

---

# Testi del Syllabus

---

Docente	<b>SPAGNOLI ANDREA</b>	Matricola: <b>004848</b>
Anno offerta:	<b>2013/2014</b>	
Insegnamento:	<b>1002193 - ANALISI STRUTTURALE AVANZATA</b>	
Corso di studio:	<b>5011 - INGEGNERIA CIVILE</b>	
Anno regolamento:	<b>2013</b>	
CFU:	<b>9</b>	
Settore:	<b>ICAR/08</b>	
Tipo attività:	<b>B - Caratterizzante</b>	
Partizione studenti:	<b>-</b>	
Anno corso:	<b>1</b>	
Periodo:	<b>I° semestre</b>	

---



# Testi in italiano

## Tipo testo

## Testo

### Lingua insegnamento

Italiano

### Contenuti

Il Corso è organizzato in quattro moduli didattici.

Modulo didattico 1: Piastre inflesse

Definizione del problema

Ipotesi cinematiche di Kirchhoff

Componenti di spostamento, deformazione, tensione e caratteristiche di sollecitazione

L'equazione di Germain-Lagrange della superficie elastica

Le condizioni al contorno

I momenti principali

Soluzione mediante procedimento alle differenze finite

La piastra rettangolare: soluzione di Navier mediante serie doppie; soluzione di Lévy mediante serie semplice

Modulo didattico 2: Lastre curve

Caratteristiche geometriche delle superfici

Lastre di rivoluzione

Condizioni di carico assialsimmetrico

Regime membranale per lastre assialsimmetriche (serbatoi, contenitori, cupole, ecc.): azioni interne e spostamenti

Regime flessionale per lastre cilindriche

Modulo didattico 3: Calcolo a rottura

Comportamento non-lineare di un materiale: la plasticità (funzione di snervamento, incrudimento isotropo e cinematico, legge di flusso associata e non). Criteri di snervamento per i materiali più comuni.

Comportamento idealmente plastico e collasso plastico. Collasso plastico di travi inflesse: cerniera plastica, calcolo del momento limite per sezioni simmetriche e non, sollecitazioni composte e curve limite.

Analisi evolutiva di sistemi di travi elasto-plastiche. Meccanismo di collasso. Analisi limite. Teoremi fondamentali (teorema statico e teorema cinematico).

Sistemi reticolari. Sistemi di travi caricate proporzionalmente da forze concentrate (metodo della combinazione dei meccanismi) o da forze distribuite.

Piastre inflesse (yield-line method e strip method).

Modulo didattico 4: Stabilità dell'equilibrio

Sistemi elastici discreti: stazionarietà e minimo dell'energia potenziale totale, teoria del secondo ordine, carico critico euleriano (criterio statico e criterio energetico).

Instabilità flessionale di aste compresse: casi fondamentali, sistemi di aste.

Equilibrio delle funi come caso particolare di equilibrio variato della trave inflessa (funi molto tese e funi poco tese)

Instabilità flessione-torsionale.

Instabilità di lastre piane.

Calcolo del carico critico secondo il metodo degli elementi finiti.

Cenni sul comportamento post-critico. Aste compresse e aste presso-inflesse: effetti della non linearità di materiale e delle imperfezioni sulla capacità portante, curve di stabilità teorica e reale.

Problemi non euleriani: archi ribassati.

### Testi di riferimento

Testi consigliati:

O. Belluzzi "Scienza delle Costruzioni" Vol. I e Vol. III, Zanichelli, Bologna.

A. Carpinteri "Analisi non-lineare delle strutture", Ed. Pitagora, Bologna, 1998.

L. Corradi dell'Acqua "Meccanica delle strutture" Vol. II e Vol. III, McGraw-Hill, Milano.

## Tipo testo

## Testo

Testi di approfondimento:

L. Corradi dell'Acqua "Instabilità delle strutture", CLUP, Milano, 1978.  
M. Jirasek, Z.P. Bazant "Inelastic analysis of structures", J.Wiley & Sons, New York, 2001.  
S.P. Timoshenko, K.S. Woinowsky "Theory of plates and shells", McGraw-Hill, New York, 1987.  
S.P. Timoshenko, J.M. Gere "Theory of elastic stability", McGraw-Hill, New York, 1985.

Slides e appunti del corso sono disponibili sul portale [lea.unipr.it](http://lea.unipr.it)

## Obiettivi formativi

Conoscenze e capacità di comprensione:

Al termine del corso, lo studente avrà acquisito le basi teoriche e gli strumenti applicativi dell'analisi strutturale avanzata in campo lineare e non-lineare, con particolare riferimento alle teorie strutturali per elementi monodimensionali (funi, bielle e travi) e bidimensionali (lastre, piastre e gusci). Relativamente al campo non-lineare, verranno forniti i concetti fondamentali del calcolo a rottura e della stabilità dell'equilibrio applicati alle strutture mono e bidimensionali dell'ingegneria civile.

Competenze:

Al termine del corso, lo studente avrà acquisito la capacità di valutare il comportamento meccanico in campo lineare elastico di strutture bidimensionali. Verranno inoltre acquisite le metodologie per la valutazione della capacità portante di una struttura legata al raggiungimento della resistenza del materiale (calcolo a rottura) o alla perdita di rigidità della stessa (stabilità dell'equilibrio).

Capacità comunicative:

Al termine del corso, lo studente dovrebbe aver acquisito una proprietà di linguaggio tecnico tale da permettere una corretta ed efficace presentazione dei propri risultati.

## Prerequisiti

E' utile avere conoscenza del software Excel.

## Metodi didattici

Il corso è articolato in lezioni teoriche ed esercitazioni applicative. Per ogni argomento trattato, le esercitazioni vengono programmate in modo che lo studente possa affrontare la risoluzione dei problemi formulati precedentemente in forma teorica.

Le lezioni teoriche e le esercitazioni applicative vengono svolte alla lavagna avvalendosi delle proiezioni di slides, disponibili sul portale [lea.unipr.it](http://lea.unipr.it).

## Altre informazioni

E' caldamente consigliata la frequenza del corso

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Il giudizio dell'apprendimento dello studente è formulato sulla base di una prova scritta finale.

La prova finale risulta pesata come segue:

- 70% applicazione della teoria agli esercizi (competenza);
- 20% domande teoriche (conoscenza);
- 10% chiarezza di esposizione (capacità comunicativa).



# Testi in inglese

## Tipo testo

## Testo

### Lingua insegnamento

Italian

### Contenuti

The course is organized in four modules.

#### Module 1: Plates

Statement of the problem

Kinematic hypotheses of Kirchhoff

Components of displacements, strains, stresses; internal reaction characteristics

Differential equation of the elastic surface (or differential equation of Germain-Lagrange)

Boundary conditions

Principal moments

Approximate solutions through finite difference method

Simply supported rectangular plates: Navier solution and Lévy solution

#### Module 2: Shells

Characteristics of surfaces

Shells of revolution

Axisymmetric loading conditions

Membrane regime for axisymmetric shells (reservoir, pressure vessels, domes, etc.): internal reactions and displacements

Bending regime in cylindrical shells

#### Module 3: Plastic limit analysis

Material non-linear behaviour: plasticity (yielding function, isotropic and kinematic hardening, associative and non-associative flow rule). Yielding criteria for structural materials.

Perfectly plastic behaviour and plastic collapse. Plastic collapse of beams under bending: plastic hinge, limit moment for symmetric and non-symmetric cross-sections, combined actions and limit curves.

Incremental analysis of elastic-plastic frames. Collapse mechanisms. Theorems of limit analysis (static and kinematic theorems).

Lattice structures and frames under proportional point loads (method of the combination of mechanisms) and under distributed loads. Frames under non-proportional loads.

Limit loads of plates (yield line theory and strip method).

#### Module 4: Stability of equilibrium

Discrete elastic systems: stationarity and minimum of total potential energy, theory of the second order, critical Euler load (static and energetic criteria).

Flexural stability of axially compressed beams: fundamental cases, frames, beams with curved axis.

Equilibrium of cables as a particular case of the differential equations of beam-columns.

Torsional stability of beams under axial compressive load or bending.

Stability of plates.

Determination of the critical load: Rayleigh-Ritz method, finite element method. Post-critical behaviour.

Beams under axial compressive load and bending: effects of material non-linearity and imperfections on load-carrying capacity, stability curves.

Snap-through instability of shallow arches.

### Testi di riferimento

Recommended textbooks:

O. Belluzzi "Scienza delle Costruzioni" Vol. I e Vol. III, Zanichelli, Bologna.

A. Carpinteri "Analisi non-lineare delle strutture", Ed. Pitagora, Bologna, 1998.

## Tipo testo

## Testo

L. Corradi dell'Acqua "Meccanica delle strutture" Vol.II e Vol.III, McGraw-Hill, Milano.

Additional textbooks:

L. Corradi dell'Acqua "Instabilità delle strutture", CLUP, Milano, 1978.

M. Jirasek, Z.P. Bazant "Inelastic analysis of structures", J.Wiley & Sons, New York, 2001.

S.P. Timoshenko, K.S. Woinowsky "Theory of plates and shells", McGraw-Hill, New York, 1987.

S.P. Timoshenko, J.M. Gere "Theory of elastic stability", McGraw-Hill, New York, 1985.

Teaching material available via the portal [lea.unipr.it](http://lea.unipr.it)

## Obiettivi formativi

Knowledge and understanding:

At the end of the course, the student will acquire the theoretical basis and the application tools of advanced structural analysis in both the linear and non-linear regimes, with particular reference to structural theories of one-dimensional elements (cables, trusses and beams) and two-dimensional (plates and shells). With regard to the non-linear regime, the basic concepts for the calculation of both plastic design and buckling design of one- and two-dimensional civil engineering structures will be provided.

Applying knowledge and understanding:

At the end of the course, the student will acquire the ability to understand the mechanical behavior of the linear elastic two-dimensional structures. He/she will also acquire the methodologies for calculating the load bearing capacity of a structure, related to the attainment of the material resistance (plastic collapse) or the loss of structure stiffness (buckling collapse).

Communication skills:

At the end of the course, the student should have acquired a command of the technical language to allow a proper and effective presentation of the results.

## Prerequisiti

It is useful to have familiarity with the basic features of Microsoft Excel.

## Metodi didattici

The course consists of theoretical lessons and practical exercises. For each topic, exercises are planned so that the student can deal with the resolution of the problems previously formulated in theoretical form. The theoretical lessons and practical exercises are carried out on the blackboard together with the showing of slides, which are available on the portal [lea.unipr.it](http://lea.unipr.it).

## Altre informazioni

It is strongly recommended to attend lessons.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

The assessment of student learning is formulated on the basis of a final written exam.

The final exam is weighted as follows:

- 70% application of the theory to exercises (applying knowledge and understanding);
- 20% theoretical questions (knowledge and understanding);
- 10% clarity of presentation (communication skills).