

**FORTE MARGHERA, NUOVO POLO DI SVILUPPO REGIONALE.
CREAZIONE DI UN CENTRO ECCELLENZA VENETO DEL PATRIMONIO
MILITARE DISMESSO.**

m – pianificazione a medio lungo termine

**LINEE GUIDA PER UNA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE DELL'AREA DI
FORTE MARGHERA**

*“Certo possiamo creare cose che durano
mille anni, ma nessuno può dire chi sarà
vivo tra cento. Accontentiamoci di
costruire un angolo piacevole e
tranquillo”*

citazione da: Kevin Lynch, il tempo dello
spazio, 1972

1. PREMESSA

Passeggiando per il Forte si percepisce il paradosso di trovarsi in un luogo dove la natura dirompente infonde una sensazione di pace e riconciliazione in quella che è stata una macchina per la difesa in tempo di guerra, e più di recente un contenitore per l'amministrazione ed il deposito delle forniture di strumenti per l'esercito.

In questo luogo, circondati da edifici “specializzati” in gran parte lasciati al destino del divenire rovina, viene spontaneo pensare ad un recupero dell'intera area come porzione di città goduta da tutta la popolazione, che qui potrebbe ritrovare quel punto di incontro tra laguna e la sua terraferma, di cui ha assoluto bisogno.

Il documento che segue vuole essere uno degli atti d'indirizzo per una progettazione sostenibile dell'area di Forte Marghera, in una visione di riqualificazione urbana attenta alla valorizzazione degli elementi di ricchezza territoriale, che permetta di utilizzare le potenzialità insite nel luogo a favore del progetto, mantenendo inalterate la specificità: in quest'ottica il progetto nasce

dall'osservazione attenta del sito, per comprenderne le dinamiche e intuirne le direzioni di sviluppo.

Il tema del recupero sostenibile del patrimonio edilizio storico è di grande attualità e scopo principale di questo lavoro è l'individuazione delle modalità d'intervento in termini qualitativi, funzionali ed energetici, nel rispetto delle capacità di carico dell'ecosistema esistente, ormai consolidato e portatore di una grande valenza naturalistica. Non si vuole entrare nel merito del progetto esecutivo, bensì dare un valore aggiunto al tema del recupero urbano, che oltre ad affrontare i normali processi per il rinnovamento e la conservazione degli edifici deve assolvere ai requisiti di qualità complessiva delle condizioni di comfort e dei consumi energetici.

Il lavoro è organizzato in tre documenti:

- 1) linee guida per una progettazione sostenibile dell'area di Forte Marghera
- 2) tavole
- 3) schede degli edifici.

Le linee guida si esplicano secondo quattro elementi: la carta dei principi (introduzione alla sostenibilità e contesto culturale di riferimento), l'analisi del sito (dall'evoluzione storica ai vincoli urbanistici, studiando gli aspetti naturalistici e le fonti di inquinamento), gli indirizzi progettuali (connessioni urbane e spazi aperti, tempistica degli interventi, progetti pilota e scenari di sviluppo territoriale), strategia per la sostenibilità (requisiti del progetto e strategie d'intervento sugli edifici e sugli spazi all'aperto).

La relazione dell'analisi dello stato di fatto descrive la conservazione di tutti gli edifici e la qualità architettonica, utilizzando una schedatura sintetica. I dati raccolti sono stati valutati insieme ai tecnici della Soprintendenza BB.AA.AA. di Venezia per individuare una tempistica degli interventi sugli edifici con valenza storico-architettonica.

Le tavole grafiche esplicitano quanto emerso dalle indagini, ma soprattutto visualizzano un metodo progettuale che sarebbe opportuno seguire per valorizzare le potenzialità del luogo in un'ottica di sostenibilità ambientale degli interventi.

Infine si è voluto proporre uno studio in dettaglio di tre edifici rappresentativi della qualità del luogo: la Casermetta Francese dall'indubbia qualità architettonica e dalla grande rilevanza storica, il Palmanova imponente costruzione realizzata nel periodo compreso tra il 1911 e il 1940 e gli uffici posti nell'area centrale della cinta esterna. Lo scopo è di evidenziare le caratteristiche architettoniche dell'edificio, il rapporto di questo con l'ambiente esterno e l'interazione edificio-sole nel periodo estivo ed invernale. Informazioni essenziali a qualsiasi progettazione preliminare sull'edificio.

L'Istituto Nazionale di Bioarchitettura a cui è stato affidato questo compito ringrazia il gruppo europeo di interesse economico Marco Polo System per la grande sensibilità ecologica dimostrata.

2. CARTA DEI PRINCIPI

Quest'epoca chiama tutti ad un impegno importante e necessario verso un'evoluzione culturale che possa far fronte ad emergenze ambientali causate dalla stessa intensità delle attività umane.

L'irresponsabilità del mondo della produzione è noto. Ad essa si deve aggiungere il forte ritardo delle azioni politiche, che ancora stentano ad orientarsi con fermezza verso quelle istanze promulgate dalla Comunità Europea e l'Onu, nel campo delle azioni volte a ridurre gli impatti negativi delle attività umane sull'ecosistema.

Se tutti gli abitanti della terra consumassero come 1 europeo, allora sarebbe necessario un pianeta grande tre volte la terra per soddisfare la voracità energivora di tutta la popolazione.

Se è vero che la produzione di petrolio, la più importante fonte di energia di questo secolo, potrà terminare nei prossimi trent'anni dobbiamo intraprendere da subito e seriamente un percorso di riconversione delle azioni umane verso la sostenibilità ambientale.

L'insostenibile inquinamento atmosferico delle nostre città, la certezza che le attività umane degli ultimi cento anni stanno determinando una preoccupante progressiva alterazione dell'equilibrio dei climi della terra, richiedono un maggiore impegno delle politiche per l'edilizia e l'urbanistica, una preparazione adeguata degli operatori che in questi campi potranno ottenere efficienza e sostenibilità ambientale dall'attività costruttiva.

L'epoca attuale necessita di produzioni edilizie eco-sostenibili, di sempre maggiore qualità, rispettose dell'ambiente e della vita, salubri e confortevoli, che consumino la minore quantità possibile di territorio. L'attività antropica del costruire determina in ogni caso un peso sull'ecosistema, che il tecnico dovrà imparare a prevedere già nella fase progettuale, operando scelte a basso impatto sull'ambiente.

L'importanza del costruire eco-sostenibile risulta evidente quando si riflette sul peso ambientale di questo settore della produzione, che secondo stime recenti è responsabile in Europa del 40% circa del consumo di materie prime, del 40%

di energia consumata, del 30% della produzione di rifiuti solidi, del 30% della produzione equivalente di CO₂.

Dati recenti indicano che dei circa 4000 milioni di metri quadrati del patrimonio edilizio italiano, l'edilizia residenziale con circa 30 milioni di alloggi risulta responsabile di quasi il 60% dei consumi energetici totali.

Questo significa che le scelte progettuali dovranno essere maggiormente consapevoli e valutare gli impatti della fase fuori opera, quelli prevedibili durante la fase di utilizzo funzionale, fino alle conseguenze prevedibili durante la fase di dismissione e demolizione dell'opera stessa.

Ma sarà opportuno approfondire e fare una breve e semplice digressione su questo tema.

Durante l'ideazione e la redazione del progetto architettonico o urbanistico si scelgono sito, forme e posizioni, si decidono orientamenti materiali e tecnologie. Ogni materiale ha un suo costo e un suo contenuto energetico. La somma dei contenuti energetici dei prodotti immessi nel progetto esprime sinteticamente, anche se non completamente, il peso energetico della costruzione e il relativo consumo di risorse, che va rapportato alle prestazioni e alla durata dell'opera.

Nella fase di progetto dovranno essere previsti gli impatti sulla salute dei lavoratori e quindi prevedere le condizioni di sicurezza in cantiere.

Durante l'utilizzazione dell'opera, le prestazioni dei prodotti assemblati e relazionati fra di loro influiranno sulle condizioni di comfort dei locali confinati: un progetto poco attento farà ammalare maggiormente i residenti, oppure consumare inutilmente elevate quantità d'energia durante l'utilizzo dell'opera.

Il tempo di vita dei prodotti assemblati e la flessibilità delle scelte progettuali attuate, saranno importanti per evitare eccessive spese di manutenzione o trasformazione durante la vita dell'opera, e quindi per evitare un eccessivo spreco di risorse.

La fase di dismissione o demolizione dell'opera potrà generare alti o bassi impatti in base all'attenzione del progettista a questi aspetti; i prodotti potranno essere riciclati o recuperati secondo la tecnica di assemblaggio utilizzata, oppure disperdere pericolosi inquinanti secondo il tipo di materiale adottato.

Potrà sembrare bizzarro il dover riflettere alla futura dismissione dell'edificio già durante l'iter progettuale; ma il tecnico progettista potrà facilmente comprendere che l'edificio durante la sua vita potrà cambiare uso e funzione, il che comporta in genere la realizzazione di ingenti opere di ristrutturazione.

L'attuale modo di progettare determinerà nel futuro grandi difficoltà a realizzare opere di manutenzione e ristrutturazione, lasciando una grave ipoteca sulla sostenibilità così come definita dal famoso rapporto Bruntland.

2.1 Il contesto culturale di riferimento

Le preoccupazioni della comunità internazionale, ed in particolare quella europea, sono costantemente descritte ed aggiornate da atti legislativi, recepiti poi dalle legislazioni nazionali, da atti di indirizzo e comunicazioni, dalle attività delle varie commissioni, sostenute da importanti studi scientifici.

Il perseguire uno "sviluppo sostenibile" durevole e rispettoso dell'ambiente e quindi ecocompatibile è diventato obiettivo prioritario delle politiche governative di gestione del territorio, e la "Bioarchitettura" ne ha preso coscienza ed ha elaborato strumenti di controllo per un corretto approccio ecologico globale, da utilizzare quando committente e tecnico progettano, e quindi quando si realizzano attività edilizie. Lo sviluppo sostenibile è ritenuto "condizione imprescindibile di un reale sviluppo economico e sociale" e come tale esso deve permeare tutte le scelte comunitarie. Ovviamente anche la produzione edilizia, nei suoi prodotti e nei suoi manufatti, deve interiorizzare la variante "sostenibilità" e quindi maturare una consapevolezza ecologica che porti gli edifici ad essere capaci di dialogare con l'ambiente circostante e a ridurre impatti negativi sull'ambiente e sulle sue risorse.

Il presente lavoro ha elaborato i criteri generali dell'efficienza sostenibile nella progettazione, avendo come riferimento gli obiettivi programmatori di quelle azioni amministrative e contributi istituzionali che hanno affrontato i temi delle grandi emergenze mondiali relativamente alla crescente pressione demografica, al progressivo esaurimento delle risorse e all'inquinamento dei suoli e dell'aria.

Di seguito si elencano alcuni documenti e strumenti a cui si è fatto riferimento:

- “Carta delle città europee per un modello urbano sostenibile” conferenza europea Aalborg, 1994
- COM (2005) 718, 11 gennaio 2006 “Strategia tematica ambiente urbano”
- ENEA “Codice concordato di raccomandazioni per la qualità energetico ambientale di edifici e spazi aperti”
- Regione Liguria “Linee guida per un recupero urbano biocompatibile”
- Regione Piemonte “Linee guida” a cura di Envipark
- Regione Toscana “Linee guida”
- INBAR “Certificazione energetico ambientale”
- ITACA “Protocollo per la valutazione della qualità energetica ed ambientale di un edificio”
- Comune Venezia “Incentivazione dell'edilizia ecosostenibile”

3. RECUPERO FUNZIONALE DI FORTE MARGHERA

Avviare riflessioni sul futuro di Forte Marghera, sembra oggi più che mai opportuno. La particolare bellezza dell'area si riflette nella presenza di storia e natura in uno sviluppo armonioso, semplice e mai eccessivo. Non è quindi immotivato l'interesse da parte di diversi soggetti ad avviare progetti per il recupero dell'area.

Ma ancor prima bisogna rendere evidente che qualsiasi progetto di recupero deve essere parte di una pianificazione generale estesa su tutta l'area, che delinea le metodologie applicative degli interventi realizzabili per conseguire obiettivi di elevata qualità ambientale: una visione complessiva di conoscenza specifica dell'intera area costituita sicuramente da nozioni storiche, ma non solo. All'analisi storica vanno affiancate molte altre indagini che servono a descrivere l'evoluzione storica, morfologica, ambientale dell'area del forte intesa come entità, ma anche come parte di un sistema urbano più esteso.

Pertanto il progetto di recupero di Forte Marghera deve avviare una fase d'analisi del territorio per identificare nella sommatoria di tutti i dati ambientali, culturali e sociali, gli elementi che condizioneranno il processo stesso di trasformazione.

3.1 Analisi del sito

La zona di Forte Marghera, area strategicamente situata sulla gronda lagunare a sud-est del centro storico mestrino, ha un'estensione di oltre quaranta ettari, inserendo nel calcolo anche le superfici dei tre rivellini esterni. Caposaldo del campo trincerato di Mestre la cui prima corona è costituita dai forti Tron, Gazzera, Carpenedo e Rossarol, il Forte Marghera, a pianta pentagonale, rappresenta un bell'esempio di fortificazione a fronti bastionati poligonali con uno sviluppo fortificato progressivo che inizia già nel Cinquecento, insediamenti civili come la Torre e l'originario Borgo di Marghera, databile nel XIV secolo. Prima di raggiungere la forma attuale, l'area ha subito notevoli cambiamenti idraulici e di consolidamento dei terreni di origine barenicola e paludosa per motivi militari con la formazione di bastioni, terrapieni, fossati che attestano nei secoli l'interesse "naturale" di difesa della città di Venezia.

Il forte rappresenta un vero e già consolidato “polmone” verde per la città, grazie alla ricchezza degli ambienti verdi, dalla presenza di canali a basso fondale, sponde di terra, boscaglia compatta, siepi di rovo, prati umidi.

3.1.1 Evoluzione storica

E' possibile suddividere in tre fasi storiche, di cui una sola legata allo sviluppo di attività militare che è durata fino a pochi anni fa, il processo di insediamento umano nella zona di Forte Marghera.

Si ha notizia che già dal XIV secolo esistesse la Torre di Marghera, in un contesto di aree barenicole posta nei pressi dell'antico corso del Marzenego che in questa zona si immetteva nella Laguna di Venezia. Duecento anni più tardi, si era formato un autentico borgo formato da osterie, depositi merci, il carro per il transito delle barche e una chiesa.

Ma le mutate esigenze di difesa della Serenissima, sempre più impellenti, imposero la realizzazione di bastioni, fossati e fabbricati ad uso militare, snaturando l'antico borgo chiamato Marghera e tessendo una complessa trama di corsi d'acqua di origine totalmente antropica: la Cava Gradeniga, il Canale Osellino, il Canale Brentella (ognuno dei quali definiti da importanti arginature).

La terza e ultima fase riguarda la costruzione del forte ad opera prima dei francesi e poi degli austriaci, a cavallo tra Settecento e Ottocento, che conservano alcuni edifici civili: il ponte sul Marzenego e il Canal di Mestre (l'antica cava Gradeniga).

Nei secoli successivi il Forte assunse il suo disegno definito, molto simile all'attuale. La variabile è costituita dal numero e dalla conformazione degli edifici realizzati dapprima dai francesi (casermette e una polveriera), dagli austriaci (una polveriera, gli avancorpi delle polveriere, la stalla e altri edifici ora scomparsi), dagli italiani (tutti gli altri).

La tavola delle preesistenze antropiche e naturali analizza le problematiche del sottosuolo evidenziando le parti delle costruzioni militari non più esistenti (edifici, ponti, argini) e le trasformazioni idrogeologiche, allo scopo di dare un supporto alla progettazione su aspetti legati alla natura dei terreni ed alla valorizzazione degli aspetti archeologici di questo sito.

Gli edifici attualmente esistenti sono catalogati nella tavola della datazione degli edifici e dei percorsi.

3.1.2 Accessibilità all'area di Forte Marghera

Forte Marghera è raggiungibile facilmente sia via terra (viabilità ordinaria) che via acqua e confina a nord-est con il Parco S.Giuliano, area verde di recente costituzione e di oltre duecento ettari di superficie.

Se storicamente la perimetrazione dell'area del Forte comprendeva per ovvie ragioni militari anche i rivellini e i prati esterni, le infrastrutture di tipo comunale hanno notevolmente ridotto il perimetro all'interno del disegno pentagonale della pianta del forte, ad esclusione, forse, del solo rivellino posto sul Canal Salso essendo tale area collegata direttamente alla terraferma e alla viabilità su gomma e fungendo quale luogo di accoglienza esterna dei visitatori e attuale parcheggio non organizzato.

L'unico accesso veicolare e ciclo-pedonale al forte avviene da questa parte, mediante un ponte in cemento e asfalto realizzato a raso e un pesante cancello in ferro sovrastato ai lati dalle torrette di guardia sopra il bastione.

Per raggiungere il Forte dal centro cittadino occorre percorrere via Forte Marghera, strada urbana larga e quindi con traffico ad andatura superiore ai limiti consentiti, scarsa di elementi di sicurezza (marciapiedi e limitatori di velocità) e priva di collegamento ciclabile in area protetta, oppure percorrendo viale San Marco. Purtroppo il collegamento diretto con il viale che, a differenza di via Forte Marghera, è ben dotato di ogni possibile presidio di sicurezza, ancora non è stato realizzato per cui occorre attraversare l'area prativa umida attorno il rivellino esterno oppure, facendo attenzione, immettersi con la bicicletta in via Orlanda (per fortuna è sufficiente costeggiarla!), imboccare la bretella che immette su via Forte Marghera e attraversare la strada in sicurezza oppure imboccare via Romanin e immettersi su via Forte Marghera.

Il piano ciclabile del Comune di Venezia prevede la realizzazione, nei prossimi cinque anni, di un collegamento ciclabile del forte da via Torino superando il Canal Salso con un nuovo ponte. Tale percorso in parte già realizzato nel

versante mestrino porrà in collegamento diretto l'area universitaria, i centri periferici di Marghera, Trivignano e il centro storico con il forte stesso. Per ora non è previsto alcun collegamento diretto in sede protetta con il vicino Parco di San Giuliano.

3.1.3 Aspetti vegetazionali e faunistici

La presenza naturale si esprime nel suo massimo, in prossimità di uno dei rivellini, soprattutto in quello posto a nord-est e compreso tra via Forte Marghera e viale S.Marco, diversamente dalle aree interne del Forte ove la mano dell'uomo per motivi fortemente legati alla mimetizzazione dei luoghi a scopo militare si fa più evidente.

Nel tempo si è andato a formare un biotopo dalle caratteristiche botaniche assolutamente interessanti grazie alle depressioni del terreno (suoli torbosi e umidi), al terrapieno e alle superfici prative stabili. Si sono venute a creare le condizioni ideali per un autentico biotopo di rifugio di specie a rischio di estinzione territoriale, minacciate seriamente dalla progressiva trasformazione degli storici habitat prativi della cintura suburbana di Mestre in boschi o in superfici destinate ad attività ricreative.

Nei bacini imboniti dell'originario canale di difesa, oltre alle sempre presenti siepi spontanee, vi è la presenza di formazioni monospecifiche di canna di palude e di lisca a foglie sottili nonché di elementi floristici rari e minacciati, generalmente presenti in piccoli popolamenti.

Le adiacenze del Forte, costituite da terrapieni, e le sponde dei canali perimetrali sono caratterizzate dalla presenza di un'intricata selva spontanea, sviluppatasi nei decenni successivi alla progressiva dismissione delle strutture militari. Si tratta di una formazione forestale indefinibile, essendo priva di riscontri naturali nel territorio, che vede mescolarsi e competere specie autoctone e alloctone, formando un groviglio impenetrabile e di impressionante vitalità.

La vegetazione arborea si sviluppa principalmente sui bastioni interni ed esterni costituita essenzialmente da robinie, pioppi neri e pioppi italici che hanno ormai raggiunto la massima grandezza e maturità. E' una vegetazione a foglia caduca

la cui massa vegetale non è molto compatta (robinie) causa il clima salmastro che la rende sofferente rinsecchendo le parti più alte e il vento di bora che ne spezza i rami.

Sui terrapieni vi sono anche arbusti invasivi e siepi incolte che rendono impraticabile, quasi ovunque, l'accessibilità pedonale.

All'interno del ridotto centrale in prossimità delle lunette delle due casermette francesi vi sono aree prative abbastanza ampie: quella a S-E è particolarmente attraente per la presenza di un prato umido associato ad una garzaia, zona ideale per riparo e sosta di uccelli migratori che possono trovare, grazie ai bassi fondali dei canali ora non più navigabili, ricche soluzioni alimentari o episodici posatoi sull'acqua grazie all'erosione idraulica delle rive di terra che fanno scoprire le radici delle robinie. E' una tessera ecologica particolarmente viva e interessante di cui se ne dovrà tenere conto preservandone le caratteristiche naturalistiche qualora la vicina casermetta francese venisse recuperata. Altra estesa zona prativa asciutta è quella posta in prossimità delle scuderie e della mensa; il resto delle superfici sono costituite da ritagli verdi di risulta, di modeste dimensioni oppure, come nel caso della zona in prossimità del Palmanova posto nel bastione a tenaglia, che accoglie piantumazioni ad alto fusto, aggressivi arbusti di varie dimensioni e consistenze, costruzioni per vari usi.

Ai lati del viale che taglia simmetricamente nel senso della lunghezza il forte si allungano i tigli e una siepe potata di ligustro che rende ancora più ombroso e profumato l'intero percorso. In prossimità dell'approdo interno si dipartono due filari di cipressi, evidentemente scelti per dare al luogo un segno di maggiore importanza e sacralità essendo sede di attrezzature per l'incontro formale.

Al Forte vi è una decisa presenza di selva alloctona che presenta un indiscusso interesse faunistico e garantisce la conservazione e la diffusione nell'area di gronda della terraferma di una zoo-diversità significativa. La fauna delle piccole selve alloctone è di tipo forestale. Si tratta di una fauna caratterizzata da specie elusive e talvolta notturne, per questo non facilmente osservabili, ma dal notevole interesse ecologico. L'area del forte è interessata da una cospicua presenza di uccelli sia stanziali che stagionali che trovano rifugio e sosta nella

garzaia, nei prati umidi e incolti in prossimità del Forte, sulle alberature e tra le siepi dei bastioni e dei terrapieni incolti e inaccessibili perché posti all'esterno dei due corpi bastionati centrali non collegati da alcuna infrastruttura.

3.1.4 Edifici del Forte

Forte Marghera è formato da una cinta esterna di quattro bastioni che racchiude a tenaglia un ridotto centrale, composto ancora di quattro bastioni, protetto a sua volta lateralmente da due controguardie, il tutto circondato da un doppio fossato, uno interno e uno esterno, che prelevano direttamente le acque della laguna. Verso Mestre, nel cosiddetto fronte d'attacco, vi sono tre rivellini – fortificazioni di forma triangolare - staccati dal corpo centrale di qualche centinaio di metri e difesi da fossati, ora imboniti, ideati per aumentare la capacità difensiva della fortificazione, ma soprattutto per rendere possibili le sortite contro gli assediati, testimonianza evidente delle diverse esigenze di difesa nel tempo.

Gli edifici più significativi ancora oggi presenti nella fortezza sono le due casermette di età francese (1805-1814), situate sul fronte di gola in prossimità del porticciolo. Sono manufatti a due piani, con elementi in pietra d'Istria. Nel ridotto centrale vi sono anche due polveriere, situate nello spazio posteriore ai bastioni rivolti verso Mestre, che hanno tetto a botte e rifiniture in pietra d'Istria.

Un edificio tripartito a due piani detto Palmanova realizzato tra i due conflitti mondiali in struttura di cemento, grandi magazzini in muratura portante e tetto in legno, un edificio a due piani in muratura privo di pregio, completano la presenza insediativa del ridotto.

Nella cinta esterna va segnalata la presenza dell'edificio costruito sopra il ponte cinquecentesco, del quale restano evidenti le tre arcate originarie, e le scuderie ottocentesche in muratura portante. In corrispondenza di ogni bastione, sulla scarpa interna, è ricavata una polveriera con entrata in pietra e sono presenti quattro casermette italiane, costruite circa nel 1880, con mura molto spesse, tetto rinforzato e lato verso il bastione arrotondato, con feritoie. Una di queste ospita il Museo del Forte.

Sono presenti numerosi edifici di varia dimensione tra cui un altro Palmanova,

privi di pregio, storicamente databili nel periodo tra le due guerre mondiali, usati sino in tempi recenti per depositi, uffici, officine e alloggiamento di militari.

Il forte è frutto dell'eredità francese ed infatti tali elementi si ritrovano anche in altre fortificazioni del periodo napoleonico, come nelle fortezze di Peschiera, Ronco dell'Adige e Palmanova.

Lo stato conservativo dei fabbricati presenti nella fortezza è stato catalogato utilizzando una schedatura sintetica che individua per ciascun edificio:

- foto
- riferimento numerico alla planimetria d'insieme
- datazione
- stato conservativo degli elementi strutturali (muratura perimetrale e copertura)
- stato conservativo dell'edificio
- vincolo ai sensi della legge 1497/39
- qualità architettonica

Nella restituzione dei dati raccolti del patrimonio edilizio di Forte Marghera, si è cercato di adottare una lettura a vista, dello stato di conservazione relativo esclusivamente alle condizioni di integrità degli elementi strutturali delle murature perimetrali e delle coperture. Volutamente non si è entrato nel merito di valutazioni legate alla qualità prestazionale degli elementi costruttivi, e di funzionalità dell'edificio, poiché avrebbero richiesto la presenza di requisiti impensabili per l'epoca o la funzione un tempo richiesta. E' stato invece inserito un giudizio riferito alla qualità architettonica per individuare quali sono gli edifici che esprimono e concretizzano la peculiarità storica del luogo.

Per l'attribuzione di un giudizio di valore allo stato di conservazione si sono scelti i seguenti parametri:

Buono (○○○): individua l'integrità degli elementi strutturali

Discreto (○○): individua la presenza di limitate forme di degrado degli elementi strutturali

Pessimo (○): individua la presenza di cedimenti strutturali e/o l'assenza parziale

o totale degli elementi costitutivi le strutture.

Per l'attribuzione di un giudizio di valore alla qualità architettonica si sono utilizzati i seguenti parametri:

Alta plus	●●●●
Alta	●●●
Media	●●
Bassa	●
Nulla	-

L'analisi di dettaglio: la Casermetta Francese, il Palmanova e gli Uffici

Lo studio in dettaglio di alcuni edifici del Forte ha lo scopo di fornire una metodologia che evidenzi le eventuali criticità e potenzialità di ogni edificio e del suo intorno. Si tratta di un'indagine preliminare degli elementi di valutazione per successivi interventi di restauro conservativo e/o ad alta trasformabilità.

Per ogni edificio preso in considerazione vi è stata un'analisi delle preesistenze storiche e naturalistiche che permettono di indicare con maggiore precisione l'eventuale presenza di manufatti di interesse archeologico oppure, come nel caso dell'asta uffici a lato dell'accesso centrale della cinta esterna, un possibile cedimento strutturale dovuto all'incerta portanza del terreno qualora il fabbricato di bassa qualità architettonica venisse sostituito da una struttura meno leggera dell'esistente. Informazioni utili che ogni progettista vorrebbe conoscere e che una scheda di dettaglio può dare. L'indicazione della vegetazione esistente nonché la natura delle pavimentazioni, drenanti o meno, la posizione e l'altezza delle alberature sono informazioni utili e necessarie per successivi approfondimenti che vanno ad incidere, per esempio, sulla progettazione degli spazi aperti e collettivi oppure sulla possibilità di gratuiti guadagni termici o protezione dai carichi solari estivi.

3.1.5 Viabilità interna al Forte

La viabilità interna al forte è assicurata da un asse "moderno" N-S che taglia simmetricamente la cinta dei bastioni e il ridotto centrale permettendo la fruizione diretta dei fabbricati che sono collegati a pettine da una serie di

percorsi minori e da un percorso baricentrico posto sulla “tenaglia” che permette di raggiungere le due ali estreme della cinta. Due ponti a raso, uno completamente scomparso, l'altro facilmente ricostruibile, permettevano la fruizione ad anello del Forte ed un rapido spostamento di truppe e materiali dal ridotto centrale alla cinta bastionata.

Tutti i percorsi esistenti, facilmente individuabili, sono in materiale non permeabile e comunque su terreni oggetto in passato di passaggio e sosta continua di mezzi pesanti. Esisteva sui bastioni anche una viabilità di tipo pedonale a solo scopo di difesa e controllo dell'area: tale fruizione si è però sostanzialmente venuta a perdere nel tempo a causa della mancata manutenzione, dell'aggressività arbustiva dei rovi e delle specie floristiche alloctone che si espandono velocemente.

Diversamente dal passato quando in origine il trasporto principale di rifornimenti e militari avveniva via barca da Venezia dall'ancora presente porticciolo di forma ovale posto sul fronte di gola, l'accesso acqueo al forte, con piccole imbarcazioni, è ancora possibile seppure limitato e ridotto. Il mancato scavo dei fossati interni e l'assenza di passaggio delle barche ha creato condizioni di basso fondale, utilizzabili solo da canoe e barche piatte di scarso pescaggio, mentre il fossato perimetrale posto a O mantiene intatta la sua funzione di collegamento acqueo tra Venezia e i magazzini di via Torino d Mestre.

3.1.6 Fonti di inquinamento

Rumore

Pur compresa tra le linee ferroviarie e importanti assi stradali, l'area di forte Marghera non risente dell'inquinamento acustico determinato da queste infrastrutture, probabilmente perché la distanza, soprattutto dalla ferrovia, è notevole nonché perché protetta dai terrapieni che smorzano notevolmente ogni rumore.

Polveri

Le alberature dei bastioni e delle adiacenze del forte si comportano come filtri verdi per cui anche le polveri, se ve ne sono, vengono trattenute dalla

vegetazione. Purtroppo, non si è in possesso di alcun dato in merito, poiché le centraline di rilevamento non vengono posizionate in questo contesto. Del resto anche la stessa direzionalità dei venti che spirano dal quadrante N-NE o da S-SE alleggerisce notevolmente la presenza di polveri o fumi derivanti sia dalla vicina zona industriale o dall'aeroporto internazionale di Tessera.

Elettrosmog

L'area interna del forte risulta libera da elettrodotti e stazioni radiobase di telefonia mobile.

Una linea ad alta tensione è parallela al fossato occidentale del Canal Salso e attraversa il rivellino esterno.

Attività urbana, agraria e industriale

Le acque del Canal Salso presentano un colore variabile tra il grigio e il bruno ben poco invitanti. Il loro aspetto sembra indicare un contenuto di nutrienti urbani, di sostanze estranee in sospensione, di idrocarburi e di inquinanti chimici di origine domestica in quantità notevole. L'acqua dei fossati interni al forte non sembrano risentire troppo di questa situazione o meglio la fauna selvatica e le specie ittiche si sono probabilmente adeguate per cui è possibile osservare, con la bassa marea, la presenza di aironi, gallinelle d'acqua in pastura, covate di germano reale, garzette cenerini, tutti intenti a scovare tra il pietrisco affiorante piccoli invertebrati e pesciolini. Dal ponte principale che conduce all'accesso del forte è spesso possibile osservare la presenza di banchi di cefali e sulle rive sabbiose delle sponde i granchi.

Amianto, sostanze tossiche e ordigni militari

In questa sede non si potuto fare una verifica dell'esistenza nel terreno della presenza di materiale bellico con il suo carico di inquinanti. Le testimonianze raccolte indicano però che in prossimità dei bastioni a est della cinta esterna (area palmanova) vi possano essere sostanze e materiali nocivi alla salute umana dovuti al brillamento di ordigni e materiali bellici.

Le esperienze fatte in altre circostanze, come per esempio durante le

operazioni di demilitarizzazione di molti impianti militari in Germania dopo il 1990, hanno dimostrato come queste aree siano spesso fortemente contaminate non tanto — o meglio non solo — da materiale bellico vero e proprio, quanto da altre sostanze inquinanti il cui rilascio nel terreno e nelle acque superficiali hanno per molto tempo accompagnato le attività sul luogo delle forze militari.

Da un'indagine effettuata a vista gli unici edifici che potrebbero presentare delle presenze di amianto e pannelli in fibra di vetro come isolanti sono quelli privi di qualità architettonica e quindi ad alta trasformabilità. Sembrano privi di amianto le due casermette francesi, le polveriere e le scuderie austriache, i block-house e anche i due palmanova, seppure per questi una verifica complessiva sarebbe comunque auspicabile.

Infine dovrà essere bonificata dall'uso di probabile sversamento di oli esausti l'area della piazza est in prossimità dell'esistente, ma non più in uso, impianto di distribuzione dei carburanti ai mezzi militari, provvedendo anche alla sua completa rimozione. In quell'area vi è anche una rampa per la manutenzione dei mezzi pesanti e dei carri blindati, rampa che può eventualmente rimanere come testimonianza ma che dovrà essere oggetto di verifica della presenza di inquinanti nel terreno.

3.1.7 Fattori climatici

La valutazione degli effetti dell'orientamento in rapporto all'esposizione solare e all'azione dei venti, secondo le direzioni prevalenti nelle stagioni estiva ed invernale, costituiscono i primi elementi utili per un corretto inquadramento delle condizioni caratterizzanti l'area d'intervento sotto il profilo bioclimatico.

Il clima è il risultato delle combinazioni delle variabili meteorologiche che determinano le caratteristiche climatiche di un ambiente.

Le principali variabili che determinano il clima meteorologico sono:

- la temperatura dell'aria esterna, che influenza direttamente le dispersioni invernali e gli apporti estivi;
- l'umidità relativa, che influenza le condizioni di condensazione superficiale, interstiziale e gli scambi di calore;

- i venti dominanti, la cui direzione ed intensità determinano l'entità degli scambi di calore;
- l'irraggiamento solare legato alla latitudine, alla conformazione del territorio, alla vegetazione.
- la frequenza delle precipitazioni.

Il fabbisogno energetico degli edifici è fortemente influenzato dal clima: la lettura dei dati climatici meteorologici costituisce la più preziosa fonte per l'uso razionale delle risorse energetiche.

L'andamento dei dati climatici è riportato nelle tabelle che seguono a fine capitolo.

I Venti

Domina, in ogni stagione dell'anno, il Grecale, vento freddo e secco da NE. Anche la Tramontana, altro vento freddo da N, è sempre presente seppure con intensità e frequenze minori. Lo Scirocco, vento da SE, è presente soprattutto nella stagione estiva, anche se periodi più o meno lunghi e fastidiosi si manifestano nelle stagioni intermedie.

Pure il Libeccio (soffia da SO e detto anche africano o garbin) è un vento che si manifesta non di rado e spesso in modo intenso e talvolta violento. I venti degli altri quadranti spirano con meno forza e frequenza.

Osservazione diretta in loco: La particolare composizione arbustiva e forestale dei bastioni non particolarmente compatta e l'esistenza dei fossati, autentici canali di vento, assicurano a tutta l'area una buona ventilazione interna incuneandosi tra i bastioni grazie alle ampie vie d'acqua attorno al forte. La presenza della vicina laguna priva di ostacoli fa aumentare notevolmente l'intensità del vento, mentre la dislocazione dei fabbricati del ridotto centrale non smorzano le talvolta violente espressioni del garbin o della bora. L'asse viario longitudinale ne aumenta anzi la forza incanalando il vento tra gli edifici usati per le occasioni fieristiche, mentre i terrapieni lo fanno rimbalzare creando turbolenze inaspettate.

Di seguito vengono forniti i dati climatici primari degli ultimi dieci anni rilevati

relativi all'Umidità relativa, alle precipitazioni e alle temperature medie della zona.

Tali dati consentono eventuali e successive elaborazioni da parte dei progettisti e soprattutto una corretta e adeguata progettazione in chiave bioclimatica degli interventi.

3.1.8 Previsioni urbanistiche

Per tutta l'area del forte, comprese le adiacenze e in parte anche i rivellini le previsioni urbanistiche vigenti (Variante al PRG per la Terraferma, D.G.R.V. 3 dicembre 2004 n.3905) indicano, parimenti al vicino parco di S.Giuliano, una destinazione a Verde Urbano Attrezzato (Vua). Invece l'ambito di interesse ambientale di tipo unitario della zona del Forte comprende solo il rivellino, l'area di accesso e la pianta poligonale del forte ossia il ridotto centrale, i terrapieni perimetrali e la cinta dei bastioni. Da questa previsione urbanistica di tutela ambientale risulta esclusa l'area nord-orientale adiacente al campo sportivo compresa tra viale S.Marco e via Forte Marghera che viene assoggettata sostanzialmente a due diverse destinazioni, quella S (sportiva) permettendo l'ampliamento dell'impianto esistente e quella a VUA.

A N del rivellino posto a occidente oltre il Canal Salso, la Variante al PRG prevede il prolungamento della zona universitaria nonché una nuova viabilità ora in fase di realizzazione (ponte di via Torino) che collegherà la zona direttamente a via Martiri della Libertà.

Si riporta integralmente l'art 47 delle NTA relativo alle previsioni della Variante al PRG vigente:

Art. 47 - Verde urbano e verde urbano attrezzato.

47.1 Le zone a verde urbano sono destinate alla conservazione e alla creazione dei parchi urbani; le zone a "verde urbano attrezzato" sono destinate alla realizzazione del parco di San Giuliano.

47.2.1 Nelle zone a "verde urbano" (Vu) sono consentite unicamente costruzioni che integrino la destinazione delle zone e cioè attrezzature per il gioco dei bambini ovvero piccole

costruzioni di servizio di volume complessivo non superiore a 0,01 mc/mq di altezza non superiore a ml. 4,00 strettamente attinenti alle funzioni di integrazione e di manutenzione del parco o giardino.

47.2.2 Eventuali costruzioni preesistenti nell'ambito delle aree a verde urbano, qualora rappresentino interesse monumentale o funzionale, dovranno essere adibite esclusivamente ad attività integrative agli usi predetti.

47.2.3 Nelle aree a “verde urbano” la viabilità dovrà essere esclusivamente pedonale ad eccezione delle viabilità necessarie a garantire la sicurezza e il soccorso. A tale scopo dovranno essere previsti parcheggi pubblici esterni ovvero interni perimetrali nella misura di 2,5 mq/100 mq al netto delle strade di accesso. Il rapporto massimo di copertura dovrà essere contenuto nella misura del 2,5%. I parcheggi dovranno essere realizzati con le caratteristiche di cui al precedente art.42.6.3.

47.2.4 Nelle zone a “verde urbano” il piano si attuerà tramite strumento urbanistico attuativo con previsioni planivolumetriche riferito all'estensione completa di ciascuna area ovvero tramite progetto di opera pubblica approvato dal Consiglio Comunale.

47.3.1 Nelle zone a “verde urbano attrezzato” (Vua) è consentita la bonifica, la riqualificazione ambientale, la conservazione e la realizzazione di spazi verdi e alberati; è inoltre consentita la realizzazione di strutture ed edifici con le seguenti destinazioni d'uso:

- parcheggi, darsene ed approdi attrezzati per imbarcazioni e natanti da diporto nonché dei rispettivi servizi;*
- piazze con attrezzature commerciali alla scala di quartiere;*
- spazi attrezzati per la sosta, campi da gioco ed attrezzature per lo svolgimento dello sport all'aperto nonché i rispettivi*

servizi;

- palestre per lo svolgimento di attività ginnica;
- strutture ricettive, per la ristorazione e pubblici esercizi;
- serre e giardini botanici;
- percorsi equestri, maneggi nonché i relativi servizi;
- edifici e strutture per la manutenzione e per l'amministrazione del parco, uffici per l'informazione all'utenza;
- attrezzature di interesse comune;
- edifici e strutture espositive e museali e centri di ricerca, parco divertimenti e area attrezzata per spettacoli viaggianti;
- interventi di adeguamento ed impianti speciali relativi alle reti di distribuzione di sottoservizi.

47.3.2 Gli interventi di cui al comma precedente saranno subordinati all'approvazione, da parte del C.C., di un apposito programma di coordinamento che interessi tutte le aree destinate a verde urbano attrezzato individuando tra l'altro ambiti di intervento unitario o comparti, nonché le modalità di intervento e gli usi relativi agli edifici esistenti. Dovranno inoltre, per la parte interessata, seguire le prescrizioni di carattere quantitativo contenute nelle tav. 13.3D.

47.3.3 La realizzazione delle opere previste dal programma di coordinamento per ogni comparto sarà subordinato all'approvazione di progetti alla scala edilizia da parte del C.C.. E' facoltà dell'A.C. far precedere tali progetti dall'approvazione di strumenti attuativi relativi ad uno o più ambiti di intervento unitario.

47.3.4 Le Varianti ai progetti di cui ai precedenti punti 47.3.2 e 47.3.3 saranno subordinati alla procedura negli stessi previste.

47.3.5 Per gli edifici esistenti all'interno della zona a verde urbano attrezzato prima dell'approvazione del progetto o dello strumento urbanistico attuativo di cui al precedente comma 47.3.3 sono consentiti gli interventi di cui alla lett. a)

dell'art.10.6 delle N.T.G.A.. Per gli edifici ad uso residenziale alla data di adozione della presente variante è inoltre consentito il restauro e risanamento conservativo e la ristrutturazione edilizia.

47.3.6 La volumetria massima realizzabile non dovrà superare un Ut di 0,5 mq/mq.

47.4. Nella zona a "verde urbano per lo svago e il tempo libero" (Vs) posta lungo la SS. Romea è prevista la bonifica e la riqualificazione ambientale dell'area. Gli interventi e gli usi ammessi sono quelli indicati nella tav. 13.3C.

L'intera area del Forte, compresi i rivellini esterni, sono stati inseriti nella perimetrazione della Variante PRG per il Centro Storico di Mestre (DGRV del 15 luglio 1997 n. 2572) e rientrano nei limiti del Piano di area della laguna e dell'area veneziana (PALAV) del 1999 in riferimento ai seguenti temi: conterminazione lagunare, interesse paesistico-ambientale, strada romana, vicinanza ambiti fluviali da riqualificare, vicinanza zona industriale, vicinanza porto turistico e terminal terra-acqua. L'area non rientra nelle aree SIC e neppure in quelle ZPS.

3.2 INDIRIZZI PROGETTUALI

In seguito all'analisi eseguita sul forte e sul suo immediato intorno, si è sviluppata una proposta generale di recupero funzionale di Forte Marghera, valorizzando le potenzialità storico-naturalistiche, rispettando la struttura compositiva ed insediativa, prevedendo la suddivisione in aree funzionali (ciascuna dotata di una propria specificità), mantenendo viva l'idea del parco diffuso che denoti l'intervento (anche se realizzato in tempi diversi e da soggetti diversi) come un progetto unitario e inscindibile.

3.2.1 Recupero delle valenze storico-naturalistiche e nuove funzioni.

Il progetto di recupero funzionale di Forte Marghera parte dalla lettura della struttura insediativa della struttura militare. E' stato riconosciuto uno schema

multipolare composto da cinque punti nodali (collocati presso le lunette esterne e al centro del ridotto) posti ai vertici di una figura pentagonale, intersecata da un lungo asse nord ovest – sud est.

Ogni pensiero progettuale è scaturito dalla volontà di rispettare questa struttura, assecondandola e interpretando tutti gli stimoli che il forte ha suggerito, prima fra tutte la decisione di costruire un nuovo ponte nella posizione originaria di quello già esistente a Ovest tra cinta esterna e ridotto, e restaurare quello posto a Est.

In connessione con la struttura insediativa individuata, sono posti i vari edifici che si è deciso di rifunzionalizzare secondo due gradi di intervento:

- restauro conservativo per gli edifici soggetti a vincolo
- ristrutturazione per tutti gli altri.

A parte l'edificio ospitante il Museo Storico Militare, tutti gli altri avranno una nuova funzione: essi sono stati considerati in gruppi di medesima funzionalità senza scendere troppo nel dettaglio, ma stabilendo come le strutture attuali avessero la "vocazione" per ospitare delle funzioni, alcune già in essere.

Sono state individuate delle aree tematiche a medesima funzionalità quale base per individuare, successivamente, delle destinazioni d'uso più precise e oculate:

- area servizi
- area ricettiva
- area diportistica
- area polifunzionale
- area espositiva
- area benessere
- area eventi e spettacoli
- borgo creativo.

Inoltre è stato destinato un edificio per ospitare un museo del Campo Trincerato di Mestre e della storia di Forte Marghera in particolare.

Questa fase progettuale è comunque in secondo piano rispetto al compito primario di individuare quali aree del forte sono da sviluppare, quali da conservare, quali da ripristinare, in un ottica di unitarietà e di rispetto per questa

struttura giunta inalterata ai giorni nostri, nei suoi caratteri fondamentali, dall'epoca napoleonica.

L'area del forte è stata suddivisa in quattro settori tematici:

1. il settore più esterno a contatto con la città definito "spazio filtro", composto da tre aree caratterizzate da una buona valenza naturalistica (soprattutto nei pressi dei rivellini), ospitanti infrastrutture viabilistiche a basso impatto ambientale (parcheggio, ponte e percorsi ciclo pedonali);
2. il secondo settore, caratterizzato dall'area circostante il rivellino centrale, destinato ad ospitare i servizi necessari al funzionamento del forte, gli spazi direzionali e gestionali, la centrale termica con la sua rete di teleriscaldamento, il Mobility Center, atto a promuovere e consentire l'uso di auto elettriche;
3. il nucleo centrale (composto dalla cinta esterna e dal ridotto centrale del forte) destinato a parco diffuso in grado di collegare i singoli interventi sugli edifici in un sistema unitario. Un tessuto connettivo fatto di bastioni, prati, percorsi, aree piantumate ed oggetti d'arredo, che il visitatore può percorrere in tutte le direzioni sentendosi sempre e comunque all'intero di una struttura riconoscibile, unitaria e unica. Strutturalmente composto attorno allo schema policentrico suddetto, questo settore pone in evidenza il "punto nodale" posto a sud, in corrispondenza dei resti della Torre di Marghera, che diventerà la piazza principale del complesso;
4. il settore sud, composto da aree per lo più difficili da raggiungere (ad esclusione del parcheggio organico) e definite da una vegetazione rigogliosa e poco antropizzata, è concepito come un corridoio ecologico per animali migratori, luogo in cui la presenza umana sarà ridottissima (manutenzione della torre della fitodepurazione) e soggetta al rispetto di quest'area naturale.

3.2.2 Connessioni urbane e accessibilità

Le esigenze militari imponevano una scarsità di collegamenti, anzi più isolato era meglio poteva essere difendibile, mimetizzabile e limitava la curiosità. Ma ora che la funzione militare è venuta a cessare, Forte Marghera ha necessità di

essere collegato ai principali centri e luoghi della città sia di Mestre che della città storica.

Un collegamento di tipo ciclo-pedonale direzione E-O deve porre in collegamento diretto il Parco di San Giuliano, l'Università in via Torino, la fermata SFMR e il Forte. Facendo attenzione al biotopo che dovrà essere adeguatamente salvaguardato del rivellino est il percorso può realizzarsi su una stradina in terra già esistente e le opere dovranno limitarsi all'eventuale piantumazione di una siepe di rovi al solo scopo di impedire l'accesso umano al canneto e alla zona umida, ai prati circostanti. L'attraversamento di via Forte Marghera potrà essere a raso solo se il sedime viario della viabilità in prossimità dell'accesso al forte si modificherà con interventi di limitazione della velocità e aumentando decisamente la sicurezza ciclo-pedonale.

Un forte è pensato per avere un numero limitato di accessi molto controllati. I bastioni e i fossati sono a rimarcare questa esigenza di difesa. Tale caratteristica dovrà rimanere ma è la fruizione dell'area che cambia e la difesa non è più dovuta ad esigenze militari ma di protezione naturalistica. Accessi limitati quindi ma sempre aperti, differenziandone la modalità di tipo pedonale, veicolare, ciclabile, acquea.

L'accesso principale avverrà dal rivellino Nord attraverso il ponte esistente. Un altro accesso privilegiato per la mobilità ciclo-pedonale sarà quello dal bastione di SE della cinta esterna dal park-green attraverso un nuovo ponte che dovrà avere caratteristiche di basso impatto ambientale quasi una passerella che comunichi un senso di leggerezza e temponeità.

La porta dall'acqua è localizzata sul bastione Ovest della cinta esterna. Essa potrebbe rappresentare un punto di approdo privilegiato per l'offerta della mobilità su acqua per tutta la zona, compreso il polo universitario con un collegamento di linea, magari di tipo stagionale, e per collegare Fusina e Venezia con le nuove funzioni didattiche e ludiche, in area protetta, che il parco di San Giuliano e lo stesso Forte proporranno.

L'approdo storico quello protetto a sud del ridotto centrale sarà invece destinato alle barche prive di motore o comunque per natanti di modeste

dimensioni. Da migliorarsi è infine la localizzazione della fermata del trasporto pubblico urbano che ora appare decentrata.

3.2.3 Spazi aperti

Gli spazi all'aperto sono stati considerati come parti fondamentali del progetto e in tal senso meritano la necessaria attenzione: l'orientamento, la forma, il rapporto con gli edifici, i materiali, le masse vegetali, i corsi d'acqua, gli arredi fissi o mobili, le aree di servizio, sono elementi che vanno pensati nella loro complessità poiché concorrono nella definizione delle relazioni ambientali che disegnano il particolare contesto di Forte Marghera. Tali aree devono essere progettate mediante strategie atte ad ottimizzare l'utilizzo del territorio, i tempi e le modalità operative, la scelta di materiali e tecnologie eco-sostenibili e bio-compatibili e di risparmio energetico ed idrico.

Viabilità interna

Nel progetto degli spazi all'aperto un ruolo importante è attribuito alla viabilità interna al forte atta a garantire la circolazione delle persone, dei mezzi e delle merci in completa sicurezza, riducendo le fonti di inquinamento acustico ed atmosferico.

La viabilità interna su terra si articola in:

- 1) percorsi principali: percorribili indifferentemente da persone e mezzi (auto elettriche, biciclette e persone);
- 2) percorsi secondari: o percorso sui bastioni, destinati esclusivamente ad una percorrenza pedonale.

La progettazione della viabilità interna al forte (principale e secondaria) garantisce la connessione di tutte le aree secondo uno schema multipolare, privilegiando il disegno dei percorsi pedonali, pensati come itinerari storici, naturalistici e didattici.

Al fine di garantire una percorribilità di tipo circolare si prevede il ripristino dei due ponti che storicamente univano la cinta esterna al ridotto, per migliorare la mobilità pedonale all'interno dell'area e la fruizione degli spazi all'aperto: le nuove connessioni consentono una percorrenza diversificata, che si sviluppa in

percorsi a varie quote che mettono in connessione piazzole di sosta e punti panoramici per la valorizzazione degli elementi di pregio storico e naturalistico.

Tutte le superfici pavimentate dei percorsi dovranno garantire la massima permeabilità all'acqua e all'aria, utilizzando quanto più possibile soluzioni che maggiormente si avvicinano alle condizioni di naturalità.

Infine per mantenere vivo il rapporto tra terra e acqua, è importante progettare una viabilità alternativa potenziando la percorrenza dei corsi d'acqua interni al Forte, per piccole imbarcazioni a remi. Analogamente le rive sono state attrezzate con piccoli pontili per l'approdo delle imbarcazioni, ma anche per la sosta ed il relax delle persone.

I nuovi pontili, i pali e tutte le attrezzature per l'ormeggio delle barche, dovranno essere realizzati in legno o anche in legno-polimero (WPC), riproponendo situazioni tradizionali, storicamente consolidate, non solo nell'uso dei materiali, ma anche nella tipologia e disposizione delle stesse strutture.

Analogamente la sistemazione delle rive deve recuperare i segni del passato, ossia riproponendo l'impiego delle rive di pietra solo dove già esistevano, lasciando le restanti in terra.

Per migliorare le caratteristiche biologiche dell'acqua e al contempo aumentarne la valenza paesaggistica e naturalistica, si dovrà avviare un progetto specifico di fitodepurazione dei corsi d'acqua, con adeguate banchine golenali popolate da dense fasce di canneto.

Aree a verde per le attività all'aperto

Le aree a verde per le attività all'aperto costituiscono dei luoghi di occupazione temporanea per la conversazione, lo svago, il gioco, la didattica, lo sport e pertanto necessitano di una progettazione adeguata alla funzionalità e alla fruibilità per tutte le fasce d'età.

In generale il progetto di recupero funzionale del forte ha posto l'attenzione sul tracciato e sulla funzione di queste aree.

Sono state individuate come aree per lo svolgimento delle attività ludico-didattiche all'aperto:

- i percorsi storici e naturalistici che si sviluppano sui bastioni

- le piazzole di sosta che si prestano ad essere delle “aule all’aperto”
- i punti panoramici che offriranno elementi per la conoscenza del territorio
- i giardini tematici che stimoleranno le percezioni sensoriali
- le aree per il gioco e la sosta che saranno pensate ed attrezzate per la fruibilità di bambini ed adulti
- il totem del fotovoltaico ed il totem della depurazione naturale.

Analogamente sono state individuate le aree per lo svolgimento dello sport all’aperto:

- i percorsi pedonali che si sviluppano all’interno del forte attrezzati a “percorsi vita”
- i prati a verde utilizzabili come campi per le diverse discipline sportive
- i corsi d’acqua percorribili da piccole imbarcazioni a remi.

Aree di servizio

Le aree di servizio sono pensate come aree di supporto alle attività del Forte, atte ad ottimizzare l’utilizzo ed il consumo del territorio, a fornire energia a basso impatto ambientale derivante da tecnologie che privilegiano le energie rinnovabili. Le adibite a parcheggio, le aree per gli impianti, le aree per la raccolta differenziata dei rifiuti, diventano occasioni progettuali per avviare riflessioni sulla razionale gestione delle risorse come opportunità di sviluppare progetti pilota nel territorio con funzione educativa e dimostrativa.

Valorizzazione degli elementi paesaggistici e naturalistici

Il tema del parco diffuso è sempre valorizzato nel progetto di recupero e di trasformazione dell’area, nel rispetto e mantenimento dell’ambiente naturale e dell’ecosistema. Gli elementi artificiali con valore storico-artistico e naturali, caratterizzano il territorio con significati peculiari, propri della geografia e della storia del luogo, assolvendo al contempo un ruolo ecologico specifico per la conservazione della biodiversità.

Per la conservazione della biodiversità si prevede la conservazione della vegetazione intricata e impenetrabile, luogo le aree marginali degli argini scoscesi e comunque su tutte le aree inaccessibili all'uomo.

Ragionamento analogo deve essere fatto per i residui lembi di prato umido esterno al Forte, collocato al margine del quartiere S. Marco, poiché rappresenta un autentico archivio di fitodiversità storica, che va conservato nella propria morfologia e con le pratiche di sfalcio attualmente utilizzate. Il suo spianamento o, peggio, il suo imboschimento, comporterebbero una grave semplificazione floristica.

E' inoltre indispensabile mantenere alcune delle vecchie strutture edilizie a rudere, e comunque conservare le nicchie, gli anfratti, le coperture di tegole e sottotetti accessibili alla fauna che da lungo periodo nidifica all'interno del forte. Infine i corsi d'acqua devono essere oggetto di un progetto specifico di fitodepurazione, con adeguate banchine golenali popolate da dense fasce di canneto.

3.2.4 Proposte di riutilizzo

L'approccio progettuale al recupero di Forte Marghera prevede una definizione maggiore delle funzioni da collocare nei vari edifici esistenti all'interno della struttura militare.

Queste destinazioni d'uso derivano dalle considerazioni effettuate sulla conformazione del forte e sulla "vocazione" degli edifici ad ospitare determinate destinazioni d'uso, come detto precedentemente, ma anche da una serie di richieste provenienti da vari soggetti (profit e no profit) appartenenti alla cittadinanza mestrina che da anni ha dimostrato il suo interesse nel recupero del forte.

Questo approccio progettuale è una sorta di "progetto aperto", un primo passo nella direzione di raggruppare altri soggetti che possano essere interessati al recupero degli edifici per insediare attività economiche, culturali ed associative.

3.2.5 Tempistica degli interventi

In una visione proiettata verso la definizione di un piano urbanistico dell'area, si potrebbe ipotizzare che il disegno di trasformazione del territorio, controllato dal soggetto pubblico mediante un piano degli interventi, esteso alle varie categorie previste nell'area, sia aperto a istanze promosse da soggetti attuatori privati che integrino il piano di iniziativa pubblica mediante la presentazione di uno schema d'inquadramento operativo, previsto per una porzione specifica, da approvarsi dall'ente competente.

Il piano degli interventi d'iniziativa pubblica dovrà esplicitare il dettaglio esecutivo degli insediamenti, delle infrastrutture e del connettivo, compresa la sistemazione della viabilità nell'ambito e nelle aree circostanti, mediante restituzione grafica di schede esplicative e regolamenti applicativi.

Ogni scelta compiuta o da compiere si riferisce obbligatoriamente ad una serie di elementi che vanno dalla tutela e salvaguardia del patrimonio esistente, alla promozione delle potenzialità presenti nel territorio, alla sostenibilità ambientale degli interventi proposti, nonché dai finanziamenti possibili e dalle caratteristiche degli investitori. Ogni scelta si intreccia obbligatoriamente determinando valutazioni ed opportunità di tipo differente, tutte assolutamente comprensibili e giustificabili all'interno di un'unitarietà di progetto.

La tempistica degli interventi che si propone è relativa ai soli edifici che caratterizzano il luogo, ossia fabbricati con valenza storico-architettonica la cui salvaguardia è vitale per mantenere la specificità dei luoghi.

Ai nove edifici storici vincolati dalla L. 490/99 e, quindi, già riconosciuti dalla Soprintendenza ai BB.AA.AA. di Venezia, ne abbiamo aggiunti altri undici che, pur manifestando una valenza architettonica minore, contribuiscono alla caratterizzazione dell'area del Forte.

Per ulteriori approfondimenti si leggano le schede allegate.

3.2.6 Pattern nel tessuto connettivo

A questo livello di progettazione è apparso poco utile pensare ad ogni edificio (data l'indeterminatezza dei soggetti fruitori), mentre è sembrato indispensabile ragionare sull'intorno degli edifici ossia su quel tessuto connettivo definito da

bastioni, prati, percorsi, aree piantumate e manufatti di servizio (ponti, oggetti d'arredo esterno).

E' il parco diffuso l'elemento unificatore di tutto il progetto, esso è il tessuto connettivo, composto dalla vegetazione esistente (eventualmente modificata in qualche punto conservando i biotopi che si sono venuti a creare nel corso degli anni), dai canali, dai punti di vista panoramici.

Fondamentale in questo contesto appare la scelta di trasformare la pavimentazione dei percorsi, da asfalto impermeabile a pavimentazione drenante e traspirante, sia per i percorsi a quota del piano di campagna sia per quelli collocati in rilievo sui bastioni.

Quale supporto al progetto del parco diffuso, sono state ipotizzate diverse suggestioni progettuali relative ad oggetti d'arredo esterno quali le isole ecologiche, i parcheggi per biciclette, i pannelli espositivi, le panchine e i lampioni d'illuminazione stradale.

Tutti questi "oggetti" sono stati pensati come elementi ripetibili all'interno del parco in modo da accentuare ancor maggiormente quel senso di unitarietà che deve avere il forte per non perdere la propria identità.

Questi "pattern" sono dotati di un linguaggio comune fatto di materiali poveri, semplici da realizzare, da mantenere, da sostituire e facilmente smaltibili (in pratica a basso impatto ed elevata sostenibilità), ma al contempo ricchi dal punto di vista figurativo, in quanto derivanti da un attento piano del colore.

Il piano del colore, in questa sede appena abbozzato, parte da un attento rilievo del colore di tutte le essenze vegetali nelle quattro stagioni al fine di definire dei colori da applicare agli oggetti d'arredo esterni con lo scopo di ottenere il minimo impatto ambientale ed una massima adesione all'assetto vegetazionale presente nelle varie parti del forte.

3.2.7 Progetti pilota

Il "funzionamento" del forte è garantito dalle attività collocate nelle aree circostanti il nucleo centrale della struttura (composto dal ridotto centrale e dalla cinta esterna), sia per quel che riguarda l'accessibilità sia per quanto riguarda gli aspetti impiantistici ed energetici.

Non volendo scendere nel dettaglio del progetto dei parcheggi e delle reti impiantistiche ed energetiche (comunque necessariamente legate a una progettazione dettagliata di tutti gli edifici), si è optato per la definizione di quattro tipologie di progetti pilota con funzione educativa e dimostrativa: il Parcheggio Organico, la Centrale Termica, il Mobility Centre e la Torre della Depurazione Naturale.

Parcheggio Organico (park-green)

Sono previsti due parcheggi esterni al Forte caratterizzati da una vegetazione rigogliosa (quella esistente attualmente, ampliata in alcuni punti) formata da alberi di I°, II° e III° grandezza, definiti inoltre da varie specie arbustive.

Le automobili saranno collocate in questi “boschetti” in modo irregolare, trovando posto sotto le chiome degli alberi ed adattandosi alla topografia dei luoghi anziché imporre il contrario (come accade normalmente).

Gli spazi di manovra e quelli di parcheggio saranno pavimentati con materiali naturali, drenanti e traspiranti, al fine di consentire un corretto deflusso delle acque meteoriche e, al contempo, dare un'immagine naturale a questi luoghi.

In generale:

- l'80% dell'area lorda del parcheggio deve essere costituita da superficie verde
- il perimetro dell'area deve essere delimitato da una cintura di verde di altezza non inferiore a 1 mt e di opacità superiore al 75%
- la pavimentazione deve essere del tipo drenante, non in calcestruzzo, integrata con l'impianto d'irrigazione
- la posizione degli alberi deve garantire che la superficie coperta dalla loro chioma sia almeno il 50% dell'area lorda del parcheggio
- l'utilizzo delle aree a parcheggio deve prevedere un utilizzo ciclico per consentire la rigenerazione della vegetazione.

Mobility Center – Mo.C

E' un centro di produzione di energia elettrica tramite pannelli fotovoltaici, finalizzato a rifornire di energia auto elettriche destinate al noleggio.

L'energia prodotta dai pannelli verrà gestita da alcuni inverter che consentiranno di ricaricare le batterie delle automobili (con la stessa modalità di una pompa di benzina) e permettere la circolazione di veicoli elettrici all'interno del Forte e nei centri abitati limitrofi.

Questa struttura, se accompagnata da iniziative che incentivino il car sharing, potrebbe essere una delle soluzioni per contribuire a ridurre l'inquinamento in città.

Produzione centralizzata dell'energia

Per fornire energia elettrica e climatizzazione a tutti gli edifici del forte si è scelto di concentrare tutte le strutture impiantistiche in un unico sito al fine di ottimizzare la gestione e la manutenzione dei macchinari, destinando la produzione energetica solo agli edifici utilizzati in un determinato momento senza creare inutili doppioni per fabbricati usati in orari differenti.

In questo senso si è optato per una soluzione più economica e più sostenibile.

La centrale sarà di tipo misto, a cogenerazione e a geotermia, cioè produrrà energia elettrica nel momento in cui produrrà energia termica, utilizzando combustibile naturale (biomassa), e al contempo sfrutterà la temperatura costante del terreno tramite delle sonde geotermiche di profondità.

La centrale a biomasse utilizzerà legname di potatura proveniente dal territorio circostante e dal forte stesso, i residui solidi della combustione potranno ricadere su terreni di ambito del forte senza arrecare disturbo alle abitazioni limitrofe al forte.

La centrale geotermica sfrutterà il calore del terreno alla profondità di un centinaio di metri, per ottenere una temperatura costante di 14 C° in ogni periodo dell'anno (si è scelto di usare sonde di profondità anziché quelle di superficie per non danneggiare le radici degli alberi circostanti la centrale), consentendo una climatizzazione sia invernale che estiva con costi contenuti.

Entrambe le centrali riscaldano un serbatoio d'acqua che poi distribuirà acqua calda sanitaria e di riscaldamento a tutti gli edifici utilizzati nella singola unità di tempo (dato che non tutti gli edifici verranno utilizzati contemporaneamente) tramite un impianto di teleriscaldamento.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto di cogenerazione servirà per dare energia ai lampioni d'illuminazione pubblica del forte; essi saranno illuminati a led, con una gestione di tipo centralizzata e computerizzata, ottenendo grossi vantaggi dal punto di vista del risparmio energetico ed economico.

Torre della Depurazione Naturale

Si è deciso di attuare un trattamento delle acque fognarie prima dello smaltimento in laguna attraverso il metodo della fitodepurazione, in modo da immettere nell'ambiente acqua depurata ottenuta con un trattamento completamente naturale.

Invece di realizzare vari impianti di fitodepurazione vicino agli edifici (avrebbero comportato la perdita di ampie superfici di prato a discapito della fruizione del parco diffuso), si è optato per la realizzazione di un unico impianto localizzato in un'isola scollegata dal forte e facente parte del corridoio ecologico descritto precedentemente.

La scelta progettuale su come realizzare questo impianto è consistita nella volontà di realizzare una torre con vari piani di depurazione sovrapposti, al fine di limitare al massimo il consumo di suolo e di inserirla all'interno della vegetazione esistente senza abbattere alberi.

Ogni piano di depurazione (sistema a flusso sommerso orizzontale) consiste in uno strato di ghiaia nel quale sono collocate piante di *Phragmites australis*, in grado di fissare le sostanze contenute nelle acque di scarico e depurarle totalmente in modo naturale.

Le acque verranno sollevate in cima alla torre grazie all'ausilio di alcune pompe idrauliche, senza troppi problemi di tipo acustico, dato che la torre sarà distante dagli edifici del forte.

L'immagine della torre sarà quella di una serie di giardini pensili sovrapposti, inseriti tra le chiome degli alberi esistenti, limitando l'impatto ambientale visivo e acustico.

La scelta di realizzare un impianto di questo tipo ha anche altre motivazioni:

- vuole essere un totem della depurazione, una struttura fortemente simbolica del tipo di approccio progettuale che segna l'intervento;

- questa conformazione consente una gestione e una manutenzione molto agevoli;
- è limitato al massimo il disturbo degli animali migratori che transitano per questo corridoio ecologico;
- consente l'accesso a piccoli gruppi di persone con finalità didattiche ed educative;
- consente una vista panoramica del forte altrimenti impossibile.

3.2.8 Scenari di sviluppo nel territorio

Forte Marghera, in quanto struttura ad alto valore storico ed ambientale, fa parte di quel grande sistema di aree verdi che dovrà attorniare i centri di Mestre e Marghera, e che prende il nome di Progetto Ambientale, così come previsto dal P.R.G. vigente.

Tale sistema è composto da varie tipologie di aree verdi (sia antropizzate che naturali), poste in stretta correlazione tra loro, in grado di fornire ai centri urbani la possibilità di fruire di una vasta offerta di spazi verdi utili per favorire la vita all'aria aperta e per la riscoperta del territorio perilagunare e dell'entroterra.

Questo sistema comprende ambiti specifici quali: il Bosco di Mestre, gli ambiti agricoli, i parchi urbani, le aree sportive, le fasce ripariali dei fiumi, la gronda lagunare, il verde di pertinenza delle strade, i forti del Campo Trincerato di Mestre.

Tutte queste tipologie di aree verdi sono pensate come un sistema reticolare in grado di collegare i centri abitati con le grandi aree di importanza ambientale, poste a corona del perimetro urbano, senza soluzione di continuità.

Alcune parti di questo sistema sono già state realizzate, altre sono in corso di realizzazione, ma per completare il progetto sono previsti tempi relativamente lunghi.

Il Campo Trincerato di Mestre fa parte di questo ampio progetto (tranne i forti Poerio e Sirtori situati nei comuni di Mira e Spinea) ed è composto da forti da recuperare e valorizzare dal punto di vista storico e naturalistico, rifunzionalizzando quelli non utilizzati e migliorando la fruizione di quelli attualmente utilizzati da varie associazioni cittadine.

Forte Marghera appare come il perno centrale di questo sistema di fortificazioni e funge da ideale congiunzione tra la terraferma e la laguna, sia dal punto di vista topografico che da quello dell'originaria funzione militare.

La collocazione del forte in questo contesto è tale da renderlo una porta d'ingresso verso il sistema verde nel suo complesso, un elemento di mediazione fra città e natura, fra quotidianità del presente e riappropriazione della storia del territorio.

La posizione baricentrica del forte nel contesto lagunare e perilagunare lo connoterebbe di una notevole importanza quale punto di partenza per vari itinerari storico naturalistici sia in terraferma che in ambiti acquatici, qualora venisse recuperato con finalità legate alla tutela e alla valorizzazione del territorio.

Forte Marghera elemento generatore ed ordinatore del sistema verde di Mestre

Forte Marghera può assurgere al ruolo di perno funzionale e simbolico (non solo topografico) del Progetto ambientale descritto precedentemente, infatti il forte può dare luogo ad una serie di relazioni con gli altri forti del Campo Trincerato di Mestre e con tutto il sistema di aree verdi a corona dei centri di Marghera e Mestre.

Le relazioni possono essere di due tipi: relazioni funzionali e relazioni simboliche.

Relazioni di tipo funzionale possono riguardare l'aspetto energetico e quello viabilistico, dato che il sistema verde suddetto può fornire tutto il combustibile necessario al funzionamento della Centrale Termica a biomasse di Forte Marghera, e dato che altri Mobility Center potrebbero essere installati presso altri forti, o in altri punti nevralgici del Progetto ambientale.

In tal modo potrebbe iniziare un nuovo tipo di mobilità sostenibile, dapprima per effettuare itinerari storico ambientali nel territorio, per poi estendersi dai forti ai centri urbani ed ottenere significativi risultati nella lotta all'inquinamento della città.

Le relazioni di tipo simbolico che legherebbero Forte Marghera al resto del sistema verde riguarderebbero la possibilità considerare il forte come un

progetto pilota replicabile ed estendibile ad altre realtà, un esempio trainante per la città.

La possibilità di replicare l'approccio progettuale pensato per il forte alle altre fortificazioni consentirebbe al recupero del patrimonio storico, architettonico, ambientale, di diventare un volano di innovazione sostenibile e di sviluppo urbano estendibile a tutta la città.

4. STRATEGIE PROGETTUALI PER LA SOSTENIBILITA'

“Le aree urbane svolgono un ruolo importante nella realizzazione degli obiettivi strategici dell’Unione Europea per lo sviluppo sostenibile (...). Una volta rese più attraenti, le città europee rafforzeranno le loro potenzialità di crescita e di creazione di posti di lavoro.”

La frase estratta dalla Comunicazione della Commissione Europea al Consiglio e al Parlamento Europeo, COM (2005) 718, relativa a strategie tematiche sull’ambiente urbano, è da considerare una autorevole premessa allo studio delle metodologie per il recupero sostenibile di Forte Marghera, che dovranno operare scelte consapevoli, per renderlo non solo attraente, ma anche strategico nella produzione di economie e posti di lavoro.

Forte Marghera potrà diventare un sito urbano di eccellenza nell’ambito di una crescita culturale nel senso indicato dalla comunicazione: indirizzarne le strategie progettuali di recupero entro scelte di sostenibilità ambientale, non significa limitarne le sue evidenti potenzialità, bensì valorizzarne quegli aspetti che meglio potranno stimolare l’interesse di nuovi investimenti e renderlo polo vitale nella struttura urbana.

Riquilibrare l’assetto urbano nel rispetto dell’ambiente consolidato, significa affrontare il progetto come un sistema interattivo dinamico edificio/ambiente, che permetta di utilizzare le potenzialità insite nel luogo a favore del progetto, mantenendo inalterata la specificità del luogo. In questa visione il progetto nasce dall’osservazione attenta del sito, per comprenderne le dinamiche e intuirne le direzioni di sviluppo.

Il ruolo fondamentale delle pubbliche amministrazioni nelle scelte decisionali di governo del territorio era stato evidenziato già nel 1998 dal “Codice concordato per la qualità energetico ambientale degli edifici e spazi aperti”, un documento promosso da ENEA, sottoscritto in seguito da Comuni, Provincie, Regioni ed amministrazioni pubbliche; con tale documento i sottoscrittori si impegnavano ad adottare e promuovere interventi di progettazione, ristrutturazione e manutenzione che, nelle loro diverse fasi, considerassero e contemperassero obiettivi energetici ed ambientali. Nel documento la necessità di ripensare la

qualità energetico ambientale nella progettualità delle amministrazioni e dei tecnici viene evidenziata come esigenza ed al contempo emergenza. Sono a seguito riportate le priorità individuate nel programma di progetto:

1) il paesaggio come parte integrante del progetto, non più completamento di un'architettura in un sistema di spazi verdi privi di relazione con l'ambiente circostante, e definizione quantitativa degli standard urbanistici, ma tessuto connettivo delle funzioni della città che consente il riequilibrio delle diverse parti urbanizzate;

2) la corretta gestione delle risorse locali, ripensando alla sostenibilità delle azioni costruttive, rivalutando le tradizioni costruttive e i materiali locali, alle potenzialità connesse al sito, ai fattori climatici, con attenzione alla permeabilità dei suoli e al valore anche culturale dell'acqua;

3) una crescente attenzione all'uso delle fonti di energia rinnovabile, con l'obiettivo di ridurre il consumo del capitale naturale non rinnovabile, in un contesto di miglioramento generalizzato della qualità della vita.

La Direttiva Europea sull'efficienza energetica degli edifici 2002/91/CE, recepita in Italia con il decreto del 19 agosto 2005, n. 192 rappresenta un'altra importante meta che concretizza l'impegno dei paesi dell'Unione Europea alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra, in linea con gli impegni assunti dal protocollo di Kyoto, in risposta alle crescenti preoccupazioni della comunità internazionale per i cambiamenti climatici del pianeta.

Esiste, infine, un più ampio panorama culturale che si esprime per la necessità di una qualità energetico-ambientale nelle azioni progettuali e costruttive, che include all'emergenza energetica, anche elementi di qualità dell'ambiente costruito, che intendono recuperare identità e riconoscibilità dei luoghi, elementi di qualità e comfort interno ed esterno agli edifici.

L'obiettivo primario del processo di progettazione è la realizzazione d'interventi adatti alla complessità del programma di attività e, quindi, rispondenti alle esigenze dell'utenza, nonché compatibili con il contesto locale, sia a scala locale, sia a quella globale. La consapevolezza della necessità di ridurre i consumi con efficienza si deve quindi concretizzare nella scelta delle misure

progettuali che risolvano positivamente e con creatività il rapporto tra le esigenze di fruizione degli spazi interni, con la forma e la qualità tecnologica dell'involucro edilizio ed il rapporto tra edificio e contesto ambientale. Le strategie da avviare nella progettazione degli spazi costruiti e degli edifici devono, quindi, individuare le scelte di opportunità, al fine di conseguire le migliori prestazioni rispetto ai requisiti prescelti.

4.1 Valutazione dei requisiti

L'individuazione dei requisiti di sostenibilità ambientale nella progettazione architettonica, si devono riferire ad un più generale sistema esigenziale edilizio (Norma UNI 7867/4) articolato in:

- esigenze strutturali (sicurezza)
- esigenze operative (funzionali, gestionali, d'integrazione)
- esigenze di contesto (socio-culturale, fisico).

Le esigenze connesse alla salute e benessere dell'utente e alla qualità ambientale dell'attività edilizia, sono in realtà trasversali a tutte le classi di requisito.

Negli ultimi anni gli indirizzi della Comunità Europea (Direttiva CEE n. 106/1989 e la correlata Norma UNI 8289) hanno favorito lo sviluppo di metodi e strumenti di valutazione della sostenibilità degli edifici, determinando una sempre maggiore articolazione nella definizione del sistema esigenziale di riferimento che oltre a considerare le condizioni per il raggiungimento del benessere e della salute dell'utente, deve anche tener conto degli obiettivi strategici connessi alla sostenibilità delle fasi del processo edilizio.

Lo strumento che s'intende adottare, ai fini di questo lavoro, s'ispira ad analoghi documenti che rappresentano l'ambito di riferimento entro cui si muove l'attuale cultura della sostenibilità in architettura, come promossa e divulgata anche dall'Istituto Nazionale di Bioarchitettura.

Il prospetto che segue intende dare un contributo in questo senso, confrontando alcune check-list comprese nelle linee guida prodotte e rese disponibili dalle seguenti amministrazioni o centri di ricerca:

- Environment Park, Torino

- ITACA, protocollo sintetico
- Regione Toscana
- Istituto Nazionale Bioarchitettura

La tabella di confronto che segue è da considerare il riferimento culturale della successiva tabella che rappresenta la proposta di uno strumento adatto ad affrontare una progettazione sostenibile per le iniziative di recupero di Forte Marghera.

Envipark Torino	Itaca Protocollo sintetico	Regione Toscana	Istituto Nazionale Bioarchitettura
<i>Classi di esigenze</i>	<i>Aree di valutazione</i>	<i>Aree tematiche</i>	<i>Obiettivi sostenibili</i>
<i>Ciascuna classe viene suddivisa in classi requisiti e singolo requisito; organizzato in schede complesse</i>	<i>Aree di valutazione suddivise in 12 criteri e 6 sottocriteri; organizzate in schede, e foglio excel di valutazione con punteggio (tipo GBC)</i>	<i>In riferimento al protocollo Itaca e al sistema Gbc, le aree tematiche sono suddivise in requisiti descritti in schede; quadro di valutazione obiettivi raggiunti e relativa pesatura</i>	<i>Sistema di controllo delle strategie progettuali, in riferimento a Gbc e Itaca, è uno strumento che assegna un marchio al raggiungimento degli obiettivi</i>
l'Utilizzo delle Risorse climatiche locali			
la Qualità ambientale degli spazi Esterni		1. la Qualità ambientale degli spazi Esterni	Assetto ambientale Esterno e inserimento nel luogo
l'Integrazione con il Contesto ambientale			
il contenimento del Consumo di Risorse	Consumo di Risorse	2. il Risparmio di Risorse	Gestione razionale delle Risorse
la riduzione dei Carichi Ambientali	Carichi Ambientali	3. il Carico Ambientale	minimizzazione dell'Impatto Ambientale da emissione e rifiuti
la qualità dell'Ambiente Interno		4. la qualità dell'Ambiente interno	ottimizzazione degli standard di Qualità Interni
la Qualità del Servizio		5. la Qualità del Servizio	qualità dello spazio e Gestione del Sistema impiantistico
		6. la Qualità della Gestione	
		7. i Trasporti	

Confronto tra i requisiti

UR (utilizzo risorse)			
Riscaldamento naturale			
Raffrescamento naturale			
Ventilazione naturale			
QE (qualità amb. esterna)		QE	AE (assetto amb. esterno)
Aspetti Termofluidodinamici		Comfort visivo-percettivo	Inquinamento del suolo
Inquinamento acustico		Integrazione con il contesto	Inq. Elettrico magnetico Bf
Inquinamento atmosferico		Inquinamento atmosferico locale	Inq. Elettrico magnetico Af
Inquinamento Elettromagnetico		Inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza	Inquinamento luminoso
Aspetti di percezione e Comunicazione		Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza.	Recupero tradizioni costruttive locali
		Inquinamento acustico	
		Inquinamento del suolo	
		inquinamento delle acque	
IC (integrazione contesto)			
Integrazione Paesaggistica			
Integrazione della cultura Materiale			

CR (consumo risorse)	CR	RR (risparmio risorse)	GR (gestione risorse)
Materiali da costruzione	Energia primaria per la climatizzazione invernale	Isolamento termico	Isol termico
Acqua potabile	Produs acs	Sistemi solari passivi	Efficienza imp termico
Riscaldamento ambienti	Consumi energetici estivi: ctrl rad solare	Produzione acqua calda.	Impiego tec rinnovabili o assimilabili
Ventilazione meccanica	consumi energetici estivi: inerzia termica	Fonti non rinnovabili e rinnovabili.	Risp energetico
Raffrescamento ambienti	Illuminazione naturale	Riduzione consumi idrici.	Controllo geom rad solare
Produzione di acqua calda sanitaria	Energia elettrica da fonti rinnovabili	Riutilizzo dei materiali edili	Efficienza ventilazione
Produzione di energia Elettrica	Materiali eco-compatibili: rinnovabili	Riciclabilità dei materiali edili	Controllo apporti termici solari
	Materiali eco-compatibili: riciclati recuperati	Riutilizzo di strutture esistenti.	Controllo inerzia termica
	Acqua potabile: consumo per irrigazione		Energia elettrica non rinnovabile
	Acqua potabile: uso indoor		Fotovoltaico
	Prestazioni dell'involucro edilizio		Cogenerazione
			Consumo acqua potabile
			Riutilizzo materiali nel sito
			Recupero materiali locali
			Riciclabilità materiali
CA (carico ambientale)	CA	CA	IA (impatto ambientale)
Emissioni inquinanti in Atmosfera	Gas serra	Gestione delle acque meteoriche.	Controllo emissioni impianti termici
Effluenti	Rifiuti solidi	Recupero acque grigie	Gestione acque piovane
Emissioni di rumore	Rifiuti liquidi	Permeabilità delle superfici	Recupero acque grigie
Minimizzazione dei rifiuti da C&D in fase di dismissione	Permeabilità aree esterne		Demolizione selettiva
Gestione dei rifiuti da C&D in fase di Costruzione			Raccolta differenziata
Controllo dei flussi di rifiuti solidi urbani (RSU)			
Materiali da costruzione			

AI (ambiente interno)		AI	QI (qualità interna)
Ambiente visivo		Permeabilità delle superfici	Illuminazione naturale
Ambiente acustico		Isolamento acustico di facciata	Vista esterna diretta
Ambiente termico		Isolamento acustico delle partizioni interne	Penetrazione luce solare
Qualità dell'aria		Isolamento acustico da calpestio e da agenti atmosferici	Oscurabilità
Inquinamento Elettromagnetico		Isolamento acustico dei sistemi tecnici	Isolamento acustico facciata
		Inerzia termica	Isol. acustico partizioni
		Temperatura dell'aria e delle pareti interne	Isol. acustico solaio
		Controllo dell'umidità su pareti	Isol. acustico tipo continuo
		Controllo agenti inquinanti: fibre minerali	Isol. acustico tipo discontinuo
		Controllo agenti inquinanti: VOC	Temperatura aria invernale
		Controllo agenti inquinanti: Radon	Temperatura superficiale invernale
		Ricambi d'aria.	Controllo umidità pareti
		Campi a bassa frequenza	Riduzione emissioni Voc
			Riduz emis radon
			Ventilaz estraz aria
			Areazione
			Campi elettro magnet. bf
			Campi elettro magnet. af
QS (qualità servizio)		QS	GS (gestione sistema)
Flessibilità e adattabilità		Manutenzione edilizia ed impiantistica, protezione dell'involucro esterno	Manuale gestione manutenzione
Controllo dei sistemi Impiantistici		QG (qualità gestione)	Accessibilità impianti
Manutenzione edilizia e Impiantistica		Disponibilità di documentazione tecnica dell'edificio	
Monitoraggio del sistema edificio-impianti		Manuale d'uso per gli utenti	
		Programma delle manutenzioni	
		TR (trasporti)	
		Integrazione con il trasporto pubblico	
		Misure per favorire il trasporto alternativo	

Il progetto dovrà quindi garantire il raggiungimento delle prestazioni necessarie a soddisfare classi di esigenze, ovvero obiettivi di sostenibilità, mediante l'individuazione delle più adeguate strategie e delle tecniche.

Segue il prospetto delle iniziative progettuali individuate nel processo che attuerà il recupero sostenibile di Forte Marghera. I livelli delle prestazioni, che seguiranno all'adempimento del requisito, saranno indicati caso per caso dal progettista, non essendo credibile un approccio unico a fronte della varietà dei casi presenti nel Forte.

Tabella di valutazione dei requisiti di sostenibilità ambientale degli interventi edilizi di Forte Marghera.

Obiettivo sostenibile	Strategia progettuale	Requisiti	√
Qualità ambientale	Inserimento nel contesto storico, paesaggistico, culturale	<ul style="list-style-type: none"> - Tradizioni costruttive locali - Uso materie prime locali - Processo progettuale partecipato - Clima elettromagnetico - Clima acustico - Protezione da fonti d'inquinamento 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Integrazione nel contesto bioclimatico	<ul style="list-style-type: none"> - Controllo geometrico di forma e orientamento dell'edificio - Controllo apporti solari e ombre portate - Controllo albedo e fattori climatici esterni - Assetto distributivo degli spazi - Integrazione architettonica delle tecnologie solari 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Qualità ambiente interno	<ul style="list-style-type: none"> - Inerzia termica dell'edificio - Illuminazione naturale - Vista panoramica - Oscurabilità - Ambiente acustico - Temperature superficiali dei materiali - Controllo umidità interna - Controllo emissioni Voc - Controllo emissioni di Radon - Ventilazione areazione - Campi elettromagnetici 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Gestione razionale delle risorse	Utilizzo risorse a basso impatto	<ul style="list-style-type: none"> - Riutilizzo materiali in sito - Uso materiali di recupero - Utilizzo materiali a basso impatto 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Contenimento dei consumi energetici e delle risorse	<ul style="list-style-type: none"> - Uso di fonti di energia rinnovabili - Efficienza dell'isolamento termico - Efficienza dell'impianto termico - Riscaldamento invernale naturale - Raffrescamento estivo naturale 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

		- Efficienza nei consumi idrici - Efficienza del sistema di illuminazione	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Contenimento carico ambientale	Emissioni inquinanti	- Efficienza del sistema di combustione dei generatori - Abbattimento della produzione di polveri	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Gestione dei rifiuti	- Riciclabilità materiali utilizzati - Gestione raccolta differenziata	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Depurazione naturale	- Depurazione naturale delle acque reflue	<input type="checkbox"/>
	Recupero acque	- Dotazione impianto raccolta acqua piovana	<input type="checkbox"/>
	Permeabilità dei suoli		<input type="checkbox"/>
	Flessibilità e adattabilità	- Reversibilità degli interventi - Visitabilità delle dotazioni impiantistiche - Collocazione esterna allo spessore dei muri delle tubazioni	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

4.2 Interventi sugli edifici

La conformazione plano-volumetrica degli edifici, la loro collocazione nello spazio, i rapporti dimensionali che ne definiscono il fattore di forma, gli elementi architettonici che ne descrivono la tipologia sono importanti elementi da considerare assieme alla conoscenza delle caratteristiche dei materiali costruttivi e delle componenti tecnologiche da porre alla base di un corretto intervento di riqualificazione ambientale in risposta ai livelli di degrado delle diverse strutture e di alterazione complessiva dell'edificio.

Il progetto di riqualificazione ambientale deve considerare l'edificio come organismo capace di integrare tutti i fattori esogeni ed endogeni del sito, preservando le risorse naturali, perseguendo le esigenze di benessere, di salute e di qualità della vita delle persone.

E tutto questo deve essere pensato in ogni fase di vita dell'edificio: programmazione, progettazione, realizzazione, uso, eventuale riqualificazione, riuso, demolizione o "de-costruzione".

Il tema del recupero sostenibile del patrimonio edilizio storico è di grande attualità e scopo principale di questo lavoro è l'individuazione delle modalità d'intervento in termini qualitativi, funzionali ed energetici, nel rispetto dell'ambiente esistente, ormai consolidato e portatore di una grande valenza storica e naturalistica. Non si vuole entrare nel merito del progetto esecutivo di

ristrutturazione o restauro dell'edificio, bensì dare un valore aggiunto al tema del recupero urbano, che oltre ad affrontare i normali processi per il rinnovamento e la conservazione degli edifici punta ad elevare la qualità complessiva delle condizioni di comfort e dei consumi energetici.

Riqualificare un edificio implica delle considerazioni, valutazioni e scelte differenti che dipendono dalle molteplici variabili date dalla specificità dell'edificio: l'età, il grado di conservazione, le caratteristiche strutturali, la tipologia, l'orientamento, la distribuzione interna degli ambienti, il modo di utilizzo e le attività svolte nell'edificio. Inoltre, a differenza della progettazione di nuovi organismi edilizi, il progetto di riqualificazione ambientale opera entro forti limiti: il progettista dovrà operare principalmente sul sistema tecnologico per ottenere significative variazioni dei parametri termo-fisici e di compatibilità ambientale, mediante valutazioni di opportunità e di adeguatezza delle tecniche. Il problema si sposta su principi e strategie bioclimatiche possibili e sulle scelte delle soluzioni tecniche capaci di realizzare un miglioramento delle prestazioni dell'edificio.

Principi e strategie bioclimatiche

Il rapporto edificio-sole contribuisce direttamente al fabbisogno energetico: è molto importante considerare la corretta integrazione tra la morfologia dell'edificio e l'esposizione al sole nel corso dell'anno, al fine di garantire un effettivo beneficio degli apporti termici e luminosi, sia nel periodo invernale che in quello estivo.

L'analisi della geometria solare mostra come durante i mesi invernali il sole assume un'altezza sull'orizzonte inferiore, rispetto al periodo estivo ed il suo percorso giornaliero è più corto. L'altezza del sole sull'orizzonte varia in relazione alla latitudine.

La massima altezza sull'orizzonte il sole la raggiunge nel mezzogiorno del solstizio estivo (21 giugno), mentre la più bassa nel solstizio invernale (21 dicembre).

La distribuzione dell'energia solare sulle superfici di un edificio (verticali ed orizzontali) risente quindi della geometria solare ed è influenzata da:

- la radiazione diretta, che varia considerevolmente con la latitudine, l'altezza del suolo, le stagioni, l'ora del giorno ed è in funzione delle variazioni meteorologiche locali, a causa della rotazione e dell'inclinazione dell'asse terrestre;
- l'effetto albedo delle superfici, che dipende dall'angolo d'incidenza, dal colore, dalla natura del materiale ed influisce sia sullo stress termico passivo dei materiali sia sul grado di luminosità interna degli ambienti.

In generale per quanto riguarda l'Italia è possibile affermare che:

- la superficie verticale sud riceve più energia nei mesi invernali rispetto a quelli estivi;
- la superficie orizzontale riceve più energia nei mesi estivi rispetto a quelli invernali;
- le superfici verticali est ed ovest ricevono più energia nei mesi estivi rispetto a quelli invernali, ma meno delle superfici orizzontali;
- la superficie nord non riceve energia nel periodo invernale e poca nel periodo estivo.

Il diagramma solare rappresenta una proiezione del percorso del sole com'è visto dalla terra nei vari mesi dell'anno, alle varie ore del giorno e fornisce uno strumento per prevedere il moto del sole. Per definire la posizione del sole nel cielo, sono necessarie due coordinate: altezza del sole, ossia l'angolo del sole sopra l'orizzonte, misurato sul piano verticale e azimuth, ossia la distanza angolare tra il sud geografico e il punto dell'orizzonte direttamente sotto il sole. Poiché il percorso del sole varia conformemente alla località dalla quale viene calcolato, è necessario utilizzare un differente diagramma solare per latitudini differenti.

Il diagramma solare è utile per calcolare la radiazione solare diretta raggiunta in un punto di un sito.

Per garantire agli edifici un corretto accesso al sole, si applicano delle congrue distanze in funzione alle altezze delle ostruzioni rilevate, calcolate in funzione dell'angolo descritto dall'altezza del sole alle ore 12 del 21 dicembre, per la latitudine nord della località prescelta.

Analogamente la pendenza media del terreno è un altro fattore che incide direttamente sulla verifica delle ombre portate sull'area di progetto: più la pendenza del terreno tende a essere perpendicolare alla direzione dei raggi solari, minore sarà la superficie in ombra generate dagli elementi esistenti.

Esiste un complesso rapporto tra le caratteristiche ambientali, l'irraggiamento solare e il sistema del verde che restituisce agli spazi verdi la dignità di elementi qualificanti, capaci di essere contemporaneamente elementi di costruzione dell'architettura, indicatori ecologico-ambientali, fattori attivi di disinquinamento fisico-chimico dell'aria, e ancora componenti determinanti per un efficace controllo del microclima e delle condizioni di comfort negli spazi aperti e negli edifici. Il ricorso al verde per il controllo dell'irraggiamento solare diretto e dell'umidità, garantisce effetti sul benessere delle persone.

Un edificio correttamente progettato conferisce all'involucro edilizio la capacità di modulare le perturbazioni esterne, ottimizzando:

- la captazione solare, utilizzando correttamente le pareti, la forma e la disposizione delle aperture;
- l'accumulo termico, privilegiando la costruzioni di masse murarie pesanti capaci di grande inerzia termica;
- la distribuzione del calore, captato ed immagazzinato, che deve essere opportunamente trasferito all'interno dell'abitazione.

Gli edifici che utilizzano la radiazione solare come fonte energetica sono definiti sistemi passivi: il sistema passivo diretto si realizza disponendo la facciata principale dell'edificio secondo l'asse eliotermico, orientata verso sud e utilizzando ampie vetrate, aperte direttamente sull'ambiente interno, per accumulare calore. Il sistema passivo indiretto affida l'accumulo termico a strutture opportunamente progettate (quali il muro massiccio, il muro di trombe e le serre).

L'involucro edilizio viene quindi progettato al fine di ottimizzare gli apporti energetici gratuiti dell'ambiente esterno, massimizzando la captazione solare nei periodi freddi dell'anno e riducendo il fenomeno del surriscaldamento nei periodi caldi.

Nella stagione fredda è necessario apportare energia all'interno dell'edificio. L'analisi della distribuzione dell'energia solare sull'edificio evidenzia che per

sfruttare adeguatamente l'energia solare nei mesi invernali è necessario avere edifici con molte superfici rivolte a sud.

Nella stagione calda è importante contenere gli apporti energetici per evitare un eccessivo surriscaldamento degli ambienti. Per il contenimento dei carichi estivi è indispensabile proteggere dalla radiazione solare le superfici orizzontali, oltre a quelle orientate a sud ad est ed ovest.

<i>Contenimento del fabbisogno energetico per il riscaldamento</i>	<i>Contenimento dei carichi estivi</i>
Contenere le dissipazioni d'energia, degli elementi trasparenti ed opachi, utilizzando soluzioni con elevato isolamento termico, eliminando i ponti termici.	Controllare gli apporti solari attraverso gli elementi trasparenti, senza limitare eccessivamente l'illuminazione naturale, utilizzando superfici vetrate speciali (vetri colorati, vetri riflettenti, ...), schermi orizzontali, verticali o combinati oppure tende poste all'esterno o all'interno del vetro.
Ottimizzare l'inerzia termica per migliorare l'utilizzo degli apporti energetici gratuiti e, quindi, risparmiare energia generata dall'impianto.	Prevedere adeguati tassi di ventilazione naturale sfruttando la pressione del vento utilizzando correttamente la disposizione delle finestre e prevedendo dei canali d'aspirazione.
Captare l'energia solare utilizzando correttamente le superfici vetrate.	Ottimizzare l'inerzia termica delle murature e delle coperture, sfasando e smorzando l'onda termica incidente.
Ottimizzare la ventilazione valutando la direzione e l'intensità dei venti prevalenti per contenere le dissipazioni d'energia, garantendo al contempo condizioni di salubrità all'interno degli ambienti confinati.	

Per determinare la quantità di radiazione solare incidente nell'arco dell'anno su una finestra o un lucernaio si può fare un disegno delle schermature, al fine di garantire un corretto apporto energetico solare permettendo al sole di penetrare solo d'inverno.

Un corretto utilizzo dei diagrammi solari e della maschera d'ombreggiamento, deve fornire informazioni utili alla definizione morfologica del progetto, in particolare:

- proteggere le superfici a sud, sud-est, sud-ovest utilizzando aggetti orientabili;
- proteggere le superfici ad est ed ovest utilizzando schermi verticali;

Efficienza prestazionale dell'edificio

Gli elementi edilizi fondamentali nella riqualificazione dell'ambiente costruito, sono riconducibili al nuovo ruolo di componenti dell'architettura quali:

a. l'involucro edilizio

b. l'impiantistica integrata

dalla loro corretta progettazione trovano risposta le questioni relative all'illuminazione naturale, al raffrescamento naturale per ventilazione passiva, al riscaldamento naturale per accumulo termico e restituzione passiva, all'approvvigionamento attivo di energie rinnovabili mediante impiantistica integrata col sistema morfologico e costruttivo e all'utilizzo di materiali eco-compatibili.

L'involucro edilizio inteso nell'insieme di facciata, copertura ed attacco a terra, svolge un'importante azione di regolatore delle condizioni ambientali tra l'interno e l'esterno dell'edificio. L'obiettivo principale per un recupero energetico dell'involucro è quello di assegnargli un'importante funzione di regolatore termico, ossia di permettere il raggiungimento dei livelli di comfort ottimali all'interno degli ambienti confinati utilizzando materiali e tecniche ambientalmente compatibili, senza l'impiego di sistemi meccanici o impianti che richiedono un alto consumo energetico.

Ha senso parlare di risparmio energetico solamente se l'edificio è bene isolato: intervenire solo con impianti tecnologici (anche se ad energia rinnovabile) garantisce un beneficio che si aggira attorno al 6%, mentre se l'involucro dell'edificio è isolato il beneficio ottenibile può raggiungere l'80%.

Un intervento di riqualificazione sull'involucro è conveniente quando migliora il bilancio tra i guadagni e le perdite di calore, riduce l'uso di impianti tradizionali,

elimina la necessità di riscaldamento o ne riduce i consumi. Il raggiungimento di tali obiettivi però implica una particolare attenzione sia nelle scelte di progetto che nella loro messa in opera.

Le proprietà fisiche dei materiali che costituiscono la struttura dell'involucro dell'edificio e la giacitura delle diverse superfici, se opportunamente progettate, possono essere usate in risposta alle componenti del sistema ambientale: i materiali costruttivi agiscono selettivamente per smorzare le variazioni giornaliere e stagionali della temperatura. Ciò distingue selettivamente la prestazione termica richiesta ai diversi componenti strutturali verticali ed orizzontali.

L'approvvigionamento attivo di energie rinnovabili mediante impiantistica integrata col sistema morfologico e costruttivo dell'edificio implica una visione di efficienza dell'insieme edificio-impianto: una corretta gestione dei consumi è possibile solo se pensata come parte integrante dell'intero processo progettuale.

La scelta d'utilizzo degli apporti energetici gratuiti deriva dall'analisi del sito di progetto che individua le potenzialità e disponibilità di fonti energetiche alternative.

Una buona opportunità di progetto per l'area di Forte Marghera è quella di pensare ad una cogenerazione centralizzata di energia e distribuzione per teleriscaldamento, utilizzando una fonte geotermica e/o a biomassa. Alla produzione centralizzata si integra una produzione locale di energia termica mediante l'utilizzo di pannelli solari.

L'efficienza impianto-edificio pensata in funzione di una razionale gestione delle risorse, può essere estesa alla necessità di ridurre i consumi quotidiani di acqua potabile utilizzata per usi civili.

La diminuzione dell'utilizzo d'acqua potabile può essere realizzato mediante diverse strategie impiantistiche. Il recupero dell'acqua piovana per usi secondari (sciacquoni dei bagni, irrigazione dei giardini, lavaggio auto), dispositivi per la riduzione dei consumi (frangigetto, riduttori di flusso, miscelatori monocomando, cassette vasi igienici a scarico ridotto o a doppio scarico, inseriti negli impianti di distribuzione dell'acqua) sono alcuni esempi di scelte opportune, a fronte di un basso costo e una facilità d'installazione, che

consentono di ottenere tagli alla quantità d'acqua utilizzata anche del 50%, mantenendo comunque invariata sia la funzionalità del sistema che il benessere percepito dall'utente.

4.3 Interventi sugli spazi aperti

Per spazi all'aperto s'intendono tutte le aree comprese tra gli edifici che costituiscono una rete di connessione tra gli elementi artificiali e gli elementi naturali.

In generale uno spazio esterno rappresenta un luogo strettamente interrelato con tutti gli elementi dell'ambiente che lo descrivono nella sua configurazione morfologica, nel comportamento bioclimatico e nella vocazione paesaggistica e d'utilizzo.

La configurazione morfologica degli spazi all'aperto definisce le caratteristiche geometriche e la collocazione degli elementi che lo compongono (strade, piazze, giardini, percorsi ciclo-pedonali, aree naturalistiche, ecc.).

Il comportamento bioclimatico invece dipende dalle condizioni climatiche (radiazione solare, umidità e vento) e varia con il variare della conformazione e, più in generale, delle caratteristiche dei corpi che descrivono lo spazio.

Gli spazi all'aperto, più in generale, devono assolvere alle esigenze definite dall'interazione di fattori termoigrometrici, visivi, acustici, qualità dell'aria, ossia a tutti quei parametri che ne determinano il livello qualitativo di comfort ambientale.

La vocazione di un luogo, infine, deriva da un'attenta lettura degli elementi ambientali storici e naturalistici che lo descrivono e dalle conseguenti dinamiche che hanno generato o potrebbero generare.

Le strategie da attuare per conseguire la valorizzazione degli spazi all'aperto finalizzate ad elevare le prestazioni in chiave sostenibile dell'assetto urbano complessivo, devono sviluppare idonei criteri e strumenti per la definizione degli interventi con particolare riferimento alle seguenti problematiche:

- ⑥ ① progettazione bioclimatica degli spazi destinati alle attività temporanee all'aperto, organicamente integrati al progetto edilizio per ottenere condizioni di comfort ambientale e migliorare le prestazioni energetiche degli edifici;

- ⌚ ①valorizzazione degli di elementi di pregio paesaggistico e naturalistico all'interno dell'area del forte e nelle aree esterne adiacenti;
- ⌚ ①piantumazione di nuove essenze secondo un progetto specifico del verde, che privilegi il mantenimento dell'ambiente naturale e dell'ecosistema per la conservazione della biodiversità;
- ⌚ ①permeabilità profonda dei suoli nella misura di almeno 80% della superficie totale non edificata, utilizzando tipi di pavimentazione vicine alle condizioni di naturalità.

Comportamento bioclimatico degli spazi verdi all'aperto

Il verde, come viene in generale indicata la vegetazione nella progettazione urbanistica, costituisce un elemento di progetto di grande importanza.

Le componenti vegetali rappresentano una variabile fondamentale nella definizione della qualità ambientale poiché svolgono al contempo diverse funzioni che spaziano dall'arredo urbano, alla valenza paesaggistica e naturalistica, ma anche del benessere termoisolante, della bioclimatica e non ultima della sostenibilità.

Le principali funzioni ambientali svolte dalla vegetazione sono riassunte nella tabella che segue.

Principali funzioni ambientali svolte dalla vegetazione	depurazione	dell'aria e produzione d'ossigeno
		del suolo
		dell'acqua
	climatica	variazione della temperatura e dell'umidità
		barriera al vento
		barriera al rumore
		isolamento termico degli edifici
	difesa dell'ambiente naturale	difesa del suolo
		conservazione della vita animale
	energetica	produzione di calore

In generale il progetto delle aree verdi deve rispondere a criteri di scelta coerenti con le esigenze ecologiche del luogo e con le caratteristiche funzionali complessive. Ad esempio la scelta accurata della specie in rapporto alle condizioni climatiche oltre a garantire un migliore accrescimento, ne esalta l'azione contro l'inquinamento atmosferico.

In particolare le componenti vegetali svolgono un'importante mitigazione sulle componenti climatiche, ottimizzando le caratteristiche del microclima dell'area con le destinazioni d'uso e consentendo il controllo dell'irraggiamento solare diretto e dell'effetto albedo.

Le piante determinano variazioni di temperatura e di umidità con l'evapotraspirazione e costituiscono uno schermo naturale alla trasmissione della radiazione solare, migliorando il fenomeno termico dei centri urbani, identificato con il nome di *isola di calore*.

Tipologie di elementi vegetali in funzione del comportamento termico-radiativo

Superficie compatta		Superficie lineare
Piante adulte	Piante giovani	Prati, pergole, pareti verdi
-1/+1 °C	+2/4 °C	+3/5 °C

Differenze di temperatura tra la chioma e l'aria

La massa fogliare degli alberi esposta al sole tende ad avere una temperatura simile o inferiore a quella dell'aria. Maggiori sono le dimensioni degli alberi minori sono le temperature delle loro chiome. Questo effetto è particolarmente utile per l'ombreggiamento degli elementi urbani che tendono ad assumere non solo una temperatura superficiale molto simile a quella dell'aria, ma anche una notevole riduzione del carico radiante delle masse.

Analogamente la superficie verde del prato esposta alla radiazione solare garantisce una diminuzione della temperatura di circa 10°C rispetto a quella di una superficie mineralizzata. Mentre nelle aree stabilmente all'ombra le due superfici hanno all'incirca la stessa temperatura, anche se il prato è leggermente più fresco per effetto dell'evaporazione dell'umidità e non risente dell'effetto dell'inerzia termica.

La vegetazione svolge un ruolo importante anche nel controllo della radiazione riflessa: si ottengono buoni risultati introducendo una copertura vegetativa con basso albedo oppure con l'utilizzo combinato di vegetazione e materiali da costruzione.

<i>Valori di albedo medi</i>	
Foglia	0,30
Vegetazione spontanea	0,12 – 0,25
Arboreo di conifere	0,05 – 0,15
Arboreo di latifoglie in assenza di foglie	0,5
Arboreo di latifoglie in vegetazione	0,2

Tutte le superfici a verde devono prevedere un idoneo impianto d'irrigazione.

Il progetto dell'impianto d'irrigazione deve essere dimensionato sui dati relativi alla pluviometria, al fine di garantire un corretto contributo derivante dall'accumulo dell'acqua piovana per l'irrigazione delle aree verdi previste.

Lo studio delle componenti progettuali deve considerare queste aree come luoghi di occupazione temporanea per attività quali la conversazione, lo svago, il gioco, la didattica, lo sport e pertanto necessitano di una progettazione adeguata alla funzionalità e alla fruibilità per tutte le fasce d'età. La loro progettazione dovrà inoltre garantire una facile accessibilità, una varietà delle forme, dei materiali e dei colori utilizzati.

L'analisi del comportamento bioclimatico di un percorso consente d'individuare eventuali situazioni critiche, mitigabili in fase di progetto e coerenti con la specificità del luogo.

Ad esempio un percorso con orientamento in direzione est-ovest consente di ottenere il soleggiamento per un lungo periodo dell'anno, se inserito in un ambiente che presenta elementi poco compatti; se invece si vuole ottenere una protezione dalla radiazione solare si devono disporre delle masse vegetali (alberi e arbusti) a sud del percorso, per consentire zone a diversa temperatura nelle diverse stagioni dell'anno.

Un percorso con orientamento in direzione nord-sud consente di ottenere una buona protezione dalla radiazione solare solo se inserito in ambienti con elementi molto compatti, dalla sezione ridotta; in contesti diversi il modello tipico di protezione estiva è quello a galleria, ottenibile con vegetazione o tende in tessuto.

Nei percorsi secondari è possibile utilizzare la vegetazione esistente per ottenere zone ombreggiate, facendola cadere al centro del percorso.

Tutte le superfici pavimentate dei percorsi devono garantire la massima permeabilità all'acqua e all'aria, utilizzando quanto più possibile soluzioni che maggiormente si avvicinano alle condizioni di naturalità.

La tabella che segue raccoglie le tecniche di mitigazione attuabili ai fini di un controllo sul microclima degli spazi all'aperto.

Obiettivi di progetto	Azioni sul microclima	Tecniche di mitigazione
<i>Riduzione della radiazione solare</i>	Controllo della radiazione diretta e diffusa	Schermi orizzontali e verticali realizzati con vegetazione o tende in tessuto.
	Controllo della radiazione riflessa	Schermi verticali realizzati con vegetazione o tende in tessuto. Trattamento delle superfici circostanti
<i>Riduzione o inversione dello scambio radioattivo ad onde lunghe (tra corpi riscaldati)</i>	Riduzione della temperatura delle superfici	Terreno nudo: pavimentazione fredda, pellicole d'acqua
		Manto erboso: irrigazione, pellicole d'acqua
		Superfici verticali: cascate, pareti d'acqua
<i>Riduzione o inversione dello scambio convettivo</i>	Riduzione della temperatura dell'aria	Confinamento dell'area Riduzione del calore sensibile
	Movimentazione d'aria fredda	Riduzione del calore latente
		Incanalamento di brezze Getti d'acqua
<i>Riduzione dell'effetto albedo</i>	Controllo della radiazione riflessa	Schermi verticali realizzati con vegetazione o tende in tessuto.
		Trattamento delle superfici circostanti
<i>Riduzione della velocità del vento</i>	Controllo degli effetti dei venti dominanti invernali	Canalizzazione del vento
		Barriere per il vento
<i>Riduzione del rumore</i>	Protezione da fonti di rumore	Barriere acustiche

<i>Presenza d'inquinamento atmosferico</i>	esterno	
	Protezione da fonti d'inquinamento atmosferico	Barriere filtranti
		Rimodellamenti morfologici del terreno

4.4 Materiali ecosostenibili e biocompatibili¹

I materiali da costruzione, per tutto il loro ciclo di vita, hanno un impatto sia sull'uomo (biocompatibilità) sia sull'ambiente (ecosostenibilità). Gli effetti che i diversi materiali hanno dipendono da diversi fattori come l'origine del materiale, il ciclo di lavorazione, ma anche l'adeguatezza del materiale stesso una volta posato in opera. Il ciclo di vita dei materiali viene valutato dall'origine del materiale, ovvero dall'estrazione della materia, fino alla fine della sua vita utile, valutando tutti gli effetti sulla salute dell'uomo e sulla salvaguardia dell'ambiente.

Promuovere la produzione e la commercializzazione di prodotti aventi un minor impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita del prodotto significa pertanto valutare:

- estrazione e l'origine delle materie prime
- la produzione del materiale
- la lavorazione e la messa in opera
- la permanenza nell'edificio, manutenzione, sostituzione
- rimozione, demolizione, smaltimento e riciclaggio.

I requisiti essenziali che i prodotti da costruzione dovranno avere seguendo un approccio ecologico sono:

- risparmio energetico e capacità d'accumulo termico
- igiene, salute, ambiente
- pulizia e manutenzione
- assenza di sostanze pericolose nella composizione che possono comportare il rilascio di natura chimica (gas, composti organici volatili VOC) o di natura microbiologica (putrescibilità, formazione di muffe, funghi, virus, batteri) ed il rilascio di polveri, fibre o particelle radioattive

¹ Documentazione tratta da: Environment Park, Manuale per l'edilizia eco-compatibile

- bassa emissività ed inquinamento ambientale nelle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto
- uso di materie prime abbondantemente disponibili
- riciclabilità e la smaltibilità delle materie prime impiegate limitando i rischi ambientali
- sicurezza per i lavoratori nella fase di produzione e per gli utenti nella fase di esercizio
- sicurezza in caso di incendio
- resistenza meccanica;
- protezione contro il rumore.

Attualmente non esistono normative o leggi che obblighino i produttori a dichiarare tutti i componenti dei prodotti da loro commercializzati. Inoltre non vengono mai date indicazioni sulle modalità di produzione dei prodotti stessi, diviene pertanto difficile, identificare un prodotto realmente naturale da uno ottenuto semplicemente da sostanze naturali.

La definizione di salute dell'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità fondata nel 1948) "La salute è uno stato di completo benessere fisico mentale e sociale, e non solamente l'assenza di malattia o infermità" aiuta a comprendere quali caratteristiche devono avere gli ambienti confinati per definire lo stato di benessere degli occupanti. Il dato che fece una certa sensazione fu che vari studi scientifici rilevarono una concentrazione di inquinanti all'interno degli ambienti maggiore rispetto l'esterno. La preoccupazione per i rischi espositivi ruota attorno a due problematiche fondamentali che legano stati di alterazione della salute e dell'abitare in ambienti interni: la Building Related Illness (BRI), e la Sick Buildind Sindrome (SBS). La BRI definisce patologie collegate direttamente all'edificio, ad agenti patogeni precisi. La SBS riguarda invece una sintomatologia di malessere generale, ovvero difficoltà respiratorie, manifestazioni cutanee, sensazioni olfattive sgradevoli, manifestazioni neuro psichiche di sonnolenza mal di testa nausea etc.

Nell'aprile del '98 è stata istituita dal Ministero della Salute una commissione tecnico-scientifica con il compito di elaborare proposte d'intervento in materia di inquinamento "indoor".

La relazione evidenzia l'esistenza anche in Italia di situazioni di rischio per la salute riconducibili all'inquinamento degli ambienti indoor, e indica una serie di azioni utili per la gestione ed il controllo di tali rischi. Le azioni proposte seguono i due indirizzi strategici della prevenzione primaria: interventi di tipo normativo ed impositivo ed interventi di tipo educativo e persuasivo, che incidono sul comportamento e lo stile di vita dei cittadini.

In seguito il Ministro della salute, i Presidenti delle Regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano hanno siglato un accordo riconoscendo la validità del documento di «Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati», pubblicato nella Gazzetta Ufficiale, Supplemento Ordinario n. 276 del 27/11/2001.

Prestazioni di alcuni materiali utilizzati in edilizia

La tabella che segue fornisce indicazioni sulle prestazioni di alcuni materiali da costruzione, per metterne a confronto il loro contenuto di energia primaria presunto con alcune particolari caratteristiche tecniche.

Questo strumento potrà aiutare il tecnico ad affrontare la scelta del materiale più adeguato ad un idoneo utilizzo.

(dati tratti da documentazione tecnica di varia provenienza, da ritenere puramente indicativi, soggetti a modifiche e integrazioni)

Materiali isolanti naturali

Per l'importanza tecnica ed il costo ambientale imputabile ai materiali per l'edilizia, si è voluto introdurre una delle descrizioni possibili inerenti i materiali ecologici. Data la rilevanza assunta dal tema della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, si è ritenuto opportuno affrontare la descrizione di alcuni materiali per l'isolante termo-acustico e le relative problematiche.

Le descrizioni sui materiali per l'edilizia sono abbondantemente documentate e disponibili nella letteratura di settore.

L'isolamento termico degli edifici riguarda ovviamente il loro involucro, che già era stato definito in bioedilizia come la terza pelle dell'uomo, per dare forza al rapporto organico di fatto esistente tra la qualità fisica degli ambienti e le nostre esigenze specifiche di benessere e comfort. Ridurre il consumo energetico nel

settore edile scegliendo materiali a basso impatto ambientale in fase di produzione è diventato una delle grandi preoccupazioni della comunità europea; una pubblicazione del 2004 dell'Enea quantifica in 5 tonnellate equivalenti di petrolio il costo energetico per la costruzione di un alloggio medio, che poi consumerà circa 1 tep nell'anno di esercizio; pertanto inviata a ripensare in termini di sostenibilità la gestione degli edifici e in termini di efficienza energetica la loro realizzazione.

La classificazione dei materiali isolanti naturali viene fatta considerando le caratteristiche della sua origine, che però non descrivono completamente l'ampia gamma di materiali misti presenti sul mercato, che nascono industrialmente dall'unione di materie prime di varia origine, che sono mescolate per ottenere un migliore comportamento prestazionale. Ad esempio in molti casi le lastre di lane vegetali sono ottenute aggiungendo alla miscela percentuali di resine e fibre sintetiche per una migliore stabilità, o per una migliore resistenza meccanica.

In tali casi risulta impattante lo smaltimento, mentre un recupero della lastra potrà dipendere essenzialmente dalla tecnica di assemblaggio utilizzata in fase di montaggio.

La tabella che segue classifica i materiali isolanti naturali maggiormente utilizzati in bioedilizia.

<u>Origine</u>	<u>materiale</u>
prevalenza di origine vegetale	canna palustre fibra di legno fibra di canapa o kenaf fibre di lino fibra di cellulosa fibra di cocco e sisal fibra di juta granuli di sughero
prevalenza di origine minerale	laterizio alveolato porizzato

vetro basso emissivo

perlite espansa

pomice naturale

origine composita vegetale minerale lana di legno mineralizzata

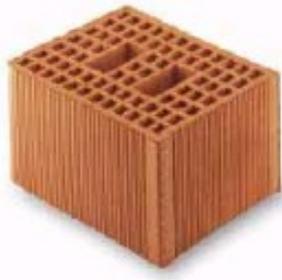
Le principali caratteristiche dei materiali naturali per l'isolamento termico da esaminare per una più corretta scelta nel progetto possono essere sintetizzate:

- efficienza per l'isolamento termico, ovvero capacità di ridurre il flusso di calore dall'ambiente interno all'esterno nel periodo invernale
- capacità termica e calore specifico, in relazione alla mitigazione dell'onda termica estiva
- temperature superficiali connesse al comfort interno, ovvero allo scambio termico tra il corpo umano e il materiale
- traspirabilità e capacità di accumulo dell'umidità per una funzione mitigatrice delle condizioni igrometriche interne, quindi controllo delle condense
- rilascio di sostanze inquinanti
- comportamento al fuoco
- comportamento acustico a parità di prestazioni termiche
- facilità di approvvigionamento e di posa, sicurezza
- provenienza dei materiali, contenuto di energia cosiddetta grigia

Schede materiali²

Blocco laterizio alveolato porizzato

² Rif.to a: Environment Park, Manuale per l'edilizia eco-compatibile



Utilizzazioni prevalenti: murature portanti e partizioni interne

Il Laterizio porizzato per murature forato e alleggerito viene realizzato aggiungendo all'impasto tradizionale di argilla acqua e sabbia materiali di origine naturale a bassa granulometria (2-2,5mm) che durante la cottura emettono gas e lasciano microalveoli vuoti, fra loro non comunicanti e uniformemente diffusi nella massa d'argilla. Questa microporosità conferisce al mattone un elevato grado di isolamento termico, elevata permeabilità al vapore e resistenza al gelo e al fuoco. I blocchi vengono prodotti in diversi formati; lisci e ad incastro per realizzare murature portanti e di tamponamento.

Informazioni tecnico descrittive:

I materiali di origine naturale che vengono usati per creare la porizzazione del materiale sono:

- la pula di riso: cascame della trebbiatura del riso costituito dalle brattee (glume e glumette) che avvolgono il granello, (generalmente usata per imballaggi e in aggiunta ai mangimi);
- la sansa di olive: residuo solido dell'estrazione dell'olio dalle olive, costituito da detriti di buccia, polpa e nocciolo. (generalmente usata come alimentazione del bestiame, concime o combustibile);
- la farina di legno: ottenuta dalla macinazione degli scarti della prima lavorazione del legno quindi senza la presenza di collanti, vernici, etc.;
- la cellulosa; ottenuta dal riciclaggio della carta.

Osservazioni ambientali e precauzioni:

Le emissioni che risultano dalla combustione degli additivi porizzanti devono essere eventualmente filtrate o abbattute in impianti speciali. Le materie prime, sia l'argilla che le sostanze utilizzate per la porizzazione, devono essere esenti da componenti nocivi nell'impasto (scorie d'alto forno).

Canna palustre



Utilizzazioni prevalenti: isolamento termo acustico, in cappotti interni esterni rifiniti ad intonaco, per intercapedini di pareti solai soffitti, pareti interne

La canna palustre è una delle più diffuse graminacee nostrane: cresce spontaneamente nelle zone paludose, lungo le rive di fiumi e canali, ai margini dei laghi. La sua capacità riproduttiva è talmente veloce da farla considerare infestante. E' un materiale con un buon comportamento termico ed acustico; è traspirante, non assorbe acqua o umidità garantendo un isolamento costante nel tempo; non contiene sostanze tossiche ed in nessuna fase (raccolto, lavorazione, utilizzo) è dannoso per la salute e per l'ambiente.

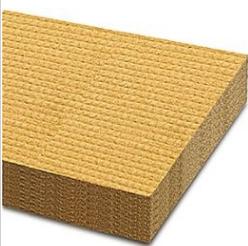
Informazioni tecnico descrittive:

La canna utilizzata per i pannelli è quella proveniente da laghi e zone paludose di Austria Ungheria Ungheria Polonia. Le canne secche vengono raccolte durante l'inverno, quando si forma il ghiaccio sull'acqua; dai luoghi di raccolta i fasci di canne vengono prodotte in singoli pannelli di altezza media 2 mt, legate meccanicamente con filo di ferro zincato o nylon; da ogni ettaro si producono ca. 26 m3 di prodotto finito.

Osservazioni ambientali e precauzioni:

I pannelli sono riutilizzabili se vengono smontati interi; sono altrimenti biodegradabili e compostabili; quelli intonacati possono essere portati alla discarica di inerti. I pannelli vanno immagazzinati in luogo asciutto, in piedi o su superficie piana; devono essere portati e stoccati in posizione verticale per evitarne la torsione e il piegamento.

Fibre di legno



Utilizzazioni prevalenti: pannelli per isolamento termoacustico, in intercapedini, cappotti interni, solai e sottopavimenti, coperture

I pannelli di fibra di legno vengono prodotti attraverso lavorazione di scarti e residui di legname di conifere e latifoglie non trattato chimicamente, proveniente da segherie di paesi europei. La materia prima è rigenerabile e disponibile in misura praticamente illimitata. I pannelli possiedono buone proprietà di isolamento, permeabilità, traspirabilità, igroscopicità; in caso di incendio non si producono particolari gas tossici, ma i normali gas di combustione del legno; non contengono sostanze nocive per la salute.

Informazioni tecnico descrittive: Le fibre sono ottenute tramite la lavorazione degli scarti (tagliati, macinati e sfibrati mediante opportuni trattamenti meccanici) e successivamente impastate con acqua calda (4-5%) e solfato di alluminio (0,4-0,8%) che, oltre ad essere antitarmico ed antiparassitario, attiva le proprietà leganti della resina naturale propria del legno (lignina), senza aggiungere ulteriori leganti. L'impasto viene poi steso in apposite forme, sottoposto a compressione in base alla densità voluta ed essiccato in appositi forni. Il consumo di energia per la produzione dei pannelli è abbastanza ridotto. Per realizzare i pannelli a più strati viene utilizzato l'1% di un collante atossico a base di acetato di polivinile. Per realizzare pannelli idrorepellenti resistenti all'acqua viene aggiunto il 10% di una sostanza impermeabilizzante: bitume (sostanza petrolchimica), lattice, cera, colofonia ed altre resine naturali.

Osservazioni ambientali e precauzioni:

I pannelli privi di leganti e non bitumati sono biodegradabili, possono essere inceneriti ed eventualmente anche riutilizzati (si possono compostare), svolgono una funzione isolante ecologica, e realizzano un clima ambientale confortevole. La loro struttura porosa in fibre favorisce la diffusione del vapore, e l'assorbimento delle onde sonore. La posa in opera non comporta precauzioni particolari. I pannelli si tagliano con coltello affilato o sega circolare; devono essere immagazzinati in luogo asciutto e appoggiati orizzontalmente.

Fibre di kenaf	
	<p>Utilizzazioni prevalenti: pannelli semirigidi e rotoli, per isolamento termoacustico entro intercapedini, per cappotti interni, controsoffitti, feltro flessibile per sottopavimenti e solai</p>
	<p>La fibra di kenaf si ottiene dalla pianta di kenaf (<i>Hibiscus cannabinus</i>) della famiglia delle Malvacee, dal fusto eretto alto da 1 a 4 mt; coltivata in aree golenali della pianura padana tra le provincie di Mantova e Reggio Emilia. La pianta annuale si può seminare fino a otto volte sullo stesso campo senza perdita di resa, ha ottime proprietà di isolamento termoacustico, traspirante e igroscopico, non contiene sostanze tossiche;</p>
<p>Informazioni tecnico descrittive: le piante vengono fatte seccare in campo e gli steli privi di linfa vengono tagliati a 15-20 cm di altezza. Gli steli sono sfibrati meccanicamente lavorati mediante processi di stigliatura e gramolatura, quindi pulite dalle polveri, e scorrendo su nastro trasportatore addizionate con prodotto ignifugo, e 10-15% di fibre di poliestere; quindi mediante trattamento termico per il termofissaggio sono ottenuti pannelli e feltri a diversa densità.</p>	
<p>Osservazioni ambientali e precauzioni: pannelli riutilizzabili se assemblati a secco, lo smaltimento avviene per conferimento a discarica. Non sono necessarie particolari precauzioni in fase di montaggio, se non per la produzione di polveri per lo sfarinamento superficiale del prodotto.</p>	

Fibre di lino	
	<p>Utilizzazioni prevalenti: I pannelli di fibra di lino trovano applicazione in intercapedini di strutture lignee, cappotti interni, cappotti esterni ventilati, coperture ventilate, pareti divisorie interne, controsoffitti, feltri per</p>
	<p>La fibra di lino è ottenuta da una materia prima rigenerabile, la pianta del lino da coltivazione biologica, con lavorazione non inquinante e scarsa richiesta energetica in fase di produzione e applicazione. E' un materiale con ottime proprietà di isolamento termico ed acustico; è altamente traspirante ed igroscopico; non contiene sostanze nocive per la salute; non si carica elettrostaticamente. Viene prodotto principalmente in Russia, Europa centrale (Austria), Brasile Cina, Paesi Baltici, Stati Uniti, Canada e Argentina.</p>
<p>Informazioni tecnico descrittive: La pianta del lino è coltivata senza utilizzo di pesticidi in paesi dell'Unione Europea. Gli steli della pianta vengono puliti e tostati per liberare le fibre dai leganti. Seguono il lavaggio, l'essiccazione, la triturazione, la centrifugazione (per separare le fibre dalle parti legnose) e la frantumazione delle fasce fibrose. Il materiale termoisolante è costituito dalla parte cellulosa delle fibre: queste, strato dopo strato, vengono addizionate con colla a base d'amido naturale e sali di boro (trattamento ignifugante ed antitarmico), e a volte con fibre di poliestere; il tutto viene fatto asciugare e agugliato in rotoli e pannelli di diverso spessore.</p>	
<p>Osservazioni ambientali e precauzioni: I pannelli sono riutilizzabili e riciclabili; quando trattati con sali di boro, o addizionati con fibre di poliestere, non sono idonei per il compostaggio. La posa è innocua per pelle e vie respiratorie.</p>	

Fibre di cellulosa	
	<p>Utilizzazioni prevalenti: isolamento termoacustico, mediante pannelli, o in fiocchi per insufflaggio nelle intercapedini, applicata a spruzzo su pareti e soffitti.</p>
	<p>La materia prima per la produzione delle fibre è carta di giornale riciclata; assume prestazioni di isolamento per via della struttura dei suoi pori in grado di rinchiudere grandi quantità d'aria, riducendo le perdite di calore. La fibra di cellulosa è traspirante ed igroscopica, in grado di assorbire umidità dall'ambiente e cederla poi successivamente; ha un buon comportamento fonoisolante e fonoassorbente; non contiene sostanze tossiche e non provoca reazioni a contatto con la pelle.</p>
<p>Informazioni tecnico descrittive: i giornali vengono sminuzzati e miscelati con ca. il 10-15% di sali di boro per ottenere i fiocchi, e fibre di poliestere in misura del 5-10% ca. per la produzione di pannelli mediante termosaldatura; lo spruzzo e l'insufflaggio dei fiocchi richiede personale specializzato; lo spessore non potrà essere inferiore a ca. 10 cm.</p>	
<p>Osservazioni ambientali e precauzioni: La fibra di cellulosa è considerata un prodotto biocompatibile essendo atossico ed è ritenuto ecologico. I pannelli integri sono riutilizzabili; la fibra di cellulosa in fiocchi e in granuli è riutilizzabile e riciclabile, mentre i pannelli in genere contengono fibre di poliestere e sali di boro che necessitano il conferimento a discarica. La posa non necessita di prescrizioni particolari, è innocua per pelle e vie respiratorie.</p>	

Sughero	
	<p>Utilizzazioni prevalenti: in forma granulare sfuso viene inserito nelle intercapedini, o impastato con acque e legante idraulico o specifico vetrificante per massetti isolanti. In pannelli viene utilizzato per cappotti interni ed esterni, pareti divisorie, per isolamento in falda di coperture,</p>
	<p>Il sughero si ricava dalla corteccia della quercia di sughero, da piante di ca. 20 anni, effettuate ogni 8-10 anni. Questo riduce la disponibilità della materia. La pianta cresce nell'area mediterranea, in Spagna, Portogallo, centro-sud Italia, Africa Nord-occidentale, Turchia. Il sughero è costituito da milioni di cellule di forma poliedrica contenente aria, struttura che conferisce al materiale leggerezza, elasticità, resistenza alle sollecitazioni fisiche, ottime proprietà di isolamento termoacustico, capacità di accumulo termico e quindi di smorzamento delle fluttuazioni termiche; è traspirante e permeabile al vapore, inattaccabile dagli agenti acidi, inappetibile agli insetti, imputrescibile anche in condizione di elevata umidità. In caso di incendio non propaga la fiamma, ma brucia lentamente e si spegne da solo al cessare della fiamma.</p>
<p>Informazioni tecnico descrittive: Le cortecce ricavate dalla prima decortica vengono accatastate nei centri di raccolta per almeno due anni, dopo i quali vengono immerse in acqua bollente per 1-2 ore, successivamente lasciate ad asciugare per alcuni giorni. I granuli vengono ottenuti mediante la frantumazione in appositi mulini e la pulitura dalle scorie legnose, vengono poi vagliati con diverse granulometrie. Si ottiene così il granulato biondo (80-120 Kg/m³), si ottengono diversi tipi di pannelli: pannello espanso autocollato di colore bruno, ottenuto dalla cottura dei granuli nel processo attraverso cui la suberina contenuta nei granuli si scioglie naturalmente; i granuli si rigonfiano alleggerendo il prodotto e producendo</p>	

fenolo; si ottengono quindi pani o blocchi che vengono successivamente raffreddati e tagliati in lastre di diverso spessore.

2. pannelli di sughero naturale compresso, di colore biondo, ad alta densità (200-500 Kg/m³) ottenuti mediante aggiunta ai granuli di collante sintetico; l'impasto viene successivamente laminato o sfogliato con coltelli meccanici.

Osservazioni ambientali e precauzioni:

Il sughero è riutilizzabile, riciclabile e compostabile (si decompone nel terreno o nei siti di compostaggio). Per molti usi il sughero riciclato presenta le stesse prestazioni del sughero vergine. I prodotti agglomerati con collanti e resine sintetiche devono essere trattati e smaltiti come rifiuti speciali. La posa non necessita di precauzioni particolari.

Pomice naturale



Utilizzazioni prevalenti: in granuli come inerte nei calcestruzzi alleggeriti termo-fonoisolanti per massetti o in blocchi, nell'impasto degli intonaci per l'isolamento termico e la resistenza al fuoco.

La pomice è una roccia vulcanica effusiva costituita da un silicato naturale complesso costituito da silice allo stato amorfo in cui sono disciolti ossidi di vari elementi. È caratterizzata da una struttura alveolare con pori di grandezza variabile. È uno dei più antichi materiali da costruzione noto ai romani e da loro impiegato per le costruzioni di templi e terme. È un materiale dalle buone proprietà fonoassorbenti, traspirante, incombustibile, privo di sostanze tossiche per la salute, stabile nel tempo, inattaccabile da parassiti. Ha inoltre buone caratteristiche meccaniche poiché ha elevata resistenza a compressione e possiede un carattere pozzolanico latente, ossia ha proprietà idrauliche che aumentano la resistenza meccanica del calcestruzzo di pomice nel corso degli anni. La struttura alveolata le conferisce inoltre un'elevata elasticità, che si traduce in ottima lavorabilità meccanica e capacità di assorbimento acustico delle vibrazioni sonore.

Informazioni tecnico descrittive:

La pomice può presentare caratteristiche diverse nella sua composizione in funzione dall'ubicazione delle cave da cui viene estratta. La pomice di Lipari ad esempio contiene una percentuale di silice superiore al 70%, quella estratta tra Toscana e Lazio può avere un contenuto di silice di circa il 65%. Il tenore di silice influisce notevolmente sulla qualità del silicato, aumentandone la durezza, la resistenza meccanica, la resistenza agli agenti

chimici. Macinata per ottenere diverse granulometrie può essere trattata con sostanze idrofobe per renderla idrorepellente. Chimicamente inerte e stabile può contenere una certa radioattività naturale.

Osservazioni ambientali e precauzioni:

Il materiale sfuso è riutilizzabile unicamente come inerte per calcestruzzo. La pomice non pone problemi di scarti tossici sia nella fase di produzione che di quella di utilizzazione, inoltre i manufatti in cls (cls pomice/cemento), pesando meno rispetto a quelli realizzati in cls tradizionale a parità di resistenza meccanica, presentano una sensibile riduzione dei costi dovuta ai minor carichi e al minor costo di trasporto.

Lana di legno mineralizzata	
	<p>Utilizzazioni prevalenti: isolamento termoacustico mediante pannelli rigidi, per cassature e perdere o per rivestimento di strutture, pavimenti e soffitti, coperture; realizzazione di partizioni interne e controsoffitti.</p> <p>Le fibre di legno, macinate e sfibrate mediante trattamento meccanico, vengono impregnate sia con magnesite (ossido di magnesio) estratta da cave, sia con cemento Portland per realizzarne la mineralizzazione che apporta alle fibre una notevole coesione e compattezza strutturale. I pannelli hanno una elevata capacità termica; sono traspiranti ed igroscopici, hanno un ottimo comportamento fonoisolante; garantiscono elevata protezione al fuoco. Non contengono sostanze nocive per la salute, non sviluppano gas tossici in caso di incendio.</p>
<p>Informazioni tecnico descrittive:</p> <p>Mescolando trucioli di legno a fibra lunga con magnesite si producono dei pannellitermoisolanti. La magnesite utilizzata è la “magnesite caustica” ossido di magnesio (MgO), ottenuta per calcinazione in forno rotativo di magnesite minerale ad alto contenuto di carbonato di magnesio (MgCO₃). Caratteristica dell’ossido di magnesio è di combinarsi con il solfato di magnesio (MgSO₄) in soluzione, costituendo un prodotto cristallino di forti proprietà leganti, noto come ossisolfato di magnesio. Il processo produttivo ad alta temperatura in macchina continua, consente di eliminare dalle fibre di legno le sostanze organiche infiammabili e deperibili. Lo scheletro strutturale rimasto, costituito da lignina che è elastica, resistente e durevole, viene impregnato con l’ossisolfato di magnesio che protegge le fibre e, contemporaneamente, agisce da legante. Grazie alla pressione ed alla temperatura, si realizza così la mineralizzazione delle fibre del legno: questo processo simile alla fossilizzazione naturale, conferisce ai pannelli di lana di legno mineralizzata ottime inalterabilità per tempi lunghissimi, sicuramente superiori alla vita dell’edificio. Grazie alla massa relativamente elevata ed alla importantissima proprietà di portarsi sempre in equilibrio termoigrometrico con l’ambiente, questo tipo di pannelli costituisce inoltre un validissimo volano termico ed igrometrico in grado di smorzare le fluttuazioni accidentali di una temperatura, rendendo così estremamente difficile la formazione di condense. Questo tipo di pannelli, se aggrediti dal fuoco, si trasformano progressivamente in un isolante leggero e refrattario che protegge le strutture retrostanti.</p>	
<p>Osservazioni ambientali e precauzioni:</p> <p>I pannelli possono essere riutilizzati come inerte per calcestruzzo attraverso la loro frantumazione. L’irreversibilità della mineralizzazione e l’incombustibilità del materiale rendono impossibile il suo utilizzo per il recupero di energia da combustione e difficile la sua riciclabilità. La posa non richiede particolari precauzioni.</p>	

Riferimenti bibliografici

AAVV, **Progettazione ecocompatibile dell'architettura**, gruppo editoriale Esselibri, Napoli, 2005.

AAVV, **Recupero edilizio e bioclimatica**, a cura di M. Sala, centro ABITA, Esselibri, Napoli, 2001.

AAVV, **Il pesce ha mangiato la foglia**, Comune di Venezia Assessorato alle politiche Educative, Arti Grafiche Venete, Venezia, 2007.

AA VV, **La rete ecologica della provincia di Venezia**, Provincia di Venezia - Assessorato alle politiche ambientali, 2007.

AA VV, **La laguna di Venezia – ambiente, naturalità, uomo**, Provincia di Venezia – Assessorato alle politiche ambientali, Nuovadimensione, 2007

V. Ingegnoli, E. Giglio, **Ecologia del paesaggio – manuale per conservare, gestire e pianificare l'ambiente**, Gruppo editoriale Esselibri – Napoli, 2005.

C. Leonardi, F. Stagi, **L'architettura degli alberi**, Edizioni Mazzotta, Milano 1982/2002.

M. Grosso, G. Peretti, S. Piardi, G. Scudo, **Progettazione ecocompatibile dell'architettura**, Esselibri, Napoli, 2005

G. Moriani, **Manuale di ecocompatibilità**, Marsilio Editori, Venezia, 2001

N. Tubi, M.P. Silvia, **Gli edifici in pietra**, Esselibri, Napoli, 2003

U. Wienke, **Manuale di bioedilizia**, Edizioni Dei, 2000

Le tavole storiche sono state realizzate in base allo studio della documentazione cartografica e agli schemi riportati nei seguenti libri:

AA VV, **I forti di Mestre. Storia di un campo trincerato**, a cura di Claudio Zanlorenzi, Cierre Edizioni, Verona, 1997.

R. Foffano, D. Lugato **Da Marghera a Forte Marghera. Storia delle trasformazioni dell'antico borgo di Marghera da ambiente naturale ad area fortificata**, Edizioni Multigraf, Spinea, 1988.