

TELAIO

ESEMPIO DI CALCOLO

Si riporta qui di seguito l'esempio di un calcolo eseguito con il programma "Telaio":

Supponiamo di voler calcolare il telaio in cemento armato necessario per realizzare il progetto di cui a **fig.1**, **fig.2** e **fig.3**.

Supponiamo di dover calcolare il **telaio 6-7-8-9-10** avente lo schema di - **fig.4**

Fig. 1

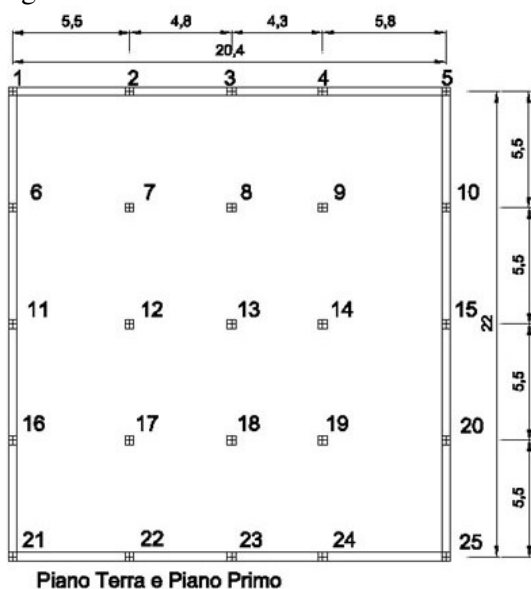


Fig. 2

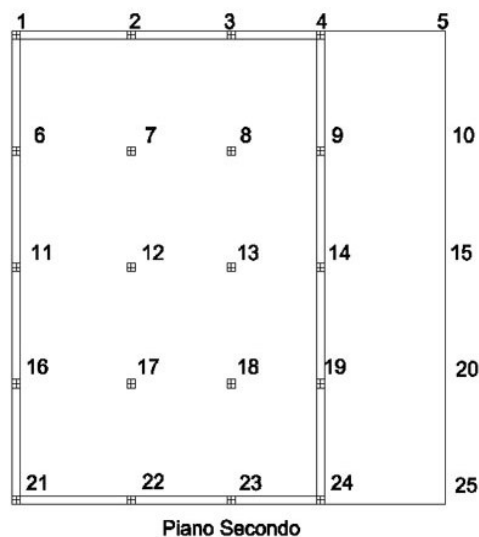


Fig. 3

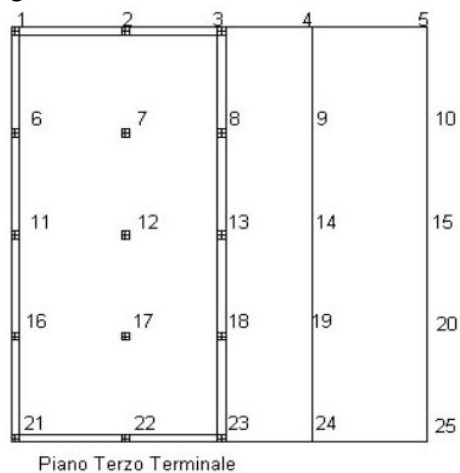
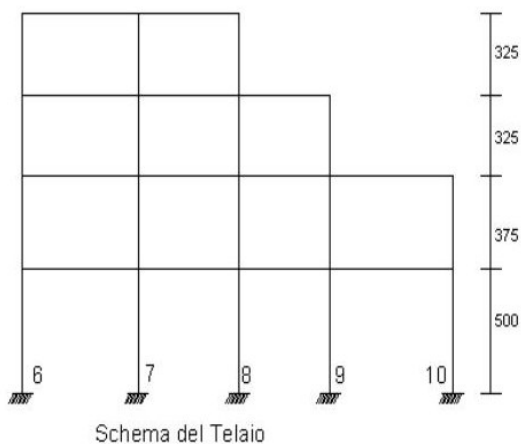


Fig. 4



Avviamo il programma “Telaio”; *appare l’immagine di sfondo, che a dire il vero può essere personalizzata sostituendo le immagini che vengono chiamate in successione con altre immagini alle quali si attribuisce lo stesso nome.*

Ad un click del mouse vengono visualizzate le opzioni di scelta per proseguire:

Modifica: in caso di modifica di lavoro già esistente in archivio;

Nuovo: per iniziare un nuovo lavoro;

Aiuto; per consultare il file di aiuto.

Una *porta cinese*, invita ad uscire dal programma in caso di “fine lavoro”.

Diciamo subito che clickando sulla dicitura AIUTO è possibile consultare il file di aiuto completo.

Secondo i nostri intendimenti procediamo con un click sulla indicazione di **NUOVO**. Apparirà la videata indicata nella seguente - **fig.5**

Primi dati da inserire:

Numero di **impalcati** = 4

Il piano terra sarà considerato impalcato n. 1

Il piano primo sarà considerato impalcato n. 2

Il piano secondo sarà considerato impalcato n. 3

Il piano terzo terminale sarà considerato impalcato n. 4

Numero di **Campate** = 4

Ora si può proseguire eseguendo le operazioni indicate nella parte superiore della videata partendo da sinistra verso destra ossia in successione: anagrafica, geometria, carichi, elaborazione, armatura, grafica, stampe. E’ bene procedere in ordine e assicurandosi che per ogni fase tutti i dati richiesti siano introdotti con giusto criterio.

Anagrafica:

Sulla sinistra dello schermo apparirà un form di input di dati anagrafici - **fig.6:**

Immettere tutti i dati richiesti:

Al primo rigo bisogna introdurre un nome da attribuire alla cartella che contiene l’archivio e tutti i files derivati; anche l’archivio (file mdb di Access) prenderà lo stesso nome.

Tutti gli altri dati verranno utilizzati nelle stampe.

Il loro formato potrà essere cambiato con l’uso e secondo le intenzioni dell’operatore.

Il comando ‘*Chiudi Anagrafica*’ consentirà l’abbandono di questa fase di input.

- Alla fine, tutti i dati anagrafici possono essere salvati in archivio (*icona dischetto*) oppure si può continuare e il salvataggio verrà eseguito in seguito. **In ogni caso se mancano i dati geometrici l’archivio non viene inizializzato e il salvataggio non sarà effettuato.**

- L'icona *punto interrogativo* consente la consultazione del file aiuto solo per la parte che riguarda l'introduzione dei dati anagrafici.
- Una *icona porta* indica il comando di fine dell'operazione di input dei dati anagrafici.

Fig. 6

Codice Lavoro	tutorial
PROPRIETARIO	
Nome	Esempio Mario
Residenza	via Nuova
Comune	Paese
Provincia	Capoluogo
C.A.P.	Codice
FABBRICATO	
Tipo	classificato
Ubicazione	Vicino
Comune	Paese
Provincia	Capoluogo
C.A.P.	Codice
Descrizione	telaio 6-7-8-9-10
Conc. Edilizia	35/02
Calcolatore	ing. Mario Bianchi
Dir. Lavori	ing. Antonio Rossi
<input type="button" value="Chiudi Anagrafica"/>	

Geometria:

Sulla parte destra dello schermo viene disegnato lo schema del telaio a 4 campate e 4 impalcati - fig. 5:

Ora si procede con il dimensionamento del telaio.

Sulla parte sinistra dall'alto verso il basso troviamo:

Sezioni di travi e Pilastr

Tipo di Plinto

Impostazione Corrente

Gestione archivio delle sezioni comprendente i comandi

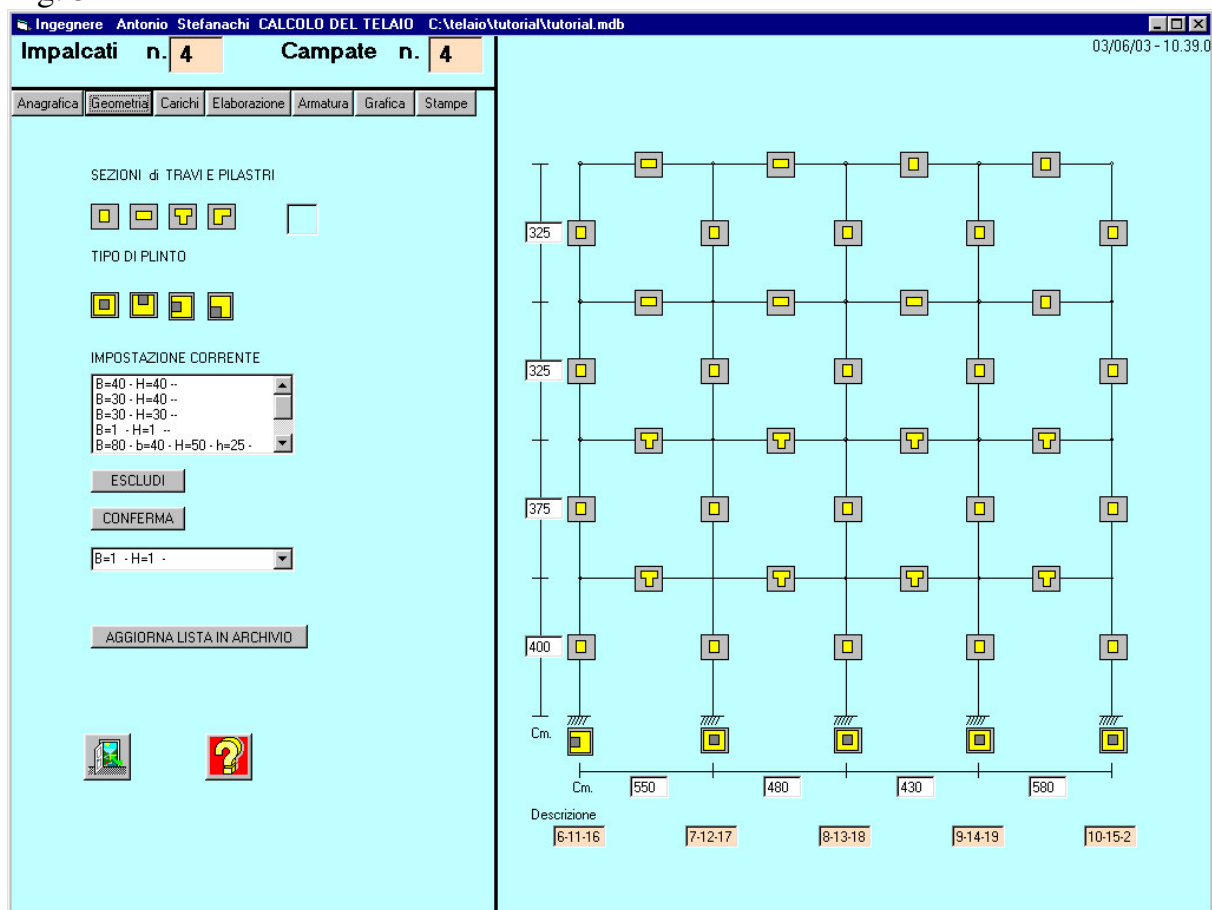
Escludi

Conferma

Aggiorna lista in archivio

Nell'archivio delle sezioni sono elencati molti tipi di sezioni; **selezionare** la sezione (o le sezioni – ma una per volta) da applicare alle travi dell'impalcato 4, nel nostro caso 80 x 25, e **confermare**; a questo punto la sezione verrà riportata nella impostazione corrente.

Fig. 5



Si deve ripetere l'operazione per inserire nella **lista corrente** tutte le sezioni interessate alla struttura (nel nostro caso la sezione 30 x 30 per i pilastri dell'impalcato 4; la sezione 30 x 40 per i pilastri dell'impalcato 3 e 2; la sezione 40 x 40 per i pilastri dell'impalcato 1; la sezione 100 x 25 per le travi dell'impalcato 3, la sezione 80-30-25-25 per le travi dell'impalcato 2 e la sezione 80-40-25-25 per le travi dell'impalcato 1 ed infine la sezione 1 x 1 per annullare le aste mancanti; *nel nostro caso abbiamo deciso che tutte le travi di un impalcato hanno la stessa sezione, ma si*

possono selezionare ed inserire anche sezioni diverse per le varie travi dello stesso impalcato; le aste mancanti non possono essere interne al telaio)

Nel caso si desiderasse inserire una sezione non compresa nell'archivio, con la procedura di aggiorna lista in archivio si può inserire la nuova sezione da considerare

Fig. 7

N.	Cod.	B	H	b	h	Cls	F. Sigla	F. Res.
1	1	20	20					
2	1	20	30					
3	1	20	40					
4	1	20	50					
5	1	30	20					
6	1	30	30					
7	1	30	40					
8	1	30	50					
9	1	30	60					
10	1	40	30					
11	1	40	40					
12	1	40	50					
13	1	40	60					
14	1	40	70					
15	1	50	20					
16	1	50	30					
17	1	50	40					
18	1	50	50					

La nuova sezione sarà presente solo in questo lavoro.

Se si tratta di una sezione che si prevede possa servire anche per altri lavori questa dovrà essere inserita nel file Telaio.MDB presente nella cartella C:\Telaio; ciò va fatto con Access tenendo presente che Telaio.MDB è stato realizzato con Access '97. Con le versioni successive è necessario eseguire la doppia conversione prima e dopo la modifica per consentire al programma Telaio di leggere l'archivio.

Ritorniamo al nostro esempio.

Selezionando una sezione della lista e selezionando poi l'icona corrispondente al tipo di sezione (pilastro, trave a spessore o trave a T) anche questa viene memorizzata nel mouse insieme alle dimensioni della sezione.

Con un click del mouse sul punto medio del tratto di ogni asta verrà inserita la sezione preselezionata

Per le aste da annullare rispetto allo schema proposto è necessario attribuire ad esse la sezione 1 x 1

Dopo avere inserito tutte le sezioni dei pilastri e delle travi, rimane da inserire le misure delle campate e le altezze degli impalcati.

Infine è possibile inserire la descrizione da riportare nel disegno ai piedi dei pilastri (es. sotto al pilastro 1 si può inserire < 6-11-16 > sotto al pilastro 2 si può inserire < 7-12-17 > ecc. per indicare che il disegno si riferisce ai tre telai interni)

I plinti saranno inseriti allo stesso modo ai piedi dei pilastri dopo averne selezionato il tipo.

- L'icona *punto interrogativo* consente la consultazione del file aiuto solo per la parte che riguarda l'introduzione dei dati geometrici.
- Una *piccola porta* indica il comando di fine dell'operazione di input dei dati geometrici.

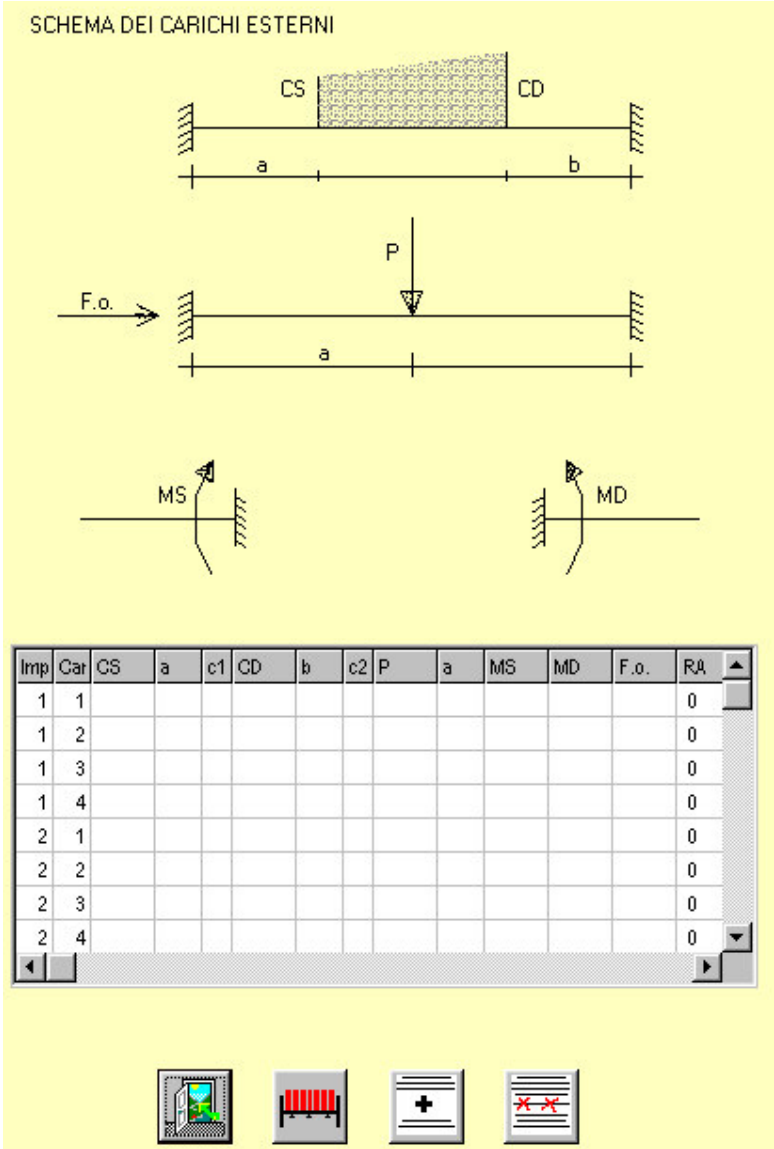
Posizionando il mouse sulle icone inserire è possibile leggere la sezione inserita.

Carichi:

Il comando carichi apre la fase di input dei carichi esterni il cui schema viene riportato sulla sinistra dello schermo fig.8; nella parte inferiore viene riportata una griglia per l'immissione dei carichi.

Con un doppio click del mouse sulla casella interessata viene attivato un form di input dell'analisi dei carichi.

Fig. 8



Il primo click sarà per la casella Cs (carico di sinistra) fig. 9.

Fig.9

Poiché esso interessa la sezione estrema a sinistra si avrà: distanza $a=0$

Il peso proprio della trave viene già riportato.

Bisognerà introdurre :

solaio = luce (in cm) e carico completo ossia compreso il peso proprio (in Kg/mq).

tramezzi = eventuale incidenza (in Kg/mq)

muratura sulla trave = spessore in cm, altezza in cm, peso specifico Kg/mc

Sovraccarico sulla trave = in Kg/mq (è il carico del solaio meno il peso proprio).

OK = convalida

Icona trave = estendi il carico anche a destra e per tutta la trave.

Icona porta = uscire

Per le travi successive dello stesso impalcato è possibile estendere (ripetere) il carico introdotto per la prima campata con il comando **icona trave continua**.

Con un doppio click nella casella del carico concentrato verrebbe introdotto il carico concentrato e la sua distanza dagli estremi della trave come da fig. 10 qualora dovessimo introdurre carichi di questo tipo.

Fig. 10

Con un doppio click nella casella del momento esterno verrebbe introdotto il momento esterno (a sinistra oppure a destra) dell'impalcato. Il calcolo del momento (dovuto certamente a sbalzo della trave) deve essere effettuato separatamente e indipendentemente dal programma **Telaio**.

L'icona segno + Aggiunge un rigo nel caso si dovesse introdurre altro carico su una trave.

L'icona con crocette Elimina qualche rigo introdotto in più.

Dopo avere introdotto tutti i carichi

L'icona *porta* consente di chiudere la fase di input dei carichi esterni.

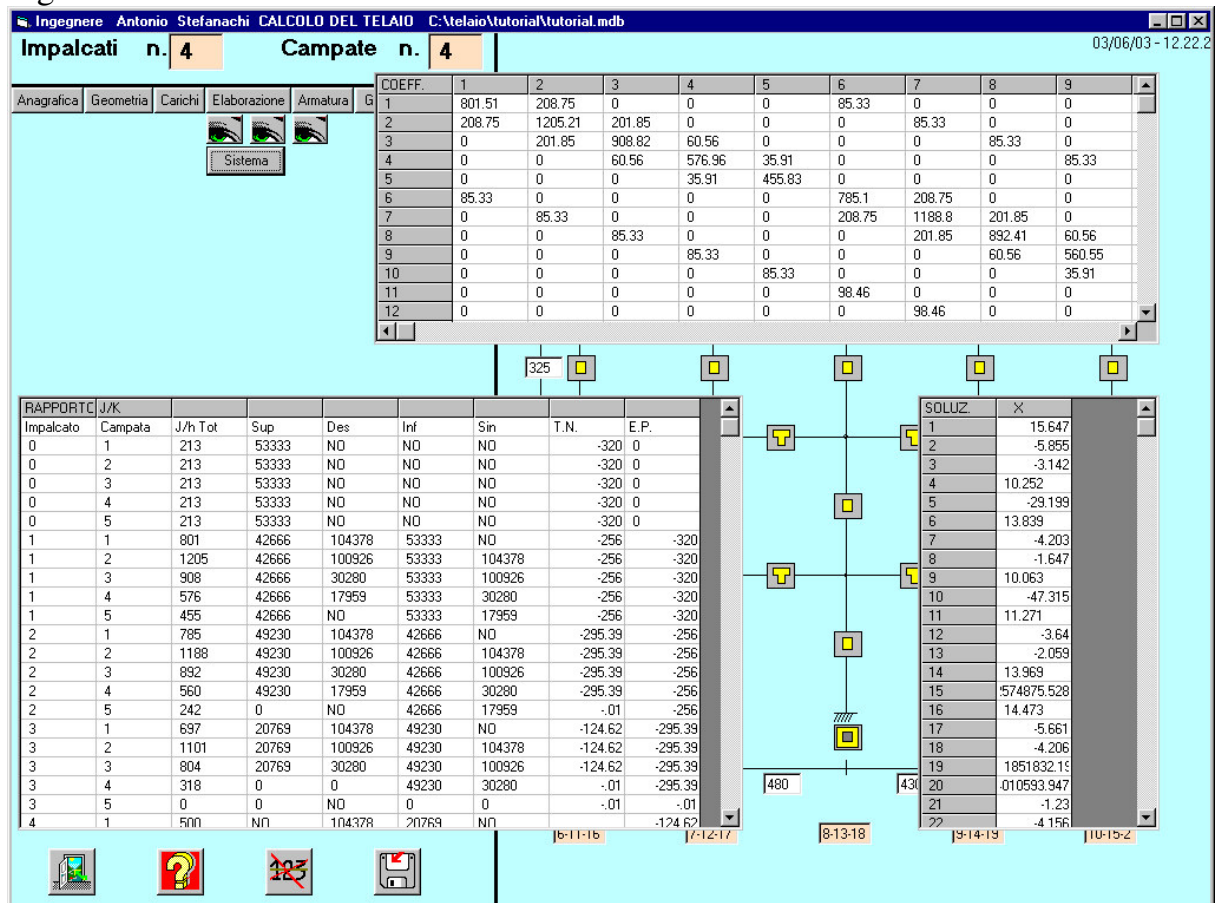
Si suggerisce effettuare il salvataggio dei dati prima di procedere; un errore nelle fasi successive non danneggerebbe tutti i dati fin qui introdotti.

Elaborazione:

Il comando Elaborazione darà l'avvio alla fase di elaborazione per il calcolo delle sollecitazioni interne con il metodo delle deformazioni. Ovviamente si tratta di risolvere un sistema di equazioni i cui coefficienti e incognite possono essere visualizzati o stampati a titolo di indagine conoscitiva.

La visualizzazione può avvenire anche successivamente attraverso il nuovo comando **sistema** col quale vengono visualizzati i valori del sistema come in fig. 11.

Fig.11



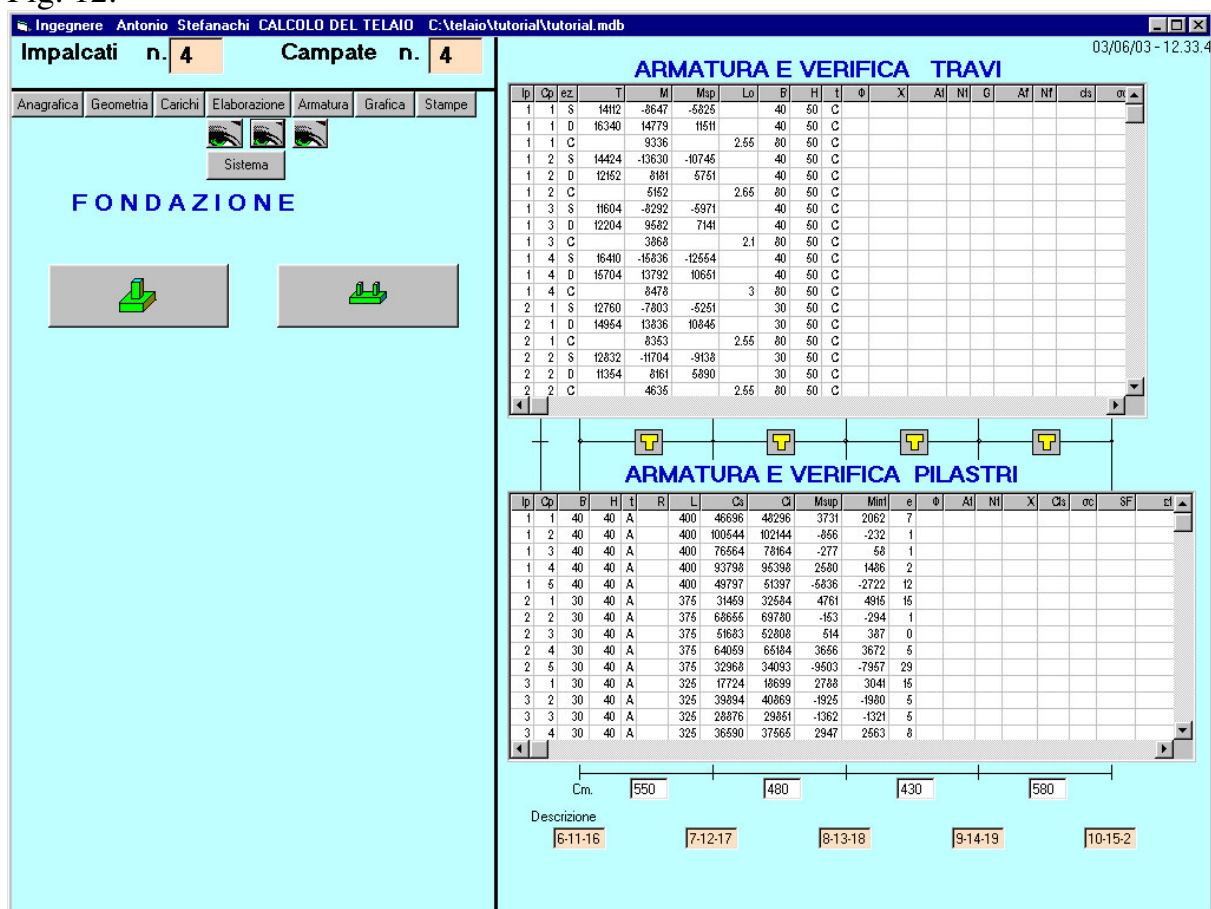
Alla fine della fase di elaborazione vengono attivati due controlli **occhio**:
quello di sinistra consente di visualizzare i valori impostati per il calcolo e la verifica delle singole sezioni delle travi;
quello di destra consente di visualizzare e stampare i diagrammi delle sollecitazioni interne. Questo potrà avvenire solo dopo avere eseguito la fase di **Armatura e grafica** in quanto i diagrammi vengono costruiti in memoria e non in archivio.

Armatura:

Viene avviata la fase di progetto e verifica dell'armatura metallica.

Appaiono due griglie: una per le travi ed una per i pilastri; appaiono pure due comandi per avviare il calcolo delle fondazioni con plinti oppure con trave rovescia.

Fig. 12.



Armatura e verifica delle travi.

Clickare sul primo rigo; viene visualizzato un form di progettazione fig. 13

Fig. 13

TRAVI: PROGETTO DELL'ARMATURA

INSERIMENTO DATI DI PROGETTO

Impalcato **1**

Campata **1S**

Calcestruzzo Classe = 150

Diametro del Ferro Ø = Feb22K=120

Rapporto Af/Af' G =

Altezza della Trave (cm.) H = 50

Larghezza della Trave (cm.) B = 40

Trattasi dell'impalcato 1 campata 1 sezione a sinistra.

Selezionare la classe del calcestruzzo es. 250

Selezionare il tipo di ferro es. Feb38K carico unitario ammesso 2200 Kg/cmq

Introdurre il diametro del ferro es. 16

Con il comando **OK** viene avviato il procedimento di calcolo e di verifica.

Se i valori non sono ritenuti accettabili si può ripetere il procedimento modificando i dati sul cls e sul ferro oppure i dati geometrici (altezza nel caso di travi scalate o larghezza nel caso delle travi a spessore).

A questo punto bisognerebbe chiudere la finestra di progettazione ed andare a clickare sulla sezione successiva.

Per snellire il lavoro noi possiamo procedere diversamente sulla base dell'esperienza.

Estendiamo il criterio di progettazione all'intera trave clickando sull'icona **trave**

Estendiamo il criterio di progettazione all'intero impalcato clickando sull'icona **trave continua**

Con la freccia a destra passiamo all'impalcato successivo ed operiamo alla stessa maniera anche per il secondo impalcato estendendo il criterio di progettazione a tutto l'impalcato e non curandoci di verificare la regolarità dei valori.

Passiamo ancora all'impalcato successivo e poi all'ultimo il quarto impalcato.

Ora diamo uno sguardo ai valori risultanti.

Se in qualche sezione il numero dei ferri è troppo elevato, oppure se calcestruzzo lavora la limite, si può migliorare e affinare il calcolo per la sezione singola oppure per tutta la trave secondo l'opinione del progettista.

Nel nostro caso vogliamo affinare il progetto delle sezioni:

Impalcato 1 campata 1 sezione destra $N_f=13$

Impalcato 1 campata 2 sezione sinistra $N_f=10$

Aumentiamo l'altezza di 10 cm e risulterà $N_f=7$ e $N_f=7$

Le due travi saranno rastremate ($H=60$ cm) in corrispondenza del pilastro N.7 e N.12 e N.17

Stesso procedimento per il pilastro N.9, N.14, N.19

Impalcato 1 campata 3 sezione destra $N_f=6$

Impalcato 1 campata 4 sezione sinistra $N_f=17$

Aumentiamo l'altezza di 10 cm e risulterà $N_f=5$ e $N_f=8$

Le due travi saranno rastremate in corrispondenza del pilastro N.9 e N.14 e N.19

Stesso procedimento viene seguito per gli impalcato 2

Questo esposto è un esempio di progettazione dell'armatura; un altro metodo, anche molto valido, potrebbe essere quello di rastremare tutte le travi in corrispondenza di tutti i pilastri per avere una progettazione valida anche dal punto di vista estetico.

E' chiaro che l'opinione del progettista e i criteri di progettazione adottati portano a conclusioni praticamente diverse e per questo il calcolo risulterà personalizzato per scelta del progettista.

Anche a titolo di esercizio è bene procedere come segue:

Per l'impalcato 1

Si individua la sezione più carica di ferro (campata 4 sezione sinistra)

Si progetta al meglio questa sezione (va già bene $H=60$ cm) e si ripete il procedimento di progettazione per tutto l'impalcato secondo schemi e criteri scelti dal progettista. (es. in corrispondenza di tutti i pilastri applicare la stessa altezza per le travi; es. lasciare invariata solo la sezione sul pilastro 6 e sul pilastro 10; es. lasciare invariata anche le sezioni in corrispondenza del pilastro n. 8).

Per gli impalcato 3 e 4 si procede allo stesso modo tenendo presente che trattasi di travi a spessore di solaio e pertanto non è previsto l'aumento di altezza ma l'aumento di larghezza. In conclusione il criterio di progettazione rimane lo stesso.

I momenti alle estremità delle travi sono stati spuntati ossia sono i valori riferiti all'inizio del pilastro e non al suo asse.

Armatura e verifica dei pilastri.

Clickare sul primo rigo della griglia dei pilastri; viene visualizzato un form di progettazione fig. 14

Fig.14

Trattasi dell'impalcato 1 pilastro 1.

Selezionare la classe del calcestruzzo es. 250

Selezionare il tipo di ferro es. Feb38K Carico unitario ammesso 2200 Kg/cm²

Introdurre il diametro del ferro es. 14

Con il comando **OK** viene avviato il procedimento di calcolo e di verifica.

Se i valori non sono ritenuti accettabili si può ripetere il procedimento modificando i dati del cls e del ferro.

A questo punto bisognerebbe chiudere la finestra di progettazione ed andare a clickare sul pilastro successivo.

Per snellire il lavoro noi procediamo diversamente sulla base pure dell'esperienza.

Estendiamo il criterio di progettazione all'intero impalcato clickando sull'icona **trave continua**.

Con la freccia a destra passiamo all'impalcato successivo ed operiamo alla stessa maniera anche per il secondo impalcato estendendo il criterio di progettazione a tutto l'impalcato e non curandoci di verificare la regolarità dei valori.

Passiamo ancora all'impalcato successivo e poi all'ultimo il quarto impalcato.

I pilastri aventi sezione 1 x 1 non vengono presi in considerazione.

Ora diamo uno sguardo ai valori risultanti.

Se in qualche sezione il numero dei ferri è troppo elevato, oppure se calcestruzzo lavora la limite, si può migliorare e affinare il calcolo per la sezione singola oppure per tutta la trave secondo l'opinione del progettista.

Momento spuntato è il momento in corrispondenza dell'inizio della trave e non in corrispondenza del suo asse.

Fondazioni con plinti:

Clickando sul comando plinto viene visualizzata la griglia dei plinti:
e clickando sul primo rigo si passa all'input dei dati per il calcolo del plinto fig.15.
Il procedimento è ancora più semplice di quello visto per travi e pilastri.
Bisogna inserire cls , ferro e resistenza del terreno.

Fig.15

Il Flag attivo per il disegno stabilisce se quel plinto deve essere disegnato o no.

Se la resistenza del terreno è molto bassa e si vuole progettare una fondazione con trave rovescia, selezionare il comando trave e verrà visualizzato un form per seguire il calcolo della trave rovescia riferita alla campata più ampia – fig. 16. I risultati verranno estesi a tutte le campate. I calcolo va eseguito operando in successione:

Input del valore della resistenza del terreno

Richiamo dei dati da telaio

Impostazione dell'armatura (Rapporto)

Elaborazione

Prima di ogni fase i valori su fondo giallo possono essere modificati dal progettista.

- Una piccola porta indica il comando di fine di ogni fase di calcolo
- Dopo avere eseguito il progetto delle armature di travi, pilastri, e fondazioni clickando sull'icona *occhio* del comando *armatura* si possono nascondere le griglie.

Fig.16

DATI GENERALI :	
Diametro del ferro mm.	16
Classe del Calcestruzzo :	250
Resistenza del terreno Kg/cmq.:	0.5
Tipo di ferro :	Feb38K= 2200

ARMATURA TRASVERSALE	
Carico base pilastri	375399
Peso delle fondazioni	25440
Carico totale	400839
Larghezza fondazioni Bf	380
Larghezza totale trave Bt	370
Larghezza max pilastro b	40
Larghezza dell'ala (Bf-Bt)x.5	165
Carico unitario	.48
Momento incastro ala	6515
Altezza dell'ala h	30
Altezza della trave H	80
Area del ferro	.5
Diametro del ferro	8
Numero di ferri	5
Area effettiva ferro	2.5
Sollec. unitaria Cls	59
Sollec. unitaria ferro	1978

ARMATURA LONGITUDINALE		
	INCASTRO	MEZZERIA
RAPPORTO $0 < A_f'/A_f < 1$	0.5	
Momento in mezz. =1/24 Km.	49787	24894
Altezza della trave cm.	80	80
Base della trave cm.	40	370
Area del ferro cmq.	36.19	16.08
Numero di ferri n.	18	8
Sollec. unitaria cls Kg/cmq.	51	12
Sollec. unitaria ferro Kg/cmq.	2185	2132
Area ferro compresso cmq.	18.1	8.04
Numeri ferri n.	9	4

Diagramma della sezione trasversale della trave:

Altezza della trave H = 80 cm
Base della trave b = 40 cm
Altezza dell'ala h = 30 cm

Bottoni: Dati Telaio, Fine, Azzerà, Elabora

Grafica:

All'avvio di questa fase vengono attivati due controlli: uno contraddistinto dalla lettera 'A' ed uno con la lettera 'D'.

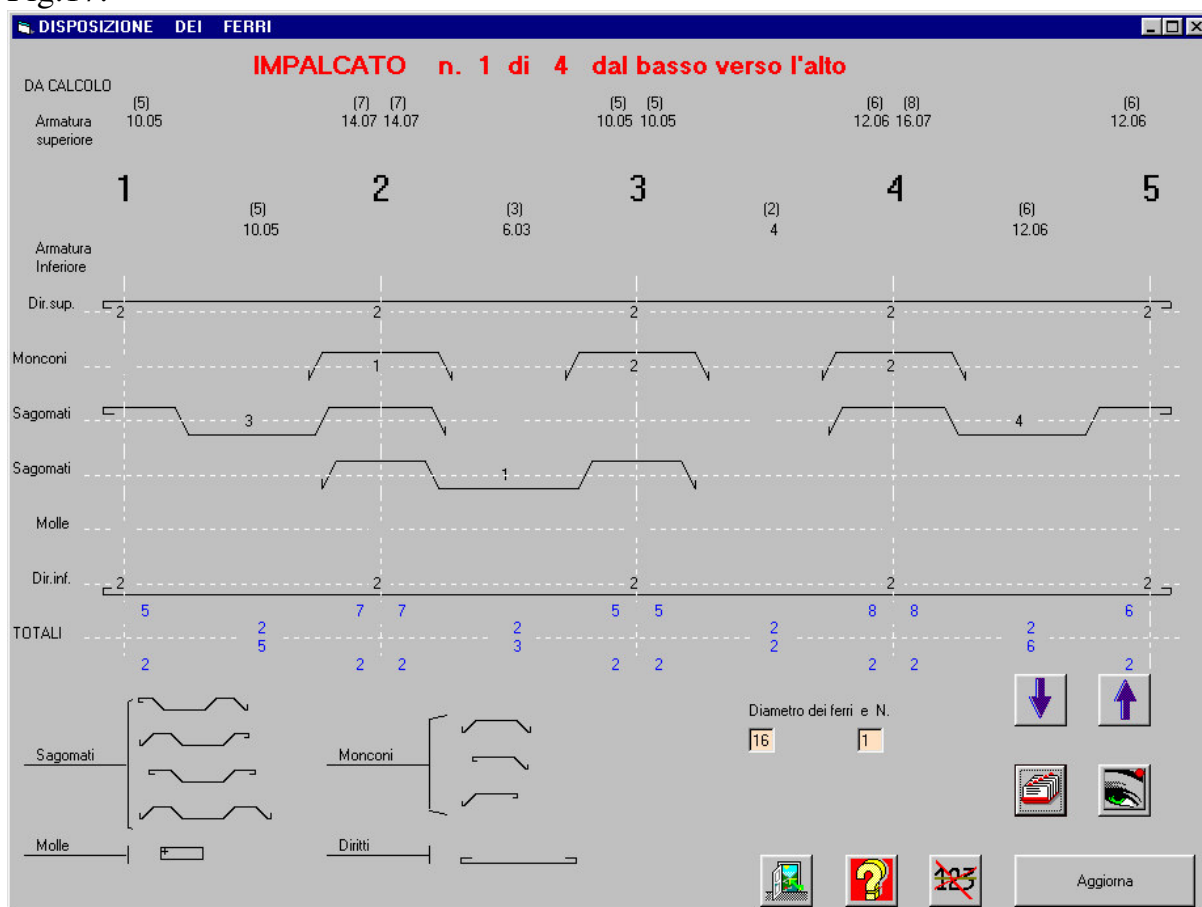
Il primo per avviare la scelta dei ferri, il secondo per visualizzare i disegni.

Scelta dei ferri ('A'):

Appare un form per la disposizione dei ferri fig. 17.

Usando le frecce ci posizioniamo su un impalcato e passiamo al precedente o al successivo.

Fig.17.



Sulla parte alta dello schermo viene riportato il numero dei ferri (tra parentesi) richiesti dal calcolo sia per gli appoggi e sia per le mezzerie delle travi; valori distinti superiori e inferiori.

Nella parte bassa dello schermo sono riportati i simboli dei ferri che verranno inseriti, il diametro e il N. di ferri.

L'armatura richiesta dal calcolo va inserita come ferro dritto per tutta la trave, come ferro sagomato esteso a tutta la campata, come moncone (sugli appoggi) o come molla sull'appoggio se si tratta di trave a spessore allargata all'appoggio.

Dopo avere distribuito i ferri fino a soddisfare la richiesta del calcolo, clickando sull'icona di verifica verrà riportata (sotto l'armatura introdotta) il risultato della verifica con indicati in rosso eventuale mancanza di ferri.

Se non vi sono indicazioni in rosso vuol dire che l'input è stato accettato e si può passare ad un altro impalcato.

Il comando *occhio* consente di visualizzare l'archivio nella sua globalità anche se ciò non serve.

Il comando *aggiorna* richiama valori archiviati se esistono, ricordando che in questa fase non viene archiviato nessun input; l'archiviazione avverrà all'uscita con il comando dell'icona *dischetto* che già conosciamo.

Alla fine il comando *porta* consente di tornare a continuare il lavoro ed eventualmente salvare tutti i dati introdotti nell'ultima fase.

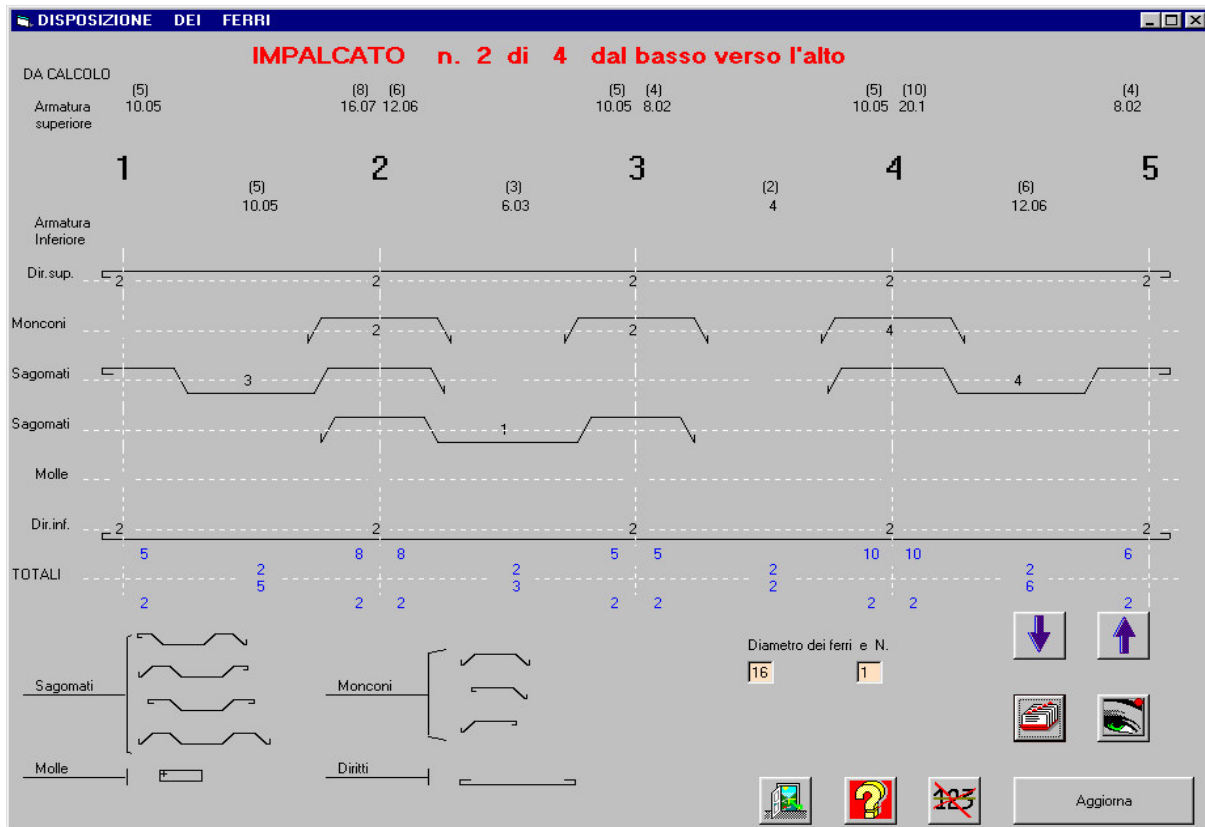


Fig. 18

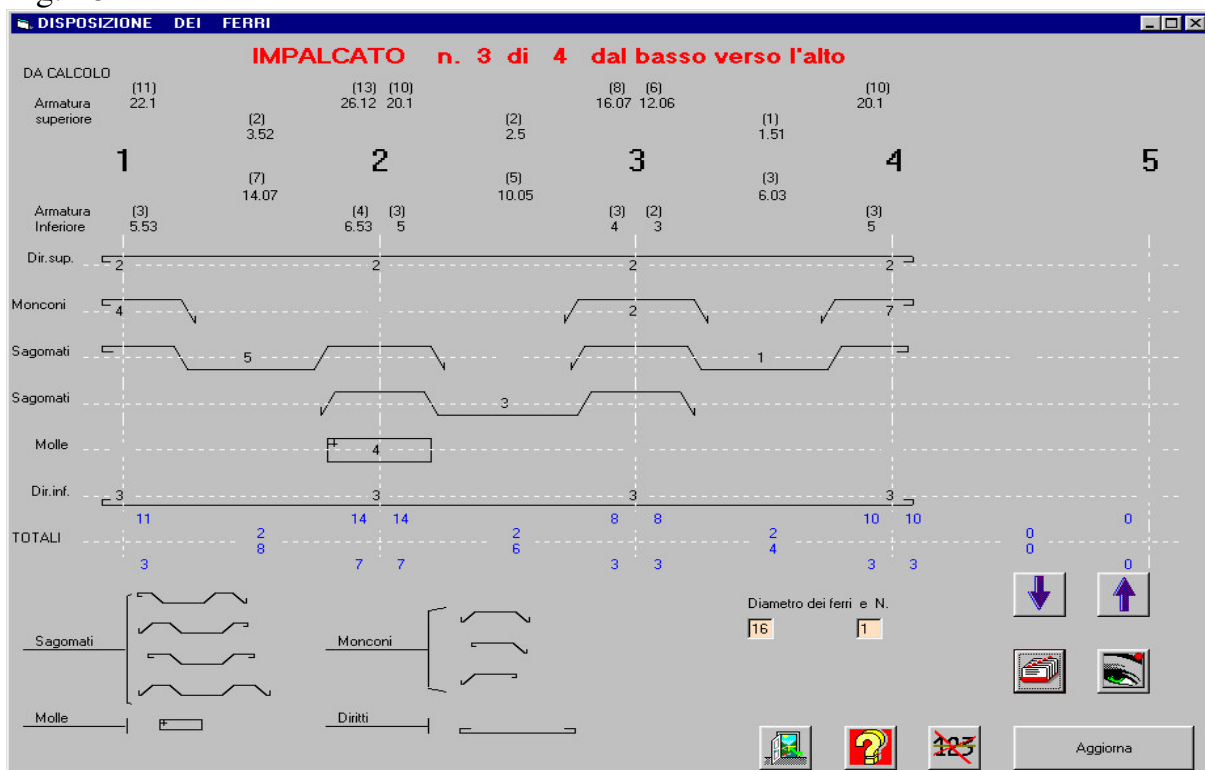


Fig. 19

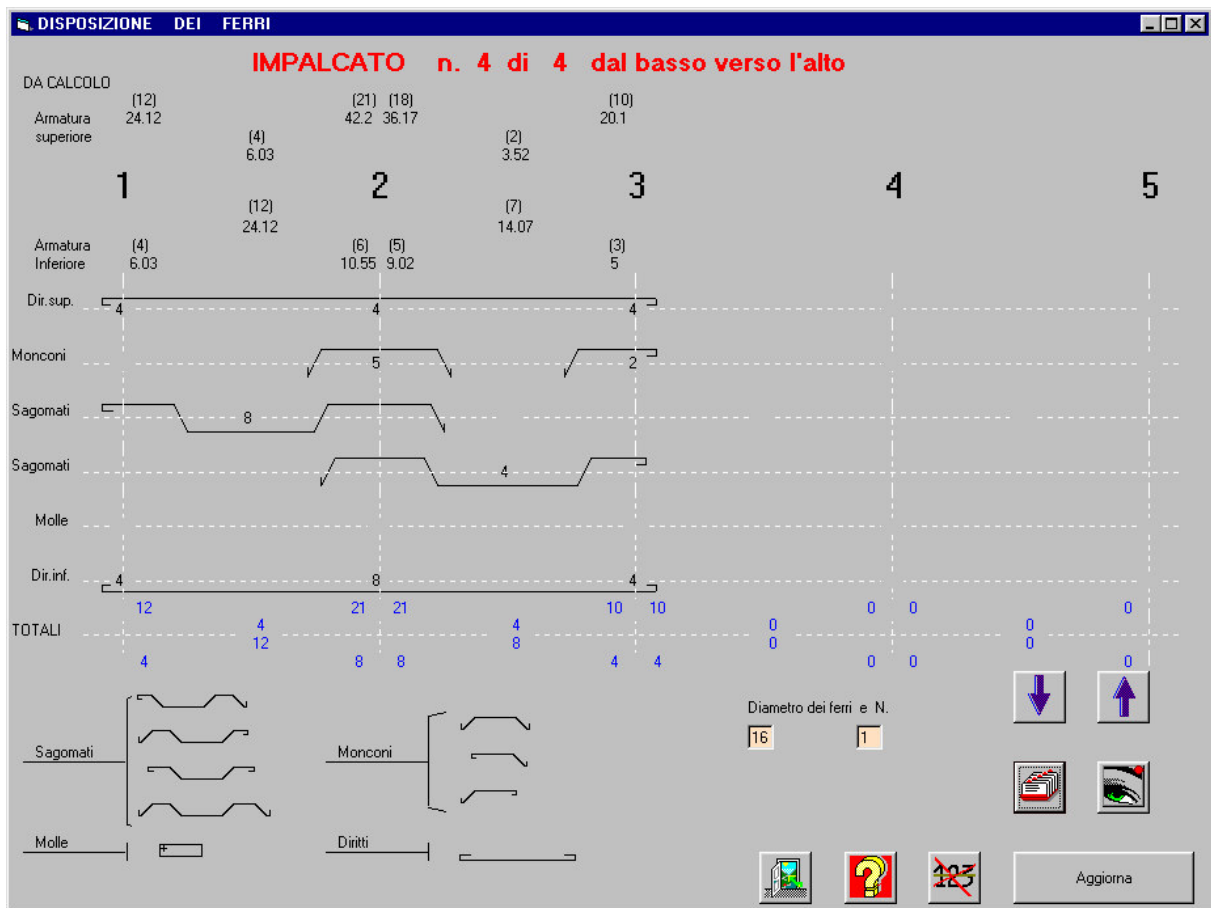


Fig. 20

Ora è possibile visualizzare i diagrammi delle sollecitazioni interne

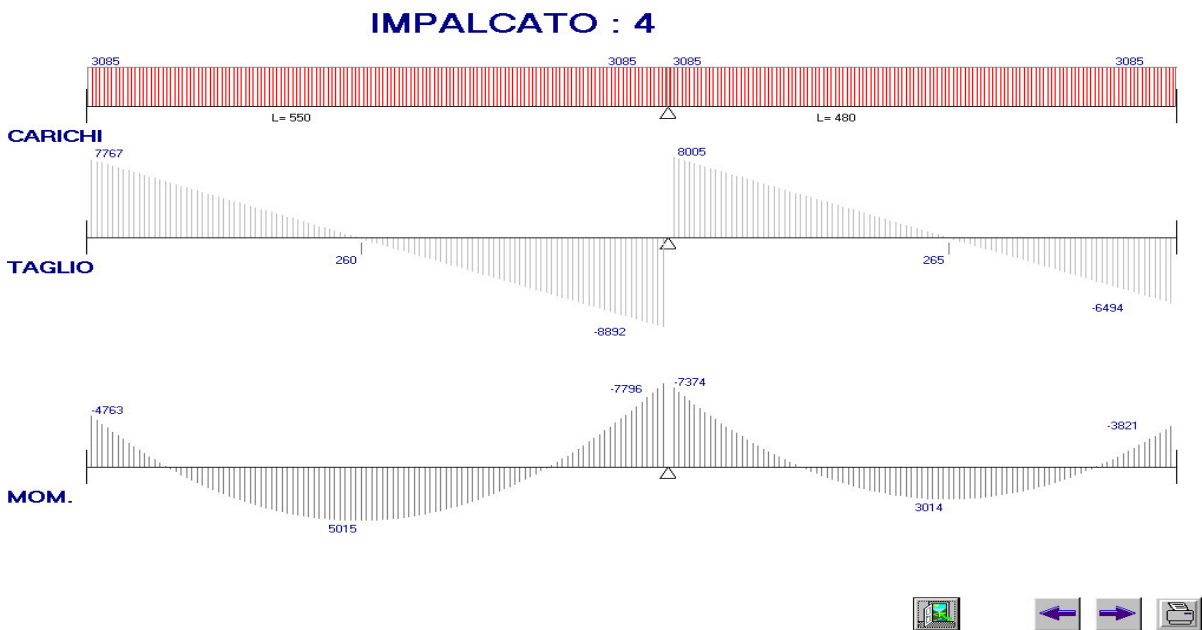


Fig. 21

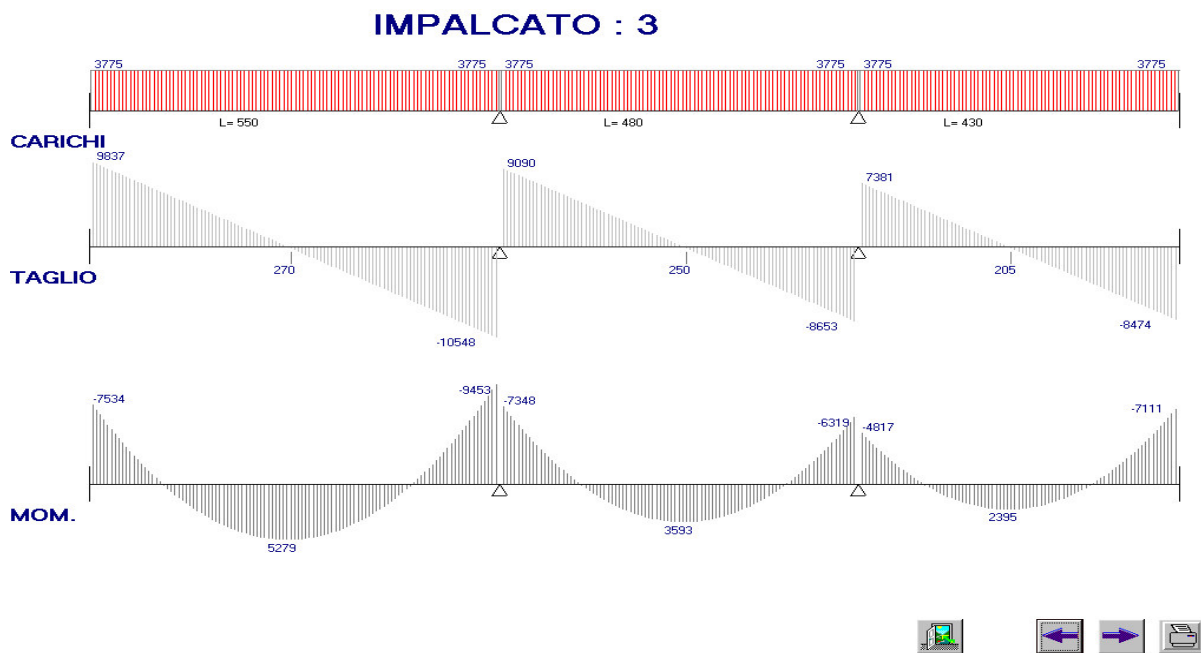


Fig. 22

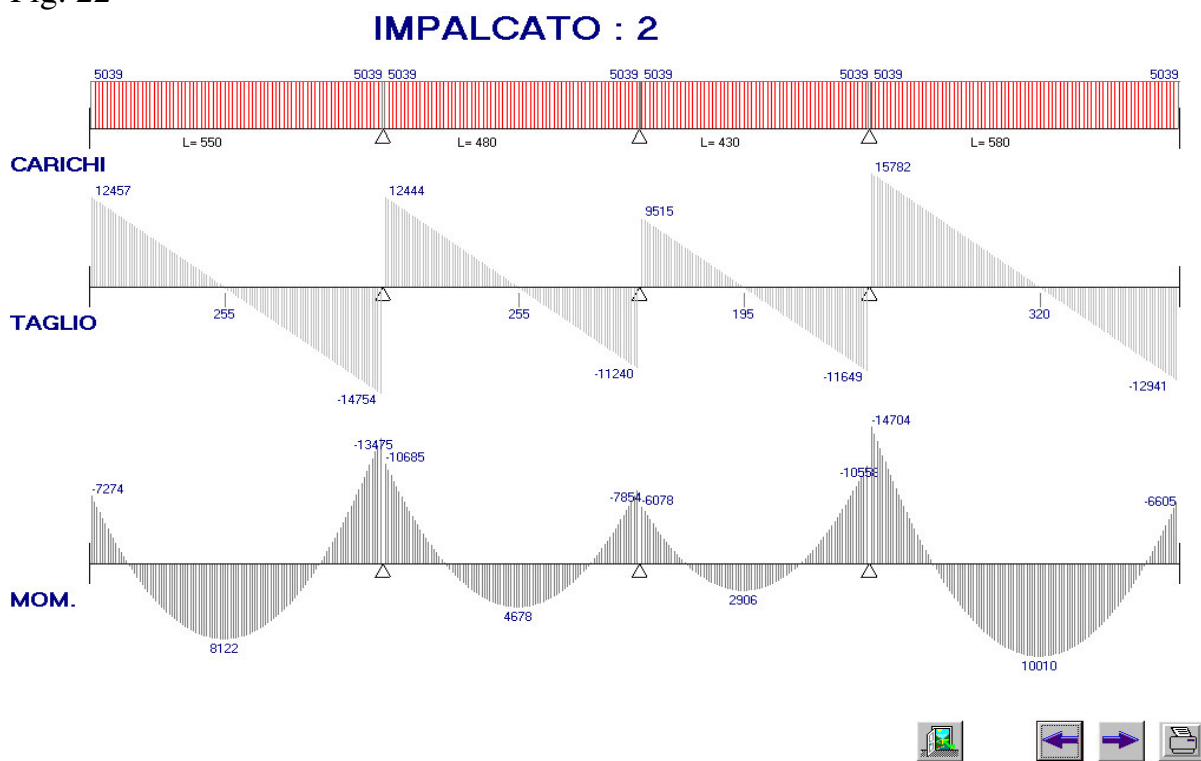


Fig. 23

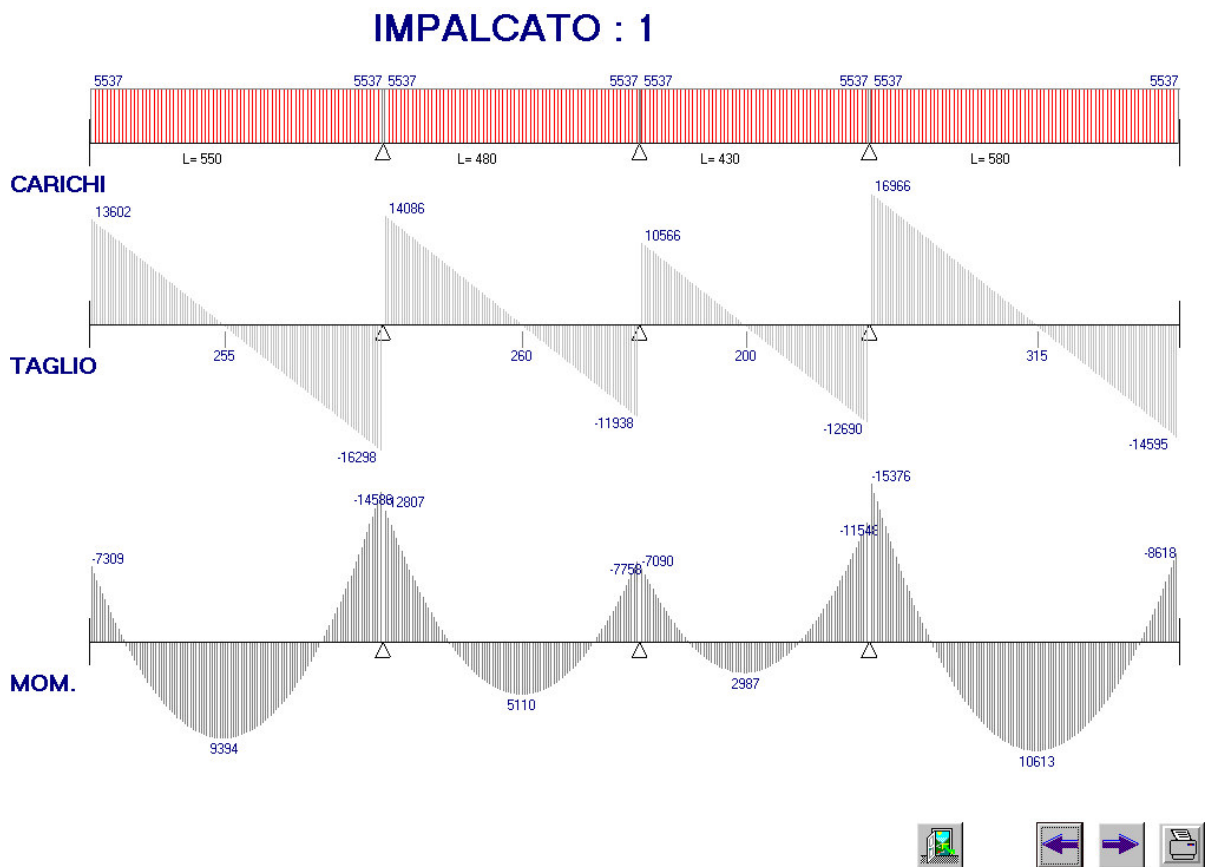


Fig. 24

Disegno ('D'):

Solo da qui è possibile visualizzare e stampare il disegno delle strutture calcolate.

In fase di verifica dell'armatura introdotta vengono realizzati i files di disegno quindi in questa fase di visualizzazione e stampa è successiva alla fase 'A' di input.

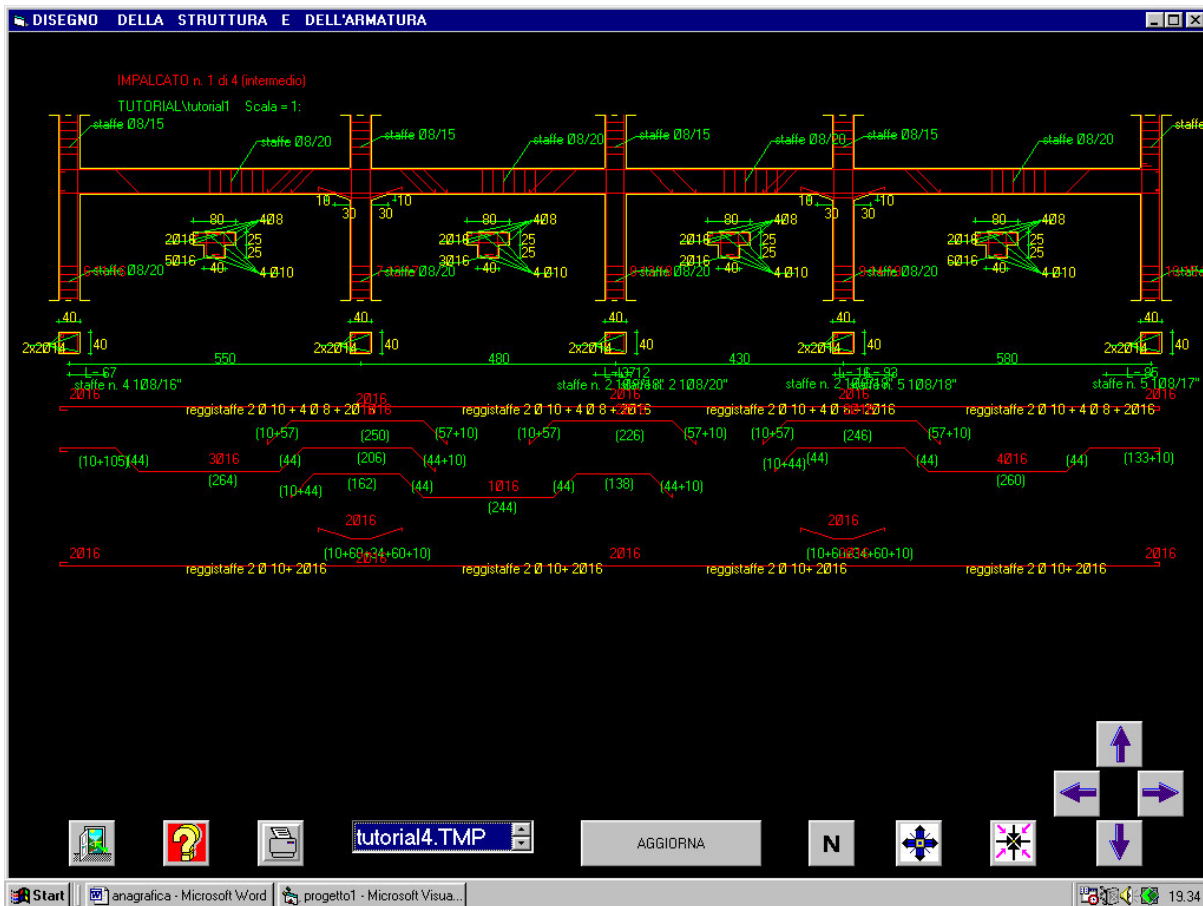


Fig. 25

Nella schermata compaiono diversi comandi e sono:

una lista di disegni (nome del lavoro e numero di impalcato, oltre il numero 10 si tratta di plinti, la trave rovescia ha numero 0)

Aggiorna esegue il disegno del file selezionato (fondo scuro)

'N' normalizza il disegno se è stato modificato

Ingrandisce

Riduce

Sposta nelle 4 direzioni

A sinistra si trovano

Uscita

Aiuto

Stampa

Diciamo qui che da questo momento nella cartella di lavoro (nel nostro caso Tutorial) vi sono i files DXF che possono essere importati da qualsiasi cad in grado di leggerli.

La stampa dei disegni da qui viene gestita da un form contenente una serie di scelte:

- formato della carta

- posizione della carta
- grandezza della finestra di stampa
- divisione in pagine
- anteprima di stampa

Poche prove consentiranno di prendere dimestichezza con questa fase di stampa.

Stampe:

La stampa delle tavole grafiche è stata già effettuata, qui viene stampato il procedimento di calcolo.

In questo tutorial troviamo inutile descrivere questa fase la fig.26 è sufficientemente chiara.

Fig. 26

