



ENG
Moduli pacchetto

MANUALE D'USO

INDICE

1	<i>LA SUITE ENG</i>	4
1.1	CONFIGURAZIONE ENG	4
1.2	ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO	7
1.3	ARCHIVIO TRAVI IN C.A.P.	13
1.4	WWW.SIGMAC.IT	19
1.5	CERCA AGGIORNAMENTI ALL'AVVIO	19
1.6	CHIUDI (Alt+F4)	19
2	<i>IL PACCHETTO XPONTI</i>	21

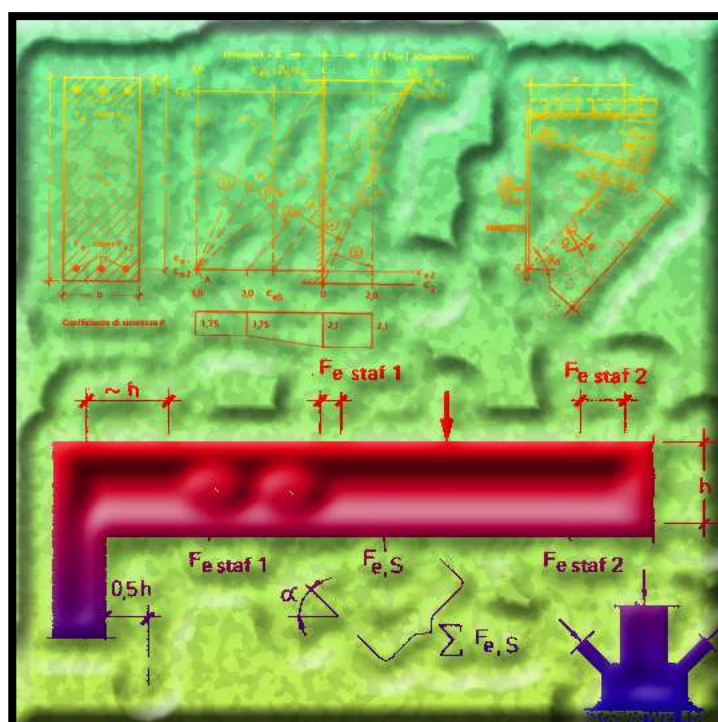
autori :

Lucio PEDROCCO, Cesare NESI, Renzo DITTADI, Igino Michele DI BENEDETTO, Luca PICCOLO, Saskia LANDO
(SIGMAc SOFT)

manuale dell'utente - rev. 8.3 Agosto 2019

SIGMAc SOFT declina ogni responsabilit  derivante da una non
corretta installazione o da un uso improprio del programma ai fini
del raggiungimento dei risultati.

CAPITOLO 1

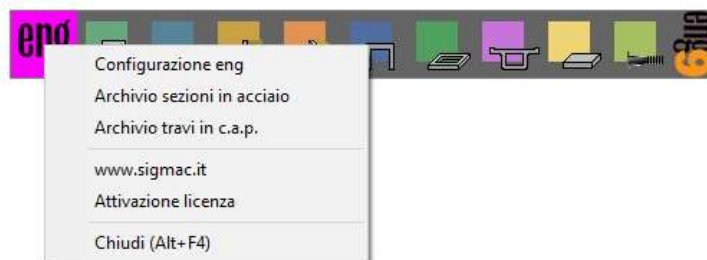


1 LA SUITE ENG

Tutti i programmi della suite **ENG9** utilizzano una configurazione comune per la gestione dei dati di input e di output e per quella degli archivi delle sezioni in acciaio e in c.a.p.

Nel seguito vengono illustrate le procedure attraverso le quali l'utente può personalizzare questi strumenti per una ottimizzazione dell'utilizzo del software.

Si visualizza sul desktop la barra dei moduli della suite **ENG9** acquistati ed utilizzabili.

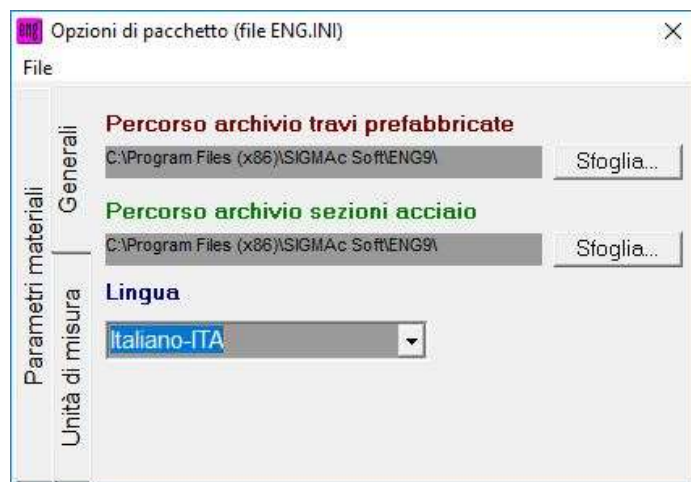


Posizionando il cursore sull'icona **ENG** della barra ed effettuando un clic con il pulsante sinistro del mouse, compare un menù a discesa contestuale dal quale è possibile selezionare tra le opzioni seguenti:

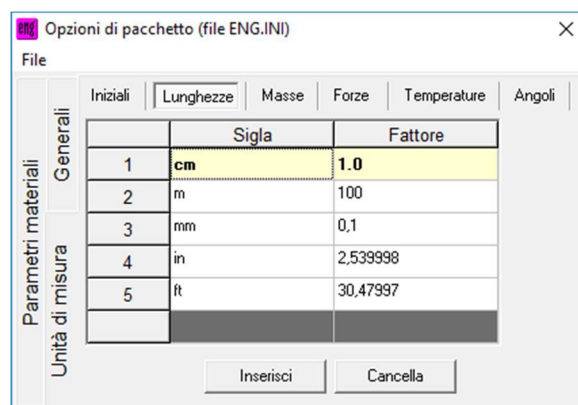
- *Configurazione eng*
- *Archivio sezioni in acciaio*
- *Archivio travi in c.a.p. "*
- *www.sigmac.it*
- *Attivazione licenza*
- *Chiudi (Alt+F4)*

1.1 CONFIGURAZIONE ENG

Si seleziona il comando **Configurazione eng**: la finestra visualizzata è composta da tre distinti pannelli corrispondenti alle Opzioni di pacchetto memorizzate nel file ENG.INI contenuto nella cartella d'installazione (solitamente C:\Programmi\SigmatSoft\Eng9).



A tal riguardo si precisa che nel pannello "**Generali**" sono registrati i percorsi completi degli archivi SEZIONI.ACC e SEZIONI.CAP. Inoltre l'utente potrà scegliere la lingua che preferisce usare tra quelle implementate nei programmi all'interno del pacchetto.

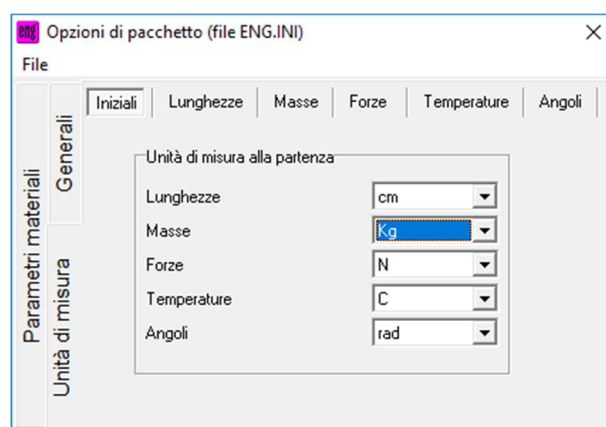


tabella, relativa ad una specifica grandezza, la prima riga presenta lo sfondo colorato e non è consentito effettuare alcuna modifica dei dati in essa contenuta: si tratta, infatti, dei valori standard con i quali il programma effettua la registrazione dei dati e rispetto ai quali sono definite le altre unità di misura.

NOTA Le unità standard, inoltre, non possono essere eliminate.

Mediante il comando **“Inserisci”** presente nella parte inferiore della finestra l’utente può introdurre delle “nuove” unità di misura contraddistinte da una sigla (visualizzata, ad esempio, nei menù a discesa del pannello **“Iniziali”**) e da un fattore di conversione rispetto a quello standard. A titolo d’esempio si specifica che qualora l’utente desideri inserire tra le unità di misura della lunghezza il kilometro, egli dovrà completare la riga introdotta dopo l’esecuzione del comando **“Inserisci”** con i valori **“km”** nel campo **“Sigla”** e con il valore 100000 nel campo **“Fattore”**.

Inoltre il pannello **“Unità di misura”** mostra le unità di misura assunte di default per



ognuna delle grandezze presenti nei programmi: dal menù a discesa correlato a ciascuna grandezza l’utente può scegliere una diversa unità di misura tra quelle definite nel pannello **“Iniziali”**. La scelta risulta attiva solo in seguito alla procedura di registrazione del file ENG.INI che verrà illustrata di seguito.

Il pannello **“Parametri materiali”** contiene i valori di riferimento di tutte e sole le grandezze necessarie a definirne il comportamento meccanico: modulo di elasticità, coefficiente di Poisson, peso specifico e coefficiente di dilatazione termica.

Per ciascuno dei materiali che è possibile impiegare (calcestruzzo, acciaio e legno) l’utente deve inserire questi valori caratteristici in unità di misura specifiche ed indipendenti dalle **“Unità di misura”** utilizzate alla partenza: si osservi, infatti, che tali grandezze vengono visualizzate in ogni programma e convertite in automatico nelle unità di misura correnti.

Al fine di rendere definitive le scelte effettuate l'utente deve procedere alla registrazione delle modifiche apportate: occorre selezionare il menù File presente nella parte superiore della finestra visualizzata e dal menù a discesa scegliere il comando **“Registra file ENG.INI”**. Al contrario, qualora non si desiderasse registrare tali modifiche, è sufficiente selezionare dal medesimo menù a discesa il comando **“Esci senza registrare (Quit)”**.

Dopo la registrazione aprendo un qualsiasi programma appartenente alla suite **ENG** si potranno notare le modifiche apportate alle unità di misura di default e ai parametri dei materiali e verificarne la corretta applicazione.

	Calcestruzzo	Acciaio	Legno
Modulo elastico [N/cm ²]	3500000	21000000	1300000
Coefficiente Poisson [-]	0.2	0.3	0.5
Peso specifico [N/cm ³]	0.024525	0.0770085	0.004
Coeff. dilataz. termica [1/C]	1E-5	1E-5	0

Parametri materiali

1.2 ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO

Il modulo accessorio “**Archivio sezioni acciaio**” permette di definire, leggere e modificare i dati che riguardano le tipologie di sezioni in acciaio: ciascun profilo definito può essere utilizzato in qualsivoglia modulo di calcolo di **ENG9**.

Nella finestra visualizzata compare una struttura ad albero che permette la ricerca rapida della sezione da mostrare all'interno del gruppo identificato dal nome “**Profili commerciali**” fornito di default dalla SIGMAc SOFT.

Selezionando o introducendo un gruppo è possibile modificarne il nome nel campo “**Gruppo**” semplicemente riscrivendolo: a seguito di questa operazione vengono abilitati i pulsanti comando “**Annulla**” e “**Registra gruppo**” necessari per confermare o annullare le modifiche effettuate.

Per inserire un nuovo Gruppo occorre eseguire la sequenza di comandi **Modifica lista** →

Inserisci gruppo
Aggiungi gruppo
Inserisci tipo
Aggiungi tipo
Inserisci sezione
Aggiungi sezione
Cancella gruppo
Cancella tipo
Cancella sezione

Inserisci gruppo: in questo caso il “**nuovo gruppo n**” introdotto viene collocato in posizione antecedente a quello selezionato. Eseguendo, invece, la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Aggiungi gruppo** il “**nuovo gruppo n**” inserito viene posizionato al termine della lista dei gruppi registrati, indipendentemente dalla posizione di quello selezionato.

È possibile identificare un “**nuovo gruppo n**” assegnandogli un nome secondo la procedura precedentemente illustrata oppure cancellarlo dalla lista eseguendo la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Cancella gruppo**.

All'interno di ciascun gruppo possono essere definite più

tipologie di sezioni.

Per inserire un nuovo tipo occorre eseguire la sequenza di comandi **Modifica lista** →

Inserisci tipo: in questo caso il “**nuovo tipo n**” introdotto viene collocato in posizione antecedente a quello selezionato. Eseguendo, invece, la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Aggiungi tipo** il “**nuovo tipo n**” inserito viene posizionato al termine della lista dei tipi registrati e appartenenti a quel gruppo, indipendentemente dalla posizione di quello selezionato.

Inserisci gruppo
Aggiungi gruppo
Inserisci tipo
Aggiungi tipo
Inserisci sezione
Aggiungi sezione
Cancella gruppo
Cancella tipo
Cancella sezione

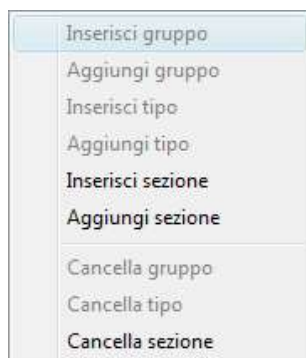
Selezionando o introducendo un “**nuovo tipo n**” è possibile modificarne il nome nel campo “**Tipo**” semplicemente riscrivendolo: a seguito di questa operazione vengono abilitati i pulsanti comando “**Annulla**” e “**Registra tipo**” necessari per confermare o annullare le modifiche effettuate.

In qualsiasi momento è possibile cancellare dalla lista un “**nuovo tipo n**” eseguendo la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Cancella tipo**.

All'interno di ciascun tipo possono essere definite più sezioni.

Per inserire una nuova sezione occorre eseguire la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Inserisci sezione**: in questo caso la “**nuova sezione n**” introdotta viene collocata in posizione antecedente a quella selezionata. Eseguendo, invece, la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Aggiungi sezione** la “**nuova sezione n**” inserita viene posizionata al termine della lista delle sezioni registrate e appartenenti a quel tipo all'interno di uno specifico gruppo, indipendentemente dalla posizione di quella selezionata.

Selezionando o introducendo una “**nuova sezione n**” è possibile modificarne il nome nel



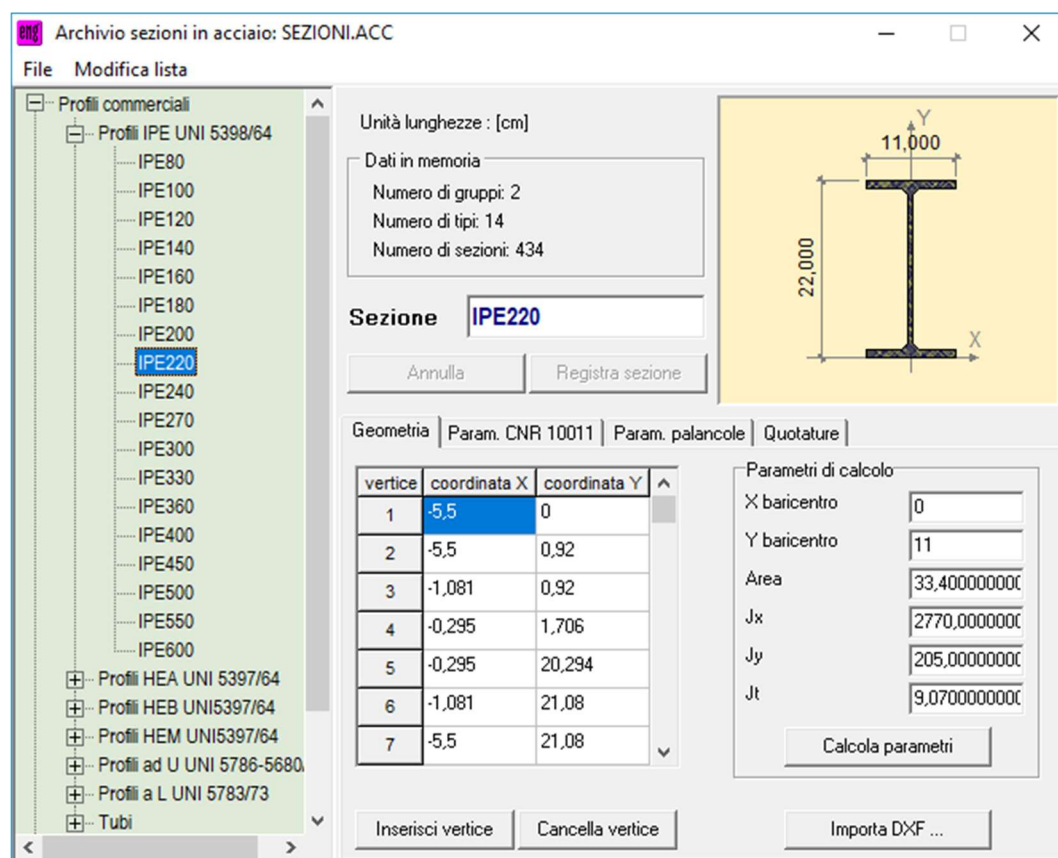
campo **“Sezione”** semplicemente riscrivendolo: a seguito di questa operazione vengono abilitati i pulsanti comando **“Annulla”** e **“Registra Sezione”** necessari per confermare o annullare le modifiche effettuate.

In qualsiasi momento è possibile cancellare dalla lista una **“nuova sezione n”** eseguendo la sequenza di comandi **Modifica lista → Cancella sezione**.

Al di sopra del campo **“Sezione”** sono riportate alcune utili informazioni circa il contenuto del file SEZIONI.ACC e a proposito delle unità di misura da impiegarsi per la lettura e la definizione delle sezioni.

Per descrivere geometricamente la sezione introdotta occorre completare i pannelli **“Geometria”**, **“Parametri CNR 10011”** e/o **“Parametri palancole”**; mediante il pannello **“Quot campata”** viene definito tra quali vertici visualizzare le quotature.

NOTA Tutti i dati che riguardano la sezione fanno riferimento come unità di misura delle lunghezze al cm: qualora si voglia modificare tale impostazione è necessario eseguire la sequenza di comandi **File → Unità di misura** oppure procedere mediante il tasto di scelta rapida F7.



Nel pannello **“Geometria”** l’utente introduce un numero di vertici sufficiente a descrivere il contorno geometrico della sezione: in corrispondenza delle righe generate nella tabella si inseriranno le coordinate **X** e **Y** degli stessi (si osservi che si tratta di un sistema di riferimento relativo “locale” alla sezione in oggetto).

vertice	coordinata X	coordinata Y
1	-5	0
2	-5	0.85
3	-1.066	0.85
4	-0.28	1.636
5	-0.28	18.364
6	-1.066	19.15
7	-5	19.15

Parametri di calcolo

X baricentro: 0

Y baricentro: 10

Area: 28.5

Jx: 1940

Jy: 142

Jt: 6.98

Calcola parametri

Importa DXF ...

Inserisci vertice Cancelli vertice

Occorre notare che i vertici che descrivono la sezione devono essere introdotti in senso orario: il vertice 1, quindi, è quello identificato dall'ordinata e dalla ascissa con valori inferiori. Non rispettando questa prescrizione si ottiene una sezione avente area

negativa: in tal caso il programma genera una segnalazione di errore.

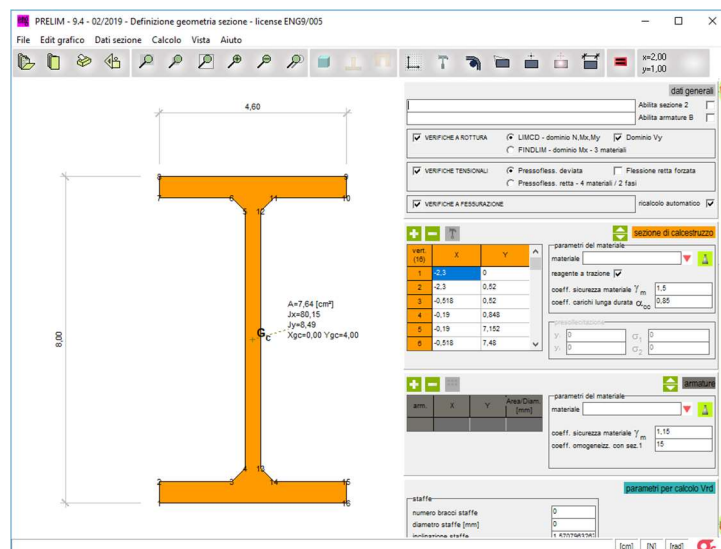
Le coordinate dei vertici introdotte o modificate generano o aggiornano il disegno della sezione nella finestra visualizzata.

La descrizione geometrica della sezione può essere eseguita seguendo altre procedure. È possibile, infatti, importare un profilo mediante la lettura di un file con estensione **.dxf** realizzato con qualsivoglia CAD. In questo caso è sufficiente selezionare il pulsante comando **"Importa DXF"** per aprire la form standard di lettura dei file. Si osservi che la sezione deve essere stata realizzata all'interno del CAD adoperato per mezzo del comando POLILINEE (composte da linee e spezzate; non sono interpretabili gli archi).

Alternativamente per inserire la geometria di una sezione si può utilizzare il modulo

PRELIM (se disponibile).

La possibilità di accedervi viene segnalata posizionando il cursore al di sopra del disegno della sezione visualizzato: mediante un doppio clic con il pulsante sinistro del mouse si accede al modulo **PRELIM** nel quale è possibile editare la sezione graficamente, utilizzando gli strumenti propri di questo modulo.



Nel pannello corrente occorre completare la descrizione delle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione introdotta fornendo i seguenti parametri:

"X baricentro": in questo campo di input l'utente deve introdurre il valore della coordinata lungo l'asse X di riferimento della posizione del baricentro della sezione.

"Y baricentro": in questo campo di input l'utente deve introdurre il valore della coordinata lungo l'asse Y di riferimento della posizione del baricentro della sezione.

“Area”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore dell’area della sezione. Tale dato viene impiegato nei diversi programmi per calcolare il peso della struttura e la sua rigidezza.

“Jx”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore del momento d’inerzia rispetto all’asse X baricentrico. Tale dato viene impiegato nei diversi programmi per determinare la rigidezza flessionale della struttura rispetto al medesimo asse.

“Jy”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore del momento d’inerzia rispetto all’asse Y baricentrico. Tale dato viene impiegato nei diversi programmi per determinare la rigidezza flessionale della struttura rispetto al medesimo asse.

“Jt”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore del momento d’inerzia torsionale dato dal rapporto tra il valore del momento d’inerzia polare ed il fattore di torsione q (si ricordi che la forma di sezione più rigida a torsione, fra quelle semplicemente connesse, è quella circolare). Tale dato viene impiegato nei diversi programmi e risulta indispensabile nel calcolo di grigliati di travi.

Nella parte inferiore della finestra corrente relativa ai parametri di calcolo è presente il comando **“Calcola Parametri”**: si tratta di un’utility che permette la determinazione in automatico da parte del programma delle grandezze precedentemente definite ad eccezione del valore relativo al momento d’inerzia torsionale J_t che deve, in ogni caso, essere inserito dall’utente.

NOTA Tutti i profili commerciali forniti di default dalla SigmaC Soft sono descritti per mezzo di poligoni che approssimano la sezione reale. Tuttavia i valori dei parametri relativi sono quelli forniti da catalogo. Eseguendo per uno di detti profili il comando “Calcola Parametri” il programma esegue un aggiornamento di tali valori: le differenze risultano, comunque, trascurabili.

Nel pannello **“Parametri CNR 10011”** l’utente introduce i dati necessari per poter eseguire le verifiche di resistenza e di stabilità delle sezioni in acciaio utilizzate nei diversi programmi di calcolo.

Nel pannello corrente occorre completare la descrizione dei seguenti parametri:

Tabella coefficienti Omega B

Coeff. adattamento plastico 1.05

Aeff/Anominale (trazione) 1

J minimo 142

Torsione: sezione aperta ☒

Torsione: sezione chiusa ☐

punto	Quota Y	CtPV
1	0	0
2	1.636	0
3	10	0
4	18.364	0
5	20	0

Inserisci punto
Cancella punto

“Tabella coefficienti Omega”: dal menù a discesa l’utente sceglie la tabella di riferimento per la determinazione dei coefficienti Omega utilizzati nella verifica di instabilità delle aste. I coefficienti Omega sono contenuti nei file: Fe.*a.dat, Fe.*b.dat, Fe.*c.dat e Fe.*d.dat.

“Coeff. adattamento plastico”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore del coefficiente di parziale adattamento plastico (coefficiente di forma) corrispondente al piano di inflessione. A favore di sicurezza è possibile porre tale parametro pari a 1. (CNR 10011 Par. 6.5.2 e 6.5.3.)

“Aeff/Anominale”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il rapporto tra l’area effettiva della sezione depurata della presenza di eventuali fori (bullonatura) e l’area totale nominale della sezione. Tale parametro viene utilizzato nel caso di verifiche di aste soggette a sollecitazioni di trazione.

“J minimo”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore relativo al momento d’inerzia minimo per la determinazione del raggio d’inerzia minimo trasversale (giacente nello stesso piano principale in cui si valuta la lunghezza libera d’inflessione) utilizzato, in fase di verifica, nel calcolo della snellezza delle sezioni composte.

“Torsione: sezione aperta – sezione chiusa”: la scelta da parte dell’utente del tipo di sezione consente di effettuare la verifica di resistenza valutando correttamente il contributo delle tensioni dovute alla torsione. Nell’attuale versione del programma tale dato non viene utilizzato.

Nel pannello corrente, inoltre, è presente una tabella nella quale è possibile inserire (o cancellare) dei punti di verifica individuati da una **“Quota Y”** e dal parametro **“CtPv”**. Quando vengono eseguite le verifiche di resistenza, infatti, è necessario combinare gli effetti dovuti alle tensioni normali (per sollecitazioni flettenti M e per quelle assiali N) con quelli dovuti alle tensioni tangenziali (per sollecitazioni taglianti T): è opportuno, pertanto, eseguire il calcolo a diverse quote Y in quanto solitamente i punti in corrispondenza ai quali si registrano i valori massimi delle tensioni dovute al momento non coincidono con quelli in corrispondenza ai quali si registrano i valori massimi delle tensioni dovute al taglio.

Se l’utente non ha inserito alcun punto di verifica, il programma fissa in modo automatico cinque punti di verifica: le quote dei lembi inferiore e superiore della sezione, la quota del baricentro e altre 2 quote pari rispettivamente a 1/10 e 9/10 dell’altezza della sezione. Si ricordi che queste quote sono valutate rispetto al sistema di riferimento utilizzato per descrivere la sezione.

Nella colonna contraddistinta dall’etichetta **“CtPv”** l’utente deve inserire per le diverse quote di verifica un coefficiente atto a valutare le tensioni tangenziali dovute alla torsione. In questa versione, tuttavia, la verifica in esame non è stata implementata.

Nel pannello **“Parametri Palancole”** l’utente introduce i dati specifici relativi ai profili impiegati per la realizzazione di una palancole necessari per poterne eseguire le verifiche di resistenza e di stabilità mediante il programma **DIAF**.

Nel pannello corrente occorre completare la descrizione delle caratteristiche geometriche e meccaniche mediante i seguenti parametri:

“Area parete [cm²/m parete]”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore dell’area totale risultante dall’accostamento di due sezioni contigue tenendo conto delle modalità di formazione della parete. Tale valore si intende riferito unitario per un metro lineare di palancola lungo la direzione X.

“J parete [cm⁴/m parete]”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore del momento d’inerzia totale risultante dall’accostamento di due sezioni contigue tenendo conto delle modalità di formazione della parete. Tale valore si intende riferito unitario per un metro lineare di palancola lungo la direzione X.

“Y baricentro parete”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore della coordinata lungo l’asse Y di riferimento della posizione del baricentro della sezione risultante dall’accostamento di due sezioni contigue tenendo conto delle modalità di formazione della parete.

“passo X” – “Δ” - “Σ”: dopo aver scelto la tipologia di sezione composta l’utente deve introdurre in questi campi di input i valori geometrici che la definiscono, come ad esempio l’interasse delle due sezioni contigue.

Nel pannello **“Quotature”** l’utente introduce le quotature da visualizzare mediante il

quota	vertice 1	vertice 2	X	Y	=	Distanza
1	1	8			✓	5
2	8	9			✓	2.55

comando **“Inserisci quota”** che genera nella tabella corrispondente le righe necessarie; per mezzo del comando **“Cancella quota”**, invece, elimina le quotature che intende non mostrare.

Stabiliti i vertici da quotare, la quota può essere parallela all’asse **X** o all’asse **Y** oppure parallela alla linea

congiungente i 2 vertici e posizionata ad una certa distanza da essa.

1.3 ARCHIVIO TRAVI IN C.A.P.

Il modulo accessorio **“Archivio travi in c.a.p.”** permette di definire, leggere e modificare i dati che riguardano le tipologie di sezioni per le travi in c.a.p.: ciascun profilo definito può essere utilizzato in qualsivoglia modulo di calcolo di **ENG9**.

Nella finestra visualizzata compare una struttura ad albero che permette la ricerca rapida della sezione da mostrare all'interno del gruppo identificato dal nome **“Profili SIGMAc”** fornito di default dalla SIGMAc SOFT.

Selezionando o introducendo un gruppo è possibile modificarne il nome nel campo **“Gruppo”** semplicemente riscrivendolo: a seguito di questa operazione vengono abilitati i pulsanti comando **“Annulla”** e **“Registra gruppo”** necessari per confermare o annullare le modifiche effettuate.

Per inserire un nuovo Gruppo occorre eseguire la sequenza di comandi **Modifica lista** →

Inserisci gruppo
Aggiungi gruppo
Inserisci tipo
Aggiungi tipo
Inserisci sezione
Aggiungi sezione
Cancella gruppo
Cancella tipo
Cancella sezione

Inserisci gruppo: in questo caso il **“nuovo gruppo n”** introdotto viene collocato in posizione antecedente a quello selezionato. Eseguendo, invece, la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Aggiungi gruppo** il **“nuovo gruppo n”** inserito viene posizionato al termine della lista dei gruppi registrati, indipendentemente dalla posizione di quello selezionato.

È possibile identificare un **“nuovo gruppo n”** assegnandogli un nome secondo la procedura precedentemente illustrata oppure cancellarlo dalla lista eseguendo la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Cancella gruppo**.

All'interno di ciascun gruppo possono essere definite più

tipologie di sezioni.

Per inserire un nuovo tipo occorre eseguire la sequenza di comandi **Modifica lista** →

Inserisci tipo: in questo caso il **“nuovo tipo n”** introdotto viene collocato in posizione antecedente a quello selezionato. Eseguendo, invece, la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Aggiungi tipo** il **“nuovo tipo n”** inserito viene posizionato al termine della lista dei tipi registrati e appartenenti a quel gruppo, indipendentemente dalla posizione di quello selezionato.

Inserisci gruppo
Aggiungi gruppo
Inserisci tipo
Aggiungi tipo
Inserisci sezione
Aggiungi sezione
Cancella gruppo
Cancella tipo
Cancella sezione

Selezionando o introducendo un **“nuovo tipo n”** è possibile modificarne il nome nel campo **“Tipo”** semplicemente riscrivendolo: a seguito di questa operazione vengono abilitati i pulsanti comando **“Annulla”** e **“Registra tipo”** necessari per confermare o annullare le modifiche effettuate.

In qualsiasi momento è possibile cancellare dalla lista un **“nuovo tipo n”** eseguendo la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Cancella tipo**.

All'interno di ciascun tipo possono essere definite più sezioni.

Per inserire una nuova sezione occorre eseguire la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Inserisci sezione:** in questo caso la **“nuova sezione n”** introdotta viene collocata in posizione antecedente a quella selezionata. Eseguendo, invece, la sequenza di comandi **Modifica lista** → **Aggiungi sezione** la **“nuova sezione n”** inserita viene posizionata al termine della lista delle sezioni registrate e appartenenti a quel tipo all'interno di uno specifico gruppo, indipendentemente dalla posizione di quella selezionata.

Selezionando o introducendo una **“nuova sezione n”** è possibile modificarne il nome nel campo **“Sezione”** semplicemente riscrivendolo: a seguito di questa operazione vengono abilitati i pulsanti comando **“Annulla”** e **“Registra Sezione”** necessari per confermare o annullare le modifiche effettuate.

In qualsiasi momento è possibile cancellare dalla lista una **“nuova sezione n”** eseguendo la sequenza di comandi **Modifica lista → Cancella sezione**.

Al di sotto del campo **“Sezione”** sono riportate alcune utili informazioni circa il contenuto del file SEZIONI.CAP e a proposito delle unità di misura da impiegarsi per la lettura e la definizione delle sezioni.

Al di sotto del campo **“Sezione”** vi è un ulteriore campo nel quale l'utente può inserire alcune note utili a identificare la sezione.

Per descrivere geometricamente la sezione introdotta occorre completare i pannelli **“Geometria campata”** ed **“Armature”**; mediante il pannello **“Quot campata”** viene definito tra quali vertici visualizzare le quotature.

NOTA Tutti i dati che riguardano la sezione fanno riferimento come unità di misura delle lunghezze al cm: qualora si voglia modificare tale impostazione è necessario eseguire la sequenza di comandi File → Unità di misura oppure procedere mediante il tasto di scelta rapida F7.

Archivio travi in c.a.p.: SEZIONI.CAP

File Modifica lista Sezione

Sezioni a V

- VH80N
- VH100N
- VH110
- VH130N
- VH140**
- VH150
- VH160
- VH170
- VH170F120
- VH170F170
- VH185
- VH200
- VH100N_SISTEMCO
- VH125
- VH150Q
- VH160
- vh125 new
- VH190Q
- VH190Q33
- VH210Q38
- VH160ND
- VH160R5
- VH200R
- VH160ND
- VH210Q38

Sezione **VH140**

Trave a V
h=140
b max=250

Unità lunghezze : [cm]

Annulla Registra sezione

Ringrossi in testata ☒ Sovrapponi sezioni ☐

Geometria campata Geometria testata Quot campata Quot testata Armature

vertice	coordinata X	coordinata Y
1	-48,2	0
2	-65,3	114
3	-90	127
4	-125	135
5	-125	140
6	-55	140
7	-38,2	28,1

Coeff. rigidità torsionale 15184000

Spessore totale anime 28,4

Numero anime 2

Area torsionale 15157

Spessore membrana 14

Perimetro area torsionale 501

Importa DXF ...

Importa trave DOS ...

Inserisci vertice Cancella vertice

Caratteristiche geometriche		
VH140		
Sezione in campata :		
Xg	0,000	cm
Yg	70,563	cm
Area	6965,6900	cm ²
Jx	17592582,09776	cm ⁴
Jy	23686135,44535	cm ⁴
Sezione in testata :		
Xg	0,000	cm
Yg	73,920	cm
Area	10276,9225	cm ²
Jx	21719826,37858	cm ⁴
Jy	28871074,91226	cm ⁴
<u>Note modifiche</u>		
15-08-2010 h:0:00 creazione archivio		
<u>Sezione in campata :</u>		

Si ricordi che per ciascun profilo inserito nell'archivio travi in c.a.p. è possibile visualizzare tutte le caratteristiche geometriche e meccaniche inserite e calcolate dal programma mediante il comando **"Parametri"** dal menù a discesa **"Sezione"** (presente nella parte superiore della finestra): alternativamente si può premere il comando da tastiera F8. I dati mostrati, inoltre, possono essere copiati e inseriti in un qualsiasi wordprocessor mediante i consueti comandi di copia e incolla.

Nel pannello **"Geometria campata"** l'utente introduce un numero di vertici sufficiente a descrivere il contorno geometrico della sezione: in corrispondenza delle righe generate nella tabella si inseriranno le coordinate **X** e **Y** degli stessi (si osservi che si tratta di un

sistema di riferimento relativo "locale" alla sezione in oggetto).

Occorre notare che i vertici che descrivono la sezione devono essere introdotti in senso orario: il vertice 1, quindi, è quello identificato dall'ordinata e dalla ascissa con valori inferiori. Non rispettando questa prescrizione si ottiene una sezione avente area negativa: in tal caso il programma genera una segnalazione di errore.

Le coordinate dei vertici introdotte o modificate generano o aggiornano il disegno della sezione nella finestra visualizzata.

È possibile, inoltre, copiare i vertici di una sezione già definita mediante il relativo comando **"Copia vertici"** del menù a cursore visualizzabile premendo il tasto destro del mouse: nella nuova sezione che si intende definire, dopo aver generato

lo stesso numero di vertici ed aver posizionato il puntatore in corrispondenza della prima cella, si esegue il comando **"Incolla vertici"** del menù a cursore.

Geometria campata		
vertice	coordinata X	coordinata Y
1	-48.2	0
2	-65.3	114
3	-90	127
4	-125	135
5	-125	140
6	-55	140
7	-38.2	28.1

Inserisci vertice

Cancella vertice

Coeff. rigidità torsionale: 15184000

Spessore totale anime: 28.4

Numero anime: 2

Area torsionale: 15157

Spessore membrana: 14

Perimetro area torsionale: 501

Importa DXF ...

Importa trave DOS ...

La descrizione geometrica della sezione può essere eseguita seguendo altre procedure.

È possibile, infatti, importare un profilo mediante la lettura di un file con estensione **.dxf** realizzato con qualsivoglia CAD. In questo caso è sufficiente selezionare il pulsante comando **"Importa DXF"** per aprire la form standard di lettura dei file. Si osservi che la sezione deve essere stata realizzata all'interno del CAD adoperato per mezzo del comando POLILINEE (composte da linee e spezzate; non sono interpretabili gli archi).

Alternativamente per inserire la geometria di una sezione si può utilizzare il modulo **PRELIM** (se disponibile). La possibilità di accedervi viene segnalata posizionando il cursore al di sopra del disegno della sezione visualizzato: mediante un doppio clic con il pulsante sinistro del mouse si accede al modulo **PRELIM** nel quale è possibile editare la sezione graficamente, utilizzando gli strumenti propri di questo modulo.

È possibile, infine, introdurre nell'archivio una sezione definita con la precedente versione DOS del programma. Selezionando il comando **"Importa trave DOS"** compare la finestra

standard di Windows di apertura dei file: l'utente può importare i file creati con la precedente edizione specificando il loro indirizzo (esempio C:\ARCSEZ\113.sez). Nel pannello corrente occorre completare la descrizione delle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione introdotta fornendo i seguenti parametri:

“Coeff. rigidità torsionale”: in questo campo di input l'utente deve introdurre il valore del coefficiente di rigidità torsionale della sezione $[L^4]$.

Questo parametro di rigidità è indispensabile per alcuni moduli di calcolo (GRAT, SIGMAC) mentre viene ignorato da altri (TCONT, TRSP, PRELIM, DIAF).

Se l'elemento prefabbricato è destinato, dopo la messa in opera, ad essere integrato da un getto collaborante di seconda fase (come negli impalcati da ponte) sarà corretto introdurre la rigidità torsionale della sezione composta.

Tale coefficiente può essere calcolato mediante l'espressione:

$$C = \frac{G \cdot J'_t}{E} \quad \text{dove :}$$

- G è il modulo elastico tangenziale del calcestruzzo
- E è il modulo elastico del calcestruzzo
- J'_t è il coefficiente di rigidità torsionale della sezione $J'_t = \frac{J_{polare}}{q}$
- q è il fattore di torsione, ($q=1$ per sezioni circolari piene o cave)

Si noti che per la determinazione della ripartizione trasversale il programma assume un valore $G/E=0.5$ con coefficiente di Poisson $\nu=0$.

Per meglio comprendere il significato fisico di J'_t si pensi che esso è uguale al rapporto M_t/θ , vale a dire al rapporto tra il momento torcente applicato all'estremità di una mensola unitaria, incastrata all'estremità opposta, diviso per la rotazione.

Pertanto:

$$\text{▪ per le sezioni chiuse si ha :} \quad J'_t = \frac{4\Omega^2}{\sum_s \frac{L}{s}} \quad \text{dove :}$$

- Ω è l'area racchiusa dalla sezione;
- L è la lunghezza del singolo tratto che forma la sezione chiusa;
- s è lo spessore del singolo tratto che forma la sezione chiusa.

$$\text{▪ per le sezioni aperte si ha :} \quad J'_t = \frac{1}{\beta} \cdot \sum a \cdot b^3 \quad \text{dove :}$$

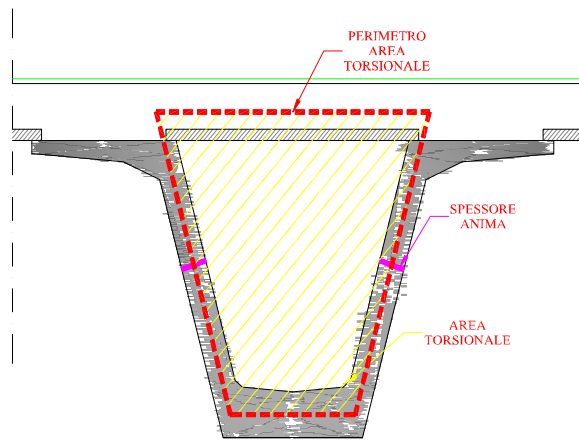
- la sommatoria si deve estendere a tutti gli elementi rettangolari che compongono la sezione aperta;
- a è il lato maggiore di ogni elemento;
- b è il lato minore (spessore) di ogni elemento.
- β è un coefficiente correttivo in funzione del rapporto a/b . Una formula approssimata per il calcolo di questo fattore numerico è la seguente: $\beta = 3n / (n-0,63)$ dove $n=a/b$.

Per β valgono comunque i valori riportati in bibliografia:

- Belluzzi Odone, *Scienza Delle Costruzioni*, VOL.I, Zanichelli - Bologna
- Capurso Michele, *Lezioni di Scienza Delle Costruzioni*, Pitagora - Bologna

“Spessore totale delle anime”: in questo campo di input l'utente deve introdurre lo spessore complessivo minimo delle n anime del profilo utilizzato. Tale dato, fornito di default per le sezioni presenti nell'archivio del programma, viene utilizzato in fase di verifica per determinare i valori di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti.

“Numero anime”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il numero complessivo delle anime del profilo utilizzato. Tale dato, fornito di default per le sezioni presenti nell’archivio del programma, viene utilizzato in fase di verifica per determinare i valori di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti.



“Area torsionale”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore dell’area torsionale del profilo utilizzato $[L^2]$. Tale dato, fornito di default per le sezioni presenti nell’archivio del programma e definito come area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico, viene utilizzato unicamente in fase di verifica dal modulo TCAP per determinare i valori di resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti.

“Spessore membrana”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore dello spessore del profilo utilizzato. Tale dato, fornito di default per le sezioni presenti nell’archivio del programma e definito come spessore della sezione cava o come rapporto tra l’area della sezione ed il suo perimetro nel caso di sezioni piene, viene utilizzato in fase di verifica per determinare i valori di resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti.

“Perimetro area torsionale”: in questo campo di input l’utente deve introdurre il valore del perimetro dell’area torsionale individuata per il profilo utilizzato $[L]$. Tale dato, fornito di default per le sezioni presenti nell’archivio del programma, viene utilizzato unicamente in fase di verifica dal modulo TCAP per determinare i valori di resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti.

Nel pannello **“Quot campata”** l’utente introduce le quotature da visualizzare mediante il comando **“Inserisci quota”** che genera nella tabella corrispondente le righe necessarie; per

Quot campata

quota	vertice 1	vertice 2	X	Y	=	Distanza
1	1	5		☒		100.00
2	4	14			☒	-190.00

Inserisci quota Cancella quota

mezzo del comando

“Cancella quota”, invece, elimina le quotature che intende non mostrare.

Stabiliti i vertici da quotare, la quota può essere parallela all’asse **X** o all’asse **Y** oppure parallela alla linea congiungente i 2 vertici e posizionata ad una certa distanza da essa.

Nel pannello **“Armature”** l’utente introduce il numero di livelli di armature di precompressione possibili per la sezione che intende definire: in corrispondenza delle righe generate nella tabella si inseriranno le ordinate **Y** ed il massimo numero dei trefoli presenti per ciascun livello. Si osservi che tale tabella è ordinata secondo i livelli e le corrispondenti ordinate in senso decrescente: quindi il campo relativo al livello 1 (ordinata **Y** minore) è posizionato in corrispondenza dell’ultima riga della tabella mentre quello relativo all’ultimo livello (ordinata **Y** maggiore) si trova in corrispondenza della prima riga della tabella. Tale criterio discende dalla pratica costruttiva: è abitudine indicare come *primo livello* il livello più basso di trefoli.

The 'Armature' panel contains a table with the following data:

Livello	Y	Max n. trefoli
13	135	4
12	129	4
11	123	4
10	80	4
9	60	4
8	43.5	4
7	37.5	4

Below the table are buttons: 'Inserisci livello' and 'Cancella livello'. To the right of the table is a dropdown menu set to 'trefolo 6/10"', a button 'Genera X default trefoli', and a label 'Armature' at the top right.

È possibile, inoltre, copiare l’armatura già definita mediante il relativo comando **“Copia armature di precompressione”** del menù a cursore visualizzabile premendo il tasto destro del mouse: nella nuova armatura che si intende definire, dopo aver generato lo stesso numero di vertici ed aver posizionato il puntatore in corrispondenza della prima cella, si esegue il comando **“Incolla armature di precompressione”** del menù a cursore.

L’utente, inoltre, può definire la tipologia e la dimensione dell’armatura di precompressione; in qualsiasi momento può inserire o cancellare dalla lista un livello e riposizionare in direzione **X** i trefoli inseriti o modificati mediante il comando **“Genera X default trefoli”**.

Qualora la tipologia di trave preveda la realizzazione di ringrossi in testata l’utente deve

The 'Geometria testata' panel contains a table with the following data:

vertice	coordinata X	coordinata Y
1	-48.2	0
2	-65.3	114
3	-90	127
4	-125	135
5	-125	140
6	-40.84	140
7	-24.25	27

To the right of the table are input fields for the following properties:

- Coeff. rigidezza torsionale: 15184000
- Spessore totale anime: 56
- Numero anime: 2
- Area torsionale: 13193
- Spessore membrana: 28
- Perimetro area torsionale: 473

attivare il check **“Ringrossi in testata”**: tale opzione genera due ulteriori pannelli **“Geometria testata”** e **“Quot testata”** da compilare in modo analogo a quanto illustrato per la sezione in campata.

Il check **“Sovrapponi sezioni”**, infine, permette di visualizzare graficamente le aree d’intersezione delle due

sezioni.

Per visualizzare o per non mostrare tutti i tipi e tutte le sezioni registrati nel modulo accessorio **“Archivio travi in c.a.p.”** si deve cliccare con il mouse sul segno **“+”** o sul segno **“-”** che compare accanto ai nomi di gruppi, tipi e sezioni che costituiscono la struttura ad albero visualizzata.

Descritta la sezione si procede al salvataggio dei dati ad essa riferiti all’interno dell’archivio. Occorre registrare, innanzitutto, la sezione per mezzo del comando **“Registra sezione”**; di seguito si esegue la sequenza di comandi **File → Registra file SEZIONI.CAP**.

Qualora non si segua tale procedura al momento della chiusura del modulo accessorio **“Archivio travi in c.a.p.”** il programma visualizza un messaggio di avvertenza per l’utente.

1.4 WWW.SIGMAC.IT

Il comando permette di accedere tramite il browser predefinito del computer al sito web della SigmaC Soft S.n.c.

1.5 CERCA AGGIORNAMENTI ALL’AVVIO

Il comando risulta attivo dopo l’installazione standard della suite **ENG9**. Tale configurazione permette di ricevere gli avvisi di aggiornamenti disponibili se il computer è connesso ad internet al momento dell’avvio del programma. Quando riceve un messaggio l’utente può decidere, mediante la corrispondente opzione a video, di non mostrare più tale messaggio: la scelta disabilita l’aggiornamento automatico all’avvio del software.

1.6 CHIUDI (Alt+F4)

Il comando, che può essere attivato mediante i tasti di scelta rapida ALT+F4, permette di chiudere il programma.

CAPITOLO 2



2 IL PACCHETTO XPONTI

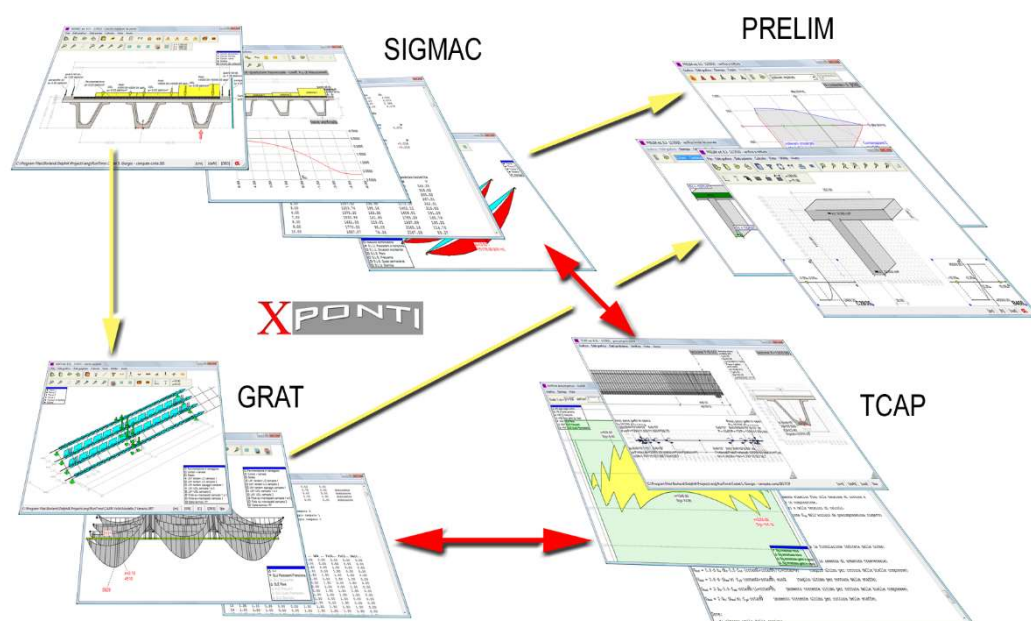
Il programma **XPONTI**, applicazione integrata nella suite **ENG9** per il calcolo strutturale, è dedicato specificatamente alla risoluzione di impalcati da ponte a travi e soletta collaborante.

Esso nasce da una lunga esperienza nel campo della progettazione e realizzazione di travi prefabbricate in c.a.p. e rappresenta uno strumento agile ed intuitivo capace di fornire una risposta completa ad un'ampia casistica di problematiche nell'impiego di tali manufatti.

Il programma è costituito da più moduli tra loro interfacciati riuscendo in tal modo a coniugare la facilità e velocità d'uso nei casi di strutture semplici alla completezza di tipologie risolvibili.

I moduli che compongono il pacchetto sono:

- **SIGMAC** soluzione di impalcati secondo il metodo di Massonnet
- **GRAT** soluzione di impalcati come grigliato, a geometria libera
- **TCAP** verifiche travi in c.a.p. realizzate in 2 fasi
- **PRELIM** verifiche di sezioni in c.a. e c.a.p.



Come illustrato dalla precedente figura **TCAP** costituisce il postprocessore in grado di verificare elementi in c.a. e in c.a.p. per sollecitazioni calcolate dai moduli **SIGMAC** e **GRAT**: qualsiasi modifica apportata in quest'ultimi aggiorna le verifiche condotte.

La valutazione del comportamento di una singola sezione, invece, può essere eseguita con il modulo **PRELIM**: i preprocessori che eseguono l'analisi forniscono i dati relativi alla geometria e alle sollecitazioni con le quali eseguire la verifica.

Il modulo **SIGMAC** esegue il calcolo di impalcati realizzati con travi prefabbricate in c.a.p., c.a., acciaio o altro materiale, e getto in opera di soletta collaborante, con eventuali traversi di collegamento in campata. Lo schema statico dell'impalcato utilizzato prevede travi semplicemente appoggiate alle estremità: nel caso di viadotti a più campate i singoli impalcati, quindi, risultano separati da un giunto. Il comportamento statico dell'impalcato, nei confronti delle azioni nei singoli elementi strutturali, risulta determinato dal rapporto fra le singole rigidezze elastiche.

Il programma posiziona automaticamente sulla carreggiata i carichi previsti dalla normativa adottata in modo da rendere massime in ogni sezione le sollecitazioni sulla trave che il progettista intende verificare. È previsto l'utilizzo della normativa italiana **NTC2018** e dell'**Eurocodice**.

Il calcolo viene condotto con il **metodo di Massonnet** che permette di definire la ripartizione dei carichi sulle travi, specificatamente nei casi di impalcati con geometria regolare: vengono in questo modo determinate tutte le sollecitazioni flettenti, taglianti e torcenti sulle travi e le sollecitazioni flettenti sui traversi e sulla soletta, nonché le reazioni agli appoggi. L'implementazione di ulteriori semplici modelli consente di valutare gli effetti locali sulla soletta.

Il programma prevede accanto alla definizione dei carichi mobili anche quella di altri carichi, concentrati o distribuiti, agenti sull'impalcato (ad esempio pavimentazione, guard-rail, new jersey, cordoli, ecc.).

Viene fornito un ampio database, comunque espandibile, di carichi reali (autocarri a 3,4,5 assi) che possono essere posizionati in qualunque punto della struttura per simularne gli effetti in termini di sollecitazioni e deformazioni nelle fasi di collaudo.

Effettuata l'analisi della struttura il modulo **SIGMAC** fornisce i risultati in forma numerica e mediante l'utilizzo di grafici chiari ed intuitivi: viene lasciata all'utente ampia possibilità di come generare e cosa selezionare dei dati di input e dei risultati per le stampe di servizio, che possono prevedere un report sintetico o una relazione di calcolo completa, modificabile e dall'aspetto altamente professionale.

I grafici possono essere stampati su qualsiasi dispositivo gestito da Windows® mediante funzione di anteprima oppure esportati ed inseriti assai facilmente nelle relazioni di calcolo utilizzando un normale word processor.

Il programma prevede una voce di menù che consente di generare una struttura a griglia di travi e scaricarla in un file leggibile dal programma **GRAT**: in questo modo è possibile eseguire l'analisi dell'impalcato utilizzando come metodo di calcolo uno schema a graticcio.

Il modulo **GRAT** è un processore di calcolo per strutture a griglia di travi che permette di rappresentare tutte le geometrie che si trovano nella pratica quotidiana. Sebbene venga presentato in questo contesto come solutore di strutture per XPONTI, esso è in grado di risolvere anche graticci di fondazione, solai, ecc.

Il suo utilizzo è consigliato nel caso di forti inclinazioni in pianta dell'asse delle travi con l'asse delle pile, oppure nel caso di campate con travi di luce diversa; diviene, inoltre, fondamentale per l'analisi di impalcati a trave continua, assai utili per progetti nei quali è prevista l'eliminazione dei giunti.

Si possono inserire particolari condizioni di vincolo agli appoggi, utilizzando molle verticali e rotazionali. Il programma consente di definire elementi "trave prefabbricata" raggruppando insieme di aste e facilitando, di conseguenza, la comunicazione con il postprocessore **TCAP**.

TCAP è un postprocessore, interfacciato con i moduli **SIGMAC** e **GRAT**: esegue le verifiche di un elemento in c.a.p. realizzato in due fasi, prefabbricato e getto in opera, tenendo conto della storia delle sollecitazioni nelle varie fasi di costruzione. Il progetto prevede più travi prefabbricate precomprese a fili aderenti, anche inguainate in testata per ottimizzare lo stato di sollecitazione, e soggette a fasi transitorie di sollevamento e trasporto.

E' possibile inserire armature lente longitudinali in qualunque punto della sezione e descrivere le varie zone di staffatura per disporre un'adeguata armatura resistente a sollecitazioni di taglio e di torsione.

Se l'elaborazione è eseguita con **GRAT**, l'utente dovrà specificare in **TCAP** tutti i dati relativi alla prima fase: posizione appoggi, eventuali rompitratta, schema di sollevamento e di carico sull'automezzo. Al contrario se l'elaborazione viene fatta con **SIGMAC** tali dati saranno già presenti ed il calcolo avverrà automaticamente. I dati inputati in **TCAP**

vengono salvati in modo automatico con il salvataggio di quelli relativi al preprocessore: l'utente osserverà nella stessa posizione del problema elaborato con **SIGMAC** (file con estensione **.sig**) o con **GRAT** (file con estensione **.grt**) l'esistenza di un file con lo stesso nome assegnato ma con ulteriore estensione **.tcp**.

Il programma permette di inserire dei cavi di postensione in seconda fase, generando degli sforzi di precompressioni in opportune zone come ad esempio sulle pile nel caso di impalcati in continuità.

Le sezioni oggetto di verifica vengono composte come nel modello reale accoppiando il prefabbricato, che può avere sezione variabile lungo la lunghezza ed è realizzato con calcestruzzi di resistenza elevata, al getto della soletta eseguito in opera, in genere non precompresso e di minore resistenza.

L'algoritmo memorizza lo stato tensionale nelle varie fasi di costruzione tenendo conto delle cadute di tensione nell'acciaio da precompressione per effetto del ritiro e della viscosità del calcestruzzo e del rilassamento dell'acciaio stesso.

Le verifiche delle sezioni vengono condotte secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite, come indicato dalle normative previste dal programma; esse comprendono:

- verifica SLU per flessione della sezione in tutte le fasi
- verifica SLU per taglio verifica SLU per taglio e torsione
- verifica SLE tensioni dei materiali (calcestruzzo, acciai da precompressione, acciai lenti)
- verifica delle deformazioni
- verifica a fessurazione *[non disponibile]*
- verifiche locali (bursting, spalling, spreading) *[non disponibile]*

I risultati, oltre ad essere riprodotti con i classici tabulati personalizzabili da parte dell'utente con i più moderni e potenti editor testi, sono direttamente interpretabili a video tramite i diagrammi dello stato deformativo e tensionale nel calcestruzzo e nell'acciaio. Tali grafici, inoltre, possono essere stampati su qualsiasi dispositivo gestito da Windows® mediante funzione di anteprima oppure esportati ed inseriti agevolmente nelle relazioni di calcolo utilizzando un normale word processor.

PRELIM È un modulo di analisi e verifica di sezioni in c.a. e c.a.p. di forma generica (rettangolare, circolare, a T, a doppio T, a doppio T smussata, ad L, ad U, trapezia, circolare cava, generica anche pluriconnessa definita per punti dall'Utente e da sagomario). La definizione di tali sezioni avviene tramite le coordinate dei vertici della poligonale del perimetro della sezione stessa, appartenenti al piano XY di una terna di riferimento di assi cartesiani ortogonali XYZ: sono previsti una serie di controlli atti ad evitare errori di inserimento dei dati ed a facilitarne al massimo l'uso. Le sezioni di più frequente utilizzo nella pratica sono parametrizzate numericamente; in ogni caso è consentita l'importazione di sezioni personalizzate direttamente da DXF.

Il programma affronta un'analisi nell'ipotesi di linearità dei materiali al fine di eseguire una verifica tensionale (verifica delle tensioni normali in presso-tenso flessione retta e deviata; verifica a fessurazione mediante il calcolo dell'apertura delle fessure), oppure un'analisi nell'ipotesi di non linearità con tracciamento dei domini di rottura, valutazione dei coefficienti di sicurezza rispetto alle sollecitazioni agenti e determinazione dei valori resistenti per le sollecitazioni taglienti e torcenti (è stata implementata la nuova metodologia che prevede l'uso dell'inclinazione variabile delle bielle compresse).

Ulteriore potenzialità a disposizione dell'utente è rappresentata dal calcolo dei momenti resistenti nell'ipotesi di flessione retta con definizione di armature di 2 tipi distinti, una delle quali può essere anche pretesa: ciò influisce nella determinazione dei valori delle sollecitazioni flettenti ultime.

Il modulo **PRELIM**, infine, risulta assai utile per il semplice calcolo di aree, inerzie, baricentri ecc.