



# Università degli Studi della Basilicata

## Scheda Insegnamento

**Anno Accademico:** 2020/2021

**Insegnamento/Modulo:** TELERILEVAMENTO AMBIENTALE

**Tipologia di attività formativa:** Affine/Integrativa

**N.ro CFU:** 9 (TRAMUTOLI VALERIO, 9 CFU)

**N.ro ore:** 81

**Semestre:** Secondo Semestre

**Docente:** TRAMUTOLI VALERIO

**E-mail:** valerio.tramutoli@unibas.it

**Telefono:** 0971-205205 3293178385

**Sito Web:** <http://docenti.unibas.it/site/home/docente.html?m=000467>

**Sede:** POTENZA

**Dipartimento/Scuola:** SCUOLA di INGEGNERIA

**Corso di Studio:** INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

### Lingua Insegnamento

Italiano

### Obiettivi formativi e risultati di apprendimento

Il corso punta a fornire una conoscenza approfondita degli elementi di base del telerilevamento ed a sviluppare autonome capacità di valutazione delle possibili applicazioni nel campo del monitoraggio e della mitigazione dei principali rischi naturali ed ambientali.

### Prerequisiti

Fondamenti di matematica (e.g. Trigonometria) e di Fisica (e.g. Meccanica)

### Contenuti del corso

Principi fisici e nozioni di base del telerilevamento; osservazione della superficie terrestre in banda ottica; interazione della radiazione elettromagnetica con la superficie e l'atmosfera terrestre; strumenti e tecniche di telerilevamento in banda ottica; metodi e tecniche per il trattamento di immagini digitali; esercitazioni di laboratorio finalizzate all'uso dei principali strumenti per l'analisi di dati di osservazioni della Terra ed alla pratica di software e moduli applicativi per l'elaborazione di immagini satellitari multispettrali. Applicazione di tecniche satellitari attive e passive al monitoraggio dei rischi naturali e ambientali; scelta appropriate delle tecnologie; scelta degli strumenti analisi costi-benefici.

### Programma esteso

???????PROGRAMMA ESTESO



# Università degli Studi della Basilicata

## Scheda Insegnamento

Introduzione al corso: principi fisici e nozioni di base

- Definizione e breve storia del remote sensing.
- Richiami di elettromagnetismo. Regioni dello spettro della radiazione e.m.
- Misura della radiazione e.m. e grandezze radiometriche fondamentali: radianza, irradianza, potenza

radiante, brillantezza, emittanza, luminosità.

- Decadimento dell'emittanza con il quadrato della distanza dalla sorgente
- Radiazione di corpo nero. Legge di Planck.
- Concetti di emissività e di temperatura di brillantezza.
- Legge dello spostamento di Wien. Legge di Planck nel dominio delle frequenze.
- Approssimazione di Rayleigh-Jeans. Approssimazione di Wien. Legge di Stephan-Boltzmann.
- Interazione della radiazione elettromagnetica con la superficie terrestre.
- Interazione radiazione-materia. Concetto di Trasmissione, Assorbimento, Riflettanza.
- Legge di Kirchoff. Relazione emissività-riflettanza per corpi opachi.
- Interazione radiazione-materia nel visibile, oltre il visibile.
- Curve di risposta spettrale, firme spettrali di suoli, vegetazione, acqua.
- Lettura di firme spettrali della vegetazione.
- Principio base dell'osservazione multispettrale.
- Superfici lambertiane e speculari. Funzione di distribuzione della riflettanza bidirezionale (BRDF). Fattore di

riflettanza bidirezionale (BRF).

- Esercitazioni teorico-pratiche in laboratorio: caratterizzazione spettro-radiometrica di corpi neri e di altre

sorgenti.

- Esercitazioni teorico-pratiche: misura in laboratorio di firme spettrali in riflettanza di vegetazione, minerali e

materiali artificiali

- Interazione radiazione materia alla superficie di corpi opachi. Criterio di Rayleigh per la rugosità.
- Spettroscopia atomica. Spettri di emissione e di assorbimento. Spettro dell'atomo di idrogeno.
- L'atomo di Bohr e la previsione dei termini spettroscopici degli atomi. Spettri molecolari (cenni).
- Spettri di minerali e rocce in riflettanza ed emissività.
- Composizione di firme spettrali (linear mixing).
- Spiegazione teorica e generalizzazione del principio base dell'osservazione multispettrale.
- Sorgenti naturali per l'osservazione della Terra dallo spazio: il Sole, la Terra.
- Tecniche attive e passive di telerilevamento.
- Tecniche SAR (cenni)

Interazione della radiazione elettromagnetica con l'atmosfera terrestre.

- Struttura e composizione chimico-fisica dell'atmosfera terrestre.
- Interazione radiazione-materia in atmosfera. Scattering di Rayleigh e di Mie (cenni).
- Finestre spettrali per l'osservazione della superficie terrestre in condizioni standard e variabili.
- Estinzione della radiazione e.m. in atmosfera. Sezione d'urto di estinzione, di assorbimento, di scattering.
- Sezione d'urto per unità di massa. Coefficiente di assorbimento. Funzione di sorgente.
- Equazione generale del trasferimento radiativo.
- Legge di Beer-Bouguer-Lambert. Cammino ottico.
- Equazione di Schwarzschild e sue soluzioni nel caso di radianze nadirali. Spessore ottico.
- Allargamento delle righe spettrali in funzione della pressione (altezza) in atmosfera (cenni)
- Penetrazione delle onde e.m. nella materia. Indice di rifrazione complesso. Lunghezza di attenuazione.
- Interazione della radiazione e.m. in atmosfera: le nubi meteorologiche.
- Bande spettrali diagnostiche della presenza di nubi e per distinguerle dalle coperture nevose .

Strumenti e Tecniche di Telerilevamento in banda ottica

- Sistemi satellitari per l'osservazione della Terra. Segmento spaziale e Segmento terrestre
- Orbite polari e geostazionarie.



# Università degli Studi della Basilicata

## Scheda Insegnamento

- Orbite non-ruotanti. Orbite eliosincrone. Orbite di Molnyia.
- Equazione del razzo e messa in orbita di un satellite: carico utile.
- Orbite reali. Tempo di vita di un satellite per decadimento delle orbite.
- Elementi di forza e di debolezza dell'osservazione da satellite polare e geostazionario. Costellazioni

satellitari.

- Radiometri. Radianza al sensore e rapporto S/R.
- Vantaggi e svantaggi dei sistemi attivi e passivi.
- Calibrazione di un sensore passivo.
- Sistemi a immagine optomeccanici. CCD lineari. Whiskbroom scanners.
- Across track scanning. Relazione tra parametri orbitali (V/H) e velocità di scansione.
- Along Track scanning. CCD bidimensionali: pushbroom scanners.
- Vantaggi e svantaggi dell'acquisizione along-track e across-track.
- Scansione da piattaforma geostazionaria.
- Costruzione di immagini digitali
- Risoluzione spaziale, spettrale, temporale e radiometrica di un sensore
- Interdipendenza fra risoluzione spaziale, spettrale e temporale di un sensore a S/R fissato.
- Le principali missioni satellitari: l'alta e altissima risoluzione spaziale
- Le principali missioni satellitari: l'alta e altissima risoluzione temporale.
- Scelta dei sensori: competizione tra risoluzione spaziale, spettrale e temporale.

Trattamento ed interpretazione di dati telerilevati.

- Definizione di immagine digitale multispettrale. Pre-processamento di immagini digitali.
- Calibrazione: retta di calibrazione. Calibrazione in volo di sensori nell'infrarosso termico.
- Correzione delle radianze al sensore per gli effetti dell'atmosfera. Navigazione di immagini satellitari.
- Scatterogramma.
- Classificazione di immagini satellitari: classificazione supervisionata
- Classificazione non supervisionata.

Telerilevamento nei Rischi Naturali e Ambientali: metodi e applicazioni.

- Concetti di firma spettrale, spaziale, temporale, di intensità. Indici di vegetazione e NDVI
- Esempi di utilizzo dell'osservazione da aereo e l'alta risoluzione spettrale per l'identificazione di affioramenti di

Serpentine nell'area del Parco Nazionale del Pollino.

- Applicazione di tecniche robuste di classificazione supervisionata: Spectral Angle Mapper
- Utilizzo integrato di firme spaziali e spettrali. Esempio: censimento dei Pini Loricati nell'area del parco nazionale

del Pollino.

- Firme temporali: mapping di aree inondate.
- Tecniche satellitari (split window) per la stima della temperatura superficiale del mare (SST) e del suolo (LST).
- Dipendenza della funzione di Planck dalla temperatura nel MIR e nel TIR per celle al suolo parzialmente

interessate da incendi.

- Rapporto tra risoluzione spaziale e risoluzione radiometrica: dimensioni minime dell'hot spot rilevabile.
- Firme di intensità (identificazione degli incendi boschivi)
- Applicazione di tecniche satellitari integrate alla previsione e/o monitoraggio di eventi estremi (inondazioni,

eruzioni vulcaniche, terremoti, etc.).

- Firme di intensità. Principali tecniche per il monitoraggio dell'attività vulcanica.
- Utilizzo integrato di firme temporali e di intensità. Esempio: tecniche robuste per il monitoraggio dell'attività

termica vulcanica, delle nubi eruttive, degli sversamenti di idrocarburi a mare, dell'emissione termica terrestre in corrispondenza di forti terremoti.

- Scelta appropriata delle tecnologie in un contesto operativo. Studio di fattibilità e analisi costo/benefici. Esempio:



# Università degli Studi della Basilicata

## Scheda Insegnamento

perimetrazione delle aree percorse da incendi ai fini della L. 353/2000.

Esercitazioni teorico pratiche e di laboratorio

- Misura in laboratorio della radiazione di corpo nero e stima della temperatura della sorgente dalla Legge di Wien
- Misura in laboratorio di firme spettrali in riflettanza di vegetazione, minerali e superfici artificiali.
- Moltiplicazione di curve di risposta spettrale.
- Raffronto grafico di curve spettrali di vegetazione (riconoscimento di condizioni di stress idrico e/o di malattia).
- Calcolo dell'NDVI su immagini MODIS e caratterizzazione di nubi, acqua e coperture di suolo vegetate e non vegetate.
- Calcolo della immagine differenza delle temperature di brillanza a 11 e 12 micron per la discriminazione di nubi meteorologiche da nubi eruttive e tempeste di sabbia.
- Calcolo della funzione di Planck e verifica della legge di Wien
- Analisi delle firme spettrali di oceano, suoli e nubi da immagini muti spettrali MODIS

### **Metodi didattici**

Lezioni teoriche frontali, Esercitazioni, Esercitazioni in laboratorio, Esercitazioni progettuali, Visite tecniche, Seminari

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prove di verifica intermedie, Discussione di un elaborato progettuale, Prova pratica di laboratorio. Esame orale.

### **Testi di riferimento e di approfondimento, materiale didattico Online**

K. N. Liou An Introduction to Atmospheric Radiation - Second Edition ? Academic Press (2002, 1980)

R. P. Gupta Remote Sensing Geology, Springer & Verlag, (1991).

W.G. Rees, Physical Principles of Remote Sensing, Cambridge University Press (1990)

Copia delle slides presentate durante le lezioni. Videoregistrazione delle lezioni.

Altri testi consigliati:

P.J. Curran, Principle of Remote Sensing, Longmann (1985).

J.B. Campbell Introduction to Remote Sensing, Taylor & Francis (1996)

N. M. Short The Remote Sensing Tutorial Edited by Jon Robinson: disponibile in biblioteca come iper-testo su CD-ROM e consultabile sul sito internet della NASA: <http://code935.gsfc.nasa.gov/Tutorial/TofC/Coverpage.html>

### **Metodi e modalità di gestione dei rapporti con gli studenti**



# Università degli Studi della Basilicata

## Scheda Insegnamento

All'inizio del corso, dopo aver descritto obiettivi, programma e metodi di verifica, il docente mette a disposizione degli studenti il materiale didattico e quello necessario per le esercitazioni (slides delle lezioni, dati delle misure di laboratorio, dati satellitari, software open source, etc.) su cartelle condivise (Dropbox e Google Classroom Drive). Contestualmente, si raccoglie l'elenco degli studenti che intendono iscriversi al corso, corredato di nome, cognome, matricola ed email.

Orario di ricevimento: tutti i giorni compreso il sabato su appuntamento presso lo studio n.40 del docente al V piano Il docente è comunque disponibile in ogni momento per un contatto con gli studenti, attraverso la propria e-mail e il proprio telefono cellulare.

### **Date di esame previste**

29/6/2021, 26/7/2021, 20/9/2021, 18/10/2021, 20/12/2021, 14/2/2022???????

### **Seminari di esperti esterni**

si

### **Altre informazioni**