

## Ottimizzazione dei formati dei laterizi per murature

(A Method of Optimising Bricks Format)

MILENA BERTOTTO Arch., Torino, Italia

GIOVANNI CANAVESIO Arch.

Istituto di Tecnologia dell'Ambiente Costruito, Politecnico di Torino, Italia.

GIANFRANCO CAVAGLIA' Arch.

Istituto di Tecnologia dell'Ambiente Costruito, Politecnico di Torino, Italia.

Sommario - La relazione tratteggia un quadro delle indicazioni metodologiche ed operative, emergenti da una ricerca dell'A.N.D.I.L. in corso inserita nei programmi speciali del C.N.R., per la definizione di criteri e procedure di ottimizzazione dei formati dei laterizi per murature in relazione alle attuali caratteristiche dei contesti produttivi e degli ambiti applicativi, nonché in relazione ad obiettivi e linee di tendenza degli interventi di progettazione.

Summary - The work gives a range of the methodologic and operative indications pointed out by an outstanding study of the A.N.D.I.L., included in a special research programme of the C.N.R. The purpose of the study was the definition of criteria and methods of optimising bricks format for external walls, in relation to:

- the current characteristics of the process of fabrication, distribution, and use of the component,
- and in relation to the objectives and trends of any iterative design process.

### 1. PREMESSA

La relazione vuole dare un quadro delle indicazioni metodologiche ed operative finalizzate alla ottimizzazione dei formati dei laterizi per murature emergenti dalla corrispondente ricerca inserita nei programmi speciali del C.N.R. svolta in collaborazione tra un gruppo di ricerca del Politecnico di Torino ed un gruppo di esperti della Sezione Murature dell'A.N.D.I.L.

Il lavoro si è indirizzato su due ambiti fondamentali rapportabili da un canto all'esame minuto della realtà produttiva e costruttiva esteso a tutto il territorio nazionale e da un altro alla definizione della "qualità" offerta dagli elementi edilizi realizzabili. Nel primo ambito si sono ripercorse tutte le sequenze del processo di produzione del manufatto e di esecuzione dell'elemento costruttivo, annotando le caratteristiche tecniche e procedurali di ciascuna fase, gli aspetti di reciproca relazione intercorrenti e le possibili influenze sulla definizione del formato del laterizio.

Nel secondo ambito, si è proceduto ad una definizione e sistematizza

zione del comportamento prestazionale offerto dall'elemento edilizio risultante (dalle murature) assumendo l'"ottica prestazionale" come approccio in grado di fissare strumentazioni di analisi che valutino correttamente la risposta tecnologica offerta rispetto alle richieste di prestazione poste dalle esigenze dell'utenza e di fornire criteri per l'ottimizzazione dei prodotti.

I risultati attesi da questo lavoro (che si caratterizza come prima ricerca condotta nel campo assumendo un taglio di indagine investente in modo complessivo gli aspetti produttivi, costruttivi, fruitivi e qualitativi) possono essere sintetizzati nel modo seguente:

- 1) Definizione di un sistema di classificazione dei formati dei laterizi per murature che contenga tutte le caratteristiche geometriche, produttive ed applicative.
- 2) Selezione ponderata dei formati più significativi sotto l'aspetto produttivo (produzioni fortemente finalizzate e/o specializzate rispetto agli ambiti applicativi, produzioni dotate di maggiore sviluppo ed estensione sull'area di mercato nazionale e produzioni marginali) operata tramite l'analisi delle frequenze prevalenti dei formati e del volume di produzione.
- 3) Individuazione degli ambiti preferenziali e consuetudinari di applicazione di determinati formati di laterizi.
- 4) Formulazione di criteri, strumenti, raffronti e valutazioni prestazionali sui formati esistenti al fine di proporre variazioni di formato o di stabilire modi di applicazione costituenti una ottimizzazione produttiva e/o costruttiva.
- 5) Definizione di due approcci fondamentali per l'ottimizzazione: il primo tendente allo studio di nuovi formati, il secondo indirizzato alla codificazione di guide alla progettazione ed alla costruzione per raggiungere un uso ottimale di formati esistenti.
- 6) Formulazione di criteri interdisciplinari e intersettoriali per l'analisi e l'ottimizzazione dei prodotti, coinvolgenti campi d'indagine strutturali, energetici, igrotermici, ergonomici, ecc.

I primi tre punti citati, che al momento attuale rappresentano la parte di ricerca più sviluppata ed approfondita, concretizzano una serie di indicazioni da intendersi come una razionalizzazione ed una verifica dell'esistente e come stimolo per i produttori per addensare la loro produzione su "frequenze alte" già esistenti o emergenti, eliminando prodotti marginali o formati simili diversificati soltanto per ragioni commerciali. Possono, poi, anche costituire un incentivo per studi su produzioni di formati specializzati per prestazioni ed una prima iniziativa per una ulteriore qualificazione del mercato.

Gli ultimi tre punti rappresentano altri risultati della ricerca, in fase di elaborazione, che costituiscono un metodo ed uno strumento per coordinare e finalizzare in modo convergente studi paralleli in corso in diversi campi disciplinari afferenti: hanno cioè, il valore di "procedure codificate" per la strutturazione di

tali campi d'indagine in un'ottica di ottimizzazione dei formati.

## 2. INDAGINE SULLA PRODUZIONE ITALIANA DEI LATERIZI PER MURATURE

L'indagine sulla produzione dei laterizi per murature ha inizialmente acquisito una serie di informazioni, dalla documentazione tecnica e bibliografica esistente, sulle linee di tendenza attuali, sulle caratteristiche fisiche e sulle frequenze dimensionali dei formati dei mattoni e dei blocchi, collocando i prodotti in base alla classificazione proposta dalla Sezione Murature dell'A.N.D.I.L. Per superare notevoli lacune dovute alla natura disomogenea ed episodica di tale documentazione e per approfondire in modo capillare l'analisi delle caratteristiche dei prodotti, si è quindi proceduto allo svolgimento di un'inchiesta presso i produttori associati all'A.N.D.I.L. in modo da:

- a) acquisire e catalogare sistematicamente il maggior numero di dati sui formati, specialmente per quanto concerne informazioni di carattere specifico, come: percentuali di foratura, tipo di laterizio, peso specifico dell'argilla cotta, possibilità di giacitura in opera, proprietà fisiche, applicazioni consuete, volume di produzione annuale, area di mercato del prodotto, ecc.;
- b) chiarire i rapporti intercorrenti tra le consuetudini costruttive, che possono concorrere a formare il grosso della domanda, e le caratteristiche geometriche e fisiche dei laterizi;
- c) individuare i prodotti emergenti sul mercato per miglior rispondenza alle esigenze del contesto applicativo o per specializzazioni costruttive.

L'insieme delle risposte pervenute dai produttori è stato considerato come un "campione significativo" della capacità produttiva nazionale (ved. fig. 1), in quanto il volume di produzione delle ditte che hanno risposto all'inchiesta (n. 78) ha rappresentato il 18,8% circa della capacità produttiva totale di laterizi per murature di tutti i produttori iscritti all'A.N.D.I.L. (n° 897). Il "campione" ha assunto, inoltre, maggiore significatività nel caso delle produzioni regionali del Friuli (63%), nonché del Piemonte, dell'Umbria, della Lombardia e della Puglia in cui è stata raggiunta una percentuale compresa tra il 40 ed il 25%.

Una ulteriore indicazione, di cui bisogna sottolineare l'importanza, è risultata dalla constatazione che il volume di produzione offerto dal "campione" è, per la maggior parte, rapportabile ad impianti di produzione appartenenti alle fasce più elevate di capacità produttiva (come si può osservare dalla fig. 2), vale a dire a produzioni superiori ai  $30 \times 10^6$  kg all'anno.

I risultati di questa fase d'indagine sono stati quindi ordinati, e corredati da un disegno preciso della sezione di trafilatura dei formati, in una serie di tabulati (vedere stralcio in fig. 3) che costituiscono una "fotografia" in grado di rappresentare con buona approssimazione i caratteri salienti della attuale produzione italiana dei laterizi per murature e che forniscono soprattutto la base di partenza per le ulteriori analisi ed elaborazioni.

### 3. CLASSIFICAZIONE DEI FORMATI

L'elaborazione dei risultati dell'inchiesta si è orientata su di una selezione dei prodotti al fine di individuare la natura ed il tipo di relazioni esistenti tra i vari formati e di raggrupparli in base ad affinità di ordine produttivo, applicativo e prestazionale. Per questo sono stati assunti i seguenti attributi geometrici dei formati ai quali si riconosce un potere discriminante:

- a) numero dei fori,
- b) forma dei fori,
- c) disposizione dei fori (ad esempio setti sfalsati) e/o forme particolari dei fori e dei manufatti (caratteristiche che permettono d'individuare finalizzazioni applicative specifiche),
- d) giaciture assumibili in opera,
- e) caratteristiche dimensionali dei prodotti.

I primi quattro parametri permettono, infatti, di definire dei raggruppamenti di prodotti dotati di analoghe caratterizzazioni, mentre l'ultimo fornisce, all'interno di ciascun raggruppamento, la sequenza dei manufatti identici o simili ordinata secondo dimensioni crescenti.

In base ai suddetti criteri di selezione sono state approntate una serie di tabelle contenenti per ciascun raggruppamento individuato: il disegno della sezione di trafilatura del formato, le dimensioni (distanza di taglio del filone, larghezza ed altezza della sezione di trafilatura) del formato prodotto da ciascuna fornace, il volume di produzione, il peso, la percentuale di foratura, il tipo di laterizio e di elemento, le giaciture assunte in opera ed il tipo di elementi edilizi usualmente realizzati (muri esterni, tramezze interne). Tabelle, che come si può arguire dallo stralcio in fig. 4, possono servire per trarre un quadro abbastanza esauriente degli aspetti produttivi, degli aspetti costruttivi e delle reciproche interazioni, individuando:

- a) le fasce dei maggiori volumi di produzione dei formati, corrispondenti alle applicazioni costruttive regionali o interregionali più estese o alle caratterizzazioni prestazionali più comuni;
- b) le fasce dei minori volumi di produzione dei formati, in corrispondenza dei quali potrebbero esserci destinazioni particolari del prodotto o nuove tendenze produttive o, ancora, vecchie tradizioni costruttive;
- c) le diversificazioni dimensionali (talvolta minime), tra diversi formati e all'interno del medesimo formato, dipendenti da consuetudini produttive e/o costruttive evidenziabili tra una regione e l'altra o tra una fornace e l'altra;
- d) la individuazione di tendenze, riscontrabili specialmente con riferimento al volume di produzione, verso l'aumento delle dimensioni dei formati, mantenendo un livello medio di percentuale di foratura e contenendo il peso tramite l'uso di alleggerimenti in pasta (tendenze che andrebbero analizzate con un'analisi puntuale);

- e) le particolarità di configurazione della sezione di trafilatura ricollegabili a problemi produttivi (come, ad esempio, la percentuale di foratura e la dimensione dei fori in relazione alle caratteristiche dell'argilla oppure la presenza di rigature più marcate lungo la sezione del laterizio per favorire una migliore essiccazione) e a problemi costruttivi (come, ad esempio, la formazione di fori più grandi, di forma circolare o rettangolare, situati al centro della sezione del laterizio per facilitare la presa da parte del posatore oppure la predisposizione di fori a forma di quadrifoglio (tettarelle) in particolari parti della sezione al fine di creare opportuni appigli e di limitare l'ingresso della malta nei fori durante la messa in opera);
- f) le caratterizzazioni di taluni prodotti verso l'ottimizzazione di particolari prestazioni, identificabili in base alla presenza di peculiarità geometriche e proprietà fisiche specifiche dei formati.

Una ulteriore serie di grafici, omessi dalla presente relazione per ragioni di spazio, tendenti ad evidenziare e confrontare in base ai volumi di produzione le "frequenze dimensionali" per gruppi di regioni limitrofe, vale a dire ad evidenziare le dimensioni (di trafilatura e le distanze di taglio) coincidenti, o molto vicine, tra i vari formati, ha permesso di approfondire alcuni altri aspetti e collegamenti di natura produttiva:

- a) la presenza di consuetudini costruttive esistenti su di una scala regionale (o di vocazione ed inclinazione della mano d'opera) verso particolari formati (com'è il caso della produzione veneta maggiormente orientata verso blocchi di grandi dimensioni);
- b) la ricorrenza di talune dimensioni dei formati generate da particolari problemi di produzione (come, ad esempio, certi valori della lunghezza di taglio degli elementi determinati dall'altezza delle scaffalature di essiccazione).

A completamento del quadro delle implicazioni costruttive dei formati si è, infine, compilato un "repertorio dei tipi di muratura esterna" in modo da far emergere per ciascuna regione italiana (o per aree interregionali) il ventaglio delle soluzioni (murature piene, murature con paramento a faccia vista, murature a cassa vuota, ecc.) e delle modalità esecutive specificamente adottate: modalità esecutive che, come si dirà più avanti, sono estremamente significative perchè da esse traspaiono le esigenze dell'utenza da soddisfare nei vari contesti applicativi.

#### 4. ARTICOLAZIONE DELLE PROBLEMATICHE DI OTTIMIZZAZIONE SETTORIALE

In conformità con quanto indicato nella premessa ed acquisendo, quindi, l'ottica di esaminare minutamente la situazione esistente per risalire alle problematiche emergenti dall'intersecarsi di più considerazioni, sono state raggruppate sinteticamente tutte le situazioni (variabili) incontrate, che si ritiene possano influenzare la definizione dei formati dei laterizi. Ognuna di tali variabili,

Figura 1. Dati indicativi della "significatività del campione emerso dall'indagine promossa dall'A.N.D.I.L. sui laterizi per murature.

REGIONE	CAPACITA' PRODUTTIVA ITALIANA		CAMPIONE D'INDAGINE		
	PRODUTT. N°	PRODUZIONE ANNUA 10 <sup>6</sup> kg	PRODUTT. N°	PRODUZIONE ANNUA 10 <sup>6</sup> kg	PERCENT. RAPPRES. CAMPIONE
Piemonte	86	1.572,00	11	628,12	39,96
Liguria	10	180,00	2	36,75	20,42
Lombardia	121	3.003,30	10	801,49	26,69
Friuli Venezia Giulia	14	258,00	2	162,72	63,07
Trentino Alto Adige	8	93,00	-	-	-
Veneto	119	2.237,10	13	418,20	18,69
Emilia Romagna	113	2.166,00	12	462,24	21,34
Toscana	75	1.932,60	6	190,70	9,87
Marche	53	906,60	6	146,76	16,19
Umbria	20	453,30	1	161,80	35,69
Lazio	26	627,60	1	59,30	9,45
Abruzzo	39	673,20	4	95,23	14,15
Molise	7	144,30	1	1,50	1,04
Campania	29	520,90	2	31,00	5,96
Puglia	21	514,50	4	129,71	25,21
Basilicata	10	222,00	-	-	-
Calabria	59	850,20	1	13,00	1,53
Sicilia	68	854,40	1	10,00	1,17
Sardegna	19	621,60	1	13,70	2,20
	897	17.830,60	78	3.362,22	

Figura 2. Confronto tra suddivisione degli impianti italiani per fasce di capacità produttiva (primo numero dell'elenco) e suddivisione presente nel campione d'indagine (secondo numero dell'elenco).

REGIONE	IMPIANTI SUDDIVISIONE IN CLASSI DI CAPACITA' PRODUTTIVA											
	fino a 10x10 <sup>6</sup> kg		10,1x10 <sup>6</sup> kg		20,1x10 <sup>6</sup> kg		30,1x10 <sup>6</sup> kg		40,1x10 <sup>6</sup> kg		oltre 50x10 <sup>6</sup> kg	
Piemonte	-	1	22	3	34	1	15	-	6	2	7	4
Liguria	-	-	3	1	-	1	3	-	3	-	-	-
Lombardia	2	-	39	1	23	-	14	1	13	2	21	6
Friuli Venezia Giulia	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	5	2
Trentino	1	-	2	-	3	-	-	-	1	-	-	-
Veneto	3	1	15	2	54	3	32	4	9	1	6	2
Emilia Romagna	1	1	28	1	42	4	21	2	9	1	10	3
Toscana	5	1	9	1	13	1	13	1	18	1	17	1
Marche	7	3	25	2	8	-	6	-	2	-	5	1
Umbria	-	-	7	-	4	-	1	-	1	-	7	1
Lazio	1	-	3	-	8	-	1	-	2	-	7	1
Abruzzo	1	1	13	2	12	-	5	-	5	-	2	1
Molise	-	1	2	-	2	-	1	-	1	-	1	-
Campania	2	-	5	2	7	-	9	-	6	-	-	-
Puglia	2	2	4	-	5	-	2	-	4	-	4	2
Basilicata	2	-	2	-	2	-	1	-	1	-	2	-
Calabria	13	-	20	1	14	-	4	-	3	-	5	-
Sicilia	17	1	25	-	13	-	8	-	2	-	1	-
Sardegna	-	-	2	1	1	-	6	-	-	-	9	-
	57	12	227	17	247	10	142	8	87	7	109	24



Figura 3. Stralcio della  
tabulazione dei  
risultati.

DATI INCHIESTA  
A.N.D.I.L.

1 RISPOSTA AFFERMATIVA  
RISPOSTA NEGATIVA  
DATO NON DICHIARATO

IMPRESA CODICE PRODUTTORE	REGIONE	DENOMINAZIONE COMMERCIALE DEL PRODOTTO	TIPO	FORMATO (cm)			DISEGNO DELLA SEZIONE DI TRAFILATURA SCALA 1:20 CON INDICAZIONE DEL COLORE E DELLA FINITURA SUPERFICIALE PER I TIPI DA PAVIMENTO	SPESSORE (cm)		PESO (Kg)	VOLUME (cm <sup>3</sup> )	PERCENT. FORATURA (%)	TIPO DI LATERIZIO			PESO SPECIFICO LATERIZIO (Kg/m <sup>3</sup> )	GIACITURE IN OPERA			APPLICAZIONI	VOLUME MEDIO DELLA PRODUZIONE ANNUA (Q/ANO)				
				COMUNE (DA INDIRIZZO)	DA PAVIMENTO	DISTANZA DI TAGLIO DEL FILONE		DIMENSIONE MAGGIORE DI TRAFILATURA	DIMENSIONE MINORE DI TRAFILATURA				MURALE	ALLEGGERITO IN PASTA	MATERIALE USATO PER ALLEGGERIMENTO		A FORI VERTICALI	A FORI ORIZZONTALI A 1 TESTA	A FORI ORIZZONTALI IN FOGLIO			PAVIMENTO A FACCIA VISTA	FINITURE DI CHiusura ESTERNA	TRAFILATURE INTERNE	PEZZI SPECIALI
<div>PRODOTTO RS = ROSSO RO = ROSATO LO = PAULORINO PC = PARCHIATO BN = TESTA DI NERO FINITURA SUPERFICIALE LI = LISCIO BU = BURNATO PL = PELTRATO RU = RULLATO SN = SABBATO NORMALE SF = SABBATO FINE</div>																									
201	LOMBARDIA	FORATINO	—	—	24	12	8		0.6	0.8	1.3	2.304	59.5%	—	—	1.750	—	—	—	—	200.000				
201	LOMBARDIA	TAVELLETTA	—	—	30	15	4.5		0.6	0.8	1.3	2.025	59%	—	—	1.750	—	—	—	—	30.000				
201	LOMBARDIA	SEI FORI	—	—	30	15	8		0.6	0.8	2.0	3.600	59%	—	—	1.750	—	—	—	—	30.000				
201	LOMBARDIA	DOPIO FORATO (SCATOLA)	—	—	24	24	8		0.6	0.8	2.6	4.608	62%	—	—	1.750	—	—	—	—	180.000				
201	LOMBARDIA	BLOCCO LEGGERO	—	—	24	24	12		0.6	0.8	3.2	6.912	68%	—	—	1.750	—	—	—	—	40.000				
202	LOMBARDIA	PIATTONE PIENO TIPO MILANO	—	—	5.5	23	11		—	—	2.5	1.391.5	0%	—	—	1.800	—	—	—	—	250.000				
202	LOMBARDIA	BLOCCO SVIZZERO H=12	—	—	13	25	12		0.8	1.0	4.5	3.900	48.7%	—	—	1.800	—	—	—	—	40.000				
202	LOMBARDIA	BLOCCO SVIZZERO H=18	—	—	13	25	18		0.8	1.0	5.5	5.850	54%	—	—	1.800	—	—	—	—	80.000				
202	LOMBARDIA	BLOCCO SVIZZERO H=30	—	—	13	30	25		0.8	1.0	7.8	9.750	57%	—	—	1.800	—	—	—	—	—				
203	LOMBARDIA	FORATO QUATTRO FORI	—	—	24	12	8		0.65	0.7	1.5	2.304	59%	□	—	1.500 1.800	—	—	—	—	200.000				
203	LOMBARDIA	TAVELLETTA TRE FORI	—	—	30	15	4.5		0.65	0.7	1.5	2.025	54%	□	—	1.500 1.800	—	—	—	—	160.000				
203	LOMBARDIA	FORATO (SCATOLA)	—	—	24	24	8		0.65	0.7	3.0	4.608	62%	□	—	1.500 1.800	—	—	—	—	200.000				
203	LOMBARDIA	FORATONE LEGGERO	—	—	24	24	12		0.7	0.75	4.5	6.912	69%	□	—	1.500 1.800	—	—	—	—	120.000				
203	LOMBARDIA	FORATONE SEMI-FORTANTE	—	—	24	24	12		0.7	0.75	5.0	6.912	64%	□	—	1.500 1.800	—	—	—	—	120.000				

Figura 4. Stralcio delle tabelle di classificazione dei formati.

# LATERIZI PER MURATURE DATI INCHIESTA ANDIL

## RAGGRUPPAMENTO DEI FORMATI

## GIACITURE IN OPERA

F = DIREZIONE DI FORATURA.  
S = SPESSORE ELEMENTO MURARIO

S = SPESSORE ELEMENTO MURARIO (cm)

ME = APPLICAZIONE PER MURATURE ESTERNE

TI = APPLICAZIONE PER TRAPEZZI INTERNI

FORMATO (cm)			VOLUME DI PRODUZIONE (a/anno)	REGIONE	N° CODICE PRODUZIONE	PESO (kg)	PERCENTUALE DI FORATURA	TIPO ELEM. DA PARAMENTO	TIPO LATERALE	CLASSIFICAZIONE A.R.D.I.L.	N° CODICE ELEMENTO LATERIZIO	S	F	S	TI	
a	b	c														
<div> </div>																
23	11	7	1.771	305.000	PIEMONTE	226	1,75	1	-	-	MS	159			11 ME	
23	11	8	2.024	5.000	PIEMONTE	226	2,0	1	-	-	MS	158			11 ME	8 TI
23	11,5	6,5	1.719	460.000	PIEMONTE	224	1,65	35	1	-	MS	152			11,5 ME	6,5 TI
24	11	7	1.841	17.500	PIEMONTE	16	1,7	47	1	-	MS	135			11 ME	7 TI
24	12	7	2.016	140.00	PIEMONTE	227	1,85	50	1	-	MS	165			12 ME	7 TI
25	12	8	2.601	25.000	TOSCANA	235	2,0	56	1	-	MS	191			12 ME	8 TI
28	14	8	3.136	630.000	UMBRIA	251	2,0	64	1	-	MS	267			14 ME	8 TI
			3.136	270.000	LAZIO	252	1,9	50	1	-	MS	275			14 ME	8 TI
				900.000												
30	14	10	3.920	190.000	UMBRIA	251	2,3	67	1	-	MS	268			14 ME	10 TI
			3.920	86.000	LAZIO	252	2,4	50	1	-	MS	276			14 ME	10 TI
				276.000												
30	12	8	2.880	70.000	TOSCANA	236	2,2	60	1	-	MS	200			12 ME	8 TI
30	14	7,2	3.024	1.380.000	PIEMONTE	219	2,2	50	1	-	MS	121			14 ME	7,2 TI
30	15	6	2.700	4.600	PIEMONTE	16	2,4	49	1	-	MS	138			15 ME	6 TI
30	15	8	3.600	30.000	LOMBARDIA	201	2,0	59	1	-	MS	127			15 ME	8 TI
			3.600	123.000	PIEMONTE	222	2,2	53	1	-	MS	127			15 ME	8 TI
			3.600	144.000	PIEMONTE	16	2,6	60	1	-	MS	131			15 ME	8 TI
			3.600	85.000	LIIGURIA	231	2,4	52	1	-	MS	179			15 ME	8 TI
			3.600	200.000	PIEMONTE	226	2,6	60	1	-	MS	163			15 ME	8 TI
			3.600	136.000	PIEMONTE	221	2,4	60	1	-	MS	123			15 ME	8 TI
			3.600	20.000	PIEMONTE	228	2,48	65	1	-	MS	179			15 ME	8 TI
				740.000												
30	20	8	4.800	50.000	MARCHE	242	3,0	64	1	-	MS	237			20 ME	8 TI



che possono essere intese come "motivazioni settoriali", a volte anche tra loro contraddittorie, può fornire informazioni in grado di divenire criteri di scelta per la definizione e progettazione dei prodotti. Per questo, esse sono state aggregate secondo gli aspetti: produttivi, costruttivi, prestazionali e di commercializzazione.

#### 4.1 - ASPETTI PRODUTTIVI:

- a) vincoli posti alle dimensioni degli elementi dalle tipologie diverse degli impianti e delle attrezzature di produzione, di immagazzinamento e di trasporto (es. variazioni delle dimensioni di uno stesso formato prodotto da fornaci diverse);
- b) vincoli alla forma ed alla dimensione dei formati posti da talune fasi produttive (es. lo sfalsamento dei setti interni dei formati può contribuire a diminuire, o controllare, il fenomeno del ritiro durante l'essiccazione);
- c) vincoli posti dalle proprietà caratteristiche delle argille utilizzate (es., problemi di ritiro e di conformazione della sezione di trafilatura);
- d) problemi di tolleranze dimensionali dovuti alle variazioni dimensionali indotte dal consumo delle filiere intercorrente tra le periodiche operazioni di rettifica;
- e) problemi di ottimizzazione tra capacità produttiva degli impianti e programmazione di gamme produttive di elementi diversificati;
- f) problemi di contenimento dei dispendi energetici delle fasi;
- g) problemi di consuetudini precedenti, relative alla origine della produzione (e definite in contesti geografici ristretti o generalizzati), che mantengono ancora un'influenza sulla forma e sulle dimensioni dei laterizi pur essendo cessati i presupposti e le motivazioni produttive con l'applicazione di recenti innovazioni tecnologiche.

#### 4.2 - ASPETTI COSTRUTTIVI:

- a) influenze tra la definizione morfologica e dimensionale dei manufatti e la razionalizzazione delle operazioni di messa in opera (ad esempio: presenza di grossi fori nella posizione centrale della sezione al fine di facilitare l'afferramento manuale dei blocchi e di diminuire il peso);
- b) influenze tra orientamenti produttivi ed implicazioni ergonomiche relative alla messa in opera degli elementi (ad esempio: tendenza verso la produzione di grandi formati e necessità di contenerne il peso tramite alleggerimento in pasta);
- c) possibilità di uso diversificato dei formati per ottenere varie configurazioni costruttive e vari spessori di murature: cosa che implica la definizione di rapporti specifici fra le tre dimensioni del prodotto (ad esempio, per aumentarne la combinabilità e la possibilità di giacitura) oppure la scelta di forme particolari (come, ad esempio, nei blocchi Trieste);
- d) influenze tra accorgimenti esecutivi e particolarità morfologi-

che dei formati (come, ad esempio, avviene quando la necessità di migliorare l'adesione della malta impone l'adozione dei fori a quadrifoglio).

#### 4.3 - ASPETTI PRESTAZIONALI:

- a) possibilità di ottimizzazione della coibenza termica tramite una caratterizzazione morfologico-dimensionale dei prodotti:
  - aumento delle dimensioni con conseguente riduzione dei giunti e minor incidenza dei ponti termici,
  - conformazioni perimetrali particolari, come nei casi dei blocchi a giunti interrotti per contenere i ponti termici,
  - sfalsamenti dei setti interni,
  - conformazioni particolari dei fori;
- b) relazioni tra comportamento termico e comportamento statico;
- c) relazioni tra comportamento statico ed altezza assunta dagli elementi in opera;
- d) limiti d'interferenza tra tendenza all'alleggerimento e livelli di sub-ottimizzazione di altre prestazioni;
- e) problemi di durevolezza della qualità nel tempo e di manutenibilità.

#### 4.4 - ASPETTI DI COMMERCIALIZZAZIONE DEI PRODOTTI:

- Necessità (o volontà) di diversificazione morfologica del prodotto rispetto a quelli, magari funzionalmente equivalenti, di altre ditte concorrenti, anche in funzione delle aree di mercato e di applicazione coperte.

#### 5. CAMPI DI OTTIMIZZAZIONE: SETTORIALI ED INTERSETTORIALI

L'analisi delle motivazioni influenti sulla definizione dei formati ha costituito il punto d'arrivo di tutta la fase d'indagine: punto d'arrivo nel quale si può condensare l'insieme delle indicazioni determinanti possibilità di ottimizzazione dei prodotti rispetto agli ambiti settoriali specifici di produzione, di costruzione, di comportamento prestazionale e di commercializzazione.

Le ipotesi di ottimizzazione che ne possono scaturire devono, tuttavia, essere impostate su di una strutturazione delle motivazioni in gioco rispetto alle caratteristiche dei diversi contesti applicativi, geografici e ambientali in relazione ai quali possono acquistare maggiore o minore significatività e, soprattutto, devono essere rapportate alla formulazione dei requisiti derivanti dalle esigenze espresse dall'utenza (finale ed intermedia) nella programmazione degli interventi edificatori.

Per questo il concetto di ottimizzazione deve assumere un'ottica intersettoriale in modo da "accogliere e pesare" tutte le variabili emergenti dai vari settori disciplinari ed operativi.

In questa direzione è stata avviata la fase di ricerca attualmente in elaborazione (come si è accennato in premessa), affrontando la definizione di una procedura di strutturazione dei comportamenti degli elementi edilizi di laterizio rispetto alle prestazioni maggiormente significative:

- a) isolamento termico in regime stazionario,
  - b) inerzia termica,
  - c) isolamento acustico,
  - d) resistenza a compressione,
- nonchè rispetto ad altre "caratteristiche tecniche" afferenti gli aspetti esecutivi e fruitivi:
- e) fattore d'ingombro (caratteristica che permette di individuare l'incidenza della superficie occupata dalle murature nei confronti dell'intera area coperta dell'organismo edilizio),
  - f) grado d'interferenza con altri sottosistemi edilizi:
    - integrabilità con gli impianti tecnici,
    - integrabilità con gli elementi strutturali,
    - gradi di finitura consentiti,
  - g) "aggiustaggio" (caratteristica tipica della consuetudine costruttiva degli elementi di laterizio),
  - h) attrezzabilità,
  - i) flessibilità d'assetto,
  - l) combinabilità,
  - m) modularità.

Le prime quattro prestazioni elencate, come anche la caratteristica fattore d'ingombro, sono valutabili in termini quantitativi per mezzo della strumentazione scientifica (parametri di misura, campi di accettabilità, verifiche dei livelli di soddisfacimento offerti, ecc.) messa a disposizione dalle corrispondenti discipline: per le rimanenti caratteristiche individuate è stato, invece, necessario ricorrere ad una valutazione di tipo empirico riconoscendo a ciascuna di esse valori più elevati (o meno elevati) in relazione alla presenza di determinati "attributi" ai quali è stato dato un potere discriminante per superare specifiche soglie di accettabilità.

La individuazione dei "pesi" reciproci tra le varie prestazioni e caratteristiche, vale a dire dell'importanza da dare a ciascuna rispetto alle situazioni d'intervento, è stata fatta risalendo dalle soluzioni costruttive (presenti nel "repertorio dei tipi di muratura esterna" illustrato nel capitolo 3) tipiche delle situazioni ambientali e geografiche italiane al quadro delle esigenze espresse dall'utenza in tali contesti: tutto ciò nella convinzione che la presenza di soluzioni tecniche abbastanza estese e consolidate dalla pratica e dall'esperienza corrisponda a dei livelli di soddisfacimento delle esigenze e di strutturazione delle prestazioni degli elementi edilizi comunemente accettati come validi ed appropriati.

A completamento della strumentazione metodologica necessaria per l'individuazione di procedure di analisi e valutazione del comportamento prestazionale si è ritenuto opportuno effettuare una omogeneizzazione dei parametri quantificanti i livelli riscontrabili per ciascuna prestazione e per ciascuna caratteristica su di una scala adimensionale in grado di rapportare ad un parametro convenzionale le varie unità di misura. Tale parametro convenzionale, definito con il termine di "valore normalizzato" (1) ed individua-

to mediante una scala assoluta di misura nella quale sono stati rispettivamente rapportati a 0 ed a 100 il valore minimo ( $V_{min}$ ) ed il valore massimo ( $V_{max}$ ) dell'intervallo di accettabilità di ciascuna prestazione e di ciascuna caratteristica tecnica, può essere espresso dalla seguente formula:

$$\text{Valore normalizzato} = \frac{(V_i - V_{min}) \times 100}{V_{max} - V_{min}}$$

Per quanto precede, la "valutazione prestazionale complessiva" di un oggetto edilizio rispetto ad un certo contesto di applicazione sarà rappresentata dalla sommatoria dei prodotti dei "valori normalizzati" di ciascuna prestazione e caratteristica tecnica per i "pesi" attribuiti a ciascuna di esse in quel contesto: pesi, ad esempio, concretizzati da un coefficiente rispettivamente variabile da 0 a 1 in relazione al minimo e massimo grado d'importanza attribuito.

Una procedura di ottimizzazione intersettoriale dei formati potrebbe quindi essere impostata in base ai seguenti criteri operativi:

- a) acquisizione e definizione degli elementi di laterizio da esaminare,
- b) evidenziazione del ventaglio delle soluzioni di muratura realizzabili con gli elementi in esame,
- c) definizione dei contesti produttivi ed applicativi ipotizzabili ed assunzione dell'elenco delle prestazioni e delle caratteristiche tecniche "pesate" in rapporto al grado d'importanza attribuito,
- d) quantificazione del livello offerto per ciascuna prestazione e per ciascuna caratteristica tecnica dal ventaglio delle soluzioni di cui al punto b), nonché della quota-parte offerta da ciascun formato facente parte della soluzione (operazione da svolgersi ovviamente tramite indagini e sperimentazioni specifiche),
- e) "valutazione prestazionale complessiva" offerta da ciascuna soluzione del ventaglio citato effettuata tramite il calcolo della sommatoria dei prodotti dei valori normalizzati per i rispettivi pesi e contemporanea valutazione della quota-parte di prestazione di pertinenza dei formati presenti,
- f) evidenziazione del formato ottimale rispetto ai contesti ipotizzati, in quanto dotato del più alto valore di "valutazione prestazionale complessiva",
- g) eventuali retroazioni per la ridefinizione di aspetti settoriali e per la loro sub-ottimizzazione.

---

#### Riferimenti bibliografici:

- (1) Noel Law. Performance evaluation model for design decision making. Symposium C.I.B. , Lausanne, 15-17 Sept. 1980.  
Ertan Ozkan. A method of selecting building products to performance the same functions required by user. Seventh C.I.B. , Edimbourg 1977.