



# COMUNE DI SELARGIUS

Città metropolitana di Cagliari

## Lavori di adeguamento alle norme di sicurezza della scuola elementare di via Roma



Progetto  
definitivo - esecutivo

Febbraio 2017

All.  
L

Tav.

Oggetto:

Calcoli strutturali  
scala c.a.

Progettazione:

Arch. Maurizio Masala

Collaboratori:

Il Dirigente Area 6 - Lavori Pubblici

Ing. A. Pibiri

Il responsabile del procedimento

Ing. Nicola Concas

## CALCOLO SCALA SU PARETE RETTANGOLARE

### TIPO DI CALCOLO

Il calcolo è stato effettuato secondo le indicazioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".  
Le sezioni sono state verificate secondo il metodo degli stati limite.

### DATI GENERALI

Larghezza fondazione.....	=	220 cm
Lunghezza fondazione.....	=	360 cm
Altezza fondazione.....	=	50 cm
Larghezza parete.....	=	25 cm
Lunghezza parete.....	=	360 cm
Altezza parete.....	=	650 cm
Lunghezza pianerottoli.....	=	130/200 cm
Spessore pianerottoli.....	=	20 cm
Largh. trave pianerottoli.....	=	25 cm
Altezza trave pianerottoli.....	=	40 cm
Alzata gradino.....	=	16 cm
Pedata gradino.....	=	30 cm
Largh. rampa (sporto gradino).....	=	130 cm
Spess. solettina collaborante.....	=	10 cm
Copriferro.....	=	3 cm
Carico permanente.....	=	120 daN/mq
Carichi d'esercizio (Tab. 3.1.II D.M. 14/01/2008)		
Carico esercizio (Tab. 3.1.II D.M. 14/01/2008)....	=	400 daN/mq
Carico esercizio concentrato.....	=	200 daN
Coeff. Carichi perm. strutturali.....	=	1.3
Coeff. Carichi perm. non strutturali.....	=	1.5
Coeff. Carichi d'esercizio.....	=	1.5
Pressione vento.....	=	80 daN
Altezza ringhiera.....	=	120 cm
Peso ringhiera.....	=	300 daN/ml
Forza orizz. sulla ringhiera.....	=	100 daN/ml

### COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

Coeff. $\Psi_1$ .....	=	0.70
Coeff. $\Psi_2$ .....	=	0.60

### PARAMETRI SISMICI

Tipo di costruzione.....	=	Opere ordinarie
Classe d'uso.....	=	II
Vita nominale.....	=	50
Suolo di fondazione.....	=	A
Categoria topografica.....	=	T1
Fattore di struttura (qx).....	= =	1.50

Fattore di struttura (qy)..... = = 1.50  
Fattore di struttura (qz)..... = = 1.50

**COORDINATE DEL SITO (Datum ED50): LONGITUDINE: 9.10° - LATITUDINE: 39.15°**

Tempo di ritorno	Dati SLV		Periodo TC*
	Accelerazione sismica Ag	Coefficiente Fo	
475	0.050	2.880	0.340

#### CARATTERISTICHE MATERIALI

Classe calcestruzzo..... = C25/30  
fcd cls..... = 141.67 daN/cm<sup>2</sup>  
fctd cls..... = 11.22 daN/cm<sup>2</sup>  
Tipo acciaio..... = B450C  
fyd acciaio..... = 3913.04 daN/cm<sup>2</sup>

#### CALCOLO GRADINO

CARICHI RIFERITI AL SINGOLO GRADINO B = 30

Gradino e solettina collaborante..... = 145 daN/ml  
Carico permanente (pav. ed int.)..... = 36 daN/ml  
Carico d'esercizio ..... = 120 daN/ml  
Influenza ringhiera..... = 90 daN/ml  
Fattore di struttura..... = 1.50  
Carico sismico ripartito..... = 8 daN/ml  
  
Carico esercizio concentrato..... = 200 daN  
Carico sismico concentrato..... = 11 daN  
Forza orizzontale sulla ringhiera..... = 100 daN/ml

PERIODO PROPRIO DI OSCILLAZIONE E VALORI SPETTRO

T1..... = 0.0268 sec  
Aliquota di g..... = 0.07

VERIFICA A FLESSIONE

Momento massimo di calcolo..... = 733 daNm  
Momento resistente..... = 1049 daNm  
Coefficiente di sicurezza..... = 1.43

VERIFICA A TAGLIO

Taglio massimo di calcolo..... = 695 daN  
Taglio resistente calcestruzzo..... = 2036 daN  
Taglio resistente limite..... = 15040 daN  
Coefficiente di sicurezza..... = 2.93

VERIFICHE DI ESERCIZIO

VERIFICA A FLESSIONE

- Stato Tensionale -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	$\sigma_{calc. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{calc. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Coeff sic.
Caratt.	506.75	25.59	150.00	-1055.61	3600.00	3.41
Freq.	435.71	22.00	112.50	-907.62	3600.00	3.97
Quasi Perm.	412.03	20.81	112.50	-858.29	3600.00	4.19

- Fessurazione -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	Fessura di calcolo [mm]	Fessura limite [mm]	Coeff. sic.
Caratt.	506.75	0.00	0.40	>10
Freq.	435.71	0.00	0.40	>10
Quasi Perm.	412.03	0.00	0.30	>10

#### ARMATURA

Staffoni.....	=	1
Monconi.....	=	1
Diametro.....	=	12 mm

#### **CALCOLO PIANEROTTOLO**

Peso proprio.....	=	1000 daN/ml
Carico permanente (pav. ed int.).....	=	240 daN/ml
Carico d'esercizio.....	=	800 daN/ml
Influenza ringhiera.....	=	600 daN/ml
Fattore di struttura.....	=	1.50
Carico sismico ripartito.....	=	52 daN/ml
Carico esercizio concentrato.....	=	200 daN/ml
Carico sismico concentrato.....	=	5270 daN/ml
Forza orizzontale sulla ringhiera.....	=	100 daN/ml

#### PERIODO PROPRIO DI OSCILLAZIONE E VALORI SPETTRO

T1.....	=	0.0256 sec
Aliquota di g.....	=	0.07

#### VERIFICA A FLESSIONE

Momento massimo di calcolo.....	=	3658 daNm
Momento resistente.....	=	9748 daNm
Coefficiente di sicurezza.....	=	2.66

#### VERIFICA A TAGLIO

Taglio massimo di calcolo.....	=	4345 daN
Taglio resistente calcestruzzo.....	=	17132 daN
Taglio resistente limite.....	=	132609 daN
Coefficiente di sicurezza.....	=	3.94

#### VERIFICHE DI ESERCIZIO

- Stato Tensionale -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	$\sigma_{calc. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{calc. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Coeff. . sic.
Caratt.	2560.60	32.67	150.00	-1107.50	3600.00	3.25
Freq.	2340.76	29.86	112.50	-1012.41	3600.00	3.56
Quasi Perm.	2267.48	28.93	112.50	-980.72	3600.00	3.67

- Fessurazione -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	Fessura di calcolo [mm]	Fessura limite [mm]	Coeff. sic.
Caratt.	2560.60	0.00	0.40	>10
Freq.e	2340.76	0.00	0.40	>10
Quasi Perm.	2267.48	0.00	0.30	>10

#### ARMATURA

Staffoni.....	=	7
Monconi.....	=	7
Diametro.....	=	12 mm

#### **CALCOLO MENSOLA CENTRALE PIANEROTTOLO**

Peso proprio.....	=	1550 daN/ml
Carico permanente (pav. ed int.).....	=	342 daN/ml
Carico d'esercizio.....	=	1140 daN/ml
Influenza ringhiera.....	=	855 daN/ml
Fattore di struttura.....	=	1.50
Carico sismico ripartito.....	=	94 daN/ml
Carico esercizio concentrato.....	=	200 daN/ml
Carico sismico concentrato.....	=	13907 daN/ml
Forza orizzontale sulla ringhiera.....	=	100 daN/ml

#### PERIODO PROPRIO DI OSCILLAZIONE E VALORE SPETTRO

T1.....	=	0.0884 sec
Aliquota di g.....	=	0.09

#### VERIFICA A FLESSIONE

Momento massimo di calcolo.....	=	10838 daNm
Momento resistente.....	=	15986 daNm
Coefficiente di sicurezza.....	=	1.47

#### VERIFICA A TAGLIO

Taglio massimo di calcolo.....	=	9231 daN
Taglio resistente calcestruzzo.....	=	5457 daN
Taglio resistente limite.....	=	35578 daN
Taglio resistente staffe.....	=	57519 daN
Coefficiente di sicurezza.....	=	6.82

#### VERIFICHE DI ESERCIZIO

- Stato Tensionale -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	$\sigma_{calc. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{calc. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Coeff . sic.
Caratt.	7591.60	78.49	150.00	-1907.32	3600.00	1.89
Freq.	6962.32	71.98	112.50	-1749.22	3600.00	1.56
Quasi Perm.	6752.56	69.81	112.50	-1696.52	3600.00	1.61

- Fessurazione -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	Fessura di calcolo [mm]	Fessura limite [mm]	Coeff . sic.
Caratt.	7591.60	0.34	0.40	1.19
Freq.	6962.32	0.30	0.40	1.32
Quasi Perm.	6752.56	0.29	0.30	1.03

#### ARMATURA

Mollettoni.....	=	4
Diametro.....	=	20 mm
Passo staffe.....	=	22 cm
Diametro staffe.....	=	8 mm

#### **CALCOLO DINAMICO PARETE INCASTRATA AL PIEDE**

Il calcolo viene effettuato per mezzo dell' analisi Dinamica mediante modellazione agli elementi finiti (FEM), ipotizzando che la massa della parete sia uniformemente distribuita lungo l'altezza.

#### DATI GEOMETRICI

Larghezza direzione x.....	=	25 cm
Larghezza direzione y.....	=	360 cm
Altezza totale.....	=	650 cm

#### CARICHI VERTICALI

Peso struttura carichi permenenti.....	=	43853 daN
Peso struttura carichi d'esercizio.....	=	12456 daN
Coefficiente per destinazione d'uso.....	=	0.8
Fattore di struttura.....	=	3.08
Peso sismico.....	=	53818 daN

#### DATI DEI PRIMI TRE MODI IN DIREZIONE Y

#### PERIODI PROPRI DI OSCILLAZIONE

T1.....	=	0.0399 sec
T2.....	=	0.0065 sec
T3.....	=	0.0023 sec

#### VALORI SPETTRO

Aliquota di g modo 1.....	=	0.06
Aliquota di g modo 2.....	=	0.05
Aliquota di g modo 3.....	=	0.05

FATTORI DI PARTECIPAZIONE DELLE MASSE

gm1..... = 64.6  
gm2..... = 20.0  
gm3..... = 6.8  
I modi vengono combinati mediante combinazione dei modi CQC.

TAGLI AL PIEDE

T1max..... = 2174 daN  
T2max..... = 534 daN  
T3max..... = 177 daN

MOMENTI AL PIEDE

M1max..... = 10317 daNm  
M2max..... = 733 daNm  
M3max..... = 150 daNm

DATI DEI PRIMI TRE MODI IN DIREZIONE X

PERIODI PROPRI DI OSCILLAZIONE

T1..... = 0.5744 sec  
T2..... = 0.0929 sec  
T3..... = 0.0336 sec

VALORI SPETTRO

Aliquota di g modo 1..... = 0.05  
Aliquota di g modo 2..... = 0.08  
Aliquota di g modo 3..... = 0.06

FATTORI DI PARTECIPAZIONE DELLE MASSE

gm1..... = 64.6  
gm2..... = 20.0  
gm3..... = 6.8  
I modi vengono combinati mediante combinazione dei modi CQC.

TAGLI AL PIEDE

T1max..... = -1866 daN  
T2max..... = -890 daN  
T3max..... = -221 daN

MOMENTI AL PIEDE

M1max..... = 8858 daNm  
M2max..... = 1222 daNm  
M3max..... = 187 daNm

VERIFICA A FLESSIONE IN DIREZIONE Y

Sforzo normale di calcolo..... = 53818 daN  
Momento massimo di calcolo..... = 10781 daNm  
Sforzo normale resistente..... = 53809 daN  
Momento resistente..... = 17905 daNm

Coefficiente di sicurezza..... = 1.86

VERIFICA A FLESSIONE IN DIREZIONE X

Sforzo normale di calcolo..... = 53818 daN  
Momento massimo di calcolo..... = 9628 daNm  
Sforzo normale resistente..... = 53818 daN  
Momento resistente..... = 262881 daNm  
Coefficiente di sicurezza..... = 24.38

VERIFICA A TAGLIO

Taglio massimo di calcolo..... = 2585 daN  
Taglio resistente limite..... = 323438 daN  
Taglio resistente meccanismo a trazione..... = 41539 daN  
Taglio resistente scorrimento orizzontale..... = 152027 daN  
Coefficiente di sicurezza..... = 0.00

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE IN DIREZIONE X

- Stato Tensionale -

Comb.	N. soll. [daNm]	Mom. max soll. [daNm]	$\sigma_{calc.}$ cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim.}$ cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{calc.}$ acc. [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim.}$ acc. [daN/cm <sup>2</sup> ]	Coef f. sic.
Caratt.	12456.00	6084.00	34.73	150.00	-1621.24	3600.00	2.22
Freq.	8719.20	4258.80	24.31	112.50	-1134.87	3600.00	3.17
Quasi Perma.	7473.60	3650.40	20.84	112.50	-972.74	3600.00	3.70

- Fessurazione -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	Fessura di calcolo [mm]	Fessura limite [mm]	Coeff. sic.
Caratt.	6084.00	0.00	0.40	>10
Freq.e	4258.80	0.00	0.40	>10
Quasi Perm.	3650.40	0.00	0.30	>10

VERIFICA A FLESSIONE IN DIREZIONE Y

- Stato Tensionale -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	$\sigma_{calc.}$ cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim.}$ cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{calc.}$ acc. [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim.}$ acc. [daN/cm <sup>2</sup> ]	Coef . sic.
Caratt.	422.50	1.39	150.00	20.87	3600.00	107.6 9
Freq.	295.75	0.98	112.50	14.61	3600.00	115.3 8
Quasi Perm.	253.50	0.84	112.50	12.52	3600.00	134.6 1

- Fessurazione -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	Fessura di calcolo [mm]	Fessura limite [mm]	Coeff. sic.
Caratt.	422.50	0.00	0.40	>10
Freq.	295.75	0.00	0.40	>10
Quasi Perm.	253.50	0.00	0.30	>10



### ARMATURA

Passo barre verticali.....	=	20 cm
Diametro barre verticali.....	=	10 mm
Passo barre orizzontali.....	=	20 cm
Diametro barre orizzontali.....	=	8 mm

### **CALCOLO FONDAZIONE**

#### DATI GEOMETRICI

Larghezza direzione x.....	=	220 cm
Larghezza direzione y.....	=	360 cm
Spessore platea.....	=	50 cm
Sporto max in direzione x.....	=	98 cm
Sporto max in direzione y.....	=	0 cm

#### VERIFICA CAPACITA' TERRENO

La verifica del sistema di fondazione relativo alla struttura in oggetto, è stata effettuata sulla base dei dati geologici e dei parametri geotecnici forniti, seguendo l'approccio di progetto relativo al punto 6.4.2.1 del DM 14/01/2008:

A1 + M1 + R3

Il calcolo del carico limite viene effettuato utilizzando le formule, relative alla forma rettangolare, di Brinch - Hansen.

Sforzo normale agente sulla superficie di contatto =	85593 daN
Carico limite concentrato..... =	91491 daN
Area d'impronta efficace..... =	66126 cmq
Carico limite ripartito..... =	3 daN/cmq
Coefficiente di sicurezza..... =	1.07

#### VERIFICA A FLESSIONE IN DIREZIONE Y

Momento massimo di calcolo..... =	NAN daNm
Momento resistente..... =	-1 daNm
Coefficiente di sicurezza..... =	2147483648.00

#### VERIFICA A FLESSIONE IN DIREZIONE X

Momento massimo di calcolo..... =	21568 daNm
Momento resistente..... =	56642 daNm
Coefficiente di sicurezza..... =	2.63

#### VERIFICA A TAGLIO NELLA DIREZIONE PIU' GRAVOSA

Taglio agente..... =	41579 daN
Taglio resistente calcestruzzo..... =	43047 daN
Taglio resistente limite..... =	410927 daN
Coefficiente di sicurezza..... =	1.04

#### STATI LIMITE DI ESERCIZIO

#### VERIFICA A FLESSIONE IN DIREZIONE X

- Stato Tensionale -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	$\sigma_{calc. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{calc. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Coeff . sic.
Caratt.	9059.03	10.85	150.00	-654.50	3600.00	5.50
Freq.	6769.10	8.11	112.50	-489.05	3600.00	7.36
Quasi Perm.	6005.79	7.20	112.50	-433.91	3600.00	8.30

- Fessurazione -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	Fessura di calcolo [mm]	Fessura limite [mm]	Coeff. sic.
Caratt.	9059.03	0.00	0.40	>10
Freq.	6769.10	0.00	0.40	>10
Quasi Perm.	6005.79	0.00	0.30	>10

VERIFICA A FLESSIONE IN DIREZIONE Y

- Stato Tensionale -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	$\sigma_{calc. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. cls}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{calc. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{lim. acc.}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Coeff . sic.
Caratt.	NAN	0.00	150.00	0.00	3600.00	10000 0.00
Freq.	NAN	0.00	112.50	0.00	3600.00	10000 0.00
Quasi Perma.	NAN	0.00	112.50	0.00	3600.00	10000 0.00

- Fessurazione -

Comb.	Mom. max soll. [daNm]	Fessura di calcolo [mm]	Fessura limite [mm]	Coeff. sic.
Caratt.	NAN	0.00	0.40	>10
Freq.	NAN	0.00	0.40	>10
Quasi Perm.	NAN	0.00	0.30	>10

ARMATURA

ARMATURA IN DIREZIONE Y

Diametro..... = 16 mm  
 Passo..... = 24 mm

ARMATURA IN DIREZIONE X

Diametro..... = 16 mm  
 Passo..... = 24 mm

**VERIFICHE DI EQUILIBRIO**

EQUILIBRIO A RIBALTAMENTO

La verifica di equilibrio, richiesta dal D.M. 14/01/2008 punto 2.2.1, viene effettuata in base alle combinazioni del punto 2.6.1, utilizzando il coefficiente 0.9 per il carico stabilizzante.

La verifica consiste nel confrontare il momento ribaltante, ottenuto in funzione delle massa sismica e dello spettro di calcolo SLV, con il momento stabilizzante calcolato rispetto al punto di rotazione.

Equilibrio in direzione X:

Forza sismica di ribaltamento (Fs).....	=	3058 daN
Braccio della forza sismica di ribaltamento (Dfs).	=	3.25 m
Momento ribaltante (Mrib).....	=	9939 daNm
Carichi permanenti (Nstab: 0.9 Nperm).....	=	48378 daN
Braccio del carico stabilizzante (Dns).....	=	1.10 m
Momento stabilizzante (Mstab).....	=	53215 daNm
Coeff. di sicurezza (s).....	=	5.35

Equilibrio in direzione Y:

Forza sismica di ribaltamento (Fs).....	=	3562 daN
Braccio della forza sismica di ribaltamento (Dfs).	=	3.25 m
Momento ribaltante (Mrib).....	=	11577 daNm
Carichi permanenti (Nstab: 0.9 Nperm).....	=	48378 daN
Braccio del carico stabilizzante (Dns).....	=	1.80 m
Momento stabilizzante (Mstab).....	=	87080 daNm
Coeff. di sicurezza (s).....	=	7.52

#### **CONSIDERAZIONI SULLA DUTTILITA'**

L'utilizzo del fattore di struttura pari al valore minimo 1.5 è tale da non richiedere particolari disposizioni tecniche in merito alla gerarchia delle resistenze e alla duttilità strutturale.