



Università
di Catania

INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA (DICAR)
Ingegneria civile delle acque e dei trasporti
Anno accademico 2022/2023

1007851 - INTERSEZIONI STRADALI E SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE VIARIE

Docente: **Salvatore LEONARDI**

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Fornire conoscenze in merito alla progettazione delle diverse tipologie di intersezioni stradali (sia a raso che a livelli sfalsati), nonché di fornire le nozioni per la predisposizione delle azioni di sicurezza attiva e passiva utili ad incrementare il livello di funzionalità globale delle infrastrutture stradali.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il corso include lezioni frontali e attività esercitativa in aula da svolgersi singolarmente.

L'esercitazione consiste nell'analisi di un'intersezione stradale a raso lineare e nell'adeguamento della stessa attraverso due soluzioni progettuali alternative (intersezione a raso lineare e rotonda stradale).

Gli studenti che, a seguito della presentazione dell'apposita documentazione (D.R. n. 1598 del 2/5/2018), abbiano ottenuto il riconoscimento dello status di studente lavoratore, studente atleta, studente in situazione di difficoltà e studente con disabilità, qualora si trovassero nell'impossibilità di svolgere l'esercitazione in gruppo con altri allievi del corso, svolgeranno un'esercitazione personalizzata le cui modalità verranno concordate con il docente.

PREREQUISITI RICHIESTI

Non sono previste propedeuticità. E' tuttavia fortemente consigliato aver sostenuto l'esame di "Progetto di infrastrutture stradali" o, quanto meno, averne acquisite le frequenze.

FREQUENZA LEZIONI

La frequenza alle lezioni è fortemente consigliata in quanto coerente con il modello formativo proposto che mira a favorire l'apprendimento graduale, la partecipazione attiva dello studente in classe, il dialogo fra docenti e studenti. Essendo previsto lo svolgimento in aula delle esercitazioni progettuali, la frequenza è altamente raccomandata.

CONTENUTI DEL CORSO

1. INTRODUZIONE

Sicurezza stradale e intersezioni. Le intersezioni stradali come elementi cardine delle reti viarie. Tipologie di nodi stradali: a raso, a livelli sfalsati e svincoli. Scelta del tipo di intersezione. Parametri di progetto.

2. INTERSEZIONI A RASO LINEARI

Principali tipi di intersezioni a raso lineari. Definizioni e criteri di scelta delle corsie specializzate. Criteri progettuali delle corsie specializzate: Corsia centrale di accumulo. Corsia di entrata. Corsia centrale di immissione. Corsia di uscita. Cigli esterni. Isole di traffico: divisionali, a goccia, direzionali, salvagente. Distanze di visibilità.

3. ROTATORIE STRADALI

Fattibilità e pianificazione: Obiettivi. Analisi del contesto. Condizionamenti specifici del sito. Verifica della disponibilità degli spazi richiesti. Confronto con altre alternative di progetto. Rotatorie moderne: Normativa italiana. Regola principale di progettazione: controllo della deflessione delle traiettorie. Iter procedurale per la progettazione plano-altimetrica delle rotatorie moderne: Disposizione dei bracci. Inclinazione reciproca dei rami confluenti. Diametro della corona giratoria. Larghezza della corona giratoria. Isola centrale. Isole divisionali. Entrate. Curve d'entrata. Uscite. Curve d'uscita. Criteri di visibilità. Distanza di visibilità all'intersezione (visibilità a sinistra). Distanza di visibilità per l'arresto. Sezione trasversale della corona giratoria. Mini-rotatorie: Vantaggi, svantaggi e ambiti applicativi. Criteri progettuali. Rotatorie di grande diametro: Dimensionamento dei tronchi di scambio. Progettazione geometrica. Configurazioni a livelli sfalsati: Intersezione a losanga. Intersezione a semi-quadrifoglio. Rotatoria a livelli sfalsati. Rotatoria-bersaglio: doppia rotatoria a livelli sfalsati con corsie di bypass per la svolta a destra. Turbo-rotatorie: Classificazione delle turbo-rotatorie. Elementi caratteristici e criteri di progettazione. Sicurezza: Conflitti e punti di conflitto. Incidenti in rotatoria: tipologie e fattori causali. Prestazioni operative: Acquisizione dei dati di traffico. Metodologie per le analisi prestazionali degli accessi alle rotatorie (metodo dell'HCM Edition 6 (2016), software deterministici, software di micro-simulazione). Casi particolari e schemi alternativi: Corsie dedicate per la svolta a destra. Rotatorie a fiore. Rotatorie a doppio gomito. Rotatorie con attraversamento viario in sottopasso. Rotatorie attraversate da binari ferroviari. Rotatorie mobili.

4. INTERSEZIONI A LIVELLI SFALSATI

Principali schemi di intersezioni a livelli sfalsati. Opere di scavalco. Rampe di interconnessione.

Fattori di coordinamento delle rampe. Conformazione planimetrica delle rampe: Tronco di stacco. Tronco intermedio di decelerazione. Tronco a curvatura costante. Tronco intermedio di accelerazione. Tronco di attacco. Tronco finale di raccordo. **Conformazione altimetrica delle rampe. Zone di scambio.**

5. SEGNALETICA STRADALE PER LA SICUREZZA DELLE INTERSEZIONI

Ruolo della segnaletica nella sicurezza stradale. Segnaletica orizzontale. Segnaletica verticale. Segnaletica complementare. Piani segnaletici per intersezioni a raso lineari e rotoatorie.

6. DISPOSITIVI PER LA SICUREZZA PASSIVA DELLE STRADE

Dispositivi di ritenuta. Barriere di sicurezza. Schema dell'urto veicolo-barriera. Tipologie di barriere stradali. Condizioni di installazione delle barriere metalliche e delle barriere in calcestruzzo. Sistemi di protezione passiva per i punti singolari. Attenuatori d'urto. Terminali semplici e speciali. Transizioni longitudinali. Dispositivi di ritenuta per i veicoli a due ruote.

7. ILLUMINAZIONE STRADALE PER LA SICUREZZA DELLE STRADE

Sicurezza notturna sui rami e sui nodi. Parametri influenzanti la visione notturna. Valori dei parametri illuminotecnici. Zone di studio. Categorie illuminotecniche di riferimento, di progetto e di esercizio. Lampade ed apparecchi luminosi (cenni). Rappresentazione delle caratteristiche fotometriche. Disposizione dei centri luminosi sugli elementi della rete stradale (curve e aree d'intersezione). Progetto di un impianto di illuminazione stradale (cenni).

8. ILLUMINAZIONE STRADALE PER LA SICUREZZA DELLE GALLERIE

Illuminazione diurna delle gallerie stradali. Illuminazione delle gallerie lunghe e delle gallerie corte. Progettazione di un impianto di illuminazione artificiale. Illuminazione notturna delle gallerie stradali. Soluzioni e requisiti illuminotecnici: Luminanza delle pareti e della carreggiata. Uniformità di luminanza. Limitazione dell'abbagliamento. Limitazione dello sfarfallamento (effetto flicker). Sorgenti luminose. Soluzioni impiantistiche. Parzializzazione delle accensioni. Illuminazione di emergenza. Operazioni di manutenzione dell'impianto d'illuminazione.

TESTI DI RIFERIMENTO

1. S. Canale. N. Distefano. S. Leonardi. G. Pappalardo. **“Progettare le intersezioni. Tecniche per la progettazione e la verifica delle intersezioni stradali in ambito urbano ed extraurbano secondo il D.M. 19/4/2006”**. EPC Editore. II Edizione. Settembre 2011.
2. S. Leonardi. N. Distefano. **“ROTATORIE STRADALI. Manuale di pianificazione, progettazione e gestione”**. EPC Editore. Marzo 2021.
3. S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi. **“Progettare la sicurezza stradale. Criteri e verifiche di sicurezza per la progettazione e l'adeguamento degli elementi delle infrastrutture viarie: intersezioni, tronchi, sovrastrutture, gallerie, opere idrauliche, barriere di sicurezza, illuminazione, segnaletica ed interventi di traffic calming”**. EPC Libri. Maggio 2009.

PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

	Argomenti	Riferimenti testi
1	1. INTRODUZIONE: Tipologie di nodi stradali: a raso, a livelli sfalsati e svincoli. Scelta del tipo di intersezione. Parametri di progetto.	Testo 1 Capitolo 1 (pag. 22-50)
2	2. INTERSEZIONI A RASO LINEARI: Principali tipi di intersezioni a raso lineari.	Testo 1 Capitolo 2 (pag. 51-58)
3	2. INTERSEZIONI A RASO LINEARI: Principali tipi di intersezioni a raso lineari. Definizioni e criteri di scelta delle corsie specializzate. Criteri progettuali delle corsie specializzate: Corsia centrale di accumulo. Corsia di entrata. Corsia centrale di immissione. Corsia di uscita. Cigli esterni. Isole di traffico: divisionali, a goccia, direzionali, salvagente.	Testo 1 Capitolo 2 (pag. 61-113)
4	2. INTERSEZIONI A RASO LINEARI: Distanze di visibilità.	Testo 1 Capitolo 2 (pag. 133-138) (pag. 140-141)
5	3. ROTATORIE: Fattibilità e pianificazione: Obiettivi. Analisi del contesto. Condizionamenti specifici del sito. Verifica della disponibilità degli spazi richiesti. Confronto con altre alternative di progetto.	Testo 2 Capitolo 1 (pag. 13-31)
6	3. ROTATORIE: Rotatorie moderne: Normativa italiana. Regola principale di progettazione: controllo della deflessione delle traiettorie. Iter procedurale per la progettazione plano-altimetrica delle rotatorie moderne: Disposizione dei bracci. Inclinazione reciproca dei rami confluenti. Diametro della corona giratoria. Larghezza della corona giratoria. Isola centrale. Isole divisionali. Entrate. Curve d'entrata. Uscite. Curve d'uscita.	Testo 2 Capitolo 1 (pag. 33-86)
7	3. ROTATORIE: Criteri di visibilità. Distanza di visibilità all'intersezione (visibilità a sinistra). Distanza di visibilità per l'arresto. Sezione trasversale della corona giratoria.	Testo 2 Capitolo 2 (pag. 87-96)

8	3. ROTATORIE: Mini-rotatorie: Vantaggi, svantaggi e ambiti applicativi. Criteri progettuali.	Testo 2 Capitolo 3 (pag. 99-117)
9	3. ROTATORIE: Rotatorie di grande diametro: Dimensionamento dei tronchi di scambio. Progettazione geometrica.	Testo 2 Capitolo 4 (pag. 119-133)
10	3. ROTATORIE: Configurazioni a livelli sfalsati: Intersezione a losanga. Intersezione a semi-quadrifoglio. Rotatoria a livelli sfalsati. Rotatoria-bersaglio: doppia rotatoria a livelli sfalsati con corsie di bypass per la svolta a destra.	Testo 2 Capitolo 5 (pag. 135-148)
11	3. ROTATORIE: Turbo-rotatorie: Classificazione delle turbo-rotatorie. Elementi caratteristici e criteri di progettazione.	Testo 2 Capitolo 6 (pag. 149-162)
12	3. ROTATORIE: Sicurezza: Conflitti e punti di conflitto. Incidenti in rotatoria: tipologie e fattori causali.	Testo 2 Capitolo 8 (pag. 197-207) (pag. 212-216)
13	3. ROTATORIE: Prestazioni operative: Acquisizione dei dati di traffico. Metodologie per le analisi prestazionali degli accessi alle rotatorie (metodo dell'HCM Edition 6 (2016), software deterministici, software di micro-simulazione).	Testo 2 Capitolo 11 (pag. 281-312)
14	3. ROTATORIE: Casi particolari e schemi alternativi: Corsie dedicate per la svolta a destra. Rotatorie a fiore. Rotatorie a doppio gomito. Rotatorie con attraversamento viario in sottopasso. Rotatorie attraversate da binari ferroviari. Rotatorie mobili.	Testo 2 Capitolo 12 (pag. 313-337)
15	4. INTERSEZIONI A LIVELLI SFALSATI: Principali schemi di intersezioni a livelli sfalsati. Opere di scavalco. Rampe di interconnessione. Fattori di coordinamento delle rampe. Conformazione planimetrica delle rampe: Tronco di stacco. Tronco intermedio di decelerazione. Tronco a curvatura costante. Tronco intermedio di accelerazione. Tronco di attacco. Tronco finale di raccordo. Conformazione altimetrica delle rampe. Zone di scambio.	Testo 1 Capitolo 6 (pag. 227-282)
16	5. SEGNALETICA STRADALE PER LA SICUREZZA DELLE INTERSEZIONI: Ruolo della segnaletica nella sicurezza stradale. Segnaletica orizzontale. Segnaletica verticale. Segnaletica complementare. Piani segnaletici per intersezioni a raso lineari	Testo 1 Capitolo 7 (pag. 283-

e rotatorie.

321); Testo
2 Capitolo
10 (pag.
269-280)

17	6. DISPOSITIVI PER LA SICUREZZA PASSIVA DELLE STRADE: Dispositivi di ritenuta. Barriere di sicurezza. Schema dell'urto veicolo-barriera. Tipologie di barriere stradali. Condizioni di installazione delle barriere metalliche e delle barriere in calcestruzzo. Sistemi di protezione passiva per i punti singolari. Attenuatori d'urto. Terminali semplici e speciali. Transizioni longitudinali. Dispositivi di ritenuta per i veicoli a due ruote.	Testo 3 Capitolo 7 (pag. 352-390)
18	7. ILLUMINAZIONE STRADALE PER LA SICUREZZA DELLE STRADE: Sicurezza notturna sui rami e sui nodi. Parametri influenzanti la visione notturna. Valori dei parametri illuminotecnici. Zone di studio. Categorie illuminotecniche di riferimento, di progetto e di esercizio. Lampade e apparecchi luminosi. Rappresentazione delle caratteristiche fotometriche. Disposizione dei centri luminosi sugli elementi della rete stradale (curve e aree d'intersezione). Progetto di un impianto di illuminazione stradale.	Testo 3 Capitolo 11 (pag. 741-795)
19	8. ILLUMINAZIONE STRADALE PER LA SICUREZZA DELLE GALLERIE: Illuminazione diurna delle gallerie stradali. Gallerie lunghe e gallerie corte. Progettazione di un impianto di illuminazione artificiale. Illuminazione notturna.	Testo 3 Capitolo 12 (pag. 840-857)
20	8. ILLUMINAZIONE STRADALE PER LA SICUREZZA DELLE GALLERIE: Soluzioni e requisiti illuminotecnici per i tunnel stradali. Luminanza delle pareti e della carreggiata. Uniformità di luminanza. Limitazione dell'abbagliamento. Limitazione dello sfarfallamento (effetto flicker).	Testo 3 Capitolo 12 (pag. 857-861)
21	8. ILLUMINAZIONE STRADALE PER LA SICUREZZA DELLE GALLERIE: Sorgenti luminose da impiegare nei tunnel stradali. Soluzioni impiantistiche. Parzializzazione delle accensioni. Illuminazione di emergenza. Operazioni di manutenzione dell'impianto d'illuminazione.	Testo 3 Capitolo 12 (pag. 861-870)

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame consiste in una prova orale comprendente richiami ai temi progettuali svolti.

Per gli studenti frequentanti è prevista la possibilità di svolgere tre prove (più un'eventuale quarta prova opzionale),

a seguito delle quali scaturirà il voto finale (vengono considerati “frequentanti” gli allievi che avranno acquisito almeno il 70% di presenze alla data di ciascuna delle prove programmate).

Le prove sono indicate di seguito:

1. Prova in itinere	max 10 punti
2. Didattica capovolta	max 10 punti
3. Esercitazione progettuale	max 10 punti
4. Prova orale (opzionale)	max 3 punti

1. **Prova in itinere:** Test a risposta multipla (data di svolgimento: 2 novembre 2022).

Il test si articola su 20 quesiti, suddivisi sugli argomenti del programma indicati di seguito:

- **Tipologie di intersezioni e parametri di progetto** (*capitolo 1 del programma*) - 4 QUESITI
- **Fattibilità e pianificazione delle rotatorie** (*argomenti del capitolo 3 del programma*) - 4 QUESITI
- **Mini-rotatorie** (*argomenti del capitolo 3 del programma*) - 2 QUESITI
- **Rotatorie di grande diametro** (*argomenti del capitolo 3 del programma*) - 2 QUESITI
- **Turbo-Rotatorie** (*argomenti del capitolo 3 del programma*) - 4 QUESITI
- **Casi particolari e schemi alternativi** (*argomenti del capitolo 3 del programma*) - 4 QUESITI

Note:

- la prova in itinere si riterrà superata con il raggiungimento del punteggio minimo pari a 6/10. Qualora tale soglia minima non venisse raggiunta, l'allievo potrà svolgere le prove successive ma dovrà sostenere la prova orale su tutti gli argomenti della prova in itinere entro l'ultimo appello della prima sessione d'esami, fissato per il 3 marzo 2023;
- l'allievo che avrà ottenuto un punteggio medio/basso nella prova in itinere potrà migliorare tale punteggio attraverso il colloquio orale (entro l'ultimo appello della prima sessione d'esami, fissato per il 3 marzo 2023). Tale colloquio avverrà sugli argomenti che, a seguito della prova in itinere, avranno evidenziato le maggiori lacune conoscitive da parte dell'allievo. Sarà cura del docente individuare e comunicare il “debito conoscitivo” all'allievo al fine di consentirgli di adeguare la propria preparazione in vista della prova orale.

2. **Didattica capovolta:** Ciascun allievo redigerà tre presentazioni in Power Point sui seguenti argomenti del programma.

- **Dispositivi per la sicurezza delle barriere stradali** (*capitolo 6 del programma*)
- **Illuminazione stradale per la sicurezza delle strade** (*capitolo 7 del programma*)
- **Illuminazione stradale per la sicurezza delle gallerie** (*capitolo 8 del programma*)

Le tre presentazioni dovranno essere inoltrate per e-mail al corpo docente entro il 5 dicembre 2022.

Le lezioni sui tre argomenti verranno svolte dagli allievi secondo il calendario seguente:

- Dispositivi per la sicurezza delle barriere stradali: 12 dicembre 2022
- Illuminazione stradale per la sicurezza delle strade: 13 dicembre 2022
- Illuminazione stradale per la sicurezza delle gallerie: 14 dicembre 2022

Note:

- la prova di “didattica capovolta” si riterrà superata se verrà valutata dal corpo docente con un punteggio almeno pari a 6/10. Qualora tale soglia minima non venisse raggiunta, l’allievo potrà svolgere la prova successiva e mantenere il punteggio acquisito a seguito della prova in itinere ma dovrà sostenere la prova orale su tutti gli argomenti oggetto della prova di “didattica capovolta” (la prova orale, in ogni caso, dovrà essere svolta entro l’ultimo appello della prima sessione d’esami, fissato per il 3 marzo 2023);
- l’allievo che avrà ottenuto un punteggio medio/basso nella prova di “didattica capovolta” potrà migliorare tale punteggio attraverso il colloquio orale. Tale colloquio avverrà sugli argomenti che, a seguito della prova di “didattica capovolta”, avranno evidenziato le maggiori lacune conoscitive da parte dell’allievo. Sarà cura del docente individuare e comunicare il “debito conoscitivo” all’allievo al fine di consentirgli di adeguare la propria preparazione in vista della prova orale, la quale si dovrà svolgere, in ogni caso, entro l’ultimo appello della prima sessione d’esami, fissato per il 3 marzo 2023).

3. **Esercitazione progettuale:** Ciascun allievo, singolarmente, redigerà l’esercitazione progettuale secondo il programma seguente:

- Scelta dell’intersezione da riqualificare (entro il 12 ottobre 2022)
- Ricostruzione intersezione esistente (consegna: entro il 21 ottobre 2022)
- Riqualificazione geometrica dell’intersezione lineare e verifiche di visibilità (consegna: entro il 21 novembre 2022)
- Progettazione della rotatoria, verifiche di visibilità, progetto della segnaletica e calcolo delle prestazioni operative (consegna: entro il 20 dicembre 2022)

Note:

- L’esercitazione si riterrà valida se verrà valutata dal corpo docente con un punteggio minimo pari a 6/10. Qualora tale soglia minima non venisse raggiunta, l’allievo potrà mantenere il punteggio acquisito a seguito delle prove precedenti ma dovrà adeguare le tavole progettuali e discutere gli elaborati prodotti attraverso la prova orale (entro l’ultimo appello della prima sessione d’esami, fissato per il 3 marzo 2023);
- l’allievo per il quale gli elaborati progettuali avranno ottenuto una valutazione medio/bassa potrà migliorare tale punteggio attraverso l’adeguamento degli elaborati medesimi, purché ciò avvenga entro l’ultimo appello previsto nella prima sessione d’esami (3 marzo 2023).

4. **Prova orale (opzionale):** Gli allievi potranno migliorare il voto ottenuto dalle prove precedenti attraverso lo svolgimento della prova orale che si svolgerà secondo il calendario degli esami e che dovrà essere svolta, in ogni

caso, entro l'ultimo appello della prima sessione d'esami, fissato per il 3 marzo 2023.

Gli allievi che, a seguito delle prove precedenti avranno ottenuto una votazione superiore a 27/30, potranno, a seguito della prova orale, ottenere la lode.

Gli argomenti della prova orale saranno i seguenti:

- **Intersezioni a livelli sfalsati** (*capitolo 4 del programma*)
- **Configurazioni di rotatoria a livelli sfalsati: Intersezione a losanga. Intersezione a semi-quadrifoglio. Rotatoria a livelli sfalsati. Rotatoria-bersaglio: doppia rotatoria a livelli sfalsati con corsie di bypass per la svolta a destra** (*argomenti presenti nel capitolo 3 del programma*)

ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI

Prima parte dell'esame (interrogazione sui temi progettuali svolti):

- A) Criteri di scelta e di progettazione delle corsie specializzate nelle intersezioni a raso di tipo lineare;
- B) Criteri di dimensionamento delle rotatorie;
- D) Distanze di visibilità per le intersezioni a raso (lineari e a circolazione rotatoria);
- E) Piano segnaletico delle intersezioni a raso (lineari e a circolazione rotatoria);
- F) Ipotesi di schemi progettuali alternativi a quelli adottati nelle esercitazioni.

Seconda parte dell'esame (richiami alle tematiche della disciplina):

- A) Peculiarità delle mini-rotatorie;
- B) Il criterio dei tronchi di scambio per il dimensionamento delle rotatorie di grande diametro;
- C) Elementi caratteristici delle turbo-rotatorie;
- D) Corsie dedicate per la svolta a destra nelle rotatorie stradali;
- E) Prestazioni operative delle rotatorie (Capacità, code e livelli di servizio);
- F) Normativa di riferimento sui dispositivi di ritenuta;
- G) Iter procedurale per la scelta del tipo di barriera di sicurezza da installare in specifici ambiti stradali;
- H) Parametri illuminotecnici di riferimento;
- I) Categorie illuminotecniche in base alla Norma UNI 11248;
- J) Disposizione dei centri luminosi nelle intersezioni stradali (lineari, rotatorie e a livelli sfalsati);
- K) Andamento della luminanza all'interno dei tunnel stradali;
- L) Soluzioni impiantistiche relative all'illuminazione dei tunnel stradali (ordinarie e di emergenza) e strategie di manutenzione;
- M) I concetti di illuminazione diurna e notturna delle gallerie;
- N) I concetti di gallerie corte e lunghe dal punto di vista illuminotecnico.

English version