

Analisi non lineare del telaio di cerchiatura - calcolo rigidezza, resistenza e spostamento ultimo

Normativa: NTC2018 - D.M. 17/01/2018; Circolare 21/1/2019, n. 7

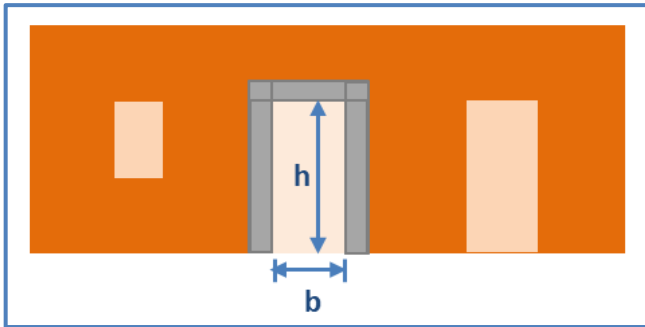
Tipologia costruttiva di montanti e architrave

Montanti: acciaio

Architrave: acciaio

Dimensioni nette dell'apertura

h =	2.00	m	Altezza netta dell'apertura
b =	1.00	m	Larghezza netta dell'apertura

**Acciaio strutturale - caratteristiche di resistenza**

E =	210000	N/mm ²	Modulo elasticodell'acciaio
f _{yk} =	450.00	N/mm ²	Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
γ _M =	1.05		Coefficiente parziale di sicurezza

Montanti in acciaio - sezione

Sezione:	HE220A	Nome sezione
n _p =	1	Numero profili per ciascun montante

Architrave in acciaio - sezione

Sezione:	IPE160	Nome sezione
n _p =	1	Numero profili

Altri dati del telaio

Base:	incastro	Vincolo alla base dei montanti
μ =	4.00	Duttilità del telaio di cerchiatura
γ _{Rd} =	1.30	Fattori di sovrarresistenza per gerarchia architrave-montante

Dati del solaio

H _s =	0.50	m	Distanza del piano di scarico del solaio dall'intrad. dell'apertura
orditura: ortogonale all'architrave			
L _{inf} =	3.00	m	Metà luce del solaio
g _{1k} =	2.50	kN/m ²	Peso proprio del solaio
g _{2k} =	2.50	kN/m ²	Carico permanente del solaio
q _k =	2.00	kN/m ²	Carico accidentale del solaio
g _{altro} =	0.00	kN/m ²	Altri carichi perm.
q _{d,non-lin} =	11.66	kN/m	Carico sull'architrave per analisi non lineare

Abbassamenti limite in funzione della luce dell'architrave

L / 250

Abbassamento limite per i carichi caratteristici

L / 300

Abbassamento limite per i soli carichi variabili

Coefficienti parziali e di combinazione

$\gamma_g =$	1.30	Coefficiente parziale per carichi permanenti
$\gamma_q =$	1.50	Coefficiente parziale per carichi accidentali
$\psi_2 =$	0.35	Coefficiente di combinazione

Risultati dell'analisi**Telaio di cerchiatura**

$K_c =$	14058	kN/m	Rigidezza del telaio
$F_{cerch} =$	283.54	kN	Resistenza del telaio
$F(d''_u) =$	107.90	kN	Tagliante in corrispond. dello spost. ultimo della parete
$d_{e,c} =$	11.536	mm	Spostamento al limite elastico del telaio
$d_{u,c} =$	46.145	mm	Spostamento ultimo del telaio

Parete allo stato di fatto

$K' =$	247576	kN/m	Rigidezza della parete
$F' =$	443.70	kN	Resistenza della parete allo stato di fatto
$d'_e =$	1.272	mm	Spostamento al limite elastico della parete
$d'_u =$	8.673	mm	Spostamento ultimo della parete

Parete allo stato di progetto

$K'' =$	240539	kN/m	Rigidezza della parete
$F'' =$	368.33	kN	Resistenza della parete
$d''_e =$	1.335	mm	Spostamento al limite elastico della parete
$d''_u =$	7.675	mm	Spostamento ultimo della parete

Parete allo stato di progetto con telaio di cerchiatura

$K''+K_{cerc} =$	254597	kN/m	Rigidezza della parete con cerchiature metalliche
$F''+F_{cerc} =$	476.23	kN	Resistenza della parete con cerchiature metalliche
$d_{u,p+c} =$	7.675	mm	Spostamento ultimo della parete con cerchiatura

Parete allo stato di progetto con cerchiatura							Esito	
Variazione di rigidezza								
	-15.00	≤	$\Delta K [\%] =$	2.84	≤	15.00	✓	Positivo
Variazione di resistenza								
	-15.00	≤	$\Delta F [\%] =$	7.33	≤	15.00	✓	Positivo
Variaz. dello spostamento ultimo								
	-15.00	≤	$\Delta d_u [\%] =$	-11.50	≤	15.00	✓	Positivo

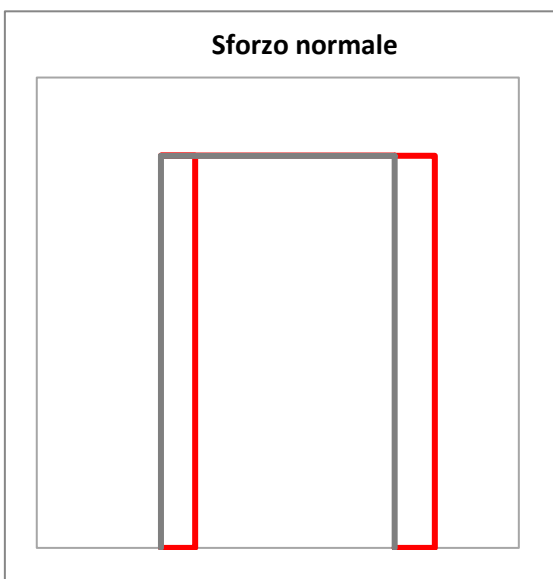
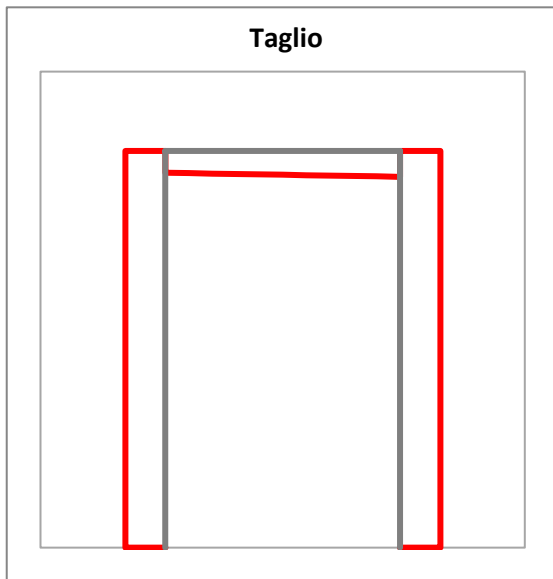
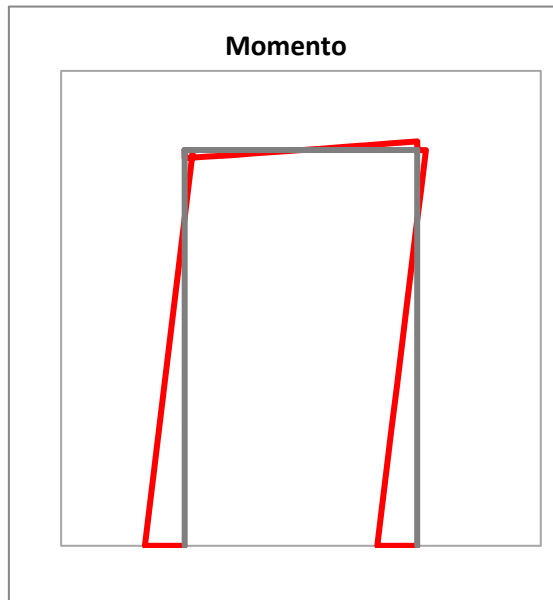
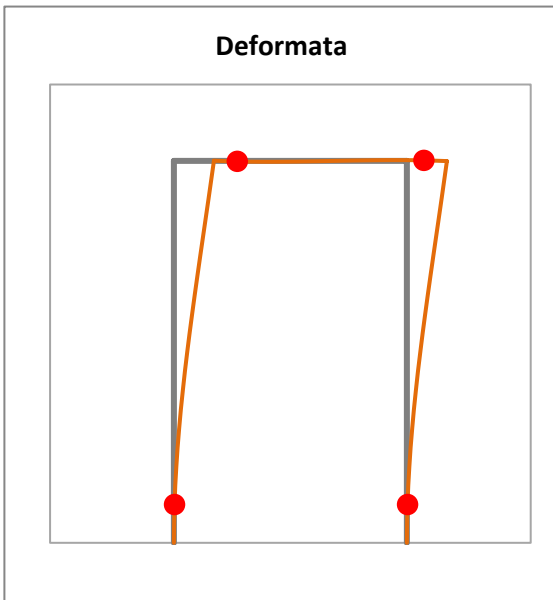
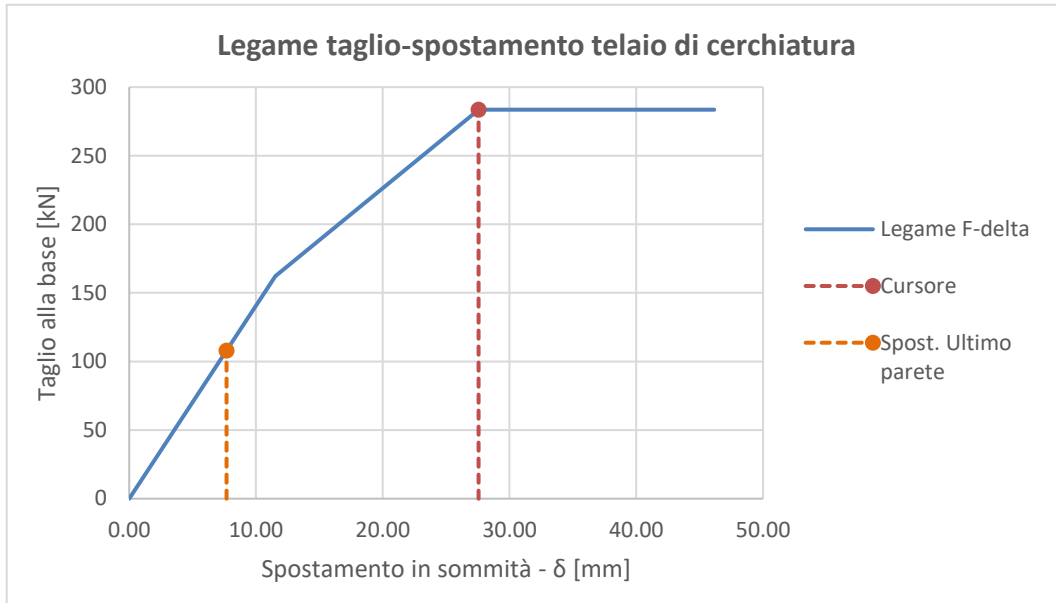
Verifica del telaio di cerchiatura							Ed/Rd	Esito
Spessore telaio e muratura								
	$t_{tel} =$	220.00	≤	$t_{mur} =$	450.00	mm	✓ 0.49	Positivo
Gerarchia resist. architrave/montante								
	$\gamma_{Rd} M_{Rd,a} =$	69.03	≤	$M_{Rd,m} =$	243.64	kNm	✓ 0.28	Positivo
Trascurabilità del mom. per car. verticale								

	$M_{\max,a} =$	1.25	\leq	$0.1 \cdot M_{Rd,a} =$	5.31	kNm	✔ 0.24	Positivo
--	----------------	------	--------	------------------------	------	-----	--------	----------

Scarico del solaio sull'architrave							Esito	
Scarico del solaio								
	$h' =$	0.34	\leq	$h =$	0.87	m	Presente	

Verifica dell'architrave in acciaio							Ed/Rd	Esito
Verifica a flessione allo SLU								
	$M_{Ed} =$	3.35	\leq	$M_{Rd,pl} =$	243.64	kNm	✔ 0.01	Positivo
Verifica a taglio allo SLU								
	$V_{Ed} =$	11.08	\leq	$V_{c,Rd} =$	238.92	kN	✔ 0.05	Positivo
Spostam. in mezzeria allo SLE								
	$\delta_{\max} =$	0.21	\leq	$\delta_{lim,1} =$	4.84	mm	✔ 0.04	Positivo
Spostam. in mezzeria allo SLE								
	$\delta_2 =$	0.05	\leq	$\delta_{lim,2} =$	4.03	mm	✔ 0.01	Positivo

Grafici di output



Sollecitazioni massime nel telaio di cerchiatura

Montante

	M	T	N
	[kNm]	[kN]	[kN]
piede	243.64	142.66	92.76
testa	53.10	142.66	92.76

Architrave

	M	T	N
	[kNm]	[kN]	[kN]
sinistra	53.10	92.76	0.90
destra	53.10	92.76	0.90

Legame taglio-spostamento del telaio di cerchiatura

δ	F
mm	kN
0.00	0.00
11.54	162.17
27.56	283.54
46.15	283.54



Ordine di formazione delle cerniere plastiche
prima nell'architrave e poi alla base dei montanti

Dettaglio dei calcoli

Montanti in acciaio - Singolo profilo

$h_p =$	210	mm	Altezza sezione
$b_p =$	220	mm	Base sezione
$A =$	64.34	cm ²	Area
$I_y =$	5410.00	cm ⁴	Momento d'inerzia
$W_{y,pl} =$	568.50	cm ³	Modulo di resistenza plastico
$M_{Rd,pl} =$	243.64	kNm	Momento resistente plastico

Montanti in acciaio - Profilo composto

$n_p =$	1		Numero profili per ciascun montante
$b_p =$	220	mm	Base sezione composta
$A =$	64.34	cm ²	Area
$I_y =$	5410.00	cm ⁴	Momento d'inerzia
$M_{Rd,pl} =$	243.64	kNm	Momento resistente plastico

Architrave in acciaio - Singolo profilo

$h_p =$	160	mm	Altezza del profilo
$b_p =$	82	mm	Base sezione
$g =$	0.16	kN/m	Peso del profilo
$A =$	20.09	cm ²	Area
$I_y =$	869.30	cm ⁴	Momento d'inerzia
$W_{y,pl} =$	123.90	cm ³	Modulo di resistenza plastico
$M_{Rd,pl} =$	53.10	kNm	Momento resistente plastico

Architrave in acciaio - Profilo composto

$n_p =$	1		Numero profili per ciascun montante
$b_p =$	82	mm	Base sezione composta
$A =$	20.09	cm ²	Area
$I_y =$	869.30	cm ⁴	Momento d'inerzia
$M_{Rd,pl} =$	53.10	kNm	Momento resistente plastico

Rigidezza traslante del telaio

$\delta =$	0.711	mm	Spostamento orizzontale dei nodi di sommità
$F =$	10	kN	Forza orizzontale
$K =$	14058	kN/m	Rigidezza traslante

Legame taglio-spostamento del telaio di cerchiatura

$d''_u =$	7.675	mm	Spostamento ultimo della parete
$F(d''_u) =$	107.90	kN	Tagliante in corrispond. dello spost. ultimo della parete

Verifica dell'architrave in acciaio**Dati geometrici e peso muratura**

$L =$	1.00	m	Larghezza netta dell'apertura
$t =$	0.45	m	Spessore della muratura
$g_{mur} =$	15.00	kN/m ³	Peso per unità di volume della muratura sovrastante l'architrave

Proprietà dell'architrave in acciaio

$L =$	1.21	m	Lunghezza di calcolo dell'architrave
$n_p =$	1		Numero profili
$h =$	160	mm	Altezza del profilo
$g =$	0.16	kN/m	Peso del profilo

Scarico del solaio sull'architrave

$h =$	0.87	m	Altezza del triangolo equilatero
$h' =$	0.34	m	Altezza del piano di scarico del solaio
$h'' =$	0.53	m	Altezza del triangolo al di sopra del piano del solaio
$L_s =$	0.61	m	Lunghezza del piano di scarico del solaio
$g_k =$	7.53	kN/m	Carico permanente del solaio sull'architrave
$q_k =$	3.01	kN/m	Carico accidentale del solaio sull'architrave

Scarico del solaio sull'architrave						Esito	
Scarico del solaio							
	$h' =$	0.34	\leq	$h =$	0.87	m	Presente

Peso della muratura sull'architrave

$g_{mur} =$	15.00	kN/m ³	Peso della muratura sovrastante l'architrave
$A =$	0.52	m ²	Area del triangolo isoscele
$V =$	0.24	m ³	Volume della muratura che scarica sul solaio
$g_{k,muro} =$	2.92	kN/m	Carico del muro sull'architrave

Carichi sull'architrave in acciaio

$\gamma_g =$	1.30		Coefficiente parziale per carichi permanenti
$\gamma_q =$	1.50		Coefficiente parziale per carichi accidentali
$\psi_2 =$	0.35		Coefficiente di combinazione
$q_{d,non-lin} =$	11.66	kN/m	Carico sull'architrave per analisi non lineare
$q_{d,SLU} =$	18.31	kN/m	Carico allo Stato Limite Ultimo

Verifica allo Stato Limite Ultimo*Schema statico: trave appoggiata-appoggiata*

$M_{Ed} =$	3.35	kNm	Momento sollecitante massimo in mezzeria
$V_{Ed} =$	11.08	kN	Taglio sollecitante massimo all'appoggio
$M_{Rd,pl} =$	243.64	kNm	Momento resistente plastico dei profili
$A_v =$	966	mm ²	Area resistente a taglio del singolo profilo
$V_{c,Rd} =$	238.92	kN	Taglio resistente dei profili

Abbassamenti allo Stato Limite di Esercizio - Combinazione quasi permanente*Schema statico: trave appoggiata-appoggiata*

$q_{d,SLE} =$	13.62	kN/m	Carico totale in combinazione SLE
$I_y =$	869	cm ⁴	Momento d'inerzia
$\delta_{max} =$	0.21	mm	Abbassamento in mezzeria per i carichi caratteristici
$\delta_2 =$	0.05	mm	Abbassamento in mezzeria per i carichi variabili
	L / 250		Abbassamento limite per δ_{max}
	L / 300		Abbassamento limite per δ_2
$\delta_{lim,1} =$	4.84	mm	Abbassamento limite per δ_{max}
$\delta_{lim,2} =$	4.03	mm	Abbassamento limite per δ_2

Verifica dell'architrave in acciaio						Ed/Rd	Esito	
Verifica a flessione allo SLU								
	$M_{Ed} =$	3.35	\leq	$M_{Rd,pl} =$	243.64	kNm	✔ 0.01	Positivo
Verifica a taglio allo SLU								
	$V_{Ed} =$	11.08	\leq	$V_{c,Rd} =$	238.92	kN	✔ 0.05	Positivo
Spostam. in mezzeria allo SLE								
	$\delta_{max} =$	0.21	\leq	$\delta_{lim,1} =$	4.84	mm	✔ 0.04	Positivo
Spostam. in mezzeria allo SLE								
	$\delta_2 =$	0.05	\leq	$\delta_{lim,2} =$	4.03	mm	✔ 0.01	Positivo