



Classe di Concorso: C430 – Laboratorio Tecnologico per l'Edilizia ed Esercitazioni di Topografia

Traccia prova orale: Diagrammi N, T, M di strutture isostatiche

Bari, 16/07/2013

Candidato  
Salvatore GARISTA:



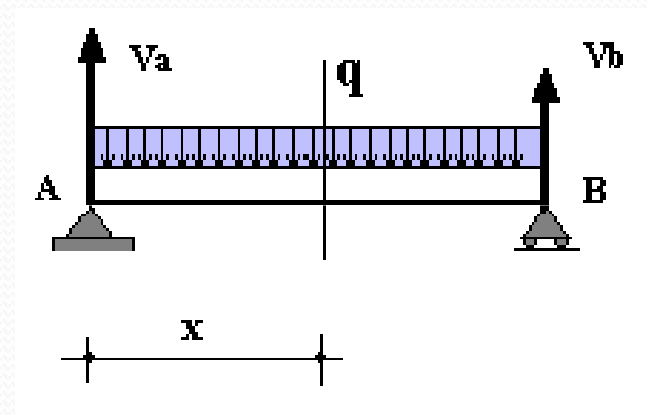
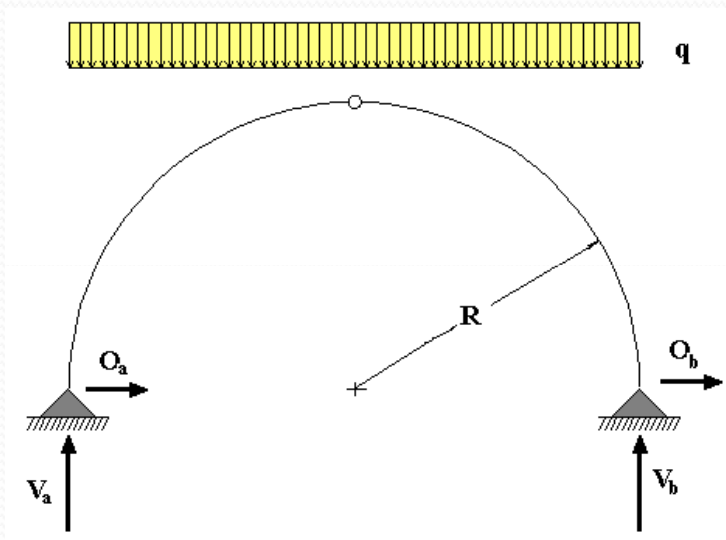
# STRUTTURA DELL'ESPOSIZIONE

**Argomento: Diagrammi N,T,M di strutture isostatiche**

- **PRIMA PARTE: PROGETTAZIONE DIDATTICA**
- **SECONDA PARTE: ESPOSIZIONE DELL'ARGOMENTO**

# PROGETTAZIONE DIDATTICA

## Modulo didattico: EQUILIBRIO DEI CORPI RIGIDI E SOLLECITAZIONI



Il modulo si occupa delle tematiche connesse allo studio delle forze e delle reazioni vincolari, determinazione delle sollecitazioni interne delle strutture isostatiche, costruzione di diagrammi convenzionali delle sollecitazioni di sforzo normale ( $N$ ), taglio ( $T$ ) e momento flettente ( $M$ )

# CONTESTUALIZZAZIONE U.d.A.

## ***Modulo: Equilibrio dei corpi rigidi e sollecitazioni***

**Unità didattica 1:** Condizioni di equilibrio statico, tipi di vincolo, strutture isostatiche

**Unità didattica 2:** Classificazione e calcolo delle sollecitazioni interne

**Unità didattica 3:** Diagrammi N, T, M di strutture isostatiche

**UNITA' DIDATTICA di APPRENDIMENTO TRATTATA: U.D. 3**

# INTRODUZIONE (a chi è rivolta)

<b>CLASSE:</b>  3° anno (2° biennio) 2° quadrimestre	<b>DISCIPLINA:</b>  Laboratorio Tecnologico per l'Edilizia ed esercitazioni di Topografia	<b>ISTITUTO TECNICO</b>  Settore: Tecnologico  Indirizzo: Costruzioni, Ambiente e Territorio (C9)	<b>DURATA:</b>  2 ore
--	--	--	-----------------------------

## PREREQUISITI RICHIESTI PER SVOLGERE L'ATTIVITA' MODULARE:

*Conoscere le tecniche di studio dei vettori (concetto di vettore di forza e momento) ;*

*Saper risolvere sistemi di equazioni a più incognite determinati;*

*Conoscere le tipologie di vincolo delle strutture ;*

*Conoscere le unità di misura delle forze, e delle sollecitazioni;*

*Conoscere i metodi di sovrapposizione grafica di diagrammi;*

## OBBIETTIVI DA RAGGIUNGERE (della scuola)

- educativi,
- didattici;
- specifici.

# OBIETTIVI EDUCATIVI

- 1) **rispetto nei confronti delle persone:** alunni, docenti e tutto il personale della scuola;
- 2) **rispetto delle regole** (in particolare rispetto degli orari, delle norme riguardanti le assenze, le giustificazioni);
- 3) **rispetto delle strutture scolastiche** (aule, arredi, laboratori, servizi);
- 4) **sviluppo del senso di responsabilità** sia individuale che collettiva (correttezza di comportamento nelle assemblee di classe, di istituto ...);
- 5) **capacità di intervenire in un dialogo** in modo ordinato e produttivo;
- 6) **consapevolezza dei propri diritti e doveri** sia in ambito scolastico che al di fuori della scuola;
- 7) **sviluppare spirito critico** negli alunni e insegnare loro a “leggere la realtà”;
- 8) **riflettere sui propri punti di forza e di debolezza;**
- 9) **acquisizione e gestione di un efficace metodo di studio;**
- 10) **acquisizione della consapevolezza del valore formativo ed educativo dello studio;**
- 11) **puntualità nelle consegne.**

# OBIETTIVI DIDATTICI

**Acquisire un metodo di lavoro efficace**, sapendo quindi:

- prendere appunti;
- pianificare in modo efficace il lavoro domestico;
- utilizzare opportunamente i libri di testo;
- distinguere le informazioni principali e quelle secondarie;

**Sviluppare capacità logiche**

- operare sintesi;
- cogliere analogie, differenze, correlazioni;
- riconoscere e creare semplici collegamenti tra le diverse discipline, allo scopo di raggiungere l'unitarietà dei saperi;
- applicare regole e principi;
- sviluppare le abilità di analisi e interpretazione dei testi.

# OBIETTIVI SPECIFICI

## **Conoscenze** *(assimilazione di informazioni)*

Conoscenza delle caratteristiche delle sollecitazioni N,T,M;

Conoscenza del metodo di calcolo analitico delle N,T,M

Rappresentazione grafica (convenzionale) delle sollecitazioni N,T,M;

## **Abilità** *(capacità di applicare le conoscenze)*

Utilizzare le conoscenze acquisite per risolvere problemi proposti;

Esporre e argomentare oralmente o per iscritto usando i termini propri del linguaggio specifico;

Disegnare correttamente (in scala) I diagrammi di N, M, T;

## **Competenze** *(capacità di utilizzare in un determinato contesto conoscenze e abilità)*

Capacità di utilizzare le nozioni introdotte nell'unità didattica applicandole alle varie problematiche ed ai vari contesti;

Saper individuare nella pratica professionale le tipologie di strutture isostatiche;

Saper redigere gli elaborati tecnici di calcolo convenzionali per una semplice e universale lettura.



# METODOLOGIA

**Metodo partecipativo.** Durante la lezione gli studenti possono porre domande e intervenire secondo modalità concordate: periodi di ascolto si alternano a periodi di intervento.

La partecipazione degli studenti si completa con esercizi applicativi o altre attività comuni.

La metodologia di insegnamento valorizza gli aspetti pratici (che generalmente attivano l'attenzione e la voglia di apprendimento degli studenti) ed introduce ad esperienze professionali, nell'uso di strumenti tecnici ed informatici.

Le metodologie utilizzate saranno:

•**problem solving (trovare una soluzione):** l'allievo deve trovare la soluzione ad un problema attraverso delle azioni così schematizzate: focalizzare, analizzare, risolvere ed eseguire.

•**learning by doing: (imparare facendo)** l'allievo persegue un obiettivo professionale concreto applicando ed utilizzando le conoscenze e le abilità funzionali al raggiungimento dell'obiettivo. Dovrà trattarsi di un obiettivo in grado di motivarlo ed indurlo a mettere in gioco le sue conoscenze pregresse creando una situazione ideale per l'integrazione delle nuove conoscenze.

•**Project work (lavorare su un progetto):** Gli allievi, in maniera autonoma, divisi in gruppi e col supporto dei docenti, sviluppano un progetto, applicando e collegando le tecniche, le conoscenze e le competenze acquisite in aula ed esprimendo nuove potenzialità, nuove risorse e nuovi talenti.

•**Collegamenti interdisciplinari e multidisciplinari** Nel corso della lezione si tenderà a canalizzare la discussione in modo da renderla interattiva, nel contempo verranno anche dati degli spunti per sollecitare gli alunni a fare dei collegamenti interdisciplinari con le materie: geometria, matematica, disegno tecnico ed anche con gli altri moduli precedenti per creare una certa continuità e propedeuticità.



# BES Bisogni Educativi Speciali 1

Viene indicata come area dei Bisogni Educativi Speciali (in altri paesi europei: Special Educational Needs).

Quella che comprende tre grandi sotto-categorie:

quella della **disabilità**;

quella dei **disturbi evolutivi specifici**

e quella dello **svantaggio socio-economico, linguistico, culturale**.

Per “**disturbi evolutivi specifici**” intendiamo, oltre i disturbi specifici dell’apprendimento, anche i deficit del linguaggio, delle abilità non verbali, della coordinazione motoria, ricomprendendo – per la comune origine nell’età evolutiva – anche quelli dell’attenzione e dell’iperattività, mentre il funzionamento intellettivo limite può essere considerato un caso di confine fra la disabilità e il disturbo specifico.

# BES Bisogni Educativi Speciali 2

In particolare, per gli studenti con **BES**, si tiene conto del protocollo per la redazione del **PDP** conforme alla **legge 170/2010** (se in presenza di Disturbi Evolutivi Specifici DSA, ADHD, Funzionamento cognitivo Limite), oppure si redige il **PEI** conforme alla legge n. 104 del 5 febbraio 1992, (per studenti con disabilità) favorendo in entrambi i casi una didattica di **tipo inclusivo** attraverso:

- apprendimento collaborativo favorendo le attività in piccoli gruppi;
- strutturazione degli obiettivi di un compito in “sotto obiettivi”;
- uso di schemi grafici relativi all’argomento di studio (**mappe concettuali**), per orientare l’alunno nella discriminazione delle informazioni essenziali, impostando una didattica multimediale, con l’ausilio di video e programmi specifici esercitazioni pratiche che possano compensare eventuali deficienze da parte dello studente;

# DSA – Disturbi Specifici d'Apprendimento

La legge n° 170 dell' 8 ottobre 2010 riconosce la dislessia, la disgrafia, la disortografia e la discalculia quali disturbi specifici di apprendimento, di seguito denominati «DSA», che si manifestano in presenza di capacità cognitive adeguate, in assenza di patologie neurologiche e di deficit sensoriali.

**Dislessia**, un disturbo specifico che si manifesta con una difficoltà nell'imparare a leggere, in particolare nella decifrazione dei segni linguistici, ovvero nella correttezza e nella rapidità della lettura; è caratterizzato da inversione di lettere e sillabe, confusione di fonemi simili, mutilazione di parole, è accompagnata spesso da anomalie della percezione, spesso associata a disgrafia e discalculia.

**Disgrafia**, un disturbo specifico di scrittura che si manifesta in difficoltà nella realizzazione grafica.

**Disortografia**, un disturbo specifico di scrittura che si manifesta in difficoltà di rispettare le regole nel passare dal linguaggio parlato a quello scritto.

**Discalculia**, un disturbo specifico che si manifesta con una difficoltà negli automatismi del calcolo e dell'elaborazione dei numeri.

# STRUMENTI DIDATTICI

Libro di testo;

Dispense;

Fotocopie;

Riviste;

Materiale per il disegno e la progettazione;

Computer e tablet supporti multimediali;

Software tecnici;

Calcolatrice scientifica.

## **PER GLI ALUNNI CON DSA**

E-book;

Software (LEGGITESTI, LEGGOFACILE ecc.);

Software di riconoscimento vocale per la dettatura;

Schemi, grafici, mappe concettuali e formulari;

# VERIFICHE E VALUTAZIONE

Saranno eseguite delle verifiche per valutare il grado di apprendimento raggiunto da ogni studente alla fine di ogni modulo (**verifiche sommative**), mentre alla fine di ogni unità didattiche verranno valutate le conoscenze acquisite tramite prove estemporanee (**verifiche formative**).

La valutazione finale terrà conto delle verifiche formative e sommative, nonché dell'impegno, della partecipazione e del progresso rispetto al livello di partenza.

I criteri della valutazione degli alunni saranno improntati alla trasparenza ed alla tempestività secondo le indicazioni del collegio dei docenti.

## **PER GLI ALUNNI CON DSA**

organizzazione di interrogazioni programmate;

concedere tempi più lunghi per le verifiche;

non considerare gli errori ortografici;

ove possibile somministrare verifiche in modalità orale;

nel valutare gli elaborati scritti tener conto in maniera superiore del contenuto rispetto alla forma;

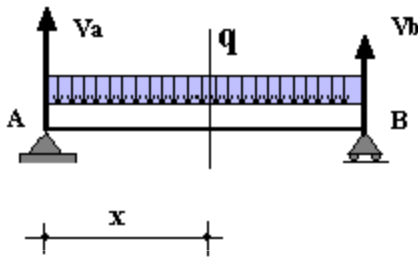
far prevalere il voto ottenuto nelle verifiche orali su quelle scritte.



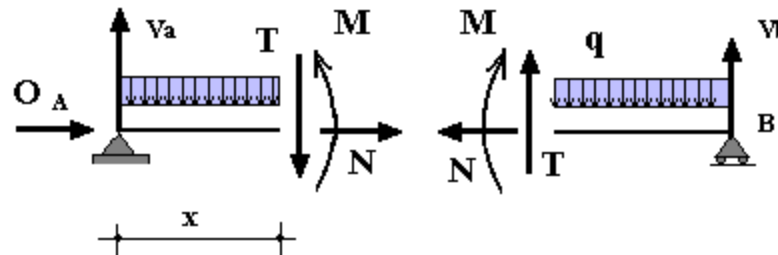
# **DIAGRAMMI N, T, M di strutture isostatiche**

## Sollecitazioni interne

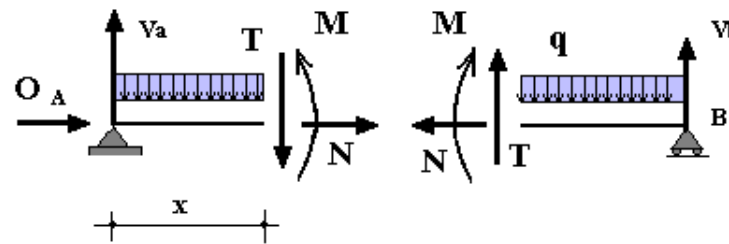
Consideriamo una trave isostatica (che in seguito definiremo), vincolata con un appoggio semplice ed una cerniera e sottoposta ad un carico uniformemente ripartito, consideriamo inoltre una generica sezione posta a distanza  $x$  dall'appoggio A.



Separiamo i due pezzi di trave "tagliati" dalla sezione, applichiamo ad esse le azioni che si scambiavano quando erano unite. Qualsiasi siano queste azioni, possono essere ricondotte ad una forza parallela alla sezione, che viene detta **Taglio** e indicata con **T**, ad una forza perpendicolare alla sezione, che viene detto **sfuerzo normale** ed indicato con **N** e ad un **momento flettente** che viene indicato con **M**.





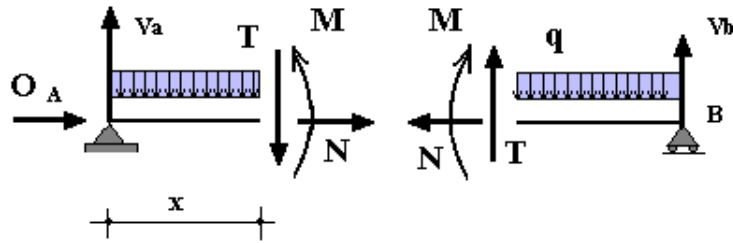


Ovviamente, gli sforzi che il tratto di destra esercita sul tratto di trave di sinistra sono uguali e contrari agli sforzi che il tratto di sinistra esercita su quello di destra (azioni e reazioni). Per calcolare tali azioni scriviamo le tre equazioni di equilibrio: equilibrio alla traslazione verticale, equilibrio alla traslazione orizzontale ed equilibrio alla rotazione, possiamo scrivere tali equazioni di equilibrio, dopo avere calcolato le reazioni vincolari.

**Avremo quindi, considerando il tratto di sinistra:**

$$\begin{cases} V_A - q \cdot x - T = 0 \\ O_A + N = 0 \\ V_A \cdot x - q \cdot x \cdot \frac{x}{2} - M = 0 \end{cases}
 \quad
 \begin{cases} -T = -V_A + q \cdot x \\ N = -O_A \\ -M = -V_A \cdot x + q \cdot x \cdot \frac{x}{2} \end{cases}
 \quad
 \begin{cases} T = V_A - q \cdot x \\ N = -O_A \\ M = V_A \cdot x - q \cdot \frac{x^2}{2} \end{cases}$$

Come possiamo vedere, **per il tratto di trave di sinistra**, danno taglio positivo le forze poste a sinistra della sezione se dirette verso l'alto, sforzo normale positivo, quelle dirette verso sinistra (che in definitiva provocano trazione nella trave), e momento positivo quelle forze che ruotano in senso orario.



Lo stesso ragionamento possiamo fare considerando il tratto di destra, solo che in quel caso saranno positive le forze opposte alle precedenti.

**Possiamo dire allora che :**

**Il taglio in una sezione generica è pari alla somma di tutte le forze parallele alla sezione considerata e poste a sinistra o a destra della sezione stessa;**

**Il momento in una sezione generica è pari alla somma dei momenti di tutte le forze poste a destra o a sinistra della sezione stessa;**

**Lo sforzo normale in una sezione è pari alla somma di tutte le forze normali poste a destra o a sinistra della sezione considerata. (E' evidente che nel caso specifico sarà  $N=0$  poichè  $O_a = 0$ ).**

Per quanto riguarda i segni, consideriamo positive le forze se sono dirette secondo la convenzione, detta di **De Saint Venant**, riportata in alto a destra, facendo attenzione nel confrontare le forze di destra, con la parte destra dello schema, viceversa per la parte sinistra dello schema.

Dalle equazioni viste in precedenza si desume, che nel caso di trave sottoposta ad un carico uniformemente distribuito, il taglio varia con una legge di primo grado, cioè è una **retta**, mentre il momento varia con una legge di secondo grado, cioè è una **parabola**. Eseguendo lo stesso tipo di ragionamento nel caso di trave caricata con forze concentrate, si può vedere che il taglio ha sempre andamento **rettilineo** però **parallelo** all'asse della trave, mentre il momento ha andamento anche esso **rettilineo**.

## struttura isostatica

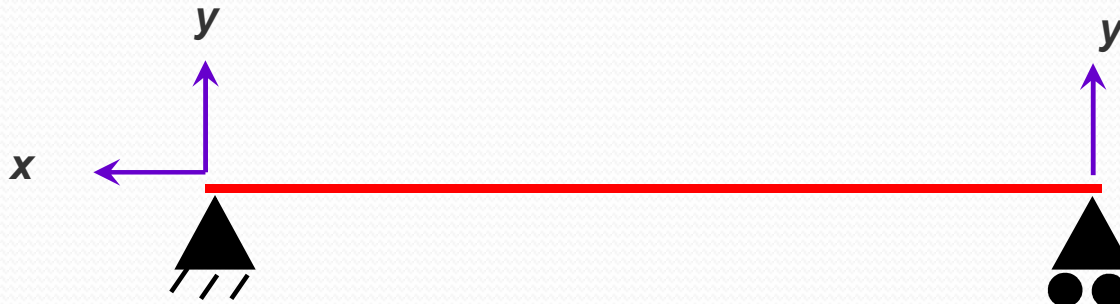
Una struttura si definisce isostatica quando il grado di iperstaticità è nullo

Ovvero quando  $h = v - g \cdot m$

Dove:  $g$  = gradi di libertà del corpo rigido (**nel piano 3** nello spazio 6)

$m$  = n° di corpi rigidi (aste)

$v$  = n° gradi di vincolo



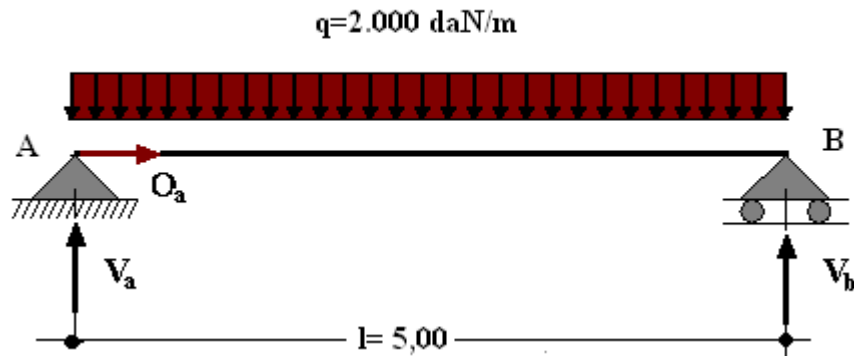
Dove:  $g = 3$

$m = 1$  (asta)

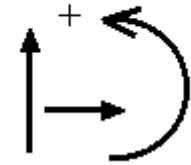
$v = 2 + 1 = 3$

Quindi  $h = 3 - 3 \cdot 1 = 0$

## Esercizio N. 1 – Trave appoggiata con carico uniformemente distribuito



Convenzione dei segni



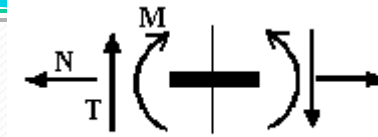
Si ricorda che il carico uniformemente ripartito  $q$  è il carico che agisce su di un metro di trave. Scegliamo come punto rispetto al quale calcolare i momenti, il punto **A**.

$$\begin{cases} O_a = 0 \\ V_a + V_b - q \cdot l = 0 \\ V_b \cdot l - q \cdot l \cdot \frac{l}{2} = 0 \end{cases}$$

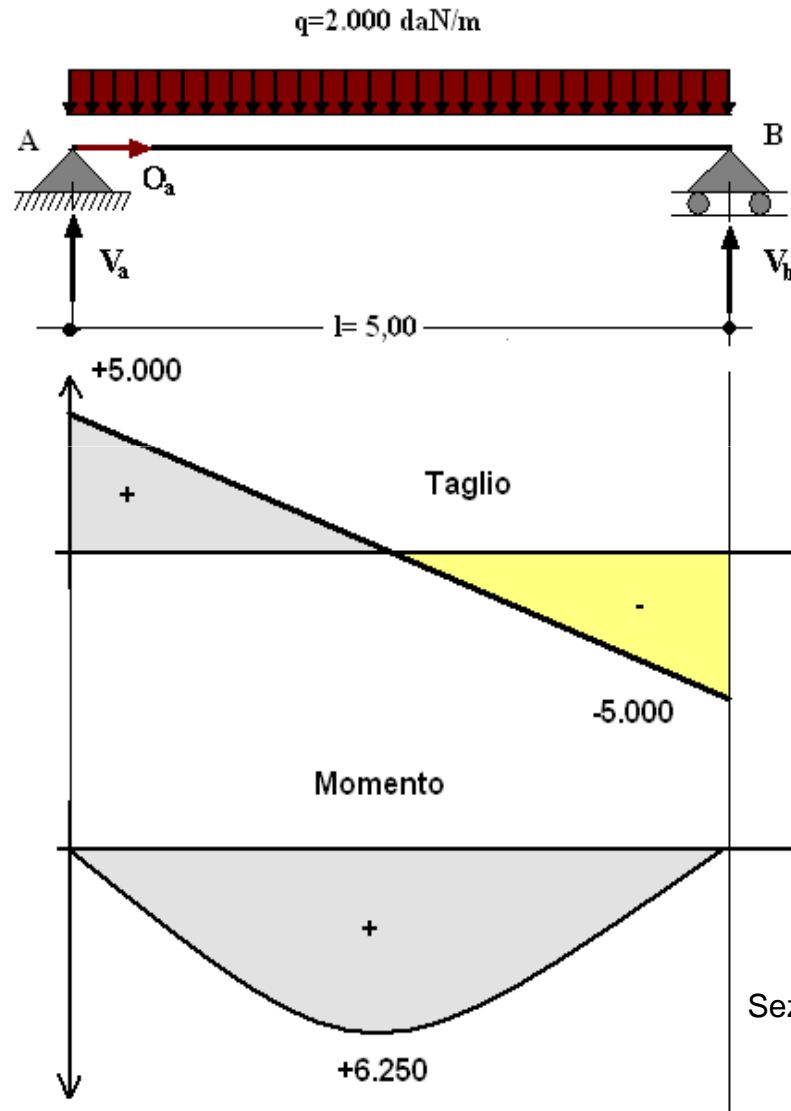
$$\begin{cases} O_a = 0 \\ V_a + V_b - 2.000 \cdot 5 = 0 \\ V_b \cdot 5 - 2.000 \cdot 5 \cdot \frac{5}{2} = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} O_a = 0 \\ V_a + V_b - 10.000 = 0 \\ V_b \cdot 5 - 25.000 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} O_a = 0 \\ V_a + V_b = 10.000 \\ V_b \cdot 5 = 25.000 \end{cases} \quad \begin{cases} O_a = 0 \\ V_a = 10.000 - V_b \\ V_b = \frac{25.000}{5} = 5.000 \text{ daN} \end{cases} \quad \begin{cases} O_a = 0 \\ V_a = 10.000 - 5.000 = 5.000 \text{ daN} \\ V_b = 5.000 \text{ daN} \end{cases}$$

## Esercizio N. 1 – Trave appoggiata con carico uniformemente distribuito



Convenzione dei segni



Il taglio sarà ancora una volta una **retta**, per tracciarlo bastano quindi i valori del punto A e nel punto B.

Nella sezione A conviene guardare le forze a sinistra:

$$T_{A+} = V_a = 5.000 \text{ daN}$$

Nella sezione B conviene guardare le forze a destra:

$$T_{B-} = -V_b = -5.000 \text{ daN}$$

Il momento sarà invece una **parabola** essendo il carico uniformemente distribuito.

Per tracciare la parabola calcoliamo i valori in corrispondenza degli appoggi A e B ed il valore a metà trave.

Sezione A, guardiamo a sinistra:

$$M_A = V_a \cdot 0 = 0 \text{ daNm}$$

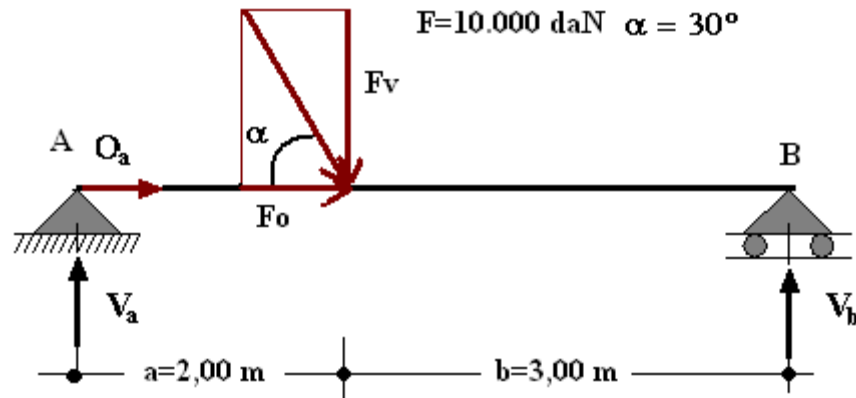
Sezione B guardiamo a destra:

$$M_b = V_b \cdot 0 = 0 \text{ daNm}$$

Sezione a metà tra gli appoggi:

$$M\left(\frac{l}{2}\right) = V_A \cdot \frac{l}{2} - q \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} = 5.000 \cdot \frac{5}{2} - 2.000 \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{5}{4} = 6.250 \text{ daNm}$$

## Esercizio N. 2 – Trave appoggiata con forza concentrata inclinata



$$F_v = F \cdot \sin \alpha = 10.000 \cdot \sin 30^\circ = 5.000 \text{ daN}$$

$$F_o = F \cdot \cos \alpha = 10.000 \cdot \cos 30^\circ = 8.660,24 \text{ daN}$$

$$V_a = 3.000 \text{ daN}$$

$$V_b = 2.000 \text{ daN}$$

$$O_a = -8.660,24 \text{ daN} \text{ (Il segno meno di } O_a \text{ indica che essa è diretta in realtà verso sinistra)}$$

Calcoliamo i valori per tracciare il diagramma del **taglio**. Ormai sappiamo che in presenza di forze concentrate l'andamento è rettilineo ed è costante a tratti, ossia il diagramma è formato da segmenti **paralleli** alla trave.

Abbiamo scomposto la forza inclinata in due componenti orizzontale e verticale e ricordiamo che le forze che provocano taglio sono quelle parallele alla sezione (in questo caso, quindi, le forze **verticali**)

### Taglio

Sezione A+, guardiamo a sinistra:

$$T_{A+} = V_a = 3.000 \text{ daN}$$

Sezione prima della Forza, guardiamo sempre a sinistra:

$$T_{F-} = 3.000 \text{ daN (sempre } V_a)$$

Sezione dopo la forza F, sempre guardando a sinistra:

$$T_{F+} = V_a - F_v = 3.000 - 5.000 = -2.000 \text{ daN;}$$

## Momento flettente

$$M_A = M_B = 0$$

$$M_{F+} = V_a * a = 3.000 * 2,00 = 6.000 \text{ daN} ;$$

$$M_{F-} = V_b * b = 2.000 * 3,00 = 6.000 \text{ daN (per congruenza);}$$

## Sforzo normale

Sezione A+, guardiamo a sinistra e vediamo la forza  $O_A$  diretta verso destra, quindi in base a De Saint Venant avremo:

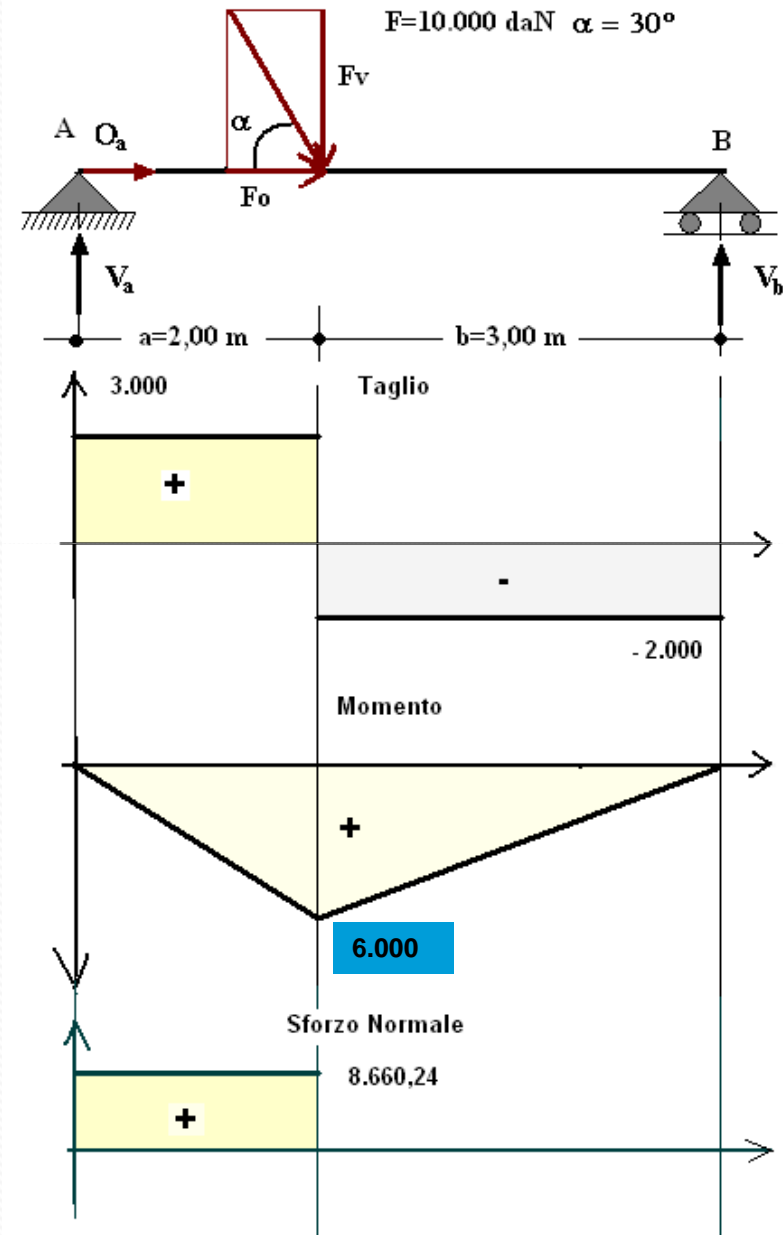
$$N_{A-} = -O_A = -(-8.660,24) = 8.660,24 \text{ daN}$$

Sezione subito prima della forza, guardiamo sempre a sinistra e avremo

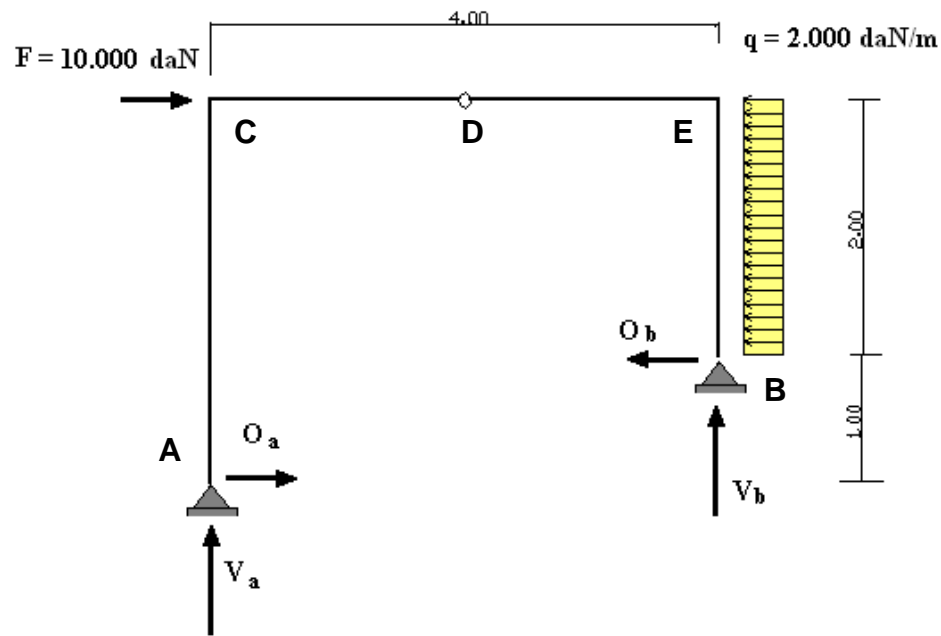
$$N_{F-} = -O_A = -(-8.660,24) = 8.660,24 \text{ daN};$$

Sezione subito dopo la forza:

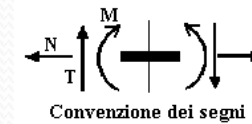
$$N_{F+} = -O_A - F_O = -(-8.660,24) - 8.664,24 = 0 \text{ daN};$$



### Esercizio N. 3 – Portale zoppo a tre cerniere



$$\begin{cases} O_a = -3.200 \text{ Kg} \\ V_a = -4.800 \text{ Kg} \\ O_b = 2.800 \text{ Kg} \\ V_b = 4.800 \text{ Kg} \end{cases}$$



N. B. 1 daN = 1 Kg

Calcoliamo i valori per tracciare il diagramma dei momenti.

Nel punto A il momento vale zero  
 $M_A = 0 \text{ dNm}$ ;

Guardiamo le forze a sinistra

$$\begin{aligned} M_c &= -O_A \cdot (2,00 + 1,00) \\ M_c &= -(-3.200) \cdot 3,00 = 9.600 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

In corrispondenza della cerniera interna il momento è uguale a zero.

$$M_D = 0$$

$$\begin{aligned} M_E &= V_A \cdot 4,00 - O_A \cdot (2,00 + 1,00) \\ M_E &= -4.800 \cdot 4,00 - (-3.200) \cdot 3,00 \\ M_E &= -9.600 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$M_b = 0$$



Sotto il carico ripartito, il diagramma dei momenti è una parabola. Per tracciare tale parabola calcoliamo il valore a metà lunghezza dell'asta, guardiamo le forze a destra.

$$M_m = -O_B \cdot \frac{2,00}{2} - q \cdot \frac{2,00}{2} \cdot \frac{2,00}{4} = -2.800 \cdot 1,00 - 2.000 \cdot 0,5 = -3.800 \text{ Kgm}$$

**Calcoliamo i valori necessari per tracciare il diagramma del taglio.**

Guardiamo le forze a sinistra

$$T_A^+ = -O_A = -(-3.200) = 3.200 \text{ Kg}$$

$$T_C^- = -O_A = 3.200 \text{ Kg}$$

$$T_C^+ = V_A = -4.800 \text{ Kg}$$

$$T_E^- = V_A = -4.800 \text{ Kg} = -V_B$$

Conviene ora guardare le forze a destra

$$T_E^+ = O_B + q \cdot 2,00 = 2.800 + 2.000 \cdot 2,00 = 6.800 \text{ Kg}$$

$$T_B^+ = O_B = 2.800 \text{ Kg}$$

**Calcoliamo ora i valori necessari per tracciare il diagramma dello sforzo normale.**

Guardiamo le forze a sinistra

$$N_A = -V_A = -(-4.800) = 4.800 \text{ Kg}$$

$$N_C^- = -V_A = 4.800 \text{ Kg}$$

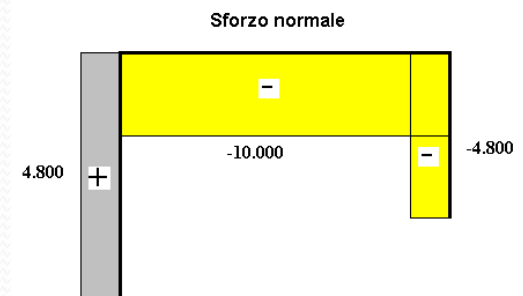
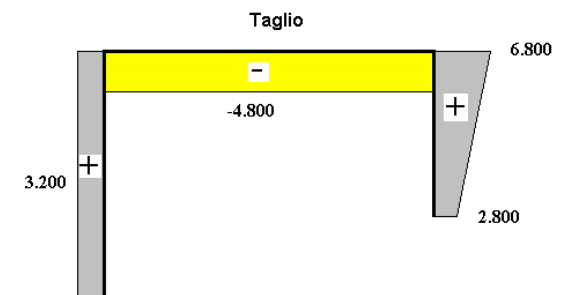
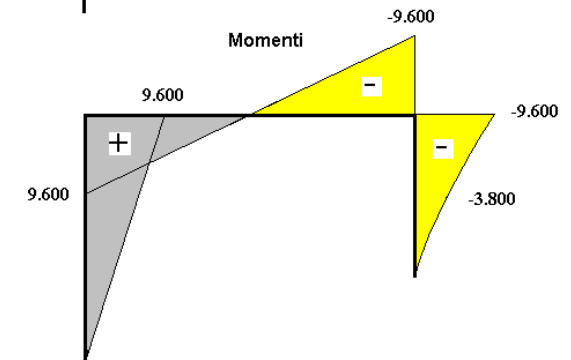
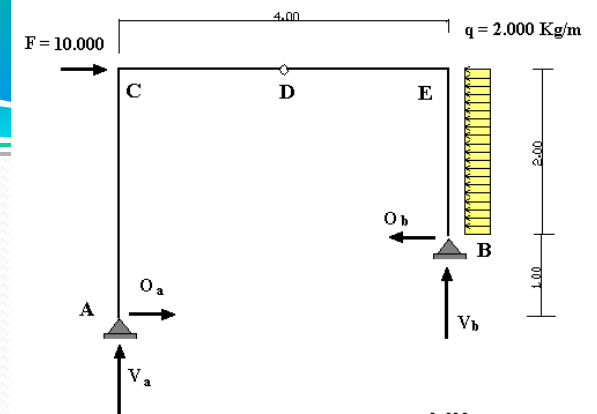
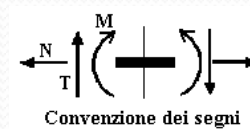
$$N_C^+ = -F = -10.000 \text{ Kg}$$

$$N_E^- = -F = -10.000 \text{ Kg}$$

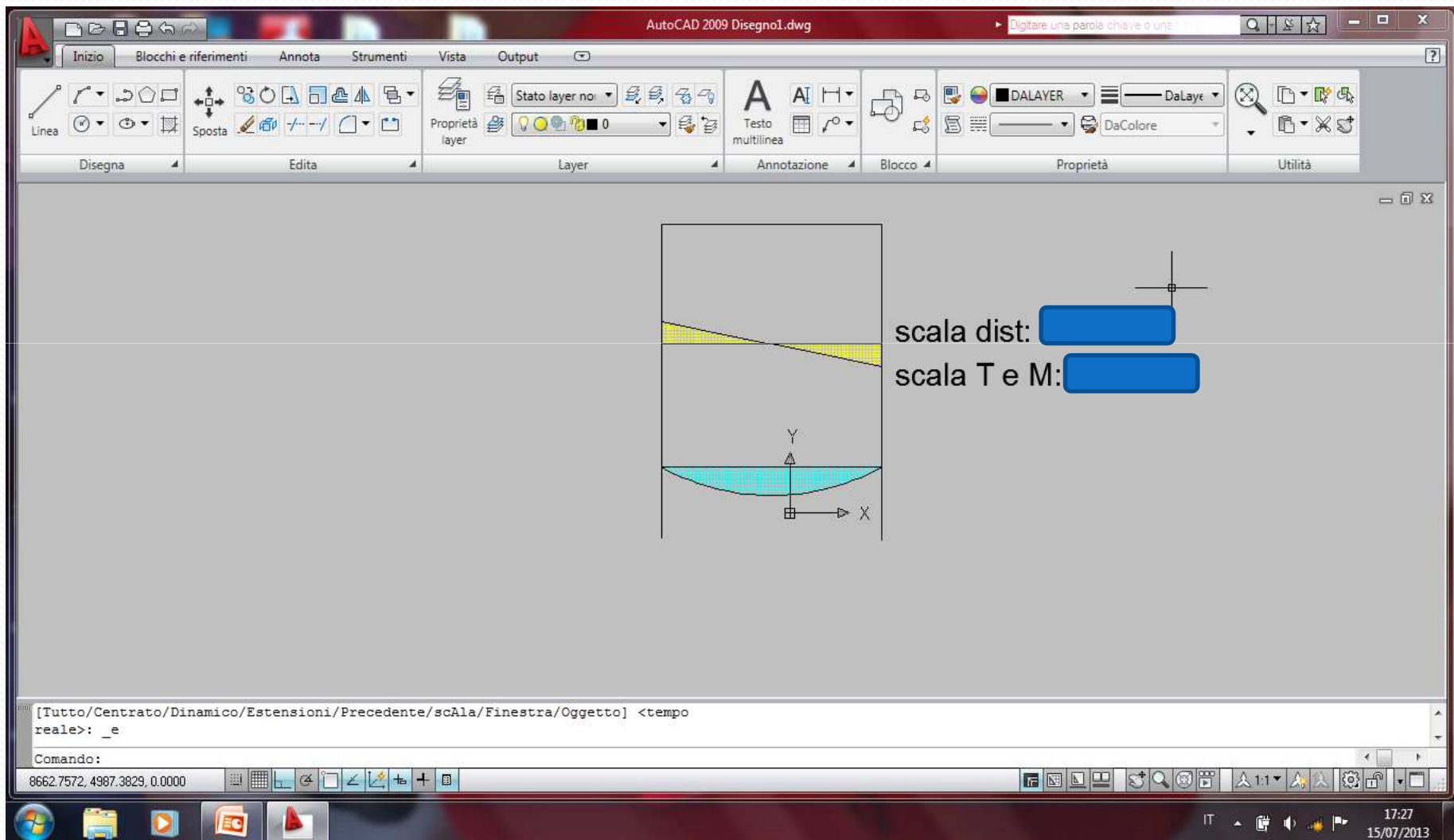
Conviene ora guardare le forze a destra.

$$N_E^+ = -V_B = -4.800 \text{ Kg}$$

$$N_B = -V_B = -4.800 \text{ Kg}$$



# ESERCIZIO PRATICO (multidisdisciplinarità)





**Grazie per l'ascolto**