Miriam Bodino
Alessandra Galbiati
Angelo Marelli
Massimiliano Petrucci
Davide Roth

Premio di architettura FBM

“Un idea per la nuova Perugia”

Seconda fase – Memoria A3

Evoluzione

Di qualsiasi genere si tratti, un progetto è sempre oggetto di revisioni e di variazioni fino alla sua conclusione, ovvero la realizzazione.
Allo stesso modo il nostro progetto è stato rimesso parzialmente in discussione soprattutto per le richieste previste dalla seconda fase del bando. Ripensarlo in parte ha significato non solo confrontarsi con i nuovi temi proposti, ma anche con quelli vecchi, che fossero conclusi o lasciati aperti.

Revisione

L'occasione di partecipare alla seconda fase è stata anche il momento per approfondire ulteriormente quello "spazio tridimensionale" inizialmente proposto: il requisito della relazione con la stazione del Minimetro, situata seguendo il materiale di prima fase, ha rafforzato l'intero impianto dello *spazio* urbano; con poche modifiche infatti è stato progettato un accesso diretto dal sistema di coperture al livello dei binari del Minimetro, facendo di esso un elemento veramente *urbano*, non scollegato da terra e raggiungibile solo per mezzo di scale e ascensori.

La parte interna dello *spazio* è stata rivista nel disegno e pensata come un insieme di luoghi di riposo, di divertimento e di passaggio; campi gioco, sedute e percorsi si generano direttamente dal movimento delle diverse *falde* del suolo. Un percorso di forma irregolare che collega l'ingresso principale all'area con il centro culturale determina lo spazio, a volte delimitandone porzioni, a volte fondendosi con esso.

Dovendo rivedere la disposizione e la forma delle case, anche il percorso che le attraversava è stato rivisto e integrato con esse; si è venuto a creare uno spazio tra gli edifici residenziali a carattere sia privato che pubblico, dove la separazione è offerta dal movimento del terreno stesso che permette contemporaneamente di organizzare percorsi secondari che si colleghino direttamente con la grande piazza interna.

Novità

Sicuramente la parte più ristudiata è stata quella degli edifici residenziali; i requisiti previsti hanno portato a un ripensamento dell'impianto generale, soprattutto per favorirne l'orientamento eliotermico; gli edifici sono stati disposti in modo da poter ricevere luce naturale per buona parte della peggiore giornata invernale evitando che le ombre degli edifici a sud venissero proiettate su quelli a nord.
Inoltre pensarli come edifici sostenibili ci ha posto nella difficoltà di integrare tra loro un linguaggio legato a un tema paesaggistico – la nostra idea iniziale – con un'immagine più tecnologica e architettonica propria dell'edilizia biosostenibile.

Tipologia

Per quanto riguarda il tema "casa" abbiamo riflettuto su quali debbano essere oggi le caratteristiche della residenza contemporanea: *sostenibilità, flessibilità* e *ampliabilità*; oltre alla sostenibilità richiesta nel bando, in particolar modo è stata analizzata la flessibilità, principio alla base della progettazione dell'alloggio simplex. In questo è stato studiato un sistema di pannelli scorrevoli e mobili a scomparsa in grado di dividere un ambiente molto grande in diversi ambienti a seconda delle necessità.
Partendo dal blocco iniziale sono stati poi sviluppati altri due prototipi di alloggi, una tipologia duplex e una triplex; caratteristica principale è la presenza di spazi a doppia o tripla altezza sul soggiorno, creando quindi la possibilità di gestire liberamente la facciata.

Tecnica

Il sistema costruttivo scelto è basato principalmente sull'uso di materiali ecocompatibili e riciclabili.
Effettuando ricerche sui diversi sistemi usati in casi di bioedilizia, uno dei più consoni consiste nell'uso di pacchetti integrati di pannelli di legno e isolanti di origine naturale, con sistema di tetto giardino per le coperture.
Pensando di dover costruire in una zona caratterizzata da fenomeni sismici, quale è l'Umbria, una grande attenzione è stata data alla parte strutturale, che ha inevitabilmente influenzato tutto il progetto delle residenze.
La scelta di una struttura "biocompatibile" in acciaio, ci ha portato in un secondo momento a ripensare l'applicazione dei sistemi costruttivi a base lignea; la necessità di controventature all'interno della struttura metallica è stata risolta pensando all'utilizzo di setti rigidi, realizzati non come di consueto con parti in calcestruzzo, bensì con muri in mattoni pieni. Ad integrazione di questi muri abbiamo previsto, come isolamento, la posa di pannelli prefabbricati di PLS (impresa Bonelli), a base di fibra di legno. Questo sistema è stato adottato per i muri sui lati Nord, Est e Ovest.
Inoltre le facciate di questi lati sono caratterizzate per un uso particolare di mattoni a vista: pensando di porli su telai metallici, vengono quindi disposti a formare una geometria triangolare con orditure a inclinazioni variabili, che ricorda in facciata quella presente sul terreno.
La facciata Sud e le coperture sono invece state pensate con il sistema costruttivo ligneo; la facciata risulta caratterizzata da un aspetto molto tecnologico, dovuto alla presenza dei sistemi captatori, finestre, muri serra, pannelli termici e fotovoltaici; le parti opache restanti invece sono pensate con una finitura più tradizionale, come l'intonaco, montato però su pannelli separati dalla facciata, che da quindi la possibilità di occultare i pannelli di isolamento mobile necessario alla chiusura notturna e estiva dei sistemi captatori.

Per le coperture, infine, è stato adottato il sistema di tetto giardino che, oltre a dare agli alloggi una buona inerzia termica e isolamento, permette la continuazione del tema principale del progetto di "tappeto verde".
In generale, l'uso dei prodotti FBM è stato principalmente strutturale, con l'adozione di mattoni pieni di aiuto alla struttura metallica; gli stessi sono stati presi in considerazione anche per la posa della finitura esterna delle facciate Nord, Est e Ovest. Inoltre le tramezzature interne fisse sono state pensate con blocchi forati della stessa casa.

Dati climatici Perugia

Dati climatici dei capoluoghi delle province Italiane.

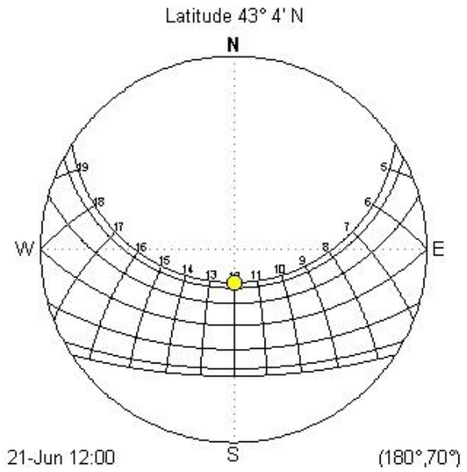
Comune	Altitudine [m]	$HGT_{12/20}$ [Kd/a]	HT_{12} [d]	θ_e [°C]	θ_{ne} [°C]	I_S [kWh/m²a]	$I_{O/W}$ [kWh/m²a]	I_N [kWh/m²a]	$I_{horizontal}$ [kWh/m²a]
Novara	159	2463	183	5,88	-5	435	274	126	368
Nuoro	546	1602	166	8,63		528	330	139	451
Oristano	9	1059	137	11,14	3	438	256	107	345
Padova	12	2383	183	6,62	-5	455	276	128	366
Palermo	14	751	121	12,11	5	416	252	102	347
Parma	57	2502	183	6,37	-5	482	304	131	405
Pavia	77	2623	183	5,80	-5	384	253	124	345
Perugia	493	2289	183	7,50	-2	515	317	140	427
Pesaro e Urbino	11	2083	166	6,94	-5	390	252	118	344
Pescara	4	1718	166	9,96	2	477	296	129	401
Piacenza	61	2715	183	5,31	-5	453	286	129	383
Pisa	4	1694	166	9,33		469	285	124	382
Pistoia	67	1885	166	8,20		419	257	120	348
Pordenone	24	2459	183	6,45	-5	473	282	125	372
Potenza	819	2472	183	6,93	-3	535	339	150	466
Prato	61	1668	166	8,68		431	262	121	354
Ragusa	502	1324	137	10,29		525	311	118	428
Ravenna	4	2227	183	6,62	-5	454	290	131	391
Reggio Calabria	15	772	121	12,04	3	406	246	102	338
Reggio nell'Emilia	58	2560	183	5,96	-5	470	295	132	395
Rieti	405	2324	183	7,21	-3	510	310	140	421
Rimini	5	2139	183	7,56	-5	492	304	133	409
Roma	20	1415	166	10,28		519	319	134	430
Rovigo	7	2466	183	6,42	-5	449	281	128	376
Salerno	4	994	137	12,29	2	359	213	99	292
Sassari	225	1185	137	10,18	2	435	252	435	338
Savona	4	1481	166	9,80		495	291	123	383
Siena	322	1943	166	7,57	-2	436	269	124	362
Siracusa	17	799	121	12,22	5	465	279	107	384
Sondrio	307	2755	183	5,50	-10	650	362	131	454
Taranto	15	1071	137	10,74		443	255	105	342
Teramo	265	1834	166	7,90		469	290	129	392
Terni	130	1650	166	9,03	-2	456	280	127	379
Torino	239	2617	183	5,57	-8	522	311	131	407
Trapani	3	810	121	12,04	5	452	269	102	367
Trento	194	3001	137	8,66	-12	621	379	148	492
Treviso	15	2378	183	6,99	-5	493	295	127	387
Trieste	2	1929	166	8,14	-5	407	248	113	330
Udine	113	2323	183	7,43	-5	470	280	125	368
Varese	382	2652	183	4,56	-5	517	298	128	389
Venezia	1	2345	183	5,93	-5	510	308	131	403
Verbania	197	2426	183	6,93	-5	540	310	128	401
Vercelli	130	2571	183	5,32	-7	437	276	127	370
Verona	59	2468	183	7,30	-5	453	276	127	366
Vicenza	39	2371	183	6,89	-5	506	297	128	387
Viterbo	326	1989	166	8,52	-2	482	293	127	396

HGT: Gradi/giorno durante il periodo di riscaldamento [Kd/a]
HT: *G*iorni di riscaldamento durante il periodo di riscaldamento. [d]
θ_e: Temperatura media esterna del mese, riferita al periodo di riscaldamento [°C]
θ_{ne}: Temperatura esterna normale (min) [°C]
I_j: Somme di radiazione con l'orientamento *j* durante il periodo di riscaldamento [kWh/(m²·a)]

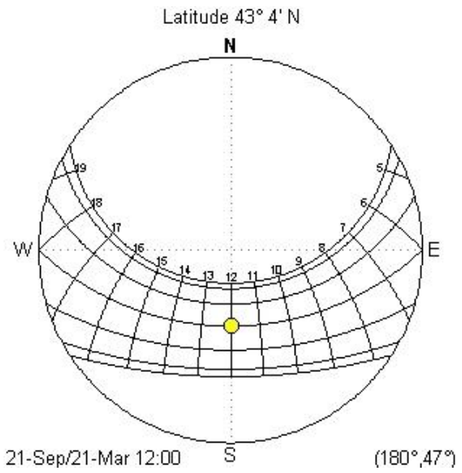
I dati climatici indicati sono calcolati in base alle norme UNI ed il DPR 26/08/93, n. 412.

Radiazione giornaliera facciata sud = 515000 wh/m²a / 183gg = 2814 w/m²

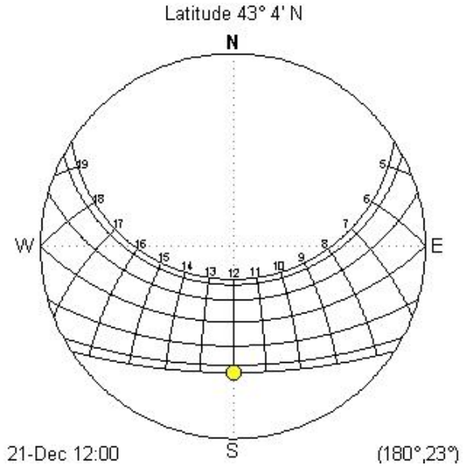
Radiazione oraria facciata sud = 2814 w/m² / 24h = 117,25 wh/m²



Situazione eliodonica estiva



Situazione eliodonica primaverile / autunnale



Situazione eliodonica invernale

Calcoli climatici tipologia simplex

Calcolo consumo acqua calda e superficie pannelli termici

N° persone = 8 – 16

Consumo giornaliero pro-capite = 160 litri

Q = V x δ x Cesp x Δt x R x n°persone

= 160 l x 1 x 1,16 Wh/kg°C x (35-13)° x 0,80 x 16= **59392** Wh/gg

$$Sps = \frac{59392 \text{ Wh/gg}}{0{,}8 \times 2814 \text{ wh/gg m}^2} = \mathbf{26{,}38} \text{ m}^2$$

Sps prog = 11 moduli Schuco (R= 80 %) x 2,52 m² = **27,72** m²> 26,38 m²

(maggiore del 50% previsto dall'art. 87.2 del Regolamento edilizio)

Calcolo temperatura interna

$$Ti = Te + \frac{I + D}{Gt+Gv}$$

$$Gt = \frac{\Sigma\ (K\ (W/\ m^2{}^\circ C) \times S\ (m^2) \times \acute{a}\ )}{V\ (m^3)}$$

$$= \frac{(2{,}2 \times 3{,}78 \times 1{,}1) + (0{,}54 \times 15{,}52 \times 1{,}1) + (2{,}8 \times 7{,}02 \times 0{,}9) + (1{,}5 \times 1{,}44 \times 0{,}9)}{225{,}87} = \mathbf{0{,}185}\ W/\ m^3{}^\circ C$$

$$Gv = 0{,}33\ W/\ m^3{}^\circ C \times rh = 0{,}33 \times 0{,}5 = \mathbf{0{,}165}\ W/\ m^3{}^\circ C$$

$$G = Gt + Gv = 0{,}185\ W/\ m^3{}^\circ C + 0{,}165\ W/\ m^3{}^\circ C = \mathbf{0{,}350}\ W/\ m^3{}^\circ C$$

$$D = \frac{\text{Energia elettrica quotidiana (W)} + (3\ \text{personas} \times 110\ W \times 12\ h)}{V\ (m^3) \times 24h} = \frac{7810 + 3960}{225{,}87 \times 24} = \mathbf{2{,}17}\ W/\ m^3$$

$$Sfd = \frac{S\ (m^2) \times \gamma \times Cr}{V\ (m^3)} = \frac{7{,}02 \times 0{,}55 \times 1}{225{,}87} = \mathbf{0{,}017}$$

$$Sfind = \frac{S\ (m^2) \times \gamma \times Cr}{V\ (m^3)} = \frac{1{,}62 \times 0{,}2 \times 1}{225{,}87} = \mathbf{0{,}001}$$

$$I = (Sfd + Sfind) \times Rv = (0{,}017 + 0{,}001) \times 117{,}25\ W/\ m^2 = \mathbf{2{,}11}\ W/\ m^3$$

$$Ti = 7{,}5^\circ + \frac{2{,}11 + 2{,}17}{0{,}185 + 0{,}165} = \mathbf{19{,}72}\ ^\circ C$$

Calcoli climatici tipologia duplex

Calcolo consumo acqua calda e superficie pannelli termici

N° persone = 4 -5

Consumo giornaliero pro-capite = 160 litri

$$Q = V \times \delta \times Cesp \times \Delta t \times R \times n^\circ persone$$

$$= 160\ l \times 1 \times 1{,}16\ Wh/kg^\circ C \times (35\text{-}13)^\circ \times 0{,}80 \times 5 = \mathbf{18560}\ Wh/gg$$

$$Sps = \frac{18560\ Wh/gg}{0{,}8 \times 2814\ wh/gg\ m^2} = \mathbf{8{,}25}\ m^2$$

Sps prog = 3 moduli Schuco (R= 80 %) x 2,52 m^2 = **7,56** m^2 < 8,25 m^2

(maggiore del 50% previsto dall'art. 87.2 del Regolamento edilizio)

Calcolo temperatura interna

$$Ti = Te + \frac{I + D}{Gt+Gv}$$

$$Gt = \frac{\Sigma\ (K\ (W/m^2{}^\circ C) \times S\ (m^2) \times \acute{a})}{V\ (m^3)}$$

$$= \frac{(2{,}2 \times 7{,}83 \times 1{,}1) + (0{,}54 \times 24{,}09 \times 1{,}1) + (2{,}8 \times 11{,}52 \times 0{,}9) + (1{,}5 \times 20{,}40 \times 0{,}9) + (0{,}22 \times 75 \times 1{,}2) +}{373{,}46}$$

$$+ (0{,}379 \times 71{,}25 \times 1)$$

$$= \mathbf{0{,}306}\ W/m^{3\circ}C$$

$$Gv = 0{,}33\ W/m^{3\circ}C \times rh = 0{,}33 \times 0{,}5 = \mathbf{0{,}165}\ W/m^{3\circ}C$$

$$G = Gt + Gv = 0{,}181\ W/m^{3\circ}C + 0{,}165\ W/m^{3\circ}C = \mathbf{0{,}350}\ W/m^{3\circ}C$$

$$D = \frac{\text{Energia elettrica quotidiana (W)} + (5\ \text{personas} \times 110\ W \times 12\ h)}{V\ (m^3) \times 24h} = \frac{11285 + 6600}{373{,}46 \times 24} = \mathbf{1{,}995}\ W/m^3$$

$$Sfd = \frac{S\ (m^2) \times \gamma \times Cr}{V\ (m^3)} = \frac{11{,}52 \times 0{,}55 \times 1}{373{,}46} = \mathbf{0{,}017}$$

$$Sfind = \frac{S\ (m^2) \times \gamma \times Cr}{V\ (m^3)} = \frac{2{,}88 \times 0{,}2 \times 1}{373{,}46} = \mathbf{0{,}002}$$

$$I = (Sfd + Sfind) \times Rv = (0{,}017 + 0{,}002) \times 117{,}25\ W/m^2 = \mathbf{2{,}228}\ W/m^3$$

$$Ti = 7{,}5^\circ + \frac{2{,}228 + 1{,}995}{0{,}306 + 0{,}165} = \mathbf{16{,}47}\ ^\circ C$$

Calcoli climatici tipologia triplex

Calcolo consumo acqua calda e superficie pannelli termici

N° persone = 5

Consumo giornaliero pro-capite = 160 litri

$$Q = V \times \delta \times Cesp \times \Delta t \times R \times n^\circ persone$$

$$= 160\ l \times 1 \times 1{,}16\ Wh/kg^\circ C \times (35-13)^\circ \times 0{,}80 \times 5 = \mathbf{18560}\ Wh/gg$$

$$Sps = \frac{18560\ Wh/gg}{0{,}8 \times 2814\ wh/gg\ m^2} = \mathbf{8{,}25}\ m^2$$

Sps prog = 3 moduli Schuco (R= 80 %) x 2,52 m^2 = **7,56** m^2 < 8,25 m^2

(maggiore del 50% previsto dall'art. 87.2 del Regolamento edilizio)

$$Ti = 7{,}5° + \frac{1{,}884 + 1{,}314}{0{,}428} = \mathbf{14{,}97}\ °C$$

Calcolo temperatura interna

$$Ti = Te + \frac{I + D}{Gt+Gv}$$

$$Gt = \frac{\Sigma\ (K\ (W/\ m^2{}^{\circ}C) \times S\ (m^2) \times \acute{a}\ )}{V\ (m^3)}$$

$$= \frac{(2{,}2 \times 10{,}20 \times 1{,}1) + (0{,}54 \times 30{,}12 \times 1{,}1) + (2{,}8 \times 15{,}36 \times 0{,}9) + (1{,}5 \times 1{,}98 \times 0{,}9) + (1{,}5 \times 1{,}98 \times 0{,}9) + (0{,}22 \times 75 \times 1{,}2) + (0{,}379 \times 90{,}56 \times 1)}{604{,}02} = \mathbf{0{,}263}\ W/\ m^3{}^{\circ}C$$

$$Gv = 0{,}33\ W/\ m^3{}^{\circ}C \times rh = 0{,}33 \times 0{,}5 = \mathbf{0{,}165}\ W/\ m^3{}^{\circ}C$$

$$G = Gt + Gv = 0{,}185\ W/\ m^3{}^{\circ}C + 0{,}165\ W/\ m^3{}^{\circ}C = \mathbf{0{,}428}\ W/\ m^3{}^{\circ}C$$

$$D = \frac{\text{Energia elettrica quotidiana (W)} + (5\ \text{personas} \times 110\ W \times 12\ h)}{V\ (m^3) \times 24h} = \frac{12455 + 6600}{604{,}02 \times 24} = \mathbf{1{,}314}\ W/\ m^3$$

$$Sfd = \frac{S\ (m^2) \times \gamma \times Cr}{V\ (m^3)} = \frac{15{,}36 \times 0{,}55 \times 1}{604{,}02} = \mathbf{0{,}014}$$

$$Sfind = \frac{S\ (m^2) \times \gamma \times Cr}{V\ (m^3)} = \frac{6{,}24 \times 0{,}2 \times 1}{604{,}02} = \mathbf{0{,}002}$$

$$I = (Sfd + Sfind) \times Rv = (0{,}014 + 0{,}002) \times 117{,}25\ W/\ m^2 = \mathbf{1{,}884}\ W/\ m^3$$