

PALLETPREV

©2018 - 2020 Castalia srl

Versione 6.9 - 17 Febbraio 2020
revisione 13



Castalia srl
Via Pinturicchio, 24
20133 Milano
www.castaliaweb.com

Indice

Parte I	Introduzione	5
1	Installazione	6
2	Cosa è	7
3	Logica di funzionamento	10
4	Strategie di analisi	11
5	Licenza	15
6	Chiave di protezione	18
7	Assistenza	19
Parte II	I file preliminari	21
1	Panoramica	22
2	MONTANTI.TXT	24
3	MONTANTI_RINFORZATI.TXT	26
4	TRAVERSI_SPALLA.TXT	26
5	DIAGONALI_SPALLA.TXT	28
6	CORRENTI.TXT	30
7	DIAGONALI_LGTD.TXT	32
8	DIAGONALI_PIANO.TXT	35
9	DISTANZIALI.TXT	37
10	PUNTONI.TXT	39
11	MOLLE_MONTANTE.TXT	41
12	ACCOPIAMENTI_MONTANTE_CORRENTE.TXT	42
13	ACCOPIAMENTI_MONTANTE_DIAGONALE.TXT	43
14	ACCOPIAMENTI_MONTANTE_TRAVERSO.TXT	45
15	ACCOPIAMENTI_MONTANTE_DIAGONALE_CONTROVENTO.TXT	47
16	ACCOPIAMENTI_MONTANTE_DIAGONALE_PIANO.TXT	48
17	ACCOPIAMENTI_MONTANTE_DISTANZIALE.TXT	50
18	ACCOPIAMENTI_DISTANZIALE_PUNTONE.TXT	51
Parte III	L'interfaccia	55
1	Introduzione	56
2	Vista (pannello)	58
3	Struttura (pannello)	59
4	Sisma (pannello)	60
5	Impostazioni di Calcolo (pannello)	62

6	Calcolo e Risultati (pannello)	65
7	Spalla (dialogo)	67
8	Controvento (dialogo)	69
9	Montante riportato (dialogo)	70
10	EN 16681 (dialogo)	72
11	Fattori di sicurezza (dialogo)	73
12	Progetto predefinito (dialogo)	74
Parte IV Le verifiche		77
1	Le verifiche	78
2	Sull'importanza dei controventi di piano	90
Parte V Il report		99
1	Progetto libero	100
2	Progetto vincolato	111
Indice		117

Parte I

1 Introduzione

1.1 Installazione

L'installazione del programma è molto semplice, basta unzippare il contenuto del file ZIP che si è ottenuto o scaricato dalla rete, in una cartella denominata

c:\PALLETPREV

Nel caso delle versioni dimostrative, la protezione è software: il programma può essere fatto funzionare per un mese su un PC, poi cessa di funzionare.

Nel caso delle versioni acquistate, il programma è protetto da una chiave OXYSEC (di colore arancione) che essendo driverless non ha bisogno di alcun driver.

Si raccomanda di non perdere la chiave di protezione poiché essa è il programma.

Osservazioni sulla versione dimostrativa

La versione dimostrativa viene fornita con un catalogo di profili fittizio, che fa uso di profili a C e di piatti. Anche i dati di costo sono solo indicativi.

Ogni profilo ha tre materiali, S235, S275 e S355.

Per le sezioni del montante non si è andati troppo in là con le dimensioni, per cui il programma se il carico è eccessivo non troverà alcun progetto possibile. Si consiglia inizialmente di far funzionare il programma con i valori di default che fanno vedere bene come funziona il programma.

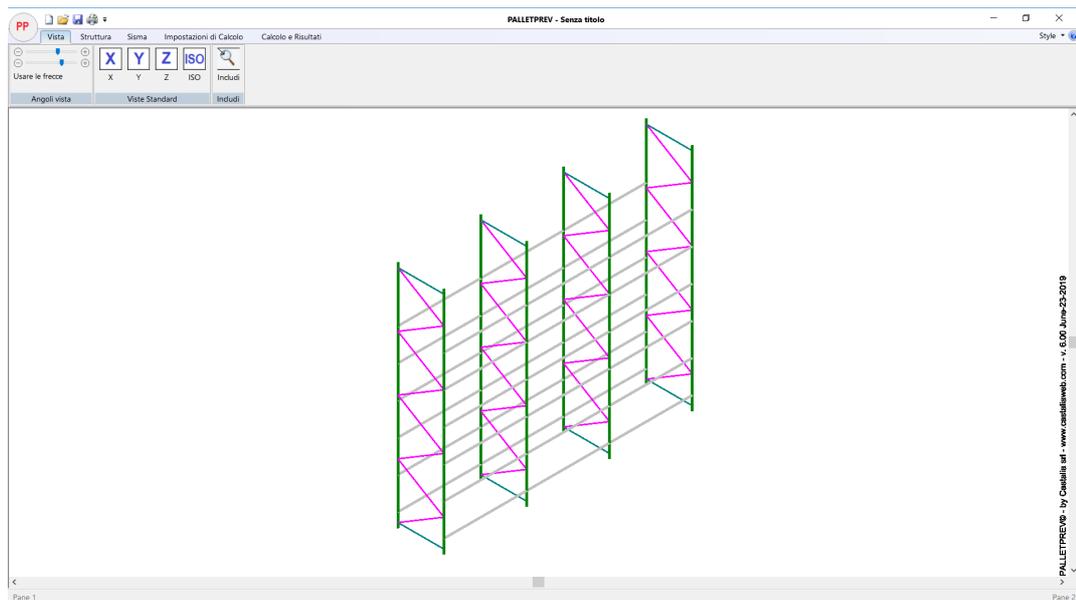
Tutto dipende dal catalogo.

Il potenziale Cliente che vuole personalizzare l'uso di Palletprev può editare i file del catalogo (tutti file testo) e indicare i valori (tutti i valori richiesti) del proprio catalogo.

La versione DEMO dura un mese, un tempo sufficiente a fare delle prove realistiche, per qualsiasi produttore.

E' possibile mettere a punto versioni personalizzate, su richiesta, o produrre i file con i cataloghi, su richiesta, come servizio aggiuntivo.

1.2 Cosa è



Palletprev è una applicazione dedicata al **predimensionamento, verifica e preventivazione** di **scaffalature metalliche porta pallet**.

Scopo del programma è arrivare a determinare una serie di possibili progetti, ordinandoli in base al costo e consentendo all'utente di scegliere uno o alcuni di essi come punto di partenza per una successiva progettazione di dettaglio (eseguita al di fuori del programma), e come punto di arrivo della fase di offerta/predimensionamento.

Il programma genera, ricerca e verifica un grandissimo numero di soluzioni progettuali, sottoponendole ad un nutrito insieme di **verifiche di deformabilità, di resistenza e di instabilità**. Le verifiche possono essere condotte senza l'uso di tecniche agli **elementi finiti**, ma per mezzo di formule semplificate che tengono in conto tutti i principali fenomeni in gioco. E' anche possibile, dopo aver estratto un ampio numero di progetti possibili, ri-verificarli rapidamente con modelli agli **elementi finiti**, che vengono generati e risolti *automaticamente* uno dopo l'altro.

Palletprev, è dunque un formidabile **motore di calcolo** che può fare migliaia di analisi agli **elementi finiti** in pochi secondi.

Il programma considera sia soluzioni **monofronte** che soluzioni **bifronte** . Considera la presenza o la possibile assenza di controventi. Tiene conto delle semi rigidzze dei nodi corrente-montante, e della rigidzza dei montanti al piede

(basetta). E' inoltre possibile considerare o meno le **azioni sismiche**, e considerare o meno gli **effetti del secondo ordine**.

Palletprev è tipicamente usato dalle **Ditte produttrici di scaffalature metalliche** o dai loro **agenti** o dai loro **consulenti**, al fine di pervenire a soluzioni di **progetto** plausibili vicine a quelle definitive, senza dover impiegare ore o giorni di lavoro. Ciò è reso possibile dalla velocità pressoché istantanea con la quale il programma è in grado di esaminare **migliaia e migliaia** di diverse soluzioni di **progetto**. Scopo del programma è alleviare l'onere insostenibile di preparare molti preventivi sensati in poco tempo, orientare la progettazione, fornire un **tabulato di calcolo** immediatamente fruibile.

Il programma è un anello di congiunzione tra i vecchi e non più applicabili abachi basati su **tabelle di portata**, ed i nuovi approcci agli **elementi finiti** che richiedono numerose analisi numeriche assai pesanti da gestire.

In pratica Palletprev utilizza:

- in un primo stadio di analisi (pochi secondi), formulazioni "semplici" basate sulle **leggi della meccanica** per pervenire a valutazioni utili al fine di circoscrivere le soluzioni possibili. Queste analisi preliminari hanno di solito errori molto contenuti e già sufficienti ad avvicinarsi di molto alla soluzione finale.
- in un secondo (opzionale) stadio di analisi (da pochi secondi a qualche minuto), formulazioni agli **elementi finiti in 2D** per le **analisi statiche, modali, a spettro di risposta, e di buckling e per le verifiche**. Queste analisi praticamente coincidono con quelle di un modello FEM 3D.

Palletprev eredita, a questo proposito, il **solutore agli elementi finiti** interno del programma [Cesco Plus](#), sia statico che modale (ma non è necessario avere Cesco Plus: il solutore è interno a Palletprev).

Sebbene il programma identico sia possibilmente usato da Ditte produttrici diverse, i risultati ottenuti dal programma saranno sensibilmente diversi. Infatti, il punto di partenza del programma è un vasto insieme di dati (**archivi**) che ogni azienda o consulente introduce in appositi file. Tali dati individuano in modo univoco la produzione di un certo produttore, includendo i costi e le caratteristiche statiche. Le soluzioni ottime trovate dal programma, dipendono in modo diretto da tali dati di partenza, diversi tra produttore e produttore, e dalla decisione in merito

a una serie di parametri suppletivi che sarà il produttore a decidere (**fattori di sicurezza** suppletivi, **limiti di freccia**, **fattori di struttura**, eccetera eccetera).

A maggiore protezione della riservatezza dei dati del catalogo, questo viene trasformato in un file binario, e quindi non può essere letto in chiaro dai meri utilizzatori di PALLETPREV.

Le soluzioni ricevono un "punteggio" che è in sostanza il loro **costo**, inteso come **somma del costo dei componenti singoli**. Le soluzioni possibili sono ordinate in base al **costo crescente**. L'utente sceglie poi una tra quelle salvate, sulla base di considerazioni legate al **costo minimo** o alla disponibilità dei materiali, o alla minore o maggiore semplicità di approvvigionamento e montaggio, nonché sulla base delle specifiche esigenze del cliente.

E' anche possibile individuare un possibile progetto, specificando le sezioni da impiegare per i vari elementi costruttivi, e i materiali, e chiedere al programma di eseguire le **verifiche tipiche** da esso utilizzate per la progettazione.

In ogni caso il programma prepara un **report in formato TXT** con il riepilogo delle informazioni salienti relative alla geometria del progetto, e relative ai risultati delle verifiche principali.

Palletprev è dato in uso con il meccanismo del **canone annuo**. I canoni sono determinati in funzione dei contenuti tecnici del programma, in via di evoluzione e della versione (**base**, senza modellazioni agli elementi finiti per le verifiche finali), **plus** (con tutte le modellazioni fem e le relative verifiche).

I canoni sono tarati in modo da essere sostenibili ed assai più convenienti delle ore-uomo necessarie alla attività di preventivazione priva di tale strumento dedicato.

Il programma ha una protezione hardware.

Il programma può essere ulteriormente personalizzato su richiesta di specifiche aziende, che vogliano aggiungervi loro specifiche caratteristiche suppletive.

1.3 Logica di funzionamento

La logica di funzionamento di Palletprev è la seguente: l'utente stabilisce un perimetro ben preciso entro il quale il programma deve cercare delle soluzioni di progetto tali da soddisfare le verifiche.

Il perimetro entro il quale il programma si muove è determinato da due insiemi di informazioni:

1. Un insieme di informazioni fisso, che è contenuto nei [file preliminari](#)^[22] (**cataloghi o archivi**), e che descrive l'insieme dei profili possibili, le loro caratteristiche ed il loro costo e l'insieme dei possibili accoppiamenti, con le loro caratteristiche. Queste informazioni possono essere modificate aggiungendo o togliendo nuovi profili, ma di massima rimarranno abbastanza costanti nel tempo, ed individuano la **produzione**, ovvero l'insieme di componenti che l'utente ha a disposizione, e il loro costo.
2. Un insieme di informazioni strettamente dipendente dal **modulo porta-pallet** in corso di progettazione, introdotto per mezzo della [interfaccia](#)^[56], e che ne determina le caratteristiche irrinunciabili: il **numero delle spalle**, la loro **distanza** mutua, il **carico applicato**, le **caratteristiche sismiche** del sito, eccetera.

L'insieme di informazioni dato per mezzo della interfaccia ammette un certo grado di flessibilità, nel senso che si può chiedere al programma di studiare soluzioni **controventate o no**, e di studiare una pluralità di possibili passi per i **diagonali di spalla**. Inoltre, alcuni parametri disponibili consentono di flessibilizzare la ricerca del programma, grazie alla introduzione di opzioni come il calcolo con **effetti del secondo ordine**, i valori di **coefficienti di sicurezza suppletivi**, i **limiti di freccia** e così via.

La ricerca delle soluzioni possibili può dare luogo a due tipici risultati:

- a) Vengono trovati un certo numero di **progetti possibili**. Spesso tali **progetti possibili** sono numerosi, per questo motivo il programma dà la possibilità di determinare i criteri con i quali tenere (e dunque esaminare) solo alcuni di questi. Questi criteri sono basati sul **costo**. Si può scegliere di salvare un certo numero di progetti, i quali devono avere un certo costo: un **costo minimo**, un costo sufficientemente diverso tra loro, un **costo medio**, un costo attorno a un valore predefinito.
- b) Non viene trovato alcun progetto possibile. Ciò può avvenire in specie per **progetti in zona sismica**, quando vi sono alcuni elementi costruttivi aventi

limitazioni invalicabili. Si potrà avviare al problema o riducendo le prestazioni richieste, o aggiungendo nuovi profili a quelli possibili, o aggiungendo nuovi materiali a quelli possibili.

Oltre alla modalità di funzionamento, per così dire, diretta, nella quale le sezioni ed i materiali sono incogniti, il programma può funzionare con una modalità inversa, nella quale vengono eseguite le **verifiche su un progetto dato** (e quindi con certe ben specificate sezioni e materiali per i vari elementi costruttivi). *Ciò può essere utile per usare il programma come **verificatore rapido**.*

1.4 Strategie di analisi

La strategia seguita da Palletprev per ottenere i progetti finali può fare o meno uso di analisi agli elementi finiti.



Strategia Stima e Basta

Questa strategia è disponibile con tutte le versioni di Palletprev.

Il primo passaggio, obbligato, consiste nel generare automaticamente molte **migliaia di possibili progetti**, esaminandone rapidamente la risposta e pervenendo molto rapidamente alla stima di tutte le informazioni che interessano ai fini delle verifiche, in funzione delle scelte fatte dall'utente.

In questa fase, vengono stimati gli spostamenti sommitali e locali, e le **azioni interne** di tutti gli elementi, e vengono eseguite verifiche agli **stati limite di esercizio, ultimo**, e di **salvaguardia della vita (SLE, SLU, SLV)**.

Il programma, usando sia formulazioni reperibili in letteratura, che specifiche formulazioni messe a punto per Palletprev, scarta tutti i progetti che non passano le verifiche e mantiene solo i progetti che hanno passato tutte le verifiche. Queste verifiche includono in generale:

- **verifiche di deformabilità del corrente e della spalla** sia in senso longitudinale che trasversale.
- **verifiche di buckling**, stimando il carico critico agli SLU ed SLV sia in senso trasversale che longitudinale.

- **verifiche di resistenza** degli elementi.
- **verifiche di stabilità** degli elementi.
- **verifiche di rifollamento**.
- **verifiche delle connessioni corrente-montante e montante-suolo**.
- **effetti del secondo ordine** se richiesto.

Al termine di questa prima fase, della durata di pochi secondi, il programma può trovarsi con centinaia o migliaia di **progetti possibili**. Tutti i progetti soddisfano i requisiti di accoppiabilità tra i diversi elementi introdotti dai file del catalogo.

A questo punto, i progetti vengono ordinati in base al loro **costo**, e vengono tenuti solo certi progetti, nel numero e con le caratteristiche richieste dall'utente. Questi progetti sono descritti nel tabulato di output.

Strategia Stima + valutazione periodi FEM

Questa strategia è disponibile con tutte le versioni di Palletprev.

Nel corso della prima fase, le azioni interne sismiche vengono valutate per mezzo di **analisi statiche equivalenti**, che impiegano **periodi** valutati in modo approssimato mediante **formulazioni semplificate** (ma pertinenti). Ne consegue che errori sulla valutazione del periodo (spesso inferiori al 15%, ma talvolta superiori, in funzione della geometria), danno luogo a coefficienti di risposta che possono essere troppo alti o troppo bassi.

Questa strategia fa le stesse operazioni della strategia precedente, ma, prima di ordinare i progetti e di cancellare quelli in sovrappiù, il programma calcola, per ognuno dei progetti che hanno passato la prima fase soddisfacendo tutte le verifiche, il **periodo proprio di oscillazione del primo modo** sia in senso trasversale che in senso longitudinale, per mezzo di **modelli FEM**. In pratica, per ognuno degli n progetti che hanno passato tutte le verifiche il programma:

- Genera un **modello agli elementi finiti piano della spalla** del progetto i -esimo, ed esegue una **analisi modale**. Tale modello tiene conto della sopraelevazione della massa del pallet rispetto alla quota dei correnti. Al termine della **analisi modale** è noto il **periodo del primo modo in trasversale, T_{Y_i}** .

- Genera un **modello agli elementi finiti piano del telaio longitudinale**, mettendo in conto sia i **nodi semi-rigidi**, sia gli eventuali **controventi**. Di tale modello esegue una **analisi modale**, arrivando così a calcolare il **periodo del primo modo in senso longitudinale, TX_i** .

Queste **analisi modali** vengono ripetute per tutte le centinaia o migliaia di progetti trovati in tempi molto rapidi. Per dare una idea, 2600 progetti girano in 20 secondi circa su una workstation di media potenza.

E' quindi possibile calcolare per ogni progetto, il fattore **FX** ed **FY** che fa passare *dal periodo stimato con i metodi non fem (semplificati, TSX_i, TSY_i) al periodo calcolato con i modelli FEM.*

$$TX_i = FX_i \cdot TSX_i$$

$$TY_i = FY_i \cdot TSY_i$$

Ci saranno quindi al termine di tutte le analisi modali, **n** valori **FX** ed **n** valori **FY** (con **i** da 1 a **n**). A questo punto il programma calcola il **valor medio e lo scarto quadratico medio della distribuzione**:

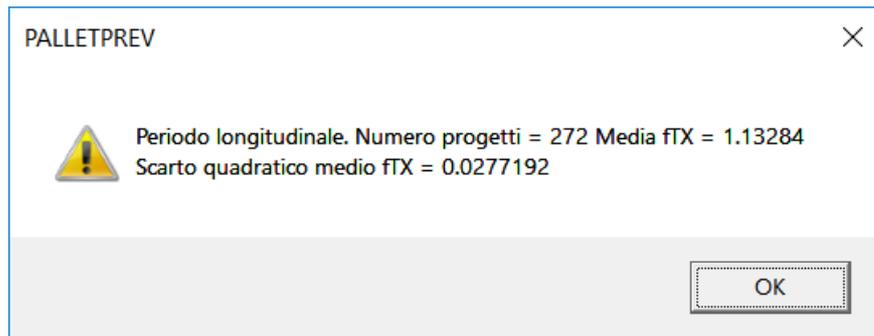
$$FX_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^n FX_i}{n}$$

$$\sigma_{FX} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (FX_i - FX_{ave})^2}{n}}$$

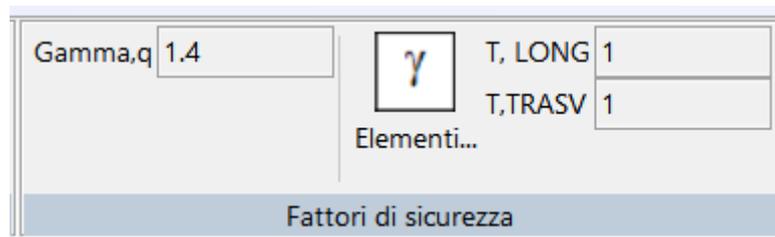
$$FY_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^n FY_i}{n}$$

$$\sigma_{FY} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (FY_i - FY_{ave})^2}{n}}$$

Il valor medio e lo scarto quadratico medio vengono restituiti all'utente con messaggi come questo:



A questo punto l'utente sa che per quella particolare geometria (i fattori FX ed FY dipendono sostanzialmente dalla geometria che si mantiene praticamente fissa), il **fattore di sicurezza da assegnare alla stima dei periodi** con la strategia precedente, è pari a FX_{ave} per il periodo longitudinale, e FY_{ave} per quello trasversale.



Sarà quindi possibile tarare i **coefficienti di sicurezza** in modo da riportare, in media, la stima dei periodi ai valori che sarebbero calcolati con analisi FEM. A quel punto si potrà rieseguire la ricerca dei progetti, avendo modificato il coefficiente di sicurezza per il periodo trasversale e longitudinale.

Strategia Stima + FEM

Questa strategia è disponibile solo con la versione plus di Palletprev.

All'inizio vengono fatte le stesse operazioni della strategia **Solo Stima**, pervenendo a un certo numero di progetti che, secondo la stima, sono in grado di passare tutte le verifiche.

Ora però, anziché ordinare questi progetti in base al **costo**, i progetti vengono riesaminati ad uno ad uno.

Per ognuno di essi (di solito centinaia o migliaia):

- Viene generato un **modello FEM piano della spalla**, e sottoposto ad **analisi statica, modale, a spettro di risposta e di buckling**.
- Viene generato un **modello FEM piano del telaio longitudinale**, e sottoposto ad **analisi statica, modale, a spettro di risposta e di buckling**.
- I risultati delle analisi precedenti vengono utilizzati per rieseguire tutte le verifiche (**SLE, SLU, SLV**). Le verifiche usano ora non più stime, ma risultati di vere e proprie **analisi agli elementi finiti**.
- Se il progetto esaminato non passa una qualche verifica, viene scartato. Se passa tutte le verifiche, viene tenuto.

Al termine del ciclo, *solo i progetti verificati positivamente per mezzo delle analisi FEM vengono mantenuti e ordinati per costo crescente*. Solo tra questi ultimi progetti saranno scelti quelli di **costo minimo** o con le caratteristiche richieste dall'utente.

Le **verifiche FEM** non utilizzano alcun **coefficiente di sicurezza suppletivo** rispetto a quelli delle normative. Si presume infatti che i risultati delle analisi FEM siano sostanzialmente esatti.

Nell'uso del programma con questa strategia, può essere opportuno fare in modo che il programma largheggi con le verifiche della prima fase, in modo da non scartare a priori soluzioni che invece poi si dimostrerebbero efficaci con le più rigorose **analisi FEM**.

Il **tabulato di output** includerà ora non solo i risultati della stima, ma anche i risultati ottenuti con i vari modelli fem piani utilizzati per quel progetto, dando quindi i periodi, le percentuali di massa partecipante, i coefficienti di risposta, le azioni interne, gli sfruttamenti a resistenza stabilità e rifollamento, e gli spostamenti salienti.

1.5 Licenza

CONTRATTO DI CONCESSIONE IN USO

fra la società

Castalia s.r.l.
con sede in Milano, Via Pinturicchio, 24

e

XXXXXI
YYYYY

nel seguito denominata Concessionario

Si conviene quanto segue:

Castalia s.r.l. dà in uso al Concessionario **n. 1 copia** (o più) del pacchetto di programmi di elaborazione dati **PALLETREV numero di serie XXXXXX** nel seguito denominato Programma.

Il Programma è composto dai supporti magnetici o ottici, dalla protezione hardware, dalla licenza d'uso e da tutti i materiali di supporto consegnati sotto forma di documenti elettronici in vari formati.

La concessione è regolata dalle seguenti condizioni:

1) Castalia srl, per accordo con gli Autori, ha e mantiene in via esclusiva i diritti di copyright sul programma, sul manuale e su tutto il materiale scritto di accompagnamento al Programma. Il Programma è tutelato dalle leggi sul diritto d'Autore e sul copyright dell'Italia, dalle disposizioni dei trattati internazionali e da tutte le leggi nazionali ed internazionali applicabili. Il Programma è composto da vari moduli (DLL e/o EXE) ciascuno dei quali è e rimarrà di proprietà degli Autori e non del Concessionario.

2) Il Concessionario non potrà usare il Programma in più di un elaboratore o terminale allo stesso tempo (ogni copia ha la sua specifica protezione hardware). Il Concessionario potrà usare il programma solo sino alla scadenza del canone, salvo rinnovo. La data di scadenza è testimoniata da regolare fattura, ed è scritta sulla protezione hardware necessaria al funzionamento del programma.

3) Alla scadenza del Contratto di concessione in uso, in assenza di comunicazioni scritte (e-mail, fax o lettera) pervenute in qualsiasi momento durante la Concessione ma entro 15gg dalla scadenza della Concessione da parte del Concessionario, il contratto si intende rinnovato per un altro anno con le stesse caratteristiche dell'ultima configurazione utilizzata dal Concessionario, come risultante da regolare fattura. I canoni saranno quelli dell'anno precedente, a meno di variazioni legate all'andamento dell'indice dei prezzi ed a eventuali significative variazioni legate allo sviluppo del Programma, che saranno comunicate sia per mezzo della pubblicazione nel sito internet di Castalia www.castaliaweb.com, sia eventualmente per mezzo di documenti inviati al Concessionario, tesi ad informarlo preventivamente delle eventuali variazioni dei canoni per l'anno successivo.

4) Alla scadenza del Contratto di concessione in uso, in caso di rinnovo, il Concessionario riceverà a mezzo e-mail le istruzioni ed i file necessari alla riprogrammazione della chiave di protezione per l'anno successivo. Se il canone non verrà rinnovato il Concessionario dovrà restituire la chiave di protezione.

5) Né il Programma né una sua copia potrà essere sub-licenziato a terzi, nemmeno a titolo precario e gratuito o per un periodo limitato di tempo, né in tutto né in parte. Eventuali partner del Concessionario (terze società dotate di loro propria partita iva, o consulenti esterni al Concessionario), si dovranno dotare di loro copie a loro intestate, eventualmente con uno sconto concordato.

6) Il Concessionario si impegna alla custodia del Programma; nel caso che questo gli venga sottratto illecitamente, esso si impegna a darne tempestiva comunicazione a Castalia s.r.l., oltre che ad assumere le iniziative necessarie ad impedire o limitare la diffusione non autorizzata del Programma. Il Concessionario si impegna a tenere per sé tutte le informazioni di accompagnamento al programma (help, guida, note tecniche di rilascio, dettagli operativi sul funzionamento dei comandi) ed a non divulgarle senza previa autorizzazione.

7) Il Programma non potrà essere modificato od incorporato in altri programmi, convertito, decodificato, decompilato, disassemblato o sottoposto ad alcun processo mirante alla sua riconversione in programma sorgente.

8) In caso di inottemperanza alle condizioni di cui sopra, il presente contratto di concessione verrà risolto per fatto e colpa del Concessionario, il quale dovrà restituire il Programma unitamente al suo supporto materiale e a tutta la documentazione annessa, senza diritto a rimborso alcuno tutto ciò salvo il risarcimento degli ulteriori danni e le eventuali azioni civili e penali.

9) Il Programma è fornito "come è". Castalia s.r.l. e gli Autori, nonostante che il Programma sia stato sottoposto ad accurati controlli, declinano ogni responsabilità nell'ipotesi che i risultati delle elaborazioni ottenuti con l'utilizzazione dello stesso risultassero affetti da errori o carenze di qualsiasi genere. Il Concessionario è comunque tenuto al controllo dei risultati dell'elaborazione. Il Programma fornisce solo ed esclusivamente ragionevoli predimensionamenti e non può essere considerato uno strumento atto a rendere superflua l'azione di un competente professionista o studio tecnico, in fase di progettazione definitiva.

10) Nel caso in cui vengano rinvenuti difetti effettivamente riconosciuti come tali, e non imputabili alla impossibilità di risolvere tecnicamente un certo problema con l'approccio semplificato seguito dal Programma, questi saranno rimossi da Castalia srl nel più breve tempo possibile. Castalia srl fornirà una versione aggiornata tesa a rimuovere, per quanto possibile, gli eventuali difetti riscontrati.

11) Castalia srl, fino alla scadenza del canone d'uso, fornirà senza costi aggiuntivi le nuove versioni del Programma via via commercializzate mettendole a disposizione nel sito web www.castaliaweb.com, limitatamente alle parti e alle opzioni in possesso del Concessionario e risultanti da regolare fattura.

12) Nel corso del periodo di validità della Concessione, Castalia srl potrà fornire assistenza di base sull'uso del programma, con l'eccezione del mese di Agosto o durante i periodi di chiusura per festività o malattia. L'assistenza potrà essere fornita solo a personale del Concessionario. Il Concessionario dovrà impegnarsi alla lettura ed allo studio della guida di utilizzo.

13) Le responsabilità di Castalia srl e degli Autori per danni al concessionario o ad ogni altra parte, per qualsiasi causa, inclusa la negligenza, non potrà mai eccedere il canone di 1 anno. In nessun caso Castalia o gli Autori saranno responsabili per qualsiasi danno causato dal mancato assolvimento dei suoi obblighi da parte del Concessionario, o per qualsiasi perdita di dati, profitti, risparmi, od ogni altro danno consequenziale o incidentale, o per ogni reclamo basato su azioni di terze parti.

14) Per qualsiasi controversia il foro competente è quello di Milano.

Milano, XXXX

(Castalia s.r.l.)

(Il Concessionario)

Per approvazione espressa delle clausole da 1 a 14:

(Castalia s.r.l.)

(Il Concessionario)

1.6 Chiave di protezione

PALLETPREV è protetto a mezzo di una chiave hardware di colore arancione (OXYSEC). La chiave non ha bisogno di driver ed è interfacciabile in modo automatico con tutti i sistemi Windows™.

Il programma può essere installato su diversi computer, basterà muovere la chiave da un computer all'altro, ed il programma potrà funzionare su computer diversi. Non è tuttavia possibile muovere la chiave di protezione nel corso della esecuzione del programma: tale attività potrebbe dare luogo a crash imprevisti ed alla perdita di dati.

All'interno della chiave sono scritti i seguenti dati:

Ragione Sociale del Concessionario

Numero di serie:

normalmente un numero di sei cifre

Data di scadenza della Concessione:

normalmente il 31 Dicembre dell'anno

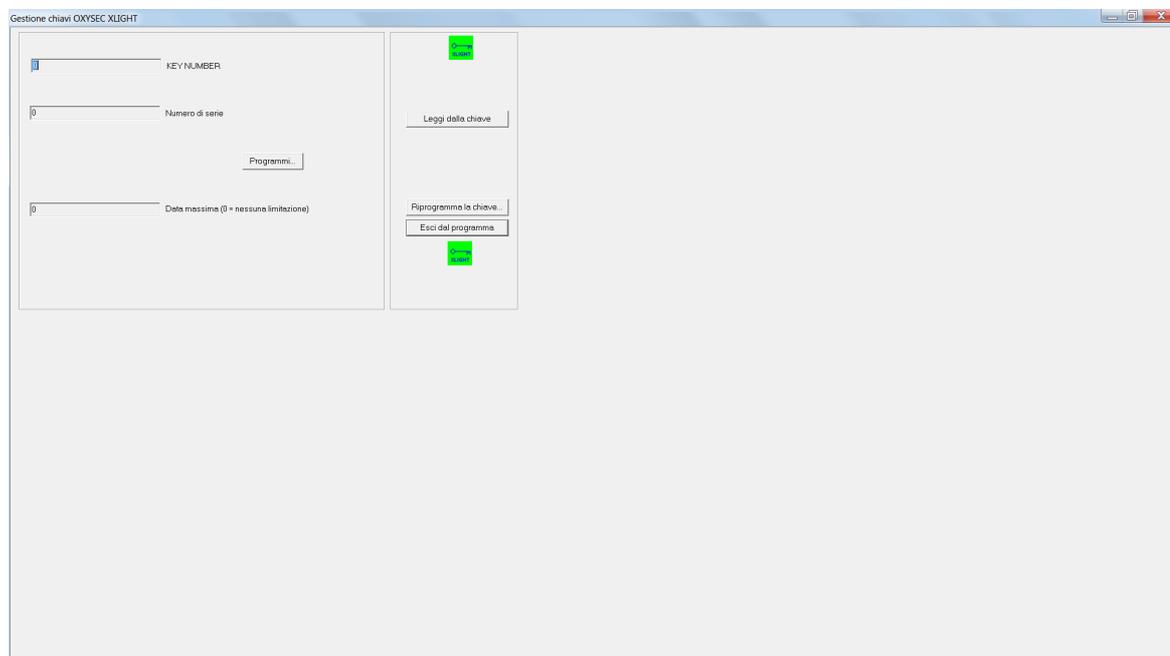
in corso

Numero massimo di esecuzioni:

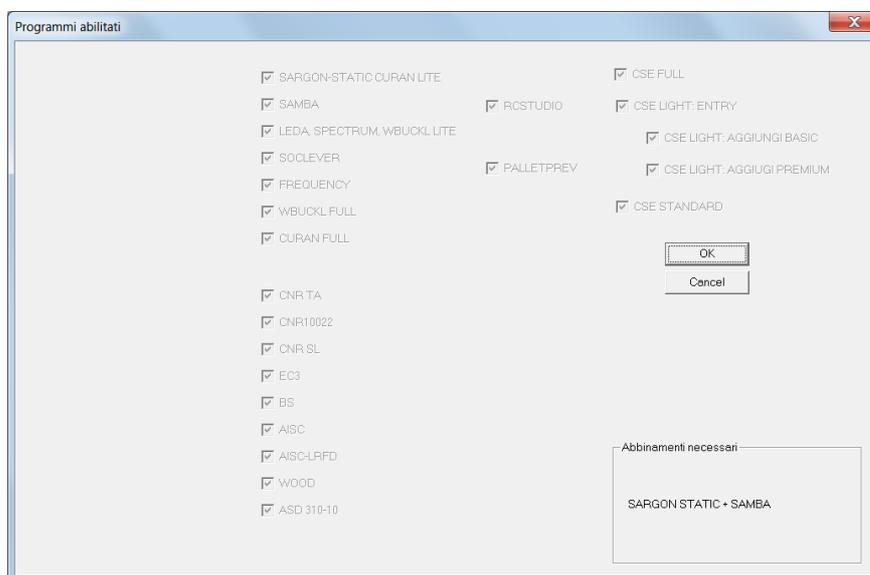
(normalmente infinito)

Programmi autorizzati

Circa 10 giorni prima dello scadere della Concessione (di solito intorno al 20 Dicembre), in caso di rinnovo, Castalia srl invierà per email al Concessionario un file con estensione .LIC. Questo file dovrà essere aperto mediante la applicazione **oxprogram.exe** consegnata insieme al programma.



Per conoscere il contenuto della chiave occorre premere il bottone **Leggi dalla chiave**. Il bottone **Programmi** consente di vedere quali programmi sono attivati (ma non di modificarli). Tra questi deve esserci PALLETPREV:



Per riprogrammare la chiave, si deve premere il bottone **Riprogramma la chiave**, aprendo il file LIC ricevuto per posta elettronica.

Tale operazione, compiuta una sola volta su un computer ove la chiave in scadenza sia montata, comporta la riscrittura nella chiave di una nuova data di scadenza, normalmente coincidente con il 31 Dicembre dell'anno successivo.

1.7 Assistenza

Eventuali richieste di assistenza dovranno essere inviate per email all'indirizzo staff@castaliaweb.com, specificando la natura del problema o della richiesta.

Parte II

2 I file preliminari

2.1 Panoramica

Per poter far funzionare Palletprev è necessario preliminarmente preparare alcuni file che contengono i dati che poi Palletprev andrà ad utilizzare. I file devono avere il nome indicato nei link sottostanti, e devono risiedere nella cartella di installazione del programma. Il funzionamento di Palletprev è interamente determinato da questi file, che identificano una certa produzione o una certa disponibilità, dando luogo a risultati diversi da produttore a produttore.

Un primo gruppo di file, uno per ogni elemento costruttivo, enumera le sezioni trasversali disponibili fornendo, per ognuna di esse, i dati necessari alla verifica ed alla preventivazione. I file del primo gruppo sono i seguenti:

[MONTANTI.txt](#)^[24]
[MONTANTI RINFORZATI.txt](#)^[26]
[TRAVERSI SPALLA.txt](#)^[26]
[DIAGONALI SPALLA.txt](#)^[28]
[CORRENTI.txt](#)^[30]
[DIAGONALI LGTD.txt](#)^[32]
[DIAGONALI PIANO.txt](#)^[35]
[DISTANZIALI.txt](#)^[37] (scaffalature bifronte)
[PUNTONI.txt](#)^[39] (scaffalature bifronte)
[MOLLE MONTANTE.txt](#)^[41]

Il file "montanti_rinforzati" si riferisce alle sezioni da adoperare per rinforzare il montante nei tratti posti in basso, per una altezza calcolata.

Il file "molle_montante" dà le proprietà delle molle da applicare al piede, in funzione della sezione trasversale del montante.

Il secondo gruppo di file si riferisce ai possibili accoppiamenti tra un elemento costruttivo ed un altro. Solo gli accoppiamenti espressamente elencati in questi file saranno presi in considerazione dal programma. Nei file di accoppiamento ci sono anche le informazioni relative al grado di efficienza, alle eventuali molle che simulano l'attacco, al valore limite delle sollecitazioni, ed al rifollamento, quando pertinenti.

[ACCOPPIAMENTI MONTANTE CORRENTE.txt](#)^[42]

[ACCOPPIAMENTI MONTANTE DIAGONALE.txt](#)⁴³

[ACCOPPIAMENTI MONTANTE TRAVERSO.txt](#)⁴⁵

[ACCOPPIAMENTI MONTANTE DIAGONALE CONTROVENTO.txt](#)⁴⁷

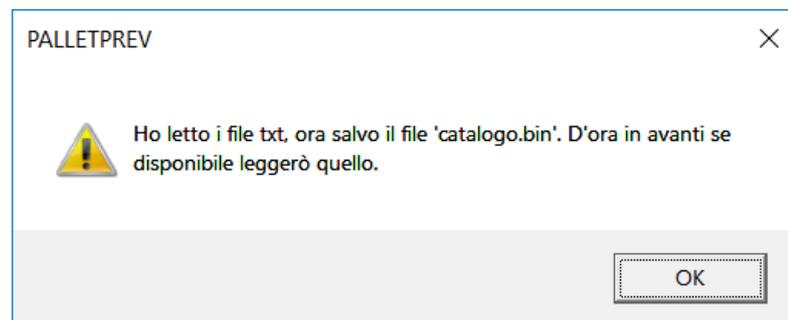
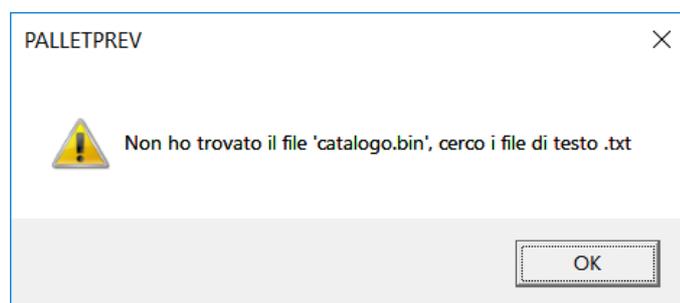
[ACCOPPIAMENTI MONTANTE DIAGONALE PIANO.txt](#)⁴⁸

[ACCOPPIAMENTI MONTANTE DISTANZIALE.txt](#)⁵⁰

[ACCOPPIAMENTI DISTANZIALE PUNTONE.txt](#)⁵¹

Questi file consentono un editing con qualsiasi editor di testo. Alla prima esecuzione di palletprev, esso cerca nella cartella ove risiede palletprev.exe il file "catalogo.bin" che è un file binario che contiene tutti i dati dei file TXT.

Se questo file non esiste, allora vengono dati i seguenti messaggi:



che chiariscono il funzionamento del programma.

Dunque:

- Se esiste il file "catalogo.bin" allora viene letto quello e non i file TXT.
- Se NON esiste il file "catalogo.bin" allora:
 - Vengono letti i file TXT.
 - Viene creato il file "catalogo.bin"
 - Viene creato il file "catalogo.txt" che serve solo a riepilogare tutti i dati del catalogo letti e a controllare che siano giusti. Il file infatti è di tipo testo e presenta i dati ben incolonnati per un più agevole controllo.


```

pippo ; non sono ammessi spazi nel nome, il nome dovrebbe
distinguere spessori diversi;
234. 236470. 1322680. 195. 9.4196E+008 6108. 8120. 2 ; DATI LORDI Ag, Jxg,
Jyg, Jt, Jw, Wxg, Wyg asse simmetria (0, 1, 2)
167. 1355082. 199058. 3420. 4519. ; DATI NETTI An, Jxn,
Jyn, Wxn, Wyn
1 3 3 0 numero di dati efficaci <= 10, curva_stabilità x (1-5), curva
stabilità y (1-5), codice di simmetria (0, 2 o 3)
S350_EN10346 0.00 2.82 350. 420. 1.05 199.3 4620. 4620. 3719. 3719. 0. 0. ;
DATI EFFICACI matname costoa costob fy ft gammaM Aeff Wx,effp Wx,effm, Wy,effp
Wy,effm ex ey
ENDCROSS

```

Tutti i dati da introdurre sono spiegati dalla legenda posta in cima al file.

Il carattere "\$" a inizio riga indica un commento. Al termine dei dati, su ogni riga, ciò che è scritto dopo ";" è inteso come un commento.

Il file deve essere scritto utilizzando i N ed i mm come unità di misura.

Non sono ammessi commenti tra la keyword `_CROSS` e la corrispondente keyword `_ENDCROSS`.

Ogni sezione trasversale è individuata dalle righe comprese tra `_CROSS` ed `_ENDCROSS`. La ripetizione di più blocchi

```
_CROSS
```

```
.....
```

```
.....
```

```
_ENDCROSS
```

corrisponde alla aggiunta di più sezioni trasversali.

Tra i dati vengono forniti i costi unitari, secondo la seguente formula:

$$\text{Costo} = \text{costoa} + \text{costob} \times L$$

dove L si misura in metri, costob in Euro al metro, e costoa in Euro.

1. Ogni sezione trasversale deve possedere un nome univoco (1^a riga). Il nome non deve contenere spazi al suo interno. Si consiglia di adoperare nomi posti in chiara corrispondenza con gli spessori.
2. La seconda riga serve a dare i dati lordi della sezione. L'asse di simmetria può essere l'asse principale 2, il 3 o entrambi (0).
3. La terza riga serve a dare i valori netti della sezione, ovvero considerando i fori.
4. La quarta riga dice quante schede con i dati efficaci andranno lette. Ad ogni diverso materiale deve corrispondere una diversa scheda di dati efficaci. Sempre sulla quarta riga sono indicate le curve di stabilità da adottare per

Non sono ammessi commenti tra la keyword `_CROSS` e la corrispondente keyword `_ENDCROSS`.

Ogni sezione trasversale è individuata dalle righe comprese tra `_CROSS` ed `_ENDCROSS`. La ripetizione di più blocchi

```
_CROSS
```

```
.....
```

```
.....
```

```
_ENDCROSS
```

corrisponde alla aggiunta di più sezioni trasversali.

Tra i dati vengono forniti i costi unitari, secondo la seguente formula:

$$\text{Costo} = \text{costoa} + \text{costob} \times L$$

dove L si misura in metri, costob in Euro al metro, e costoa in Euro.

1. Ogni sezione trasversale deve possedere un nome univoco (1^a riga). Il nome non deve contenere spazi al suo interno. Si consiglia di adoperare nomi posti in chiara corrispondenza con gli spessori.
2. La seconda riga serve a dare i dati lordi della sezione. L'asse di simmetria può essere l'asse principale 2, il 3 o entrambi (0).
3. La terza riga serve a dare i valori netti della sezione, ovvero considerando i fori.
4. La quarta riga dice quante schede con i dati efficaci andranno lette. Ad ogni diverso materiale deve corrispondere una diversa scheda di dati efficaci. Sempre sulla quarta riga sono indicate le curve di stabilità da adottare per flessioni attorno all'asse x , o attorno all'asse y : 1 è per la a_0 , 2 per la a , 3 per la b , 4 per la c , e 5 per la d . Infine, il codice di simmetria indica se c'è o no un asse di simmetria. Il numero "2" equivale ad "asse principale x ". Il numero "3" equivale ad "asse principale y ". Il numero 0 indica che entrambi gli assi sono di simmetria.
5. Le schede dalla quinta in poi servono per i dati efficaci e per il costo. Si dà la stringa che individua il materiale, il costoa ed il costob , la tensione di snervamento e di rottura del materiale, il γ_M , ed infine i 7 valori efficaci necessari alle verifiche (tutti numeri positivi, tranne gli ultimi due "ex", "ey", che possono essere positivi, negativi o nulli).


```

S280_EN10346 0.00 1.32 280. 360. 1.05 120. 800. 800. 60. 60. 0. 0. ;
DATI EFFICACI matname costoa costob fy ft gammaM Aeff Wx,effp Wx,effm, Wy,effp
Wy,effm ex ey
ENDCROSS
_CROSS
PIATTO_50x4 ; non sono ammessi
spazi nel nome, il nome dovrebbe distinguere spessori diversi;
200. 41667. 266.7 1013. 1. 1667. 133.3 1 ; DATI
LORDI Ag, Jxg, Jyg, Jt, Jw, Wxg, Wyg Ax asse simmetria (0, 1, 2)
200. 41667. 266.7 1667. 133.3. ; DATI NETTI An,
Jxn, Jyn, Wxn, Wyn
2 3 3 0 ; numero di
dati efficaci <= 10, curva_stabilità x (1-5), curva stabilità y (1-5), codice di simmetria
(0, 2 o 3)
S350_EN10346 0.00 2.20 350. 420. 1.05 200. 1667. 1667. 133.3 133.3 0.
0. ; DATI EFFICACI matname costoa costob fy ft gammaM Aeff Wx,effp Wx,effm,
Wy,effp Wy,effm ex ey
S280_EN10346 0.00 2.20 280. 360. 1.05 200. 1667. 1667. 133.3 133.3 0.
0. ; DATI EFFICACI matname costoa costob fy ft gammaM Aeff Wx,effp Wx,effm,
Wy,effp Wy,effm ex ey
ENDCROSS

```

Tutti i dati da introdurre sono spiegati dalla legenda posta in cima al file.

Il carattere "\$" a inizio riga indica un commento. Al termine dei dati, su ogni riga, ciò che è scritto dopo ";" è inteso come un commento.

Il file deve essere scritto utilizzando i N ed i mm come unità di misura.

Non sono ammessi commenti tra la keyword `_CROSS` e la corrispondente keyword `_ENDCROSS`.

Ogni sezione trasversale è individuata dalle righe comprese tra `_CROSS` ed `_ENDCROSS`. La ripetizione di più blocchi

```
_CROSS
```

```
.....
```

```
.....
```

```
_ENDCROSS
```

corrisponde alla aggiunta di più sezioni trasversali.

Tra i dati vengono forniti i costi unitari, secondo la seguente formula:

$$\text{Costo} = \text{costoa} + \text{costob} \times L$$

dove L si misura in metri, costob in Euro al metro, e costoa in Euro.

1. Ogni sezione trasversale deve possedere un nome univoco (1^ riga). Il nome non deve contenere spazi al suo interno. Si consiglia di adoperare nomi posti in chiara corrispondenza con gli spessori.
2. La seconda riga serve a dare i dati lordi della sezione. L'asse di simmetria può essere l'asse principale 2, il 3 o entrambi (0).

Questo file serve a enumerare i possibili accoppiamenti tra montante e traverso di spalla.

Ogni prima riga corrisponde a un accoppiamento montante/traverso. Si deve dare il nome della sezione del montante e il nome della sezione del traverso.

Poi, nel caso di questi accoppiamenti, si deve dare il fattore di efficienza del traverso, compreso tra 0 e 1. La rigidezza assiale del traverso non sarà dunque EA/L , ma sarà kEA/L , dove k è il fattore di efficienza. Il fattore di efficienza interviene sulla rigidezza a taglio della spalla e di conseguenza sulla rigidezza trasversale. Ciò ha anche influenza sul periodo di oscillazione proprio e dunque sulle verifiche sismiche.

Dopo il fattore di efficienza si devono dare un certo numero di schede per il rifollamento, il numero è arbitrario. Ogni riga comprende:

- Il diametro del bullone impiegato (mm).
- La classe del bullone
- Il numero di sezioni a taglio del bullone sul montante
- Il numero di sezioni a taglio del bullone sul traverso
- Lo spessore del montante (in mm)
- Lo spessore del traverso (in mm)
- La distanza del foro dal bordo libero del montante, nella direzione della forza (mm)
- La distanza del foro dal bordo libero del traverso, nella direzione della forza (mm)

Il programma sceglierà il bullone più appropriato tra quelli disponibili nelle varie schede di rifollamento, al fine di eseguire con successo le verifiche a rifollamento stesse.

Il programma studierà solo le soluzioni che prevedono un accoppiamento tra quelli qui indicati. Accoppiamenti non elencati in questo file non verranno considerati possibili.

I campi *valoreneg* e *valorepos* sono in kN, entrambi positivi, e indicano la massima forza sopportabile dalla connessione al negativo (forza di compressione) e al positivo (forza di trazione). Questi campi possono essere omessi e al momento non sono impiegati.


```
pippo          phantomas      10.00    0 10.  10. ; distanziale  puntone  rigidezza in kNm/rad  
(o 0.) numero_schede_rifollamento valoreneg valorepos  
$
```

Questo file serve a enumerare i possibili accoppiamenti tra distanziale e puntone.

Ogni prima riga corrisponde a un accoppiamento distanziale/puntone. Si deve dare il nome della sezione del distanziale e il nome della sezione del puntone.

Poi, nel caso di questi accoppiamenti, si deve dare il fattore di efficienza del puntone, compreso tra 0 e 1. La rigidezza assiale del puntone non sarà dunque EA/L, ma sarà kEA/L, dove k è il fattore di efficienza. Il fattore di efficienza interviene sulla rigidezza del puntone. Al momento questo dato non è impiegato da palletprev. Il dato dev'essere comunque inserito con il giusto valore nel caso si volessero creare dei modelli Sargon generandoli da Palletprev via file SR4.

Dopo il fattore di efficienza si devono dare un certo numero di schede per il rifollamento, il numero è arbitrario. Ogni riga comprende:

- Il diametro del bullone impiegato (mm).
- La classe del bullone
- Il numero di sezioni a taglio del bullone sul montante
- Il numero di sezioni a taglio del bullone sul diagonale di controvento di piano
- Lo spessore del montante (in mm)
- Lo spessore del diagonale di controvento di piano (in mm)
- La distanza del foro dal bordo libero del montante, nella direzione della forza (mm)
- La distanza del foro dal bordo libero del diagonale di controvento di piano, nella direzione della forza (mm)

Il programma sceglierà il bullone più appropriato tra quelli disponibili nelle varie schede di rifollamento, al fine di eseguire con successo le verifiche a rifollamento stesse.

Il programma studierà solo le soluzioni che prevedono un accoppiamento tra quelli qui indicati. Accoppiamenti non elencati in questo file non verranno considerati possibili.

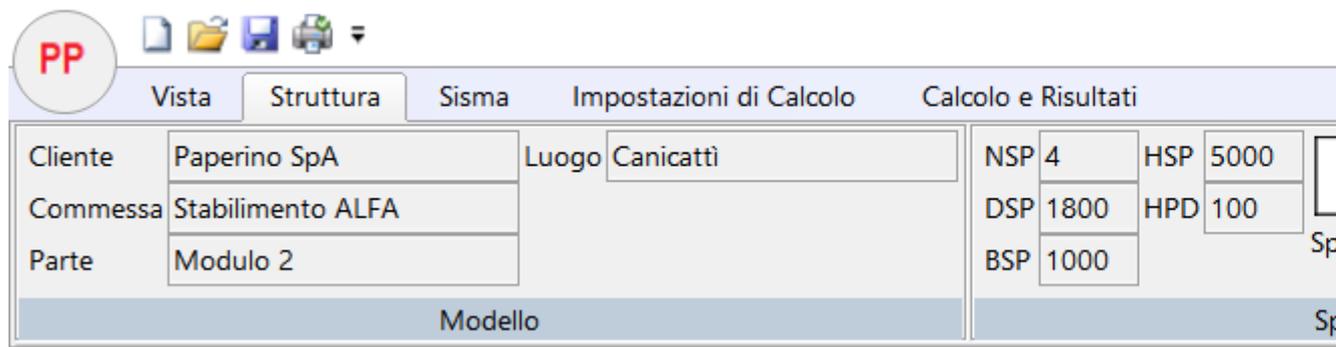
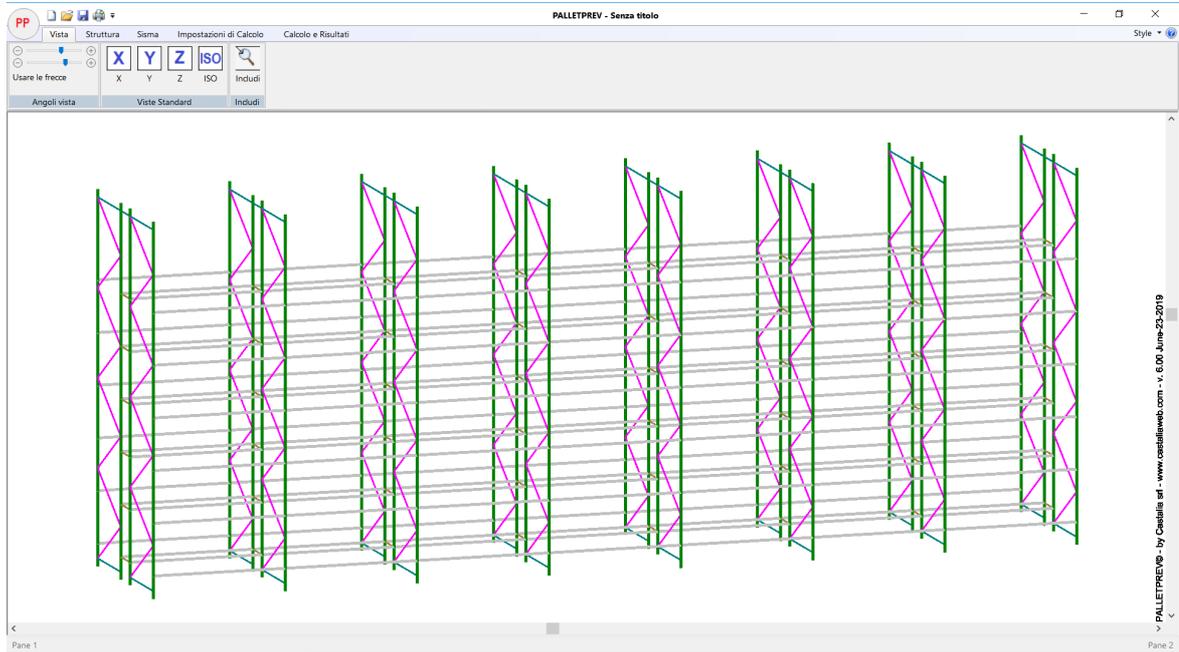
I campi *valoreneg* e *valorepos* sono in kN, entrambi positivi, e indicano la massima forza sopportabile dalla connessione al negativo (forza di compressione) e al positivo (forza di trazione).

Questi campi possono essere omessi e al momento non sono impiegati.

Parte III

3 L'interfaccia

3.1 Introduzione



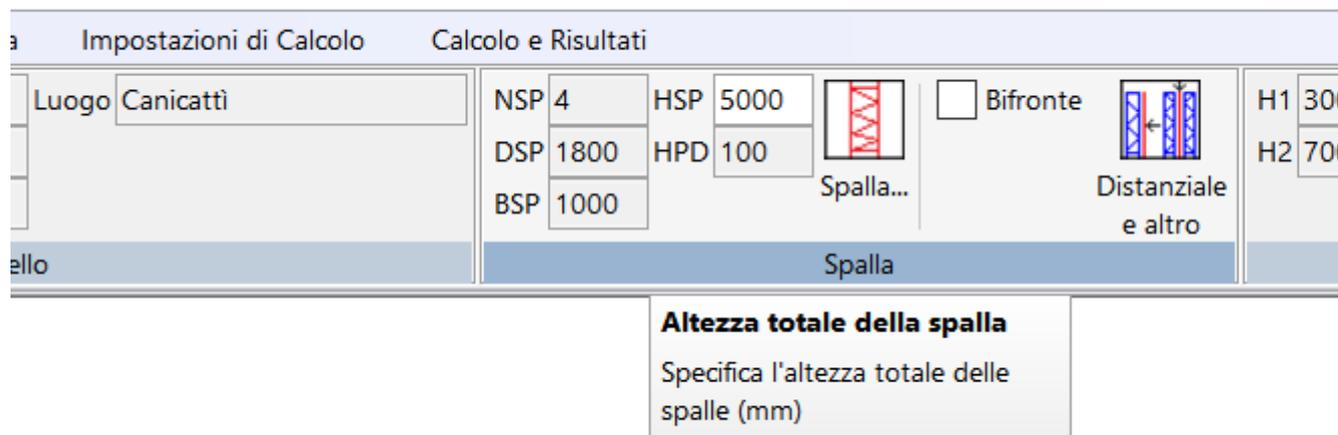
Dalla versione 6.0 Palletprev ha una interfaccia grafica basata su Ribbon (Nastro), secondo i più moderni standard software.

Il Ribbon (d'ora in avanti lo chiameremo così) ha diversi Pannelli o Aree Tematiche, nelle quali sono raggruppati comandi simili per fine. Qui sopra ad esempio vediamo il Pannello **Struttura**.

In generale, un controllo appare a sfondo grigio sinché il mouse non ci va sopra, allora diviene a sfondo bianco ed è possibile scrivere. Invece, se lo stato è LOCKED (vedi [Pannello Calcolo](#) ⁶⁵), occorre prima sbloccare per poter modificare.

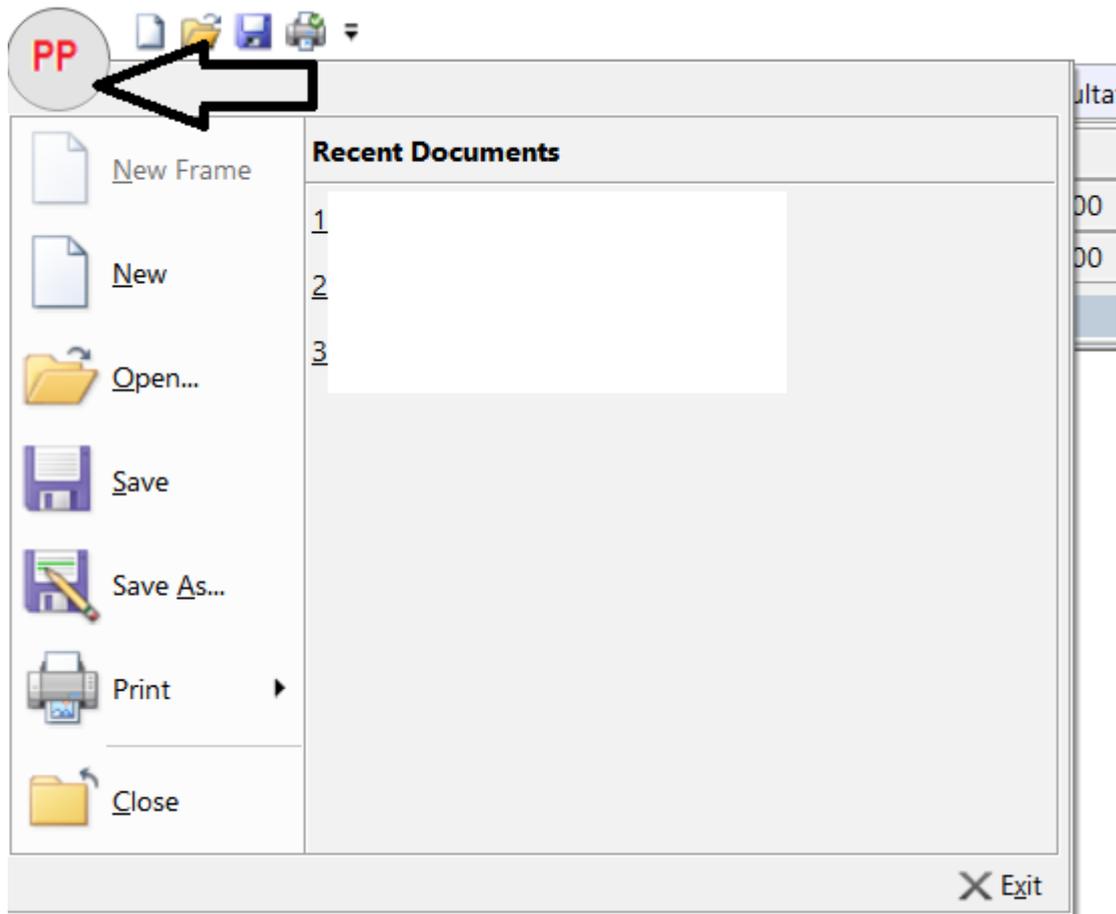
I parametri che hanno una immediata conseguenza sull'aspetto della scaffalatura (ad esempio il numero di spalle o la loro altezza), comportano un immediato aggiornamento del disegno della scaffalatura. La variazione del parametro è "presa" quando il controllo modificato perde il "fuoco", ovvero quando si clicca fuori da esso.

Muovendo il mouse sopra i controlli si hanno informazioni sull'uso e significato di ogni controllo, come ad esempio qui per **HSP**.

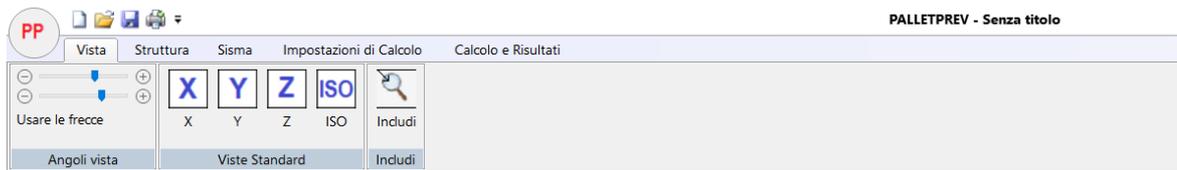


La versione del programma e il copyright si vedono cliccando sul tasto con il punto interrogativo alla estremità destra del Ribbon.

I comandi necessari ad Aprire un nuovo documento (New), Aprire un documento esistente (Open) o Salvare il documento corrente (Save e Save As) o Stampare sono nella barra principale. Ad essi si può accedere anche premendo il bottone con il logo di Palletprev.



3.2 Vista (pannello)



Questo pannello del Ribbon serve a cambiare la direzione di vista e a fornire comandi per la restituzione grafica della scaffalatura.

Oltre a questi comandi è possibile influire sulla modalità di rappresentazione grafica:

- usando le quattro frecce per cambiare la direzione di vista.
- usando la rotellina del mouse per cambiare il livello di zoom ed il centro della immagine.

I due **controlli a slitta** governano l'angolo sulla orizzontale e sulla verticale. Sono equivalenti alle frecce.

I bottoni **X**, **Y**, **Z**, e **ISO** corrispondono alle viste ortogonali e a una assonometria.
Il bottone **Includi** serve a centrare tutta la struttura nel disegno.

3.3 Struttura (pannello)

Modello		Calcolo e Risultati	
Cliente	Paperino SpA	NSP	4
Commissa	Stabilimento ALFA	DSP	1800
Parte	Modulo 2	BSP	1000
Luogo	Canicatti	HSP	5000
		HPD	100

Di solito si fornisce il nome del **Cliente**, un identificativo della **Commissa**, ed un identificativo del modulo o **Parte** all'interno della commessa. Ogni file di Palletprev si riferisce ad un solo blocco porta pallet, mono o bifronte. Infine, si indica il **Luogo** dello stabilimento.

Il secondo riquadro serve a definire i dati relativi alla spalla. Questi dati non sono soggetti a cambiamenti e sono tipici del progetto che si sta facendo. I dati sono:

- Il numero di spalle **NSP**.
- La distanza (costante) tra le spalle **DSP** in mm.
- La profondità delle spalle (distanza tra i baricentri dei montanti), **BSP** in mm.
- La altezza totale delle spalle, sino alla ultima estremità del montante, **HSP** in mm.
- L'altezza del piedino, ovvero la quota del baricentro del primo traverso, **HPD**, in mm.

Tramite un [dialogo dedicato](#)⁶⁷, occorre dare qualche ulteriore informazione su come è fatta la spalla (**Spalla...**).

Occorre poi definire se il modulo è **monofronte o bifronte**.

Tramite un altro [dialogo dedicato](#)⁷⁰, occorre dare informazioni sulla presenza di un montante riportato e sulla sua distanza (**Distanziale e altro**).

Non devono essere specificate le sezioni da usare per il montante, i digonali ed i traversi, perché quelle le trova il programma.

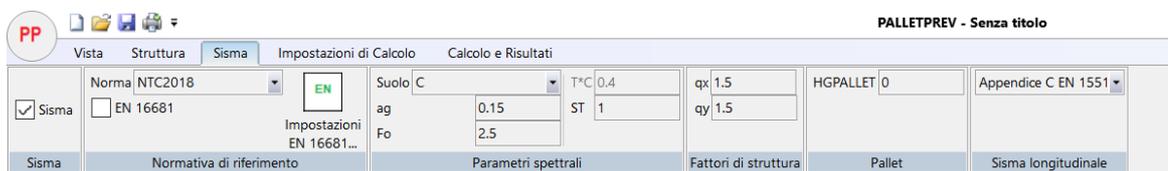
Il successivo riquadro serve a dare informazioni sui ripiani. Occorre specificare:

- L'altezza del primo ripiano dal suolo, **H1** (mm).
- Il tipico interasse tra i baricentri dei vari ripiani, a partire dal primo e secondo, **H2** (mm).
- Il numero dei livelli di carico **NL**.
- Il carico **Q** in kg, per coppia di correnti (ovvero per un ripiano, compreso tra due correnti e due spalle).

Il flag "incastro corrente" si riferisce alla flessione nel piano orizzontale. Ha effetto in particolare sulla verifica sismica del corrente. Se non è selezionato "Incastro corrente" allora il corrente è incernierato.

Si passa poi a dare informazioni al programma sul desiderato tipo di controvento nel piano longitudinale. Ciò si fa con un [opportuno dialogo](#)⁶⁹ (**Controvento...**)

3.4 Sisma (pannello)



Questa parte del Ribbon è interamente dedicato alla descrizione della azione sismica e delle capacità dissipative della struttura.

- **Sisma**, serve a decidere se le azioni sismiche saranno o meno tenute in conto.

Normativa di Riferimento

- **Norma (NTC2018/EC8)** dice se va usato lo spettro di risposta delle norme italiane o quello delle norme europee (EN 1998).
- Il flag **EN 16681** può essere o meno attivato. Se è attivato, tramite il [dialogo dedicato](#)⁷², a cui si accede con il bottone **Impostazioni EN16681....**, è possibile

specificare il coefficiente di attrito per il pallet e vari altri coefficienti. La norma EN 16681 può essere applicato sia usando lo spettro NTC, sia lo spettro EC8.

Parametri Spettrali

- Suolo **A,B,C,D,E**, serve a stabilire il tipo di suolo. Il tipo di suolo influenza molto pesantemente il valore delle azioni sismiche, e quindi si consiglia di dare un valore realistico.
- I parametri spettrali (desunti dal Decreto Ministeriale) sono la PGA (peak ground acceleration) **ag** (in unità g), il fattore di amplificazione **F_o**, il periodo **T_{*c}**.
- Il coefficiente di topografia **ST** (normalmente pari a 1).

Fattori di Struttura

- Il fattore di struttura nella direzione longitudinale (x, **q,x**) e trasversale (y, **q,y**). Il fattore di struttura è tanto maggiore tanto più alta è la capacità di dissipazione della struttura. Esso abbatta le ordinate spettrali agendo come divisore.

Pallet

- L'altezza del baricentro della unità di carico rispetto alla altezza dei correnti che la portano, in mm, **HGPALLET**. Ciò è utile per valutare il momento ribaltante dovuto al sisma trasversale, sulla unità di carico. Tale momento ribaltante è calcolato in ogni caso, ma se è flaggato EN16681 allora è applicato un fattore riduttivo. Il momento ribaltante produce un'aggiunta al carico verticale.

Sisma Longitudinale

- La verifica a **sisma longitudinale** può essere fatta in tre modi:
 - Mediante la Appendice C della EN 15512 modificata per tener conto che i carichi orizzontali sono a profilo triangolare.
 - Usando l'approccio delineato nel lavoro *Performance-Based Seismic Design of Pallet-Type Steel Storage Racks*, di A. Filiatrault, R.E. Bachman, ed M.G. Mahoney, *Earthquake Spectra*, **22**, N°1, pagg. 47-64, 2006, ma con un approccio tradizionale (in questo caso si calcola la risposta al sisma dato).
 - Usando il lavoro citato al punto precedente, ma con un approccio in parte *displacement-based*. In questo caso si valutano la rotazione massima del giunto corrente-montante θ_{max} (dai dati forniti nel file

ACCOPPIAMENTI_MONTANTE_CORRENTE.TXT), e la relativa domanda di spostamento $\theta_{demand'}$ paragonando le due. Le verifiche di resistenza e stabilità degli elementi sono invece eseguite come per l'approccio precedente e non secondo quanto segue. Secondo tale lavoro, invece, la richiesta di momento sul montante sarebbe pari a 1.2 volte il momento massimo del collegamento $M_{max'}$ mentre la variazione di azione assiale dovuta al sisma sui montanti centrali è nulla, e sui montanti estremali sarebbe pari $1.2M_{max} N_L / (0.5L)$, con

- M_{max} momento massimo del collegamento
- N_L numero dei livelli caricati
- L Luce del corrente.

Si consiglia di sperimentare tutti e tre i metodi esistenti.

3.5 Impostazioni di Calcolo (pannello)



In questa parte del Ribbon si chiariscono una serie di parametri che servono a impostare il calcolo.

Modalità

- **Effetti del secondo ordine** attiva la possibilità di tener conto degli sforzi supplementari generatisi nella struttura a causa del suo spostamento. I carichi verticali, infatti, generano effetti supplementari su una struttura spostata. Questa opzione è utile e necessaria per strutture particolarmente deformabili e/o particolarmente caricate.
- **Diagonali di spalla solo tesi** è un flag che può essere attivato o meno. Se è attivato, allora non verranno tenute in conto verifiche di instabilità per compressione sui diagonali di spalla, ma solo verifiche di resistenza a trazione. Questa scelta implica il fatto che si usino croci di S. Andrea per i diagonali di spalla.
- **Progetto prefissato (verifica)** dice al programma di non eseguire una ricerca dei progetti ottimali, ma, invece, di utilizzare le scelte fatte in precedenza accedendo ad un [opportuno dialogo](#) ⁷⁴ (bottone **Progetto...**). Il bottone

Assegna primo trovato a Prefissato! serve a memorizzare le scelte fatte dal programma per il primo progetto trovato, in modo che possano essere usate come "progetto prefissato".

Limiti

- La **limitazione sulla freccia dei correnti** serve alle verifiche di deformabilità.
- La **limitazione della freccia in sommità della spalla** serve alle verifiche di deformabilità.
- **Limite minimo V_c, lim** è un valore (default 3.333) che indica il minimo rapporto tra carico critico e carico applicato (V_c) che deve essere soddisfatto affinché sia considerato applicabile il metodo della Appendice C della EN 15512. Il programma calcola un fattore di sfruttamento convenzionale pari al rapporto tra tale limite e V_c . Se ad esempio il limite è 3.333 ed il rapporto V_c è 2.5, lo sfruttamento convenzionale per instabilità nel piano longitudinale sarà $3.3333 / 2.5 = 1.33$. Se invece si pone 2, allora $2/2.5 = 0.8$ e la verifica è soddisfatta.

Fattori di sicurezza

- Il "**Gamma,q**" è il moltiplicatore da applicare a Q per fare le verifiche agli stati limite ultimi. Di solito è deciso dalla normativa, ma può essere diversamente concordato con il cliente.

Gli altri coefficienti di sicurezza suppletivi amplificano in generale i risultati delle verifiche, rendendole più severe. La ragion d'essere di questi coefficienti di sicurezza suppletivi, è quella di evitare progettazioni preliminari che si rivelino poi, in fase di progetto definitivo, eccessivamente ottimistiche.

I fattori di sicurezza sul periodo (**T, LONG, T, TRASV**) possono amplificarlo o ridurlo. Normalmente è a favore di sicurezza ridurlo. I fattori di sicurezza sugli elementi strutturali sono decisi in un opportuno [dialogo](#)⁷³ a cui si accede premendo il bottone **Elementi**.

Limitazione del numero dei progetti

Per evitare di avere troppi progetti che passano le verifiche, si può chiedere al programma di arrestare la ricerca quando i progetti che in fase preliminare passano tutte le verifiche contengono fino a **NMONT** montanti diversi. Se come è consigliabile i montanti sono ordinati in ordine di peso nel file corrispondente, ciò si traduce nel fatto che, una volta

trovati almeno **NMONT** montanti diversi coi quali le verifiche risultino soddisfatte, la ricerca si arresta.

Il campo **MAX_PASS** consente di non procedere oltre con la ricerca dei progetti possibili, se già un certo (alto) numero è stato raggiunto. Se si pone 0, tutti i progetti saranno indagati.

Il campo **MAX_FEM** limita i progetti che, dopo la prima fase di stima, vengono indagati con calcoli agli elementi finiti. Si prendono i primi **MAX_FEM** progetti, avendo ordinati questi in base al costo crescente. Se **MAX_FEM** è eguale a 0, allora tutti i progetti della fase di stima (quelli che hanno passato la fase di stima con verifiche positive) vengono analizzati agli elementi finiti.

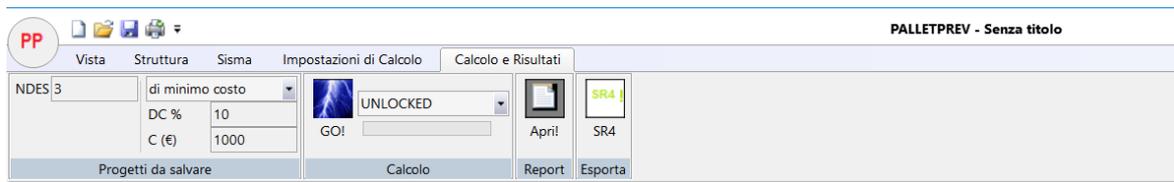
Il campo **un solo materiale** consente di scartare progetti che non abbiano un unico, identico materiale per tutti gli elementi. Se il catalogo è strutturato in modo tale che, per ogni elemento costruttivo ci siano sempre gli stessi materiali, allora questo campo può essere attivato. Se non esiste un materiale comune nel catalogo, per le varie forme sezionali, e se è attivata questa opzione, allora nessun progetto sarà esaminabile. La opzione è comoda per evitare progetti in cui il corrente abbia un certo materiale, il montante un altro, il diagonale un altro ancora e così via. Se la opzione è attivata, tutti i progetti indagati prevederanno un unico materiale per tutti gli elementi costruttivi.

Strategia

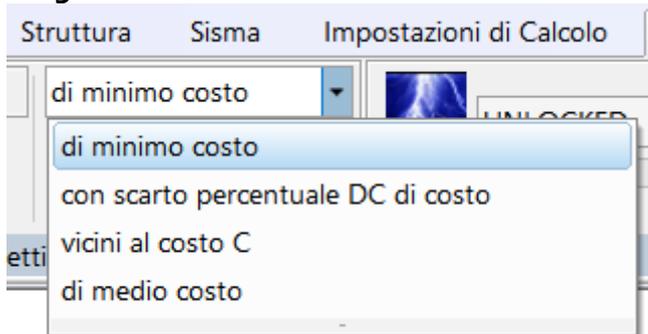
In questo riquadro si decide la [strategia di analisi](#) che Palletprev dovrà seguire. Stima + Fem è disponibile solo con la versione Plus di Palletprev. L'indicatore di progresso sulla destra viene attivato dal momento in cui sono disponibili gli n processi che hanno passato la prima fase, e dà conto della attività di calcolo dei periodi o di riverifica fem eseguita nelle strategie **Stima + Valutazione dei Periodi FEM** e **Stima + FEM**.

Il flag **Amplificazione modale** chiede al programma di amplificare numericamente i risultati ottenuti con le analisi a spettro di risposta, per tener conto che con il modo dominante non oscilla tutta la massa, la solo una parte di essa.

3.6 Calcolo e Risultati (pannello)



Progetti da salvare



Dopo aver trovato un certo numero di progetti che passano tutte le verifiche, Palletprev ne salva alcuni. In questo riquadro si spiega che criteri usare.

- **NDES**, dice quanti progetti salvare. Se si scrive 0, saranno salvati tutti.
- **di minimo costo/con scarto percentuale DC di costo / vicini al costo C / di medio costo**, sono opzioni che indicano con che criterio scegliere gli **NDES** progetti da salvare.
- **DC(%)** dà lo scarto percentuale di costo tra i progetti salvati
- **C(€)** dà il costo obiettivo

Calcolo

- Il bottone con il fulmine (GO!) avvia la analisi.
- Il controllo **UNLOCKED / LOCKED** serve a sbloccare/bloccare l'interfaccia, onde evitare modifiche involontarie. Al termine di una analisi lo stato è **LOCKED** (bloccato).
- Il controllo-progresso è attivo solo durante le fasi FEM del calcolo, e dice quanto manca alla fine.

Report

- Il bottone **Apri!** serve ad aprire automaticamente il file con il report (tabulato) al termine della esecuzione.

Esporta

- **SR4!** consente di creare un file in formato SR4 del progetto specificato. Questo file consente di importare il modello in Sargon, per i necessari controlli, modifiche, estensioni, ecc. Il nome del file ed il suo percorso sono identici a quelli del file ".ppp". Nel file SR4 le combinazioni sono modificate per tener conto dei coefficienti beta, relativi agli effetti del secondo ordine. Sono assegnati 6 casi:

1. Gravità (vuoto),
2. Pallet,
3. Imperfezioni X,
4. Imperfezioni Y,
5. Sisma X,
6. Sisma Y.

Il sisma è modellato con l'analisi statica equivalente. Sono inoltre definite 5 combinazioni:

1. SLE (senza imperfezioni),
2. SLU Imperfezioni X,
3. SLU imperfezioni Y,
4. SLVX,
5. SLVY.

3.7 Spalla (dialogo)

Spalla

Passo

Fisso 600 p (mm)

Variabile (incognito) 600 p,min (mm)

750 p,max (mm)

75 p,delta (mm)

Presenza dei traversi

Senza Traversi

Con Traversi Traversi eguali a diagonali

OK Cancel

Questo dialogo serve a dare informazioni che il programma dovrà rispettare nella ricerca delle spalle utili al progetto.

Il primo riquadro (**Passo**) serve a stabilire quale debba essere il passo dei diagonali (che per ora è fisso). Il passo può essere:

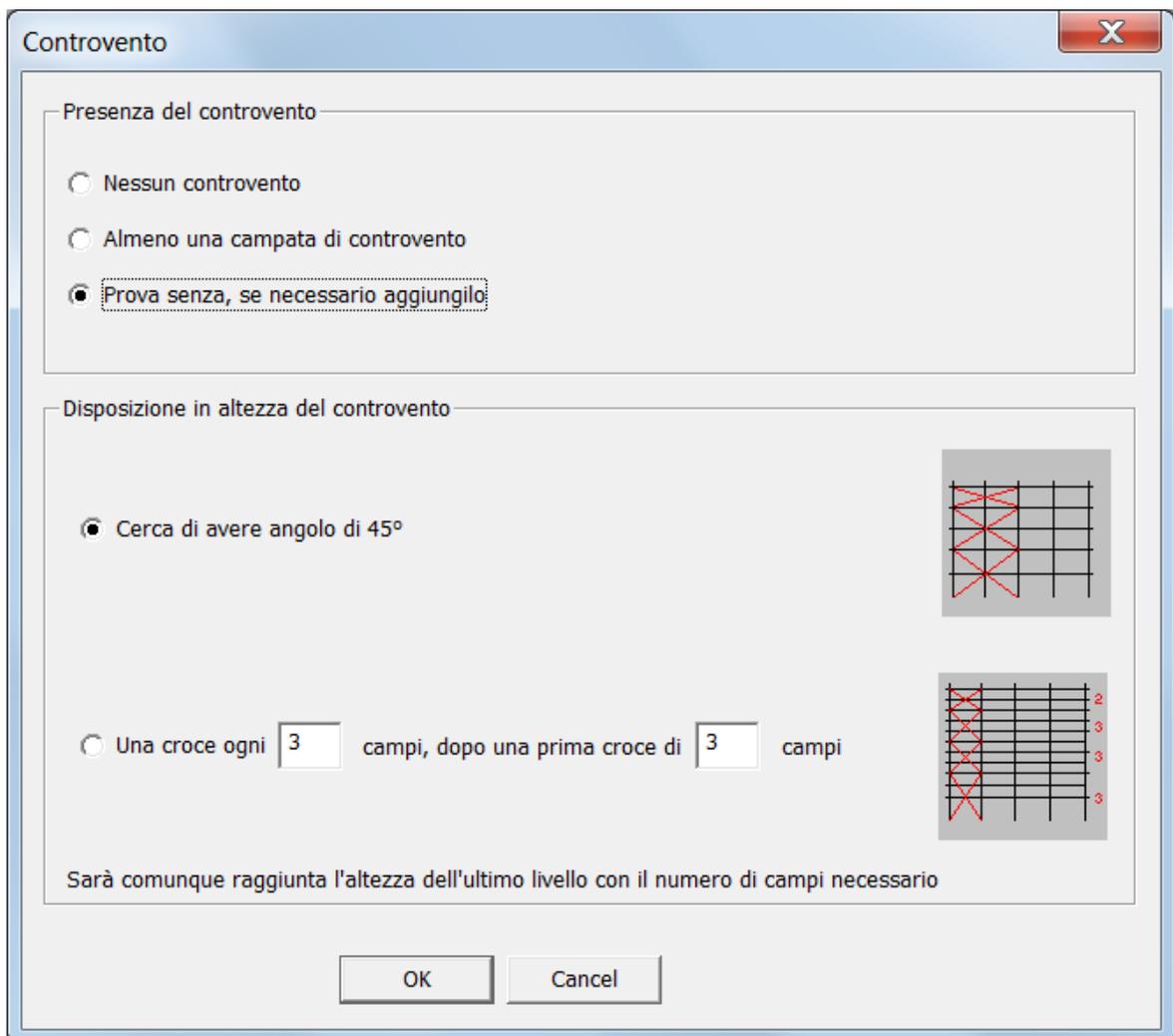
- **Fisso.** In questo caso ne va dato il valore in mm.
- **Variabile.** In questo caso saranno studiate spalle aventi passi compresi tra un valore minimo **p,min** (incluso) ed un valore massimo **p,max** (incluso) con una variazione fissa di una certa distanza **p,delta**.

In generale un passo più fitto comporta una ridotta lunghezza di libera inflessione per i montanti della spalla nel piano trasversale (e quindi un effetto in generale favorevole sulle verifiche di stabilità), una maggior rigidità ed un maggior costo.

Il secondo riquadro (Presenza dei traversi) dice se:

- I traversi ci sono solo all'inizio ed alla fine della spalla (**senza traversi** [tipici]).
- I traversi ci sono in ogni campo (**con traversi**).
- **Traversi eguali a diagonali.** Si devono studiare soluzioni tali per cui la sezione e il materiale del traverso sia identica alla sezione e materiale del diagonale. Perché questo sia possibile nel catalogo delle sezioni (diagonali e traversi) devono trovarsi sezioni con lo stesso nome e con lo stesso materiale. Se non è possibile trovare sezioni identiche e il flag è attivo il programma potrebbe non trovare alcuna soluzione possibile. Questo flag può influenzare in modo significativo sia i tempi di calcolo che il numero dei progetti esaminati.

3.8 Controvento (dialogo)



Questo dialogo serve a decidere le caratteristiche dei controventi che il programma genererà ai fini delle verifiche.

Per prima cosa (**Presenza del controvento**) si decide se:

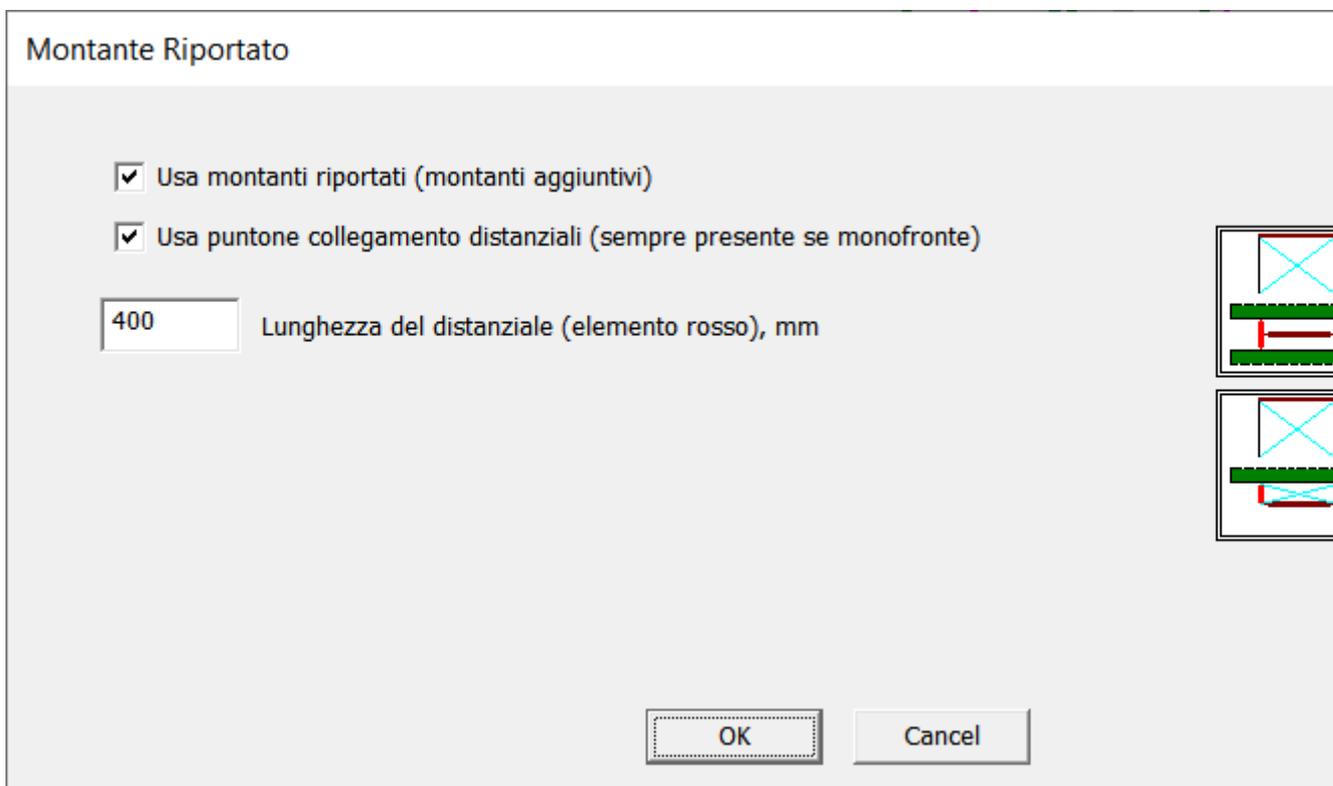
1. Non si vogliono avere controventi longitudinali.
2. Ci deve essere almeno una campata controventata.
3. Si deve provare senza i controventi ed aggiungerli solo se servono.

Poi (Disposizione in altezza del controvento) si stabilisce una ragionevole inclinazione del controvento. Le opzioni possibili sono:

1. **Cerca di avere angolo di 45°.** In questo caso sarà il programma a scegliere il numero di intervalli H2, funzione della distanza tra le spalle DSP, in modo che l'inclinazione sulla retta orizzontale dei diagonali di controvento sia il più possibile vicina a 45°.
2. **Una croce ogni.** In questo caso è l'utente a scegliere quanti campi H2 prende il controvento tipico, e quanti campi, includendo H1, prende la prima croce di controvento.

Il programma assume che il controvento agisca alla quota dei correnti ed assume che il controvento arrivi a tutta altezza.

3.9 Montante riportato (dialogo)



Montante Riportato

Usa montanti riportati (montanti aggiuntivi)

Usa puntone collegamento distanziali (sempre presente se monofronte)

Lunghezza del distanziale (elemento rosso), mm

OK Cancel

Questo dialogo serve a decidere se la struttura portapallet ha montanti riportati o no. La presenza di montanti riportati è subordinata alla esistenza di campate controventate.

Per prima cosa (**Usa montanti riportati**) si decide se i montanti del controvento, esterno se monofronte, centrale se bifronte, saranno *riportati*, ovvero dei montanti

suppletivi affiancati ai normali montanti delle spalle. La sezione dei montanti riportati è per definizione identica a quella dei montanti normali.

Se non ci sono montanti riportati, gli stessi montanti delle spalle saranno adoperati anche come elementi del controvento. In tal caso sono calcolate azioni assiali suppletive che affluiscono al montante.

E' poi possibile (**usa puntone collegamento distanziali**) decidere se saranno aggiunti o meno i **puntoni** (elementi viola in figura), ovvero quegli elementi orizzontali longitudinali, giacenti sul piano medio nel caso del portapallet bifronte, esterni nel caso del monofronte, che collegano i distanziali (elementi rossi in figura). Nel caso della scaffalatura portapallet monofronte, i puntoni sono sempre aggiunti.

Infine occorre specificare la **lunghezza del distanziale**, che è:

- nel caso della scaffalatura bifronte, la distanza tra l' asse dei montanti affacciati dei due blocchi che compongono il bifronte (elementi rossi in figura);
- nel caso della scaffalatura monofronte, la distanza tra l'asse del puntone e l'asse del corrente.

3.10 EN 16681 (dialogo)

EN 16681 - Impostazioni ✕

<input style="width: 60px;" type="text" value="0.37"/>	Coefficiente di attrito	<p>Coefficiente di attrito</p> <p>Correnti acciaio pallet legno: 0.37</p> <p>Correnti di acciaio pallet plastica e acciaio: 0.15</p> <hr/> <p>ED2</p> <p>Merci compatte e vincolate, 1.0</p> <p>Merci deboli, 0.8</p> <p>Merci sfuse e non vincolate, 0.7</p> <p>Merci liquide, 1.0</p>
<input style="width: 60px;" type="text" value="1"/>	ED2	
<input style="width: 60px;" type="text" value="0.8"/>	ED3	
<input style="width: 60px;" type="text" value="1"/>	RFT	
<input style="width: 60px;" type="text" value="1"/>	RFL >= 0.8	
<input style="width: 60px;" type="text" value="0.8"/>	K	
<p>ED2: fattore di modificazione del peso della unità di carico</p> <p>ED3: fattore di modificazione dello spettro</p> <p>RFT: fattore di riduzione del riempimento in direzione trasversale</p> <p>RFL: fattore di riduzione del riempimento in direzione longitudinale</p> <p>K: fattore di riduzione del momento flettente orizzontale sismico sul corrente</p>		

Questo dialogo serve a dare un certo numero di parametri impiegati dalla normativa **EN 16681**.

Coefficiente di attrito: serve a calcolare il coefficiente **ED1**, che modifica l'ordinata spettrale. Il coefficiente **ED1** dipende anche dal **periodo (longitudinale o trasversale)** e dunque viene calcolato in funzione delle varie soluzioni di progetto. Il valore normale è 0.37 (come riepilogato nel riquadro a destra).

ED2: questo coefficiente diminuisce la massa ed il peso della massa sismica. E' quindi importante e modifica sia il periodo che le azioni di verifica a parità di periodo.

ED3: questo coefficiente modifica l'ordinata spettrale.

RFT: questo coefficiente si riferisce al sisma agente in direzione trasversale. Modifica la massa.

RFL: questo coefficiente si riferisce al sisma agente in direzione longitudinale. Modifica la massa.

K: questo coefficiente riduce le azioni orizzontali sismiche sul corrente dovute a sisma trasversale. Il coefficiente è applicato solo se la **EN 16681** è attivata.

3.11 Fattori di sicurezza (dialogo)

Allo SLU	Allo SLV
<input type="text" value="1"/> Montanti	<input type="text" value="1"/> Montanti
<input type="text" value="1"/> Correnti	<input type="text" value="1"/> Correnti
<input type="text" value="1"/> Diagonali di spalla	<input type="text" value="1"/> Diagonali di spalla
<input type="text" value="1"/> Traversi di spalla	<input type="text" value="1"/> Traversi di spalla
<input type="text" value="1"/> Diagonali di piano	<input type="text" value="1"/> Diagonali di piano
<input type="text" value="1"/> Controventi longitudinali	<input type="text" value="1"/> Controventi longitudinali
<input type="text" value="1"/> Base montanti	<input type="text" value="1"/> Base montanti

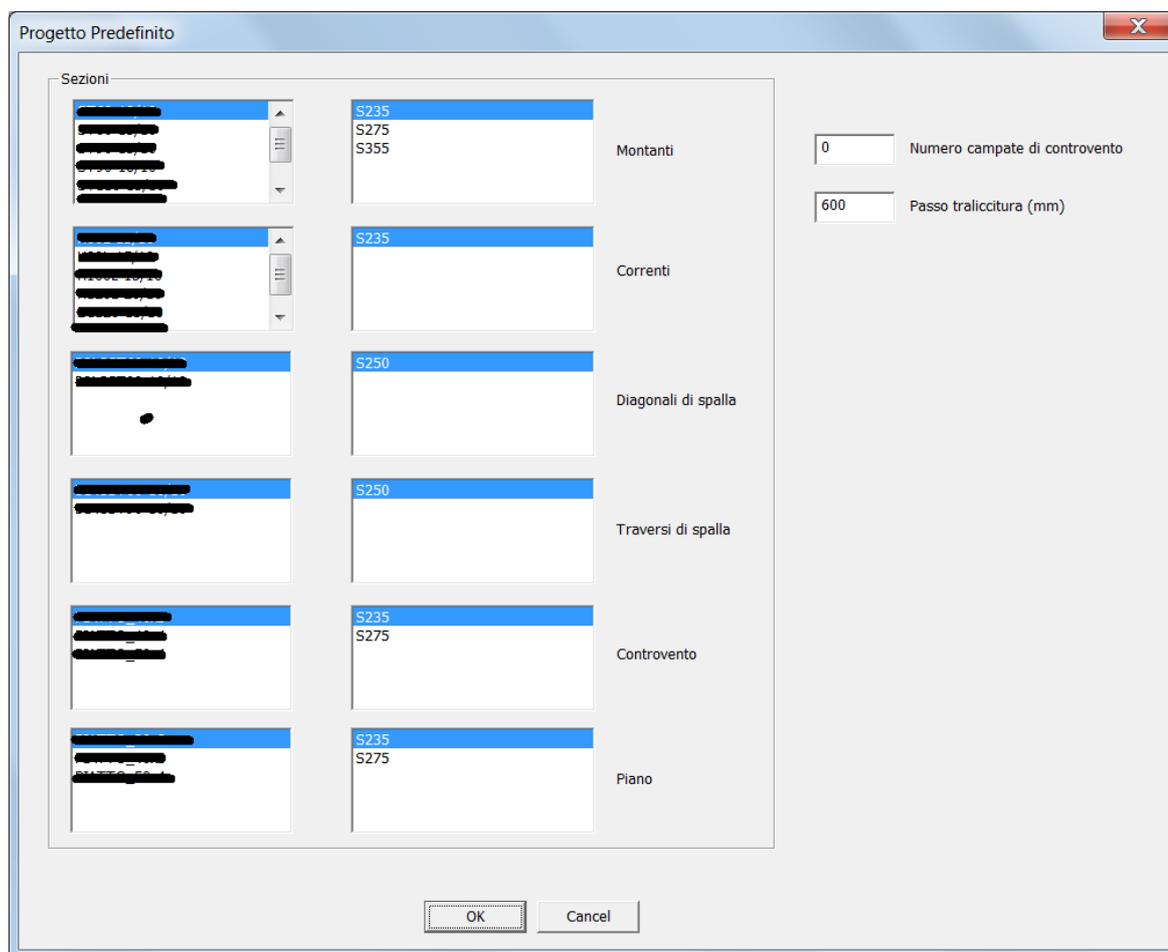
OK Cancel

Questo dialogo serve a specificare i fattori di sicurezza allo **SLU** e quelli allo **SLV**.

Ogni diverso elemento strutturale ha il suo fattore di sicurezza che può essere impostato prima del calcolo. Non è obbligatorio che i fattori di sicurezza siano maggiori di 1. Essi possono assumere valori compresi tra 0.1 e 100.

Il fattore di sicurezza sul corrente è usato anche per il suo collegamento e così quello per diagonale e trasverso (verifiche a rifollamento).

3.12 Progetto predefinito (dialogo)



Questo dialogo (che presenta dati cancellati per ragioni di privacy), viene utilizzato per spiegare al programma quale progetto si desidera analizzare.

Per ogni elemento costruttivo (**Montanti, Correnti, Diagonali di spalla, Traversi di spalla, Controvento longitudinale, Controvento di piano**), si deve specificare una sezione trasversale ed un materiale. Quelle sezioni trasversali e quei materiali saranno impiegati per il progetto, indipendentemente dal fatto che soddisfino o meno le verifiche.

Occorre poi fissare il **numero delle campate di controvento** ed il **passo della tralicciatura della spalla**.

Le altre scelte qui non elencate (come il numero di campi H2 del controvento longitudinale, o i carichi, o la zona sismica), saranno prese identiche a quelle fatte nelle diverse corrispondenti parti della interfaccia.

Parte IV

4 Le verifiche

4.1 Le verifiche

Il problema delle verifiche

Le **verifiche** condotte da PALLETPREV fanno uso di risultati teorici basati su modelli semplificati e si propongono di cogliere gli effetti principali capaci di dimensionare la struttura. Se la strategia **Stima + FEM** è stata attivata vengono usati anche i risultati di modellazioni agli elementi finiti.

Una eccessiva raffinatezza o dettaglio nella esecuzione delle verifiche non sarebbe coerente con il livello di precisione ottenibile dalle formulazioni semplificate e con la conoscenza delle azioni (in particolare sismiche) che sollecitano la struttura.

Le verifiche possono essere raggruppate in tre gruppi:

Verifiche allo stato limite di servizio (SLE).

Verifiche allo stato limite ultimo (SLU)

Verifiche allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), solo presenti nel caso in cui ci siano gli effetti legati al **sisma**.

Le **verifiche allo stato limite di servizio** sono essenzialmente verifiche di spostamento. Lo spostamento non deve eccedere una certa soglia prefissata. Hanno particolare rilievo per il corrente, ma si applicano anche alla spalla.

Le **verifiche allo stato limite ultimo** sono essenzialmente verifiche di resistenza e stabilità sugli elementi soggetti a trazione o compressione, oppure a presso o tenso flessione retta o deviata; verifiche delle unioni al rifollamento; verifiche di stabilità globale.

Le **verifiche allo stato limite di salvaguardia della vita** sono verifiche simili a quelle allo SLU, ma utilizzando le forze sismiche. Le forze sismiche sono calcolate con il metodo dello spettro di risposta, considerando un modo dominante. Nel caso della stima, il **periodo** è stimato con formule semplificate ed è assunta una **deformata modale lineare**. Nel caso delle **analisi FEM**, il periodo è calcolato con una **analisi modale**, la **forma modale** è quella derivante dal calcolo, e così le **azioni interne degli elementi**.

Una possibile opzione è considerare gli "**effetti del secondo ordine**". Questi effetti amplificano le azioni interne degli elementi per tener conto del fatto che la struttura, quando in una configurazione deformata, fa sì che le forze peso acquisiscano un braccio che prima non avevano e portino quindi la struttura a deviare ulteriormente. Gli **effetti del second'ordine** vengono valutati amplificando di un certo fattore le azioni interne altrimenti calcolate. Questo fattore dipende dalla stima del **moltiplicatore critico**, ovvero di quel

fattore amplificativo maggiore di 1, che, applicato ai carichi, porta la struttura alla instabilità globale.

Nella fase di stima il **moltiplicatore critico** è stimato con formule semplificate.

Nelle analisi FEM il **moltiplicatore critico** è calcolato con una **analisi agli autovalori**, che tiene conto della matrice di **rigidezza geometrica** di tutti gli elementi.

Formule di verifica

Resistenza della connessione tra corrente e montante

Viene eseguita se e solo se sono specificati i valori limite di momento al positivo e al negativo per la connessione, nel file "ACCOPIAMENTI_MONTANTE_CORRENTE.TXT". Una verifica simile, ma non identica, è eseguita se viene richiesta una verifica [displacement-based](#) ⁵⁶, sul sisma longitudinale. In tal caso la rotazione ultima viene calcolata dividendo il momento massimo per la rigidezza, e tale rotazione ultima viene comparata con la domanda di rotazione della connessione.

Resistenza diagonali, traversi e puntoni

In quanto segue, per la sezione, l'asse 2 coincide con l'asse x, l'asse 3 con l'asse y.

La formula impiegata è la seguente:

Trazione (A_n è l'area netta)

$$ut_1 = 1,25 \frac{N}{A_n f_u}$$

$$ut_2 = \frac{\gamma_M N}{A_g f_y}$$

$$ut = \max(ut_1, ut_2)$$

La classificazione in compressione è eseguita paragonando l'area efficace a quella lorda. Se l'efficace è minore della lorda la classe è 4, altrimenti è 3.

Classe 3 compressione (A_n è l'area netta, A_g l'area lorda):

$$ut = \frac{\gamma_M N}{\min(A_n, A_g) f_y}$$

Classe 4 compressione (A_n è l'area netta, A_{eff} l'area efficace):

$$ut = \frac{\gamma_M N}{\min(A_n, A_{eff}) f_y}$$

Il coefficiente di utilizzazione calcolato con queste formule viene ulteriormente amplificato per mezzo del fattore di sicurezza richiesto dall'utente.

Resistenza corrente, montante e distanziale

In quanto segue, per la sezione, l'asse 2 coincide con l'asse x, l'asse 3 con l'asse y.

La classificazione è eseguita confrontando l'area efficace e l'area lorda del profilo. Se le due coincidono allora la classe è 3. Se l'area efficace è minore dell'area lorda allora la classe è 4.

Classe 3, trazione:

$$ut = \max\left(\left|\frac{1,25N}{A_n f_u}\right|, \left|\frac{\gamma_M N}{A_g f_y}\right|\right) + \left|\frac{\gamma_M M_2}{\min(W_{2,g}, W_{2,n}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M M_3}{\min(W_{3,g}, W_{3,n}) f_y}\right|$$

Classe 3, compressione:

$$ut = \left|\frac{\gamma_M N}{\min(A_n, A_{eff}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M M_2}{\min(W_{2,g}, W_{2,n}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M M_3}{\min(W_{3,g}, W_{3,n}) f_y}\right|$$

Classe 4 trazione:

$$ut = \max\left(\left|\frac{1,25N}{A_n f_u}\right|, \left|\frac{\gamma_M N}{A_g f_y}\right|\right) + \left|\frac{\gamma_M M_2}{\min(W_{2,n}, W_{2,eff}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M N e_2}{\min(W_{2,n}, W_{2,eff}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M M_3}{\min(W_{3,n}, W_{3,eff}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M N e_3}{\min(W_{3,n}, W_{3,eff}) f_y}\right|$$

Classe 4 compressione:

$$ut = \left|\frac{\gamma_M N}{\min(A_n, A_{eff}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M M_2}{\min(W_{2,n}, W_{2,eff}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M N e_2}{\min(W_{2,n}, W_{2,eff}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M M_3}{\min(W_{3,n}, W_{3,eff}) f_y}\right| + \left|\frac{\gamma_M N e_3}{\min(W_{3,n}, W_{3,eff}) f_y}\right|$$

Il coefficiente di utilizzazione calcolato con queste formule viene ulteriormente amplificato per mezzo del fattore di sicurezza richiesto dall'utente.

Stabilità diagonali, traversi e puntoni

In quanto segue, per la sezione, l'asse 2 coincide con l'asse x, l'asse 3 con l'asse y.

Si valuta il fattore di riduzione χ funzione della snellezza massima dell'elemento. La snellezza dell'elemento è calcolata assumendo come lunghezza di libera inflessione la intera lunghezza dell'elemento. La curva di stabilità da adottare è quella specificata nel file DIAGONALI_SPALLA.TXT o nel file TRAVERSI_SPALLA.TXT.

Fatto ciò si calcola:

Profilo in classe 3:

$$ut = \frac{\gamma_M N}{\min(A_g, A_n) \min(\chi_2, \chi_3) f_y}$$

Profilo in classe 4.

Il coefficiente di utilizzazione calcolato con queste formule viene ulteriormente amplificato per mezzo del fattore di sicurezza richiesto dall'utente.

Stabilità corrente e distanziale

Al momento non è eseguita in fase di stima, mentre la verifica a stabilità del corrente è eseguita nelle analisi FEM.

Stabilità montante

Le verifiche a stabilità (flessionale) del montante utilizzano i valori del carico critico nei due piani principali 1-3 e 1-2, N_{cr2} , N_{cr3} . Questi carichi critici sono calcolati usando i valori lordi del momento di inerzia della sezione.

Le verifiche utilizzano i momenti equivalenti M_{eq2} ed M_{eq3} calcolati assumendo una distribuzione lineare di momento.

Le verifiche sono diverse a seconda che la classe del profilo sia 3 o 4. La classe del profilo è determinata comparando l'area efficace e l'area lorda. Vale in generale la seguente formula

$$ut = e_N + e_{M2} + e_{M3}$$

In particolare risulta quanto segue:

CLASSE 3

$$e_N = \left| \frac{\gamma_M N}{\min(\chi_2, \chi_3) \min(A_g, A_n) f_y} \right|$$

$$e_{M2} = \left| \frac{\gamma_M M_{eq2}}{W_{2,n} f_y \left(1 - \frac{|N|}{N_{cr,2}} \right)} \right|$$

$$e_{M3} = \left| \frac{\gamma_M M_{eq3}}{W_{3,n} f_y \left(1 - \frac{|N|}{N_{cr,3}} \right)} \right|$$

CLASSE 4

$$e_N = \left| \frac{\gamma_M N}{\min(\chi_2, \chi_3) \min(A_n, A_{eff}) f_y} \right|$$

$$e_{M2} = \left| \gamma_M \frac{|M_{eq2}| + |e_2 N|}{W_{2,eff} f_y \left(1 - \frac{|N|}{N_{cr,2}} \right)} \right|$$

$$e_{M3} = \left| \gamma_M \frac{|M_{eq3}| + |e_3 N|}{W_{3,eff} f_y \left(1 - \frac{|N|}{N_{cr,3}} \right)} \right|$$

Nel caso in cui

$$\left(1 - \frac{|N|}{N_{cr,2}} \right) < 0$$

si pone convenzionalmente

$$e_{M2} = 99$$

Rifollamento

Le verifiche a rifollamento includono anche le verifiche a taglio del bullone.

Le verifiche a taglio del bullone sono eseguite utilizzando la seguente formula

$$ut_{bullone} = \frac{1,25V}{Af_b \min(n_{stm}, n_{stx})}$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4}$$

dove:

- V è il taglio applicato all'elemento (diagonale di spalla, traverso di spalla, diagonale di controvento, diagonale di piano)
- nstm è il numero di sezioni a taglio per il montante
- nstx è il numero di sezioni a taglio per l'elemento
- fb è la tensione ultima a taglio per il bullone (480 MPa per la classe 8.8)
- d è il diametro del bullone

Le verifiche a rifollamento lato montante sono eseguite con le seguenti formule:

$$k_a = \frac{2,8d_m}{d + 1}$$

$$k_1 = \min(2.5, k_a)$$

$$V_{\max} = k_1 d t_m f_{um}$$

$$ut_m = \frac{1,25V}{n_{stm} V_{\max}}$$

dove:

d_m è la distanza del foro dal bordo libero del montante come specificata nel file che individua l'accoppiamento della sezione al montante (schede relative al rifollamento)

d è il diametro del bullone (specificato nello stesso luogo)

t_m è lo spessore della lamiera del montante

f_{um} è la tensione ultima del montante

n_{stm} è il numero di sezioni a taglio del montante

Le verifiche a rifollamento lato elemento () sono eseguite con le seguenti formule:

$$k_a = \frac{2,8d_e}{d + 1}$$

$$k_1 = \min(2.5, k_a)$$

$$V_{\max} = k_1 d t_e f_{ue}$$

$$ut_m = \frac{1,25V}{n_{ste} V_{\max}}$$

dove:

d_e è la distanza del foro dal bordo libero dell'elementomontante come specificata nel file che individua l'accoppiamento della sezione al montante (schede relative al rifollamento)

d è il diametro del bullone (specificato nello stesso luogo)

t_e è lo spessore della lamiera dell'elemento

f_{ue}	è la tensione ultima dell'elemento
n_{ste}	è il numero di sezioni a taglio dell'elemento

Verifiche non sismiche

Verifiche SLE

Corrente

La verifica viene eseguita calcolando lo spostamento (freccia) del corrente, anche tenendo in conto la semirigidità del suo attacco al montante.

Spalla

I carichi orizzontali considerati sono quelli delle imperfezioni, sia in senso trasversale che in senso longitudinale.

La verifica in assenza di controvento longitudinale viene eseguita utilizzando la Appendice C della EN 15512, in senso longitudinale, e calcolando la freccia trasversale per mezzo di un modello semplificato della spalla in senso trasversale. Questa verifica tiene in conto la cedevolezza legata alla deformabilità tagliante della spalla.

Se è presente un controvento longitudinale, si calcola la parte di carico che affluisce al piano non controventato (funzione della rigidità del controvento, della rigidità del telaio semirigido, e della rigidità dei diagonali di piano), e con questa si esegue la verifica di deformabilità.

Nel caso delle analisi FEM lo spostamento è direttamente letto dal modello.

Verifiche SLU

Resistenza

Per i montanti, i diagonali di spalla e per i traversi di spalla, vengono calcolate le azioni interne in alcuni punti notevoli.

I momenti dei montanti nel piano longitudinale sono calcolati con la Appendice C della EN 15512, considerando i carichi derivanti dalle imperfezioni longitudinali. In assenza di controventi si considera un unico piano identico all'altro (4 situazioni per il montante). In presenza di controventi si ha anche un altro piano (quello controventato), con altre 4 situazioni. La situazione del piano controventato è che ha minori momenti (perché slitta meno) ma ha maggiore azione assiale nei montanti dato che i montanti sono chiamati a fungere da controvento in quel piano. Tale considerazione non si applica al caso bifronte per il quale si suppone che il controvento abbia montanti riportati indipendenti (il bifronte ha solo 4 situazioni per il montante).

Nel caso delle analisi FEM le azioni interne sono direttamente lette dal modello.

Nel piano trasversale, il momento ribaltante dà luogo a una azione assiale suppletiva nei montanti, mentre il taglio dà luogo a una azione assiale nel diagonale e nel traverso. Le due verifiche, trasversale e longitudinale sono applicate in modo indipendente.

Non vengono eseguite verifiche di resistenza sui diagonalanti di controvento allo SLU (se questi sono presenti), dato che le uniche forze longitudinali sarebbero quelle delle imperfezioni, molto blande.

Stabilità

Per il montante, nel piano longitudinale, i momenti equivalenti sono calcolati con una ipotesi di linearità di momento a partire dai momenti calcolati con la appendice C della EN 15512. Le lunghezze di libera inflessione dei montanti nel piano longitudinale e trasversale sono rispettivamente poste eguali a:

- Nel piano trasversale il passo della diagonalatura, se sono presenti i traversi, il doppio di tale valore se i traversi non ci sono.
- Nel piano longitudinale, se sono presenti i controventi, la altezza del primo campo controventato. Se i controventi non sono presenti, allora se il primo campo ha una altezza H_1 minore o eguale alla metà della altezza H_2 , allora la somma di H_1 e H_2 . Se invece H_1 è maggiore della metà di H_2 , allora il massimo tra H_1 e H_2 .

Per i diagonalanti le verifiche di stabilità sono escluse nel caso di diagonalanti reagenti solo in trazione.

Nel caso delle analisi FEM le azioni interne sono direttamente lette dal modello.

Rifollamento

Le verifiche vengono eseguite per il traverso e per il diagonale di spalla, con i carichi derivanti dalle imperfezioni trasversali.

Nel caso delle analisi FEM le azioni interne sono direttamente lette dal modello.

Stabilità globale

In senso trasversale è fatta con la Appendice G della EN 15512.

In senso longitudinale è fatta con la Appendice C della EN 15512 in assenza di controventi longitudinali.

Nel caso delle analisi FEM la verifica è fatta utilizzando il moltiplicatore critico calcolato.

L'appendice C (verifiche in senso longitudinale) è applicabile, stando alla EN 15512, solo se il rapporto tra il carico critico e il carico applicato, V_c , è tale per cui $V_c > 3.333$.

Nel programma è tuttavia possibile rilasciare tale limite (3.333) riducendolo a valori ritenuti più corretti tenuto conto che il programma usa formule chiuse in accordo alla Appendice C della EN 15512 senza fare analisi FEM. Il programma calcola un fattore di sfruttamento convenzionale associato alla instabilità nel piano longitudinale pari al rapporto tra tale limite fissato dall'utente (default 3.333) e V_c . Se ad esempio il limite è 3.333 ed il rapporto V_c è 2.5, lo sfruttamento convenzionale per instabilità nel piano longitudinale sarà $3.3333 / 2.5 = 1.33$ (verifiche non soddisfatte). Infatti, sebbene $V_c > 1$, esso non è abbastanza alto (almeno pari a 3.333), perché il metodo della Appendice C sia applicabile. Si noti però che il fatto che il metodo della Appendice C non sia a stretto rigore applicabile, non vuol dire che le verifiche debbano per forza non essere soddisfatte. Secondo la EN 15512 il limite è appunto 3.333 che è il valore di default fissato da Palletprev.

Se invece si pone 2 anziché 3.333, allora $2/2.5 = 0.8$ e la verifica è soddisfatta.

Deve essere l'utente a decidere che, sulla base della tipologia delle proprie strutture, e forse di analisi FEM comparative fatte preliminarmente, è possibile rilasciare il limite che nella EN 15512 è pari a 3.333 fissandolo a valori più bassi (ad esempio 3, 2.222 o 2.0).

Nel caso in cui siano presenti controventi longitudinali, la verifica è fatta mediante due modelli di instabilità:

1. Un modello nel quale il telaio non controventato (o i due telai non controventati nel caso bifronte), slitta rispetto al telaio (due telai per il bifronte) non controventato. Questa modalità di instabilità si attiva di solito quando i controventi di piano sono molto cedevoli e tende a non far quasi muovere il controvento che è di fatto quasi inattivato. In questo caso si valuta l'energia di deformazione del sistema dipendente da due parametri di deformazione (slittamento di un telaio e slittamento dell'altro), e il lavoro del secondo ordine fatto dai carichi, anch'esso dipendente dai due parametri in questione. Imponendo l'eguaglianza della variazione prima di queste due energie, si trova il valore del carico critico.
2. Un modello nel quale il controvento tiene longitudinalmente la struttura, e la instabilità nel piano longitudinale si manifesta come instabilità euleriana del montante, nel piano longitudinale, su una lunghezza di libera inflessione pari alla altezza del primo o del secondo campo controventato (la verifica è eseguita come verifica del montante sia sul primo campo che sul secondo campo, con differenti azioni assiali e differenti lunghezze di libera inflessione).

Il programma assume per definizione che tutti i campi caricati, in direzione longitudinale, abbiano un controvento di piano. Ciò esclude a priori le modalità di instabilità *a torsione di torrini*, discusse nel documento Palletprev: [Sull'importanza dei controventi di piano nelle scaffalature porta pallet. Documento di Studio](#)⁹⁰.

Verifiche sismiche

Stima dei periodi propri

La stima dei periodi propri per il sistema, mono o bifronte, con o senza controventi, è fatta valutando l'energia di deformazione e l'energia cinetica per atti di moto regolari e organizzati, dipendenti sinusoidalmente dal tempo.

Per quanto riguarda la stima dei periodi trasversali, si usa un modello a mensola, con anche la considerazione della rigidità tagliente. Non vi è differenza tra il caso monofronte e bifronte dato che al momento il programma non gestisce le informazioni sull'accoppiamento trasversale tra le due spalle che costituiscono il bifronte. È da attendersi che il periodo di sistemi bifronte sia lievemente minore. Quanto minore dipende dal numero dei collegamenti tra le spalle e dalla loro efficienza.

Per quanto riguarda la stima del periodo per oscillazioni longitudinali, in assenza di controvento, si considerano le energie di deformazione incassate dalle molle semirigide, dalle molle a terra, dai correnti, e dei montanti, e l'energia cinetica delle masse applicate ai piani caricati. In questo caso non c'è differenza tra mono e bifronte.

Per quanto riguarda invece la stima in presenza di controventi longitudinali, si considera una oscillazione sostanzialmente accoppiata e allineata tra i due piani (o i quattro piani per il

bifronte), cosa possibile solo in presenza di diagonali di piano sufficientemente rigidi. I possibili effetti torsionali sul monofronte non sono al momento tenuti in considerazione. Si considerano in particolare n sistemi in parallelo (un sistema è il telaio controventato, gli altri sistemi sono i telai con i nodi semirigidi, $n=3$ per monofronte e $n=5$ per bifronte). La oscillazione del sistema controventato è anche in questo caso valutata con il modello a mensola dotata di rigidità tagliante data.

Per consentire di avere maggior confidenza sul fatto che i periodi stimati non siano troppo alti (cosa a sfavore di sicurezza), è possibile ridurre i periodi calcolati con due opportuni fattori di sicurezza (< 1) che sono lasciati alla libera decisione dell'utente.

Studi preliminari comparativi tra i risultati forniti da PALLETPREV e i risultati ottenibili mediante modelli più sofisticati, potranno indicare un ragionevole range per i coefficienti di sicurezza in questione.

La stima del periodo proprio in direzione trasversale tiene conto della sopraelevazione del pallet rispetto alla quota dei correnti. Di tale sopraelevazione si tiene conto anche per valutare la azione sismica (quota di riferimento) e il relativo braccio ai fini del momento ribaltante.

Nel caso delle analisi FEM, i periodi vengono calcolati direttamente con specifiche analisi modali.

Spettro di risposta

Si utilizza lo spettro di progetto della normativa italiana NTC o lo spettro di progetto dell'Eurocodice 8. Sono molto importanti i fattori di struttura specificati dall'utente, perché essi abbassano le ordinate dello spettro di risposta elastico.

Se è attiva la norma EN 16681, allora gli spettri di norma sono modificati come previsto dalla EN 16681.

Resistenza

In senso trasversale, viene calcolato il momento ribaltante sismico ed il taglio sismico. Con queste azioni si valuta l'azione assiale sul montante e le azioni assiali in diagonali e traversi di spalla.

In senso longitudinale la formulazione della Appendice C è generalizzata per tener conto della presenza di un carico variabile linearmente con la quota anziché costante (le forze maggiori in alto, le forze minori in basso).

Nel caso della scaffalatura bifronte, il tiro del diagonale di controvento è usato per dimensionare e verificare i distanziali. Se è presente un puntone, il tiro del diagonale va al puntone.

I diagonali di spalla, i loro collegamenti e il collegamento alla base del montante, usano le azioni coerenti con lo spettro di progetto amplificate di un fattore 1.5.

Nel caso delle analisi FEM le azioni interne sono direttamente lette dal modello.

Stabilità

La stabilità globale in senso trasversale è inglobata nella verifica a stabilità del tratto maggiormente compresso del montante.

La stabilità globale in senso longitudinale è calcolata grazie alla formulazione della Appendice C modificata. Nel caso in cui siano presenti i controventi, si adotta la formulazione modificata come per gli SLU, che tiene in conto la presenza di telai semirigidi in parallelo a un telaio con controvento.

Per le scaffalature bifronti se è presente un puntone, metà della componente orizzontale del tiro del diagonale va al distanziale, e metà al puntone, che sarà quindi verificato a stabilità. I diagonali di spalla, i loro collegamenti e il collegamento alla base del montante, usano le azioni coerenti con lo spettro di progetto amplificate di un fattore 1.5.

Nel caso delle analisi FEM le azioni interne sono direttamente lette dal modello.

Correnti

I correnti sono sottoposti a verifiche sismiche che tengono conto dei seguenti effetti, oltre ai normali carichi gravitazionali:

- momento nel piano orizzontale dovuto alla azione sismica Y (trasversale) sulla unità di carico posta alla quota maggiore. Il carico distribuito è pari alla azione sulla unità di carico divisa per due e per la luce del corrente.
- Momento suppletivo nel piano verticale dovuto al ribaltamento della unità di carico per sisma trasversale Y (il carico distribuito è eguale alla forza sulla unità di carico più alta, per H_{pallet} divisa per la profondità spalla e per la luce del corrente).
- Le azioni orizzontali dovute al sisma trasversale sono opzionalmente ridotte dal fattore K, nel caso in cui sia attiva la EN16681. Il criterio è il seguente: se la forza supera la resistenza attritiva, allora la riduzione è pari a 0.8. Se la forza non supera la resistenza attritiva allora la riduzione è quella decisa dall'utente.
- Momento suppletivo in un piano verticale, dovuto al sisma agente in direzione longitudinale (momento a farfalla).
- Azioni dovute al solo sisma X, ed al solo sisma Y, combinate con i carichi gravitazionali.
- Azioni dovute ai carichi gravitazionali e alle situazioni $EX+0.3EY$ ed $0.3EX + EY$ (sisma combinato).

Nel caso delle analisi FEM le azioni interne sono direttamente lette dal modello.

Montanti

I montanti sono sottoposti a verifiche sismiche che tengono conto dei seguenti effetti:

- a1. SLVY. Azione assiale suppletiva nel montante dovuta al momento ribaltante per sisma trasversale (anche eventuale trazione).
- a2. SLVY. Momento nel piano della spalla dovuto alla azione concentrata consegnata dai correnti.
- a3.SLVX. Momento dovuto alla continuità con i correnti, in vari punti del montante.
- a4.SLVX. Nel caso di strutture controventate, componente verticale del tiro dei diagonali di controvento, come azione assiale suppletiva.
- a5. Sisma combinato X ed Y: combinazione di tutti gli effetti ad eccezione di a2.

Nel caso delle analisi FEM le azioni interne sono direttamente lette dal modello.

Effetti del secondo ordine

Vengono tenuti in conto mediante i seguenti fattori:

- betaT fattore amplificativo delle azioni interne per carichi trasversali (imperfezioni). E' valutato con la appendice G della EN 15512.
- betaL fattore amplificativo delle azioni interne per carichi longitudinali (imperfezioni). E' valutato con la appendice C (modificata se ci sono controventi).
- betaET fattore amplificativo delle azioni interne per carichi sismici trasversali: è valutato a partire da betaT.
- betaEL: fattore amplificativo delle azioni interne per carichi sismici longitudinali. E' valutato a partire da betaL.

In generale tutti questi fattori sono maggiori o eguali a 1. Se sono eguali a 1 sono ininfluenti. I fattori sono posti eguali a 1 se non vengono chiesti gli effetti del secondo ordine.

I fattori derivano da specifiche analisi di buckling nel caso delle verifiche FEM.

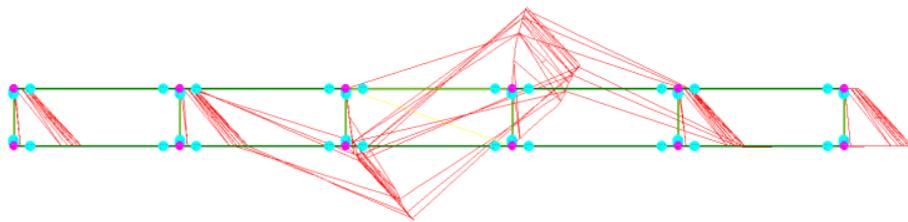
4.2 Sull'importanza dei controventi di piano

PALLETPREV

Sull'importanza dei controventi di piano

nelle scaffalature porta pallet

Documento di Studio



Sargom© - by Castalia srl - www.castaliaweb.com - ver. 12.81 5-2018 - sm.100000

Combi= 1 Mode= 1 Alpha,crit = 9.697e+000



Castalia s.r.l.
Via Pinturicchio 24, 20133 Milan, Italy
www.castaliaweb.com
info@castaliaweb.com
rev. 1.0 del 2-8-2018

Copyright © Castalia srl.

Tutti i diritti riservati

a cura di Ing. Paolo Rugarli

La presenza dei diagonali di piano nelle scaffalature porta pallet è di fondamentale importanza nel caso in cui un telaio sia controventato e l'altro no, nella scaffalatura monofronte. Analoghe considerazioni valgono per le scaffalature bifronte.

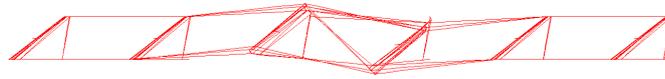
Nel seguito si farà riferimento a un blocco di scaffalatura porta pallet, monofronte, controventato. Si dirà C il telaio controventato ed L il telaio libero da controventi. Entrambi i telai possono essere dotati o meno di nodi semi rigidi alla interfaccia corrente montante, e di molle al piede dei montanti.

Il carico critico di una scaffalatura è governato dai seguenti fattori:

- Forma della deformata critica. A questa si associa:
- L'energia di deformazione degli elementi distorti (inflessi o tesi e compressi).
- Il lavoro del second'ordine compiuto dai carichi verticali portati. Per rotazioni di una colonna su un perno alla base, aventi entità θ , il lavoro è tipicamente $PH\theta^2/2$, dove H è l'altezza a cui si trova il carico P.

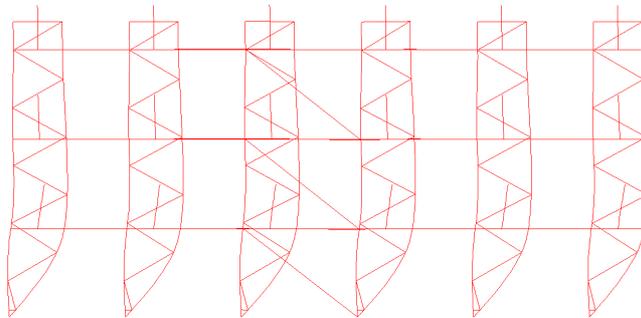
Nel caso in cui l'area dei diagonali di piano, o la loro efficienza, sia pari a 0, chiaramente la deformata critica si ottiene dal movimento del solo telaio L. In questo caso il carico critico coincide con quello della scaffalatura monofronte non controventata.

E' interessante osservare come sia assolutamente fondamentale l'entità della rigidità del diagonale di piano. Chiaramente, la rigidità deve essere garantita da opportuni dispositivi di attacco, e si dovrebbero evitare deformazioni locali atte a inficiare la rigidità teorica EA/l . Ovvero: non basta avere una buona area, occorre anche che la forza venga consegnata in modo efficiente.



Combi= 1 Mode= 1 Alpha.crit = 3.859e+000

Figura 1 $\alpha_{cr}=3.9$

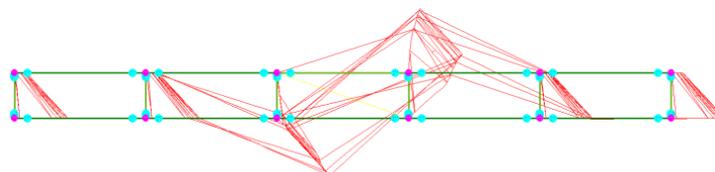


Combi= 1 Mode= 1 Alpha.crit = 3.859e+000

Figura 2. $\alpha_{cr}=3.9$

Se l'area del diagonale di piano è insufficiente, la struttura può trovare più conveniente attivare una modalità critica nella quale C sta praticamente fermo, ed L slitta. Lo slittamento di L su C comporta una elongazione dei diagonali di piano tesi. Nella figura 1 si vede un esempio di tale situazione. C (il telaio in alto) è quasi fermo ed L (il telaio in basso) slitta. Le spalle si torcono (Figura 2).

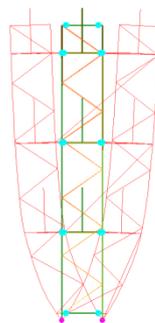
L'energia di deformazione è sostanzialmente quella del telaio L più quella dei diagonali di piano.



Combi= 1 Mode= 1 Alpha_crit = 9.697e+000

Figura 3. $\alpha_{cr}=9.7$

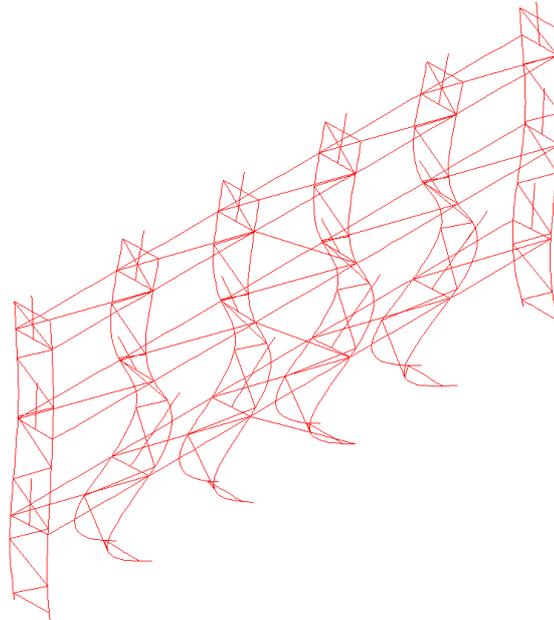
Se l'area del diagonale di piano è elevata, ma il numero di campate controventate non è completo, essendo solo quelle ove è presente il controvento longitudinale, i diagonali di piano isolano delle "torri compresse" che possono trovare facile sbandare con una torsione quasi pura (Figura 3). In questo caso, le campate ove è presente il controvento longitudinale possono di fatto essere inattivate, e l'atto di moto critico è una torsione che inattiva il controvento ed anche gli stessi diagonali di piano. Di fatto la principale energia di deformazione è quella incassata dalle spalle, che, appartenendo al blocco che ruota sono in parte inflesse, ma in direzione opposta (Figura 4).



Combi= 1 Mode= 1 Alpha_crit = 9.697e+000

Figura 4. $\alpha_{cr}=9.7$

Se i diagonali di piano sono posti su tutte le campate, la modalità critica cambia ancora, e di fatto si rifluisce in una deformata critica che ricorda quella del montante considerato come asta di Eulero tra i campi controventati (le spalle terminali sono caricate la metà e sbandano meno).



Combi= 1 Mode= 1 Alpha,crit = 1.410e+001

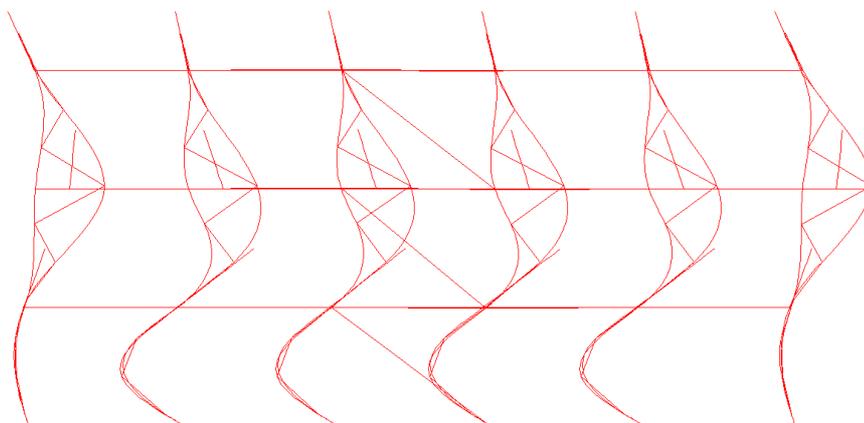
Figura 5 $\alpha_{cr}=14.1$

E' questa la modalità più desiderabile:

1. Perché è organizzata e globale
2. Perché ha valori prossimi a quelli di verifica del montante e quindi non si ha penalizzazione per instabilità globale.
3. Perché non vi sono componenti trasversali di spostamento, ma quasi solo longitudinali.
4. Perché ad essa corrisponde il maggior carico critico globale.

Nel caso in cui si adotti una soluzione mista in cui i controventi di piano siano posti un livello sì ed uno no, ma su tutte le campate, il benefico effetto di riduzione della lunghezza di libera inflessione del montante, sul telaio L, diminuisce (Figura 6). Resta comunque una deformata critica longitudinale ed un valore alto del carico critico.

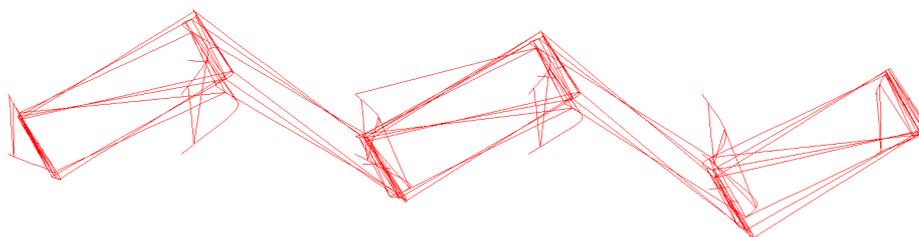




Combi= 1 Mode= 1 Alpha,crit = 1.316e+001

Figura 6. $\alpha_{cr}=13.2$

Infine, nel caso in cui si adottino soluzioni miste, con tutti i livelli controventati, ma solo una campata sì ed una no, si possono generare situazioni a “torre multipla”, in cui più coppie di spalle, quelle collegate da diagonali di piano, tendono a ruotare (Figura 7). Una tale modalità è da preferire a quella con torre singola, per il maggior valore del carico critico, tuttavia presenta un comportamento non organizzato e tale da impegnare i correnti sulla flessione debole, dove i sistemi di aggancio possono essere danneggiati con maggiore probabilità.



Combi= 1 Mode= 1 Alpha,crit = 1.337e+001

Figura 6. $\alpha_{cr}=13.4$

Conclusioni

Da questo studio emerge in modo cristallino la fondamentale importanza dei controventi di piano al fine di contrastare l'instabilità per scaffalature monofronte controventate.

Emerge anche che il numero, la disposizione e l'area dei controventi di piano pilota in modo diretto la forma della deformata critica.

Le soluzioni con diagonali di scarsa efficienza sono da considerare tali da non cogliere appieno i vantaggi che il controvento longitudinale può offrire, e danno prestazioni scarse.

Le soluzioni con controventi atti a delimitare torri controventate isolano di fatto tali sotto strutture e vanificano una buona organizzazione strutturale complessiva.

Sono quindi da preferire soluzioni con controventi di piano diffusi su tutte le campate, e un livello sì ed uno no, o meglio tutti i livelli.

Parte V

Numero di spalle:..... 8
 Altezza delle spalle:..... 5000.00 mm
 Altezza del piedino:..... 130.00 mm
 Distanza tra le spalle:..... 2700.00 mm
 Profondità spalle:..... 900.00 mm
 Le spalle hanno solo il primo e l'ultimo traverso
 Il passo della tralicciatura di spalla è fisso

Dati identificativi della geometria del blocco.

Altezza primo ripiano:..... 1500.00 mm
 Interasse ripiani:..... 1500.00 mm
 Numero di livelli di carico:..... 3
 Carico per coppia di correnti:..... 300.00 kg

Dati identificativi dei carichi.

PREDIMENSIONAMENTO CON SISMA

Spettro NTC 2018

Suolo tipo B

EN 16681 usata per la valutazione delle azioni sismiche

Attrito: 0.370

ED2: 0.800

ED3: 0.800

RF,L: 0.800

RF,T: 1.000

K,red,corr: 1.000

Incastro piano orizzontale corrente

Amplificazione momento alla base (SLV_X): 1.5

Amplificazione azione diagonale (SLV_Y): 1.5

ST: 1.00

PGA: 0.10 (g)

Fo: 2.50

T*C: 0.30 (sec)

Fattore di struttura q,lgt: 1.50

Fattore di struttura q,trsv: 1.50

Altezza baricentro pallet: 0.00 (mm)

Sisma longitudinale modo 2

Dati identificativi del sisma. I valori PGA, Fo, T*C dipendono dal sito in esame, dal "periodo di ritorno", funzione della "probabilità" e della "vita utile", per la normativa italiana NTC.

 Impostazioni calcolo

Limitazione freccia corrente:..... 1:200
 Limitazione freccia spalla:..... 1:100
 Diagonali di spalla tesi e compressi
 Gamma, q:..... 1.40
 Fattore di sicurezza montante SLU:..... 1.000
 Fattore di sicurezza corrente SLU:..... 1.000
 Fattore di sicurezza diagonale spalla SLU:..... 1.000
 Fattore di sicurezza trasverso spalla SLU:..... 1.000
 Fattore di sicurezza diagonale di piano SLU:.... 1.000
 Fattore di sicurezza controvento lgtd SLU:..... 1.000
 Fattore di sicurezza base SLU:..... 1.000
 Fattore di sicurezza montante SLV:..... 1.000
 Fattore di sicurezza corrente SLV:..... 1.000
 Fattore di sicurezza diagonale spalla SLV:..... 1.000
 Fattore di sicurezza trasverso spalla SLV:..... 1.000
 Fattore di sicurezza diagonale di piano SLV:.... 1.000
 Fattore di sicurezza controvento lgtd SLV:..... 1.000
 Fattore di sicurezza base SLV:..... 1.000
 Fattore di sicurezza periodo longitudinale:. 1.000
 Fattore di sicurezza periodo trasversale:... 1.000
 Limite minimo Vc EN15512 Appendice C:..... 1.050
 Effetti 2° ordine NON tenuti in conto

Queste impostazioni modificano i risultati ottenuti dal programma e sono qui riepilogate.

 Risultati progettazione automatica

 Esaminati 21024 progetti. Passano le verifiche 16896 progetti.
 Costo massimo 1955 €, costo minimo 1241 €, costo
 medio 1543 €, scarto medio 0.0423 €.
 Tenuti 3 progetti.

Questa sintesi dice quanti progetti siano stati esaminati e quanti di essi hanno soddisfatto tutte le verifiche. Viene inoltre riepilogato il costo convenzionale massimo, il minimo, il medio, nonché lo scarto quadratico medio tra i costi dei vari progetti che passano le verifiche.

 Progetto # 1

Costo 1241 €, peso 768 (kg)
 Sezione del montante e materiale:
 PIPPO S350_EN10346
 Sezione del corrente e materiale:
 PLUTO S350_EN10346

Sezione del diagonale di spalla e materiale:
 PAPERINO S280_EN10346
 Sezione del traverso di spalla e materiale:
 PAPEROGA S280_EN10346
 Sezione del diagonale di piano e materiale:
 MINNIE S350_EN10346
 La spalla ha solo il primo e l'ultimo traverso
 Passo tralicciatura spalla 750.00 (mm)
 Numero di campate controventate 0
 I diagonali di piano sono presenti su tutte le campate
 I diagonali di piano sono presenti su tutti i livelli
 Costante di semirigidezza del corrente Kfi= 1223.30 (kNm/rad)
 Costante di rigidezza del ritegno longitudinale al piede del
 montante Kgr= 99.88 (kNm/rad)

Questi sono dati generali ad identificazione di un certo progetto. Il costo, il peso totale, le varie sezioni da adottare per i vari elementi costruttivi. E' inoltre riepilogata la geometria di spalla adottata, la disposizione dei controventi di piano e di eventuali controventi longitudinali. Infine, sono indicate le costanti di semirigidezza del giunto corrente/montante, e delle molle al piede dei montanti.

 Progetto del corrente

Carico per unità di lunghezza:	0.55 (kN/m)
Rigidezza estremità:	62.30 (kNm/rad)
Profilo scelto:	ETABETA
Materiale scelto:	S350_EN10346
Area lorda:	444.00 (mm ²)
Area efficace:	333.00 (mm ²)
W efficace:	34567 (mm ³)
J:	1234567 (mm ⁴)
Efficienza semirigidezza:	0.19 (0-1)
Momento in campata (SLU):	0.60 (kNm)
Tensione in campata (SLU):	28.82 (MPa)
Sfruttamento in campata (SLU):	0.09
Freccia massima:	13.50 (mm)
Freccia (SLE):	0.92 (mm)
Sfruttamento (SLE):	0.07
Peso l corrente:	11.78 (kg)
Peso tutti i correnti:	567.89 (kg)

Queste informazioni riepilogano i dati salienti sul progetto del corrente e sulla sua verifica. Lo sfruttamento SLE è calcolato utilizzando il limite di freccia specificato.

 Progetto SLU e SLE Spalla

Carico spalla non fattorizzato	8.83 (kN)
Fattore di imperfezione trasversale	0.003, longitudinale
0.003	

Montante	

Massima compressione montante (fattorizzata)	
6.26 (kN)	
Verifica di resistenza dà util	0.04
Verifica di stabilità dà util	0.06
(L0T 1500 mm L0L 1500 mm)	

Diagonale	

Massima azione diagonale (fattorizzata)	
0.05 (kN)	
Verifica di resistenza dà util	
0.00,	
Verifica di stabilità dà util	0.02
Rifollamento e taglio bullone dà util	0.01

Traverso	

Massima azione traverso (fattorizzata)	
0.04 (kN)	
Verifica di resistenza dà util	
0.00,	
Verifica di stabilità dà util	0.01
Rifollamento e taglio bullone	0.01

Globale	

Verifica di stabilità e deformabilità globale spalla in trasversale dà util ...	0.07 (con beta = 1.00)
Verifica di deformabilità globale longitudinale dà util	0.02 (con beta = 1.00)
Verifica di stabilità globale longitudinale dà util	0.31 (con beta = 1.00)

Queste informazioni riepilogano i risultati salienti delle verifiche allo SLU ed allo SLE (quindi non sismiche). In questo caso, allo SLU il carico è fattorizzato, mentre allo SLE non lo è. L0T ed L=L sono le lunghezze di libera inflessione del montante, rispettivamente nel piano trasversale e nel piano longitudinale.

Le verifiche globali si riferiscono:

- alla verifica globale di instabilità della spalla (Appendice G della EN 15512), ed alla sua verifica di deformabilità (in queste verifiche le uniche azioni orizzontali sono causate dalle imperfezioni).
- alle verifica di instabilità del telaio nel piano longitudinale, sia in assenza di controventi (Appendice C della EN 15512) che in presenza di controventi. In questo ultimo caso, il programma valuta la frazione del carico affluente sul controvento e la frazione che invece carica il telaio con nodi semirigidi. La verifica di instabilità globale in presenza di controvento non è coperta dalla Appendice C ed è particolarmente difficile da eseguire senza formulazioni FEM.

```
-----
Progetto Spalla Sisma Trasversale
-----
```

```
Stima periodo trasversale: 0.571 (sec). Coefficiente di risposta
0.147
Massa trasversale presente su spalla singola: .....
0.90 (ton)
Forza trasversale agente su spalla singola: .....
1.30 (kN)
Momento ribaltante su spalla singola: .....
4.54 (kNm)
Azione assiale solo sismica montante: .....
4.83 (kN)
Massima compressione montante: 9.25 (kN), trazione: 0.42
(kN)
Montante, resistenza: 0.06, Montante, stabilità: 0.08, Diagonale
0.60, Traverso 0.30
Rifollamento e taglio bullone: Diagonale 0.29, Traverso 0.23
```

Qui sono riepilogate le verifiche per sisma trasversale. In pratica si calcola un momento sismico ed un taglio sismico, e da questi le azioni interne suppletive sui montanti (trazione e compressione), sui diagonali di spalla e sui traversi di spalla.

```
-----
Progetto Spalla Sisma Longitudinale
-----
```

```
Stima periodo longitudinale: 0.688 (sec). Coefficiente di
risposta 0.122
Montante, resistenza: 0.03, Montante, stabilità: 0.89
Verifica di deformabilità globale in longitudinale dà util
..... 0.95 (con beta = 1.00)
Verifica di stabilità globale in longitudinale dà util
..... 0.22 (con beta = 1.00)
```

Qui sono invece riepilogate le verifiche salienti per il sisma longitudinale. Anche in questo caso, la verifica di stabilità globale longitudinale si presenta di particolare difficoltà in caso di presenza di controventi.

```
*****
Progetto # 2
*****
```

```
Costo          1000 €, peso          921 (kg)
Sezione del montante e materiale:
ZORRO          S350_EN10346
Sezione del corrente e materiale:
LUPIN          S350_EN10346
Sezione del diagonale di spalla e materiale:
HOLMES        S280_EN10346
Sezione del traverso di spalla e materiale:
POE           S280_EN10346
Sezione del diagonale di piano e materiale:
SHELLEY       S280_EN10346
La spalla ha solo il primo e l'ultimo traverso
Passo tralicciatura spalla 750.00 (mm)
Numero di campate controventate 0
I diagonali di piano sono presenti su tutte le campate
I diagonali di piano sono presenti su un livello sì ed uno no
Costante di semirigidezza del corrente Kfi= 1223.30 (kNm/rad)
Costante di rigidezza del ritegno longitudinale al piede del
montante Kgr= 2334.66 (kNm/rad)
```

```
-----
Progetto del corrente
-----
```

```
Carico per unità di lunghezza: ..... 0.55 (kN/m)
Rigidezza estremità: ..... 62.30 (kNm/rad)
Profilo scelto: ..... ALANFORD
Materiale scelto: ..... S350_EN10346
Area lorda: ..... 567.00 (mm2)
Area efficace: ..... 545.00 (mm2)
W efficace: ..... 23456 (mm3)
J: ..... 1234567 (mm4)
Efficienza semirigidezza: ..... 0.24 (0-1)
Momento in campata (SLU): ..... 0.60 (kNm)
Tensione in campata (SLU): ..... 28.82 (MPa)
Sfruttamento in campata (SLU): ..... 0.09
Freccia massima: ..... 13.50 (mm)
Freccia (SLE): ..... 0.92 (mm)
Sfruttamento (SLE): ..... 0.07
Peso 1 corrente: ..... 12.34 (kg)
Peso tutti i correnti: ..... 567.89 (kg)
```

 Progetto SLU e SLE Spalla

Carico spalla non fattorizzato 8.83 (kN)
 Fattore di imperfezione trasversale 0.003, longitudinale
 0.003

 Montante

Massima compressione montante (fattorizzata)
 6.26 (kN)
 Verifica di resistenza dà util 0.04
 Verifica di stabilità dà util 0.06
 (LOT 1500 mm LOL 1500 mm)

 Diagonale

Massima azione diagonale (fattorizzata)
 0.05 (kN)
 Verifica di resistenza dà util
 0.00,
 Verifica di stabilità dà util 0.02
 Rifollamento e taglio bullone dà util 0.01

 Traverso

Massima azione traverso (fattorizzata)
 0.04 (kN)
 Verifica di resistenza dà util
 0.00,
 Verifica di stabilità dà util 0.01
 Rifollamento e taglio bullone 0.01

 Globale

Verifica di stabilità e deformabilità globale spalla in
 trasversale dà util ... 0.07 (con beta = 1.00)
 Verifica di deformabilità globale longitudinale dà util
 0.02 (con beta = 1.00)
 Verifica di stabilità globale longitudinale dà util
 0.31 (con beta = 1.00)

 Progetto Spalla Sisma Trasversale

Stima periodo trasversale: 0.571 (sec). Coefficiente di risposta
0.147
 Massa trasversale presente su spalla singola:
0.90 (ton)
 Forza trasversale agente su spalla singola:
1.30 (kN)
 Momento ribaltante su spalla singola:
4.54 (kNm)
 Azione assiale solo sismica montante:
4.83 (kN)
 Massima compressione montante: 9.25 (kN), trazione: 0.42
(kN)
 Montante, resistenza: 0.06, Montante, stabilità: 0.08, Diagonale
0.60, Traverso 0.30
 Rifollamento e taglio bullone: Diagonale 0.29, Traverso 0.23

 Progetto Spalla Sisma Longitudinale

Stima periodo longitudinale: 0.688 (sec). Coefficiente di
risposta 0.122
 Montante, resistenza: 0.03, Montante, stabilità: 0.89
 Verifica di deformabilità globale in longitudinale dà util
..... 0.95 (con beta = 1.00)
 Verifica di stabilità globale in longitudinale dà util
..... 0.22 (con beta = 1.00)

 Progetto # 3

Costo 1241 €, peso 921 (kg)
 Sezione del montante e materiale:
CORRIERE S350_EN10346
 Sezione del corrente e materiale:
REPUBBLICA S350_EN10346
 Sezione del diagonale di spalla e materiale:
LASTAMPA S280_EN10346
 Sezione del traverso di spalla e materiale:
MANIFESTO S280_EN10346
 Sezione del diagonale di piano e materiale:
MESSAGGERO S350_EN10346
 La spalla ha solo il primo e l'ultimo traverso
 Passo tralicciatura spalla 750.00 (mm)
 Numero di campate controventate 0
 I diagonali di piano sono presenti su tutte le campate
 I diagonali di piano sono presenti su tutti i livelli

Costante di semirigidezza del corrente Kfi= 123.45 (kNm/rad)
 Costante di rigidezza del ritegno longitudinale al piede del
 montante Kgr= 67.89 (kNm/rad)

 Progetto del corrente

Carico per unità di lunghezza: 0.55 (kN/m)
 Rigidezza estremità: 62.30 (kNm/rad)
 Profilo scelto: ILFATTO
 Materiale scelto: S350_EN10346
 Area lorda: 567.00 (mm²)
 Area efficace: 556.00 (mm²)
 W efficace: 23456 (mm³)
 J: 1678901 (mm⁴)
 Efficienza semirigidezza: 0.22 (0-1)
 Momento in campata (SLU): 0.60 (kNm)
 Tensione in campata (SLU): 29.82 (MPa)
 Sfruttamento in campata (SLU): 0.09
 Freccia massima: 13.50 (mm)
 Freccia (SLE): 0.92 (mm)
 Sfruttamento (SLE): 0.07
 Peso 1 corrente: 12.34 (kg)
 Peso tutti i correnti: 567.89 (kg)

 Progetto SLU e SLE Spalla

Carico spalla non fattorizzato 8.83 (kN)
 Fattore di imperfezione trasversale 0.003, longitudinale
 0.003

 Montante

Massima compressione montante (fattorizzata)
 6.26 (kN)
 Verifica di resistenza dà util 0.04
 Verifica di stabilità dà util 0.06
 (L0T 1500 mm L0L 1500 mm)

 Diagonale

Massima azione diagonale (fattorizzata)
 0.05 (kN)
 Verifica di resistenza dà util
 0.00,
 Verifica di stabilità dà util 0.02
 Rifollamento e taglio bullone dà util 0.01

 Traverso

Massima azione traverso (fattorizzata)
 0.04 (kN)
 Verifica di resistenza dà util
 0.00,
 Verifica di stabilità dà util 0.01
 Rifollamento e taglio bullone 0.01

 Globale

 Verifica di stabilità e deformabilità globale spalla in
 trasversale dà util ... 0.07 (con beta = 1.00)
 Verifica di deformabilità globale longitudinale dà util
 0.02 (con beta = 1.00)
 Verifica di stabilità globale longitudinale dà util
 0.31 (con beta = 1.00)

 Progetto Spalla Sisma Trasversale

Stima periodo trasversale: 0.571 (sec). Coefficiente di risposta
 0.147
 Massa trasversale presente su spalla singola:
 0.90 (ton)
 Forza trasversale agente su spalla singola:
 1.30 (kN)
 Momento ribaltante su spalla singola:
 4.54 (kNm)
 Azione assiale solo sismica montante:
 4.83 (kN)
 Massima compressione montante: 9.25 (kN), trazione: 0.42
 (kN)
 Montante, resistenza: 0.06, Montante, stabilità: 0.08, Diagonale
 0.60, Traverso 0.30
 Rifollamento e taglio bullone: Diagonale 0.29, Traverso 0.23

 Progetto Spalla Sisma Longitudinale

Stima periodo longitudinale: 0.688 (sec). Coefficiente di
 risposta 0.122
 Montante, resistenza: 0.03, Montante, stabilità: 0.89
 Verifica di deformabilità globale in longitudinale dà util
 0.95 (con beta = 1.00)

Scaffalatura monofronte

Numero di spalle:..... 5
 Altezza delle spalle:..... 3900.00 mm
 Altezza del piedino:..... 50.00 mm
 Distanza tra le spalle:..... 2700.00 mm
 Profondità spalle:..... 1100.00 mm
 Le spalle hanno solo il primo e l'ultimo traverso
 Il passo della tralicciatura di spalla è fisso

Altezza primo ripiano:..... 2125.00 mm
 Interasse ripiani:..... 700.00 mm
 Numero di livelli di carico:..... 1
 Carico per coppia di correnti:..... 3000.00 kg

PREDIMENSIONAMENTO CON SISMA

Spettro NTC 2018

Suolo tipo C

ST: 1.00

PGA: 0.04 (g)

Fo: 2.65

T*C: 0.26 (sec)

Fattore di struttura q_{lgt} : 1.50Fattore di struttura q_{trsv} : 1.50

Impostazioni calcolo

Limitazione freccia corrente:..... 1:200

Limitazione freccia spalla:..... 1:100

Diagonali di spalla tesi e compressi

Gamma, q :..... 1.40

Fattore di sicurezza montante:..... 1.00

Fattore di sicurezza corrente:..... 1.00

Fattore di sicurezza periodo longitudinale:.. 1.00

Fattore di sicurezza periodo trasversale:... 1.00

Effetti 2° ordine NON tenuti in conto

 Risultati verifica

Costo 100 €, peso 234 (kg)
 Sezione del montante e materiale:
 Paperoga-15/10 S235
 Sezione del corrente e materiale:
 Paperino-15/10 S235
 Sezione del diagonale di spalla e materiale:
 Clarabella-10/10 S250
 Sezione del traverso di spalla e materiale:
 Orazio-10/10 S250
 Sezione del diagonale di piano e materiale:
 Topolino S235
 La spalla ha solo il primo e l'ultimo traverso
 Passo tralicciatura spalla 400.00 (mm)
 Numero di campate controventate 0
 I diagonali di piano sono presenti su tutte le campate
 I diagonali di piano sono presenti su tutti i livelli
 Costante di semirigidezza del corrente $K_{fi} = 12345.6$ (kNm/rad)
 Costante di rigidezza del ritegno longitudinale al piede del
 montante $K_{gr} = 1234567.8$ (kNm/rad)

 Progetto del corrente

Carico per unità di lunghezza: 5.45 (kN/m)
 Rigidezza estremità: 123.45 (kNm/rad)
 Profilo scelto: Paperinik-15/10
 Materiale scelto: S235
 Area lorda: 123.45 (mm²)
 Area efficace: 120.45 (mm²)
 W efficace: 34565 (mm³)
 J: 3454560 (mm⁴)
 Efficienza semirigidezza: 0.19 (0-1)
 Momento in campata (SLU): 5.72 (kNm)

Tensione in campata (SLU):	180.18 (MPa)
Sfruttamento in campata (SLU):	0.81
Freccia massima:	13.50 (mm)
Freccia (SLE):	6.34 (mm)
Sfruttamento (SLE):	0.47
Peso 1 corrente:	16.76 (kg)
Peso tutti i correnti:	134.08 (kg)

Progetto SLU e SLE Spalla

Carico spalla non fattorizzato	29.43 (kN)
Fattore di imperfezione trasversale	0.003, longitudinale
	0.003

Montante

Massima compressione montante (fattorizzata)
20.71 (kN)

Verifica di resistenza dà util	0.19
--------------------------------------	------

Verifica di stabilità dà util	0.28
-------------------------------------	------

(L0T 1800 mm L0L 2125 mm)

Diagonale

Massima azione diagonale (fattorizzata)
0.15 (kN)

Verifica di resistenza dà util
0.01,

Verifica di stabilità dà util	0.01
-------------------------------------	------

Rifollamento e taglio bullone dà util	0.01
---	------

Traverso

Massima azione traverso (fattorizzata)
0.12 (kN)

Verifica di resistenza dà util
0.00,

Verifica di stabilità dà util	0.01
-------------------------------------	------

Rifollamento e taglio bullone	0.01
-------------------------------------	------

Globale

Verifica di stabilità e deformabilità globale spalla in
trasversale dà util ... 0.19 (con beta = 1.00)

Verifica di deformabilità globale longitudinale dà util
..... 0.97 (con beta = 1.00)

Verifica di stabilità globale longitudinale dà util
..... 0.50 (con beta = 1.00)

Progetto Spalla Sisma Trasversale

Stima periodo trasversale: 0.329 (sec). Coefficiente di risposta
0.096

Massa trasversale presente su spalla singola:
3.00 (ton)

Forza trasversale agente su spalla singola:
2.83 (kN)

Momento ribaltante su spalla singola:
6.01 (kNm)

Azione assiale solo sismica montante:
5.46 (kN)

Massima compressione montante: 20.18 (kN), trazione: 0.00
(kN)

Montante, resistenza: 0.19, Montante, stabilità: 0.22, Diagonale
0.31, Traverso 0.17

Rifollamento e taglio bullone: Diagonale 0.28, Traverso 0.21

Progetto Spalla Sisma Longitudinale

Stima periodo longitudinale: 0.805 (sec). Coefficiente di
risposta 0.051

Montante, resistenza: 0.14, Montante, stabilità: 0.23

Verifica di deformabilità globale in longitudinale dà util
..... 0.80 (con beta = 1.00)

Verifica di stabilità globale in longitudinale dà util
 0.36 (con beta = 1.00)

 Progetto Controvento

Taglio su un campata di controvento
 62.67 (kN) (1 campate)
 Trazione sul diagonale
 93.68 (kN)
 Verifica di resistenza dà util 0.85
 Verifica di rifollamento dà util 4.85

 Progetto Controvento di piano

Taglio su un campo (massima quota)
 2.13 (kN) (7 campate)
 Trazione sul diagonale
 2.26 (kN)
 Verifica di resistenza dà util 0.04
 Verifica di rifollamento dà util 0.12

Index

- C -

calcolo portapallet, scaffalature, software, progetto
7

- E -

EN15512, 10

- M -

magazzini porta pallet, 10
magazzini, 10

- N -

NTC2018, 10

- P -

portapallet, 10

portapallet, EN15512, EN16681, NTC2018, magazzini, magazzini porta

pallet, predimensionamento, verifica, software, pallet, Eurocodice, formati a freddo, sisma, verifica sismica, magazzino, spalla, correnti, nodi semirigidi
78

portapallet, EN15512, NTC2018, magazzini, magazzini porta

pallet, predimensionamento, verifica, software, pallet, Eurocodice, formati a freddo, sisma, verifica

sismica, magazzino, spalla, correnti, nodi semirigidi
7, 22, 56, 100, 111

predimensionamento, 10

- V -

verifica, software, pallet, Eurocodice, formati a freddo, sisma, verifica

sismica, magazzino, spalla, correnti, nodi

semirigidi, calcolo portapallet, scaffalature, software, progetto 10