

Applicazione dell'Analisi del Valore nella scelta di componenti trasparenti in edilizia.

Caso di studio: confronto tra serramenti in un cantiere realizzato nel Comune di Cecina (LI)

1. Introduzione

L'**Analisi del Valore** è una attività organizzata da un gruppo di esperti di varie discipline e di non esperti, coordinato da un esperto dell'Analisi del Valore, tesa ad analizzare le funzioni che devono essere svolte da un prodotto o da un servizio, allo scopo di soddisfare alle esigenze espresse o implicite del Committente/Fruitore, per ottenere le prestazioni necessarie e richieste al più basso costo globale compatibile con i richiesti livelli di sicurezza, durabilità e manutenibilità.

Con l'AV si vuole valutare e misurare l'utilità derivante dalla soddisfazione delle esigenze dell'utente/utilizzatore di una qualsiasi entità: prodotto o servizio in rapporto ai costi globali, all'interno delle risorse che si può e si intende utilizzare per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, in qualsiasi situazione di luogo e di tempo.

L'AV consente di governare la complessità ed è stata ormai sperimentata in molti casi di studio, a qualsiasi scala e per problemi di diversa natura, dalla Scuola Pisana di Gestione e Analisi del Valore¹.

Il parametro utilizzato per creare valore e per confrontare più soluzioni di uno stesso problema in termini di valore, nell'accezione di Lawrence D. Miles, è l'**Indice di Valore (Iv)**: esso si riferisce a una o più funzioni, ma anche all'insieme delle funzioni primarie esplicate da una qualsiasi entità.

In particolare, di fronte ad una soluzione originaria, il gruppo AV si esprime nella fase creativa con soluzioni alternative, ed in tal caso Iv consente di mettere all'attenzione del decisore tutte le proposte in ordine di priorità, rispetto al valore delle stesse, ovverosia del rapporto tra l'utilità ($W = \text{worth}$) che deriva al soggetto fruitore dal poter esplicitare le funzioni, in un certo luogo e per tutto un periodo di tempo, ed il costo globale (C) che comporta poterle esplicitare in dette circostanze, stando all'interno delle risorse che si è disposti a tal scopo ad impegnare, nel tempo.

Il Valore, dunque, non è altro che il rapporto tra il l'utilità della funzione considerata ed il costo globale, inteso come minimo prezzo che saremo disposti a pagare per ottenere quella determinata funzione, in quel determinato luogo ed in quelle circostanze ed il costo di bene o servizio che assicura la funzione in esame.

L'introduzione del costo globale riferito alla vita utile ipotizzata per l'entità presa in considerazione, consente di andare verso forme innovative di gestione degli interventi alla scala edilizio-ambientale e ad approfondimenti tematici sulla finanza di progetto.

¹ Un ringraziamento al Prof. Pier Luigi Maffei autore di innumerevoli pubblicazioni in materia di Analisi del Valore ispiratrici del presente lavoro, nonché ideatore della scuola Pisana del Valore

Il Progetto Edilizio si compone di: progettazione operativa, progettazione economica, progettazione spaziale e progettazione tecnologica. In particolare l'attenzione si sofferma sulla Progettazione Operativa ovvero la fase della progettazione integrale che consente di precisare le modalità esecutive dando indicazioni e prescrizioni sui procedimenti di realizzazione e messa in opera (messa in opera, mezzi d'opera, impegno delle risorse, organizzazione del cantiere, sicurezza del lavoro). Così come definito dalla Legge sui Lavori pubblici essa deve contenere tutti gli elementi grafici e descrittivi che servono ad evidenziare tutto quanto è stato ideato e previsto per la sicurezza, la manutenibilità, per la programmazione di tutti i costi di intervento e di impianto. Essa è dunque finalizzata alla guida e al controllo di tutte le fasi e le parti costitutive del processo costruttivo.

Il caso di studio, argomento di esercitazione svolta nel Corso di "Organizzazione del cantiere", tenuto dall'Ing. Alessandro Frolla, si riferisce all'utilizzo dell'Analisi del Valore applicato ad un componente edilizio e più precisamente ai serramenti che si intendono installare in un progetto di nuova costruzione sito ne Comune di Cecina (LI), in via Montanara, località Laconaia.

Vediamo come si svilupperanno le fasi di applicazione del criterio metodologico dell'AV in merito al caso di studio.

2. La fase informativa: considerazioni generali sul componente

La fase informativa prevede una lista di idee, una scelta di ambiti ad elevato potenziale di risparmio ed una elencazione e classificazione delle funzioni primarie e secondarie.

Ricorrendo all'Analisi del Valore si comincia con il definire le funzioni e, in particolare, si evidenziano le *funzioni prioritarie* che gli infissi dovranno garantire:

1. un sufficiente grado di illuminazione;
2. una buona tenuta dell'umidità;
3. l'isolamento dal rumore dunque isolamento acustico;
4. l'isolamento termico;
5. un basso livello di manutenzione;
6. un buon livello di sicurezza.;
7. una buona tenuta della pioggia sul battente.

Vediamo adesso tra le tre soluzioni di infissi presi in considerazione (in alluminio, a taglio termico ed in PVC) quale esplica in modo migliore le prestazioni attese in merito alle funzioni prioritarie esplicitate.

3. La fase creativa

La fase creativa (*brain storming*) prevede la scelta di soluzioni alternative che esplicano le stesse funzioni e la determinazione del valore.

Sulla base delle informazioni raccolte sono state scelte per il confronto previsto dalla metodologia le seguenti tre alternative:

- A. infissi in alluminio;
- B. infissi in PVC;
- C. infissi a taglio termico.

Soluzione A: infissi in alluminio

I serramenti in alluminio hanno una tenuta all'aria e alle infiltrazioni di acqua e permettono l'abbattimento acustico a seconda della combinazione dei profili e del vetro utilizzato.

Tali infissi trovano applicazioni nelle costruzioni edili ma anche nei trasporti terrestri, navali aeronautici.

Dai finestrini dei treni alle finestre della nostra casa, agli oblò delle navi e aerei, i serramenti sono stati prodotti con le tecniche più variegata già nelle epoche più remote della storia.

Secondo una classificazione tecnica si suddividono in tre macroclassi:

- serramenti esterni
- serramenti interni
- prodotti accessori

I serramenti possono costituire una semplice chiusura o parte della struttura della costruzione o, ancora, possono completare la funzione di alcune soluzioni architettoniche.

Si dividono in:

- finestre
- facciate continue
- prodotti accessori.

La finestra è un serramento che isola gli ambienti interni dallo spazio esterno. E' realizzata mediante il taglio e l'assemblaggio dei profilati in alluminio e un pannello di tamponamento agganciato meccanicamente al telaio. I tamponamenti possono essere poi realizzati in vari materiali: vetro, legno, materiali composti .

I prodotti accessori al sistema di facciata sono prodotti architettonicamente complementari ai serramenti: persiane, ringhiere e cancellate, frangisole, pareti divisorie, porte.

I serramenti metallici costituiscono una delle principali voci di costo nel processo di costruzione edile: vengono infatti utilizzati per il mercato domestico (comparto commerciale e residenziale per lavori di piccole e medie dimensioni) e il mercato globale.

Oltre il 90% dei serramenti viene prodotto con l'utilizzo di estrusi in leghe di alluminio: i loro componenti sono realizzati su misura e devono tener conto delle esigenze estetiche e tecniche del progetto.



Per questo motivo non esistono prodotti standard tranne che per le porte interne di edifici residenziali e commerciali per le quali i progettisti edili adottano misure convenzionali.

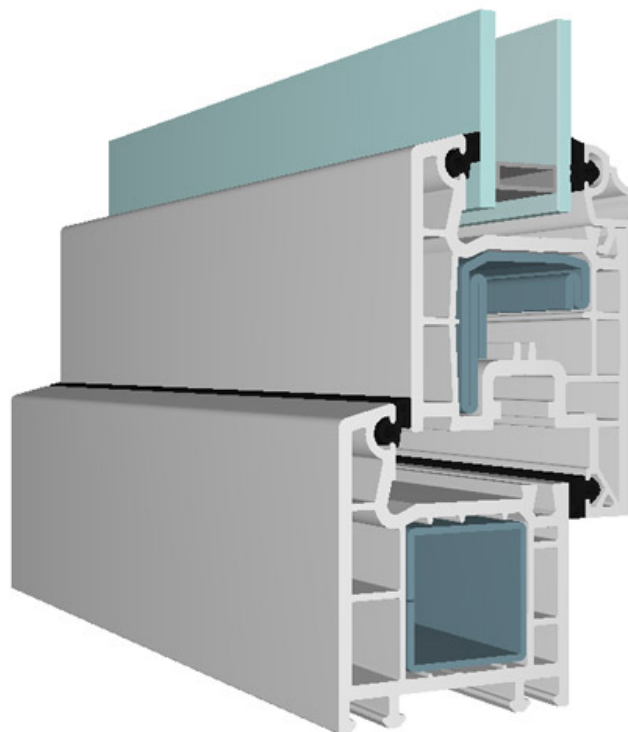
Le aziende serramentiste, edili e tutte quelle che producono componenti in alluminio utilizzano macchine per la lavorazione dell'alluminio all'avanguardia come centri di lavoro e troncatrici dotate di software particolari in grado di ottimizzare il ciclo produttivo sia sotto il profilo della quantità che della qualità.

Soluzione B: infissi in PVC

Il cloruro di polivinile - in breve PVC - é un materiale termoplastico ricavato da materie naturali quali il sale e il petrolio. La polvere di PVC viene prodotta in diverse fasi. Il PVC é una delle materie plastiche più versatili, più economiche e più diffuse che presenta caratteristiche di grande durata. Fritz Klatte ricevette già nel 1913 il primo brevetto per il PVC.

Questi prodotti sono omologati come materiali edili e sono ben noti ai tecnici del settore. Per tubazioni, grondaie, rivestimenti esterni, coperture, pareti continue in vetro, rifiniture interne e canaline per cavi l'uso del PVC é ovvio come per le finestre, le avvolgibili e le imposte; il suo utilizzo, nel lungo periodo, dà sempre risultati molto positivi, sia dal punto di vista economico che ecologico.

I prodotti utilizzati nell'edilizia devono rispondere ai massimi requisiti in merito a: resistenza al vento ed alle intemperie, alta stabilità, perfezione di superficie, resistenza al caldo e al gelo, facilità d'uso e di manutenzione e tutto questo nel tempo.



Quanto si risparmia sul riscaldamento?

Prendendo a riferimento la superficie totale della finestra, la perdita di calore può essere ridotta a meno di un quarto in confronto alle vecchie finestre a vetro semplice. A questo scopo é necessario montare dei vetri termici speciali. Ma anche con le normali lastre in vetro isolante é possibile ridurre sensibilmente la fattura del riscaldamento

Appannamento

Le finestre con vetri semplici si appannano o si "*brinano*", per il semplice fatto che le lastre sono troppo fredde e l'umidità presente nell'ambiente si condensa o si cristallizza. L'alto isolamento termico dei moderni profili per finestra, in combinazione con il vetro isolante, impedisce praticamente la formazione di condensa sulle finestre.

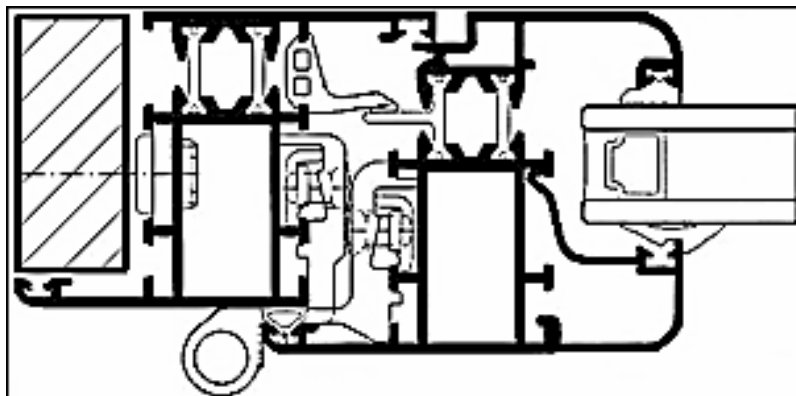
Manutenzione

In questo caso si può parlare di facilità di manutenzione: la superficie perfettamente liscia e satinata assorbe meno sporco, asciutto, umido o aggressivo che sia, di quanto non lo faccia una vernice screpolata. Per la manutenzione ordinaria é normalmente sufficiente un detergente neutro.

Soluzione C: infissi a taglio termico (sia in alluminio che PVC)

Generalmente questi tipi di serramenti sono caratterizzati da profilati di alluminio a taglio termico realizzati con lega 6060 (EN573-3 e EN 755-2) e tolleranze dimensionale e spessori derivanti da PREN12020-2; oppure da listelli in legno massello di rovere (naturale, tinto noce o tinto castagno) e ciliegio.

Su richiesta e con quantità minime garantite sono disponibili verniciature di legno diverse.



La verniciatura, di solito, viene eseguita con vernici a fondo poliuretanico su tutto il perimetro oppure con tinteggiatura a solvente e finitura poliuretanica opaca sulle superfici visibili.

Gli isolatori per taglio termico: sono costituiti, per l'interruzione del ponte termico delle parti metalliche, da listelli in poliammide rinforzati con fibre di vetro; il loro bloccaggio è meccanico con rullatura dall'esterno previa zigrinatura delle sedi di alluminio per evitare scorrimenti.

Per l'isolamento tra le parti metalliche ed i listelli in legno si utilizzano distanziali di connessione in nylon che consentono inoltre ai due materiali, di natura fisica diversa, i movimenti di dilatazione differenziata.

Il tipo di tenuta aria-acqua è a giunto aperto (per le finestre) ed a doppia guarnizione in battuta (per le porte); lo spessore dei vetri è variabile (secondo il fermavetro impiegato).

4. La fase analitico selettiva

La fase analitico-selettiva prevede la scelta delle soluzioni da sviluppare, in termini di vantaggi, svantaggi ed affidabilità.

Per lo sviluppo di questa fase si comincia col prendere in considerazione alcuni parametri fondamentali di cui si va a specificare una legenda indicativa:

- Parametri di isolamento termico:
 U_f = isolamento termico ($W/m^2 \times ^\circ K$);
 U_g = emissività ($W/m^2 \times ^\circ K$);
 U_w = trasmittanza ($W/m^2 \times ^\circ K$).
- Resistenza alla permeabilità dell'aria;
- Tenuta della pioggia;
- Isolamento acustico;
- Costo.

Tabella 1:

	U_f (W/m²K)	U_g (W/m²K)	U_w (W/m²K)	Costo (€)	Isolamento acustico (dB)
A	1,7	0,9	1,5	130	<42
B	1,3	1,2	1,2	220	<42
C	2,7	0,9	0,89	180	<44

I parametri relativi alla permeabilità dell'aria e alla tenuta della pioggia, non sono stati presi in considerazione in quanto risultavano pressoché uguali per tutte e tre le soluzioni: non avrebbero influito in alcun modo nell'elaborazione dell'AV.

- permeabilità dell'aria = Classe 4 DIN EN 12204;
- tenuta della pioggia = Classe 9A- E900.

Si ritiene necessario fornire i seguenti parametri indicatori di confronto: si calcoleranno prima i coefficienti di valore e poi gli indici di valore, valutandone il peso dell'importanza dell'interazione fra le entità prese in esame.

I pesi saranno indicati con raffronti a coppie tra i parametri analizzati, secondo l'importanza assegnata, attribuendo i seguenti valori:

- -2 = importanza della soluzione 1 >> soluzione 2;
- -1 = importanza della soluzione 1 > soluzione 2;
- 0 = importanza della soluzione 1 = soluzione 2;
- 1 = importanza della soluzione 1 < soluzione 2;
- 2 = importanza della soluzione 1 << soluzione 2.

Si danno inoltre le seguenti definizioni:

- I_w = indice di valore rispetto alla trasmittanza;
- I_g = indice di valore rispetto all'emissività;
- I_w = indice di valore rispetto all'isolamento termico;
- I_c = indice di valore rispetto al costo;
- I_a = indice di valore rispetto all'isolamento acustico.

Pertanto, si ottengono le seguenti matrici ponderali (tabelle 2-6):

Tabella 2:

Isolamento termico (Uf)	A	B	C	Peso tot	Peso %	If
A		1	-1	1	25	0,25
B			-2	0	0	0
C				3	75	0,75
totale				4	100	1

Tabella 3:

Trasmittanza (Uw)	A	B	C	Peso tot	Peso %	Iw
A		-1	-2	0	0	0
B			-1	1	25	0,25
C				3	75	0,75
totale				4	100	1

Tabella 4:

Emissività (Ug)	A	B	C	Peso tot	Peso %	Ig
A		2	0	2	50	0,5
B			-2	0	0	0
C				2	50	0,5
totale				4	100	1

Tabella 5:

Isolamento acustico	A	B	C	Peso tot	Peso %	Ia
A		0	1	1	50	0,5
B			1	1	50	0,5
C				0	0	0
totale				2	100	1

Tabella 6:

Costo	A	B	C	Peso tot	Peso %	Ic
A		2	1	3	75	0,75
B			-1	0	0	0
C				1	25	0,25
totale				4	100	1

A questo punto si ritiene necessario definire alcuni concetti essenziali per la metodologia dell'Analisi del Valore, nell'accezione di Miles:

$$V = W / C$$

(ovvero il rapporto tra l'utilità funzionale ed i costi globali)

Per passare all'*indice di valore* I_v , che è un parametro di riferimento compreso tra 0 e 1, i coefficienti sono stati divisi per il valore relativo alla funzione di maggiore incidenza sul componente o sull'opera (V_{max}), facendo, in tal modo, una *comparazione all'unità di valore*.

Nell'ordine si dà più peso, in base alle tabelle elaborate, a: U_f , U_w , U_g , isolamento acustico e costo.

Dunque W (isolamento termico) sarà moltiplicato per un coefficiente C1 (al numeratore); C2, C3, C4 e C5 saranno i coefficienti da moltiplicare per i restanti parametri.

Si ricava:

$$V = C1 \text{ Isolamento termico} + C2 \text{ Trasmittanza} + C3 \text{ Emissività} + C4 \text{ Isolamento acustico} + C5 \text{ Costi globali}$$

Dove ai vari indici vengono assegnati i seguenti valori:

$$C1 = 1,5$$

$$C2 = 1,2$$

$$C3 = 1$$

$$C4 = 0,9$$

$$C5 = 0,7$$

L'indice di valore sarà: $I_V = V / V_{MAX}$

A questo punto si ricava V per ognuna delle tre soluzioni indicate, sostituendo ai vari coefficienti Ci, i valori sopra stabiliti in corrispondenza dell'isolamento termico, trasmittanza, remissività, isolamento acustico e costi globali, ricavati dalle tabelle (2- 6) per ogni soluzione individuata.

Soluzione A:

$$V_a = 1,5 \times 0,25 + 1,2 \times 0 + 1 \times 0,5 + 0,9 \times 0,5 + 0,7 \times 0,75 = 1,85$$

Soluzione B:

$$V_b = 1,5 \times 0 + 1,2 \times 0,25 + 1 \times 0 + 0,9 \times 0,5 + 0,7 \times 0 = 0,75$$

Soluzione C:

$$V_c = 1,5 \times 0,75 + 1,2 \times 0,75 + 1 \times 0,5 + 0,9 \times 0 + 0,7 \times 0,25 = 2,7$$

	V	I _v
A	1,85	0,69
B	0,75	0,28
C	2,7	1

5. Considerazioni finali

Considerazioni sulla progettazione operativa inerente il caso di studio:

- La messa in opera dei serramenti in alluminio è ipotizzata tra i rivestimenti e le tinteggiature interne sebbene il montaggio dei telai fissi, sia per impalcato che per lato dell'edificio, possa già avvenire una volta terminata la parte a rustico degli impalcati stessi;
- La fornitura dei serramenti è prevista già completata in officina e dunque non necessita di successiva manutenzione in cantiere, anche per evitare interferenze con altre lavorazioni;
- Vista la conformazione dell'edificio preso in esame e la mancanza di difficoltà oggettive nella messa in opera dei serramenti, si ipotizza di utilizzare ponteggi a tubi e giunti con due serramentisti, uno posizionato sull'esterno dell'edificio, l'altro nell'interno.

Utilizzando la metodologia dell'Analisi del valore, la scelta ottimale degli infissi, utilizzando i parametri di riferimento di cui alle tabelle 2-6, è ricaduta su quelli a taglio termico.

Tale soluzione è influenzata soprattutto dall'elevato peso ponderale dell'isolamento termico e della trasmittanza rispetto agli altri parametri.

AUTORI:

Dott. Ing. Alessandro Frolla

Docente a contratto di “*Organizzazione del Cantiere*” - Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa
Consigliere Nazionale Aiav

Ing. Diana Artz

Ing. Triennale e studentessa del corso di “*Organizzazione del Cantiere*” - Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa (a.a. 2005 – 2006)

Bibliografia

AA. VV, *Manuale di progettazione edilizia*, Hoepli, Milano 1992

Bollettino degli Ingegneri, Opere di finitura, 2004

P.L. Maffei, *Applicazioni di Analisi del Valore. Rapporti tra qualità del progetto e costo globale degli edifici*

P.L. Maffei, *Il metodo dell'Analisi del Valore nel Processo Edilizio*, 1994

P.L. Maffei, *Il Processo edilizio*, Novembre 1994

P.L. Maffei, G. Munafò, *Verifica AV di un componente edilizio di chiusura orizzontale inferiore a terra*

T. Rosati, *Analisi del Valore: come scoprire costi inutili*, Management, Febbraio 1987

Politecnico di Milano: dip. Scienza e tecnologie dell'ambiente costruito, *Studio di una metodologia applicativa atta alla formazione di un repertorio di analisi prezzi relativi alla principali voci di lavoro di un'opera edilizia*, aprile 2002

Sitografia

www.aiav-valore.it: P.L. Maffei, A. Frolla, *L'applicazione dell'AV nei cantieri edili*

www.ciprarinfissi.it

www.emmegigroup.it: *Serramenti in alluminio, leghe leggere e PVC*

www.finestral.com

www.infissirem.it

www.lafinfissi.it

www.metalinfissi.it

www.metra.it

www.serallfa.it