

Informativa sull'affidabilità dei codici – Plinti

D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” – paragrafo 10.2

Il processo di progettazione e sviluppo del software **Plinti**, per ciò che riguarda le procedure di calcolo e l'elaborazione degli elaborati in output forniti, è sottoposto al controllo del Sistema di Gestione della Qualità Aziendale della **Stacec s.r.l.**, con sede in Bovalino (RC), S.S. 106 km 87, n. 59, conforme alla norma ISO 9001:2000 e certificato da **Certiquality** con n. 8679.

Si dichiara, inoltre, che al progettista sono stati forniti gli esempi di calcolo sotto elencati utilizzati per verificare la validità delle procedure di calcolo ed effettuare le necessarie verifiche di controllo, i cui dati in ingresso, in essi riportati, potranno essere utilizzati per eventuali confronti con test specialistici e altri strumenti di calcolo.

- ***TEST1_PLINTO***

- ***TEST2_PLINTO***

Il software è dotato di strumenti di autodiagnostica che controllano ed evidenziano durante le procedure di inserimento dei dati e di elaborazione, eventuali valori non congrui, il cui utilizzo comprometterebbe una corretta elaborazione degli stessi.

Il software **Plinti** esegue il progetto, il calcolo e le verifiche di plinti in c.a.

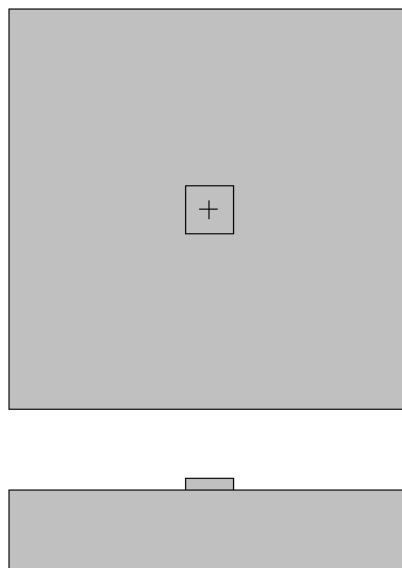
Verranno adesso riportate le elaborazioni dei test effettuati confrontando i risultati ottenuti dal programma con alcune verifiche eseguite sia analiticamente e separatamente con l'ausilio di altri software.

Bovalino, 04 maggio 2011.

- **TEST1_PLINTO**

✓ **Risultati software plinti**

Plinto massiccio



Caratteristiche dei materiali.

Calcestruzzo

Nome	Rck [daN/cm²]	γ_m	$\gamma_{m,c}$	FC	Ec [daN/cm²]	Ect/Ec	fck [daN/cm²]	fcd [daN/cm²]	fctk,0.05 [daN/cm²]	ν	α_t [1/°C]	ps [daN/m³]
Cls1	300	1.50	1.60	1.00	314758.06	0.50	250.00	141.67	17.95	0.15	1.0E-005	2500.00

Acciaio per C.A.

Nome	Tipo	γ_m	FC	fyk [daN/cm²]	ftk [daN/cm²]	fd (S.L.V.) [daN/cm²]	fd (S.L.E.) [daN/cm²]
Barre1	B450C	1.15	1.00	4500.00	5400.00	3913.04	3913.04

- Caratteristiche geometriche del plinto e caratteristiche generali -

Corpo del plinto in direzione x : 250 [cm]
 Corpo del plinto in direzione y : 250 [cm]
 Altezza corpo plinto : 50 [cm]
 Lunghezza magrone in direzione x : 250 [cm]
 Lunghezza magrone in direzione y : 250 [cm]
 Altezza magrone : 0 [cm]

- Sollecitazioni massime trasmesse dalla struttura al plinto -

Inviluppo SLV

Stato Limite Salvaguardia della Vita - A1					
Sollecitazioni					
N° Comb. Car.	N [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Tx [daN]	Ty [daN]
1	40000.00	0.00	30000.00	10000.00	0.00

- Sollecitazioni sulla base del plinto per ogni condizione di carico -

Stato Limite Salvaguardia della Vita - A1							
Sollecitazioni							
C.Car. n°	N [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Tx [daN]	Ty [daN]	Ex [cm]	Ey [cm]
1	47812.50	0.00	35000.00	10000.00	0.00	73	0

La pressione massima per la combinazione sismica SLV sul terreno è pari a **2.46 daN/cm²**

✓ Valutazione analitica della pressione del terreno

Valutazione azioni agenti alla base del plinto per la combinazione sismica SLV:

-Peso Plinto $P_{pli} = \text{Corpo del plinto in dir. x} \cdot \text{Corpo del plinto in dir. y} \cdot \text{Altezza corpo plinto} \cdot 2500 \text{ daN/m}^3 =$
 $= 2.50 \text{ m} \cdot 2.50 \text{ m} \cdot 0.50 \text{ m} \cdot 2500 \text{ daN/m}^3 =$
 $= 7812.5 \text{ daN};$

-Sforzo normale agente alla base del plinto $N_{bpli} = N + P_{pli} = 40000 \text{ daN} + 7812.5 \text{ daN} = 47812.50 \text{ daN};$

-Momento agente alla base del plinto $M_{bpli} = M_y + T_x \cdot H_{\text{CorpoPli}} = 30000 \text{ daNm} + 10000 \text{ daN} \cdot 0.5 \text{ m} =$
 $= 35000 \text{ daNm};$

-Eccentricità di calcolo $e_d = M_{bpli} / N_{bpli} = 35000 / 47812.5 = 0.732 \text{ m};$

-Eccentricità limite $e_{lim} = \text{Corpo del plinto in direzione X} / 6 = 2.50 / 6 = 0.416 \text{ m}$

Il centro di pressione risulta esterno del nocciolo centrale d'inerzia della base del plinto quindi il valore della tensione massima, al lembo più compresso della sezione reagente, sarà ricavata dalla relazione seguente:

$$\sigma_{\max} = (4 \cdot N_{bpli}) / [3 \cdot (\text{Corpo del plinto in direzione x} - 2 \cdot e) \cdot \text{Corpo del plinto in direzione y}] =$$

$$= (4 \cdot 47812.5) / [3 \cdot (250 - 2 \cdot 73.2) \cdot 250] = 191250 / 77700 = \mathbf{\underline{2.46 \text{ daN/cm}^2}}$$

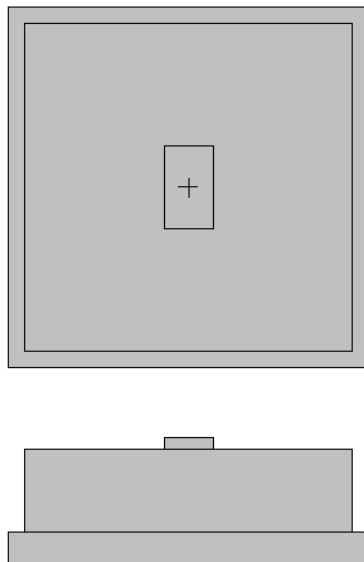
✓ **Analisi dei risultati**

Scarto dei risultati $= (2.46 - 2.46) / 2.46 = 0 \%$

• **TEST2_PLINTO**

✓ **Risultati software plinti**

Plinto massiccio



Caratteristiche dei materiali.

Calcestruzzo

Nome	Rck [daN/cm ²]	γ _m	γ _{m,c}	FC	Ec [daN/cm ²]	Ect/Ec	fck [daN/cm ²]	fcd [daN/cm ²]	fctk,0.05 [daN/cm ²]	ν	α _t [1/°C]	ps [daN/m ³]
Cls1	300	1.50	1.60	1.00	314758.06	0.50	250.00	141.67	17.95	0.15	1.0E-005	2500.00

Acciaio per C.A.

Nome	Tipo	γ _m	FC	f _{yk} [daN/cm ²]	f _{tk} [daN/cm ²]	f _d (S.L.V.) [daN/cm ²]	f _d (S.L.E.) [daN/cm ²]
Barre1	B450C	1.15	1.00	4500.00	5400.00	3913.04	3913.04

- Caratteristiche geometriche del plinto e caratteristiche generali -

Corpo del plinto in direzione x : 200 [cm]
 Corpo del plinto in direzione y : 200 [cm]
 Altezza corpo plinto : 50 [cm]
 Lunghezza magrone in direzione x : 220 [cm]
 Lunghezza magrone in direzione y : 220 [cm]
 Altezza magrone : 20 [cm]
 Copriferro : 3.00 [cm]

- Sollecitazioni massime trasmesse dalla struttura al plinto -

Inviluppo SLV

Stato Limite Salvaguardia della Vita - A1					
Sollecitazioni					
N° Comb. Car.	N [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Tx [daN]	Ty [daN]
1	20000.00	12000.00	-10000.00	-1000.00	1500.00

Inviluppo SLE

Stato Limite d'Esercizio - Caratteristiche					
Sollecitazioni					
N° Comb. Car.	N [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Tx [daN]	Ty [daN]
1	5000.00	2000.00	-1000.00	1500.00	800.00

Stato Limite Salvaguardia della Vita - A1							
Sollecitazioni							
C.Car. n°	N [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Tx [daN]	Ty [daN]	Ex [cm]	Ey [cm]
1	25000.00	11250.00	-10500.00	-1000.00	1500.00	-42	45

Stato Limite di Esercizio - Caratteristiche							
Sollecitazioni							
C.Car. n°	N [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Tx [daN]	Ty [daN]	Ex [cm]	Ey [cm]
1	10000.00	1600.00	-250.00	1500.00	800.00	-3	16

Verifiche Plinti Diretti

Verifiche Stati Limite Salvaguardia della vita

Verifica a Flessione

Azioni Sollecitanti:

- Msd : Momento Flettente sollecitante di calcolo;

Azioni Resistenti:

- Mrd : Momento Flettente resistenze di calcolo

B : base della sezione;

H : altezza sezione;

Cop : copriferro;

Aft : valore dell'area di armatura tesa;

Afc : valore dell'area di armatura compressa;

S : coefficiente di sicurezza della sezione;

Esito:

- V : Verificato;
- NV : Non Verificato;

Dir.	Msd [daNm]	B [cm]	H [cm]	Cop. [cm]	Aft [cm ²]	Afc [cm ²]	Mrd [daNm]	S	Esito
X	-11796.67	200	50	3.00	7.20	3.60	-13678.01	1.16	V
Y	-12316.67	200	50	3.00	7.52	3.76	-13678.01	1.11	V

ARMATURA A FLESSIONE IN DIREZIONE X ED IN DIREZIONE Y

Armatura superiore (compressa)

Numero ferri..... = 5

Diametro..... = 10 mm

Armatura inferiore (tesa)

Numero ferri..... = 10

Diametro..... = 10 mm

✓ **Risultati software Verifiche sezione qualsiasi agli SLU**

Ipotesi di calcolo

Il calcolo è condotto nelle ipotesi che:

- * Le sezioni rimangano piane fino a rottura.
- * Ci sia perfetta aderenza fra acciaio e calcestruzzo.
- * La deformazione massima del calcestruzzo compresso è pari a ϵ_{cu} nel caso di flessione semplice e composta con asse neutro reale mentre è pari a ϵ_{ck} nel caso di compressione semplice.
- * La deformazione massima per l'acciaio teso sia pari a ϵ_{fu} .
- * Il calcestruzzo non abbia alcuna capacità di resistenza a trazione.

Diagramma di calcolo tensioni-deformazioni per calcestruzzo

Si assume un diagramma di tipo parabola-rettangolo come indicato dalla seguente figura 1 costituito da un arco di parabola di secondo grado passante per l'origine, avente asse parallelo a quello delle tensioni, prolungato con un segmento di retta parallelo all'asse delle deformazioni tangente alla parabola nel punto di sommità.

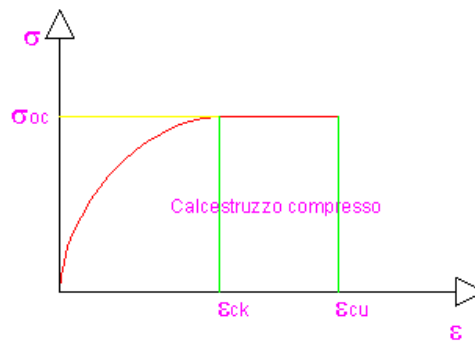


Figura 2

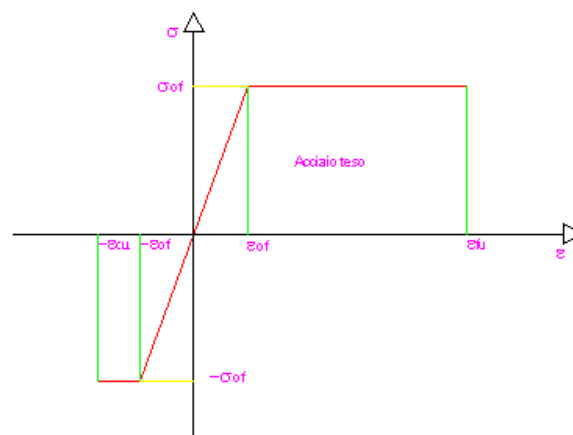


Figura 2

Campi di rottura

Le limitazioni delle deformazioni unitarie per il conglomerato e per l'acciaio conducono a definire sei diversi campi (o regioni) nei quali potrà trovarsi la retta di deformazione specifica (confronta la figura 3).

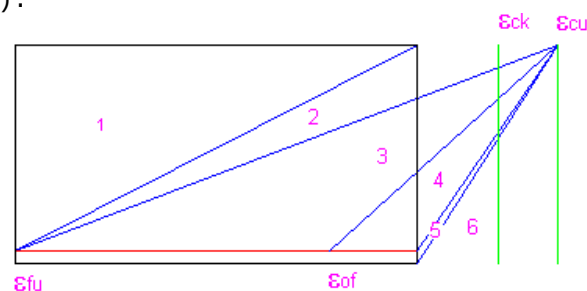


Figura 3

Tale figura è costruita riportando al lembo superiore compresso i valori limite della deformazione specifica del calcestruzzo pari a ϵ_{ck} e ϵ_{cu} ; in corrispondenza dell'armatura tesa sono riportati i valori della massima deformazione ammissibile pari a ϵ_{fu} e di quella corrispondente alla tensione di snervamento dell'acciaio ϵ_{of} .

- * **Campo 1** : è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a ϵ_{fu} . Il diagramma delle deformazioni specifiche appartiene ad un fascio di retta passante per il punto **A** mentre la distanza dall'asse neutro potrà variare da $-\infty$ a 0. E' il caso di trazione semplice o con piccola eccentricità; la sezione risulta interamente tesa.
La crisi si ha per cedimento dell'acciaio teso.
- * **Campo 2** : è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a ϵ_{fu} e dalla rotazione del diagramma attorno al punto **A**. La deformazione specifica del calcestruzzo varia dal valore 0.0 al valore massimo del calcestruzzo compresso (ϵ_{cu}) mentre la distanza dell'asse neutro dal lembo compresso può variare da 0.0 a $\epsilon_{cu}/(\epsilon_{cu}+\epsilon_{fu}) * h$.
La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.
- * **Campo 3** : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ϵ_{cu} . Le rette di deformazione appartengono a un fascio passante per **B**. La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è ancora deformata in campo plastico. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.
- * **Campo 4** : è ancora caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ϵ_{cu} . Le rette di deformazione appartengono a un fascio passante per **B**. La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è sollecitata con tensioni inferiori allo snervamento e può risultare anche scarica.
La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.
- * **Campo 5** : è ancora caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ϵ_{cu} . Le rette di deformazione specifica appartengono ancora a un fascio passante per **B** mentre la distanza dell'asse neutro varia da **h** ad **H**. L'armatura in tale regione è sollecitata a compressione e pertanto tutta la sezione è compressa; è questo il caso della flessione composta.
- * **Campo 6** : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato compresso che varia fra ϵ_{cu} e ϵ_{ck} . Le rette di deformazione specifica appartengono a un fascio passante per il punto **C** e la distanza dell'asse neutro varia fra 0.0 e $-\infty$.
La distanza di **C** dal lembo superiore compresso vale $((\epsilon_{cu}-\epsilon_{ck})/\epsilon_{cu}) * H$.
La sezione risulta sollecitata a compressione semplice o composta.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Nome	Classe	Rck [daN/cm ²]	fck [daN/cm ²]	γ_c	fcd [daN/cm ²]	ε_{ck} [‰]	ε_{cu} [‰]
CLS4	C25/30	300	250.00	1.60	132.81	2.00	3.50

Acciaio

Nome	Tipo	fyk [daN/cm ²]	γ_s	fyd [daN/cm ²]
BARRE4	B450C	4500.00	1.15	3913.04

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

COORDINATE VERTICI SEZIONE IN CALCESTRUZZO

VERTICE	X [cm]	Y [cm]
1	-100.00	25.00
2	100.00	25.00
3	100.00	-25.00
4	-100.00	-25.00

POLIGONALE No. 1 dal vertice 1 al vertice 4

COORDINATE E DIAMETRO DEI FERRI

FERRO No.	X [cm]	Y [cm]	$\varnothing$ [mm]
1	-96.5	21.5	10
2	-53.6	21.5	10
3	-10.7	21.5	10
4	32.2	21.5	10
5	75.1	21.5	10
6	96.5	-21.5	10
7	75.1	-21.5	10
8	53.6	-21.5	10
9	32.2	-21.5	10
10	10.7	-21.5	10
11	-10.7	-21.5	10
12	-32.2	-21.5	10
13	-53.6	-21.5	10
14	-75.1	-21.5	10
15	-96.5	-21.5	10

SOLLECITAZIONI E CONVENZIONE SEGNI

Nz= Sforzo normale sollecitante baricentrico [daN]
(positivo compressione)

Mx= Momento sollecitante attorno all'asse XX [daNm]
(positivo se l'asse coppia è concorde con XX)

My= Momento sollecitante attorno all'asse YY [daNm]
(positivo se l'asse coppia è concorde con YY)

NRd= Sforzo normale resistente baricentrico [daN]

MRdx= Momento resistente attorno all'asse XX [daNm]

MRdy= Momento resistente attorno all'asse YY [daNm]

CONDIZIONE CARICO	Nz	Mx	My
1	0.0	-12316.67	0.00
2	0.0	-11796.67	0.00

RISULTATI VERIFICA A FLESSIONE COMPOSTA DEVIATA AGLI S.L.U.

Condizione Carico No. 1

Nz	Mx	My	NRd	MRdX	MRdY	Coeff. Sic.	Campo rott.	ESITO
0	-12316.67	0.00	0	-13933.89	20.66	1.13	2	V

Condizione Carico No. 2

Nz	Mx	My	NRd	MRdX	MRdY	Coeff. Sic.	Campo rott.	ESITO
0	-11796.67	0.00	0	-13933.89	20.66	1.18	2	V

✓ **Analisi dei risultati**

Risultati SLU Software Plinti:

Dir.	Msd [daNm]	B [cm]	H [cm]	Cop. [cm]	Aft [cm²]	Afc [cm²]	Mrd [daNm]	S	Esito
X	-11796.67	200	50	3.00	7.20	3.60	-13678.01	1.16	V
Y	-12316.67	200	50	3.00	7.52	3.76	-13678.01	1.11	V

-Mrd 13678.01 daNm

Risultati Software verifiche sezione qualsiasi Slu

-Mrd dir X 13933.89 daNm

Scarto dei risultati =(13933.89- 13678.01) / 13933.89 =0.018= 1.8 %