitali del terreno (DTM) e ortofoto.</li><li>3. Per quanto riguarda gli strumenti: dare agli studenti una formazione di base sul programma QGIS e sul programma fotogrammetrico Photomod di Racurs.</li></ol> <p>Principali risultati di apprendimento</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Conoscere i principali elementi analitici e i più importanti parametri di qualità della fotogrammetria aerea e del lidar aereo.</li></ol>

## Programma e contenuti

2. Essere in grado di visualizzare, interrogare e modificare un moderno DBT; essere in grado di creare un DTM gestendo le principali opzioni in modo consapevole.
3. Saper creare e gestire piccoli progetti GIS e di fotogrammetria aerea.

### I GIS

- le principali tipologie di dati gestite in un GIS: cartografia numerica vettoriale, cartografia raster, immagini ortorettificate, modelli digitali di altezza a struttura TIN e grid;
- gestione dei datum e delle proiezioni cartografiche;
- uso della cartografia vettoriale: colorazione logica, query alfanumeriche e spaziali, selezioni, campi calcolati, modifica e creazione di nuove entità e layer;
- gestione di cartografia raster e immagini ortorettificate a scopo cartografico: colorazione, trasparenza, file world;
- calcolo di un DEM: prima e seconda interpolazione con i metodi metodi TIN, IDW e bilineare;
- analisi di un DEM: mappa delle pendenze ed esposizioni, calcolo di sezioni, algebra dei raster;
- uso integrato dei dati territoriali;
- realizzazione di un progetto GIS da parte di ogni studente.

### Le trasformazioni di coordinate

- introduzione, utilità della trasformazioni in topografia, fotogrammetria e geomatica in genere;
- le trasformazioni elementari nel piano: traslazione, cambiamento di scala e rotazione;
- le trasformazioni composte nel piano, congruenza, conforme, affine particolare e affine;
- generalizzazione allo spazio della trasformazioni elementari e in particolare delle rotazioni, la matrice di rotazione nello spazio;
- la trasformazione di Helmert a 7 parametri;
- aspetti convenzionali: chiralità, ordine delle trasformazioni, ordine delle rotazioni, orientamento delle rotazioni; matrice delle rotazioni per la fotogrammetria e la geodesia.

### Le immagini digitali per la rappresentazione del territorio

- la rappresentazione dei colori nei dispositivi digitali;
- natura e caratteristiche di un'immagine digitale, discretizzazione spaziale e radiometrica, la risoluzione al suolo;
- produzione delle immagini digitali mediante camere digitali o scanner;
- la manipolazione delle immagini digitali e la necessità dell'interpolazione, l'interpolazione bilineare;
- la georeferenziazione delle immagini digitali, il formato GeoTIFF e il file world.

### La fotogrammetria digitale

- i principi geometrici della presa e della restituzione fotogrammetriche;
- i concetti di fotogramma, strisciata e blocco; la configurazione di un blocco: ricoprimenti, altezza di volo, lunghezza focale, rapporto base/altezza;
- le equazioni di collinearità;
- il calcolo dell'orientamento esterno per una coppia stereoscopica e per

un blocco di fotogrammi;

- la misura fotogrammetrica e la fase di restituzione;
- cenni all'automazione, alle camere digitali aeree, all'uso dei sensori GNSS/IMU in Fotogrammetria aerea;
- che cosa si può produrre con la Fotogrammetria: misure singole, carte vettoriali, modelli digitali del terreno, ortofoto;
- realizzazione di un semplice progetto fotogrammetrico da parte degli studenti, divisi in piccoli gruppi.

Il laser scanning

- il principio di funzionamento e le equazioni del laser scanning aereo;
- i sensori disponibili e le loro principali caratteristiche;
- il filtraggio dei dati;
- i prodotti ottenibili dal laser scanning aereo e la loro utilizzazione ai fini ambientali;
- cenni al laser scanning terrestre.

Strumenti moderni per la rappresentazione dei dati territoriali:

cartografia numerica, vettoriale e raster, DEM e ortofoto

- la cartografia numerica vettoriale: le principali proprietà, analogie/differenze con quella disegnata, principali parametri qualitativi, come si produce e chi la produce in Italia;
- la cartografia numerica raster: le principali proprietà, analogie/differenze con quella vettoriale, principali parametri qualitativi;
- i modelli digitali di elevazione: definizioni e concetti principali. distinzione fra DEM, DTM e DSM, esempi;
- struttura TIN e grid, prima e seconda interpolazione, metodi di interpolazione bilineare, TIN, IDW;
- visualizzazione e analisi dei DEM: visualizzazione wireframe, mesh, a curve di livello; calcolo delle mappe di pendenza e esposizione, algebra dei grid;
- l'ortofoto: perchè una fotografia non è metrica, concetti principali su come rendere metrica una fotografia, cioè come si calcola un'ortofoto.

#### Metodi didattici

Lezioni frontali, esercitazioni guidate dal docente all'inizio e semplicemente assistite in seguito.

#### Testi di riferimento

Dispense del docente, disponibili su KIRO.

Karl Kraus, Fotogrammetria. Volume 1 - Teoria e Applicazioni, Editore: Libreria Universitaria Levrotto & Bella, Anno edizione: 1994, ISBN: 888218028X

Karl Kraus, Photogrammetry. Volume 2 - Advanced Methods and Applications, Editore: Ummeler - Bonn - Germany, Anno edizione: 1997, ISBN: 3-427-78694-3

Toni Schenk, Digital Photogrammetry - Volume I, Editore: TerraScience, Anno edizione: 1999, ISBN: 0-9677653-1-5

#### Modalità verifica apprendimento

Vi sono due prove obbligatorie e una facoltativa.

- 1 - prova orale obbligatoria, valutata fino a 24 punti
- 2 - attività progettuale obbligatoria, valutata fino a 3 punti
- 3 - prova orale facoltativa, valutata fino a 3 punti, 5 in casi eccezionali.

Chi ha avuto almeno 18 alla prova scritta e ha svolto l'attività progettuale, può registrare la somma delle votazioni delle due attività obbligatorie.

Nella prova orale, di norma, i voti meritati nelle prove obbligatorie sono mantenuti. A meno che la prova orale li contraddica in modo stridente.

Chi non svolge l'attività progettuale è obbligato a fare l'orale, che verrà valutato fino a sei punti e che verterà, oltre che sugli argomenti usuali dell'orale, sui temi dei progetti.

**Altre informazioni**

**Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile**

[Gli obiettivi](#)