

COMUNE DI ROMA  
PROVINCIA DI ROMA

**LAVORI DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO ALBERGO**  
**sito in via Massimiliano Massimo**

Committente generale dell'Opera:  
**Collegio di Mondragone della Compagnia di Gesù**

Appaltatore generale dell'Opera:  
**Cavagnis Costruzioni s.r.l.**

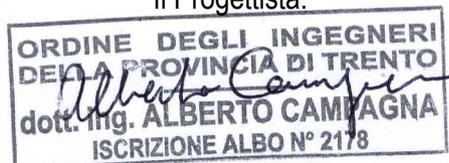
Affidatario dei lavori di costruzione delle facciate ventilate:  
**ISVIP System s.r.l.**

Submandatario della progettazione delle facciate ventilate:  
**FACCIAE 20 LATE S.r.l.**

**FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE**

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE PER L'ASSEVERAZIONE  
ALLA NORMATIVA VIGENTE DELLA SOTTOSTRUTTURA METALLICA  
DI SUPPORTO DELLA FACCIATA VENTILATA E DEGLI ANCORAGGI

Il Progettista:



CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 1 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

# Indice

<b>1.</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
1.1.	Obiettivo tecnico .....	3
1.2.	Normativa tecnica .....	3
1.3.	Sistema di unità di misura e metodi di calcolo .....	3
1.4.	Metodo di calcolo .....	3
<b>2.</b>	<b>Caratteristiche dei materiali .....</b>	<b>4</b>
2.1.	Premessa .....	4
2.2.	Pezzi e profili in lega di alluminio .....	4
2.3.	Pezzi speciali in acciaio inossidabile .....	4
2.4.	Caratteristiche di resistenza della viteria autoforante .....	4
2.5.	Caratteristiche di resistenza degli ancoranti .....	6
2.5.1.	Ancorante pesante passante per posa su calcestruzzo .....	6
2.5.2.	Ancorante in nylon per posa su muratura in blocchi semipieni di laterizio .....	6
<b>3.</b>	<b>Analisi dei carichi .....</b>	<b>8</b>
3.1.	Premessa .....	8
3.2.	Carichi permanenti .....	8
3.3.	Sovraccarico variabile indotto dalla pressione e dalla depressione ventosa .....	8
3.3.1.	Valori di progetto per la facciata nord .....	8
3.3.2.	Valori di progetto per la facciata sud .....	9
3.4.	Sovraccarico variabile indotto dall'azione sismica .....	9
<b>4.</b>	<b>Verifica dei ganci di supporto e di ritegno del rivestimento .....</b>	<b>11</b>
4.1.	Premessa .....	11
4.2.	Resistenza di progetto del gancio .....	11
4.3.	Sollecitazione massima sul gancio .....	11
<b>5.</b>	<b>Verifica dei montanti .....</b>	<b>12</b>
5.1.	Modello di calcolo .....	12
5.2.	Analisi dei carichi .....	12
5.3.	Verifica di resistenza .....	13
5.4.	Verifica di deformabilità .....	13
<b>6.</b>	<b>Verifica delle staffe appensione e di controvento .....</b>	<b>14</b>
6.1.	Descrizione delle strutture .....	14
6.2.	Staffe di appensione .....	14
6.2.1.	Caratteristiche del vincolo .....	14
6.2.2.	Analisi dei carichi .....	15
6.2.3.	Verifica di resistenza .....	15
6.3.	Staffe di controvento .....	16
6.3.1.	Caratteristiche del vincolo .....	16
6.3.2.	Analisi dei carichi .....	16
6.3.3.	Verifica di resistenza .....	16
<b>7.</b>	<b>Verifica degli ancoraggi alla parete perimetrale dell'edificio .....</b>	<b>19</b>
7.1.	Vincoli di appensione su calcestruzzo .....	19
7.1.1.	Verifica di resistenza dell'ancorante .....	19
7.2.	Vincoli di appensione sulla muratura .....	19
7.2.1.	Verifica di resistenza dell'ancorante .....	20
7.3.	Vincoli di controvento .....	20
7.3.1.	Verifica di resistenza dell'ancorante .....	21
<b>8.</b>	<b>Considerazioni finali .....</b>	<b>22</b>
<b>9.</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>23</b>

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 2 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

# 1. Premessa

## 1.1. Obiettivo tecnico

Oggetto della presente relazione di calcolo strutturale è il dimensionamento e la verifica statica della sottostruttura metallica di supporto, e relativi ancoraggi, di una facciata ventilata.

Cantiere:	Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo a Roma (quartiere Eur)
Struttura perimetrale dell'edificio (supporto):	pilastri e cordoli in conglomerato cementizio armato e tamponamenti in blocchi di laterizio tipo Poroton P200 35x20x25 prodotto dalla ditta Fantini Scianatico
Tipo di materiale di rivestimento:	piastrelle in gres porcellanato
Altezza massima di calcolo dal suolo:	60 metri (valore cautelativo dal piano strada di viale Egeo)
Modulo nominale dei pannelli:	597 x 1197 con ampiezza nominale di fuga di 9 millimetri
Spessore nominale dei pannelli:	10 millimetri
Superficie approssimativa delle facciate:	1500 metri quadrati

Nel seguito si espongono le verifiche di calcolo ritenute significative e corrispondenti alla configurazione standard del sistema di sostegno della facciata ventilata. Le condizioni di posa particolari, da realizzarsi necessariamente per la presenza di aperture, spigoli, rientranze, irregolarità geometriche, vengono risolte incrementando il numero dei montanti e dei fissaggi per ragioni di carattere prettamente costruttivo, determinando un sovradimensionamento locale della struttura metallica, che risulta pertanto staticamente verificata.

## 1.2. Normativa tecnica

Le verifiche di calcolo sono condotte secondo quanto prescritto dalle vigenti norme tecniche.

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.*
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – *Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche.*
- Decreto ministeriale 14 gennaio 2008 – *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.*
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 - *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.*

La progettazione delle strutture è condotta nel rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, che definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità e di durabilità. Qualora le suddette norme non contengano particolari indicazioni applicative per l'ottenimento delle prescritte prestazioni, ci si riferisce a normative tecniche di comprovata validità e ad altri documenti tecnici presenti in letteratura.

## 1.3. Sistema di unità di misura e metodi di calcolo

Il sistema di unità di misura adottato è il "Sistema Internazionale di unità" indicato con la sigla "SI" di cui alle direttive del Consiglio delle Comunità europee n. 76/770/CEE del 27 luglio 1976. Per la conversione dal sistema pratico al sistema internazionale delle grandezze considerate nei calcoli di dimensionamento e verifica delle strutture, il coefficiente 9,81 è stato arrotondato a 10 per ragioni di carattere pratico.

## 1.4. Metodo di calcolo

Lo studio delle strutture è condotto impiegando i criteri della scienza delle costruzioni basati sull'ipotesi di elasticità lineare dei materiali ed il metodo agli stati limite per la verifica delle sezioni.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 3 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

## 2. Caratteristiche dei materiali

### 2.1. Premessa

Le caratteristiche geometriche e di resistenza dei materiali impiegati per la realizzazione della sottostruttura metallica e gli ancoraggi sono descritte nel Manuale di Montaggio e di Manutenzione (elaborato **pac.T01**), cui la presente relazione fa riferimento.

### 2.2. Pezzi e profili in lega di alluminio

Per la produzione di pezzi e profilati estrusi in lega di alluminio finalizzati alla realizzazione di sottostrutture per facciate ventilate, si impiegano leghe con caratteristiche meccaniche non inferiori al tipo EN AW 6060, la più diffusa sul mercato europeo per le sue doti di alta velocità di deformazione a caldo.

Questi tipi di leghe consentono la realizzazione di profilati con sezione anche complessa, comprendente molteplici cavità e scanalature, per avvicinare quanto più possibile il disegno dell'estruso a quello del manufatto finito, e ridurre al minimo le lavorazioni intermedie, con livelli di resistenza meccanica sufficienti per le applicazioni in epigrafe.

Le proprietà meccaniche minime dei profilati in lega di alluminio sono dettate dalla norma europea EN 755.2.

Lega di alluminio	Stato fisico di fornitura	Spessore massimo	$f_{t,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{0,2,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha$ [1/K]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]
EN AW 6060	T5	5 mm	160	120	69000	0,0000230	27,00
EN AW 6060	T6	3 mm	190	150	69000	0,0000230	27,00
EN AW 6060	T66	3 mm	215	160	69000	0,0000230	27,00
EN AW 6063	T5	3 mm	175	130	69000	0,0000232	27,10
EN AW 6063	T6	10 mm	215	170	69000	0,0000232	27,10
EN AW 6063	T66	10 mm	245	200	69000	0,0000232	27,10

Staffe di appensione e controvento: EN AW 6063 T66

Profili montanti: EN AW 6060 T66

### 2.3. Pezzi speciali in acciaio inossidabile

Per la realizzazione di pezzi e profili funzionali alla costruzione delle sottostrutture metalliche per le facciate ventilate, possono essere impiegati acciai inossidabili austenitici. I valori di resistenza sono desunti dal prospetto 10 della norma UNI EN 10088-2.

Qualità dell'acciaio	Designazione numerica	Designazione AISI	$f_{t,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{0,2,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha$ [1/K]	Peso [kN/m <sup>3</sup> ]
X5CrNi18-10	1.4301	304	500	190	200000	0,0000165	78,50
X2CrNi19-11	1.4306	304L	450	175	200000	0,0000165	78,50
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	316	500	200	200000	0,0000165	78,50
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	316L	500	200	200000	0,0000165	78,50

Ganci di supporto e ritegno del rivestimento: AISI 304

### 2.4. Caratteristiche di resistenza della viteria autoforante

Per il montaggio delle sottostrutture in lega di alluminio si impiegano viti autoperforanti. Il corpo della vite è necessariamente in acciaio inossidabile, in modo da garantire la compatibilità elettrolitica con la lega di alluminio. La punta di perforazione può essere realizzata nella medesima qualità di acciaio o in acciaio cementato (viti bi-metal).

Analogamente ai collegamenti bullonati in acciaio austenitico, si impiega viteria conforme alle classi A2-50, A2-70, A4-50 e A4-70 (norma UNI EN ISO 3506-1). La qualità A4 garantisce una maggiore resistenza alla corrosione in ambienti aggressivi.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 4 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

Qualità dell'acciaio	Denominazione secondo UNI EN 10088 degli acciai inossidabili costituenti il bullone	$f_{tb,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yb,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A2 - 50 A2 - 70	X2CrNi18-11; X5CrNi18-10; X8CrNi18-12	500 700	210 450
A4 - 50 A4 - 70	X2CrNiMo17-12; X5CrNiMo17-12	500 700	210 450

La viteria autoforante è applicata su supporti costituiti da membrature in lega di alluminio di modesto spessore (2÷3 millimetri). Queste condizioni di posa forniscono delle condizioni di rottura che generalmente esulano dalla resistenza del connettore, ma si determinano per cedimento od eccessivo rifollamento del supporto.

I valori di resistenza sono pertanto desunti dai risultati delle prove di estrazione per trazione e di rottura a taglio forniti dal produttore sulla base di prove di laboratorio.

Caratteristiche meccaniche a rottura			Acciaio A2/A4-50		Acciaio A2/A4-70	
$\varnothing_{nominale}$ [mm]	$\varnothing_{minimo}$ [mm]	$A_{res}$ [mm <sup>2</sup> ]	$N_{Rk(50)}$ [kN]	$V_{Rk(50)}$ [kN]	$N_{Rk(70)}$ [kN]	$V_{Rk(70)}$ [kN]
4,8	3,35	8,81	4,41	3,31	6,17	4,63
5,5	4,05	12,88	6,44	4,83	9,02	6,76
6,3	4,85	18,47	9,24	9,70	12,93	13,58

In genere l'applicazione di un carico assiale produce lo sfilamento della vite dal supporto in alluminio per carichi applicati sensibilmente inferiori a quelli di rottura della vite. La resistenza è pertanto offerta dall'attrito che si sviluppa tra il filetto della vite e il supporto ed è sostanzialmente proporzionale al diametro della vite.

Resistenze caratteristiche di prova		
$\varnothing_{nominale}$ [mm]	$N_{Rk}$ [kN]	$V_{Rk}$ [kN]
4,8	3,14	4,93
5,5	3,80	7,20
6,3	4,55	10,33

Per quanto riguarda invece la prova a taglio della connessione, il meccanismo di rottura determina solitamente la leggera rotazione della vite e quindi la sua rottura.

Tale modalità incrementa il carico limite rispetto alla mera resistenza al taglio della vite, in quanto la rotazione del connettore ne sgrava la sezione dal taglio portandone il corpo in trazione.

Il carico consigliato dai produttori della viteria autoforante è pari alla metà delle resistenze caratteristiche di prova: viene sostanzialmente applicato un coefficiente di sicurezza totale pari a 2,0 al carico caratteristico di rottura. Volendo procedere a verifiche agli stati limiti ultimi tale resistenza nominale deve essere opportunamente incrementata. Appare pertanto congruo assumere un coefficiente parziale di sicurezza pari a 1,50.

$$N_{Rd} = \min \{ N_{Rk,prova} / 1,50; N_{Rk,y} / 1,25 \}$$

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rk,prova} / 1,50; V_{Rk,y} / 1,25 \}$$

$\varnothing_{nominale}$ [mm]	Resistenza assiale di progetto			Resistenza a taglio di progetto		
	$N_{Rd(50)}$ [kN]	$N_{Rd(70)}$ [kN]	$N_{Rd(prova)}$ [kN]	$V_{Rd(50)}$ [kN]	$V_{Rd(70)}$ [kN]	$V_{Rd(prova)}$ [kN]
4,8	1,48	3,17	2,10	1,11	2,38	3,28
5,5	2,16	4,64	2,53	1,62	3,48	4,80
6,3	3,10	6,65	3,03	2,33	4,99	6,88

Il valore di progetto della resistenza a trazione ed a taglio della connessione è condizionata dalla qualità di acciaio con cui è realizzata la vite in acciaio inossidabile.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 5 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

Ø <sub>nominale</sub> [mm]	Viti in acciaio A2/A4-50		Viti in acciaio A2/A4-70	
	N <sub>Rd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	N <sub>Rd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]
4,8	1,48	1,11	2,10	2,38
5,5	2,16	1,62	2,53	3,48
6,3	3,03	2,33	3,03	4,99

Viti per i collegamenti staffa-montante: Ø5,5x19 in acciaio inox A2-50

Viti per il collegamento gancio-montante: Ø4,8x25 in acciaio inox A2-50

## 2.5. Caratteristiche di resistenza degli ancoranti

I valori di portata degli ancoranti commercialmente disponibili sono dichiarati dal produttore sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, da eseguirsi sulla base delle linee guida europee (ETAG). Generalmente i valori forniti sono "carichi consigliati", ovvero resistenze nominali ammissibili. Volendo procedere con le verifiche agli stati limite è necessario riportare tali valori ad una resistenza di progetto. Procedendo a favore di sicurezza, i carichi consigliati vengono pertanto incrementati convenzionalmente del 40%, ottenendo le resistenze di progetto agli stati limite ultimi.

I dati riportati per gli ancoranti posati su conglomerato cementizio riguardano sempre la resistenza su calcestruzzo di classe di resistenza C20/25. Per quanto riguarda invece i tasselli in nylon, dalle esperienze di laboratorio esperite, la presenza di intonaco sulla faccia esterna di un paramento murario in blocchi di laterizio incrementa la portata dei tasselli in nylon di circa il 10%, in quanto va a rinforzare la costola esterna del blocco, incrementandone la resistenza.

Nel cantiere in oggetto sono state eseguite delle prove di rottura per sfilamento degli ancoranti che si intende utilizzare, atte a verificare l'idoneità dei materiali di supporto e la congruità con i dati desunti dalle schede tecniche.

### 2.5.1. Ancorante pesante passante per posa su calcestruzzo

Questo ancorante viene impiegato per la posa delle staffe di appensione su strutture in conglomerato cementizio armato.

Tipologia ancorante: FM-753®  
 Materiale: acciaio zincato classe 5.8  
 Produttore: Friulsider S.p.A.

Tipologia della barra filettata	Parametri di fissaggio			Resistenze di progetto	
	h <sub>ef</sub> [mm]	C <sub>cr,N</sub> [mm]	S <sub>cr,N</sub> [mm]	N <sub>rd</sub> [kN]	V <sub>rd</sub> [kN]
M6	35	53	105	3,36	4,06
M8	40	60	120	5,04	7,42
M10	50	75	150	6,72	9,80
M12	60	90	180	13,30	12,32

Tipo di ancorante utilizzato: M10x75

La prova di carico eseguita in cantiere ha fornito un valore del carico medio di rottura dell'ancorante FM-753 M8x100 superiore a 16 kN, che corrisponde ad una resistenza di progetto all'estrazione pari a 5,60 kN > 5,04 kN (coefficiente di sicurezza agli stati limite ultimi pari a  $\gamma = 4,0 / 1,4 = 2,86$ ).

Al raggiungimento di tale carico non si è notato né cedimento del supporto né sfilamento del tassello. Tale risultato conferma che i valori assunti per le resistenze di progetto sono cautelativi.

### 2.5.2. Ancorante in nylon per posa su muratura in blocchi semipieni di laterizio

I tasselli in nylon vengono impiegati per la posa di tutte le staffe su muratura in blocchi di laterizio. Nel caso in oggetto, la resistenza degli ancoranti va riferita a murature in blocchi semipieni non intonacate.

Le staffe di controvento possono essere posate con i tasselli in nylon anche quando ricadono su elementi in calcestruzzo.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 6 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

Tipologia ancorante: FM-X5®  
 Materiale: nylon Pa6 + acciaio zincato  
 Produttore: Friulsider S.p.A.

Posa su blocco forato				Parete con intonaco		Parete senza intonaco	
Diametro nominale [mm]	$h_{nom}$ [mm]	c [mm]	S [mm]	$N_{rd}$ [kN]	$V_{rd}$ [kN]	$N_{rd}$ [kN]	$V_{rd}$ [kN]
8	70	105	105	0,29	0,29	0,27	0,27
10	70	105	105	0,35	0,35	0,32	0,32

Posa su blocco semipieno (bimattone doppio UNI)				Parete con intonaco		Parete senza intonaco	
Diametro nominale [mm]	$h_{nom}$ [mm]	c [mm]	S [mm]	$N_{rd}$ [kN]	$V_{rd}$ [kN]	$N_{rd}$ [kN]	$V_{rd}$ [kN]
8	70	105	105	0,46	1,23	0,42	1,12
10	70	105	105	0,62	1,54	0,56	1,40

Tipo di ancorante utilizzato: Ø10x85

La prova di carico eseguita in cantiere ha fornito un valore del carico medio di rottura dell'ancorante FM-X5 Ø10x100 pari a 2,5 kN, che corrisponde ad una resistenza di progetto all'estrazione di 0,58 kN  $\approx$  0,56 kN (coefficiente di sicurezza agli stati limite ultimi pari a  $\gamma = 6,0 / 1,4 = 4,29$ ).

La medesima prova eseguita sull'ancorante FM-X5 Ø8x100 ha fornito un carico medio di rottura pari a 1,76 kN, che corrisponde ad una resistenza di progetto all'estrazione di 0,41 kN  $\approx$  0,42 kN.

I valori riscontrati in cantiere corrispondono sostanzialmente con quanto ricavato dalla scheda tecnica del produttore. Tale risultato conferma che i valori assunti per le resistenze di progetto sono congrui.

RISERVATI TUTTI I DIRITTI A TERMINE DI LEGGE: è vietata la riproduzione e la diffusione del presente elaborato non espressamente e preventivamente autorizzata dallo Studio di Ingegneria Alberto Campagna

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 7 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

### 3. Analisi dei carichi

#### 3.1. Premessa

I carichi ed i sovraccarichi gravanti sulla struttura sono costituiti essenzialmente da:

- peso proprio del rivestimento e della struttura metallica;
- sovraccarico climatico indotto dalla pressione e depressione ventosa;
- azione sismica.

#### 3.2. Carichi permanenti

Materiale adottato per il rivestimento	gres porcellanato
Peso proprio del materiale (valore cautelativo data la variabilità di densità dei gres porcellanati)	27,00 kN/m <sup>3</sup>
Spessore dei pannelli	10 mm
Peso nominale per unità di superficie del rivestimento	0,27 kN/m <sup>2</sup>
Incidenza della sottostruttura metallica (cautelativo)	0,08 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente (verticale)</b>	<b>0,35 kN/m<sup>2</sup></b>

#### 3.3. Sovraccarico variabile indotto dalla pressione e dalla depressione ventosa

Il rivestimento ventilato è sollecitato da pressioni e depressioni ventose.

##### Classificazione del sito

Zona climatica	3
Classe di rugosità del terreno	C
Altitudine sul livello del mare	20 m
Distanza dal mare	< 30 km
Categoria di esposizione del sito	II

##### Valutazione della velocità di riferimento

V <sub>b,0</sub>	27,00 m/s
a <sub>0</sub>	500 m s.l.m.
k <sub>a</sub>	0,02 1/s
V <sub>b</sub>	27,00 m/s

##### Valutazione della pressione del vento

Q <sub>b</sub>	<i>pressione cinetica di riferimento</i>	0,46 kN/m <sup>2</sup>
C <sub>t</sub>	<i>coefficiente di topografia</i>	1,00
k <sub>r</sub>		0,19
Z <sub>0</sub>		0,05 m
Z <sub>min</sub>		4,00 m
C <sub>p, pos</sub>	<i>coefficiente di forma parete sopravento</i>	1,00
C <sub>p, neg</sub>	<i>coefficiente di forma parete sottovento</i>	-0,60
C <sub>d</sub>	<i>coefficiente dinamico</i>	1,00

Posto che l'edificio ha altezza significativa e sorge in posizione elevata rispetto alla piana individuata da viale Egeo, i valori del carico ventoso devono essere opportunamente calcolati per le varie quote e differenziati per le facciate nord e sud, al fine di non pervenire ad un eccessivo sovradimensionamento della sottostruttura metallica.

#### 3.3.1. Valori di progetto per la facciata nord

##### Intensità del vento sulla sommità della facciata (valori di progetto per piano 5°, 6° e parapetto terrazzo)

Z	<i>altezza di calcolo della superficie esposta</i>	60,00 m
C <sub>e</sub>	<i>coefficiente di esposizione</i>	3,61
p <sub>pos</sub>	<i>pressione ventosa</i>	<b>1,64 kN/m<sup>2</sup></b>
p <sub>neg</sub>	<i>depressione ventosa</i>	<b>-0,99 kN/m<sup>2</sup></b>

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b>	PAGINA: 8 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna	<b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

**Valori di progetto per piano 3° e 4°**

Z	altezza di calcolo della superficie esposta	50,00 m
C <sub>e</sub>	coefficiente di esposizione	3,47
p <sub>pos</sub>	<b>pressione ventosa</b>	<b>1,58 kN/m<sup>2</sup></b>
p <sub>neg</sub>	<b>depressione ventosa</b>	<b>-0,95 kN/m<sup>2</sup></b>

**Valori di progetto per piano 2°**

Z	altezza di calcolo della superficie esposta	45,00 m
C <sub>e</sub>	coefficiente di esposizione	3,39
p <sub>pos</sub>	<b>pressione ventosa</b>	<b>1,54 kN/m<sup>2</sup></b>
p <sub>neg</sub>	<b>depressione ventosa</b>	<b>-0,93 kN/m<sup>2</sup></b>

L'azione prodotta dal vento radente è di debole entità e trascurabile.

**3.3.2. Valori di progetto per la facciata sud**

La facciata sud è rivolta a monte ed è prospiciente su via Massimiliano Massimo. L'altezza della superficie esposta si calcola cautelativamente dal livello inferiore del suolo al piano terra dell'edificio e non dal livello del piano strada.

**Intensità del vento sulla sommità della facciata (valori di progetto per piano 5°, 6° e parapetto terrazzo)**

Z	altezza di calcolo della superficie esposta	27,00 m
C <sub>e</sub>	coefficiente di esposizione	3,02
p <sub>pos</sub>	<b>pressione ventosa</b>	<b>1,38 kN/m<sup>2</sup></b>
p <sub>neg</sub>	<b>depressione ventosa</b>	<b>-0,83 kN/m<sup>2</sup></b>

**Valori di progetto per piano 3° e 4°**

Z	altezza di calcolo della superficie esposta	17,00 m
C <sub>e</sub>	coefficiente di esposizione	2,70
p <sub>pos</sub>	<b>pressione ventosa</b>	<b>1,23 kN/m<sup>2</sup></b>
p <sub>neg</sub>	<b>depressione ventosa</b>	<b>-0,74 kN/m<sup>2</sup></b>

**Valori di progetto per piano 1° e 2°**

Z	altezza di calcolo della superficie esposta	10,00 m
C <sub>e</sub>	coefficiente di esposizione	2,35
p <sub>pos</sub>	<b>pressione ventosa</b>	<b>1,07 kN/m<sup>2</sup></b>
p <sub>neg</sub>	<b>depressione ventosa</b>	<b>-0,64 kN/m<sup>2</sup></b>

L'azione prodotta dal vento radente è di debole entità e trascurabile.

**3.4. Sovraccarico variabile indotto dall'azione sismica**

In occasione di eventi sismici il rivestimento è posto in vibrazione con una accelerazione funzione dell'entità della scossa. Poiché il rivestimento è dotato di una massa, essendo tale massa posta in accelerazione, si possono sviluppare azioni con componente orizzontale e con componente verticale.

La normativa di riferimento classifica i vari comuni italiani attraverso il grado di intensità sismica, a cui è implicitamente associata l'accelerazione sismica da adottare nelle formule di verifica.

Comune: Roma  
 Provincia: Roma  
 Grado di sismicità: media

Nelle condizioni di carico previste dalla normativa vigente non è prescritta la combinazione della pressione ventosa con la forza sismica, in quanto in termini probabilistici essa risulta molto rara e trascurabile in relazione al tempo di vita della costruzione.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 9 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

Posto che le azioni ventose producono sollecitazioni nella facciata ventilata di un ordine di grandezza superiore alle sollecitazioni indotte dal sisma, si omette di riportare la verifica all'azione sismica orizzontale, perché non significativa ai fini del controllo del livello di sicurezza strutturale dell'opera.

Secondo il D.M. 14 gennaio 2008, le costruzioni devono essere dotate di **sistemi strutturali che garantiscano rigidità e resistenza nei confronti delle due componenti ortogonali orizzontali delle azioni sismiche**. La sottostruttura metallica progettata soddisfa tale condizione.

Nelle vigenti norme tecniche si afferma inoltre che la componente verticale dell'azione sismica deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 metri, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 metri), elementi a mensola di luce superiore a 4 metri, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento e in altri casi specifici.

La sottostruttura della facciata ventilata non rientra in nessuno dei casi contemplati dalla norma, il carico sismico verticale non è pertanto da inserire nel calcolo, originando lo stesso sovrasollecitazioni del tutto trascurabili.

RISERVATI TUTTI I DIRITTI A TERMINI DI LEGGE: è vietata la riproduzione e la diffusione del presente elaborato non espressamente e preventivamente autorizzata dallo Studio di Ingegneria Alberto Campagna

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 10 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

## 4. Verifica dei ganci di supporto e di ritegno del rivestimento

### 4.1. Premessa

Per la verifica statica dei ganci di supporto e di ritegno del rivestimento si fa riferimento ad una prova di carico eseguita presso un laboratorio autorizzato sul prodotto che si impiegherà nel cantiere in epigrafe, ovvero il gancio realizzato dalla ditta MAGE® Alu Systems G.m.b.H. da piatto in acciaio inossidabile di spessore 1,0 millimetri.

Il certificato MA 39 – VFA 2006-0214.01 è stato commissionato dalla ditta Eurofox Vertriebsges.m.b.H. al laboratorio autorizzato austriaco Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien – Magistratsabteilung 39 ed è datato 2 febbraio 2006. Esso riguarda le prove di carico eseguite su una sottostruttura metallica in lega di alluminio del tutto analoga a quella che si intende impiegare per il cantiere in epigrafe, accoppiata con i ganci in acciaio inossidabile per il supporto ed il ritegno del rivestimento. Gli esiti delle prove eseguite sono pertanto assolutamente significativi per la descrizione delle caratteristiche di resistenza assicurate dal gancio applicato su montanti in lega di alluminio con ali di spessore 2 millimetri.

### 4.2. Resistenza di progetto del gancio

Dalle prove eseguite, il carico medio di rottura per trazione sul rivestimento associato al gancio risulta pari 8,8 kN (vedasi tabella 1 a pag. 3 del certificato). Trattandosi di carico medio di rottura di un elemento metallico di fissaggio, si applica un coefficiente di sicurezza globale pari a 4,0 per ricavare le resistenze nominali. Il risultato viene moltiplicato convenzionalmente per 1,4 per ricavare la resistenza di progetto agli stati limite ultimi.

Resistenza di prova del gancio 3,08 kN

Il gancio viene vincolato al montante con due viti autoforanti Ø4,8x25 in acciaio inossidabile A2-50. Ad ogni vite è associata una resistenza di progetto agli stati limite ultimi pari a 1,48 kN. La resistenza del gancio è quindi condizionata dalla resistenza delle due viti di connessione. Analogo criterio si adotta per valutare la resistenza ai carichi verticali, assumendo come carico limite la resistenza complessiva a taglio fornita dalle viti.

Resistenza di progetto del gancio ai carichi orizzontali N<sub>Rd</sub> = 2,96 kN  
Resistenza di progetto del gancio ai carichi verticali V<sub>Rd</sub> = 2,22 kN

### 4.3. Sollecitazione massima sul gancio

Il carico orizzontale massimo è costituito dalla risultante della depressione ventosa massima in modulo a cui può essere sottoposta la facciata. Il carico verticale agente sul gancio è pari al peso proprio del rivestimento che su di esso grava.

Carico sollecitante orizzontale allo stato limite ultimo ( => 1,5 x 0,99 x 0,60 x 1,20) N<sub>Sd</sub> = 1,07 kN  
Carico sollecitante verticale allo stato limite ultimo ( => 1,3 x 0,35 x 0,60 x 1,20) V<sub>Sd</sub> = 0,33 kN

**Tasso di lavoro massimo del gancio 39 %**

Il sistema di supporto e di ritegno del rivestimento è largamente verificato.

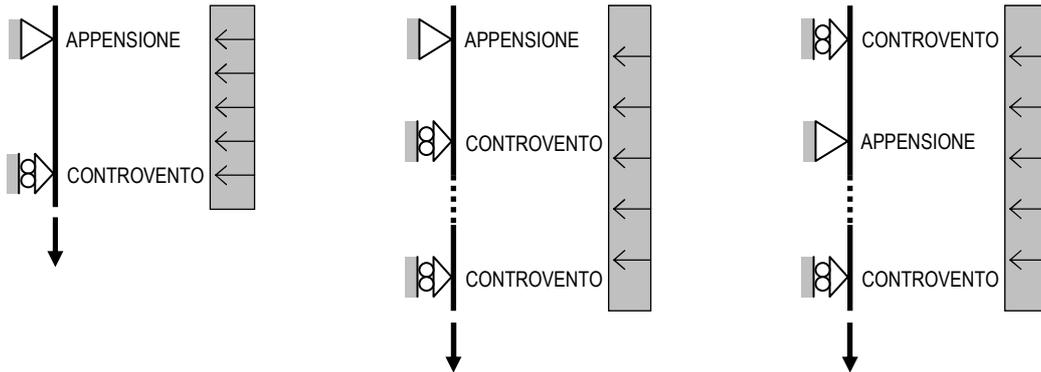
CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 11 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

## 5. Verifica dei montanti

### 5.1. Modello di calcolo

Il montante viene verificato con riferimento ad uno schema di calcolo a trave, caricata dalle azioni orizzontali, con sezione posta generalmente in trazione dai carichi verticali. Per ragioni di mera opportunità costruttiva può essere altresì previsto di posizionare il vincolo di appensione in posizione intermedia od inferiore: in tal caso i carichi verticali porteranno in compressione il montante; l'entità dei carichi verticali applicati e l'efficace controventamento della struttura realizzato dalle staffe di controvento e dal rivestimento permettono comunque di scongiurare l'insorgere di ogni fenomeno di sbandamento per carico di punta.

Il leggero disassamento dei carichi verticali rispetto al baricentro della sezione del montante è trascurabile. Le sezioni risultano pertanto sollecitate da uno stato di sforzo tenso/preso-flessionale accompagnato da taglio.



Ai fini della presente verifica si considera cautelativamente una lunghezza massima del montante di 4,50 metri, valutando tale misura pari all'interpiano oltre a possibili sbalzi, secondo buona regola costruttiva.

Si adottano montanti con sezione a T79/51 di spessore 2 millimetri. Si impiega il montante a passo regolare di circa 600 millimetri (valore nominale  $597 + 9 = 606$  millimetri).

In alcune situazioni particolari potranno essere impiegati montanti angolari, che hanno parametri di resistenza leggermente inferiori a quelli con sezione a T, ma per le condizioni di posa risultano di norma debolmente sollecitati. La verifica statica si può quindi limitare ai montanti T79/51.

I parametri geometrici e di resistenza dei montanti sono riportati nella sezione **A02** del fascicolo **pac.T01**.

### 5.2. Analisi dei carichi

Il carico verticale agente sul montante dipende esclusivamente dall'area di influenza del montante, ovvero dalla superficie complessiva di rivestimento che l'elemento è chiamato a sostenere. Si considera pertanto la condizione peggiore, di montante con area di influenza pari a  $0,60 \times 4,50$  metri quadrati.

Per quanto riguarda il carico orizzontale esso dipende dall'esposizione al vento delle varie zone di facciata e il montante sarà dotato di staffe di controvento ad interasse variabile a seconda dell'azione ventosa che dovrà essere trasferita alla parete di supporto dell'edificio.

Prevedendo di impiegare ancoranti in nylon su blocchi alveolari di laterizio, si assume che l'interasse di posa delle staffe di controvento non eccederà mai la misura di un metro. Eseguendo la verifica del montante sollecitato dalla pressione ventosa massima (pari a quella che si registra in sommità alla facciata nord) ed ipotizzando un interasse massimo delle staffe di controvento pari ad un metro, si perviene ad un calcolo di verifica statica del montante che risulta cautelativo rispetto a tutte le configurazioni che potranno essere previste sulle facciate.

Lunghezza di influenza massima montante	4,50 m
Interasse orizzontale di progetto dei montanti	0,60 m
Interasse verticale massimo dei controventi	1,00 m

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 12 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

**Stato limite di esercizio**

Carico verticale	0,21 kN/m
Carico orizzontale in condizioni di pressione ventosa	0,99 kN/m
Carico orizzontale in condizioni di depressione ventosa	-0,59 kN/m

**Stato limite di ultimo**

Carico verticale	0,27 kN/m
Carico orizzontale in condizioni di pressione ventosa	1,48 kN/m
Carico orizzontale in condizioni di depressione ventosa	-0,89 kN/m

**5.3. Verifica di resistenza**

Considerando l'ampia variabilità delle possibilità di posa dei vincoli di controvento, in relazione alla posizione prescelta per il vincolo di appensione ed alla lunghezza del montante, il momento flettente viene valutato cautelativamente con riferimento ad una trave in semplice appoggio e/o ad una mensola a sbalzo.

Per assicurare che il momento flettente determinato dai carichi orizzontali agenti sui tratti a sbalzo del montante non eccedano i momenti in campata si impone che lo sbalzo non ecceda mai la misura di 40 centimetri.

Non si tiene conto della ridistribuzione del momento flettente per effetto di appoggi intermedi alla trave e del parziale incastro fornito dai vincoli alle staffe di supporto. Tale scelta progettuale è peraltro motivata dalla considerazione che la pressione e la depressione ventosa, schematizzate come carichi uniformemente distribuiti lungo la trave, nella realtà risultano trasferite in punti discreti, provocando sollecitazioni flettenti leggermente superiori a parità della risultante dell'azione.

Il taglio in prossimità dei controventi intermedi viene incrementato del 25% per tenere conto del comportamento a trave continua con campate di uguale luce.

**Verifica di resistenza della sezione più sollecitata**

Azione assiale	1,23 kN
Taglio	0,92 kN
Momento flettente	184,86 kN mm
Carico normale unitario per azione assiale	4,80 N/mm <sup>2</sup>
Carico normale unitario per momento flettente	126,09 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	9,06 N/mm <sup>2</sup>
Carico ideale unitario	131,83 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,05
Resistenza unitaria di progetto	152,38 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	87 %

**5.4. Verifica di deformabilità**

La continuità della verga sugli appoggi costituiti dai controventi consentirebbe di eseguire la verifica di deformabilità con riferimento ad una trave a campata singola vincolata agli appoggi con ritegni flessionali capaci di realizzare sostanzialmente metà incastro. Si preferisce comunque procedere cautelativamente e prescindere dai ritegni flessionali, applicando la formula della freccia elastica di una trave in semplice appoggio:  $f_{max} = 5/384 \times p \times L^4 / (EJ)$ .

Freccia elastica massima in campata	3,15 mm
Freccia limite (L/300)	3,33 mm
Tasso di deformazione dell'elemento	95 %
Freccia elastica massima sullo sbalzo	0,78 mm
Freccia limite (L/150)	2,67 mm
Tasso di deformazione dell'elemento	29 %

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 13 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

## 6. Verifica delle staffe appensione e di controvento

### 6.1. Descrizione delle strutture

Per i vincoli di appensione vengono impiegate staffe di altezza 160 millimetri, vincolate generalmente a strutture in conglomerato cementizio armato a mezzo di due ancoranti pesanti passanti. In alcuni casi si può verificare la necessità di realizzare il vincolo sulla muratura in blocchi: in tale eventualità la lunghezza del montante viene convenientemente ridotta, per ridurre il peso portato e consentire l'impiego di ancoranti in nylon, e viene introdotta una staffa di controvento molto prossima al vincolo di appensione per sgravarlo da gran parte del carico ventoso.

Dall'analisi del manufatto da rivestire si ricavano la necessità di impiegare staffe con ala a sbalzo di 80 millimetri. Si prevede comunque l'impiego anche di alcune staffe con ala a sbalzo di 100 millimetri avendo rilevato leggeri disallineamenti verticali dei cordoli e dei tamponamenti in blocchi di laterizio.

Le caratteristiche geometriche ed i parametri di resistenza delle staffe sono riportati nella sezione **A01** del fascicolo **pac.T01**.

Il vincolo di appensione è generalmente realizzato in corrispondenza della sommità del montante, a meno di un esiguo tratto lasciato a sbalzo. Nel caso di parapetti o dei paramenti in muratura di piccola altezza, è altresì possibile posizionare il vincolo di appensione a livello del cordolo di solaio e quindi prolungare il montante superiormente inserendo i controventi necessari. Talvolta è conveniente posizionare il vincolo di appensione in posizione intermedia: tale configurazione è quella che massimizza i carichi sul vincolo di appensione stesso, in quanto, oltre a sostenere i carichi verticali della facciata ventilata esso viene chiamato a sopportare la sollecitazione ventosa per un'area di influenza superiore.

### 6.2. Staffe di appensione

#### 6.2.1. Caratteristiche del vincolo

Si esegue la verifica del vincolo con riferimento alle medesime ipotesi di calcolo formulate per la verifica del montante.

Altezza della staffa	160	mm
Larghezza dell'ala a parete (lato a contatto con l'elemento di supporto)	40	mm
Spessore dell'ala a sbalzo	3	mm
Spessore dell'ala a parete	3	mm
Area della sezione lorda dell'ala a sbalzo	480	mm <sup>2</sup>
Area della sezione forata dell'ala a sbalzo	285	mm <sup>2</sup>
Modulo di resistenza dell'ala a sbalzo-sezione lorda ai momenti flettenti con asse orizzontale	12800	mm <sup>3</sup>
Modulo di resistenza dell'ala a sbalzo-sezione forata ai momenti flettenti con asse orizzontale	10792	mm <sup>3</sup>
Area della sezione lorda dell'ala a parete	480	mm <sup>2</sup>
Area della sezione forata dell'ala a parete	385	mm <sup>2</sup>
Modulo di resistenza dell'ala a parete (sezione forata) ai momenti flettenti con asse verticale	193	mm <sup>3</sup>
Diametro nominale connettori	5,5	mm
Numero di connettori	3	
Distanza verticale tra i due connettori esterni	140	mm
Distanza di calcolo parete di supporto - baricentro del rivestimento*	125	mm
Distanza di calcolo parete di supporto - asse di connessione staffa/montante	56	mm
Materiale staffa: lega di alluminio EN AW 6063 T66	$f_{0,2,k} =$	200,00 N/mm <sup>2</sup>
Tipologia connettore: vite autoforante 5,5x19 in acciaio inox A2	$N_{Rd} =$	2,16 kN
	$V_{Rd} =$	1,62 kN
	$A_{res} =$	12,88 mm <sup>2</sup>

\*) Si considera un allargamento massimo del pacchetto ventilato rispetto alla misura nominale pari a 20 millimetri, per effetto dei rientri di tamponamenti e cordoli registrati in cantiere rispetto alla verticale.

Il collegamento, schematizzato nel calcolo come una cerniera, è realizzato mediante tre viti autoforanti Ø5,5x19. La sollecitazione massima sull'unione si registra nella combinazione di carico B.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b>	PAGINA: 14 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna	<b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

### 6.2.2. Analisi dei carichi

Viene considerata la situazione di carico più sfavorevole tra quelle con punto di appensione intermedio (incremento della reazione vincolare orizzontale del 25%) e punto di appensione di estremità (nessun decremento della reazione vincolare per appoggio esterno di trave su più appoggi).

#### **Stato limite di esercizio**

Carico verticale	0,95 kN
Carico orizzontale in condizioni di pressione ventosa	1,23 kN
Carico orizzontale in condizioni di depressione ventosa	-0,74 kN

#### **Stato limite di ultimo**

Carico verticale	1,23 kN
Carico orizzontale in condizioni di pressione ventosa	1,85 kN
Carico orizzontale in condizioni di depressione ventosa	-1,11 kN

### 6.2.3. Verifica di resistenza

Per la verifica della staffa occorre eseguire i controlli di resistenza sulla sezione di giunzione tra staffa e montante, sulla sezione di incastro dell'ala a sbalzo sull'ala a parete, sulla sezione forata per l'inserimento degli ancoranti dell'ala a parete.

#### **Verifica della sezione forata dell'ala a sbalzo**

Azione assiale	1,85 kN
Momento flettente	84,77 kN mm
Taglio	1,23 kN
Carico normale unitario per azione assiale	6,49 N/mm <sup>2</sup>
Carico normale unitario per momento flettente	7,85 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	4,31 N/mm <sup>2</sup>
Carico ideale unitario	16,17 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Resistenza unitaria di progetto	160,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	10 %

#### **Verifica della sezione di incastro dell'ala a sbalzo**

Azione assiale	1,85 kN
Momento flettente	153,56 kN mm
Taglio	1,23 kN
Carico normale unitario per azione assiale	3,85 N/mm <sup>2</sup>
Carico normale unitario per momento flettente	12,00 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	2,56 N/mm <sup>2</sup>
Carico ideale unitario	16,46 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,05
Resistenza unitaria di progetto	190,48 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	9 %

#### **Verifica della sezione forata dell'ala a parete**

Momento flettente	22,18 kN mm
Taglio verticale	1,23 kN
Taglio orizzontale	1,11 kN
Carico normale unitario per momento flettente	114,94 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	4,30 N/mm <sup>2</sup>
Carico ideale unitario	115,18 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Resistenza unitaria di progetto	160,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	72 %

#### **Verifica della connessione al montante**

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b>	PAGINA: 15 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna	<b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

Taglio orizzontale sul connettore per azione assiale sulla staffa	0,62	kN
Taglio orizzontale sul connettore per azione flettente sulla staffa	0,61	kN
Taglio verticale sul connettore per taglio sulla staffa	0,41	kN
Taglio risultante sul connettore	1,29	kN
Tasso di lavoro del connettore	<b>79</b>	%
Pressione laterale del connettore sul bordo del foro della staffa	78,09	N/mm <sup>2</sup>
Pressione laterale del connettore sul bordo del foro del montante	117,13	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25	
Coefficiente amplificativo di resistenza a rifollamento	2,00	
Resistenza unitaria di progetto a rifollamento della staffa	320,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza unitaria di progetto a rifollamento del montante	256,00	N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro massimo a nei confronti del rifollamento	<b>37</b>	%

### 6.3. Staffe di controvento

#### 6.3.1. Caratteristiche del vincolo

La staffa è un tirante/puntone sollecitato dai carichi orizzontali indotti dalla pressione e depressione ventosa.

Altezza della staffa	85	mm
Larghezza dell'ala a parete (lato a contatto con l'elemento di supporto)	40	mm
Spessore dell'ala a sbalzo	3	mm
Spessore dell'ala a parete	3	mm
Area della sezione lorda dell'ala a sbalzo	255	mm <sup>2</sup>
Area della sezione forata dell'ala a sbalzo	105	mm <sup>2</sup>
Area della sezione lorda dell'ala a parete	255	mm <sup>2</sup>
Area della sezione forata dell'ala a parete	223	mm <sup>2</sup>
Modulo di resistenza dell'ala a parete (sezione forata) ai momenti flettenti con asse verticale	112	mm <sup>3</sup>
Diametro nominale connettori	5,5	mm
Numero di connettori	2	
Materiale staffa:	lega di alluminio EN AW 6063 T66	$f_{0,2,k} =$ 200,00 N/mm <sup>2</sup>
Tipologia connettore:	vite autoforante 5,5x19 in acciaio inox A2	$N_{Rd} =$ 2,16 kN
		$V_{Rd} =$ 1,62 kN
		$A_{res} =$ 12,88 mm <sup>2</sup>

Il collegamento, schematizzato nel calcolo come un carrello, è realizzato mediante due viti autoforanti Ø5,5x19. La sollecitazione massima sull'unione si registra nella combinazione di carico B.

#### 6.3.2. Analisi dei carichi

Viene considerata la situazione di carico più sfavorevole tra quelle con punto di controvento intermedio (incremento della reazione vincolare orizzontale del 25%) e punto di controvento di estremità (nessun decremento della reazione vincolare per appoggio esterno di trave su più appoggi).

##### Stato limite di esercizio

Carico orizzontale in condizioni di pressione ventosa	1,23	kN
Carico orizzontale in condizioni di depressione ventosa	-0,74	kN

##### Stato limite di ultimo

Carico orizzontale in condizioni di pressione ventosa	1,85	kN
Carico orizzontale in condizioni di depressione ventosa	-1,11	kN

#### 6.3.3. Verifica di resistenza

Per la verifica della staffa occorre eseguire i controlli di resistenza sulla sezione di giunzione tra staffa e montante e sulla sezione forata per l'inserimento degli ancoranti dell'ala a parete.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b>	PAGINA: 16 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna	<b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

**Verifica della sezione forata dell'ala a sbalzo**

Azione assiale	1,85 kN
Carico normale unitario per azione assiale	17,61 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Resistenza unitaria di progetto	160,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	11 %

**Verifica della sezione forata dell'ala a parete**

Momento flettente	22,18 kN mm
Taglio orizzontale	1,11 kN
Carico normale unitario per momento flettente	198,06 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	4,97 N/mm <sup>2</sup>
Carico ideale unitario	198,25 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Resistenza unitaria di progetto	160,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	<b>124 %</b>

**Verifica della connessione al montante**

Taglio orizzontale sul connettore per azione assiale sulla staffa	0,92 kN
Tasso di lavoro del connettore	<b>57 %</b>
Pressione laterale del connettore sul bordo del foro della staffa	56,02 N/mm <sup>2</sup>
Pressione laterale del connettore sul bordo del foro del montante	84,03 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Coefficiente amplificativo di resistenza a rifollamento	2,00
Resistenza unitaria di progetto a rifollamento della staffa	320,00 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza unitaria di progetto a rifollamento del montante	256,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro massimo a nei confronti del rifollamento	<b>26 %</b>

La verifica della sezione forata dell'ala a parete non è soddisfatta. Ciò significa che la staffa non è in grado di sopportare un interasse pari a 1000 millimetri nelle condizioni di pressione ventosa più sfavorevoli.

Si ripete pertanto il calcolo procedendo a più ipotesi di calcolo.

**1) Interasse ridotto a 800 millimetri sulla parte sommitale della facciata nord**

Carico normale unitario per momento flettente	158,45 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	3,98 N/mm <sup>2</sup>
Carico ideale unitario	158,60 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Resistenza unitaria di progetto	160,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	<b>99 %</b>

**2) Interasse ridotto a 850 millimetri sulla parte inferiore della facciata nord**

Carico normale unitario per momento flettente	158,22 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	3,97 N/mm <sup>2</sup>
Carico ideale unitario	158,37 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Resistenza unitaria di progetto	160,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	<b>99 %</b>

**3) Interasse ridotto a 950 millimetri sulla parte sommitale della facciata sud**

Carico normale unitario per momento flettente	157,50 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	3,96 N/mm <sup>2</sup>

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 17 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

Carico ideale unitario	157,65 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Resistenza unitaria di progetto	160,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	<b>99 %</b>

4) Interasse pari a **1000 millimetri sulla parte inferiore della facciata sud**

Carico normale unitario per momento flettente	129,19 N/mm <sup>2</sup>
Carico tangenziale unitario	3,24 N/mm <sup>2</sup>
Carico ideale unitario	129,31 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale	1,25
Resistenza unitaria di progetto	160,00 N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'elemento	<b>81 %</b>

I suesposti valori dell'interasse verticale tra le staffe rappresentano dei limiti massimi definiti per le porzioni sommitali ed inferiori delle facciate nord e sud. Il rispetto di tali valori garantisce l'idoneità statica delle staffe di controvento. Il valore di progetto dell'interasse tra le staffe sarà peraltro determinato solo a seguito del controllo della tenuta degli ancoranti ai getti in calcestruzzo ed alle murature in blocchi alveolari di laterizio.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 18 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

## 7. Verifica degli ancoraggi alla parete perimetrale dell'edificio

### 7.1. Vincoli di appensione su calcestruzzo

Si verifica l'ancoraggio con riferimento all'equilibrio di una sezione pari alla superficie di contatto tra la schiena della staffa e la parete di supporto (cordolo in conglomerato cementizio armato) idealmente armata con due ancoranti. Si impiegano ancoranti pesanti passanti con vite di diametro nominale M10. Le caratteristiche di posa dell'ancorante sono illustrate nella scheda tecnica del produttore e nella sezione **A04** del fascicolo **pac.T01**.

La verifica è condotta imponendo l'equilibrio alla traslazione ed alla rotazione attorno agli assi orizzontale e verticale della connessione ed assumendo la conservazione delle sezioni piane. Questo schema di calcolo non tiene in alcun conto del vincolo flessionale costituito dalle teste degli ancoranti (dadi di serraggio), ma considera gli ancoranti stessi come elementi resistenti puntiformi sollecitati da trazione pura. Ne consegue che la valutazione della trazione risultante sugli ancoranti conduce a valori di calcolo sensibilmente superiori rispetto a quanto succede nella realtà, conducendo ad una progettazione a favore di sicurezza.

Si procede con riferimento alle ipotesi di calcolo formulate per la verifica del montante e la staffa di appensione, che massimizzano le sollecitazioni sugli ancoranti.

Carico verticale sulla staffa	1,23 kN
Trazione orizzontale sulla staffa	1,11 kN
Momento flettente con asse orizzontale	153,56 kN mm
Momento flettente con asse verticale	22,183 kN mm
Numero di ancoranti impiegati	2
Larghezza della staffa	40 mm
Altezza della staffa	160 mm
Distanza tra l'asse dell'ancorante e il bordo orizzontale della staffa	30 mm
Distanza nominale tra l'asse dell'ancorante e il bordo laterale della staffa	20 mm
<b>Equilibrio alla traslazione ed alla rotazione attorno all'asse orizzontale</b>	
Reazione vincolare assiale sull'ancorante superiore	1,83 kN
Reazione vincolare assiale sull'ancorante inferiore	0,27 kN
<b>Equilibrio alla traslazione ed alla rotazione attorno all'asse verticale</b>	
Reazione vincolare assiale sul generico tassello	1,14 kN

Trazione risultante sull'ancorante superiore	2,97 kN
Trazione risultante sull'ancorante inferiore	1,41 kN
Taglio risultante sul generico ancorante	0,61 kN

#### 7.1.1. Verifica di resistenza dell'ancorante

Tipo	FM-753®
Diametro	M10
Materiale	acciaio zincato
N <sub>Rd</sub>	5,04 kN
V <sub>Rd</sub>	7,42 kN

Tasso di lavoro a trazione	59 %
Tasso di lavoro a taglio	8 %
Tasso di lavoro a taglio e trazione	60 %

### 7.2. Vincoli di appensione sulla muratura

Nei casi in cui il vincolo di appensione debba essere realizzato sulla muratura in luogo di un cordolo in conglomerato cementizio armato, la lunghezza del montante deve essere contenuta per limitare i carichi verticali sul vincolo stesso. Si limita inoltre l'area di influenza dei carichi orizzontali realizzando un vincolo di controvento molto vicino e riducendo al minimo lo sbalzo del montante oltre il punto fisso.

Si adottano tasselli prolungati in nylon con vite da legno in acciaio zincato. Le caratteristiche di posa dell'ancorante sono illustrate nella scheda tecnica del produttore e nella sezione **A04** del fascicolo **pac.T01**. Il massimo carico di trazione che può essere sopportato dall'ancorante in nylon per le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi è pari a 0,56 kN.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b>	PAGINA: 19 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna	<b>FACCIAE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

### 7.2.1. Verifica di resistenza dell'ancorante

L'interasse delle staffe viene ridotto e differenziato a seconda delle zone di facciata in cui vengono applicate al fine di ottenere sulle stesse una sollecitazione non superiore a 0,56 kN sull'ancorante. La lunghezza del montante viene limitata a 1200 millimetri (modulo in altezza del rivestimento), in modo da contenere al minimo possibile il carico verticale.

#### 1) Parte sommitale della facciata nord

Lunghezza di calcolo del montante	1200 mm
Distanza dal punto di appensione dei controventi ad esso più prossimi	150 mm
Sbalzo del montante oltre il punto di appensione	100 mm
Trazione risultante sull'ancorante superiore	0,55 kN
Tasso di lavoro dell'ancorante	<b>98 %</b>

#### 2) Parte inferiore della facciata nord

Lunghezza di calcolo del montante	1200 mm
Distanza dal punto di appensione dei controventi ad esso più prossimi	150 mm
Sbalzo del montante oltre il punto di appensione	100 mm
Trazione risultante sull'ancorante superiore	0,53 kN
Tasso di lavoro dell'ancorante	<b>95 %</b>

#### 3) Parte sommitale della facciata sud

Lunghezza di calcolo del montante	1200 mm
Distanza dal punto di appensione dei controventi ad esso più prossimi	150 mm
Sbalzo del montante oltre il punto di appensione	150 mm
Trazione risultante sull'ancorante superiore	0,55 kN
Tasso di lavoro dell'ancorante	<b>98 %</b>

#### 4) Parte inferiore della facciata sud

Lunghezza di calcolo del montante	1200 mm
Distanza dal punto di appensione dei controventi ad esso più prossimi	150 mm
Sbalzo del montante oltre il punto di appensione	200 mm
Trazione risultante sull'ancorante superiore	0,53 kN
Tasso di lavoro dell'ancorante	<b>95 %</b>

### 7.3. Vincoli di controvento

Si verifica l'ancoraggio nella combinazione di carico A (trazione), in quanto nella combinazione di carico B la funzione di controvento è assolta dalla staffa per contatto diretto con la parete dell'edificio, senza trasferire alcun carico al tassello.

In questo caso non considerare il vincolo flessionale determinato dalla testa dell'ancorante (testa della vite inserita nel tassello in nylon), condurrebbe ad un sovradimensionamento immotivato del vincolo, dal momento che, prescindendo da tale contributo di resistenza, l'effetto leva determinato dal disassamento tra l'asse dell'ancorante e l'anima della staffa produrrebbe un valore di calcolo della trazione sul tassello pari a quasi il doppio di quanto effettivamente si registra nella realtà.

Il massimo carico di trazione che può essere sopportato dall'ancorante in nylon per le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi è pari a 0,56 kN. Si supponga che tale carico sia effettivamente applicato all'ala a sbalzo della staffa e che la testa della vite sia in grado di opporsi al momento flettente generato dall'eccentricità del carico (20 millimetri).

Momento flettente sollecitante  $M_{S,d} = 11200 \text{ N mm}$

Il corpo della vite ha diametro di 7 millimetri ed è realizzato in acciaio zincato di classe 5.8.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 20 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

Modulo di resistenza	$W =$	34	mm <sup>3</sup>
Carico unitario di snervamento caratteristico dell'acciaio	$f_{yk} =$	400	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza		1,25	
Momento flettente resistente di progetto	$M_{R,d} =$	10880	N mm

Il grado di incastro realizzato dalla testa della vite è pari al rapporto tra il momento sollecitante e il momento resistente, ovvero pari al 97%. Questo risultato consente di ammettere che l'effetto leva sia sostanzialmente trascurabile. Ragionando comunque a favore di sicurezza, si impone la limitazione dell'intensità del carico applicato alla staffa al 90% della resistenza dell'ancorante (0,504 kN).

### 7.3.1. Verifica di resistenza dell'ancorante

L'interasse delle staffe viene ridotto e differenziato a seconda delle zone di facciata in cui vengono applicate al fine di ottenere sulle stesse una sollecitazione non superiore a 0,504 kN.

#### 1) Interasse ridotto a 450 millimetri sulla parte sommitale della facciata nord (sbalzo ridotto a 225 millimetri)

Trazione sulla staffa	0,499	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	0,504	N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'ancorante	99	%

#### 2) Interasse ridotto a 480 millimetri sulla parte inferiore della facciata nord (sbalzo ridotto a 240 millimetri)

Trazione sulla staffa	0,500	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	0,504	N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'ancorante	99	%

#### 3) Interasse ridotto a 540 millimetri sulla parte sommitale della facciata sud (sbalzo ridotto a 270 millimetri)

Trazione sulla staffa	0,501	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	0,504	N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'ancorante	99	%

#### 4) Interasse ridotto a 680 millimetri sulla parte inferiore della facciata sud (sbalzo ridotto a 340 millimetri)

Trazione sulla staffa	0,492	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	0,504	N/mm <sup>2</sup>
Tasso di lavoro dell'ancorante	98	%

Si adottano tasselli prolungati in nylon con vite da legno in acciaio zincato. Le caratteristiche di posa dell'ancorante sono illustrate nella scheda tecnica del produttore e nella sezione **A04** del fascicolo **pac.T01**.

La verifica è stata condotta per la posa su blocchi alveolari di laterizio. Qualora, per la presenza di pilastri o cordoli, il tassello dovesse essere applicato su elementi in conglomerato cementizio armato, la verifica si intende naturalmente soddisfatta.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 21 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

## 8. Considerazioni finali

La verifica di stabilità strutturale della sottostruttura metallica e degli ancoraggi dell'opera in epigrafe è stata condotta considerando i carichi ventosi dettati dal D.M. 14 gennaio 2008 e sua Circolare applicativa, i pesi propri ed i sovraccarichi permanenti, come richiesto dalla normativa tecnica vigente.

Molti aspetti della progettazione sono dettati da ragioni di carattere costruttivo e non da necessità di ordine prettamente statico. Per tale motivo il tasso di lavoro dei vari elementi che compongono la struttura non è generalmente elevato.

I montatori sono comunque chiamati al rispetto delle prescrizioni di posa riportate nella presente, nell'elaborato **pac.T01** e in tutti gli schemi di montaggio della facciata, corrispondenti agli elaborati della serie **str.Tnn** (con  $nn = 1, 2$ , ecc.):

- posa dei **vincoli di appensione** (punti fissi) in corrispondenza di cordoli e travi di bordo in c.a. mediante l'impiego di due ancoranti pesanti passanti in acciaio zincato con rondella separatrice in nylon (*qualora alcuni vincoli di appensione debbano essere posti in opera su supporti in laterizio si prescrive l'impiego di ancoranti con tasselli in nylon, di posizionare un vincolo di controvento aggiuntivo direttamente sotto il vincolo di appensione a distanza massima di 150 millimetri, di limitare lo sviluppo del montante ad un massimo di 1200 millimetri e di contenere l'eventuale sbalzo oltre il vincolo di appensione a misure variabili da 100 a 200 millimetri in funzione della posizione della struttura sulle facciate*);
- posa dei **vincoli di controvento** (punti mobili) a mezzo di tasselli in nylon ad interasse non superiore a quanto specificato negli schemi di montaggio per le differenti porzioni di facciata. Il tassello in nylon va inserito dopo l'accostamento della staffa al muro, in modo che il bordo in nylon funga da elemento separatore della testa della vite zincata con la staffa in lega di alluminio;
- impiego di **montanti** con sviluppo di lunghezza contenuta: nella relazione di calcolo si è assunta una lunghezza massima di 4,50 metri compatibile con le dilatazioni termiche, ovvero ammettendo un allungamento massimo per deformazione termica del montante di circa 4,5 millimetri (un millimetro al metro).
- impiego di **ganci** in acciaio inossidabile vincolati all'ala del montante con due viti autoforanti a testa ribassata.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 22 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011

## 9. Conclusioni

Con la presente relazione tecnica di calcolo si sono eseguiti il dimensionamento e la verifica statica della struttura metallica di supporto standard, e relativi ancoraggi, della facciata ventilata con piastrelle in gres porcellanato, da realizzarsi nell'ambito dei lavori in essere presso il cantiere per la costruzione di un **Nuovo albergo in via Massimiliano Massimo a Roma**.

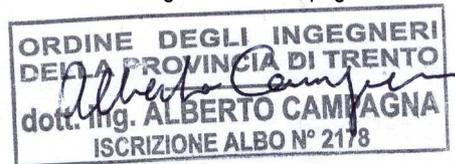
Le verifiche contenute nella presente memoria tecnica descrivono le diverse condizioni di posa e fissaggio della facciata nelle configurazioni tipiche più sollecitate. Le condizioni di posa particolari, da realizzarsi necessariamente per la presenza di aperture, spigoli, rientranze, irregolarità geometriche, vengono risolte incrementando il numero dei montanti e dei fissaggi per ragioni di carattere prettamente costruttivo, determinando un sovradimensionamento della struttura metallica, che risulta pertanto staticamente verificata.

**Sulla base delle osservazioni espresse e dei calcoli eseguiti si attesta che l'opera in progetto risulta conforme ai livelli di sicurezza dettati dalla normativa vigente.**

Per il fissaggio della struttura metallica alle pareti esterne dell'edificio si è previsto l'impiego di ancoranti con resistenza certificata, idonei all'installazione su elementi in conglomerato cementizio armato e murature in laterizio alveolare semipieno. Resta inteso che la corretta realizzazione dei getti e delle murature esula dalle responsabilità del sottoscritto e degli installatori della facciata ventilata.

Rovereto, aprile 2011 – revisione maggio 2011

dott. ing. Alberto Campagna



### Allegati:

1. Certificato MA 39 – VFA 2006-0214.01 del laboratorio autorizzato austriaco Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien – Magistratsabteilung 39 di data 2 febbraio 2006, relativo alla prova di carico sui ganci in acciaio inossidabile.
2. Relazione dd. 21 aprile 2011 sulle prove di estrazione di ancoranti per facciate ventilate eseguite in cantiere dal tecnico di Friulsider S.p.A. sig. Giovanni Garimoldi, con allegate le schede tecniche Friulsider degli ancoranti testati in cantiere (FM-753, FM-X5, TUP4).
3. Scheda tecnica del blocco di laterizio Poroton P200 impiegato in cantiere per la realizzazione delle murature.

CODICE COMMESSA: 110426	AUTORE: ing. Campagna	DESCRIZIONE: <b>Lavori di costruzione di un nuovo albergo in via Massimiliano Massimo</b> <b>FACCIATE VENTILATE CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE</b> Relazione di calcolo della sottostruttura metallica e degli ancoraggi	PAGINA: 23 di 23	EMISSIONE: 04.2011
CODICE ELABORATO: CST-STR-REL01-1	APPROVATO: ing. Campagna		FORMATO: UNI A4	REVISIONE: 05.2011