



RIVERSIBILITY

PARCO FLUVIALE DEL BISENZIO NELLA CITTA' DI PRATO

Assessore all'Urbanistica e
ai Lavori Pubblici

Arch. Valerio Barberis

Assessore all'Ambiente e alla
Mobilità

Arch. Filippo Alessi

Servizio Governo del Territorio
Il Dirigente del Servizio

Arch. Riccardo Pecorario

Responsabile Unico del Procedimento

Arch. Riccardo Pecorario

Il Coordinatore del Progetto

Arch. Maurizio Silveti

Supporto al RUP

Arch. Caterina Bruschi

TAVOLA:

2.1

**PROGETTO
ESECUTIVO**

TITOLO: **RELAZIONE DI
SOSTENIBILITA'
ENERGETICA**

SCALA:

varie

DATA:

SETTEMBRE 2017

PROGETTISTI

Progetto:

Ing. Paolo Lo Iacono

Ing. Lorenzo Castellani

per gli aspetti idraulici e naturalistici

Arch. Maria Rita Cecchini

per efficientamento energetico

Geom. Gerarda Del Reno

per abbattimento barriere architettoniche

Geom. Alessandro Bernocchi

per piano di sicurezza e coordinamento

Collaboratori:

Geom. Massimo Falcini

Arch. Silvia Grazzini

Arch. Martina Melani

Arch. Lorenzo Vacirca

Dott. Martina Santoro

Ing. Samuele Garritano

Geom. Antonio Castiglia

Ing. Serena Gatti

Arch. Roberta Russo

Tirocini:

Arch. Giulia Mancini

Arch. Shirin Amini

Container: la filosofia dell'economia circolare

Il progetto Riversibility si colloca in ambiente naturale, lungo le rive del Bisenzio e in spazi verdi limitrofi ad esso; questa caratteristica ha imposto una particolare attenzione nella valutazione delle strategie architettoniche, e nella scelta delle tecniche e dei materiali da impiegare.

Il progetto Riversibility nasce già con l'obiettivo di utilizzare oggetti nati con una funzione ma recuperati per un'altra, declinando in maniera creativa il concetto di economia circolare. Il container, nato dall'intuizione di un imprenditore americano nel campo dei trasporti - Malcolm Mclean - nel progetto Riversibility diventa protagonista di una rivisitazione che ne mantiene i caratteri originali - un contenitore trasportabile "senza fissa dimora" - che in ragione di questo carattere non causa trasformazioni irreversibili del territorio. In qualsiasi momento può essere rimosso e si può procedere al ripristino dei luoghi senza che si siano prodotte alterazioni importanti.

Dal punto di vista ecologico i container permettono di trasformare un rifiuto in una risorsa, portando il concetto di riciclo ad un livello avanzato. I maggiori obiettivi dell'economia circolare sono l'estensione della vita dei prodotti, la produzione di beni di lunga durata, le attività di ricondizionamento e la riduzione della produzione di rifiuti. In sintesi, l'economia circolare mira a vendere servizi piuttosto che prodotti.



Con la stessa filosofia, l'architettura sostenibile obbliga a ripensare tutto il processo edilizio attivandosi per diminuire le emissioni nocive, il consumo energetico, i costi di gestione e mantenimento e l'ottimizzazione dell'utilizzo dei materiali impiegati. Per dirla con Luis de Garrido, architetto tra i massimi esponenti dell'architettura sostenibile in Spagna, e che si è cimentato nel tema della casa ricavata da container, l'architettura deve essere a 4R:

R come Riutilizzo

Riutilizzare materiali già impiegati per costruire alcune parti dei prototipi ha il doppio vantaggio di diminuire l'energia utilizzata nel processo di costruzione e di evitare la produzione di residui.

R come Recupero

I rifiuti possono rivelarsi molto utili, soprattutto se trasformati mediante processi industriali o buoni metodi progettuali. In questo modo un processo produttivo, normalmente molto inquinante come quello edilizio, può abbattere il suo impatto ambientale rigenerando scarti che altrimenti finirebbero in discarica.

R come Riciclo

Se materiali già impiegati non possono essere né riutilizzati né recuperati una terza via consiste nel riciclarli, modificandone, attraverso processi industriali, caratteristiche fisiche, chimiche o meccaniche. Scegliendo attentamente imprese che rispondano a precisi disciplinari ecologici si può essere sicuri che l'energia impiegata per il processo di riciclo sia inferiore a quella utilizzata per produrre lo stesso materiale dai suoi costituenti di base.

R come Ragionamento

È senza dubbio l'elemento principale della buona progettazione; nel contesto di un'attività economica trainante come l'edilizia sono ancora diffusi metodi produttivi poco sostenibili, con maggiore focalizzazione sul profitto piuttosto che su una soddisfacente interazione tra le necessità economiche e quelle ambientali.

Il tema del container riutilizzato a fini abitativi è stato affrontato negli ultimi anni con particolare attenzione e con risultati interessanti; per la sua mostra dedicata all'architettura multiforme dei container, il NRW-Forum Dusseldorf ha invitato nel 2011 progettisti, artisti e architetti da tutto il mondo a inviare progetti e creazioni per reinventare i classici container. Più di 100 partecipanti hanno portato la loro idea, messa poi in mostra. *“Un'esibizione imponente che, nelle intenzioni degli organizzatori, vuole dimostrare i molteplici usi e risvolti che il container può assumere, in un vero e proprio tributo al simbolo del commercio per eccellenza”.*

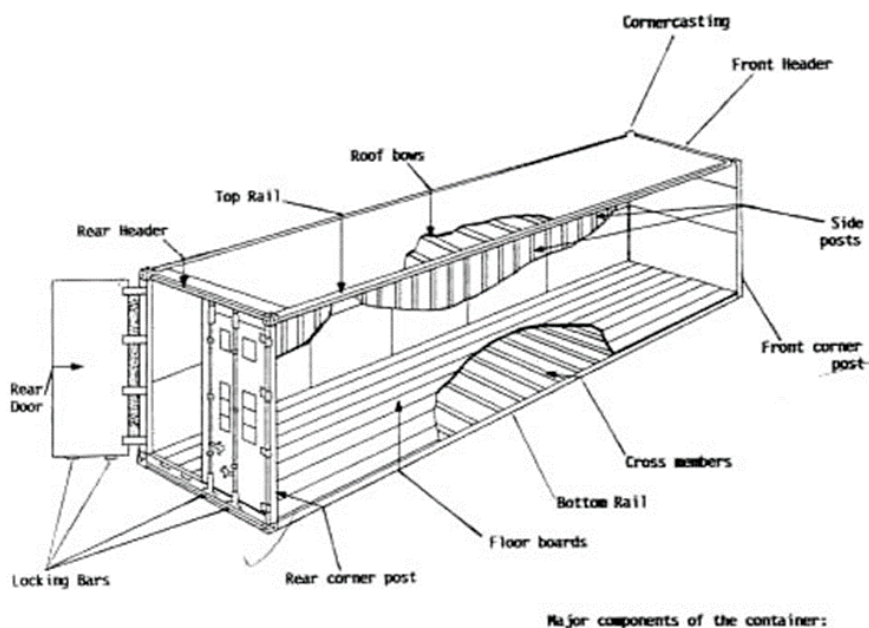
Il recupero dei container è stato affrontato in alcuni dei progetti pensati e realizzati per la manifestazione del Solar Decathlon: nato su iniziativa del Dipartimento Americano per l'energia, il Solar Decathlon rappresenta una vera e propria olimpiade per università nella progettazione e realizzazione di prototipi energeticamente autosufficienti alimentati da energia solare. Il nome della competizione, che si svolge dal 2002 richiamando oltre 100.000 visitatori da tutto il mondo, deriva dal metodo di valutazione dei prototipi basato su dieci criteri, ciascuno misurato secondo specifici requisiti. Dal 2010 si è deciso di istituire la competizione Solar Decathlon Europe, che, ad anni alterni rispetto all'edizione americana, ripropone il concorso in territorio europeo, mantenendo la caratura internazionale della manifestazione.



Figura 1 - Struttura di accoglienza temporanea, Brasile

Container: struttura e dimensioni

I container sono contenitori stagni, la cui struttura principale è costituita da profili metallici, mentre le pareti, il soffitto ed il pavimento sono realizzati in lamiera metallica: una struttura chiusa che può essere utilizzata come base, robusta per la funzione di trasporto per cui è stata concepita, resistente anche alle sollecitazioni sismiche. Una volta terminata la loro vita utile, solitamente dopo 7-14 anni, i container vengono sottratti al loro compito quotidiano per essere riutilizzati in altre forme. Le misure esterne del container ISO 20 si aggirano sui 6,06 m di lunghezza per 2,44 m di larghezza e 2,59 m di altezza.



Nel trasformare la loro funzione, i container devono essere sottoposti a modifiche che incidono principalmente sulle loro dimensioni interne: la lamiera che li costituisce infatti rischia di renderne

poco confortevole l'uso se non si mettono in campo tecnologie adatte a regolare e rendere stabili le temperature interne, mantenendo nel contempo come irrinunciabile l'obiettivo del risparmio energetico.

Il progetto inoltre si misura con alcuni fattori limitanti dati dalle scelte generali:

- mantenere l'aspetto esterno del container tal quale: questo obiettivo progettuale ha condizionato il posizionamento dei sistemi di coibentazione proposti;
- mantenere le altezze interne dei container che sono già al di sotto degli standard igienico sanitari, tanto da richiedere una deroga; per contenere gli spessori dei sistemi di coibentazione la gamma di materiali utilizzabili si è ridotta a quelli di origine sintetica, derivanti da processi di lavorazione del petrolio.

Le scelte generali assumono un linguaggio in grado di fornire i mezzi espressivi ad un nuovo modello di architettura, che nella precarietà cerca il suo valore; resta il tema della responsabilità ambientale, e il tentativo di conciliare economicità ed ecologia nel rispetto delle generazioni future e del pianeta.

Analisi del luogo

I fiumi in ambito urbano definiscono paesaggi estremamente diversificati e costituiscono importanti punti di contatto tra città ed ambiente naturale, capaci di generare numerosi vantaggi: l'approvvigionamento idrico e la purificazione dell'aria, il riciclo naturale dei rifiuti, la formazione del suolo, l'impollinazione e molti altri meccanismi regolatori naturali, definiti "servizi ecosistemici", dall'inglese "ecosystem services", sono, secondo la definizione data dalla Valutazione degli ecosistemi del millennio (Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005), "i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano". Poiché i servizi ecosistemici sono sempre stati disponibili, fuori da ogni mercato e gratuiti, il loro valore reale non viene considerato dalla società: eppure essi svolgono un ruolo determinante nel campo della sostenibilità urbana.

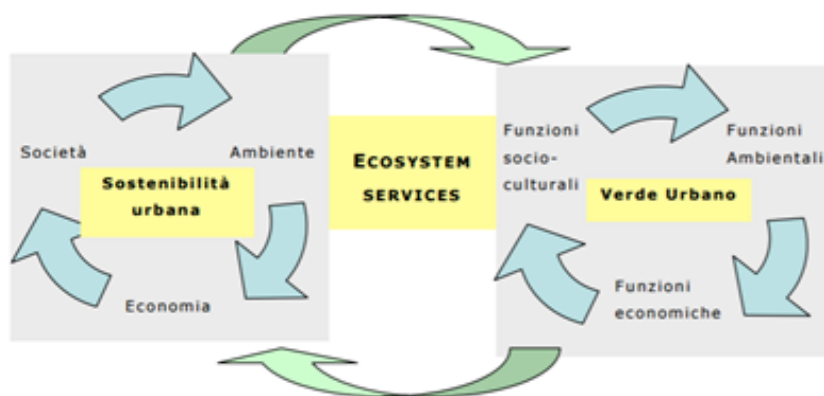


Figura 2 - Flusso logico delle relazioni tra sviluppo sostenibile e verde urbano
(tratto da: GESTIONE ECOSISTEMICA DELLE AREE VERDI URBANE: ANALISI E PROPOSTE, ISPRA 2009)

Il progetto è stato supportato da uno studio delle condizioni microclimatiche in cui si inserisce. Il tratto del fiume Bisenzio lungo il quale si colloca è un tratto urbano ma mantiene un buon equilibrio fra naturalità e costruito, costituendo un parco fluviale di tipo multifunzionale: argini inerbiti e macchie di vegetazione, alberature, si alternano a percorsi pedonali e ciclabili dotati di illuminazione pubblica, aree di sosta attrezzate, parchi giochi. La dotazione di container lungo il tratto fluviale ha lo scopo di sostenere e incrementare le attività umane lungo il fiume, organizzate nel rispetto dell'ambiente ecofluviale.

Il fiume Bisenzio nasce dal versante meridionale dell'Appennino Tosco-Emiliano e scorre a ridosso del margine meridionale dei monti della Calvana per un percorso di circa 48 chilometri. Nei primi chilometri del suo corso segna la val di Bisenzio, una valle stretta, in cui si incanalano i venti da nord, e ha un regime spiccatamente torrentizio; all'altezza di Santa Lucia il fiume entra nel territorio di Prato, la pendenza dell'alveo diminuisce e le acque perdono di velocità, se non fosse per alcune pescaie introdotte artificialmente.



La presenza del fiume influisce sull'umidità delle aree che attraversa, regolandone il microclima, e modifica i territori percorsi, modellando le zone elevate e colmando quelle depresse grazie ai prodotti dell'erosione trasportati lungo il suo percorso. La differenza di temperatura fra acqua e aria provocano un movimento di brezza definito come venti al suolo; si possono distinguere venti periodici locali, che si formano per il diverso riscaldamento dovuto all'irraggiamento differenziale, e venti a carattere globale, le cui direzione e intensità dipendono dalla distribuzione delle grandi cellule di pressione sull'intero globo: zone di bassa pressione richiamano aria dalle zone dove la pressione è più elevata. Viceversa, l'aria tende ad allontanarsi dalle aree di alta pressione, spostandosi verso zone di minor pressione.

Le informazioni acquisite nel corso dei sopralluoghi hanno dato luogo ad una matrice in cui sono state incrociate alcune caratteristiche del luogo con la collocazione dei container:

- Orientamento
- Vincoli
- Condizioni microclimatiche (esposizione al sole, presenza di vento, presenza di salti d'acqua).

Mettere in relazione queste caratteristiche ha permesso di compiere le scelte migliori rispetto al contesto, adatte alle potenzialità delle risorse locali e quindi più "produttive", in ragione della collocazione e dell'orientamento dei container, ma tenendo anche conto del vincolo paesaggistico presente nella maggior parte delle aree prescelte.

Container + Rinnovabili



| n. | località | numero container | orientamento del lato di ingresso | vincolo paesaggistico | riva destra | riva sinistra | vento | sole | acqua |
|----|-----------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------|---------------|-------------------|--------------------|---------------|
| 15 | GIOCCAGIO' | 2+1 | NE+NO | | | | non rilevante | ostacoli | nessun salto |
| 14 | PARCO DEGLI ULIVI | 1 | SE | | | | non rilevante | ostacoli | nessun salto |
| 13 | CANTIERE | 3 | NO | | | | buona esposizione | ostacoli evitabili | nessun salto |
| 9 | BASTIONE DELLE FORCHE | - | NE | | | | buona esposizione | ostacoli evitabili | piccolo salto |
| 8 | STADIO VIA FIRENZE | 1 | NE | | | | non rilevante | buona esposizione | nessun salto |
| 7 | PONTE PETRINO | 1 | NE | | | | non rilevante | buona esposizione | nessun salto |
| 5 | REPUBBLICA | 2 | NO | | | | non rilevante | ostacoli | nessun salto |
| 4 | ALCALI | 1 | O | | | | buona esposizione | ostacoli | nessun salto |
| 2 | PARCO FIERA | 1 | SO | | | | non rilevante | buona esposizione | nessun salto |

Figura 3- Caratteristiche dei luoghi di progetto

Container: contenuto ecologico

La responsabilità ambientale di un manufatto non può essere confinata ai processi di produzione dei suoi componenti. È invece necessario un approccio imperniato sulla necessità di trasmettere l'impegno ambientale a tutta la "catena del valore" relativa al prodotto o al servizio che viene offerto sul mercato da un'organizzazione: dai fornitori ai clienti, alla logistica, al consumatore finale.

Gli impatti ambientali considerati maggiormente significativi non sono tanto quelli diretti, limitati alla produzione, bensì quelli indiretti, generati a partire dalla produzione/estrazione delle materie prime utilizzate, alla logistica e distribuzione, al consumo e al fine vita di un prodotto o alla possibilità di rigenerarne le funzioni, per avviare un nuovo ciclo di vita dei materiali di cui è composto. Per un'impresa produttrice, tenere conto di questi impatti ed operare nella logica del "ciclo di vita" del prodotto significa prendersi concretamente cura anche di comunità di cui non si fa parte, nonché delle future generazioni.

Con queste premesse, il progetto ha messo in campo le sue strategie di sostenibilità, che possiamo riassumere secondo i punti che seguono:

1. Ottimizzazione delle risorse naturali ed artificiali
2. Riduzione del consumo di energia
3. Promozione delle fonti energetiche naturali e rinnovabili
4. Riduzione dei rifiuti e delle emissioni
5. Aumento della qualità della vita per gli occupanti delle strutture
6. Diminuzione dei costi di manutenzione

Ottimizzazione delle risorse naturali ed artificiali

Del container abbiamo già parlato, descrivendo pregi e limiti della scelta progettuale. Il container protegge il suo contenuto dagli atti vandalici in contesti isolati non controllabili ventiquattr'ore su ventiquattro. Inoltre siamo di fronte alla seconda vita di un oggetto la cui materia sarebbe riciclabile solo con grande utilizzo di energia, e dargli una nuova possibilità di uso dimostra un'assunzione di responsabilità nei confronti dell'ambiente. Il bilancio non è così positivo per la scelta dei materiali di coibentazione, obbligati dall'adozione di bassi spessori:

pareti

Per la coibentazione delle pareti è stato proposto un pannello a incastro di spessore 80mm con una finitura in acciaio verniciato che costituisce la parte visibile. L'anima del pannello è costituita da un isolante poliuretano (di origine petrolifera) che garantisce il raggiungimento di risultati nell'isolamento con valori certificati molto bassi di trasmittanza termica.

Nella categoria degli isolanti l'industria del poliuretano ha deciso di comunicare al mercato dati qualitativi e quantitativi dei propri impatti ambientali. Nel 2005 i pannelli in poliuretano hanno ottenuto la classe A di eco-efficienza secondo la metodologia BRE (Building Research Establishment). Questi studi riguardano l'intero processo produttivo caratterizzato da:

- produzione di materie prime;
- processo di trasformazione;
- produzione dei vettori energetici;

– trasporto al luogo di installazione.

Dalla valutazione di questi parametri è stato possibile ricavare l’impatto ambientale come consumo di energia primaria.

La leggerezza, i minori volumi impiegati e le ottime prestazioni isolanti del poliuretano determinano un limitato impatto dello strato isolante, paragonabile, se non talvolta migliore, di quello di materiali tradizionalmente ritenuti bioecologici. Pertanto l’isolamento in poliuretano espanso permette, con un consumo di risorse limitato, di risparmiare una notevole quantità di energia di riscaldamento.

Una notevole spesa in termini di impatto ambientale deriva dalla produzione di rifiuti dalle attività di costruzione e demolizione. L’obiettivo dell’edilizia ecosostenibile è la riduzione dei rifiuti provenienti da queste fasi che rappresentano da soli il 25% in peso della totalità dei rifiuti prodotti a livello europeo. Nella scelta quindi si devono privilegiare a parità di prestazioni energetiche materiali che durano nel tempo e che posseggono massa contenuta. Anche in questo caso il poliuretano espanso rigido dimostra di essere un materiale virtuoso essendo caratterizzato da una massa compresa tra i 30 e i 40 kg/mc. La massa limitata, associata alle elevate prestazioni isolanti, fanno sì che l’impiego del poliuretano espanso rappresenti la soluzione di isolamento termico sia meno pesante che meno ingombrante. Nella tabella seguente (tratta dal sito Info Build Energia) si sono posti a confronto i volumi e le masse di diversi materiali isolanti necessari ad ottenere una trasmittanza termica pari a 0,3 W/mq K per una superficie di 1000mq.

| Materiale isolante necessario ad ottenere una trasmittanza termica (U) pari a 0,3 W/m ² K su una superficie di 1000 m ² | | | | | |
|---|-------------------------|---|------------------------|------------------------------|-----------------|
| Prodotto | Massa kg/m ³ | Conducibilità termica λ ₀ [W/mK] | Spessore necessario mm | Volume totale m ³ | Massa totale kg |
| Pannelli in poliuretano espanso con rivestimenti impermeabili* | 33 | 0,024 | 80 | 80 | 2640 |
| Pannelli in sughero espanso** | 110 | 0,045 | 150 | 150 | 16500 |
| Pannelli in fibra minerale** | 115 | 0,045 | 150 | 150 | 17250 |
| Pannelli extraporosi in fibra di leggio** | 130 | 0,040 | 133 | 133 | 17333 |

* dati certificati da produttori associati all'ANPE
** dati desunti da database CasaClima

Figura 4 Da Architettura Sostenibile.it - Il ciclo di vita degli isolanti termici

Il poliuretano espanso rigido è un materiale plastico termoindurente, stabile in un ampio range di temperature, poco sensibile all’umidità e inattaccabile dai più comuni agenti chimici; garantisce quindi eccellenti prestazioni di durata. Per questo, se le modalità applicative non determinano un legame indissolubile tra il poliuretano e altri materiali edili, il prodotto isolante recuperato può essere reimpiegato con le medesime funzioni in altre applicazioni. Si privilegia a tal fine il fissaggio con tasselli meccanici piuttosto che l’utilizzo di collanti.

copertura

La stratificazione dall’esterno all’interno comprende la lamiera del container, un’intercapedine d’aria non ventilata di 10 cm, un pannello di lana di roccia di 80mm e una lastra di cartongesso.

I pannelli in lana roccia sono ottenuti dalla fusione di rocce vulcaniche (basalto, dolomite, bauxite e rocce calcaree). Materiale durevole, mantiene nel tempo le sue caratteristiche ed è stabile dimensionalmente al variare di temperatura e umidità. La lana di roccia è un materiale che può essere riciclato, protegge dallo stress acustico, grazie alla struttura a celle aperte che assorbe l'energia sonora, ed è incombustibile.

pavimento

Partendo dall'interno, si è previsto un tavolato di legno di 1.5 cm, un pannello di Foamglass di 40mm. L'isolante FOAMGLAS®, che si presenta come un pannello la cui parte superiore è rivestita con uno strato verde di rinforzo in fibra di vetro e la parte inferiore di un velo bianco, è prodotto a partire da vetro riciclato altamente selezionato ($\geq 60\%$) e materie prime abbondanti in natura (sabbia, dolomite, calcare ...); completamente inorganico, non contiene propellenti che assottigliano lo strato di ozono, additivi ignifughi o leganti, ed è incombustibile.

infissi comprensivi dei vetri

Le strutture disperdenti finestrate, costituenti ampia superficie delle pareti, sono costituite da infissi con telaio in metallo a taglio termico di 30 mm e vetrocamere, ipotizzate con vetro stratigrafato 33.1, intercapedine d'argon con spessore 16 mm e vetro stratigrafato 33.1, di tipo basso emissivo con fattore solare inferiore a 0,5 e dotati di veneziane interne per ridurre l'effetto dell'irraggiamento solare. Per il portellone di ingresso, di dimensioni elevate, è stata preferita una vetrocamera con rigidità maggiore, utilizzando da un lato un vetro stratificato 55.1. Nel container singolo il telaio degli infissi è stato considerato senza taglio termico.

Riduzione del consumo di energia

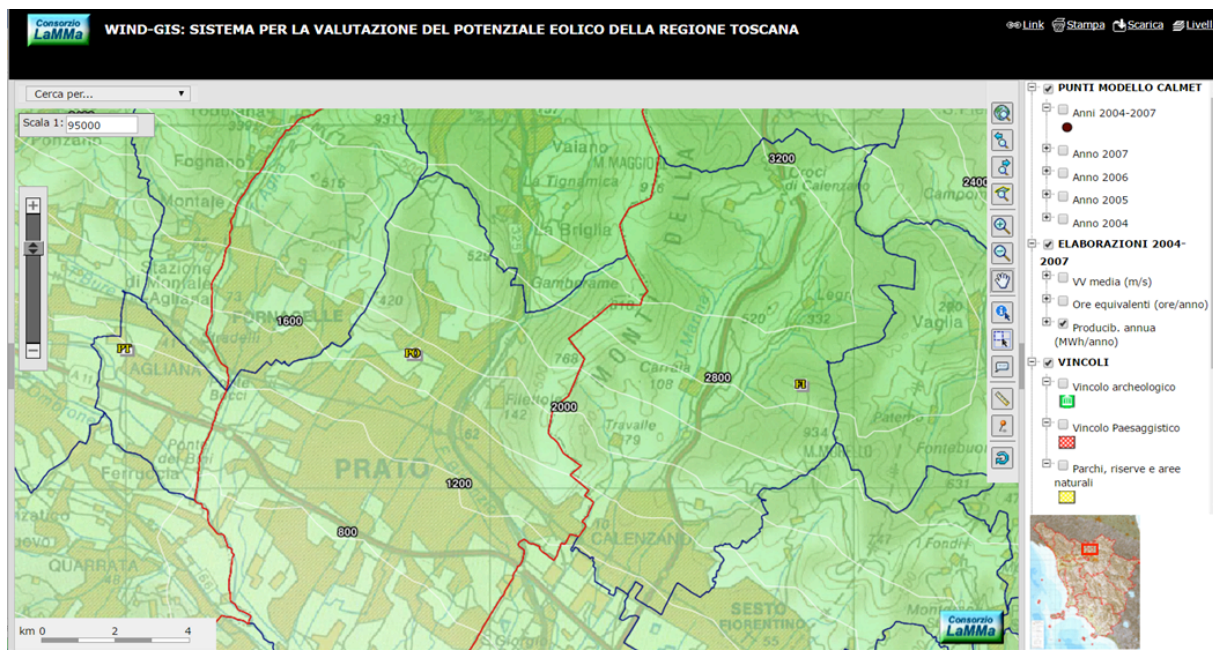
Tutte le tipologie di container (singoli e aggregati) sono state sottoposte alla verifica degli obiettivi principali della legge 10-1991, *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*, anche se dal punto di vista della normativa non sarebbe stato strettamente necessario farlo nel caso del container singolo. Tali obiettivi sono stati verificati in modo da garantire il risparmio energetico, l'uso consapevole dell'energia, la salvaguardia dell'ambiente e il benessere degli individui all'interno dell'ambiente confinato. Questa verifica ha determinato la scelta dei materiali componenti l'involucro. La dotazione di led per l'illuminazione e l'adozione della pompa di calore per la climatizzazione sono invece strategie consolidate in dotazione ai container messe in atto per il risparmio energetico.

Promozione delle fonti energetiche naturali e rinnovabili

Le tecnologie per le rinnovabili impiegate in luoghi pubblici assumono il doppio valore di risposta ecologica al consumo energetico e di veicolo per la diffusione delle tecnologie rivolte alla sostenibilità. L'esame sulle potenzialità di produzione energetica dell'area di progetto in relazione alle energie naturali e rinnovabili ha portato ad escludere la possibilità di usare la forza motrice dell'acqua, vista la mancanza di salti significativi e vista la distanza dei container dal letto del fiume. Sono state invece valutati il vento e il sole.

Potenziale eolico

Riguardo al vento, i dati reperibili per la valutazione del potenziale eolico risalgono ad una mappatura fatta da Lamma negli anni 2004-2007. La producibilità annua in MWh di questa zona arriva a 1200, il penultimo valore più basso che si registra nel territorio comunale.



Per dare conto di un approccio scientifico a supporto della scelta, si propone una campagna di misurazione di 12 mesi collocando un anemometro in località Cantiere a sostegno della futura installazione di un micro-eolico. Lo stesso supporto potrà montare una pala di piccole dimensioni se la campagna avrà buon esito.

L'anemometro è composto di una torre di 9m compresa parte elettrica da allacciare alla rete di alimentazione, che tramite un data logger acquisisce dati ogni secondo, li elabora ogni 10 minuti, e li registra su SD, permettendo un'elaborazione dati tramite software e produzione di formati leggibili in XLS, Redazione report semestrale e trasmissione dello stesso all'Ufficio Energia del comune; l'anemometro indicato è idoneo a misurare velocità del vento da 1m/s fino a 96 m/s.



Figura 5 collocazione anemometro località cantiere

Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica

L'impianto fotovoltaico, da installare in copertura, è stato progettato per il container singolo e per l'aggregazione di due container. L'aggregazione a tre container è la somma dei due impianti, e permette la coesistenza di due attività che potranno usufruire ciascuna dell'energia generata da un impianto.

L'impianto per un container è di potenza nominale complessiva di 3,78 kWp per una produzione di 4.121 kWh annui e occupa una superficie di 22,26 m².

L'aggregazione di due container ricade nei casi di obbligo di installazione di impianti fotovoltaici, applicabile agli edifici di nuova costruzione (e agli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni rilevanti) secondo l'art.11 del D. Lgs. 03.03.2011 n. 28; in ottemperanza della norma è prevista la realizzazione di un generatore fotovoltaico, di potenzialità superiore al valore minimo previsto dal comma 3 dell'allegato 3 al D. Lgs. 03.03.2011 n. 28, pari a $S/K = 0,85 \text{ kW}_p$, con S superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno, pari a circa 55,32 m², e $K = 65 \text{ m}^2/\text{kW}$ per richiesta del titolo edilizio presentata dal 01.01.2014 al 31.12.2017.

L'impianto progettato per l'aggregazione di due container ha una potenzialità pari a 7,56 kW_p, ed è in grado di produrre circa 8.406 kWh/anno. L'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico è stata considerata nel bilancio energetico per la determinazione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, estiva e la produzione di acqua calda sanitaria, secondo le indicazioni della Raccomandazione CTI 14/2013.

Descrizione dell'impianto, emissioni evitate e risparmio di combustibile

L'impianto fotovoltaico è composto di pannelli al silicio monocristallino flessibili, posti in opera in copertura del container tramite fissaggio su forex con profili di alluminio. L'assenza di vetro e cornice rende i pannelli ultraleggeri e ultrasottili. La loro efficienza è di quasi tre volte maggiore di quella dei pannelli flessibili in silicio amorfo e sono costituiti da materiali plastici totalmente riciclabili.

La produzione di energia elettrica mediante conversione della radiazione solare riduce le emissioni inquinanti in atmosfera. La quantità di emissioni nocive annuali prodotte mediante le tradizionali fonti di energia elettrica al fine di produrre un valore di energia equivalente a quello generato annualmente dall'impianto fotovoltaico in progetto vengono indicate come emissioni evitate. I coefficienti di produzione delle emissioni inquinanti sono estratti da "Enel Rapporto ambientale 2012", mentre le percentuali di produzione di energia elettrica sono ricavate da "Rapporto annuale 2012", stilato dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (dati anno 2011).

Parlando di produzione e uso di energia è spesso conveniente esprimersi in termini di consumo fisico di un combustibile, ovvero individuando il quantitativo di energia primaria (ad esempio TEP, Tonnellate Equivalenti di Petrolio) per la realizzazione di 1 kWh di energia. L'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, con la Delibera EEN 3/08 del 20/03/2008 (GU n. 100 del 29.4.08 - SO n.107), ha fissato il valore del fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria in 0,187 TEP/MWh, ai fini del rilascio di titoli di efficienza energetica di cui ai DM 20/07/2004.


| <p style="text-align: center;">PRODUZIONE RINNOVABILI ED EMISSIONI EVITATE Fotovoltaico</p>  | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|------------------------------|-------------------------------|--|---|--------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|---|
| | Container | N. | Potenzialità impianto kWp | Produzione attesa kWh/anno | EQUIVALENTI DI PRODUZIONE TERMoeLETRICA | | | | EQUIVALENTI DI PRODUZIONE GEOTERMICA | | RISPARMIO DI COMBUSTIBILE Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) |
| | | | | | Anidride solforosa (SO ₂) non emessa Kg | Ossidi di azoto (NO _x) non emessi Kg | Polveri non emesse Kg | CO ₂ non emessa t | Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico) Kg | CO ₂ non emessa t | |
| TOTALI | 13 | 48,44 | 54065 | 37,9 | 47,74 | 1,69 | 28,19 | 1,69 | 0,29 | 10,1 | |
| 15 GIOCCAGIO' | 2+1 | 7,56+3,68 | 12527 | 8,78 | 11,06 | 0,39 | 6,53 | 0,39 | 0,07 | 2,34 | |
| 14 PARCO DEGLI ULIVI | 1 | 3,68 | 4121 | 2,89 | 3,64 | 0,13 | 2,15 | 0,13 | 0,02 | 0,77 | |
| 13 CANTIERE | 3 | 7,56+3,68 | 12527 | 8,78 | 11,06 | 0,39 | 6,53 | 0,39 | 0,07 | 2,34 | |
| 8 STADIO VIA FIRENZE | 1 | 3,68 | 4121 | 2,89 | 3,64 | 0,13 | 2,15 | 0,13 | 0,02 | 0,77 | |
| 7 PONTE PETRINO | 1 | 3,68 | 4121 | 2,89 | 3,64 | 0,13 | 2,15 | 0,13 | 0,02 | 0,77 | |
| 5 REPUBBLICA | 2 | 7,56 | 8406 | 5,89 | 7,42 | 0,26 | 4,38 | 0,26 | 0,05 | 1,57 | |
| 4 ALCALI | 1 | 3,68 | 4121 | 2,89 | 3,64 | 0,13 | 2,15 | 0,13 | 0,02 | 0,77 | |
| 2 PARCO FIERA | 1 | 3,68 | 4121 | 2,89 | 3,64 | 0,13 | 2,15 | 0,13 | 0,02 | 0,77 | |

Figura 6-Produzione rinnovabili ed emissioni evitate

Conclusioni

Il bilancio è complessivamente positivo. Il progetto, esaminato per gli aspetti che lo caratterizzano, centra pressoché tutti gli obiettivi espressi nelle strategie. Con l'abbattimento delle emissioni in cui si traduce la produzione di energia da fonti rinnovabili, il progetto sposa la pianificazione che l'amministrazione comunale ha affrontato con la sua adesione al Patto dei Sindaci, il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), che entro il 2020 pone alla città l'obiettivo di diminuzione delle emissioni di CO2 di almeno il 20%.

“Gli interventi non si limitano alla graduale implementazione della qualità delle acque e della salute degli ecosistemi ma sono orientati a promuovere sani stili di vita nella comunità, affrontando le trasformazioni di un rapporto delicato quale quello tra città e fiume in area mediterranea derivanti dal cambiamento climatico, nel complesso contesto sociale ed economico pratese”.

La scelta di caratterizzare fortemente il progetto secondo strategie di sostenibilità ha le proprie basi in questo approccio “sistemico” i cui frutti saranno colti dall'intera comunità.


|  | PROGETTO | Container | Materiali di coibentazione e infissi | Fotovoltaico | Anemometro | Pompa di calore | Illuminazione a LED | Fontanello acqua affinata |
|--|----------|-----------|--------------------------------------|--------------|------------|-----------------|---------------------|---------------------------|
| STRATEGIE | | | | | | | | |
| Ottimizzazione delle risorse naturali ed artificiali | | 😊 | 😞 | | | | | 😊 |
| Riduzione del consumo di energia | | | 😊 | | | 😊 | 😊 | |
| Promozione delle fonti energetiche naturali e rinnovabili | | | | 😊 | 😊 | | | |
| Riduzione dei rifiuti e delle emissioni | | 😊 | 😞 | 😊 | | 😊 | 😊 | 😊 |
| Aumento della qualità della vita per gli occupanti delle strutture | | | 😊 | | | | | 😊 |
| Diminuzione dei costi di manutenzione | | | | 😊 | | | | |

Figura 7 Bilancio del contenuto ecologico del progetto