



Scuola di Ingegneria
Corso di Laurea Triennale in
Ingegneria Civile, Ambientale e Edile
A.A. 2016-2017

Programma dell'insegnamento di
LABORATORIO DI INGEGNERIA STRADALE
(3° anno, 2° periodo, 6 CFU)

Docente: Pietro LEANDRI (e-mail: pietro.leandri@ing.unipi.it)

Numero complessivo di ore previste per lo sviluppo di nuovi argomenti (L): 20

Numero complessivo di ore previste per esercitazioni ed esemplificazioni (E): 64

TOTALE ORE: 84

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si compone di due moduli, uno progettuale e uno sperimentale. Il primo modulo si propone di fornire agli studenti gli strumenti tecnici e applicativi per la redazione di un progetto stradale e prevede lo svolgimento di un'esercitazione progettuale. Il secondo modulo si propone di fornire le nozioni di base teoriche ed applicative sui materiali utilizzati nelle costruzioni stradali; esso prevede una parte di lezioni frontali ed una parte di esercitazioni in laboratorio per l'esecuzione di prove sperimentali.

ENGLISH VERSION

EDUCATIONAL OBJECTIVES

The course is divided into two modules, a design and an experimental module. The first module aims to provide students with technical and application tools to design a road project and provides the development of project exercise. The second module aims to provide the theoretical and practical basic knowledge about materials used in road construction; it provides a part of frontal lessons and a part of laboratory exercises for the realization of experimental tests.

CONOSCENZE DI BASE

Fondamenti di Ingegneria Stradale

ARGOMENTI TRATTATI A LEZIONE

MODULO 1 - LABORATORIO DI PROGETTAZIONE STRADALE (L = 0; E = 30)

Redazione del progetto di un tratto di strada extra-urbana secondaria:

- Progetto planimetrico dell'asse stradale: inserimento degli elementi a curvatura costante e delle curve di transito.
- Progetto altimetrico dell'asse stradale: profilo longitudinale, inserimento delle livellette e dei raccordi verticali.
- Verifiche di sicurezza: coordinamento plano-altimetrico, diagrammi delle curvature, delle velocità e di visibilità.
- Progetto della sezione stradale: carreggiata e piattaforma, elementi marginali, la regimazione delle acque, opere d'arte connesse al corpo stradale.

MODULO 2 - NOZIONI DI BASE TEORICHE E APPLICATIVE SUI MATERIALI IMPIEGATI NELLE COSTRUZIONI STRADALI

GEOTECNICA STRADALE (L = 3; E = 5)

Classificazione di una terra secondo CNR UNI 10006: curva granulometrica, sensibilità all'acqua, limiti di Atterberg. Riduzione della sensibilità all'acqua e al gelo mediante l'impiego di leganti idraulici (calce, cemento). Analisi del costipamento in laboratorio: prova Proctor. Valutazione delle caratteristiche di portanza in laboratorio: prova CBR. Valutazione delle caratteristiche meccaniche delle terre in laboratorio e in sito: modulo resiliente, modulo di deformazione e modulo elastico equivalente.

Svolgimento in laboratorio delle seguenti prove sperimentali: curva granulometrica, contenuto d'acqua, limite liquido, limite plastico, prova Proctor, indice di portanza CBR e rigonfiamento.

AGGREGATI LAPIDEI PER STRATI NON LEGATI O LEGATI CON CEMENTO (L = 3; E = 5)

Caratterizzazione degli aggregati (grosso, fine e filler) per il confezionamento di misti granulari e misti cementati. Strati in misto granulare e misto cementato: caratteristiche volumetriche e requisiti di portanza.



Scuola di Ingegneria
Corso di Laurea Triennale in
Ingegneria Civile, Ambientale e Edile
A.A. 2016-2017

Svolgimento in laboratorio delle seguenti prove sperimentali: requisiti aggregato grosso (resistenza alla frantumazione, quantità di frantumato, indice di forma, indice di appiattimento, resistenza al gelo e disgelo, coefficiente di levigabilità accelerata), requisiti aggregato fine (equivalente in sabbia), resistenza a compressione.

LEGANTI BITUMINOSI (L = 7; E = 12)

Processi di distillazione del petrolio. Natura colloidale del bitume (struttura GEL e SOL). Prove tradizionali di classificazione (penetrazione, palla-anello, fraass). Viscosità: curva di flusso e strumenti di misura. Abaco di Heukelom e suscettività termica. Suscettività al tempo di applicazione del carico: prova di creep. Modulo di rigidità e strumenti di misura. Bitumi modificati con elastomeri e plastomeri. Processo di invecchiamento del bitume a breve e a lungo termine: prova RTFOT e PAV. Caratterizzazione del bitume secondo approccio SHRP.

Svolgimento in laboratorio delle seguenti prove sperimentali: penetrazione, temperatura palla-anello, temperatura fraass, misure con reometro DSR in regime oscillatorio e rotazionale con diverse geometrie di misura, invecchiamento RTFOT e PAV, stabilità allo stoccaggio, ritorno elastico.

CONGLOMERATI BITUMINOSI (L = 7; E = 12)

Composizione dei conglomerati bituminosi. Curva di Fuller. Tipologie di miscele: dense graded, gap graded e open graded. Caratteristiche volumetriche. Determinazione empirica della percentuale di bitume mediante formula di Duriez. Mix design con metodo Marshall: approccio classico e di Lees. Mix design secondo approccio SUPERPAVE: carta punti di controllo, metodo volumetrico. Modulo complesso di un conglomerato bituminoso: modello di Kelvin Voight. Manti di usura ad alto contenuto tecnologico: usure a bassa emissione sonora, impiego del polverino da PFU.

Svolgimento in laboratorio delle seguenti prove sperimentali: determinazione del contenuto di bitume mediante estrazione o ignizione, determinazione delle caratteristiche volumetriche mediante pesata idrostatica, mix design con metodo Marshall e metodo volumetrico, resistenza a trazione indiretta e sensibilità all'acqua, modulo di rigidità, misure di macrotessitura con profilometro laser e metodo volumetrico, misure di attrito radente.

Testi di riferimento:

- Esposito, Mauro, (2001). Fondamenti di Infrastrutture Viarie. La geometria stradale - Vol. 1. Hevelius Edizioni.
- Harold N. Atkins, (1997). Highway Materials, Soils, and Concretes - Third edition. PRENTICE HALL.

Testi di consultazione:

- Andrea Benedetto, (2015). Strade Ferrovie Aeroporti, UTET.
- Dondi, Lantieri, Simone, Vignali, (2014). Costruzioni stradali. Aspetti progettuali e costruttivi, HOEPLI.
- Ferrari, Giannini, (2003). Ingegneria stradale. Corpo stradale e pavimentazioni - Vol. II. ISEDI.

Modalità di iscrizione e di svolgimento degli esami:

Iscrizione on-line sul portale dell'Università di Pisa (<https://esami.unipi.it/esami/>)

Prova orale.

Discussione di un progetto di una strada extraurbana secondaria da presentare in sede di esame nonché domande sugli aspetti teorici illustrati a lezione.

Il progetto è costituito dai seguenti elaborati:

- Planimetria scala 1:2000 con indicazione dei picchetti e dei parametri degli elementi geometrici (curve circolari, rettili, curve di transito).
- Profilo longitudinale scala 1:2000/1:200 con diagramma delle curvature, dei cigli e delle velocità.
- Sezioni tipo n. 3 (in trincea, in rilevato, a mezzacosta) e particolari costruttivi in scala 1:50 con indicazione delle prescrizioni di qualità dei materiali.
- Relazione tecnica (calcolo degli elementi geometrici planimetrici e altimetrici, dimensionamento della pavimentazione con indicazione dei requisiti tecnici dei materiali impiegati).