

## Travi PREM SD a0/a1/a2

# **RELAZIONE ILLUSTRATIVA** **delle procedure di progettazione** **col pacchetto software RET**

Il Progettista

*Ing. Massimo Bertolini*

Revisione 1/2018 del 21 dicembre 2018



## Travi PREM SD a0/a1/a2

# **RELAZIONE ILLUSTRATIVA** delle procedura di progettazione col pacchetto software RET

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>Generalità</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Architettura del pacchetto RET</b>	<b>9</b>
2.1	Ingresso dei dati	9
2.2	Ingresso dei dati per travi continue	11
2.2.1	Predisposizione dei dati di ingresso	11
2.2.2	Dati generali	11
2.2.3	Geometria	13
2.2.4	Carichi	16
2.2.5	Sezioni	17
2.3	Ingresso dei dati per modelli complessi	35
2.3.1	Implementazione da straus 7	36
2.3.2	Implementazioni da file excel	39
2.3.3	Implementazioni da file "prm"	39
2.4	Azioni	40
2.5	Modellazione	40
2.6	Post-processore RET	41
2.7	Relazione di calcolo	42
<b>3</b>	<b>Dimensionamenti e verifiche</b>	<b>43</b>
3.1	Caratteristiche dei materiali	43
3.1.1	Calcestruzzo	43
3.1.2	Acciaio S355J0	44
3.1.3	Acciaio B450C	44
3.2	Fondello prefabbricato per PREM SD a2	45
3.2.1	Morfologia dell'armatura e dei connettori	45
3.2.2	Dimensionamento e verifica locale a flessione trasversale	46
3.2.3	Verifica locale a fessurazione in prima fase	48
3.3	Fasi operative e carichi	51
3.3.1	Verifica della prima fase	51

3.3.2	Verifica della seconda fase	52
3.4	Verifiche di stabilità	54
3.4.1	Verifica di stabilità locale	54
3.4.1.1	NTC 2018	54
3.4.1.2	CNR 10011	54
3.4.1.3	Carico critico euleriano	55
3.4.2	Verifica di stabilità globale	57
3.5	Ridistribuzione dei momenti e spuntatura all'appoggio	58
3.6	Dimensionamenti e verifiche a taglio	60
3.6.1	Taglio di prima fase	60
3.6.1.1	Schema puntoni e tiranti inclinati (schema a)	61
3.6.1.2	Schema puntoni e tiranti inclinati (schema b)	63
3.6.2	Taglio di seconda fase	65
3.6.3	Dimensionamento delle anime	65
3.6.4	Resistenza a taglio di prima fase	65
3.6.5	Resistenza a taglio di seconda fase	66
3.7	Dimensionamenti e verifiche a flessione	66
3.7.1	Resistenza a flessione di prima fase in campata	66
3.7.2	Resistenza a flessione di seconda fase	66
3.7.2.1	In campata	77
3.7.2.2	In appoggio	78
3.7.3	Stati limite di esercizio	79
3.7.3.1	Verifiche delle tensioni di esercizio	79
3.7.3.2	Verifiche di deformabilità	80
3.7.3.3	Verifiche di fessurazione	81
3.7.4	Calcolo della deformazione di prima fase	84
3.7.5	Dimensionamento e verifica degli apparecchi di appoggio	85
3.7.5.1	Dimensionamento e/o verifica dell'armatura longitudinale di ancoraggio	85
3.7.5.2	Dimensionamento e verifica dell'elemento trasversale di ancoraggio	85
3.7.6	Dimensionamento di crociere e calastrelli	86
3.7.7	Connessione acciaio-calcestruzzo	87
3.7.8	Unicità della sezione mista	89
<b>4</b>	<b>Report di verifica delle travi PREM</b>	<b>90</b>
4.1	Dati generali	90
4.2	Carichi	91
4.3	Sezioni	91
4.4	Sollecitazioni	92
4.5	Diagrammi delle sollecitazioni	93
4.6	Verifiche	94
4.7	Configurazione dell'armatura	95
<b>5</b>	<b>Esempio: PREM SD a1</b>	<b>98</b>
5.1	Dati di progetto	98

5.1.1	Geometria	98
5.1.2	Caratteristiche dei materiali	100
5.1.3	Carichi agenti	100
5.2	Analisi della prima fase	100
5.2.1	Resistenza a flessione di prima fase	102
5.2.1.1	Verifica dei correnti superiori	102
5.2.1.2	Verifica di stabilità locale del corrente compresso	103
5.2.2	Resistenza a taglio di prima fase	106
5.2.2.1	Verifica del puntone verticale compresso	106
5.2.2.2	Verifica del tirante inclinato teso	106
5.2.2.3	Verifica del puntone inclinato compresso	107
5.2.3	Verifica di stabilità globale	110
5.2.4	Dimensionamento e verifica degli apparecchi di appoggio	112
5.2.4.1	Dimensionamento e verifica dell'armatura longitudinale di ancoraggio	112
5.2.4.2	Dimensionamento e verifica dell'elemento trasversale di ancoraggio	113
5.2.5	Dimensionamento di crociere e calastrelli	114
5.2.6	Deformazione di prima fase	117
5.3	Analisi della seconda fase	118
5.3.1	Sollecitazioni di seconda fase	119
5.3.2	Resistenza a flessione in appoggio	123
5.3.3	Resistenza a flessione in campata	126
5.3.4	Resistenza a taglio in appoggio	130
5.3.5	Verifiche allo stato limite di esercizio	131
5.3.5.1	Combinazione rara	131
5.3.5.2	Combinazione quasi permanente	139
5.3.6	Deformazione in fase finale	146
5.3.7	Connessione acciaio-calcestruzzo	147
5.4	Report di calcolo RET	149
<b>6</b>	<b>Esempio: PREM SD a0</b>	<b>154</b>
6.1	Dati di progetto	154
6.1.1	Geometria	154
6.1.2	Caratteristiche dei materiali	156
6.1.3	Carichi agenti	156
6.2	Analisi della prima fase	156
6.2.1	Resistenza a flessione di prima fase	157
6.2.1.1	Verifica dei correnti superiori	157
6.2.1.2	Verifica di stabilità locale del corrente compresso	158
6.2.2	Resistenza a taglio di prima fase	159
6.2.2.1	Verifica del puntone verticale compresso	160
6.2.2.2	Verifica del tirante inclinato teso	160
6.2.2.3	Verifica del puntone inclinato compresso	160
6.2.3	Verifica di stabilità globale	163
6.2.4	Dimensionamento e verifica degli apparecchi di appoggio	164
6.2.4.1	Dimensionamento e Verifica dell'armatura longitudinale di ancoraggio	164
6.2.4.2	Dimensionamento e verifica dell'elemento trasversale di ancoraggio	165
6.2.5	Dimensionamento di crociere e calastrelli	166
6.2.6	Deformazione di prima fase	168

6.3	Analisi della seconda fase	169
6.3.1	Sollecitazioni di seconda fase	170
6.3.2	Resistenza a flessione in appoggio	173
6.3.3	Resistenza a flessione in campata	175
6.3.4	Resistenza a taglio in appoggio	177
6.3.5	Verifiche allo stato limite di esercizio	178
6.3.5.1	Combinazione rara	179
6.3.5.2	Combinazione quasi permanente	184
6.3.6	Deformazione in fase finale	189
6.3.7	Verifica a fessurazione	190
6.3.8	Connessione acciaio-calcestruzzo	192
6.4	Report di calcolo RET	193
<b>7</b>	<b>Esempio: PREM SD a2</b>	<b>196</b>
7.1	Dati di progetto	196
7.1.1	Geometria	196
7.1.2	Caratteristiche dei materiali	197
7.1.3	Carichi agenti	198
7.2	Analisi della prima fase	198
7.2.1	Resistenza a flessione di prima fase	199
7.2.1.1	Verifica dei correnti superiori	199
7.2.1.2	Verifica di stabilità locale del corrente compresso	200
7.2.2	Resistenza a taglio di prima fase	202
7.2.2.1	Verifica del puntone verticale compresso	202
7.2.2.2	Verifica del tirante inclinato teso	203
7.2.2.3	Verifica del puntone inclinato compresso	203
7.2.3	Verifica di stabilità globale	205
7.2.4	Dimensionamento e verifica degli apparecchi di appoggio	207
7.2.4.1	Dimensionamento e verifica dell'armatura longitudinale di ancoraggio	207
7.2.4.2	Dimensionamento e verifica dell'elemento trasversale di ancoraggio	207
7.2.5	Dimensionamento di crociere e calastrelli	208
7.2.6	Deformazione di prima fase	211
7.3	Verifica del fondello prefabbricato	212
7.3.1	Dimensionamento e verifica locale a flessione trasversale	212
7.3.2	Verifica locale a fessurazione in prima fase	213
7.4	Analisi della seconda fase	215
7.4.1	Sollecitazioni di seconda fase	216
7.4.2	Resistenza a flessione in appoggio	219
7.4.3	Resistenza a flessione in campata	221
7.4.4	Resistenza a taglio in appoggio	224
7.4.5	Verifiche allo stato limite di esercizio	225
7.4.5.1	Combinazione rara	225
7.4.5.2	Combinazione quasi permanente	231
7.4.6	Deformazione in fase finale	236
7.4.7	Verifica a fessurazione	237
7.4.8	Connessione acciaio-calcestruzzo	239
7.5	Report di calcolo RET	240

# 1 Generalità

In questo elaborato vengono sviluppati i criteri che stanno alla base del programma di calcolo RET sviluppato per S.D. s.r.l. per il dimensionamento e la verifica delle travi PREM. Tale codice di calcolo contiene dei moduli differenziati a seconda del tipo di trave PREM da calcolare.

Trattasi di un programma di calcolo agli Stati Limite Ultimi e di Esercizio basato sul solutore Straus7 che esegue anche, oltre alla modellazione, l'analisi dei carichi ed il calcolo delle deformazioni. Straus 7 è un sistema generale per l'analisi ad elementi finiti sviluppato da G+D Computing Pty Ltd. Il programma RET è composto dalle seguenti parti principali:

- pre-processore per l'impostazione dei dati di input;
- post-processore per il dimensionamento e verifica.

La classificazione delle Travi PREM, per categoria strutturale, è fornita dalle "Linee guida per l'utilizzo di travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante e procedure per il rilascio dell'autorizzazione all'impiego" secondo cui non si inquadrano nel punto 4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 le travi PREM che rientrano nella categoria delle strutture composte acciaio-calcestruzzo o nella categoria delle strutture in calcestruzzo armato, vale a dire in quelle tipologie strutturali che sono espressamente disciplinate rispettivamente dal paragrafo 4.3 e 4.1 delle NTC 2018, mentre rientrano in tale punto le travi PREM che non ricadono in nessuna di queste categorie. La prima di queste categorie strutturali (strutture miste) viene denominata a) da tali Linee Guida; la seconda (strutture in calcestruzzo armato) viene denominata b) e la terza viene denominata c).

La classificazione delle travi PREM per morfologia prevede poi le travi col fondello in acciaio, quelle col fondello in calcestruzzo e quelle senza alcun fondello. Per semplicità, il fondello in acciaio viene qui individuato con l'indice 1, il fondello in cls con l'indice 2 e l'assenza di fondello con l'indice 0.

La combinazione della categoria strutturale e del tipo di fondello caratterizzano il MODELLO di trave PREM.

In questo documento vengono analizzati in maniera specifica gli algoritmi e i criteri di calcolo alla base della progettazione delle travi di categoria a) e più precisamente:

- ✓ PREM SD modello a0, chiamate per brevità, travi PREM SD a0;
- ✓ PREM SD modello a1, chiamate per brevità, travi PREM SD a1;
- ✓ PREM SD modello a2, chiamate per brevità, travi PREM SD a2.

Per una descrizione dei manufatti, della terminologia, delle applicazioni e delle procedure di produzione e montaggio cfr documento "Travi PREM SD a0/a1/a2: Relazione Descrittiva dei prodotti e dei processi.



## 2 Architettura del pacchetto RET

Lo sviluppo del programma RET è iniziato a partire dalla seconda metà degli anni '80, quando i computers erano macchine di calcolo rudimentali e costosissime e la calcolazione delle strutture si basava sul metodo alle tensioni ammissibili.

In questi anni tutto è cambiato, la tecnologia ha galoppato in maniera vortiginosa, il calcolo è divenuto sempre più sofisticato e il mercato delle travi PREM ha richiesto prodotti sempre più prestazionali.

Nel 2004 il programma RET è stato completamente riscritto agli stati limite ultimi e di esercizio. Fin dalla prima stesura esso è stato soggetto a frequenti e continue metamorfosi per rispettare le evoluzioni normative e di calcolo.

In particolare, con l'entrata in vigore del NTC 2008, nel mondo delle costruzioni si è consolidata la consapevolezza che non si può progettare senza considerare la struttura nel suo insieme. Le travi PREM, come qualsiasi elemento strutturale, non sono a sé stanti ma parte integrante di un complesso strutturale e che come tale devono rispondere alle condizioni statiche per le quali sono state progettate.

Alla luce di queste considerazioni, il programma RET non poteva restare confinato alla semplice calcolazione delle travi continue, per cui è stato generato, ma doveva interfacciarsi con un modellatore agli elementi finiti, rispettarne i criteri e i parametri sollecitazionali.

Il "semplice" programma per il calcolo delle travi PREM è divenuto un "pacchetto" completo e complesso, flessibile ed interfacciabile con qualsiasi solutore agli elementi finiti.

### 2.1 Ingresso dei dati

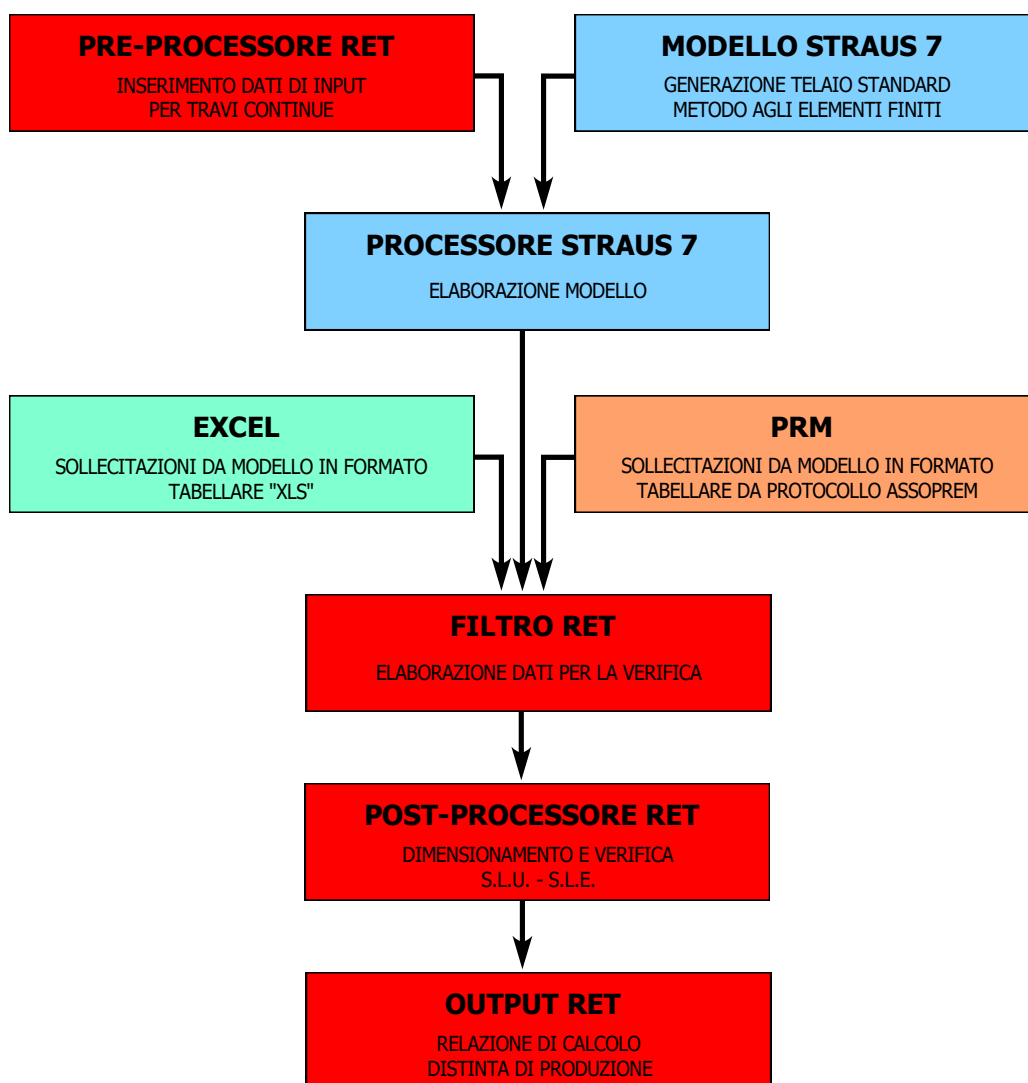
Il programma di calcolo RET, sviluppato per la Ditta S.D. s.r.l., utilizza come modellatore di calcolo STRAUS 7 per l'analisi delle sollecitazioni e delle deformazioni delle travi.

Il pacchetto è strutturato per l'acquisizione facilitata dei dati di ingresso (pre-processore RET), per l'elaborazione del modello e delle sollecitazioni (STRAUS 7) e per il dimensionamento e verifica delle travi (post-processore RET). Il pre-processore è differenziato per sole travi continue (cfr. § 2.2) e per modelli complessi (cfr. § 2.3).

Il post-processore RET può essere utilizzato anche a valle di altri modellatori purché questi consegnino i dati o nel formato "prm", secondo il Protocollo Assoprem, o in un formato excel, predefinito opportunamente e filtrato da RET per l'elaborazione del dimensionamento e verifica.

Di seguito, nella esposizione delle varie parti del programma ordinate secondo il flusso logico di ingresso dei dati e di uscita dei risultati, ci si baserà su un esempio concreto che risulterà quindi illustrato passo passo dalla a alla zeta.

Di seguito è riportato un diagramma di flusso che sintetizza l'architettura complessiva del pacchetto "RET".



## 2.2 Ingresso dei dati per travi continue

### 2.2.1 Predisposizione dei dati di ingresso

Il programma è stato concepito fin dagli anni '80 come solutore di travi PREM con il metodo alle tensioni ammissibili e dal 2006 è stata implementata la versione completamente nuova agli stati limite ultimi e di esercizio. Con lo sviluppo delle moderne concezioni ingegneristiche, grazie anche alle nuove regole di calcolo delle strutture in campo sismico, il programma di calcolo RET è stato adeguato per gestire le sollecitazioni derivanti da un telaio agli elementi finiti e quindi da calcolo della struttura nella sua completezza che tenga in considerazione le gerarchie strutturali.

In questo, STRAUS 7, seppur nato per l'analisi strutturale nel campo della meccanica, è tutt'oggi considerato anche nel civile uno dei programmi di calcolo agli elementi finiti tra i più completi e affidabili. La possibilità di generare il telaio della struttura e dimensionare direttamente le travi PREM con lo stesso programma, non solo consente un risparmio in termini di tempo e risorse umane, ma soprattutto dà garanzia di una progettazione più efficiente e corretta.

Recentemente è stata estesa al programma RET la possibilità di interfacciarsi con altri modellatori acquisendone i risultati delle sollecitazioni. È grazie al progetto Assoprem che parecchie software house hanno inserito nel loro software la trave nativa PREM con le relative caratteristiche peculiari, in primis l'autoportanza in prima fase. Il file di output "prm" di tali modellatori, che contiene caratteristiche geometriche, sollecitazioni e risultati completi dell'analisi modale, viene letto e interpretato dal programma RET per eseguire le verifiche delle travi. Nel seguito verranno specificati dettagliatamente i contenuti di detto file.

### 2.2.2 Dati generali

I dati generali riguardano le seguenti indicazioni:

- ✓ Descrizione: indica il nome della trave o della travata. Normalmente la serie 100 si riferisce alla numerazione delle travi del 1° impalcato e per gli impalcati successivi cambia la cifra delle centinaia;
- ✓ Tipologia: indica la destinazione d'uso dell'impalcato o del fabbricato. È un riferimento che viene riportato in relazione, in base al quale l'operatore definisce la categoria delle azioni variabili secondo la tabella 2.5.I del D.M. 17 gennaio 2018 – valori dei coefficienti di combinazione.
- ✓ Impresa: nome dell'impresa affidataria e/o esecutrice dell'opera;
- ✓ Località: nome della località dove l'opera viene realizzata;
- ✓ Committente: nome di chi commissiona l'opera;
- ✓ Numero di commessa: il numero di protocollo è il numero identificativo di ciascun lavoro per l'anno di riferimento. Calcoli, disegni, distinte, contratto e tutti i documenti vengono archiviati all'interno della stessa cartella e ordinati secondo la tipologia di dato.

DATI GENERALI

☐ Blocca

Commessa:  
 Descrizione   
 Tipologia   
 Impresa   
 Località   
 Committente   
 Numero commessa  Numerazione travi  #

**Normativa:**  
☒ NTC 2018  
☐ NTC 2008  
☐ D.M. 1996

**Categoria strutturale**  
☒ Categoria A  
☐ Categoria B  
☐ Categoria C

**Tipologia fondello**  
☐ senza fondello  
☒ fondello acc.  
☐ fondello cls

**Caratteristiche travi PREM:**  
 Classe CLS  Rck  fck   
 Classe esposiz. amb.

**Caratteristiche materiali:**  
 anime  fyk   
 barre saldate  fyk   
 monconi  fyk   
 piatto  fyk   
 Es  Eps yd   
 Eps sd

**Caratteristiche pilastri:**  
 Classe CLS  Rck  fck   
 Classe REI

**Coprieri:**  
 correnti superiori

**Verifica instabilità**  
 config. punt. d'anima   
 verifica stabilità   
☒ Instabilità globale C.S.

Nome telaio  Condizioni ambientali   
 Nome pianta

*Maschera dei dati generali*

Le informazioni successive riguardano le caratteristiche della trave PREM:

- ✓ Normativa di riferimento. Il programma RET nella versione agli stati limite è stato concepito seguendo i codici del D.M. 9 gennaio 1996. Con l'entrata in vigore del NTC 2008, RET è stato adeguato ai codici prima del D.M. 14 gennaio 2008 e poi del D.M. 17 gennaio 2018 anche se sono stati tenuti disponibili, opzionalmente, anche i due codici precedenti alle NTC 2018. Trascorso il periodo transitorio, la quasi totalità dei progetti fa ormai riferimento alla norma vigente. Per questa ragione, nel presente documento, si farà riferimento agli algoritmi pervisti nel D.M. 17 gennaio 2018.
- ✓ Categoria strutturale della trave PREM, così come definita nelle "Linee guida per l'utilizzo di travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante e procedure per il rilascio dell'autorizzazione all'impiego":
  - categoria a) travi PREM composte acciaio-calcestruzzo;
  - categoria b) travi PREM in cemento armato normale e/o precompresso;
  - categoria c) travi PREM che non sono di categoria a) e b).
- ✓ Morfologia strutturale della trave PREM:
  - 0 = senza fondello;
  - 1 = piatto in acciaio;
  - 2 = fondello in cls;
- ✓ Caratteristiche del calcestruzzo di completamento in opera secondo quanto definito nel

§ 4.1 delle NTC 2018;

- ✓ Resistenza al fuoco, cioè il tempo (espresso in minuti) trascorso il quale la trave PREM, esposta all'incendio normalizzato, conserva la resistenza meccanica nelle condizioni statiche di progetto;
- ✓ Classe di esposizione ambientale secondo la norma UNI EN 206 e definizione dell'ampiezza delle fessure nelle combinazioni agli stati limite di esercizio frequente e quasi permanente;
- ✓ Caratteristiche dell'acciaio differenziate per i singoli componenti strutturali. Per le travi PREM di categoria a) il programma RET seleziona in automatico il tipo di acciaio S355J0 adottato per il fondello, per le anime e per le barre saldate. Le monconature non saldate in corrispondenza degli appoggi sono sempre in acciaio B450C. Per ciascun indice selezionato corrisponde la tensione di snervamento e le caratteristiche meccaniche;
- ✓ Copriferri, cioè la distanza dei correnti e dei monconi (superiori e inferiori) dal bordo; questo parametro consente di definire l'altezza del traliccio nelle routine di calcolo;
- ✓ Geometrie dei pilastri;
- ✓ Configurazione delle anime. Il programma RET consente l'adozione di due possibili morfologie del traliccio:
  - 1) a puntoni e tiranti entrambi inclinati;
  - 2) a puntoni verticali e tiranti inclinati.

Nelle travi di categoria a) tutto il taglio viene assorbito dal solo acciaio di carpenteria ed esse vengono progettate e realizzate nella sola morfologia a puntoni e tiranti inclinati.

- ✓ Verifica di stabilità locale e globale secondo il vigente D.M. 17 gennaio 2018 - Stabilità delle membrature (cfr. § 4.2.4.1.3). Il progettista ha la possibilità di confrontarlo con il metodo euleriano.

### 2.2.3 Geometria

La geometria delle travi viene definita nella maschera seguente:

- ✓ Numero di campate della travata;
- ✓ Coefficiente di redistribuzione dei momenti negativi. Il parametro è definibile dal Progettista e consente la redistribuzione dei momenti flettenti dagli appoggi intermedi, esclusi il primo e l'ultimo, alla campata per un massimo del 15% (cfr. § 2.5 Volume 3 – Calcolo di progetto e tecniche costruttive – F. Leonhardt);
- ✓ Impalcato di riferimento.

La matrice successiva definisce i parametri geometrici di ciascun elemento PREM della travata. Il numero di righe è coerente con il numero di campate selezionato. Le misure sono sempre riferite in centimetri:

- ✓ Nome dell'appoggio, generalmente riferito al disegno di progetto per una identificazione

univoca degli elementi strutturali;

- ✓ Dimensione dell'appoggio (pilastro o setto);
- ✓ Sormonto apparecchio di appoggio: indica la profondità di appoggio dei tralicci dal bordo del pilastro o del setto. Per differenza il programma definisce implicitamente la distanza tra i tralicci;
- ✓ Luce teorica: indica la lunghezza della trave tra i due assi degli appoggi;
- ✓ Luce netta: indica la lunghezza delle travi a filo appoggio;
- ✓ Sormonto fondello: definisce la profondità di sormonto del fondello (metallico o in cls) in corrispondenza dell'appoggio (per il mero contenimento del getto di calcestruzzo). Normalmente tale valore è pari a 2cm, ma può essere cambiato in base alle scelte progettuali adottate.
- ✓ Puntellazione: con l'attivazione dell'indice si intende la trave puntellata, mentre con l'indice non attivo la trave si intende autoportante. Merita una puntualizzazione la gestione degli sbalzi di estremità. Essi sono normalmente puntellati in prima fase all'altra estremità dell'appoggio e per default è presente il check nel relativo spazio. Il Progettista può definire nei parametri generali di ciascuna trave se anse e correnti sono continui o interrotti in corrispondenza degli sbalzi. Se i tralicci sono interrotti lo sbalzo è solo puntellato (in questo caso lo sbalzo è calcolato in prima fase in semplice appoggio), se invece i tralicci sono continui lo sbalzo può anche essere puntellato (indice attivo) o autoportante (indice disattivo);
- ✓ Beam: indica la numerazione dell'asta nel modello STRAUS 7 per l'acquisizione delle sollecitazioni direttamente dal telaio. Nelle travi continue su appoggi tali indici non sono significativi;
- ✓ Distanza dal bordo: indica la distanza del traliccio più esterno dal bordo della trave;
- ✓ L'indice di ancoraggio viene definito dal Progettista e serve a dimensionare l'armatura inferiore calcolata a trazione pari al taglio. Se l'indice è attivo l'apparecchio di appoggio della trave è considerato efficacemente ancorato pertanto il programma verifica i correnti inferiori a trazione pari al taglio o aggiunge monconi inferiori per la quantità richiesta a coprire il fabbisogno. Se l'indice non è attivo, l'ancoraggio è affidato completamente ai monconi inferiori e i correnti inferiori del traliccio non vengono considerati.

**GEOMETRIA**

Numero campate 
 Coeff. ridistrib. Mom. negativi 
 Piano 
 RifePianta

NON conv. ancorata sx ☒
 NON conv. ancorata dx ☒

	App.	Largh.	sormonto appoggio	Luce teorica	Luce netta	sormonto fondello	Puntelli x = si	Beam	dist. bordoAn
Sbalzo SX							<input checked="" type="checkbox"/>		
-1-	a	40	17.5	0	0	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0	15
	b	40	17.5	580	540	2	<input type="checkbox"/>	0	15
-2-	c	40	17.5	730	690	2	<input type="checkbox"/>	0	15
-3-	d	40	17.5	660	620	2	<input type="checkbox"/>	0	15
Sbalzo DX							<input checked="" type="checkbox"/>		
				0	0	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0	15

*Maschera delle geometrie*

Il programma di calcolo RET adotta come unità di misura delle lunghezze il **centimetro**.

Tutti i parametri sopra descritti vengono interpretati dal programma RET per la definizione delle distinte di officina.

## 2.2.4 Carichi

I carichi vengono specificati campata per campata.

Essi possono essere concentrati oppure uniformemente distribuiti su tutta la lunghezza della trave o su una parte di essa, a carico costante o variabile linearmente.

L'unità di misura dei carichi nel calcolo del programma RET è il **daN** o **Kg**. L'unità di misura dei carichi viene dichiarata in relazione di calcolo.

I carichi vengono esplicitati in azioni di prima fase, permanenti e variabili. Assegnando la categoria dei carichi, cfr. tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione del D.M. 17 gennaio 2018, vengono automaticamente definiti i coefficienti  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$  per le combinazioni delle azioni.

Alle travi PREM possono essere assegnate azioni concentrate di travi in appoggio o coppie all'estremità delle travate per esplicitare un incastro totale o parziale.

**CONDIZIONI DI CARICO**

ANNULLA
Indietro
Avanti
OK
M estrem.

**CAMPATA**
<<
1
>>

Geometria
20 | 20    710    20 | 20

Azione
Cat. E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale ▼

Psi0
1
Psi1
0.9
Psi2
0.8

Fase 1

Fase1 (15.00 : 15.00)

Aggiungi distribuito  
  
Aggiungi concentrato

Permanenti

Perm. distr. (18.00 : 18.00)

Carichi da trave
☐

Variabili base

Var.base distr. (25.00 : 25.00)

Variabili 2

*Maschera dei carichi*

Le combinazioni delle azioni vengono definite secondo il D.M. 17 gennaio 2018 § 2.5.3 Combinazioni delle azioni.

In riferimento al D.M. 17 gennaio 2018, per gli stati limite ultimi (rif. § 2.6.1) si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_F$  definiti nella tabella 2.6.I secondo l'approccio 1, mentre per gli stati limite di esercizio si fa riferimento al § 2.6.2.

Dopo l'inserimento dei dati iniziali, questi vengono elaborati da Straus 7 per estrarre da ciascuna asta la deformazione elastica e l'inviluppo delle sollecitazioni massime e minime (momenti flettenti e tagli mappati ogni 10cm su tutta la lunghezza della trave) in funzione delle luci e dei carichi. I carichi variabili vengono applicati a scacchiera alternandoli in modo da ricavare il massimo inviluppo.

### 2.2.5 Sezioni

Le sezioni vengono definite nella relativa maschera delle sezioni.

<b>PARAMETRI SEZIONI</b>															
<b>Annulla</b>	<b>Indietro</b>	<b>Chiudi</b>	<b>CALCOLA</b>	<b>Risultati</b>						<b>Saldature/Coprig.</b> saldature    2.5 % coprigiunti   0.5 %		<input type="checkbox"/> Disabilita controlli fessuraz.			
<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI TIPO (cm)</b>															
Ret	Tipo	N.C.	P.A.	HR	SS	BS	BC	SP	BI	LibTR					
Sez.1	4A	4	50	36	0	60	60	1.5	60	0.7					
Sez.2		0	0	0	0	0	0	0	0	0.7					
Sez.3		0	0	0	0	0	0	0	0	0.7					
Sez.4		0	0	0	0	0	0	0	0	0.7					
											Acomp./Atesa min				
											App.	0.5			
											Camp.	0.25			
											<input type="checkbox"/> Adegua passo anima a luce campata		<input type="radio"/> Variabile  <input type="radio"/> Predefin. <input checked="" type="radio"/> Costante		
Diam. MIN	18	18				20				20	18		<input type="checkbox"/>		
Diam. MAX	26	32				32				32	28		<input type="checkbox"/>		
APPOGGIO	Inferiori appoggio	Superiori appoggio				CAMPATA		Correnti superiori	Inferiori campata		Barre d'anima	Passo BA	Rinforzo anima		
a	0	0	0	0			-1-	0	0	0	0	0	<input type="checkbox"/>	1	
b	0	0	0	0			-2-	0	0	0	0	0	<input type="checkbox"/>	1	
c	0	0	0	0											

### Maschera delle sezioni

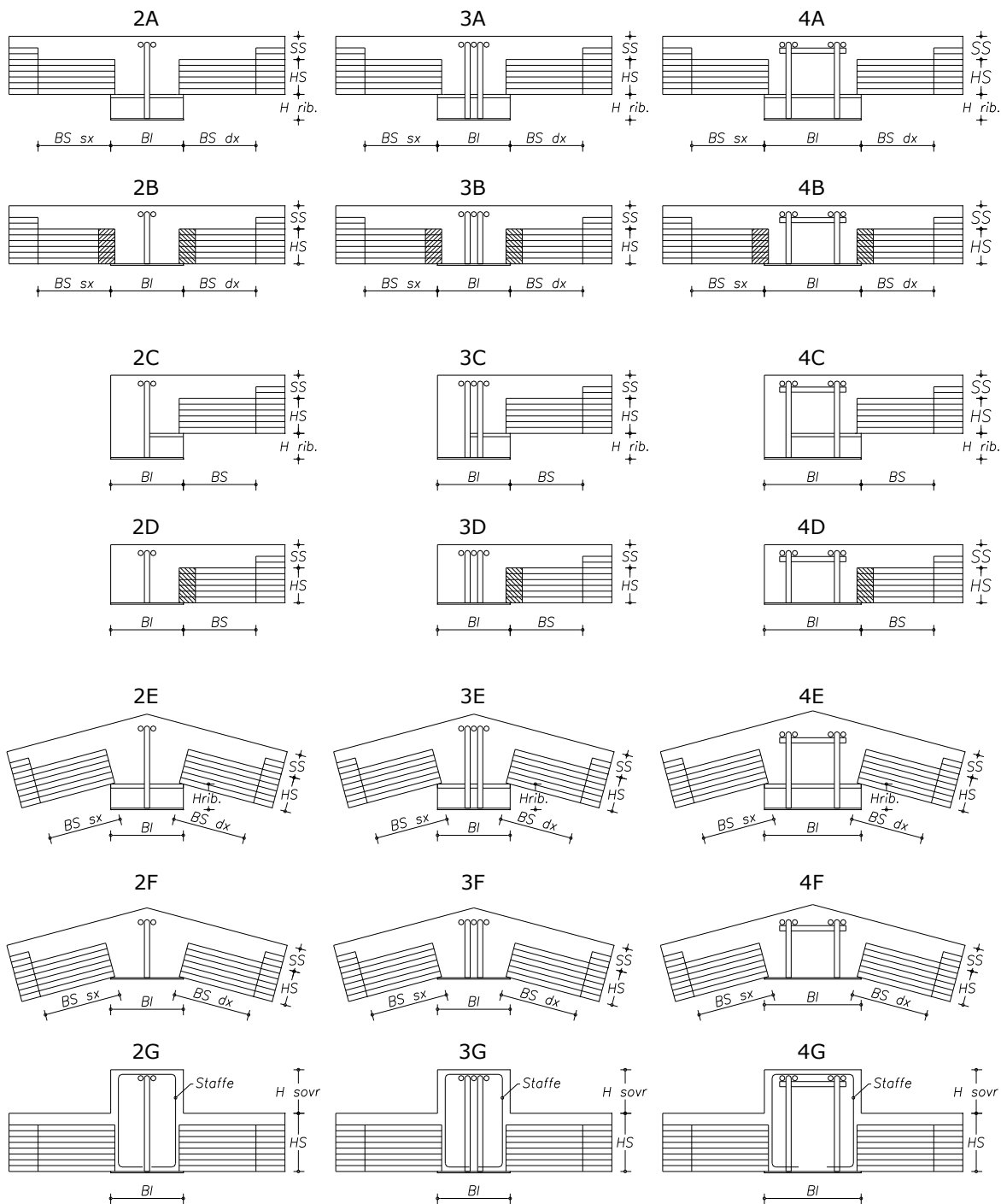
Le travi hanno sezione costante per tutta la loro lunghezza, ma in ciascuna travata si possono assegnare fino a quattro diverse sezioni (Sez.1÷Sez.4).

L'assegnazione della geometria avviene con l'ausilio di una banca delle sezioni come nella figura seguente.

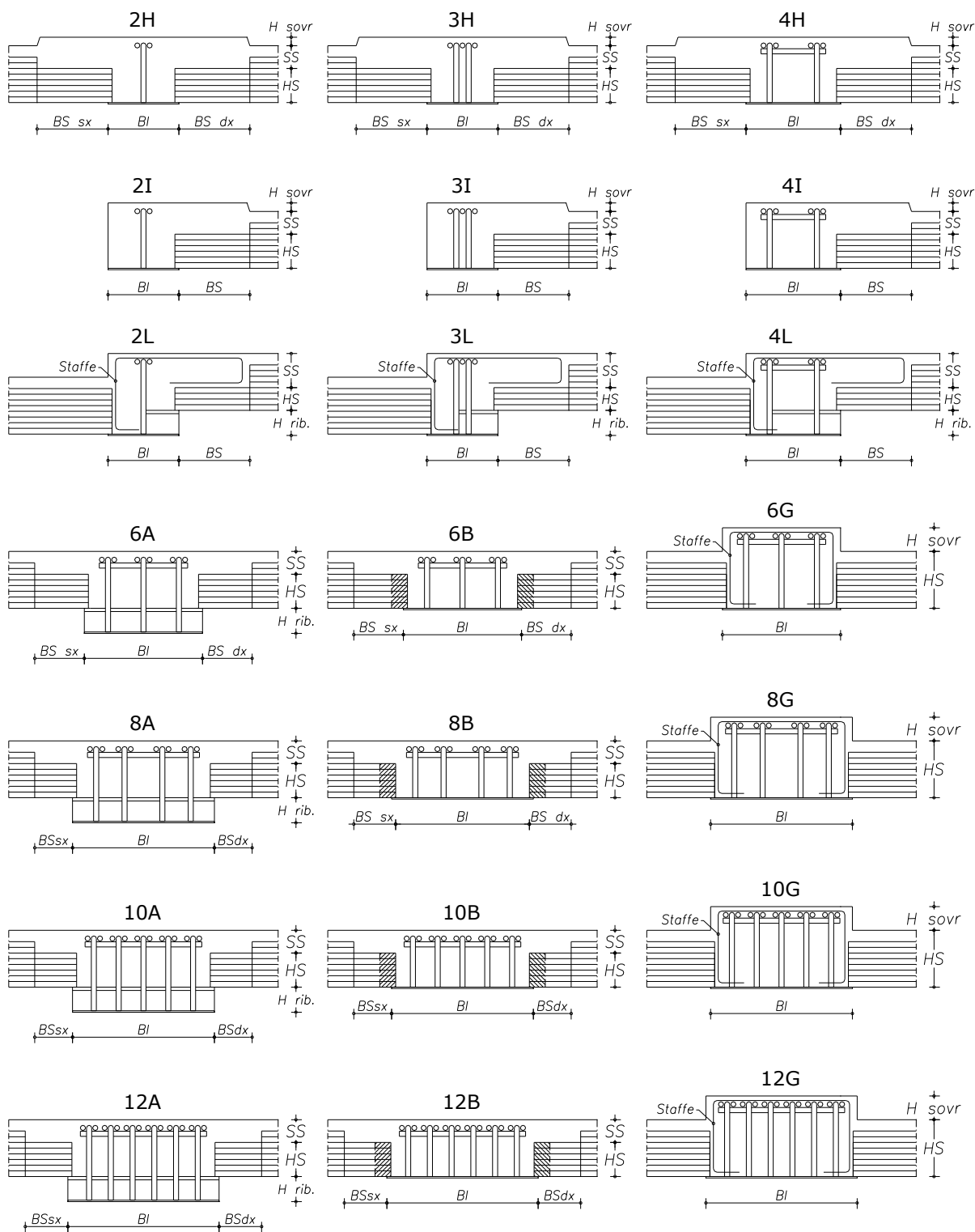
Le sezioni si diversificano:

- ✓ per il numero dei tralicci;
- ✓ per la tipologia: in spessore, sottosporgenza o sovrapporgenza il solaio;

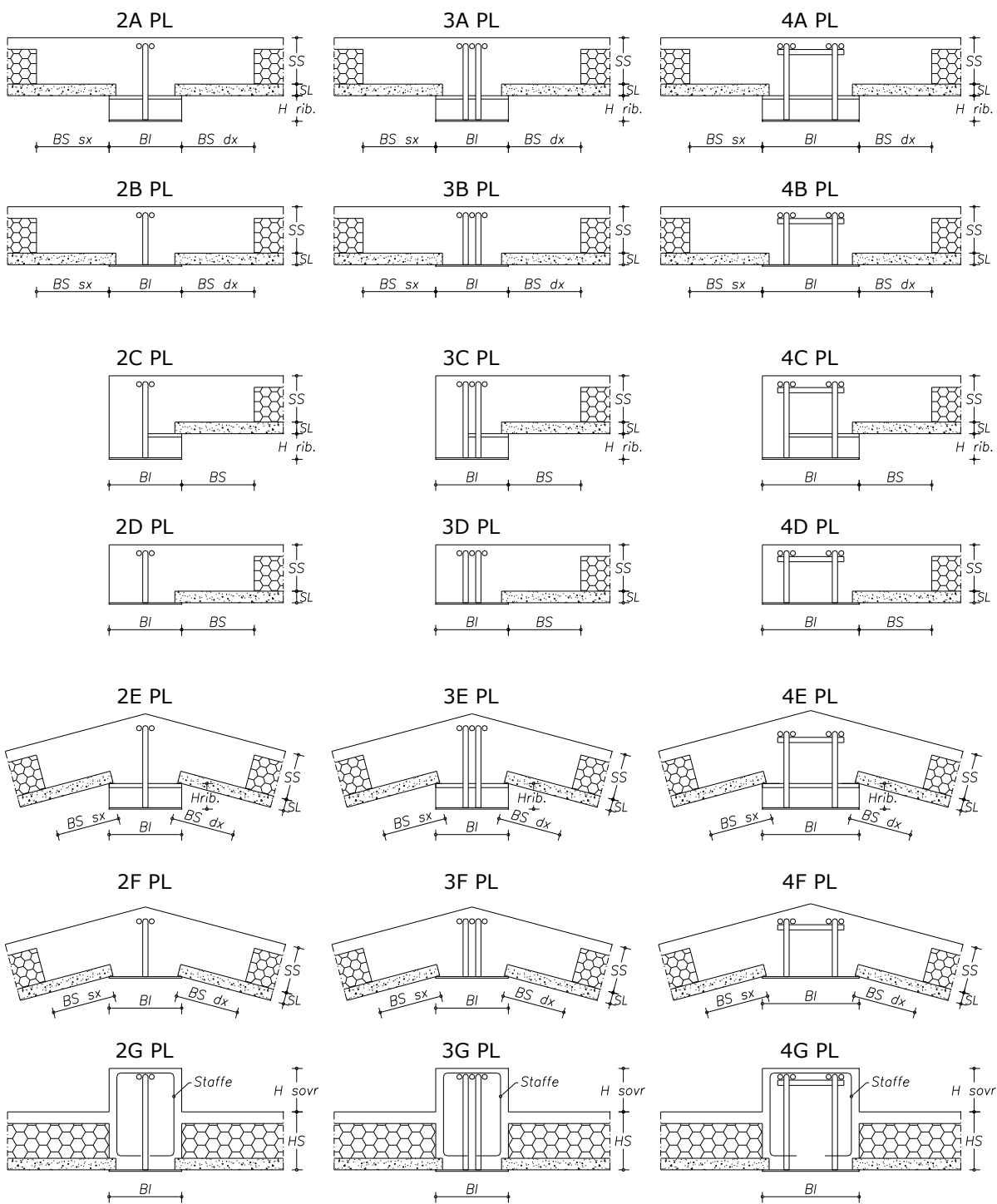
Di seguito vengono descritte le sezioni tipologiche che fanno parte della gamma produttiva delle travi PREM SD con la sigla di identificazione.



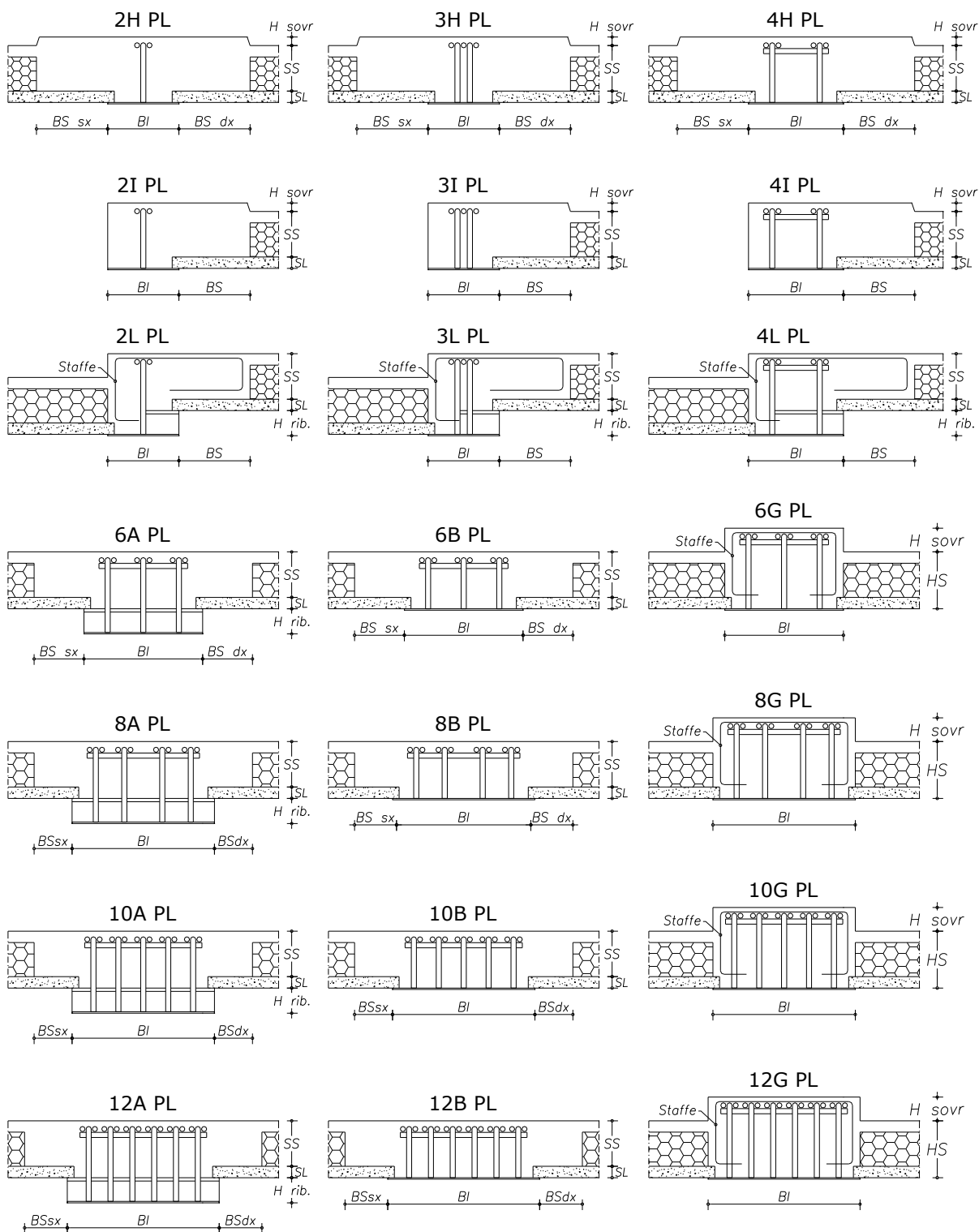
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a1 con solaio in latero-cemento*



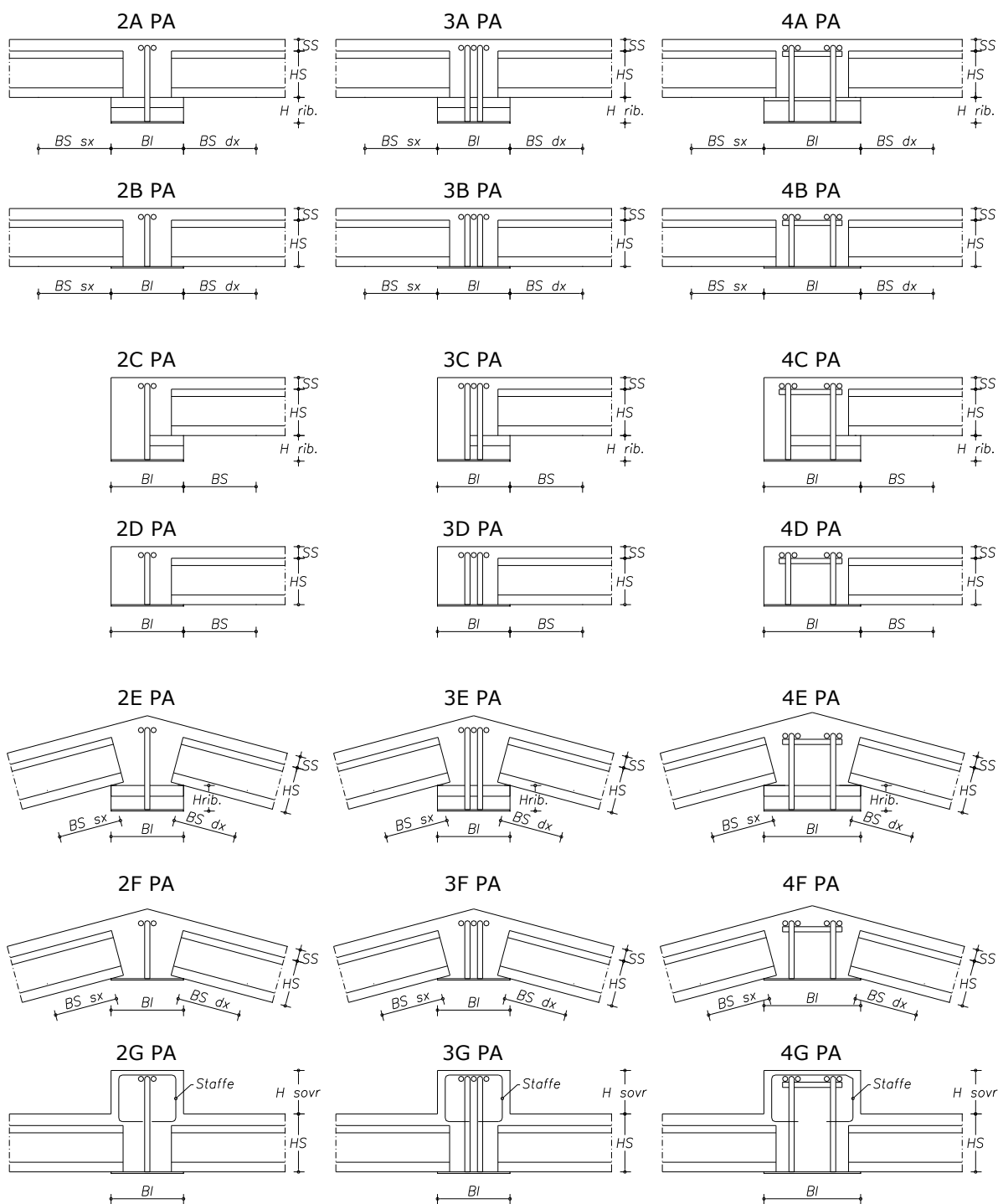
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a1 con solaio in latero-cemento*



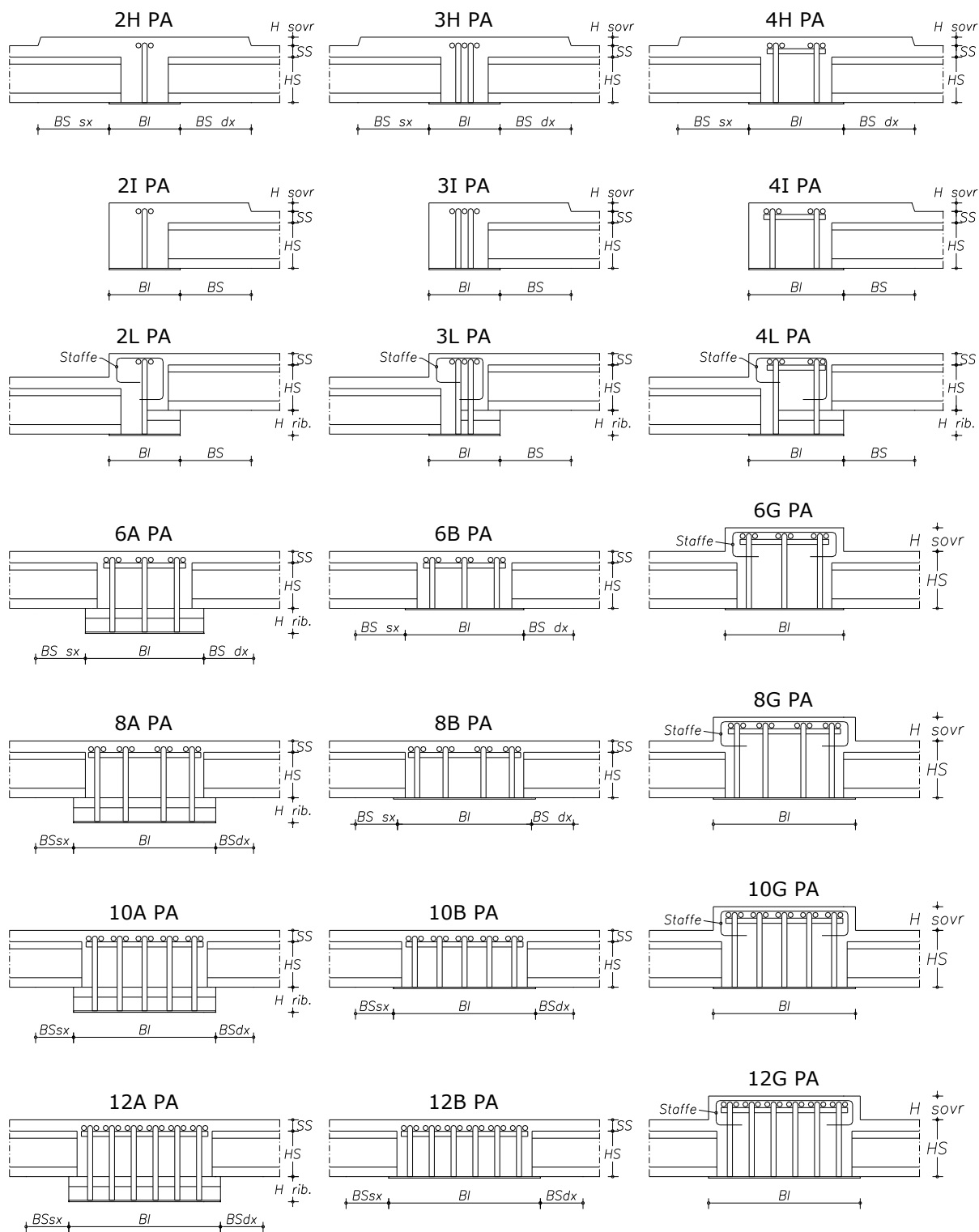
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a1 con solaio a predalle*



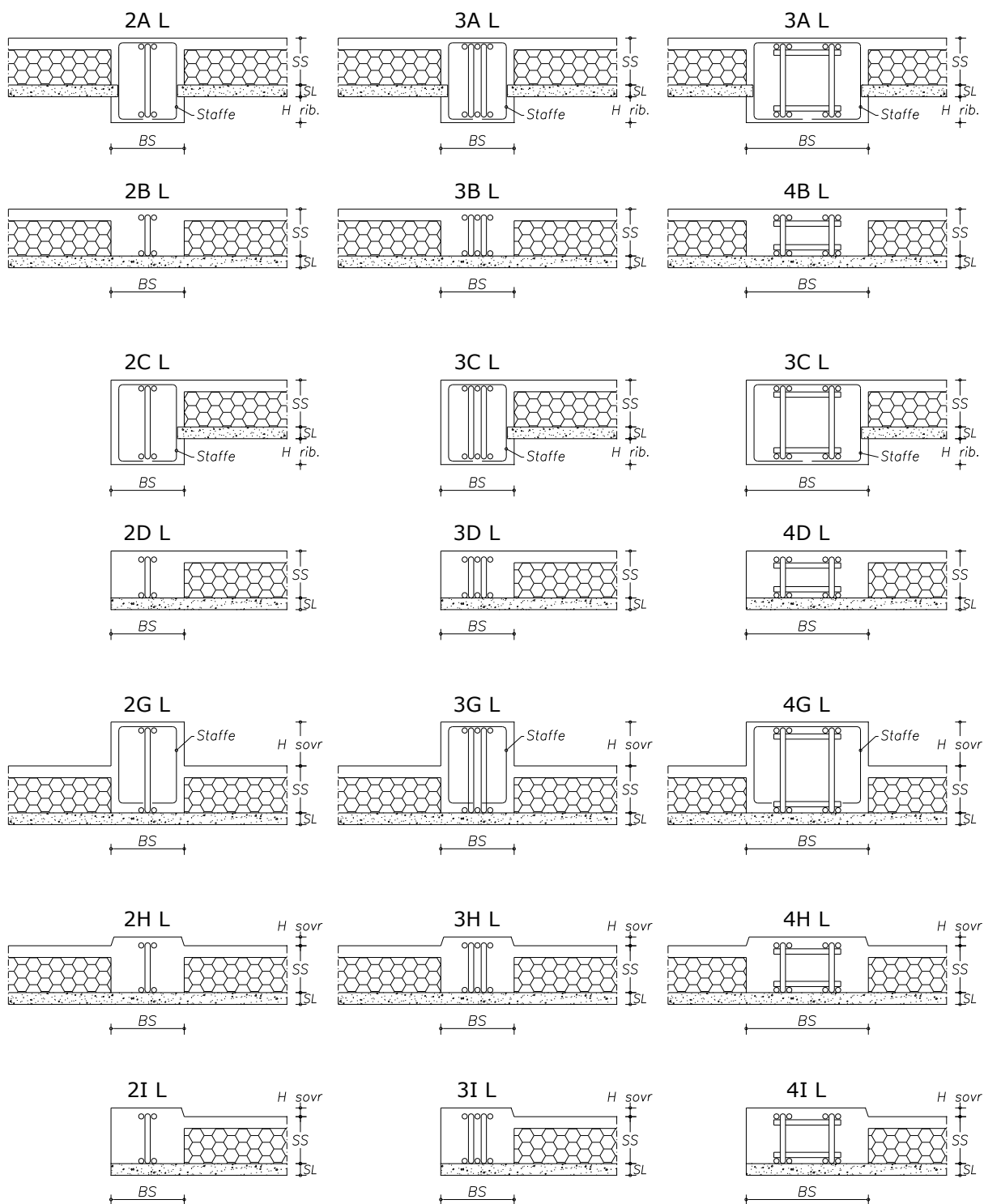
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a1 con solaio a predalle*



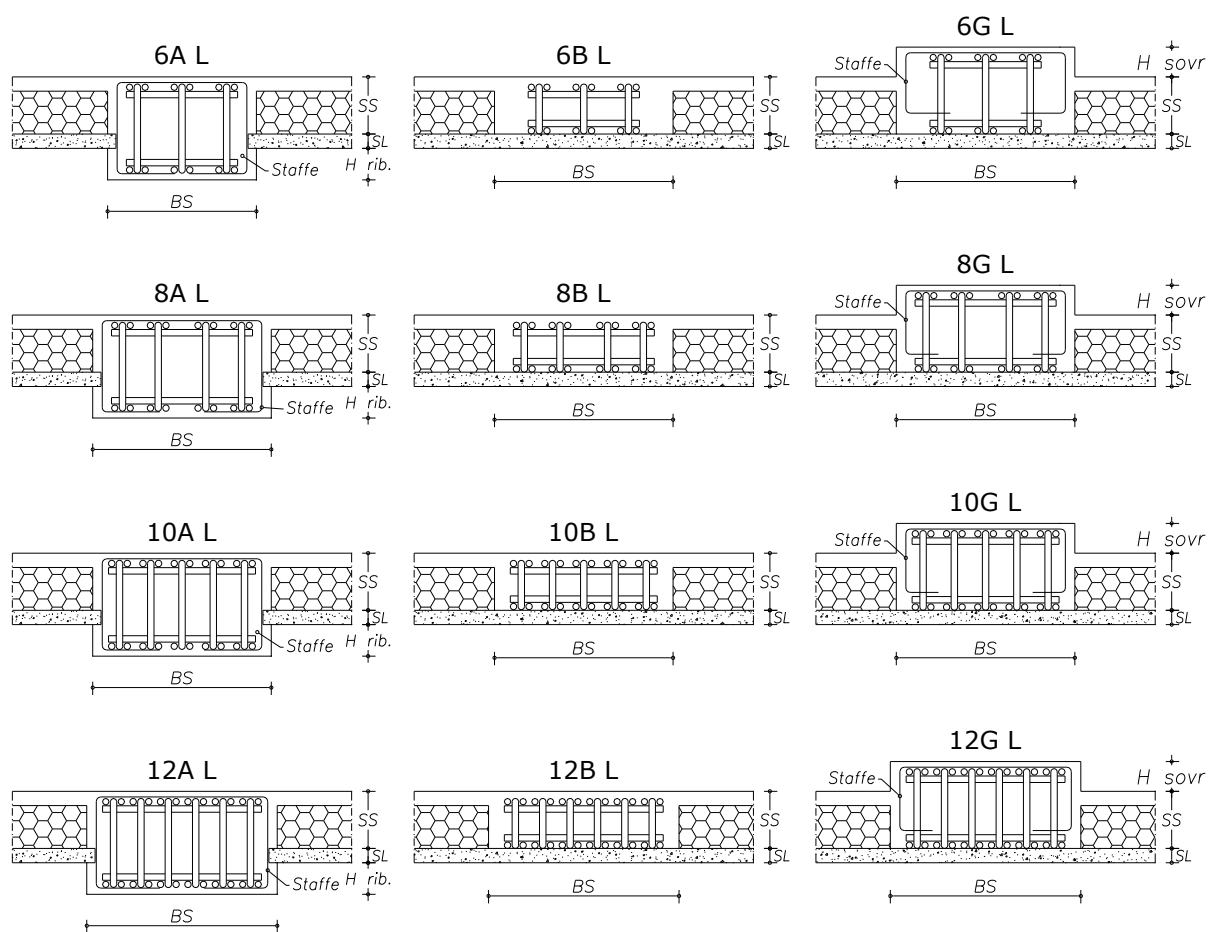
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a1 con solaio alveolare*



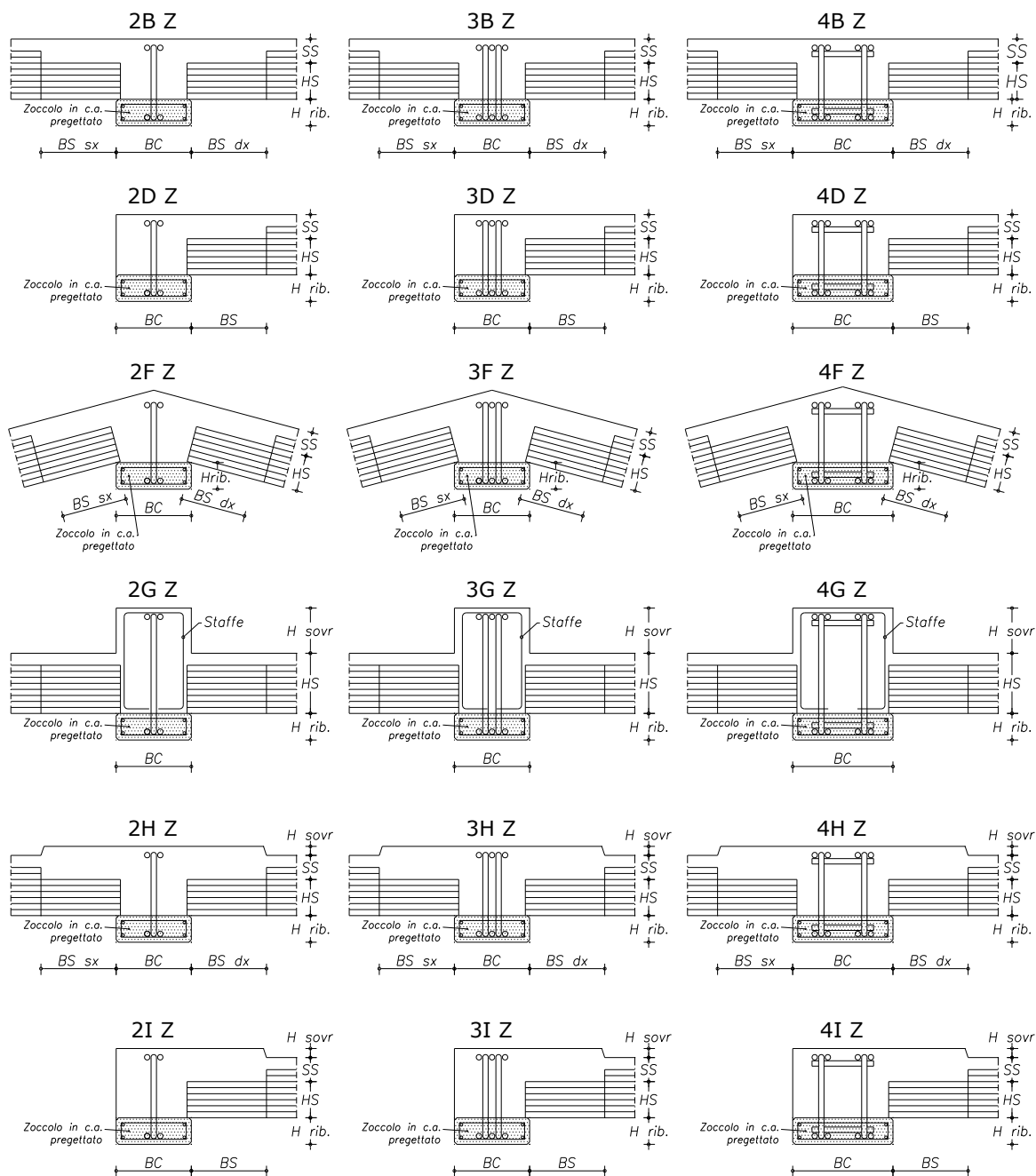
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a1 con solaio alveolare*



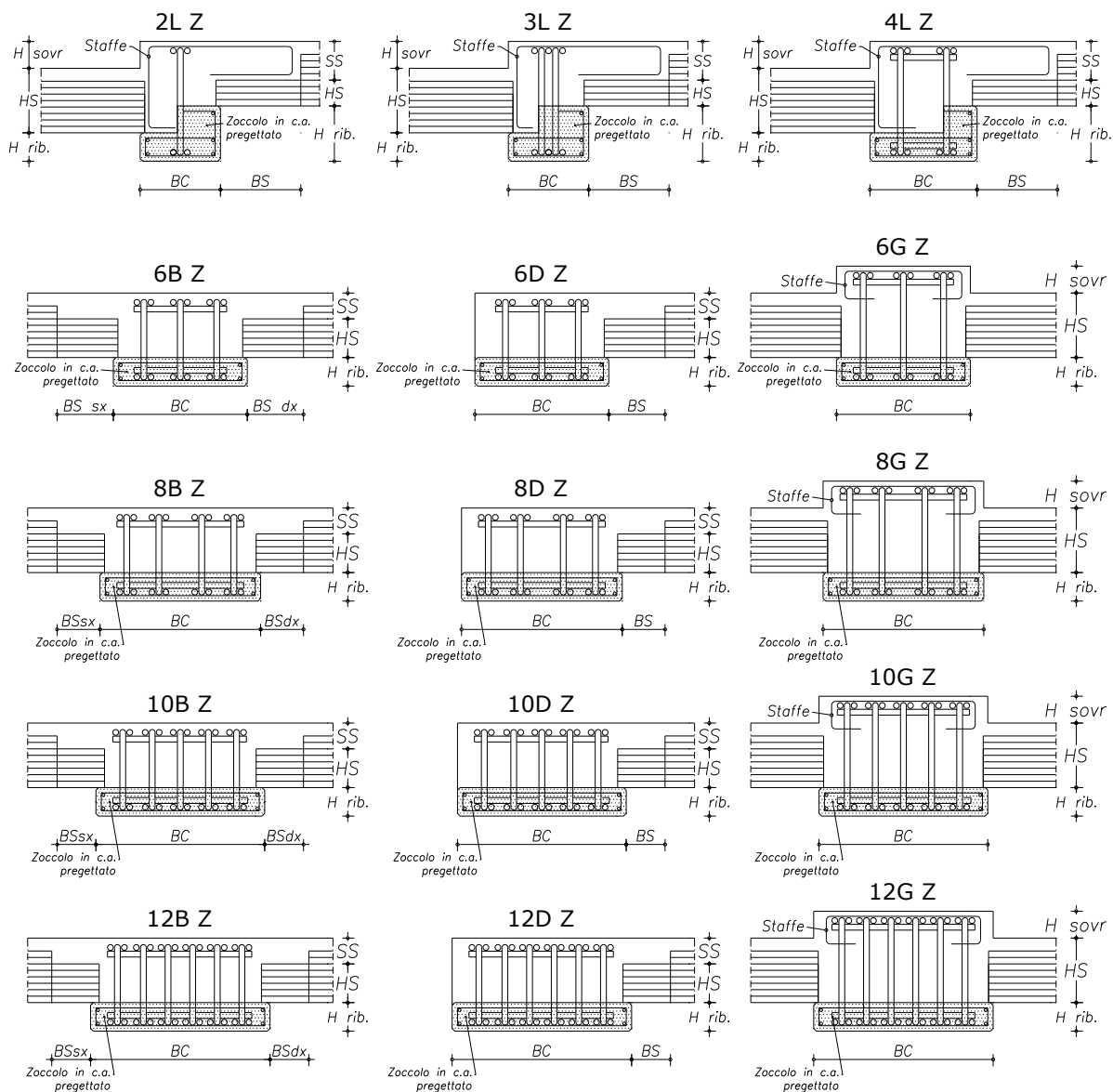
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a0 con solaio a predalle*



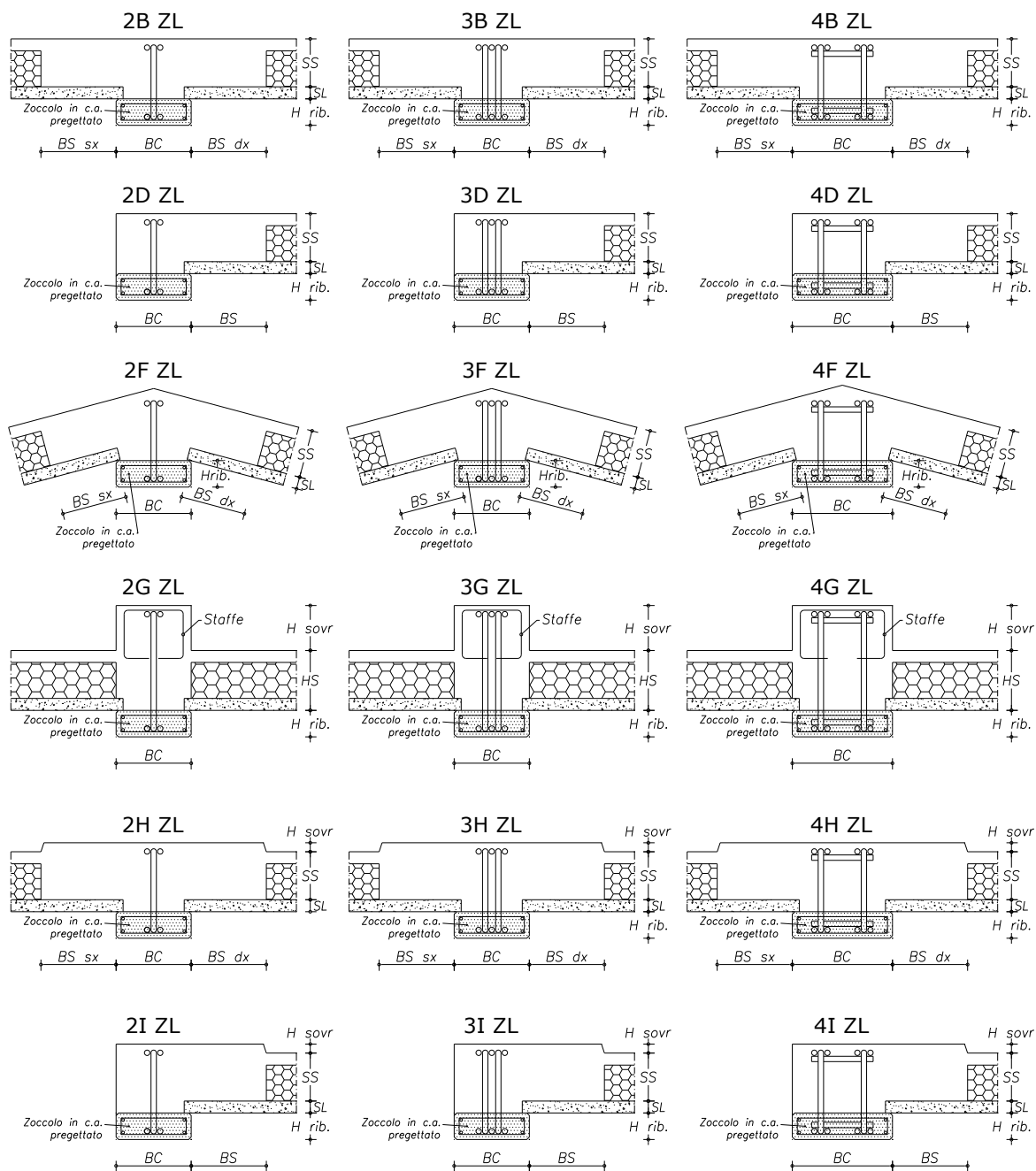
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a0 con solaio a predalle*



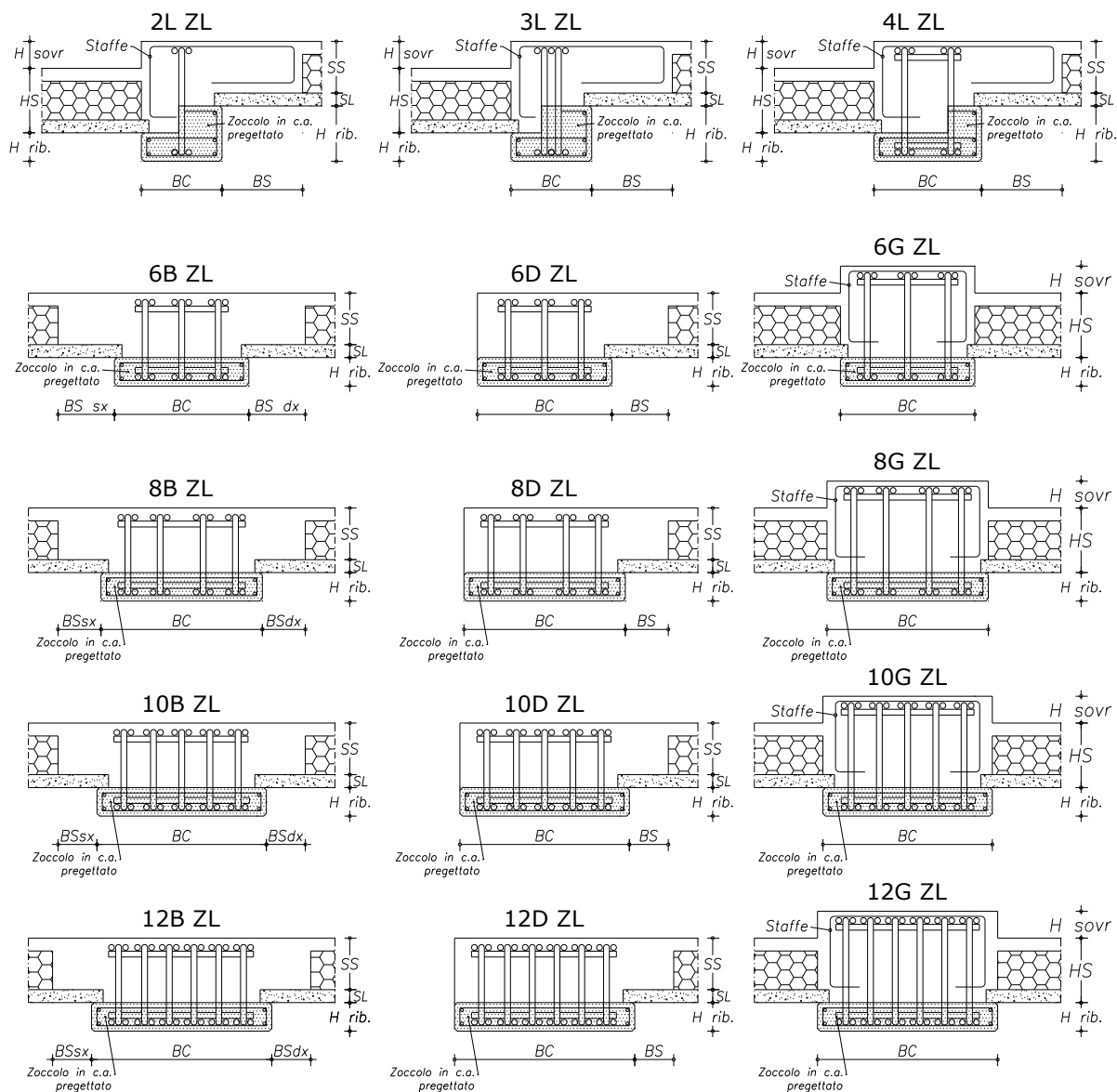
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a2 con solaio in latero-cemento*



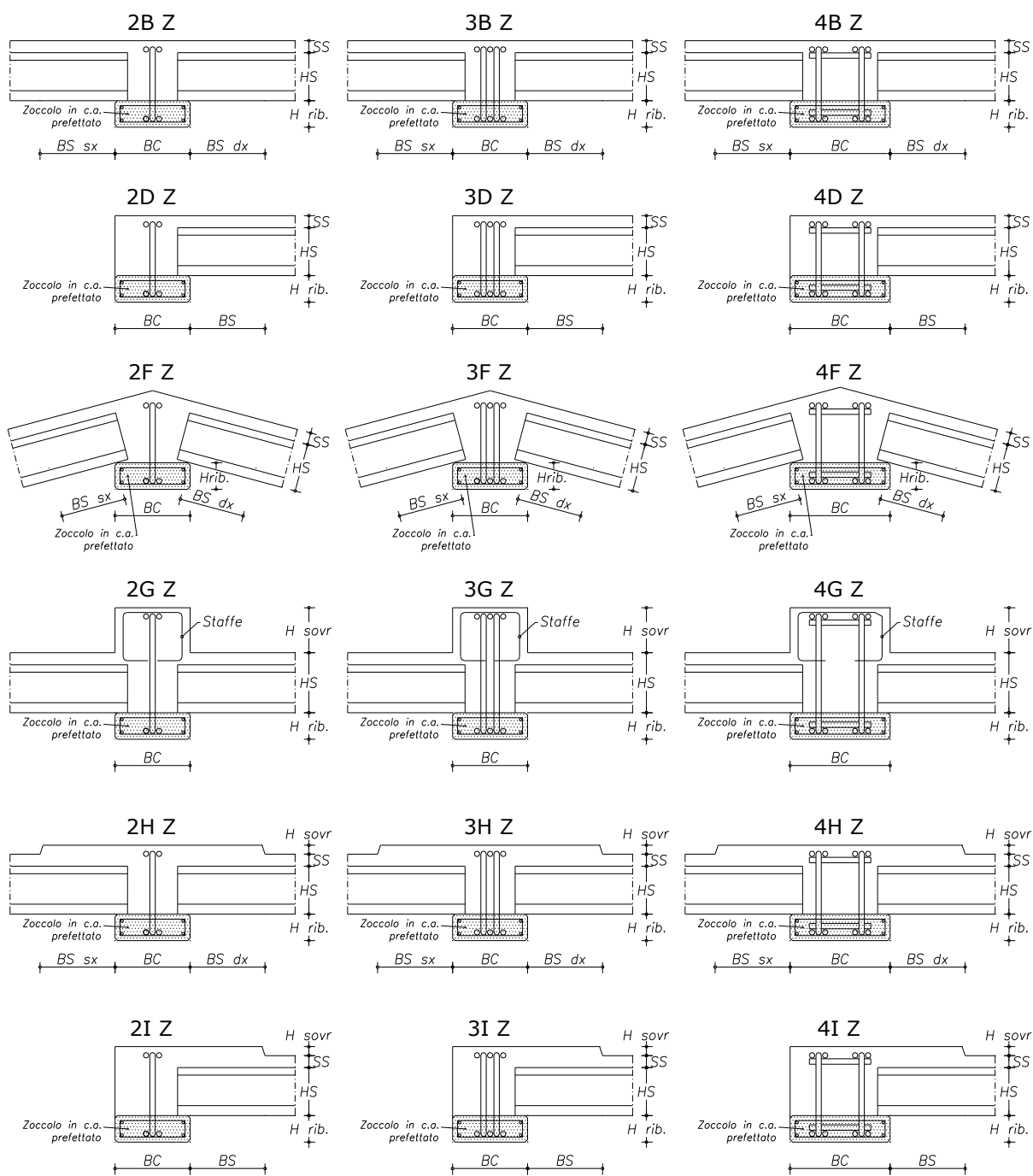
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a2 con solaio in latero-cemento*



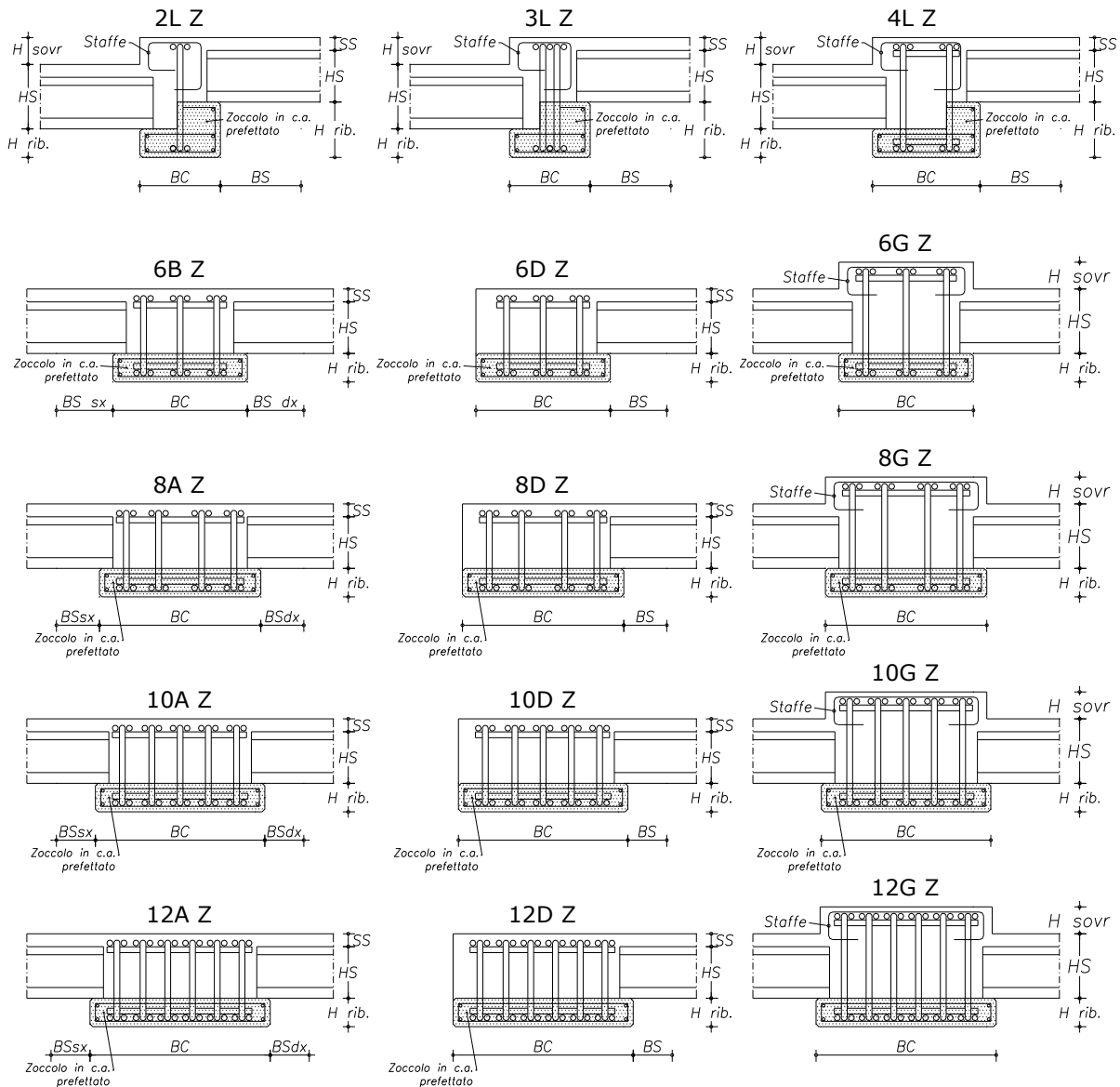
*Banca delle sezioni di travi PREM SD a2 con solaio predalles*



*Banca delle sezioni di travi PREM SD a2 con solaio predalles*



*Banca delle sezioni di travi PREM SD a2 con solaio alveolare*



*Banca delle sezioni di travi PREM SD a2 con solaio alveolare*

Cliccando su "Tipo" di una delle quattro sezioni si apre una maschera di estrema comodità per l'inserimento dei dati geometrici della sezione. A seconda della categoria strutturale definita inizialmente si delineano diversi tipi di sezioni e relativi parametri da definire.

1. Tipo a0

✓ Larghezza della nervatura di calcestruzzo:

- da inserire liberamente;

✓ larghezza delle ali collaboranti (il maggiore tra 1/10 della lunghezza della trave e 5 volte lo spessore della cappa collaborante più l'eventuale ribasso);

✓ altezza totale della trave:

- spessore del solaio;
- spessore della cappa collaborante;

- misura della eventuale sovrasporgenza e sottosporgenza;
- ✓ passo d'anima.

## 2. Tipo a1

- ✓ larghezza della nervatura di calcestruzzo:
  - larghezza del piatto;
  - allargamento laterale a seconda del tipo di solaio;
- ✓ larghezza delle ali collaboranti (il maggiore tra 1/10 della lunghezza della trave e 5 volte lo spessore della cappa collaborante più l'eventuale ribasso);
- ✓ altezza totale della trave:
  - spessore del solaio;
  - spessore della cappa collaborante;
  - misura della sottosporgenza o sovrasporgenza;
  - spessore del piatto;
- ✓ passo d'anima.

PARAMETRI SEZIONI

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI TIPO (cm)**

Ret	Tip	N.C.	P.A.	HR	SS	BS	BC	SP	BI	LibTR
Sez.1	4A	4	50	36	0	60	60	1.5	60	0.7
Sez.2		0	0	0	0	0	0	0	0	0.7
Sez.3		0	0	0	0	0	0	0	0	0.7
Sez.4		0	0	0	0	0	0	0	0	0.7

Saldature/Coprig.   
 saldature 2.5 %   
 coprigiunti 0.5 %

☐ Disabilita controlli fessuraz.

☐ Adeguo passo anima a luce campata

☐ Variabile   
☐ Predefin.   
☒ Costante

Diam. MIN 20   
 Diam. MAX 32

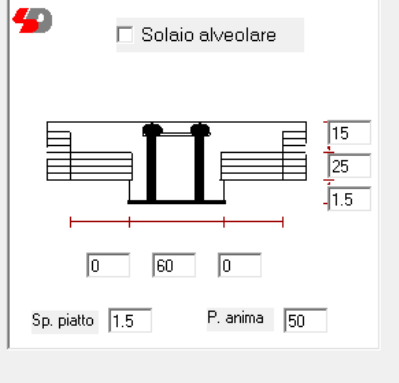
**APPOGGIO**   
 Inferiori appoggio

a 0 0   
 b 0 0   
 c 0 0

Sezione tipo

SEZ. 1 TIPO 4A

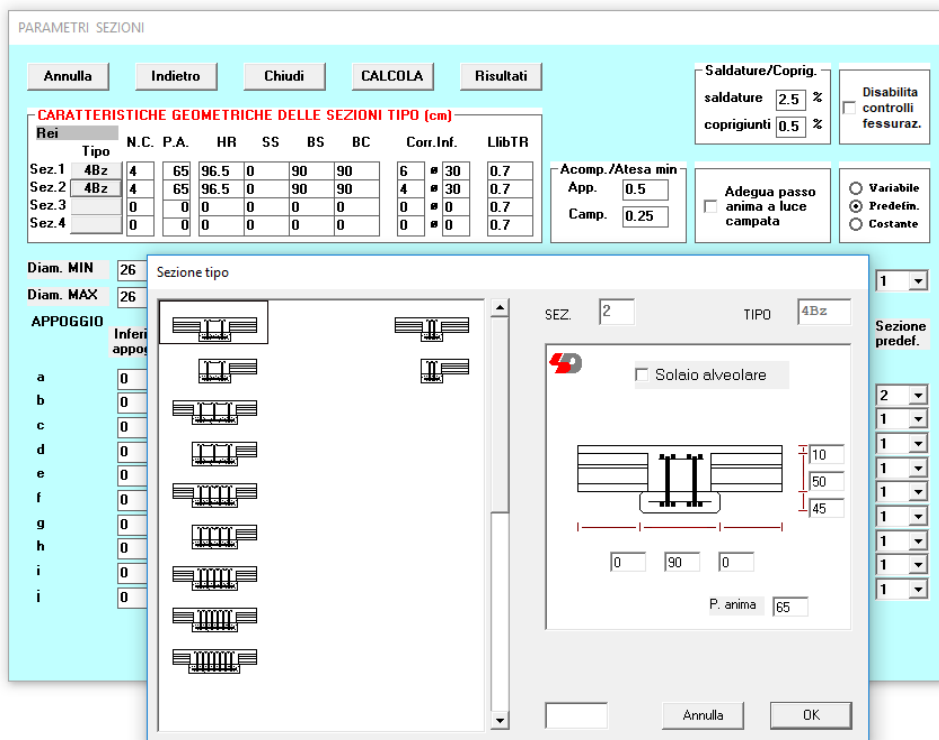
☐ Solaio alveolare



Sp. piatto 1.5 P. anima 50

### 3. Tipo a2

- ✓ Larghezza della nervatura di calcestruzzo:
  - larghezza del fondello di calcestruzzo;
- ✓ larghezza delle ali collaboranti (il maggiore tra 1/10 della lunghezza della trave e 5 volte lo spessore della cappa collaborante più l'eventuale ribasso);
- ✓ altezza totale della trave:
  - spessore del solaio;
  - spessore della cappa collaborante;
  - misura della eventuale sovrapporgenza;
  - spessore del fondello (incluse eventuali spondine);
- ✓ passo d'anima.



**PARAMETRI SEZIONI**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI TIPO (cm)**

Rei	Tipo	N.C.	P.A.	HR	SS	BS	BC	Corr. Inf.	LibTR
Sez.1	4Bz	4	65	96.5	0	90	90	6	30
Sez.2	4Bz	4	65	96.5	0	90	90	4	30
Sez.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sez.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

saldature 2.5 %  
 coprigiunti 0.5 %

☐ Disabilita controlli fessuraz.

Acomp./Atesa min  
 App. 0.5  
 Camp. 0.25

☐ Adeguo passo anima a luce campata

☐ Variabile  
☒ Predefin.  
☐ Costante

Diam. MIN 26  
 Diam. MAX 26  
 APPOGGIO Inferi appoi

a 0  
 b 0  
 c 0  
 d 0  
 e 0  
 f 0  
 g 0  
 h 0  
 i 0  
 i 0

Sezione tipo

SEZ 2 TIPO 4Bz

☐ Solaio alveolare

10  
 50  
 45

0 90 0

P. anima 65

Tali parametri sono riportati (o impostati direttamente) nella matrice "caratteristiche geometriche delle sezioni tipo", dove possono essere ancora modificati (le misure sono definite in centimetri), con la seguente terminologia:

- ✓ N.C. identifica il numero di correnti e il numero di tralicci (n. 2 correnti per ogni traliccio); Unica eccezione il caso di un unico traliccio composto da 2 anime e 3 correnti;
- ✓ P.A. indica il passo d'anima, cioè l'interasse tra due creste successive del traliccio;
- ✓ HR è l'altezza del traliccio intesa come distanza tra l'estradosso delle armature superiori e l'intradosso di quelle inferiori (altezza della trave a meno dei copriferri); In base ai diametri e/o spessori delle armature il programma gestisce in automatico, ai fini del calcolo, l'effettiva altezza dei tralicci intesa come baricentro delle armature;

- ✓ SS rappresenta la larghezza delle ali che collaborano staticamente nella seconda fase;
- ✓ BS rappresenta la larghezza della trave comprensiva delle ali collaboranti ( $BS = BC + BSdx + BSsx$ );
- ✓ BC rappresenta la larghezza della nervatura di calcestruzzo della trave;
- ✓ SP indica lo spessore del fondello;
- ✓ BI rappresenta la larghezza del fondello;

La matrice successiva contiene tutte le specifiche che il Progettista assegna per il dimensionamento e verifica delle armature:

Le prime due righe, "diametro minimo" e "diametro massimo" caratterizzano l'intervallo all'interno del quale il programma RET sceglie i diametri delle armature. Per ciascuna trave si definisce tale intervallo, rispettivamente partendo da sinistra, per i monconi inferiori e superiori in appoggio, per i correnti superiori, inferiori in campata, superiori in campata, barre d'anima e relativo passo. Inoltre si può ottimizzare il dimensionamento delle anime inserendo due rinforzi d'anima per il numero di campi richiesti per l'assorbimento dell'azione tagliante.

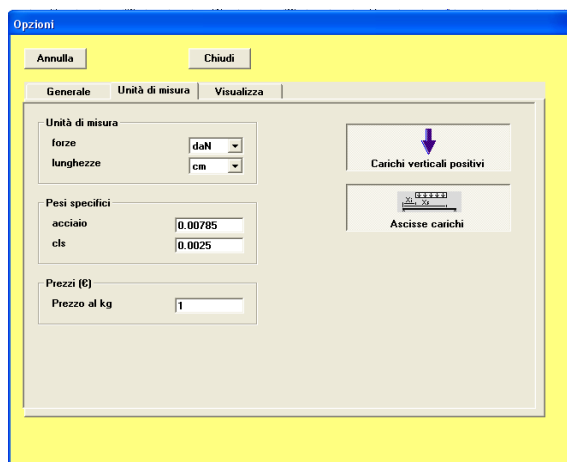
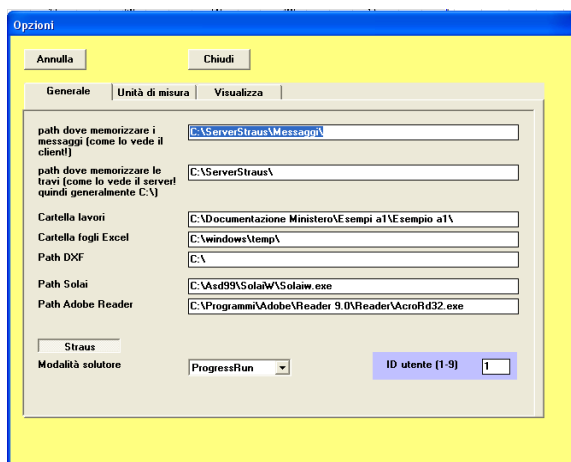
Le righe successive sono dedicate al Progettista per condizionare o ottimizzare talune armature per ciascuno degli elementi strutturali.

Nell'ultima colonna a destra di questa matrice, digitando il numero da 1 a 4 si seleziona la sezione corrispondente precedentemente definita. Per default il programma consiglia la sezione 1 con opzione "costante". Per modificare le sezioni delle travi è necessario impostare "variabile" o chiedere al programma la migliore ottimizzazione tra le sezioni predefinite con l'opzione "predimensionamento".

Trattandosi di strutture miste acciaio calcestruzzo, sono a discrezione del Progettista la possibilità o meno di attivare o disattivare la verifica a fessurazione e di impostare il rapporto minimo, sia in campata che in appoggio, tra la quantità di acciaio in zona compressa e in zona tesa.

Altre maschere consentono al Progettista di impostare i parametri generali per settare sia il calcolo e sia la parte grafica. Esse vengono illustrate nelle figure seguenti, affidando all'intuizione la facile interpretazione degli indici descritti.

### Maschere di settaggio dei parametri generali del programma RET:



Opzioni

Annulla Chiudi

Generale Unità di misura Visualizza

Barre

barre traliccio	colore	0	spessore	1	tratto	0
barre aggiunte	colore	16711680	spessore	1	tratto	0
lunghezza d'aderenza	colore	255	spessore	1	tratto	0

Velocità zoom e spostamento

velocità zoom +/-	1.3333333	velocità spost. +/-	0.5	velocità chi +/-	1.5
-------------------	-----------	---------------------	-----	------------------	-----

Anteprima risultati

Resetta parametri finestre

*Maschere di impostazione dei parametri per singole travi:*

Parametri

Annulla Chiudi

Calcolo Gamma Geometria Travi PREM

Riduzione in appoggio

Coeff. riduzione Mom. negativi 0.85

Dimensionamento appoggi

Momento flettente minimo

in campata (1/16) 1/16

in appoggio (1/24) 1/24

Gerarchia delle resistenze

esegui verifiche gamma RD 1.1

Calcolo peso proprio attivato

Instabilità

Coeff. Sicurezza Eulero 2

Coefficienti lunghezza libera di inflessione

CS 1

BA 1

traliccio 0.7

Considera ad instabilità i correnti esporsi aggiunti

M negativo in campata dimensiona

Barre agg. sup. non interrotte ☐ diametro CS ☒

Parametri

Annulla Chiudi

Calcolo Gamma Geometria Travi PREM

Fattori di sicurezza parziali

gamma C	gamma A	gamma S
1.5	1.05	1.15

Fattori di sicurezza parziali

gamma G	gamma G2	gamma Q
1.3	1.5	1.5
sfavorevole	0.8	0
favorevole		

Parametri

Annulla Chiudi

Calcolo Gamma Geometria Travi PREM

Acompresia / Aleso massimo

in campata 1.5

in appoggio 0.5

Lunghezze di aderenza

automatiche ☐

zona buona aderenza 28

zona cattiva aderenza 43

Barre d'anima

distanza dal bordo 10

massima lunghezze rinforzi 0.4

Barre intermedie

automatiche ☐

numero minimo 0

hmax senza 50

Nodi

dist. teste piatte asse app. 5

TESTE INCLINATE ☐

Piastre apparecchi appoggio

app. min. di ancoraggio 8

Correnti collaboranti ☒

Correnti continui su sbalzi ☒

Parametri

Annulla Chiudi

Calcolo Gamma Geometria Travi PREM

Sollecitazioni Fase 1

Da file RET ☐

Peso proprio

Non calcolato da RET ☒

Verifica a taglio in zona sismica

NTC 7.4.4.1.1 ☒

## 2.3 Ingresso dei dati per modelli complessi

Quanto finora presentato nel § 2.2 si riferisce all'inserimento dei dati di input con l'utilizzo semplificato del pre-processore RET. In alternativa è possibile ricavare da un qualsiasi modellatore agli

elementi finiti l'involuppo delle sollecitazioni massime e minime flettenti e taglianti; sarà poi il filtro RET a generare da questa distribuzione una mappa che contiene, per ogni concio di trave di trave PREM SD a0-1 di lunghezza 10cm, tutte le informazioni separate nelle varie combinazioni di carico, così come definite nel § 2.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018.

Normalmente i progettisti di S.D. utilizzano il processore STRAUS 7 che ben si presta a questo tipo di analisi grazie all'affidabile interfaccia di dialogo e scambio dei dati con RET. Ma ciò è possibile anche per quei prodotti le cui software house hanno messo a punto il protocollo Assoprem e per i quali il processore di calcolo è predisposto per originare il file di output in formato "prm".

Qualunque sia il modellatore utilizzato, o ancor più semplicemente un foglio di calcolo excel, il passaggio obbligato è attraverso il filtro RET per sviluppare la distribuzione delle sollecitazioni flettenti e taglianti per ogni concio di trave di lunghezza 10cm.

Nei paragrafi seguenti vengono meglio specificate queste metodologie di implementazione dei dati di input per il dimensionamento e verifica delle travi PREM calcolate con modellatori standard per l'analisi delle strutture agli elementi finiti.

### 2.3.1 Implementazione da straus 7

Il programma di calcolo agli elementi finiti Straus 7 viene utilizzato da S.D. per la modellazione delle strutture. Risulta particolarmente importante nella progettazione considerare il reale comportamento degli elementi prefabbricati nel complesso generale e il rispetto delle gerarchie delle resistenze e delle reciproche rigidità. Pertanto l'acquisizione dei parametri sollecitazionali oltre a garantire una maggior congruenza e precisione di calcolo, nel contempo permette un risparmio di tempo e risorse nella progettazione accelerando i processi di calcolo.

La procedura di implementazione dal modello di Straus 7 richiede alcuni accorgimenti e/o precauzioni che è opportuno riportare in questo manuale operativo:

#### Verifica di corretta procedura di elaborazione del modello

1. Qualora il modello di STRAUS sia stato originato con unità di misura diverse da "daN" per i pesi e "cm" per le lunghezze, esse devono essere modificate con il comando *Global/Units* e rese omogenee a RET;
2. Affinché RET riscontri la presenza di un appoggio all'estremità delle aste delle travi che appoggiano su elementi diversi dai pilastri è opportuno aggiungere dei pilastri fittizi di inerzia trascurabile rispetto a quella dell'elemento portante;
3. Unificare le travi composte da più aste in un'unica asta con *Tools/Convert/Merge-Line-of-Beams*;

N.B. I nodi vengono eliminati con gli eventuali carichi ad essi applicati SENZA NESSUN MESSAGGIO DA PARTE DI STRAUS.

4. Verificare che i carichi di prima fase siano separati da quelli di seconda e verificare che i coefficienti delle combinazioni di carico siano corretti;
5. Dopo queste modifiche si deve ricalcolare il modello

✓ *Linear Static*

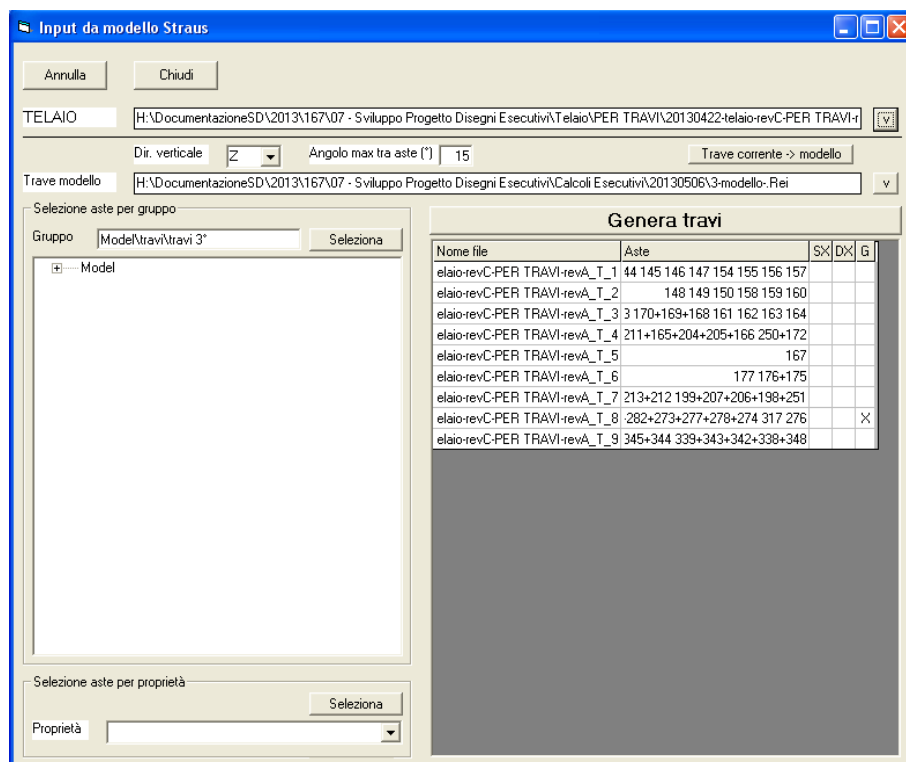
✓ *Natural frequency*

✓ *Spectral response solver* (con i soli modi di vibrare che servono per superare 85% di partecipazione);

Direction vectors 1 e 0,3 e combinazioni 9.81 cm/s<sup>2</sup>

- trasformare le *Load patch* in carichi sulle travi con *Tools/Convert/Patch loads in Beam loads* (attenzione le load patch non vengono eliminate). Questo passaggio consente di convertire i carichi uniformemente distribuiti sul solaio in carichi uniformemente distribuiti sulle travi. Il carico di Fase 1 è fondamentale per calcolare le sollecitazioni di prima fase;

N.B. le Load patch possono essere nascoste da altri elementi plate.



*Schermata di generazioni delle travi PREM dal telaio STRAUS 7*

#### Implementazione delle sollecitazioni per la verifica delle travi PREM

- Preparare una trave modello con le caratteristiche principali che verranno acquisite dalla trave calcolata dal telaio. In particolare vengono ipotizzate delle sezioni di progetto che in fase di verifica potranno essere modificate;
- Generare le travi con "*Genera travi*" di "*Importa travi da Straus*"
  - ✓ definire le condizioni di carico;
  - ✓ per ogni trave da importare, caricare la trave modello, modificarla e la salvarla con nome.

A questo punto tutte le travi desiderate sono memorizzate, è necessario scorrere le pagine di input dati e poi per ciascuna è possibile:

- ✓ calcolare le travi in base ai carichi assegnati con il comando "*Calcola*"

- ✓ oppure leggerne i parametri di sollecitazione dal telaio con "*Importa risultati*" (se trave è in autoportanza, disabilitare la condizione di carico Fase 1 da "*Condizioni di carico*")

Il programma legge ora da Straus anche le combinazioni di carico e ne esegue l'involuppo.

#### INSERIMENTO DATI -> IMPORTA TRAVI DA STRAUS

Il programma RET è in grado di importare geometria e carichi distribuiti globali da un telaio di Straus. L'importazione da telaio Straus è stata implementata nella versione V.02.12 del 18.09.2007 e dalla V.03.04 17/03/08 è consentita l'importazione di travi formate da due aste.

Da allora la procedura di importazione non ha subito altri aggiornamenti.

Allo stato attuale:

- ✓ il programma è in grado di gestire un massimo di 199 aste per gruppo o proprietà;
- ✓ una campata può essere formata da due aste, ma una trave è limitata a 14 aste. Inoltre il comando *Tools -> Convert -> "Merge Line of Beams"* di Straus permette, in un unico passaggio, di fondere in un'asta ciascuna trave spezzata in più aste;
- ✓ per essere identificate automaticamente, le aste che concorrono a formare una trave devono avere numeri crescenti anche non consecutivi;
- ✓ il programma non tiene conto di un eventuale *Principal angle axis*  $\neq 0$ ;
- ✓ il programma ignora qualsiasi elemento diverso da beam;
- ✓ per il riconoscimento della geometria delle travi devono essere definite le sezioni dei pilastri;
- ✓ il coefficiente di redistribuzione dei momenti in appoggio non agisce correttamente negli appoggi d'estremità senza sbalzo;
- ✓ l'importazione di dati da Straus richiede che sul computer sia installato Straus e sia presente la chiave di protezione di Straus.

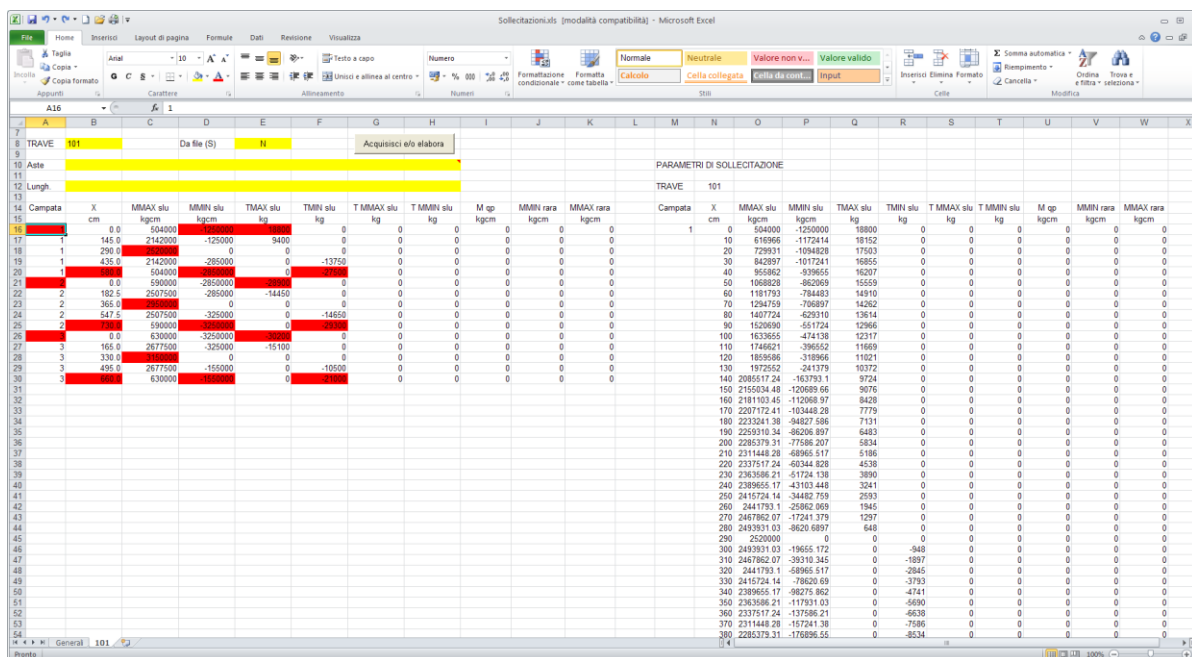
#### CALCOLA -> IMPORTA RISULTATI DA STRAUS

Da un modello già calcolato con Straus, il programma acquisisce i parametri di sollecitazione di una trave per le varie condizioni di carico e ne esegue l'involuppo; ignora le combinazioni di carico presenti in Straus.

## 2.3.2 Implementazioni da file excel

Il programma RET è dotato di un foglio di calcolo compilato in "EXCEL" che fa parte del pacchetto Office di Microsoft. All'interno di questo modulo vengono inserite le lunghezze delle travi e le sollecitazioni fornite dal Progettista generale delle strutture ottenute dalla risoluzione analitica della struttura con un qualsiasi programma di calcolo.

Le sollecitazioni flettenti e taglianti in campata e agli appoggi, sia allo stato limite ultimo che di esercizio nelle varie combinazioni, vengono mappate per ogni concio di trave di lunghezza 10cm e assunte per le verifiche di seconda fase.



The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "Sollecitazioni (modalità compatibilità)". The spreadsheet is organized into columns for various parameters and sollecitazioni (loads). The columns are labeled as follows:

- Column A: TRAVE
- Column B: Da file (S)
- Column C: Acquisisci e/o elabora
- Column D: PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE
- Column E: Campata
- Column F: X
- Column G: MMAX slt
- Column H: MMN slt
- Column I: TMAX slt
- Column J: TMN slt
- Column K: T MMAX slt
- Column L: T MMN slt
- Column M: M qp
- Column N: MMN rara
- Column O: MMAX rara
- Column P: Campata
- Column Q: X
- Column R: MMAX slt
- Column S: MMN slt
- Column T: TMAX slt
- Column U: TMN slt
- Column V: T MMAX slt
- Column W: T MMN slt
- Column X: M qp
- Column Y: MMN rara
- Column Z: MMAX rara

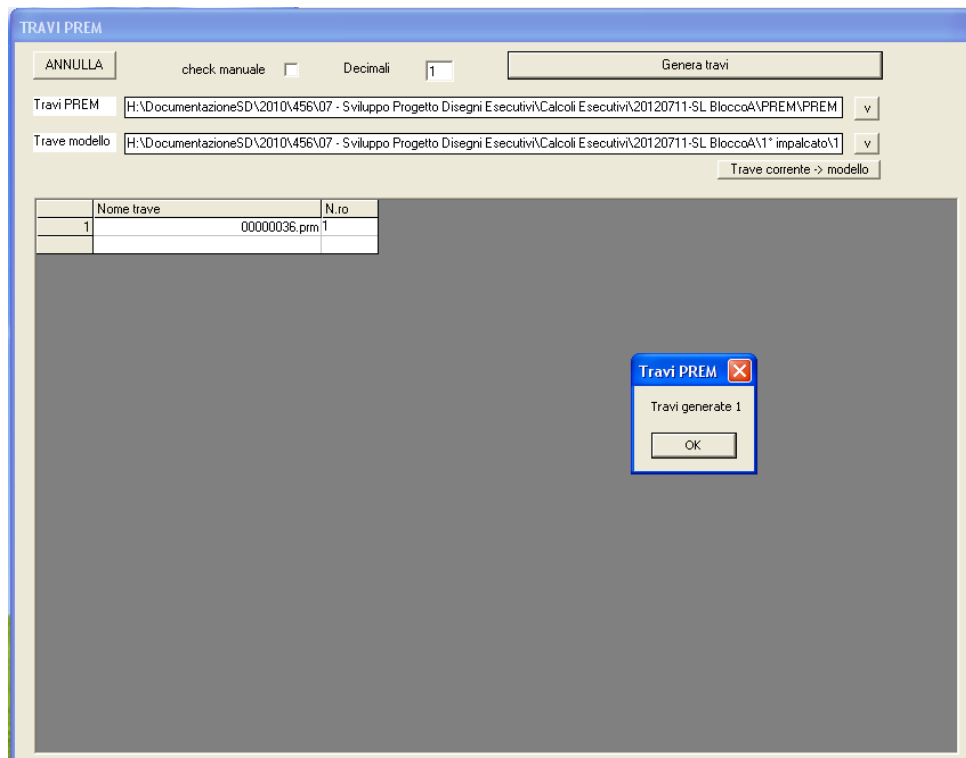
The spreadsheet contains data for various beam parameters and sollecitazioni (loads) across multiple rows and columns. The data is organized into sections for different beam types and load conditions.

Nell'elaborazione della travata, le sollecitazioni di prima fase vengono calcolate direttamente dal programma RET sulla base dei carichi di prima fase agenti, mentre quelle di seconda fase vengono assunte dal modello excel.

A questo punto la fase di dimensionamento e verifica segue i normali processi di calcolo del programma RET.

## 2.3.3 Implementazioni da file "prm"

Assoprem si è fatta promotrice dell'iniziativa presso alcune Software House di dotare il modellatore dell'elemento "TRAVE PREM". A tal fine è stato definito un formato standard di interfaccia, generato dal modellatore, che contiene i risultati dell'analisi strutturale nonché tutte le informazioni geometriche e dimensionali necessari al programma RET per la verifica delle travi PREM.



*Schermata di generazioni delle travi PREM da file "prm"*

## 2.4 Azioni

Le combinazioni delle azioni vengono definite secondo il D.M. 17 gennaio 2018 § 2.5.3 Combinazioni delle azioni.

In riferimento al D.M. 17 gennaio 2018, per gli stati limite ultimi (rif. § 2.6.1) si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_F$  definiti nella tabella 2.6.I secondo l'approccio 1, mentre per gli stati limite di esercizio si fa riferimento al § 2.6.2.

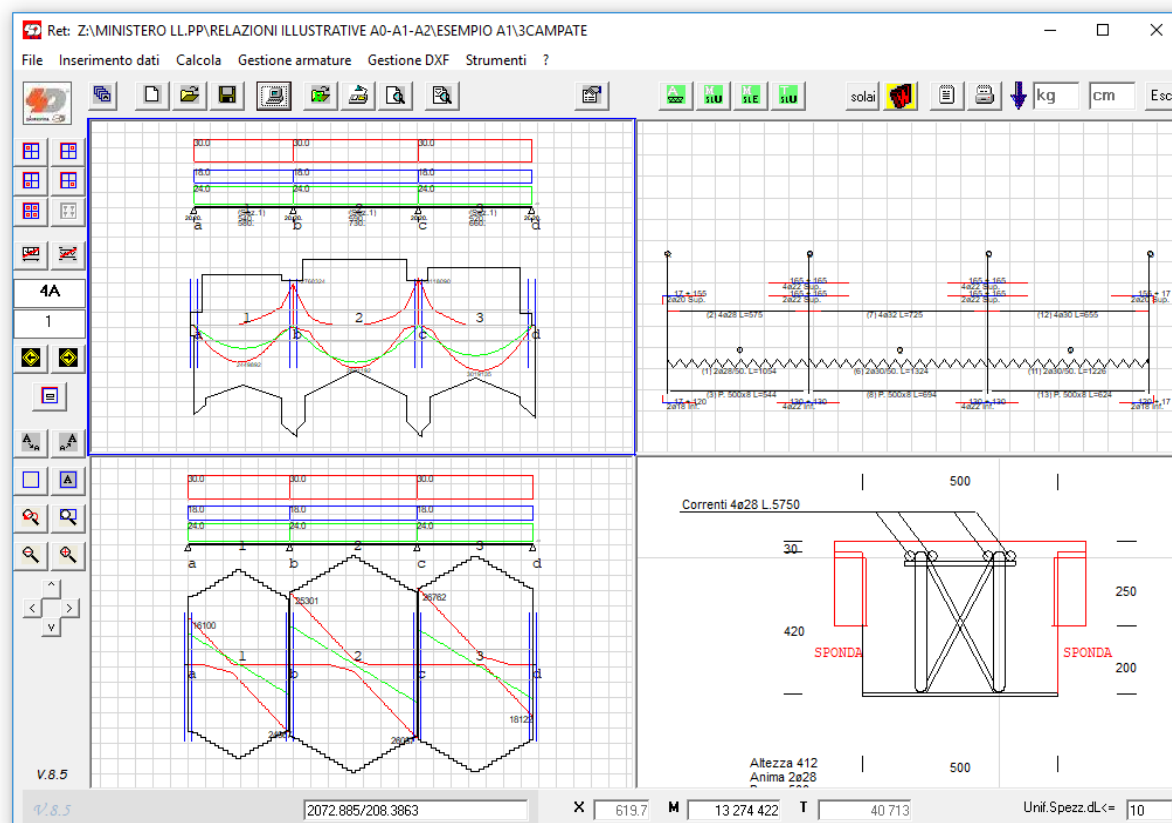
## 2.5 Modellazione

A questo punto, tutti i dati vengono elaborati da Straus 7 per estrarre da ciascuna asta la deformazione elastica e l'involuppo delle sollecitazioni massime e minime (momenti flettenti e tagli mappati ogni 10cm su tutta la lunghezza della trave) in funzione delle luci e dei carichi. I carichi variabili vengono combinati a scacchiera, alternandoli in modo da ricavare il massimo involuppo negativo e positivo.

## 2.6 Post-processore RET

La presente fase operativa riguarda il processo di calcolo con il programma RET per il dimensionamento e verifica delle travi PREM. Qualunque sia lo strumento utilizzato, il punto di partenza comune è la predisposizione da parte del filtro RET di una mappa che contiene, per ogni concio di trave di lunghezza 10cm, tutte le informazioni separate nelle varie combinazioni di carico.

Con il comando "calcola" si passa alla fase di verifica. Il programma RET assume gli input progettuali impostati (dati generali, geometrici, carichi, sezioni ecc.) ed esegue il dimensionamento delle armature a le verifiche degli stati limite ultimi e di esercizio tensionali e fessurativi. Il programma RET segnala al Progettista eventuali messaggi di errore di dimensionamento, accompagnati da uno o più suggerimenti di risoluzione. Questi, in maniera iterativa, può intervenire in qualsiasi schermata e adottare le opportune modifiche che ritiene più adeguate al fine di ottimizzare geometrie e armature delle travi PREM.



*Schermata di calcolo*

Da questa immagine che rappresenta la fase di calcolo, il Progettista delle travi PREM ha sotto controllo, sia a livello grafico che numerico in formato semplice ma estremamente intuitivo, lo schema statico, le sollecitazioni flettenti e taglianti, le geometrie e le armature.

Oltre a consultare in qualsiasi momento il report di calcolo, è a disposizione del Progettista una finestra dove vengono riassunti alcuni parametri fondamentali che gli consentono di monitorare il dimensionamento:

- ✓ deformazioni;

- ✓ stati tensionali dell'acciaio e calcestruzzo e relativo tasso di lavoro;
- ✓ parametri geometrici per il controllo dei dati di input;
- ✓ peso delle carpenterie.

Una volta terminato il calcolo si passa alla stampa della relazione di calcolo.

## 2.7 Relazione di calcolo

Dalla schemata dei dati generali il Progettista può generare la relazione di calcolo con il comando "relazione".

Sulla base di un protocollo S.D. tutti i parametri definiti nella fase del calcolo vengono ordinati a generare il documento "relazione di calcolo" che congiuntamente agli elaborati grafici completa il Progetto Esecutivo.

Essa si compone delle seguenti parti:

- ✓ introduzione. Oltre ai dati generali della commessa e del cantiere, il capitolo introduttivo definisce i criteri progettuali assunti, le tipologie produttive utilizzate nel progetto e le metodologie di calcolo. Vengono descritte tutte le indicazioni progettuali che consentono a quanti consultano il documento di capire la filosofia progettuale adottata;
- ✓ riferimenti normativi adottati;
- ✓ materiali utilizzati per la progettazione dei manufatti;
- ✓ carichi;
- ✓ schemi statici e criteri di calcolo;
- ✓ calcolo delle travi PREM. Per ciascuna travata calcolata con il programma RET viene allegato il report di dimensionamento e verifica, così come descritto nel § 5.