



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DIPARTIMENTO</b>                                     | Ingegneria                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>                          | 2016/2017                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>                       | 2017/2018                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>                        | INGEGNERIA CIVILE                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>INSEGNAMENTO</b>                                     | COMPLEMENTI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI                                                                                                                                                                                       |
| <b>TIPO DI ATTIVITA'</b>                                | B                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>AMBITO</b>                                           | 50353-Ingegneria civile                                                                                                                                                                                                            |
| <b>CODICE INSEGNAMENTO</b>                              | 17616                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>                 | ICAR/04                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>DOCENTE RESPONSABILE</b>                             | GRANA' ANNA                      Professore Ordinario                      Univ. di PALERMO                                                                                                                                        |
| <b>ALTRI DOCENTI</b>                                    |                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>CFU</b>                                              | 9                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>    | 144                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b> | 81                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>PROPEDEUTICITA'</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>MUTUAZIONI</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>ANNO DI CORSO</b>                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>                            | 1° semestre                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>                           | Facoltativa                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>                              | Voto in trentesimi                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>             | <b>GRANA' ANNA</b><br>Lunedì      11:00    12:30    ufficio del docente, su appuntamento<br>Martedì    12:00    13:00    ufficio del docente, su appuntamento<br>Giovedì    12:00    13:00    ufficio del docente, su appuntamento |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PREREQUISITI</b>                      | Nessun prerequisito è obbligatorio; tuttavia è opportuno che gli allievi abbiano già acquisito conoscenze e competenze di base in materia di progetto di strade e di tecnica dei trasporti.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> | <p>Conoscenza e capacita' di comprensione:<br/>L'allievo, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze specialistiche necessarie per affrontare sia l'analisi funzionale delle intersezioni stradali, sia il progetto delle infrastrutture ferroviarie ed aeroportuali. L'allievo sara' in grado di:<br/>i) analizzare i requisiti necessari e gli elementi per la scelta dello schema di intersezione, comunque regolata, e per l'inserimento del nodo nella rete stradale; ii) dimensionare gli elementi componenti lo schema di intersezione; iii) analizzare i requisiti necessari alla localizzazione ed al corretto dimensionamento degli spazi di landside e di airside di un aeroporto; iv) esaminare gli aspetti inerenti all'inserimento del tracciato ferroviario nel territorio.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione:<br/>L'allievo sara' in grado di applicare le conoscenze e le metodologie acquisite durante il corso sia per la focalizzazione degli aspetti territoriali finalizzati all'ubicazione dell'area di incrocio, alla scelta del tipo di intersezione (a raso, semaforizzata o a rotatoria, a livelli sfalsati), ed alla connessione del nodo alla rete viaria (esistente o in progetto), sia per il dimensionamento degli elementi geometrici dello schema di intersezione, compatibilmente ai vincoli (architettonici, topografici e normativi) ed in accordo a criteri basati sulla sicurezza della circolazione e sulla qualita' del deflusso. L'allievo sara', inoltre, in grado di applicare le conoscenze e le metodologie acquisite sia per la focalizzazione degli aspetti territoriali ed ambientali finalizzati alla localizzazione dell'area aeroportuale, in base a criteri di compatibilita' aeromobile-aeroporto, sia per la caratterizzazione fisica delle aree di movimento e di manovra dello scalo aeroportuale e per l'organizzazione degli spazi del complesso terminale, nonche' per il dimensionamento degli elementi che compongono il tracciato piano-altimetrico delle strade ferrate.</p> <p>Autonomia di giudizio:<br/>L'allievo sara' in grado di analizzare e sintetizzare in modo personale le esigenze connesse alla progettazione dell'intersezione stradale sul piano dell'efficienza e della sicurezza dell'esercizio; sapra' esaminare le possibili scelte progettuali alternative sulla base delle verifiche prestazionali e sapra' affrontare i problemi connessi all'attuazione di diverse soluzioni progettuali in relazione al contesto di inserimento.<br/>L'allievo sapra', inoltre, analizzare e sintetizzare in modo personale sia le esigenze connesse alla pianificazione/progettazione dell'infrastruttura aeroportuale sul piano dell'economia, dell'efficienza e della sicurezza dell'esercizio, sia i rischi connessi alla circolazione ferroviaria.</p> <p>Abilita' comunicative:<br/>L'allievo acquisira' la capacita' di illustrare con competenza e proprieta' di linguaggio, anche in contesti specializzati, tematiche inerenti ai contenuti del corso, in particolare quelli riguardanti il calcolo dei livelli di servizio per le infrastrutture viarie di tipo puntuale (intersezioni a raso, rotatorie, rampe, tronchi di scambio), la valutazione di tipo quantitativo e qualitativo della sicurezza stradale, il progetto delle infrastrutture ferroviarie ed aeroportuali.</p> <p>Capacita' d'apprendimento:<br/>L'allievo sara' in grado di affrontare in autonomia le problematiche relative alle infrastrutture viarie di tipo puntuale e di approfondire tematiche complesse sulla sicurezza aeroportuale e ferroviaria, in relazione ai problemi operativi dei contesti lavorativi in cui avra' l'opportunita' di inserirsi.</p> |
| <b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>    | <p>Prova Orale. Presentazione e discussione dei temi progettuali assegnati durante il Corso.</p> <p>Criteri di valutazione:<br/>Lo studente dovra' rispondere almeno a 4 domande orali, su tutti gli argomenti del programma, con riferimento ai testi consigliati. La verifica finale per ciascuno studente, interrogato singolarmente, mira a valutare se ha conoscenza e comprensione degli argomenti e se ha acquisito competenza interpretativa e autonomia di giudizio con riferimento alle esercitazioni (temi progettuali) assegnati durante il corso (cfr "organizzazione della didattica"). La soglia della sufficienza sara' raggiunta se lo studente dimostra conoscenza e comprensione (almeno nelle linee generali) degli argomenti previsti in programma (e spiegati durante il corso) e dimostra competenze applicative minime in ordine alla risoluzione dei casi studio assegnati durante il corso e discussi all'esame. Lo studente deve essere in grado di presentare all'esaminatore e discutere con competenza i temi legati alla verifica funzionale del progetto geometrico delle intersezioni stradali, ed al dimensionamento degli aeroporti, delle ferrovie e delle stazioni ferroviarie. Al di sotto di tale soglia, l'esame risultera' insufficiente.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | Quanto piu, invece, l'esaminando con le sue capacita' argomentative ed espositive riuscirà ad interagire con l'esaminatore, e quanto piu' le sue conoscenze e capacita' applicative vanno nel dettaglio dei contenuti dell'insegnamento, tanto piu' la valutazione sara' positiva. La gamma di gradi di valutazione e' compresa tra 18 e 30 cum laude.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>            | L'obiettivo del corso e' quello di approfondire sia i temi legati alla verifica funzionale del progetto geometrico delle intersezioni stradali, sia quelli inerenti alla progettazione ed al dimensionamento delle infrastrutture ferroviarie ed aeroportuali.<br>Il corso si propone di fornire all'allievo ingegnere idonei strumenti operativi per l'analisi funzionale delle intersezioni stradali, adeguati metodi di valutazione quantitativa/qualitativa della sicurezza e dell'efficienza dell'esercizio viario, nonche' appropriate conoscenze per la progettazione delle infrastrutture aeroportuali e ferroviarie che gli consentiranno di rapportarsi con i tecnici di Enti e/o Societa' di gestione entro cui auspicabilmente si trovera' ad operare.<br>Al fine di ottimizzare la comprensione degli argomenti trattati nella fase di didattica frontale, saranno svolte a cura del docente diverse esercitazioni numeriche, anche incentrate su casi reali. All'allievo saranno assegnati temi progettuali (almeno quattro), da sviluppare in forma autonoma. |
| <b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b> | Lezioni frontali. Esercitazioni in aula a cura del docente. Esercitazioni assegnate allo studente da svolgere in forma autonoma anche in fase di laboratorio progettuale.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>TESTI CONSIGLIATI</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esposito T, Mauro R., 2001. Fondamenti di Infrastrutture Viarie 2: La progettazione funzionale delle strade. Hevelius Ed.</li> <li>- Tesoriere, G., 1993. Strade, Ferrovie, Aeroporti, Infrastrutture aeroportuali Vol. III, UTET, Torino.</li> <li>- Ranzo, A., 2007. Fondamenti di Ingegneria delle Infrastrutture Viarie, Ed. CompoMat, Configni (RI).</li> <li>- Horonjeff, R., McKelvet, F., 2010. Planning and design of airports, MacGraw-Hill, 5th Edition.</li> <li>- Santagata F.A. (a cura di), AAVV. Strade. Pearson, 2016.</li> <li>- Benedetto, A. Strade, ferrovie Aeroporti. UTET, 2015.</li> <li>- Appunti alle lezioni</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4   | Introduzione al corso. Argomenti di Complementi di Strade. La circolazione veicolare: flusso ininterrotto (richiami); flusso interrotto; leggi degli arrivi e distanziamento veicolare.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2   | Generalita' sulle intersezioni stradali: definizione di intersezione; criteri di ubicazione delle intersezioni; classificazione tipologica (intersezioni lineari a raso, intersezioni a livelli sfalsati e/o svincoli, intersezioni semaforizzate e a rotatoria); dimensionamento geometrico-funzionale; manovre; punti di conflitto; aspetti normativi.                                                                                                                         |
| 4   | Intersezioni a raso: schemi di intersezioni a raso; dimensionamento degli elementi geometrici; corsie specializzate e di accumulo; isole di traffico; larghezza degli elementi modulari; triangoli di visibilita'; segnaletica stradale.                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4   | Capacita' e fenomeni di attesa per le intersezioni non semaforizzate: il comportamento dell'utente alle intersezioni stradali; intervallo critico e metodi di stima. Formulazioni teoriche di capacita' per le intersezioni non semaforizzate; ritardi e misure di efficienza; teoria delle code.                                                                                                                                                                                |
| 2   | Analisi funzionale delle intersezioni a raso: ranghi di priorita'; portate di conflitto; impedenze; stima della capacita' e dei ritardi; procedura HCM per il calcolo del livello di servizio.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2   | Intersezioni semaforizzate: progetto del ciclo semaforico; flussi di saturazione e calcolo della capacita, ritardi; procedura HCM per il calcolo del livello di servizio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5   | Dimensionamento ed analisi funzionale delle rotatorie, anche di tipo innovativo: evoluzione e classificazione delle rotatorie; aspetti geometrici, compositivi, progettuali delle configurazioni tipo (mini rotatorie, rotatorie compatte, rotatorie convenzionali); capacita; ritardi; misure di efficienza.                                                                                                                                                                    |
| 3   | Intersezioni a livelli sfalsati: schemi principali; opere di scavalco; rampe; geometria degli elementi modulari; andamento plano-altimetrico delle rampe; zone di scambio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4   | La sicurezza stradale: fenomeno incidentale; definizione e misura della sicurezza; sicurezza oggettiva e sicurezza soggettiva; modelli per lo studio dell'incidentalita' stradale: i metodi reattivi e i metodi preventivi; modelli per la stima della frequenza di incidente (il modello di regressione lineare generalizzato); efficienza delle stime; approccio empirico-bayesiano; fattori di modificazione degli incidenti; Highway Safety Manual; dispositivi di ritenuta. |
| 2   | Argomenti di Infrastrutture aeroportuali.<br>Scenario normativo in campo aeronautico. Enti e associazioni aeronautiche. Il gestore aeroportuale e sua organizzazione. Traffico aereo rilevato negli aeroporti italiani e nel mondo; spazio aereo.                                                                                                                                                                                                                                |
| 2   | La geografia aeroportuale: landside, airside (area di movimento, area di manovra); compatibilita' aeromobili-aeroporto: caratteristiche degli aeromobili in rapporto alle esigenze progettuali di un aeroporto; sistemi di classificazione degli aeroporti; classificazione aeromobili; zone critiche/non critiche in area di movimento; agibilita' piste: metodo ACN/PCN.                                                                                                       |
| 1   | Il master plan aeroportuale: criteri localizzativi e scelta del sito.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2   | Caratteristiche fisiche delle piste di volo: i requisiti progettuali dell'asse pista; distanze dichiarate secondo le norme ICAO; caratteristiche delle superfici associate alle piste di volo; orientamento delle piste e loro disposizione; vie di rullaggio per la circolazione a terra degli aeromobili.                            |
| 2   | Aiuti visivi luminosi e dispositivi di segnalazione orizzontale e verticale (markings e signs in area di movimento).                                                                                                                                                                                                                   |
| 2   | Superfici di delimitazione degli ostacoli e zone di sicurezza nelle aree limitrofe agli aeroporti.                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2   | Il progetto dell'aerostazione ed il calcolo dei livelli operativi di servizio; l'organizzazione delle infrastrutture aeroportuali (lato terra) e dei piazzali di stazionamento degli aeromobili (lato aria).                                                                                                                           |
| 2   | Utilizzazione piste in decollo e atterraggio (manovre in decollo bilanciato, corsa di decollo, spazio di decollo, spazio di atterraggio); acque in aeroporto.                                                                                                                                                                          |
| 2   | La capacita' di un'infrastruttura aeroportuale in rapporto alla configurazione di pista.                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1   | Cenni sugli eliporti.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2   | Sicurezza in campo aeroportuale: safety e security aeroportuale.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2   | Argomenti di Infrastrutture ferroviarie.<br>Evoluzione del sistema ferroviario e consistenza delle ferrovie (cenni); normativa comunitaria e nazionale; enti ferroviari; caratteristiche fondamentali della via ferrata.                                                                                                               |
| 2   | Stazioni ferroviarie e impianti. I piani di stazione attraverso esempi.                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4   | Gradi della progettazione. Andamento plano-altimetrico delle linee ferroviarie; equilibrio dinamico del convoglio in curva (equilibrio perfetto, con difetto ed eccesso di sopraelevazione); questioni connesse alle curve di transizione e ai raccordi altimetrici; geometria del binario e tolleranze di costruzione e di esercizio. |
| 2   | Sezioni tipo costruttive in sede naturale (rilevato-scavo) ed in sede artificiale, schemi tipo; alta velocita; sistemi di segnalamento.                                                                                                                                                                                                |
| ORE | Esercitazioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3   | Il progetto geometrico-funzionale di un'intersezione a raso e piano segnaletico.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3   | Il livello di servizio di un'intersezione non semaforizzata.                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3   | Il livello di servizio di un'intersezione semaforizzata e progetto del ciclo semaforico                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3   | Verifiche di capacita' e ritardo in rotatoria: il caso della single-lane e della multi-lane                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3   | Analisi funzionale delle rampe e delle zone di scambio.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3   | Software per la calibrazione dei modelli predittivi dell'incidentalita. Analisi di sicurezza in intersezioni a raso e a rotatoria. Valutazione dell'efficacia di un trattamento ingegneristico.                                                                                                                                        |
| 3   | Compatibilita' aeromobile-aeroporto: determinazione lunghezza di pista in decollo e atterraggio con ausilio delle tabelle di prestazione. Calcolo dei decolli annuali equivalenti e aereo critico.                                                                                                                                     |
| 3   | Criteri per l'orientamento delle piste di volo: esempi di orientamento, proporzionamento delle superfici associate alla pista.                                                                                                                                                                                                         |
| ORE | Laboratori                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10  | Attivita' di laboratorio progettuale per lo svolgimento delle esercitazioni pratiche e progettuali, pertinenti ai temi del corso ed assegnate allo studente durante le attivita' didattiche.                                                                                                                                           |