

S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

### PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



### OPERE IDRAULICHE

OPERE IDRAULICHE VIABILITA' INTERFERITA - Tronco 8

Tombino DN 1500\_pr.0+249.65 - Relazione di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 0 6 8 I N 2 0 8 T T 0 7 H C L 0 0 8 A -

Scala:

F																	
E																	
D																	
C																	
B																	
A	Aprile 2011	EMISSIONE			A. SALVAGO	A. TURSO	M. LITI	P. PAGLINI									
REV.	DATA	DESCRIZIONE			REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO									

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CALCOLI STRUTTURALI E MATERIALI IMPIEGATI .....</b>	<b>4</b>
	3.1 <i>PARAMETRI SISMICI CONSIDERATI.....</i>	4
	3.2 <i>PARAMETRI GEOTECNICI E SOVRACCARICHI .....</i>	4
	3.3 <i>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI .....</i>	4
	3.4 <i>CRITERI DI DURABILITÀ: CLASSE DEL CALCESTRUZZO .....</i>	5
	3.5 <i>COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....</i>	5
	3.6 <i>DURABILITÀ.....</i>	6
<b>4</b>	<b>METODO DI CALCOLO .....</b>	<b>7</b>
	4.1 <i>VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ. 8</i>	
<b>5</b>	<b>TABULATI DI CALCOLO.....</b>	<b>9</b>
	<i>ALLEGATO 1: LEGENDA ALLEGATI.....</i>	10
	<i>ALLEGATO 2: MANUFATTO DI IMBOCCO.....</i>	18
	<i>ALLEGATO 3: MANUFATTO DI SBOCCO .....</i>	25

---

## **1 PREMESSA**

La presente relazione ha per oggetto il calcolo e la verifica dei manufatti in calcestruzzo armato gettati in opera connessi con la realizzazione del tombino DN1500 ARMCO progr. 0+249,65 (tronco 8) previsto nell'ambito dell'adeguamento a quattro corsie dell'itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / Strada Statale n° 640 "di Porto Empedocle" nel tratto dal km 44+000 allo svincolo con l'A19.

In osservanza delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008. La struttura è stata verificata in bassa duttilità, in Classe d'uso IV e per una vita nominale pari a 50 anni.

## **2   NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione delle strutture suddette è stata condotta secondo i criteri della Scienza delle Costruzioni ed in accordo con la normativa vigente ed in particolare con:

- Legge 5.11.1971 n° 1086: “Disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- Legge n° 64 del 2 febbraio 1974 - “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”
- DM 14/01/2008 - “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

### 3 CALCOLI STRUTTURALI E MATERIALI IMPIEGATI

#### 3.1 Parametri sismici considerati

Le coordinate geografiche dei manufatti e i relativi parametri sismici sono riportati nei relativi tabulati.

#### 3.2 Parametri geotecnici e sovraccarichi

A vantaggio di sicurezza nei calcoli sono stati assunti i seguenti parametri geotecnici

$$\gamma = 2000 \text{ kg/cm}^3$$

$$\varphi = 30^\circ$$

$$c = 0 \text{ Kg/cm}^2$$

Coeff. di Winkler:  $5 \text{ kg/m}^3$

Livello falda: P.C.

$\gamma$  peso dell'unità di volume naturale ( $\text{g/cm}^3$ )

$\varphi$  angolo di attrito efficace ( $^\circ$ )

$c$  coesione efficace ( $\text{Kg/cm}^2$ )

A vantaggio di sicurezza è stato considerato un sovraccarico accidentale a quota piano campagna pari a  $2000 \text{ kg/m}^2$ .

Per il calcolo delle spinte è stato adottato un coefficiente di spinta a riposo.

#### 3.3 Caratteristiche dei materiali impiegati

Per quanto riguarda i materiali, si sono assunte dappertutto, nel calcolo, le seguenti caratteristiche:

- Calcestruzzo: classe C32/40 per le strutture in elevazione;
- Acciaio per c.a.: barre ad aderenza migliorata B450C controllato.

### **3.4 Criteri di durabilità: classe del calcestruzzo**

#### *Durabilità dell'opera*

Il copriferro è la distanza tra la superficie esterna dell'armatura (inclusi staffe, collegamenti rinforzi superficiali se presenti) più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo. Il copriferro nominale, specificato sui disegni esecutivi, rappresenta la distanza minima che deve essere assicurata al fine di garantire la corretta trasmissione delle forze di aderenza ed un'adeguata protezione dell'acciaio contro la corrosione; in aggiunta va considerata una tolleranza costruttiva da aggiungere al copriferro minimo per tenere in conto gli eventuali scostamenti negativi. Il valore raccomandato è di 10mm, riducibile a 5mm se l'esecuzione dell'opera è sottoposta ad un sistema di assicurazione della qualità nel quale siano incluse le misure dei copriferri.

#### *Scelte progettuali*

I manufatti in esame si trovano ad una distanza dalla costa sufficiente da ritenere che non ci siano problemi d'esposizione a cloruri presenti nell'acqua di mare. La classe di esposizione quindi ricade nella categoria 6 "Ambienti chimici aggressivi":

- XA2 – Bagnato, raramente asciutto (Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni).

E' stato assunto un copri ferro pari a 4cm.

### **3.5 Combinazioni delle azioni sulla costruzione**

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2008 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini, ambienti uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Tabella 2.5.I** – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nei calcoli sono dati nelle NTC 2008 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

### 3.6 Durabilità

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (**SLE**) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione

PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

---

delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni” DM 14.01.2008. e relative Istruzioni.

#### **4 METODO DI CALCOLO**

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU ed SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 14.01.2008 come in dettaglio specificato negli allegati tabulati di calcolo.

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico lineare, per l'analisi sismica si è effettuata un'analisi dinamica modale.

#### **CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITÀ DEI RISULTATI:**

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova. Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio. I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.



- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

#### **4.1 Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità**

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.

PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

---

## 5 TABULATI DI CALCOLO

Alla presente relazione sono allegati degli elaborati dedicati ai singoli manufatti in cui, tra l'altro, sono riportati di volta in volta i tabulati di calcolo relativi al singolo manufatto.

Si precisa che il software utilizzato, per quanto riguarda gli elementi bidimensionali, effettua le verifiche considerando presenti nelle sezioni di calcolo i minimi di armatura necessari al rispetto delle verifiche strutturali, salvo poi verificare l'effettiva presenza di un quantitativo maggiore di armatura.

**Tutte le verifiche risultano soddisfatte**

## ALLEGATO 1: LEGENDA ALLEGATI

### TABULATI DI CALCOLO

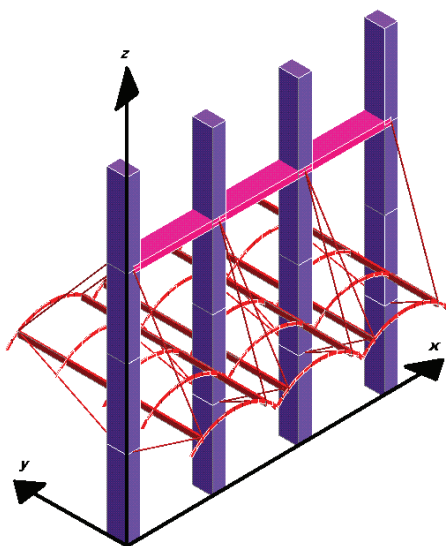
#### LEGENDA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

- **SISTEMI DI RIFERIMENTO**

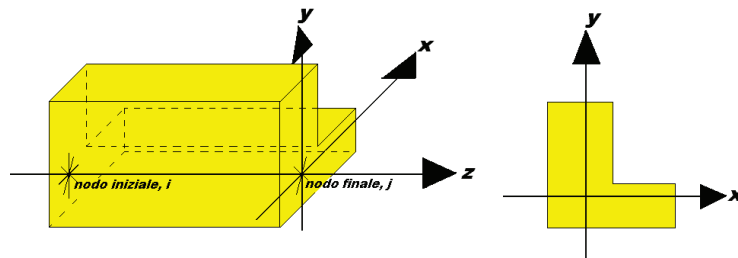
*1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE*

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



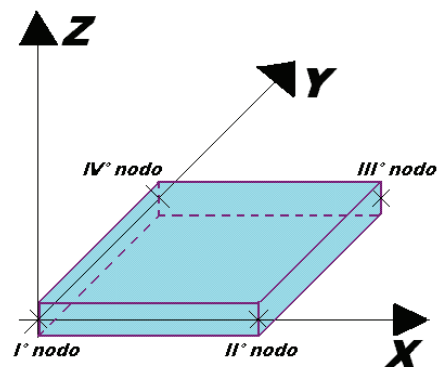
## 2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



## 3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



### • UNITÀ DI MISURA

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze] = m

[forze] = kgf / daN

[tempo] = sec

[temperatura] = °C

PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

---

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dell'archivio shell.

<b>Sezione N.ro</b>	: Numero identificativo dell'archivio sezioni (dal numero 601 in poi)
<b>Spessore</b>	: Spessore dell'elemento
<b>Base foro</b>	: Base di un eventuale foro sull'elemento (zero nel caso in cui il foro non sia presente)
<b>Altezza foro</b>	: Altezza di un eventuale foro sull'elemento (zero nel caso in cui il foro non sia presente)
<b>Codice</b>	: Codice identificativo della posizione del foro (1 = al centro; 0 = qualunque posizione)
<b>Ascissa foro</b>	: Ascissa dello spigolo inferiore sinistro del foro
<b>Ordinata foro</b>	: Ordinata dello spigolo inferiore sinistro del foro
<b>Tipo mater.</b>	: Numero di archivio dei materiali shell
<b>Tipo elem.</b>	: Schematizzazione dell'elemento a livello di calcolo:

*0 = Lastra – Piastra*

*1 = Lastra*

*2 = Piastra*

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le aste in elevazione, per quelle di fondazione, per i pilastri e per i setti.

<b>Crit.N.ro</b>	: Numero indicativo del criterio di progetto
<b>Elem.</b>	: Tipo di elemento strutturale
<b>%Rig.Tors.</b>	: Percentuale di rigidità torsionale
<b>Mod. E</b>	: Modulo di elasticità normale
<b>Poisson</b>	: Coefficiente di Poisson
<b>Sgmc</b>	: Tensione massima di esercizio del calcestruzzo
<b>tauc0</b>	: Tensione tangenziale minima
<b>tauc1</b>	: Tensione tangenziale massima
<b>Sgmf</b>	: Tensione massima di esercizio dell'acciaio
<b>Om.</b>	: Coefficiente di omogeneizzazione
<b>Gamma</b>	: Peso specifico del materiale
<b>Copristaffa</b>	: Distanza tra il lembo esterno della staffa ed il lembo esterno della sezione in calcestruzzo
<b>Fi min.</b>	: Diametro minimo utilizzabile per le armature longitudinali
<b>Fi st.</b>	: Diametro delle staffe
<b>Lar. st.</b>	: Larghezza massima delle staffe
<b>Psc</b>	: Passo di scansione per i diagrammi delle caratteristiche
<b>Pos.pol.</b>	: Numero di posizioni delle armature per la verifica di sezioni poligonali
<b>D arm.</b>	: Passo di incremento dell'armatura per la verifica di sezioni poligonali
<b>Iteraz.</b>	: Numero massimo di iterazioni per la verifica di sezioni poligonali
<b>Def. Tag.</b>	: Deformabilità a taglio (si, no)
<b>%Scorr.Sta</b>	: Percentuale di scorrimento da far assorbire alle staffe
<b>f.</b>	
<b>P.max staffe</b>	: Passo massimo delle staffe
<b>P.min.staffe</b>	: Passo minimo delle staffe
<b>tMt min.</b>	: Tensione di torsione minima al di sotto del quale non si arma a torsione
<b>Ferri parete</b>	: Presenza di ferri di parete a taglio
<b>Ecc.lim.</b>	: Eccentricità M/N limite oltre la quale la verifica viene effettuata a flessione pura

<b>Tipo ver.</b>	: Tipo di verifica (0 = solo Mx; 1 = Mx e My separate; 2 = deviata)
<b>Fl.rett.</b>	: Flessione retta forzata per sezioni dissimmetriche ma simmetrizzabili (0 = no; 1 = si)
<b>Den.X pos.</b>	: Denominatore della quantità $q \cdot l \cdot l$ per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma positivo
<b>Den.X neg.</b>	: Denominatore della quantità $q \cdot l \cdot l$ per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma negativo
<b>Den.Y pos.</b>	: Denominatore della quantità $q \cdot l \cdot l$ per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma positivo
<b>Den.Y neg.</b>	: Denominatore della quantità $q \cdot l \cdot l$ per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma negativo
<b>%Mag.car.</b>	: Percentuale di maggiorazione dei carichi statici della prima combinazione di carico
<b>Linear.</b>	: Coefficiente descrittivo del comportamento dell'asta: 1 = comportamento lineare sia a trazione che a compressione 2 = comportamento non lineare sia a trazione che a compressione. 3 = comportamento lineare solo a trazione. 4 = comportamento non lineare solo a trazione. 5 = comportamento lineare solo a compressione. 6 = comportamento non lineare solo a compressione.
<b>Appesi</b>	: Flag di disposizione del carico sull'asta (1 = appeso, cioè applicato all'intradosso; 0 = non appeso, cioè applicato all'estradosso)
<b>Min.</b>	: Verifica minimo T/sigma (1 = si; 0 = no)
<b>T/sigma</b>	
<b>Verif.Alette</b>	: Verifica alette travi di fondazione (1 = si; 0 = no)
<b>Kwinkl.</b>	: Costante di sottofondo del terreno

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dell'input piastre.

**Piastra N.ro** : Numero identificativo della piastra in esame

**Filo 1** : Numero del filo fisso su cui è stato posto il primo spigolo della piastra

PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

---

<b>Filo 2</b>	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il secondo spigolo della piastra
<b>Filo 3</b>	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il terzo spigolo della piastra
<b>Filo 4</b>	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il quarto spigolo della piastra
<b>Tipo carico</b>	: Numero di archivio delle tipologie di carico
<b>Quota filo 1</b>	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del primo filo fisso
<b>Quota filo 2</b>	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del secondo filo fisso
<b>Quota filo 3</b>	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del terzo filo fisso
<b>Quota filo 4</b>	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del quarto filo fisso
<b>Tipo sezione</b>	: Numero identificativo della sezione della piastra
<b>Spessore</b>	: Spessore della piastra
<b>Kwinkler</b>	: Costante di Winkler del terreno su cui poggia la piastra (zero nel caso di piastre in elevazione)
<b>Tipo mater.</b>	: Numero di archivio dei materiali shell

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei carichi e vincoli nodali.

<b>Filo</b>	: Numero identificativo del filo fisso
<b>Quo N.</b>	: Numero identificativo della quota di riferimento secondo la codifica dell'input quote
<b>D.Quo.</b>	: Delta quota, ovvero scostamento della quota del nodo dalla quota di riferimento
<b>P. Sis</b>	: Piano sismico di appartenenza del nodo in esame. È



PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

---

- possibile avere più piani sismici alla stessa quota di impalcato*
- Codi** : *Codice sintetico identificativo del tipo di vincolo secondo la codifica appresso riportata:*  
*I = Incastro*  
*A = Automatico*  
*C = Cerniera sferica*  
*E = Esplicito*  
*Il vincolo di tipo 'A', cioè' automatico, corrisponde ad un tipo di vincolo scelto dal programma in funzione delle varie situazioni strutturali riscontrate. Per valutare quale tipo di vincolo è stato imposto da CDSWin in questi casi è necessario riferirsi ai dati delle successive colonne della presente tabella di stampa*
- Tx, Ty, Tz** : *Valori delle rigidezze alla traslazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare traslazione è impedita, mentre lo 0 indica che non ha alcun vincolo*
- Rx, Ry, Rz** : *Valori delle rigidezze alla rotazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare rotazione è impedita, mentre lo 0 indica che non ha alcun vincolo*
- Fx, Fy, Fz** : *Valori delle forze concentrate applicate al nodo in esame*
- Mx, My, Mz** : *Valori delle coppie concentrate applicate al nodo in esame*

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA SHELL**

SISTEMA DI RIFERIMENTO LOCALE (s.r.l.): *Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è così definito:*

- Origine** : *I° punto di inserimento dello shell*
- Asse 1** : *Asse X nel s.r.l., definito dal punto origine e dal II° punto di inserimento, nel verso di quest'ultimo*
- Piano12** : *Piano XY nel s.r.l., definito dai punti origine, II° e III° di inserimento*
- Asse 2** : *Asse Y nel s.r.l., ottenuto nel piano 12 con una rotazione antioraria di 90° dell'asse X intorno al punto origine, in*

PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

---

*modo che l'asse I-II si sovrapponga all'asse I-III con un angolo <math><180^\circ</math>*

**Asse 3** *Asse Z nel s.r.l., ortogonale al piano 12, in modo da formare una terna destra con gli assi 1 e 2*

Le tensioni di lastra (S) sono costanti lungo lo spessore. Le tensioni di piastra (M) variano linearmente lungo lo spessore, annullandosi in corrispondenza del piano medio (diagramma emisimmetrico o "a farfalla"). I valori del tensore degli sforzi sono riferiti alla faccia positiva (superiore nel s.r.l.) di normale 3 (esempio:  $X_{ij}$  tensione X agente sulla faccia di normale i e diretta lungo j).

Le altre grandezze descritte di seguito si riferiscono a ciascun nodo dell'elemento bidimensionale:

<b>Shell Nro</b>	: <i>numero dell'elemento bidimensionale</i>
<b>nodo N.ro</b>	: <i>numero del nodo dell'elemento bidimensionale a cui sono riferite le tensioni S di lastra e M piastra</i>
<b>S11</b>	: <i>tensione normale di lastra</i>
<b>S22</b>	: <i>tensione normale di lastra</i>
<b>S12</b>	: <i>tensione tangenziale di lastra (<math>S12 = S21</math>)</i>
<b>M11</b>	: <i>tensione normale di piastra sulla faccia positiva</i>
<b>M22</b>	: <i>tensione normale di piastra sulla faccia positiva</i>
<b>M12</b>	: <i>tensione tangenziale di piastra sulla faccia positiva</i>

## VERIFICHE A FESSURAZIONE

Si precisa che nel campo dei tabulati dedicato ai risultati della verifica a fessurazione, quando non si aprono fessure e quindi non esistono momenti flettenti agenti sugli elementi bidimensionali tali da causare apertura delle fessure, si leggeranno tutti valori pari a 0.

PROGETTO ESECUTIVO  
 RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

ALLEGATO 2: MANUFATTO DI IMBOCCO

TABULATI DI CALCOLO

DATI GENERALI DI STRUTTURA

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	15,00	Altezza edificio (m)	6,00
Massima dimens. dir. Y (m)	15,00	Differenza temperatura (°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	13,91250	Latitudine Nord (Grd)	37,42140
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	60,00
Accelerazione Ag/g	0,03	Periodo T'c (sec.)	0,26
Fo	2,51	Fv	0,61
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,43	Periodo TD (sec.)	1,73
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,04	Periodo T'c (sec.)	0,31
Fo	2,53	Fv	0,67
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,48	Periodo TD (sec.)	1,75
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Periodo T'c (sec.)	0,49
Fo	2,67	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,22
Periodo TC (sec.)	0,65	Periodo TD (sec.)	1,92
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,53
Fo	2,76	Fv	1,16
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,23
Periodo TC (sec.)	0,68	Periodo TD (sec.)	1,99
P A R A M E T R I S I S T E M A C O S T R U T T I V O C . A . - D I R . 1			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Pareti
AlfaU/AlfaI	1,10	Fattore riduttivo KW	0,50
Fattore di struttura 'q'	1,50		
P A R A M E T R I S I S T E M A C O S T R U T T I V O C . A . - D I R . 2			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Pareti

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

AlfaU/Alfa1	1,10	Fattore riduttivo KW	0,50
Fattore di struttura 'q'	1,50		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	ADEGUATO		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
1	0,00	0,00
3	0,00	2,30

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
2	3,30	0,00
4	3,30	2,30

QUOTE PIANI SISMICI ED INTERPIANI

Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	Reg. XY	Tamp. Alt.
0	0,00	Piano Terra		

Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	Irreg XY	Tamp. Alt.
1	2,40	Interpiano	SI	SI

VERIFICA PIASTRE

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

- Quota N.ro : Quota a cui si trova l'elemento.  
 Perim. N.ro : Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.  
 Nodo 3d N.ro : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.  
 Nx : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale e' quello delle armature)  
 Ny : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.  
 Txy : Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale. (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)  
 Mx : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

allo sforzo normale  $N_x$ .  
Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente  $M_{xy}$

My : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale  $N_y$ .  
Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente  $M_{xy}$

Mxy : Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y

$\epsilon_c x * 10000$  : Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x \* 10000 (Es. .35% = 35)

$\epsilon_c y * 10000$  : Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y \* 10000 (Es. .35% = 35)

$\epsilon_f x * 10000$  : Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale x \* 10000 (Es. 1% = 100)

$\epsilon_f y * 10000$  : Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale y \* 10000 (Es. 1% = 100)

Ax superiore : Area totale armatura superiore diretta lungo x. (Area totale e' l'area della presso-flessione piu' l'area per il taglio riportata dopo)

Ay superiore : Area totale armatura superiore diretta lungo y.

Ax inferiore : Area totale armatura inferiore diretta lungo x.

Ay inferiore : Area totale armatura inferiore diretta lungo y.

Atag : Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni

$\sigma_t$  : Tensione massima di contatto con il terreno.

Eta : Abbassamento verticale del nodo in esame.

Fpunz : Forza punzonante sulla piastra

Apunz : Armatura sufficiente da sola ad assorbire la forza punzonante

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

Molt. : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y

x/d : Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y

VERIFICA PIASTRE

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota : Quota a cui si trova l'elemento.

Perim. : Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.

Nodo : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.

Comb. : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti.

Fes lim : Fessura limite espressa in mm.

Fess. : Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.

Dist mm : Distanza fra le fessure.

Combin : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

- Mf X Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
- Mf Y Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N Y Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
- Cos teta Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.
- Sin teta Seno dell'angolo teta.
- Combina Carico Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls.
- $\sigma$  lim Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>.
- $\sigma$  cal Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x.
- Conbin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
- Mf X Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
- $\sigma$  cal Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y.
- Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
- Mf Y Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.
- N Y Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon$ c x *10000	$\epsilon$ c y	$\epsilon$ f x *10000	$\epsilon$ f y	Ax s cmq	Ay s cmq	Ax i cmq	Ay i cmq	Atag cmq	$\sigma$ t kg/cm <sup>2</sup>	eta mm	Fpunz kg	Apunz cmq
0	1	9	-441	1571	472	337	331	55	0	0	3	9	0,9	0,9	7,5	7,5	0,1	0,6	-1,1		
0	1	13	-3726	-6483	203	91	1980	-14	0	1	0	7	0,9	0,9	7,5	7,5	0,0	0,6	-1,1		
0	1	14	-154	-3801	0	-170	-697	0	0	0	2	0	7,5	7,5	0,8	0,8	0,0	0,6	-1,1		
0	1	17	-486	-2593	325	-458	-607	-12	0	0	4	1	7,5	7,5	0,9	0,9	0,0	0,6	-1,1		
0	1	18	-1581	-4271	393	267	1459	30	0	1	0	6	0,9	0,9	7,5	7,5	0,1	0,6	-1,1		
0	1	19	-441	1571	472	337	331	-55	0	0	3	9	0,9	0,9	7,5	7,5	0,1	0,6	-1,1		

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon$ c x *10000	$\epsilon$ c y	$\epsilon$ f x *10000	$\epsilon$ f y	Ax s cmq	Ay s cmq	Ax i cmq	Ay i cmq	Atag cmq	$\sigma$ t kg/cm <sup>2</sup>	eta mm	Fpunz kg	Apunz cmq
0	1	9	-605	1571	231	370	331	0	0	0	3	9	0,9	0,9	7,5	7,5	0,1	0,6	-1,1		
0	1	13	-3313	-6483	99	111	1980	-7	0	1	0	6	0,9	0,9	7,5	7,5	0,0	0,6	-1,1		
0	1	14	-154	-3801	0	-170	-697	0	0	0	2	0	7,5	7,5	0,8	0,8	0,0	0,6	-1,1		
0	1	17	-506	-2569	159	-387	-552	-6	0	0	3	0	7,5	7,5	0,9	0,9	0,0	0,6	-1,1		
0	1	18	-3160	-4271	286	376	1459	119	0	1	0	6	0,9	0,9	7,5	7,5	0,1	0,6	-1,1		
0	1	19	-605	1571	231	370	331	0	0	0	3	9	0,9	0,9	7,5	7,5	0,1	0,6	-1,1		

S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

FESSURAZIONI													TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	$\sigma$ lim. Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ cal. Kg/cm <sup>2</sup>	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	$\sigma$ cal. Kg/cm <sup>2</sup>	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	



Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2**

Gr.Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ec x *10000	ec y	ef x *10000	ef y	Ax s. cmq	Ay s. cmq	Ax i. cmq	Ay i. cmq	Ataq. cmq	qt kg/cmq	eta mm
1	2	2		-1498	-412	2313	-49	-241	-91	0	0	0	4	3,8	3,8	3,8	3,8	3,0	0,57	-1,1
1	2	15		-2517	-3383	0	-358	-1928	0	0	6	1	89	4,0	5,2	3,8	4,3	3,0	0,57	-1,1
1	2	22		-2311	1054	296	-2012	-791	-585	2	1	13	10	5,6	4,8	4,4	4,3	3,0		-1,1
1	2	25		-2919	-2103	0	1256	799	0	1	1	9	11	4,3	3,8	4,8	4,0	3,0		-1,1
1	2	27		-2311	1054	296	-2012	-791	585	2	1	13	10	5,6	4,8	4,4	4,3	3,0		-1,1
1	2	29		-5164	-1191	0	2245	26	0	2	0	14	0	4,3	3,8	5,1	4,0	3,0		-1,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3**

Gr.Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ec x *10000	ec y	ef x *10000	ef y	Ax s. cmq	Ay s. cmq	Ax i. cmq	Ay i. cmq	Ataq. cmq	qt kg/cmq	eta mm
1	3	7		-11334	-87	1506	-2888	-1166	349	3	2	14	18	4,8	4,2	4,3	3,8	3,0		-1,1
1	3	8		-11334	-87	1506	-2888	-1166	-349	3	2	14	18	4,8	4,2	4,3	3,8	3,0		-1,1
1	3	19		745	-1086	0	-20	-147	0	1	0	3	0	4,0	4,0	3,8	3,8	3,0	0,57	-1,1
1	3	27		-2334	669	1601	-1575	-311	123	3	1	31	9	5,1	3,8	4,3	3,8	3,0		-1,1
1	3	31		-2334	669	1601	-1575	-311	-123	3	1	31	9	5,1	3,8	4,3	3,8	3,0		-1,1
1	3	33		-12036	-3595	0	922	277	0	0	0	0	0	3,8	3,8	4,0	4,0	3,0		-1,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4**

Gr.Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ec x *10000	ec y	ef x *10000	ef y	Ax s. cmq	Ay s. cmq	Ax i. cmq	Ay i. cmq	Ataq. cmq	qt kg/cmq	eta mm
1	4	1		-1498	-412	2313	-133	241	91	0	0	0	4	3,8	3,8	3,8	3,8	3,0	0,57	-1,1
1	4	13		-2517	-3383	0	358	1928	0	0	6	1	89	3,8	4,3	4,0	5,2	3,0	0,57	-1,1
1	4	20		-2311	1054	296	2012	791	585	2	1	13	10	4,4	4,3	5,6	4,8	3,0		-1,1
1	4	31		-2311	1054	296	2012	791	-585	2	1	13	10	4,4	4,3	5,6	4,8	3,0		-1,1
1	4	35		-2919	-2103	0	-1256	-799	0	1	1	9	11	4,8	4,0	4,3	3,8	3,0		-1,1
1	4	38		-5164	-1191	0	-2245	-26	0	2	0	14	0	5,1	4,0	4,3	3,8	3,0		-1,1

**S.L.E. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1**

GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI											TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
			Comb. Carri	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)		
1	1	5	Rara												RaraClS	150,0	30,9	1	1,9	-7,6	14,0	1	0,8	-0,1	
			Freq	0,4	0,00	0	1	1,9	-7,6	0,8	-0,1	0,000	0,000			RaraFer	3600	735	1	1,9	-7,6	542	1	0,8	-0,1
			Perm	0,3	0,00	0	1	1,9	-7,6	0,8	-0,1	0,000	0,000			PermClS	112,0	30,9	1	1,9	-7,6	14,0	1	0,8	-0,1
1	6	Rara												RaraClS	150,0	30,9	1	1,9	-7,6	14,0	1	0,8	-0,1		
		Freq	0,4	0,00	0	1	1,9	-7,6	0,8	-0,1	0,000	0,000			RaraFer	3600	735	1	1,9	-7,6	542	1	0,8	-0,1	
		Perm	0,3	0,00	0	1	1,9	-7,6	0,8	-0,1	0,000	0,000			PermClS	112,0	30,9	1	1,9	-7,6	14,0	1	0,8	-0,1	
1	9	Rara												RaraClS	150,0	0,0	0	0,0	0,0	1,7	1	0,1	-1,1		
		Freq	0,4	0,00	0	1	0,0	0,4	0,1	-1,1	0,000	0,000			RaraFer	3600	55	1	0,0	0,4	14	1	0,1	-1,1	
		Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,4	0,1	-1,1	0,000	0,000			PermClS	112,0	0,0	0	0,0	0,0	1,7	1	0,1	-1,1	
1	20	Rara												RaraClS	150,0	18,3	1	1,0	-1,5	3,5	1	0,2	0,4		
		Freq	0,4	0,00	0	1	1,0	-1,5	0,2	0,4	0,000	0,000			RaraFer	3600	617	1	1,0	-1,5	187	1	0,2	0,4	
		Perm	0,3	0,00	0	1	1,0	-1,5	0,2	0,4	0,000	0,000			PermClS	112,0	18,3	1	1,0	-1,5	3,5	1	0,2	0,4	
1	22	Rara												RaraClS	150,0	18,3	1	1,0	-1,5	3,5	1	0,2	0,4		
		Freq	0,4	0,00	0	1	1,0	-1,5	0,2	0,4	0,000	0,000			RaraFer	3600	617	1	1,0	-1,5	187	1	0,2	0,4	
		Perm	0,3	0,00	0	1	1,0	-1,5	0,2	0,4	0,000	0,000			PermClS	112,0	18,3	1	1,0	-1,5	3,5	1	0,2	0,4	
1	23	Rara												RaraClS	150,0	6,9	1	-0,6	-8,0	2,0	1	-0,2	-2,4		
		Freq	0,4	0,00	0	1	-0,6	-8,0	-0,2	-2,4	0,000	0,000			RaraFer	3600	48	1	-0,6	-8,0	14	1	-0,2	-2,4	
		Perm	0,3	0,00	0	1	-0,6	-8,0	-0,2	-2,4	0,000	0,000			PermClS	112,0	6,9	1	-0,6	-8,0	2,0	1	-0,2	-2,4	

**S.L.E. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2**

GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI											TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
			Comb. Carri	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)		
1	2	2	Rara												RaraClS	150,0	0,7	1	0,1	-1,0	2,7	1	-0,2	-0,3	
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,0	-1,0	-0,2	-0,3	0,000	0,000			RaraFer	3600	5	1	0,1	-1,0	85	1	-0,2	-0,3
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	-1,0	-0,2	-0,3	0,000	0,000			PermClS	112,0	0,7	1	0,1	-1,0	2,7	1	-0,2	-0,3
1	15	Rara												RaraClS	150,0	3,3	1	-0,2	-1,8	22,6	1	-1,3	-2,6		
		Freq	0,4	0,00	0	1	-0,2	-1,8	-1,3	-2,6	0,000	0,000			RaraFer	3600	37	1	-0,2	-1,8	718	1	-1,3	-2,6	
		Perm	0,3	0,00	0	1	-0,2	-1,8	-1,3	-2,6	0,000	0,000			PermClS	112,0	3,3	1	-0,2	-1,8	22,6	1	-1,3	-2,6	
1	22	Rara												RaraClS	150,0	23,7	1	-1,3	-1,5	9,3	1	-0,5	0,7		
		Freq	0,4	0,00	0	1	-1,3	-1,5	-0,5	0,7	0,000	0,000			RaraFer	3600	830	1	-1,3	-1,5	444	1	-0,5	0,7	
		Perm	0,3	0,00	0	1	-1,3	-1,5	-0,5	0,7	0,000	0,000			PermClS	112,0	23,7	1	-1,3	-1,5	9,3	1	-0,5	0,7	
1	25	Rara												RaraClS	150,0	14,3	1	0,8	-1,9	8,9	1	0,5	-1,6		
		Freq	0,4	0,00	0	1	0,8	-1,9	0,5	-1,6	0,000	0,000			RaraFer	3600	434	1	0,8	-1,9	244	1	0,5	-1,6	
		Perm	0,3	0,00	0	1	0,8	-1,9	0,5	-1,6	0,000	0,000			PermClS	112,0	14,3	1	0,8	-1,9	8,9	1	0,5	-1,6	
1	27	Rara												RaraClS	150,0	23,7	1	-1,3	-1,5	9,3	1	-0,5	0,7		
		Freq	0,4	0,00	0	1	-1,3	-1,5	-0,5	0,7	0,000	0,000			RaraFer	3600	830	1	-1,3	-1,5	444	1	-0,5	0,7	
		Perm	0,3	0,00	0	1	-1,3	-1,5	-0,5	0,7	0,000	0,000			PermClS	112,0	23,7	1	-1,3	-1,5	9,3	1	-0,5	0,7	



*Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19*

**PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI**

1	2	29	Rara												RaraCls	150,0	25,5	1	1,5	-3,4	0,4	1	0,0	-0,9
			Freq	0,4	0,00	0	1	-1,9	-7,6	-0,8	-0,1	0,000	0,000		RaraFer	3600	783	1	1,5	-3,4	3	1	0,0	-0,9
			Perm	0,3	0,00	0	1	-1,9	-7,6	-0,8	0,0	-0,9	0,000	0,000	PermCls	112,0	25,5	1	1,5	-3,4	0,4	1	0,0	-0,9

**S.L.E. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3**

GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X				DIREZIONE Y					
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
1	3	7	Rara												RaraCls	150,0	30,9	1	-1,9	-7,6	14,0	1	-0,8	-0,1
			Freq	0,4	0,00	0	1	-1,9	-7,6	-0,8	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	735	1	-1,9	-7,6	542	1	-0,8	-0,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-1,9	-7,6	-0,8	-0,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	30,9	1	-1,9	-7,6	14,0	1	-0,8	-0,1	
1	3	8	Rara											RaraCls	150,0	30,9	1	-1,9	-7,6	14,0	1	-0,8	-0,1	
			Freq	0,4	0,00	0	1	-1,9	-7,6	-0,8	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	735	1	-1,9	-7,6	542	1	-0,8	-0,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-1,9	-7,6	-0,8	-0,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	30,9	1	-1,9	-7,6	14,0	1	-0,8	-0,1	
1	3	19	Rara											RaraCls	150,0	0,0	0	0,0	0,0	1,7	1	-0,1	-1,1	
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,0	0,4	-0,1	-1,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	55	1	0,0	0,4	14	1	-0,1	-1,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,4	-0,1	-1,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	0,0	0	0,0	0,0	1,7	1	-0,1	-1,1	
1	3	27	Rara											RaraCls	150,0	18,3	1	-1,0	-1,5	3,5	1	-0,2	0,4	
			Freq	0,4	0,00	0	1	-1,0	-1,5	-0,2	0,4	0,000	0,000	RaraFer	3600	617	1	-1,0	-1,5	187	1	-0,2	0,4	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-1,0	-1,5	-0,2	0,4	0,000	0,000	PermCls	112,0	18,3	1	-1,0	-1,5	3,5	1	-0,2	0,4	
1	3	31	Rara											RaraCls	150,0	18,3	1	-1,0	-1,5	3,5	1	-0,2	0,4	
			Freq	0,4	0,00	0	1	-1,0	-1,5	-0,2	0,4	0,000	0,000	RaraFer	3600	617	1	-1,0	-1,5	187	1	-0,2	0,4	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-1,0	-1,5	-0,2	0,4	0,000	0,000	PermCls	112,0	18,3	1	-1,0	-1,5	3,5	1	-0,2	0,4	
1	3	33	Rara											RaraCls	150,0	6,9	1	0,6	-8,0	2,0	1	0,2	-2,4	
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,6	-8,0	0,2	-2,4	0,000	0,000	RaraFer	3600	48	1	0,6	-8,0	14	1	0,2	-2,4	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,6	-8,0	0,2	-2,4	0,000	0,000	PermCls	112,0	6,9	1	0,6	-8,0	2,0	1	0,2	-2,4	

**S.L.E. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4**

GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X				DIREZIONE Y					
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
1	4	1	Rara												RaraCls	150,0	0,9	1	-0,1	-1,0	2,7	1	0,2	-0,3
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,0	-1,0	0,2	-0,3	0,000	0,000	RaraFer	3600	6	1	-0,1	-1,0	85	1	0,2	-0,3	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	-1,0	0,2	-0,3	0,000	0,000	PermCls	112,0	0,9	1	-0,1	-1,0	2,7	1	0,2	-0,3	
1	4	13	Rara											RaraCls	150,0	3,3	1	0,2	-1,8	22,6	1	1,3	-2,6	
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,2	-1,8	1,3	-2,6	0,000	0,000	RaraFer	3600	37	1	0,2	-1,8	718	1	1,3	-2,6	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-1,8	1,3	-2,6	0,000	0,000	PermCls	112,0	3,3	1	0,2	-1,8	22,6	1	1,3	-2,6	
1	4	20	Rara											RaraCls	150,0	23,7	1	1,3	-1,5	9,3	1	0,5	0,7	
			Freq	0,4	0,00	0	1	1,3	-1,5	0,5	0,7	0,000	0,000	RaraFer	3600	830	1	1,3	-1,5	444	1	0,5	0,7	
			Perm	0,3	0,00	0	1	1,3	-1,5	0,5	0,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	23,7	1	1,3	-1,5	9,3	1	0,5	0,7	
1	4	31	Rara											RaraCls	150,0	23,7	1	1,3	-1,5	9,3	1	0,5	0,7	
			Freq	0,4	0,00	0	1	1,3	-1,5	0,5	0,7	0,000	0,000	RaraFer	3600	830	1	1,3	-1,5	444	1	0,5	0,7	
			Perm	0,3	0,00	0	1	1,3	-1,5	0,5	0,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	23,7	1	1,3	-1,5	9,3	1	0,5	0,7	
1	4	35	Rara											RaraCls	150,0	14,3	1	-0,8	-1,9	8,9	1	-0,5	-1,6	
			Freq	0,4	0,00	0	1	-0,8	-1,9	-0,5	-1,6	0,000	0,000	RaraFer	3600	434	1	-0,8	-1,9	244	1	-0,5	-1,6	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-0,8	-1,9	-0,5	-1,6	0,000	0,000	PermCls	112,0	14,3	1	-0,8	-1,9	8,9	1	-0,5	-1,6	

**S.L.E. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4**

GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X				DIREZIONE Y					
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
1	4	38	Rara												RaraCls	150,0	25,5	1	-1,5	-3,4	0,4	1	0,0	-0,9
			Freq	0,4	0,00	0	1	-1,5	-3,4	0,0	-0,9	0,000	0,000	RaraFer	3600	783	1	-1,5	-3,4	3	1	0,0	-0,9	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-1,5	-3,4	0,0	-0,9	0,000	0,000	PermCls	112,0	25,5	1	-1,5	-3,4	0,4	1	0,0	-0,9	

PROGETTO ESECUTIVO  
 RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

ALLEGATO 3: MANUFATTO DI SBOCCO

TABULATI DI CALCOLO

DATI GENERALI DI STRUTTURA

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	15,00	Altezza edificio (m)	6,00
Massima dimens. dir. Y (m)	15,00	Differenza temperatura (°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	13,91250	Latitudine Nord (Grd)	37,42140
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	60,00
Accelerazione Ag/g	0,03	Periodo T'c (sec.)	0,26
Fo	2,51	Fv	0,61
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,43	Periodo TD (sec.)	1,73
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,04	Periodo T'c (sec.)	0,31
Fo	2,53	Fv	0,67
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,48	Periodo TD (sec.)	1,75
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Periodo T'c (sec.)	0,49
Fo	2,67	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,22
Periodo TC (sec.)	0,65	Periodo TD (sec.)	1,92
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,53
Fo	2,76	Fv	1,16
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,23
Periodo TC (sec.)	0,68	Periodo TD (sec.)	1,99
P A R A M E T R I S I S T E M A C O S T R U T T I V O C . A . - D I R . 1			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Pareti
AlfaU/AlfaI	1,10	Fattore riduttivo KW	0,50
Fattore di struttura 'q'	1,50		
P A R A M E T R I S I S T E M A C O S T R U T T I V O C . A . - D I R . 2			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Pareti

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

AlfaU/Alfa1	1,10	Fattore riduttivo KW	0,50
Fattore di struttura 'q'	1,50		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	ADEGUATO		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
1	0,00	0,00
3	0,00	2,70

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
2	5,55	0,00
4	5,55	2,70

QUOTE PIANI SISMICI ED INTERPIANI

Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	Reg. XY	Tamp. Alt.
0	0,00	Piano Terra		

Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	Irreg. XY	Tamp. Alt.
1	2,50	Interpiano	SI	SI

VERIFICA PIASTRE

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

- Quota N.ro : Quota a cui si trova l'elemento.  
 Perim. N.ro : Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.  
 Nodo 3d N.ro : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.  
 Nx : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale e' quello delle armature)  
 Ny : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.  
 Txy : Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale. (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)  
 Mx : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

allo sforzo normale  $N_x$ .  
Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente  $M_{xy}$

My : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale  $N_y$ .  
Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente  $M_{xy}$

Mxy : Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y

$\epsilon_c x * 10000$  : Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x \* 10000 (Es. .35% = 35)

$\epsilon_c y * 10000$  : Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y \* 10000 (Es. .35% = 35)

$\epsilon_f x * 10000$  : Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale x \* 10000 (Es. 1% = 100)

$\epsilon_f y * 10000$  : Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale y \* 10000 (Es. 1% = 100)

Ax superiore : Area totale armatura superiore diretta lungo x. (Area totale e' l'area della presso-flessione piu' l'area per il taglio riportata dopo)

Ay superiore : Area totale armatura superiore diretta lungo y.

Ax inferiore : Area totale armatura inferiore diretta lungo x.

Ay inferiore : Area totale armatura inferiore diretta lungo y.

Atag : Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni

$\sigma_t$  : Tensione massima di contatto con il terreno.

Eta : Abbassamento verticale del nodo in esame.

Fpunz : Forza punzonante sulla piastra

Apunz : Armatura sufficiente da sola ad assorbire la forza punzonante

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

Molt. : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y

x/d : Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y

VERIFICA PIASTRE

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota : Quota a cui si trova l'elemento.

Perim. : Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.

Nodo : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.

Comb. : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti.

Fes lim : Fessura limite espressa in mm.

Fess. : Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.

Dist mm : Distanza fra le fessure.

Combin : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Cos teta	Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.
Sin teta	Seno dell'angolo teta.
Combina Carico	Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls.
$\sigma$ lim	Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup> .
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale x.
Conbin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale y.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Quo N.r	Per N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon$ c x *10000	$\epsilon$ c y	$\epsilon$ f x *10000	$\epsilon$ f y	Ax s cmq	Ay s cmq	Ax i cmq	Ay i cmq	Atag cmq	$\sigma$ t kg/cmq	$\epsilon$ t mm	Fpunz kg	Apunz cmq
0	1	3	-760	4419	2002	1153	-1686	-917	1	1	12	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,3	0,4	-0,7		
0	1	4	-760	4419	2002	1153	-1686	917	1	1	12	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,3	0,4	-0,7		
0	1	36	-393	4424	270	246	427	72	0	6	2	18	0,9	0,9	7,5	7,5	0,0	0,6	-1,1		
0	1	44	-2270	-5560	1232	546	1247	-144	0	1	1	1	7,5	1,0	7,5	7,5	0,2	0,4	-0,8		
0	1	45	-1332	-5330	214	292	656	142	0	0	0	0	7,5	0,9	7,5	7,5	0,0	0,4	-0,8		
0	1	46	-2270	-5560	1232	546	1247	144	0	1	1	1	7,5	1,0	7,5	7,5	0,2	0,4	-0,8		
0	1	47	-727	4823	312	398	780	-223	0	1	3	11	7,5	1,4	7,5	7,5	0,0	0,4	-0,7		
0	1	48	-656	5215	283	428	405	154	0	8	4	19	0,9	1,0	7,5	7,5	0,0	0,4	-0,7		
0	1	49	-727	4823	312	398	780	223	0	1	3	11	7,5	1,4	7,5	7,5	0,0	0,4	-0,7		

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Quo N.r	Per N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon$ c x *10000	$\epsilon$ c y	$\epsilon$ f x *10000	$\epsilon$ f y	Ax s cmq	Ay s cmq	Ax i cmq	Ay i cmq	Atag cmq	$\sigma$ t kg/cmq	$\epsilon$ t mm	Fpunz kg	Apunz cmq
0	1	3	-760	4419	2002	1153	-1686	-917	1	1	12	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,3	0,4	-0,7		
0	1	4	-760	4419	2002	1153	-1686	917	1	1	12	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,3	0,4	-0,7		
0	1	36	-401	4424	129	204	427	-34	0	6	1	18	0,9	0,9	7,5	7,5	0,0	0,6	-1,1		
0	1	44	-2270	-5560	1232	546	1247	-144	0	0	1	1	7,5	1,0	7,5	7,5	0,2	0,4	-0,8		
0	1	45	-1904	-5330	102	313	656	14	0	0	0	0	7,5	0,9	7,5	7,5	0,0	0,4	-0,8		
0	1	46	-2270	-5560	1232	546	1247	144	0	0	1	1	7,5	1,0	7,5	7,5	0,2	0,4	-0,8		
0	1	47	-799	4823	185	381	780	-196	0	1	2	11	7,5	1,4	7,5	7,5	0,0	0,4	-0,7		
0	1	48	-659	5215	135	342	405	74	0	8	2	19	0,9	1,0	7,5	7,5	0,0	0,4	-0,7		
0	1	49	-799	4823	185	381	780	196	0	1	2	11	7,5	1,4	7,5	7,5	0,0	0,4	-0,7		

S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento - Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI

Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
0	1	3	Rara	0,4	0,00	0	1	-0,4	-0,6	-1,1	2,9	0,000	0,000	RaraCls	150,0	4,8	1	0,8	-0,6	5,6	1	-1,1	2,9	
			Freq	0,3	0,00	0	1	-0,4	-0,6	-1,1	2,9	0,000	0,000	RaraFer	3600	188	1	0,8	-0,6	510	1	-1,1	2,9	
0	1	4	Rara	0,4	0,00	0	1	-0,4	-0,6	-1,1	2,9	0,000	0,000	PermCls	112,0	4,8	1	0,8	-0,6	5,6	1	-1,1	2,9	
			Freq	0,3	0,00	0	1	-0,4	-0,6	-1,1	2,9	0,000	0,000	RaraCls	150,0	4,8	1	0,8	-0,6	5,6	1	-1,1	2,9	
0	1	36	Rara	0,4	0,00	0	1	0,2	-0,4	0,3	2,9	0,000	0,000	PermCls	112,0	4,8	1	0,8	-0,6	5,6	1	-1,1	2,9	
			Freq	0,3	0,00	0	1	0,2	-0,4	0,3	2,9	0,000	0,000	RaraCls	150,0	1,0	1	0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0	1	44	Rara	0,4	0,00	0	1	0,3	-1,6	0,7	-3,7	0,000	0,000	RaraFer	3600	24	1	0,2	-0,4	276	1	0,3	2,9	
			Freq	0,3	0,00	0	1	0,3	-1,6	0,7	-3,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	1,0	1	0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0	1	45	Rara	0,4	0,00	0	1	0,1	-1,3	0,3	-3,6	0,000	0,000	RaraCls	150,0	1,1	1	0,3	-1,6	3,1	1	0,7	-3,7	
			Freq	0,3	0,00	0	1	0,1	-1,3	0,3	-3,6	0,000	0,000	RaraFer	3600	8	1	0,3	-1,6	23	1	0,7	-3,7	
0	1	46	Rara	0,4	0,00	0	1	0,3	-1,6	0,7	-3,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	1,1	1	0,3	-1,6	3,1	1	0,7	-3,7	
			Freq	0,3	0,00	0	1	0,3	-1,6	0,7	-3,7	0,000	0,000	RaraCls	150,0	0,5	1	0,1	-1,3	1,4	1	0,3	-3,6	
0	1	47	Rara	0,4	0,00	0	1	0,2	-0,6	0,5	3,2	0,000	0,000	RaraFer	3600	4	1	0,1	-1,3	11	1	0,3	-3,6	
			Freq	0,3	0,00	0	1	0,2	-0,6	0,5	3,2	0,000	0,000	PermCls	112,0	0,5	1	0,1	-1,3	1,4	1	0,3	-3,6	
0	1	48	Rara	0,4	0,00	0	1	0,3	-1,6	0,7	-3,7	0,000	0,000	RaraCls	150,0	1,1	1	0,3	-1,6	3,1	1	0,7	-3,7	
			Freq	0,3	0,00	0	1	0,3	-1,6	0,7	-3,7	0,000	0,000	RaraFer	3600	8	1	0,3	-1,6	23	1	0,7	-3,7	
0	1	49	Rara	0,4	0,00	0	1	0,2	-0,6	0,5	3,2	0,000	0,000	PermCls	112,0	1,4	1	0,2	-0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			Freq	0,3	0,00	0	1	0,2	-0,6	0,5	3,2	0,000	0,000	RaraCls	150,0	1,5	1	0,3	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0	1	49	Rara	0,4	0,00	0	1	0,2	-0,6	0,5	3,2	0,000	0,000	RaraFer	3600	36	1	0,2	-0,6	349	1	0,5	3,2	
			Freq	0,3	0,00	0	1	0,2	-0,6	0,5	3,2	0,000	0,000	PermCls	112,0	1,4	1	0,2	-0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ε c x *10000	ε c y	ε f x *10000	ε f y	Ax s. cmq	Ay s. cmq	Ax i. cmq	Ay i. cmq	Atag. cmq	σ t kg/cmq	eta mm
1	1	5		-20471	-1457	3782	5290	1671	792	9	3	32	12	4,8	4,3	5,8	5,4	3,0		-1,1
1	1	6		-20471	-1457	3782	5290	1671	-792	9	3	32	12	4,8	4,3	5,8	5,4	3,0		-1,1
1	1	25		-335	1275	1571	1625	654	387	3	2	18	19	3,8	3,8	4,6	3,8	3,0		-1,1
1	1	36		2687	-886	0	73	241	6	5	0	10	3	3,8	3,8	4,0	4,0	3,0	0,57	-1,1

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ε c x *10000	ε c y	ε f x *10000	ε f y	Ax s. cmq	Ay s. cmq	Ax i. cmq	Ay i. cmq	Atag. cmq	σ t kg/cmq	eta mm
1	2	2		-1787	-180	2106	-925	-1182	-598	1	2	4	6	3,7	3,7	3,7	3,7	0,3	0,56	-1,1
1	2	6		-5451	2840	198	-2351	-1935	-1236	3	2	9	12	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0		-1,1
1	2	7		-2495	-2837	398	819	-2580	-578	1	3	3	12	3,8	3,8	3,8	3,8	0,1	0,51	-1,0
1	2	8		-1374	-2958	1566	-256	-2777	-11	0	3	1	13	3,8	3,8	3,8	3,8	0,2	0,46	-0,9
1	2	10		-2417	1570	603	-1858	-1551	-1090	2	2	8	9	3,8	3,8	3,8	3,8	0,1		-1,1
1	2	11		-3293	-2381	572	1145	-1626	-846	1	2	4	7	3,8	3,8	3,8	3,8	0,1		-1,0

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ε c x *10000	ε c y	ε f x *10000	ε f y	Ax s. cmq	Ay s. cmq	Ax i. cmq	Ay i. cmq	Atag. cmq	σ t kg/cmq	eta mm
1	3	3		1732	-290	2840	474	-217	-106	1	0	16	4	3,8	3,8	3,8	3,8	3,0	0,36	-0,7
1	3	16		-5833	292	1689	-3729	-1011	435	5	2	17	11	6,5	4,8	4,8	4,3	3,0		-0,7
1	3	20		-12272	143	2987	-4508	-1382	467	5	2	16	15	6,8	4,8	4,9	4,3	3,0		-0,7
1	3	21		-12272	143	2987	-4508	-1382	-467	5	2	16	15	6,8	4,8	4,9	4,3	3,0		-0,7
1	3	31		-5833	292	1689	-3729	-1011	-435	5	2	17	11	6,5	4,8	4,8	4,3	3,0		-0,7

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ε c x *10000	ε c y	ε f x *10000	ε f y	Ax s. cmq	Ay s. cmq	Ax i. cmq	Ay i. cmq	Atag. cmq	σ t kg/cmq	eta mm
1	4	1		-1787	-180	2106	925	1182	598	1	2	4	6	3,7	3,7	3,7	3,7	0,3	0,56	-1,1
1	4	5		-5451	2840	198	2351	1935	1236	3	2	9	12	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0		-1,1
1	4	22		-2495	-2837	398	819	-2580	578	1	3	3	12	3,8	3,8	3,8	3,8	0,1	0,51	-1,0
1	4	23		-1374	-2958	1566	-256	-2777	-11	0	3	1	13	3,8	3,8	3,8	3,8	0,2	0,46	-0,9
1	4	25		-2417	1570	603	-1858	-1551	-1090	2	2	8	9	3,8	3,8	3,8	3,8	0,1		-1,1
1	4	26		-3293	-2381	572	-1145	1626	846	1	2	4	7	3,8	3,8	3,8	3,8	0,1		-1,0

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Gr. Q	Gen	Nodo	3d	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	ε c x	ε c y	ε f x	ε f y	Ax s.	Ay s.	Ax i.	Ay i.	Atag.	σ t	eta
-------	-----	------	----	----	----	-----	----	----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-----



*Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19*

**PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI IDRAULICI**

1	2	11	Freq	0,4	0,00	0	1	-1,2	-1,6	-1,0	1,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	749	1	-1,2	-1,6	844	1	-1,0	1,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-1,2	-1,6	-1,0	1,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	21,7	1	-1,2	-1,6	18,1	1	-1,0	1,1	
			Rara												RaraCls	150,0	12,8	1	0,8	-2,2	19,0	1	-1,1	-1,7
			Freq	0,4	0,00	0	1	-0,4	-2,2	-1,1	-1,7	0,000	0,000	RaraFer	3600	359	1	0,8	-2,2	632	1	-1,1	-1,7	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-0,4	-2,2	-1,1	-1,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	12,8	1	0,8	-2,2	19,0	1	-1,1	-1,7	

**S.L.E. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3**

GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
1	3	3	Rara												RaraCls	150,0	3,9	1	0,3	1,2	2,7	1	-0,1	-0,2
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,3	1,2	0,0	-0,2	0,000	0,000	RaraFer	3600	174	1	0,3	1,2	93	1	-0,1	-0,2	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,3	1,2	0,0	-0,2	0,000	0,000	PermCls	112,0	3,9	1	0,3	1,2	2,7	1	-0,1	-0,2	
1	3	16	Rara											RaraCls	150,0	31,2	1	-2,5	-3,9	12,1	1	-0,7	0,1	
			Freq	0,4	0,00	0	1	-2,5	-3,9	-0,7	0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	751	1	-2,5	-3,9	493	1	-0,7	0,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-2,5	-3,9	-0,7	0,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	31,2	1	-2,5	-3,9	12,1	1	-0,7	0,1	
1	3	20	Rara											RaraCls	150,0	37,7	1	-3,0	-8,2	16,4	1	-0,9	0,0	
			Freq	0,4	0,00	0	1	-3,0	-8,2	-0,9	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	757	1	-3,0	-8,2	653	1	-0,9	0,0	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-3,0	-8,2	-0,9	0,0	0,000	0,000	PermCls	112,0	37,7	1	-3,0	-8,2	16,4	1	-0,9	0,0	
1	3	21	Rara											RaraCls	150,0	37,7	1	-3,0	-8,2	16,4	1	-0,9	0,0	
			Freq	0,4	0,00	0	1	-3,0	-8,2	-0,9	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	757	1	-3,0	-8,2	653	1	-0,9	0,0	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-3,0	-8,2	-0,9	0,0	0,000	0,000	PermCls	112,0	37,7	1	-3,0	-8,2	16,4	1	-0,9	0,0	
1	3	31	Rara											RaraCls	150,0	31,2	1	-2,5	-3,9	12,1	1	-0,7	0,1	
			Freq	0,4	0,00	0	1	-2,5	-3,9	-0,7	0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	751	1	-2,5	-3,9	493	1	-0,7	0,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	-2,5	-3,9	-0,7	0,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	31,2	1	-2,5	-3,9	12,1	1	-0,7	0,1	

**S.L.E. - VERIFICA SHELLS - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4**

GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
1	4	1	Rara												RaraCls	150,0	10,6	1	0,6	-1,2	14,4	1	0,8	-0,1
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,6	-1,2	0,8	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	333	1	0,6	-1,2	561	1	0,8	-0,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,6	-1,2	0,8	-0,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	10,6	1	0,6	-1,2	14,4	1	0,8	-0,1	
1	4	5	Rara											RaraCls	150,0	26,6	1	1,6	-3,5	22,3	1	1,3	1,9	
			Freq	0,4	0,00	0	1	1,6	-3,5	1,3	1,9	0,000	0,000	RaraFer	3600	820	1	1,6	-3,5	1106	1	1,3	1,9	
			Perm	0,3	0,00	0	1	1,6	-3,5	1,3	1,9	0,000	0,000	PermCls	112,0	26,6	1	1,6	-3,5	22,3	1	1,3	1,9	
1	4	22	Rara											RaraCls	150,0	9,1	1	0,5	-1,8	30,4	1	1,7	-2,1	
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,5	-1,8	1,7	-2,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	240	1	0,5	-1,8	1059	1	1,7	-2,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,5	-1,8	1,7	-2,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	9,1	1	0,5	-1,8	30,4	1	1,7	-2,1	
1	4	23	Rara											RaraCls	150,0	3,3	1	0,2	-1,9	32,8	1	1,9	-2,2	
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,2	-1,9	1,9	-2,2	0,000	0,000	RaraFer	3600	33	1	0,2	-1,9	1148	1	1,9	-2,2	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-1,9	1,9	-2,2	0,000	0,000	PermCls	112,0	3,3	1	0,2	-1,9	32,8	1	1,9	-2,2	
1	4	25	Rara											RaraCls	150,0	21,7	1	1,2	-1,6	18,1	1	1,0	1,1	
			Freq	0,4	0,00	0	1	1,2	-1,6	1,0	1,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	749	1	1,2	-1,6	844	1	1,0	1,1	
			Perm	0,3	0,00	0	1	1,2	-1,6	1,0	1,1	0,000	0,000	PermCls	112,0	21,7	1	1,2	-1,6	18,1	1	1,0	1,1	
1	4	26	Rara											RaraCls	150,0	12,8	1	-0,8	-2,2	19,0	1	1,1	-1,7	
			Freq	0,4	0,00	0	1	0,4	-2,2	1,1	-1,7	0,000	0,000	RaraFer	3600	359	1	-0,8	-2,2	632	1	1,1	-1,7	
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,4	-2,2	1,1	-1,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	12,8	1	-0,8	-2,2	19,0	1	1,1	-1,7	