

# L'ANALISI FUNZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI (da consultare)

L'ottenimento di  
prestazioni tecnologiche

da parte degli elementi tecnici è possibile tramite lo svolgimento di  
funzioni tecnologiche.

Se analizziamo **la classe delle pareti perimetrali non portanti, appartenente al  
subsistema delle chiusure verticali**, potremo agevolmente descrivere

i requisiti tecnologici connotanti,

direttamente derivati dai requisiti ambientali di benessere per le prestazioni richieste,  
e le corrispondenti

funzioni tecnologiche o funzioni base

che devono essere sviluppate dagli elementi tecnici per ottenere il comportamento  
prestazionale richiesto atto a controllare i fenomeni fisici sollecitanti.

<b>REQUISITI TECNOLOGICI CONNOTANTI</b>	<b>FUNZIONI BASE</b>
<b>controllo della condensazione interstiziale</b>	<b>controllare la condensazione interstiziale</b>
<b>controllo della condensazione superficiale</b>	<b>controllare la condensazione superficiale</b>
<b>controllo dell'inerzia termica estiva</b>	<b>controllare l'inerzia termica estiva</b>
<b>controllo dell'inerzia termica invernale</b>	<b>controllare l'inerzia termica invernale</b>
<b>isolamento acustico dai rumori aerei</b>	<b>isolare acusticamente dai rumori aerei</b>
<b>isolamento termico</b>	<b>isolare termicamente</b>
<b>resistenza meccanica ai carichi sospesi</b>	<b>portare carichi applicati</b>
<b>tenuta all'acqua</b>	<b>tenere all'acqua</b>

Potremo allora sostenere che

### **la durabilità di un elemento tecnico**

è la sua capacità di fornire nel tempo e con livello definito le prestazioni che soddisfano i requisiti connotanti ovvero di sviluppare nel tempo e con intensità definita le corrispondenti **funzioni connotanti.**

Lo sviluppo dei fenomeni fisici che corrispondono alle funzioni connotanti è ottenuto dal concorso diretto di alcune caratteristiche che vengono dette **caratteristiche funzionali**

e di altre, proprie dei materiali, che vengono dette correlate.

Le caratteristiche vengono espresse attraverso  
**adeguati parametri**  
 e definiti valori di detti parametri.

Il problema di prevedere

il comportamento nel tempo di un elemento tecnico

è, allora, riconducibile al problema di prevedere

**le variazioni nel tempo delle caratteristiche funzionali e correlate**

per effetto dell'azione del contesto di utilizzo.

Ogni funzione base

è articolabile in un certo numero di

### funzioni analitiche

riconoscibili come concorrenti al suo espletamento.

Nello schema seguente è rappresentata l'articolazione in funzioni analitiche delle funzioni base della classe di pareti perimetrali verticali non portanti.

figura A.1 **Funzioni base, funzioni analitiche e loro correlazioni per la classe di elementi tecnici pareti perimetrali verticali non portanti (PV)**

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	Controllare la condensazione interstiziale	Controllare la condensazione superficiale	Controllare il regime dinamico delle temperature in stagione calda	Controllare il regime dinamico delle temperature in stagione fredda	Isolare acusticamente dai rumori aerei	Isolare termicamente	Resistere meccanicamente ai carichi sospesi	Tenere all'acqua
<b>Fa</b> Offrire resistenza ai flussi radiativi di calore								
<b>Fb</b> Offrire resistenza ai flussi convettivi di calore								

figura A.1 **Funzioni base, funzioni analitiche e loro correlazioni per la classe di elementi tecnici pareti perimetrali verticali non portanti (PV) (Continua)**

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	Controllare la condensazione interstiziale	Controllare la condensazione superficiale	Controllare il regime dinamico delle temperature in stagione calda	Controllare il regime dinamico delle temperature in stagione fredda	Isolare acusticamente dai rumori aerei	Isolare termicamente	Resistere meccanicamente ai carichi sospesi	Tenere all'acqua
<b>Fc</b> Offrire resistenza ai flussi conduttivi di calore								
<b>Fd</b> Offrire accumulo di calore								
<b>Fe</b> Favorire i flussi convettivi di calore								
<b>Ff</b> Favorire la rievaporazione dell'acqua								
<b>Fg</b> Offrire resistenza alla permeazione del vapore d'acqua								
<b>Fh</b> Offrire permeazione al vapore d'acqua								
<b>Fi</b> Offrire resistenza costante alla permeazione del vapore d'acqua								
<b>fi</b> Offrire resistenza costante alla trasmissione di calore								
<b>Fm</b> Opporsi per massa alla trasmissione di onde sonore								
<b>Fn</b> Interrompere la trasmissione per via solida di onde sonore								
<b>Fo</b> Offrire smorzamento visco-elastico in mezzo solido								

figura A.1 Funzioni base, funzioni analitiche e loro correlazioni per la classe di elementi tecnici pareti perimetrali verticali non portanti (PV) (Continua)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	Controllare la condensazione interstiziale	Controllare la condensazione superficiale	Controllare il regime dinamico delle temperature in stagione calda	Controllare il regime dinamico delle temperature in stagione fredda	Isolare acusticamente dai rumori aerei	Isolare termicamente	Resistere meccanicamente ai carichi sospesi	Tenere all'acqua
<b>Fp</b> Offrire tenuta all'aria								
<b>Fq</b> Offrire assorbimento acustico								
<b>Fr</b> Offrire resistenza meccanica a compressione								
<b>Fs</b> Offrire resistenza meccanica a flessione								
<b>Ft</b> Offrire resistenza al passaggio dell'acqua								
<b>Fu</b> Offrire opposizione alla permeazione capillare								

Può così condursi

## l'analisi funzionale

mediante la quale si ottiene la esplicitazione del modello di funzionamento che presiede a una soluzione tecnica

sia a livello metaprogettuale, cioè del **modello funzionale** costituito dal programma delle funzioni,

sia a livello progettuale, cioè del **modello oggettuale** costituito da enti correlati tra loro e portatori di definite caratteristiche funzionali con definiti valori di intensità.

Nel modello funzionale abbiamo la schematizzazione dei vari **luoghi funzionali**, della loro posizione e delle loro reciproche relazioni.

Nel modello oggettuale individuiamo la struttura fisica della soluzione e, dunque, i **vari strati**, la loro posizione ed le loro reciproche relazioni.

Come è evidente nei prospetti A.8 e A.9, la costruzione del modello funzionale porta a raggruppare in un unico luogo funzionale gli strati adiacenti del modello oggettuale **quando l'insieme delle funzioni analitiche di uno è lo stesso dell'insieme dell'altro o ne è un sottoinsieme.**

Per ciascuna delle funzioni base è possibile costruire una specifica corrispondenza tra funzioni analitiche,

**significatività dei parametri  
e tempi di attivazione,**

così come sviluppato nei prospetti seguenti che riguardano l'analisi funzionale per le pareti verticali non portanti.

prospetto A.2

**Elenco, definizione, significatività e tempi di attivazione delle funzioni analitiche relative alla funzione base "F2-controllare la condensazione superficiale"**

Funzioni analitiche		Significatività	Attivazione
Codice	Definizione	Condizioni	Tipo
fa.2	Offrire resistenza ai flussi radiativi di calore	$\alpha \leq 0,5$	Discontinua
fb.2	Offrire resistenza ai flussi convettivi di calore in mezzo aeriforme	Presenza di aria stratiforme con $s \leq 0,08$	Continua
fc.2	Offrire elevata resistenza ai flussi conduttivi di calore	$r \geq 0,5R$	Continua
fc'.2	Offrire resistenza ai flussi conduttivi di calore	$0,1R < r < 0,5R$	Continua
ff.2	Favorire la rievaporazione dell'acqua di condensa superficiale	Porosità aperta sulla superficie	Continua
<b>Legenda</b> $r$ = resistenza termica dello strato, (in metri quadrati al centigrado/watt); $R$ = resistenza termica della soluzione tecnica, (in metri quadrati al centigrado/watt); $s$ = spessore, (in metri); $\alpha$ = coefficiente di assorbimento della radiazione termica.			

**Elenco, definizione, significatività e tempi di attivazione delle funzioni analitiche relative alla funzione base "F1-controllare la condensazione interstiziale"**

Funzioni analitiche		Significatività	Attivazione
Codice	Definizione	Condizioni	Tipo
fc.1	Offrire resistenza ai flussi conduttivi di calore in posizione finalizzata, cioè all'esterno rispetto alla zona di rischio di condensazione	$r \geq 0,5R$	Continua
ff.1	Favorire la rievaporazione d'acqua di condensazione interstiziale in posizione finalizzata, cioè in aderenza alla zona di rischio di condensazione	Presenza di aria stratiforme	Eccezionale
fg.1	Offrire elevata resistenza alla permeazione del vapore d'acqua in posizione finalizzata, cioè verso l'interno rispetto alla zona di rischio di condensazione	$\mu sN \geq 10 \times 10^9$	Continua
fg'.1	Offrire resistenza alla permeazione del vapore d'acqua in posizione finalizzata, cioè verso l'interno rispetto alla zona di rischio di condensazione	$100 \times 10^9 < \mu sN < 10 \times 10^9$	Continua
fh.1	Offrire elevata permeazione al vapore d'acqua in posizione finalizzata, cioè verso l'esterno rispetto alla zona di rischio di condensazione	$\mu sN \leq 100 \times 10^9$	Continua
fi.1	Offrire con discontinuità resistività di valore costante alla permeazione del vapore	$\Delta\mu \leq 0,1\mu_{med}$	Continua
fl.1	Offrire con discontinuità resistività di valore costante al passaggio del calore	$\Delta\lambda \leq 0,1\lambda_{med}$	Continua
<b>Legenda</b> $N$ = resistenza al passaggio del vapore d'acqua nell'aria (in metri per secondi per pascal/kilogrammi); $r$ = resistenza termica dello strato, (in metri quadrati al centigrado/watt); $R$ = resistenza termica della soluzione tecnica, (in metri quadrati al centigrado/watt); $\mu$ = resistenza relativa al passaggio del vapore d'acqua; $\lambda$ = conducibilità termica (in watt/metri al centigrado); $s$ = spessore (in metri); $\Delta\mu = \mu_{max} - \mu_{min}$ ; $\Delta\lambda = \lambda_{max} - \lambda_{min}$ .			

**Elenco, definizione, significatività e tempi di attivazione delle funzioni analitiche relative alla funzione base "F3-controllare il regime dinamico delle temperature in stagione calda"**

Funzioni analitiche		Significatività	Attivazione
Codice	Definizione	Condizioni	Tipo
fa.3	Offrire resistenza ai flussi radiativi di calore	$\alpha \leq 0,5$	Discontinua
fb.3	Offrire resistenza ai flussi convettivi di calore, in mezzo aeriforme	Presenza di aria stratiforme Con $s \leq 0,08$	Continua
fc.3	Offrire elevata resistenza ai flussi conduttivi di calore	$r \geq 0,5R$	Continua
fc'.3	Offrire resistenza ai flussi conduttivi di calore	$0,1R < r < 0,5R$	Continua
fd.3	Offrire elevato accumulo di calore in posizione finalizzata, cioè in adiacenza all'ambiente interno	$Ttc \geq 0,5 TTC$	Continua
fd'.3	Offrire accumulo di calore in posizione finalizzata, cioè in adiacenza all'ambiente interno	$0,1 TTC \leq Ttc < 0,5 TTC$	Continua
fe.3	Favorire flussi convettivi di calore in posizione finalizzata, cioè in adiacenza all'ambiente esterno	Presenza di aria stratiforme Con $V > 0$	Continua
<b>Legenda</b> $r$ = resistenza termica dello strato (in metri quadrati al centigrado/watt); $R$ = resistenza termica della soluzione tecnica (in metri quadrati al centigrado/watt); $\alpha$ = coefficiente di assorbimento della radiazione termica; $s$ = spessore (in metri); $V$ = velocità dell'aria (in metri al secondo); $Ttc$ = costante di tempo termica del singolo strato (in ore); $TTC$ = costante di tempo termica della soluzione tecnica (in ore).			

**Elenco, definizione, significatività e tempi di attivazione delle funzioni analitiche relative alla funzione base "F4-controllare il regime dinamico delle temperature in stagione fredda"**

Funzioni analitiche		Significatività	Attivazione
Codice	Definizione	Condizioni	Tipo
fa.4	Offrire resistenza ai flussi radiativi di calore	$\alpha \leq 0,5$	Discontinua
fb.4	Offrire resistenza ai flussi convettivi di calore, in mezzo aeriforme	Presenza di aria stratiforme Con $s \leq 0,08$	Continua
fc.4	Offrire elevata resistenza ai flussi conduttivi di calore	$r \geq 0,5R$	Continua
fc'.4	Offrire resistenza ai flussi conduttivi di calore	$0,1R < r < 0,5R$	Continua
fd.4	Offrire elevato accumulo di calore in posizione finalizzata, cioè in adiacenza all'ambiente interno	$R \times c \geq 100(H)$	Continua
fd'.4	Offrire accumulo di calore in posizione finalizzata, cioè in adiacenza all'ambiente interno	$10(H) \leq R \times c < 100(H)$	Continua

Legenda  
 $r$  = resistenza termica dello strato (in metri quadrati al centigrado/watt);  
 $R$  = resistenza termica della soluzione tecnica (in metri quadrati al centigrado/watt);  
 $\alpha$  = coefficiente di assorbimento della radiazione termica;  
 $s$  = spessore (in metri);  
 $c$  = capacità termica dello strato (watt per ora/metri quadrati).

**Elenco, definizione, significatività e tempi di attivazione delle funzioni analitiche relative alla funzione base "F6-isolare termicamente"**

Funzioni analitiche		Significatività	Attivazione
Codice	Definizione	Condizioni	Tipo
fa.6	Offrire resistenza ai flussi radiativi di calore	$\alpha \leq 0,5$	Discontinua
fb.6	Offrire resistenza ai flussi convettivi di calore in mezzo aeriforme	Presenza di aria stratiforme Con $s \leq 0,08$	Continua
fc.6	Offrire elevata resistenza ai flussi conduttivi di calore	$r \geq 0,5R$	Continua
fc'.6	Offrire resistenza ai flussi conduttivi di calore	$0,1R \leq r < 0,5R$	Continua

Legenda  
 $r$  = resistenza termica dello strato (in metri quadrati al centigrado/watt);  
 $R$  = resistenza termica della soluzione tecnica (in metri quadrati al centigrado/watt);  
 $s$  = spessore (in metri);  
 $\alpha$  = coefficiente di assorbimento della radiazione termica.



Nell'esempio che segue è proposta l'analisi funzionale applicata ad una soluzione tecnica di parete perimetrale verticale non portante.

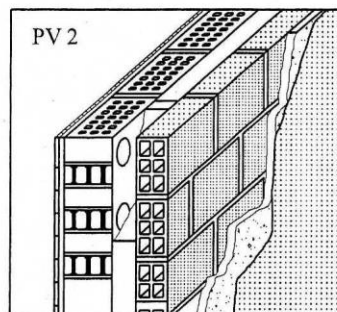
figura A.2 Parete perimetrale verticale non portante "mattoni semipieni e forati" (PV2)

Legenda

Elemento funzionale	Spessore (m)
Idropulitura a base acrilica	
Intonaco civile	0,015
Mattoni semipieni	0,120
Collante sintetico-cementizio	0,050
Lana di vetro resinata	0,040
Mattoni forati	0,080
Intonaco civile	0,015

Idropulitura a base acrilica

Gli elementi funzionali sono elencati dall'esterno all'interno



prospetto A.7 Parametri di valutazione e relativi valori per gli strati funzionali della parete perimetrale verticale non portante "mattoni semipieni e forati" (PV2)

Parametri										
N°	Spessore	Massa volumica	Conducibilità termica	Calore specifico	Fattore resistenza vapore	Resistenza vapore	Resistenza termica relativa	TTC estiva relativa	TTC invernale	Massa areica
	cm	kg/m <sup>3</sup>	W/m °C	kJ/ °C kg	-	10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> sPa/kg	%	%	h	kg/m <sup>2</sup>
1	0,2	1 000,0	0,900	0,91	15	1,60	0,15	0,08	0,00	2,0
2	1,5	1 800,0	0,900	0,91	35	28,00	1,01	28,85	0,41	27,0
3	12,0	1 070,0	0,440	0,84	7	44,80	16,57	15,89	29,42	128,4
4	4,0	30	0,036	0,97	1	2,13	67,51	0,73	1,29	1,2
5	8,0	730,0	0,350	0,84	6	25,60	13,89	53,43	11,21	58,4
6	1,5	1 800,0	0,900	0,91	35	28,00	1,01	28,85	0,41	27,0

**Modello oggettuale complessivo della parete perimetrale verticale non portante "mattoni semipieni e forati" (PV2)**

Elementi funzionali									
E	1	2	3	S	4	5	6	7	I
F1	fh.1	fh.1	fh.1		fc.1				
F2			fc'.2		fc.2	fc'.2	ff.2		
F3			fc'.3		fc.3	fd.3			
F4			fc'.4		fc.4	fd'.4			
F5	fp.5		fm.5		fc.5	fm'.5			
F6			fc'.6		fc.6	fc'.6			
F7						fr.7	fr.7		
F8	ft'.8		ft'.8						

**Modello funzionale complessivo di parete perimetrale verticale non portante "mattoni semipieni e forati (PV2)"**

Luoghi funzionali						
E	I	II	III	IV	V	I
		fh.1	fc.1			
		fc'.2	fc.2	fc'.2	ff.2	
		fc'.3	fc.3	fd.3		
		fc'.4	fc.4	fd'.4		
	fp.5	fm.5	fo.5	fm'.5		
		fc'.6	fc.6	fc'.6		
				fr.7	fr.7	
	ft'.8	ft'.8				