

Research & Experimentation

architecture

PROGETTO AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE DEGLI AMBITI PERIURBANI ENVIRONMENTAL PROJECT AND ENHANCEMENT OF PERIURBAN TERRITORIES

Andrea Tartaglia*, Davide Cerati**, Guglielmo Di Chiara***

ABSTRACT - La valorizzazione delle aree rurali metropolitane è affrontata attraverso un'esperienza progettuale basata sull'integrazione delle componenti ambientali, economico-produttive e socio-culturali presenti nel quadrante Sud-Ovest della città metropolitana milanese. L'esperienza sperimenta un modello attuativo finalizzato a facilitare l'integrazione delle pratiche di recupero dei territori rurali peri-urbani, in coerenza con le politiche di sviluppo comunitarie e regionali. Le simulazioni progettuali hanno permesso di ridisegnare in maniera consapevole, proattiva e produttiva il paesaggio rurale e di ridefinire in chiave funzionale e prestazionale il ruolo degli edifici dismessi.

The enhancement of peri-urban rural areas is addressed through a design experience in the southwest of the Metropolitan city of Milan based on the integration of environmental, economic-productive and socio-cultural components. The experience develops an implementation model aimed at facilitating the integration of the rehabilitation practices of peri-urban rural territories in coherence with the European and regional policies for territorial development. Design simulations resulted in the conscious, pro-active and productive re-design of the rural landscape reshaping the role of abandoned buildings in a functional and performance key.

KEYWORDS: Progettazione tecnologico-ambientale, eco-innovazione, infrastrutture blu e verdi.

Environmental-technology design, Eco-innovation, Blue and green infrastructures.

Gli ambiti peri-urbani rappresentano oggi una delle realtà più emblematiche in cui approfondire le criticità nella gestione del rapporto tra ambiente costruito ed elementi naturali. Il saggio presenta i risultati di un progetto di valorizzazione ecologica, economica e socio-culturale di una porzione di territorio della città metropolitana di Milano¹, il Sud-Abbiatense, secondo un approccio multi-scalare e multi-disciplinare, tipico del progetto tecnologico ambientale. In particolare, è stata sviluppata una proposta di recupero degli ambiti rurali basata sull'integrazione e valorizzazione delle componenti ambientali, economico-produttive e socio-culturali che caratterizzano il territorio oggetto della proposta di intervento. Dal 2014, l'unità di ricerca *Governance progetto e valorizzazione dell'ambiente costruito* del Politecnico di Milano, con il supporto dell'area tecnica della Fondazione Sviluppo Ca' Granda e del Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi, ha indagato i caratteri morfo-tipologici dell'area, gli strumenti pianificatori vigenti e si è confrontata con gli *stakeholders* locali, individuando una serie di criticità ostative alla crescita sostenibile dei territori nel medio-lungo periodo. Tali criticità possono ascrivere a due tipologie di fattori.

La prima è intrinseca all'attuale modello produttivo del settore agricolo, che rappresenta uno

dei motori principali dell'economia locale, sia in termini di produzione diretta che di indotto. Il trend crescente dell'importazione di materie prime, la scarsa propensione all'innovazione da parte degli agricoltori e un quadro pianificatorio (locale e sovralocale) di natura fortemente vincolistica hanno portato a un graduale ma costante inutilizzo dei manufatti agricoli, per i quali risulta difficile e svantaggioso attuare anche la manutenzione ordinaria. Il deterioramento dell'ambiente costruito storico e il graduale spopolamento delle aziende agricole accentuano la perdita dei valori storico-culturali connessi alla cultura materiale e alla struttura sociale tipica delle aree rurali. La seconda riguarda invece la posizione geografica dell'area presa in esame che, pur trovandosi ai margini della città metropolitana milanese, soffre sia il deterioramento ecologico ambientale, sia le dinamiche localizzative delle nuove infrastrutture di servizio connesse alla mobilità, alla logistica e alla grande distribuzione organizzata.

Gli effetti delle criticità sopra espresse si riverberano a livello paesaggistico e ambientale nella perdita dei caratteri identitari. Si evidenziano infatti un processo di frammentazione causato da espansioni urbane a carattere residenziale e produttivo-artigianale, il consumo delle risorse naturali e l'aumento delle emissioni urbane inquinanti (inquinamento dell'aria e dell'acqua, inquinamen-



Fig. 1 - Il sistema delle marcite e degli irrigui nella Zona a Protezione Speciale (ZPS) presso Cascina Monte Oliveto.



Fig. 2 - La testa di un fontanile nel Sito di Interesse Comunitario (SIC) presso Morimondo.



Fig. 3 - Il salto idraulico presso la Conca del Perdono.

to acustico, ecc.). Nonostante questo scenario compromesso, esistono potenzialità per immaginare e programmare strategie di valorizzazione. Da questo punto di vista il primo problema da tenere in considerazione riguarda gli aspetti di *governance* del territorio metropolitano. Negli ultimi anni stanno emergendo, in Lombardia, nuovi modelli di attuazione di politiche e azioni volte alla valorizzazione e fruizione degli ambiti peri-urbani metropolitani, nei quali emergono con chiarezza l'ottimizzazione e la verifica di valutazione ambientale rispetto ai piani e ai programmi di finanziamento, a cui possono accedere sia gli enti pubblici territoriali che i soggetti privati². Un secondo problema riguarda la proprietà dei suoli indagati, riferibile, per la quasi totalità, ad un unico proprietario gestore, la Fondazione Sviluppo Ca' Granda, Ente pubblico di rilevanza regionale, strutturato al suo interno con competenze specializzate per la gestione e cura dei territori rurali.

Descrizione dell'area - L'area d'intervento ha una superficie territoriale di circa 4000 ettari ed è compresa tra il Comune di Pavia e il territorio periurbano dell'area metropolitana (sud Milano), tra i parchi regionali Parco agricolo sud Milano e Parco del Ticino. Essa ha conservato una forte identità agricolo-rurale; la vocazione agricola è avvalorata dalla presenza di circa 30 aziende agricole, per la maggior parte di proprietà della Fondazione Sviluppo Ca' Granda. La continuità del sistema agricolo è interrotta da un'infrastruttura viaria di collegamento intercomunale (la SS 526), che collega il Comune di Abbiategrasso con Pavia. A Est

dell'infrastruttura stradale si trova la porzione di territorio facente parte del Parco Agricolo Sud Milano, mentre a Ovest della stessa ci si trova nel Parco del Ticino con le componenti amministrative dei parchi e le zone a forte valenza naturale. Dal punto di vista naturalistico-ambientale, il territorio comprende al suo interno un Sito di Importanza Comunitaria (SIC) e una zona di protezione speciale (ZPS), con una grande presenza di zone umide (Fig. 1), foreste fluviali e fontanili (Fig. 2).

Un altro aspetto paesaggisticamente significativo è legato alla presenza di uno dei più importanti navigli leonardeschi: il canale Bereguardo. Costruito su volere di Gianmaria Visconti, duca di Milano, nel 1420, per circa quattro secoli è servito come importante via d'acqua per l'approvvigionamento alla città di Milano dei prodotti agricoli e dei manufatti per l'edilizia (coppi e mattoni), attraverso il suo collegamento al Naviglio Grande nei pressi della città di Abbiategrasso. Esso rappresenta un'opera di ingegneria idraulica complessa ed affascinante poiché, nonostante la sua ridotta lunghezza (18,5 Km.) conta 12 salti e altrettante conche di navigazione (Figg. 3, 4) per colmare il dislivello di 24,50 metri; solo con la costruzione del Naviglio Pavese, nel 1819 dismette la sua importante funzione di via d'acqua per il trasporto di merci e persone e assume il carattere di canale irriguo. Intorno alla costruzione del canale ad Est e alla bonifica dei territori alluvionali ad Ovest si è sviluppata l'economia agricola del territorio, fondata principalmente sull'allevamento dei bovini da latte e sulla coltivazione cerealicola, a forte prevalenza risicola.

Le infrastrutture per l'irrigazione caratterizzano la struttura di territorio in cui il naviglio di Bereguardo (che scorre in direzione NO- SE) costituisce l'asse principale. Sovrapposte alle reti blu, le reti ecologiche di infrastrutturazione verde forniscono corridoi verdi ripariali con aree boschive, oggi frammentari e in alcuni casi dal valore ecologico ridotto. In stretta connessione con l'infrastruttura blu, sono nati manufatti architettonici ad uso rurale che danno vita a un sistema di cascine dall'alto valore storico-culturale e paesaggistico. Grazie alla presenza del naviglio Bereguardo, come principale asse di connessione con i più vicini centri urbani, si sono sviluppate cascine quali:

- il Podere Bugo, in prossimità della Conca Bugo. Su un'area costruita di circa ha 5 compresa tra la conca Bugo e la SS.526, il podere si sviluppa a partire dal sec. XVIII; oggi presenta un nucleo più antico di edifici lineari disposti assialmente con funzione di abitazioni per i lavoratori, fienile e deposito. Edifici di costruzione più recente sono le nuove abitazioni isolate per i salariati e il nuovo fienile. La principale attività del podere è la produzione di riso, ma circa il 50% della superficie costruita è in stato di abbandono per inutilizzo;

- la Cascina Fornace, in prossimità della Conca del Perdono. In posizione di vicinanza con il naviglio, la cascina occupa un'area di ha 2. La principale attività produttiva è legata all'allevamento bovino che ha portato ad una conversione dell'uso dei manufatti architettonici, inizialmente utilizzati probabilmente per la produzione di mattoni in laterizio, da cui il toponimo. Circa il 50% degli edifici presenti nella cascina sono edifici



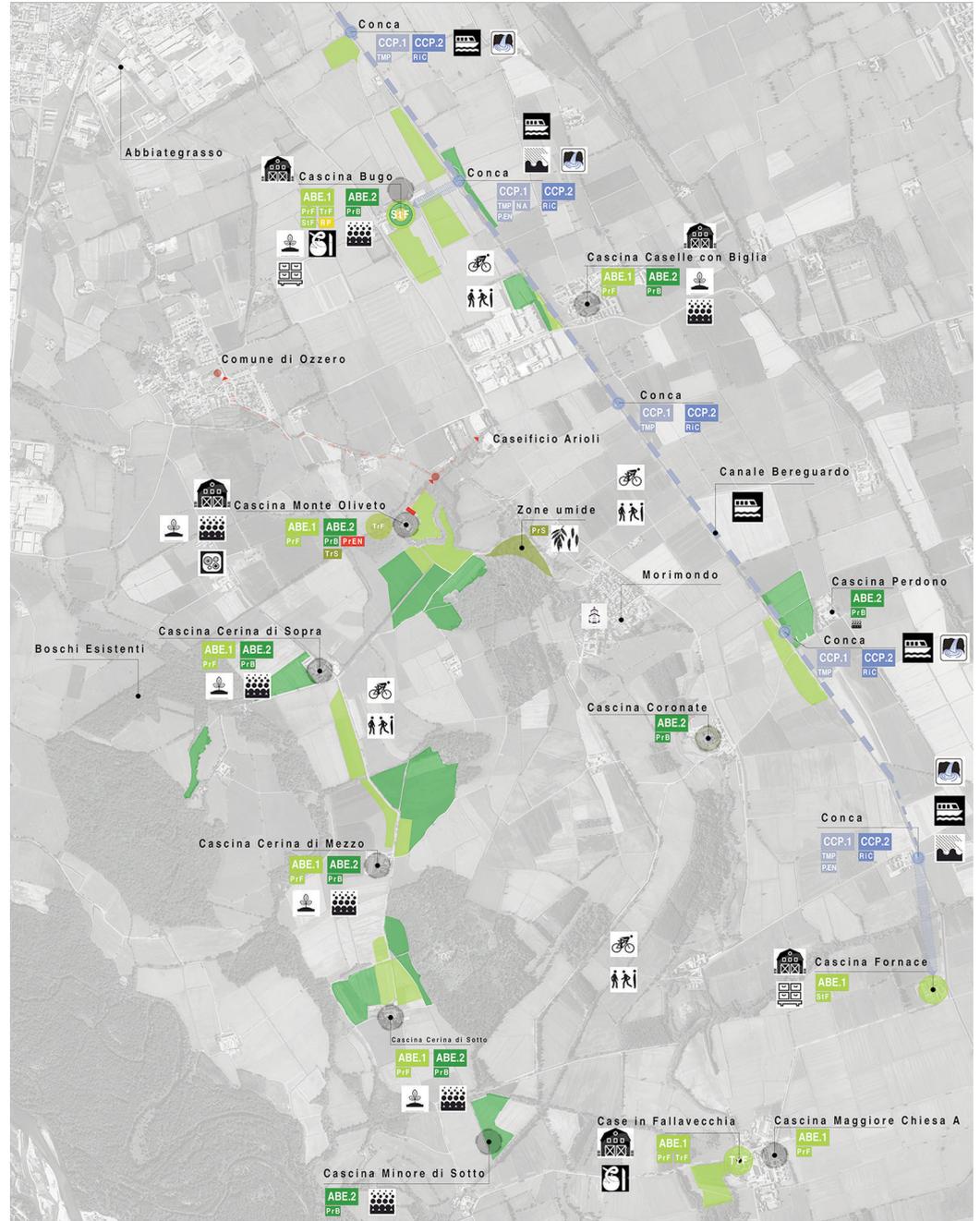
Fig. 4 - Foto della conca del naviglio Bereguardo.

considerati di valore storico culturale ambientale, il nucleo più antico ha un impianto a corte risalente al sec. XVIII. Nel caso della cascina Fornace, la maggior parte degli edifici sono utilizzati per l'allevamento del bestiame.

Numerose altre cascine si inseriscono all'interno dei territori della fondazione Sviluppo Ca' Granda. Tra queste il Podere Monte Oliveto, che si compone di manufatti architettonici dal valore paesaggistico e storico culturale; inizialmente costruito come podere per la produzione cerealicola, oggi fornisce grano e foraggio per l'allevamento dei bovini da latte della Cascina Cerina di Mezzo.

Metodologia d'intervento - Il progetto sperimentale per la valorizzazione del patrimonio costruito e di quello naturale è stato sviluppato secondo diverse fasi. A seguito di una fase iniziale di conoscenza delle aree, della costruzione del quadro esigenziale e della formulazione degli obiettivi, la definizione della *Smart Specialization Strategy* (SSS) e delle linee di azione-macro (definizione del *masterplan* territoriale) ha portato all'individuazione degli obiettivi dei singoli progetti pilota e alla formulazione dei programmi funzionali legati agli obiettivi specifici. Nella fase avanzata si è proceduto con elaborazioni progettuali significative dalla scala territoriale fino al dettaglio architettonico e tecnologico. La verifica della fattibilità delle soluzioni progettuali proposte, con attenzione al calcolo dei benefici ambientali (diretti e indiretti) ha permesso infine una valutazione qualitativa e quantitativa dei risultati raggiunti. L'analisi contestualizzata e la verifica delle azioni programmatiche in atto ha permesso di definire gli obiettivi che sono stati formulati attraverso la rielaborazione attenta delle potenzialità e criticità ambientali, economiche e socio-culturali rilevate. Il quadro di riferimento territoriale ha permesso di elaborare il piano strategico denominato F.I.L.A.R.E.T.E.A.M.³, in coerenza con le linee guida espresse dalla Fondazione, gli obiettivi regionali espressi nella DGR n. X/1042 del 5/12/2013 e quelli della strategia UE *Horizon 2020*. La rielaborazione del quadro di riferimento ha inoltre permesso di definire quattro macro-ambiti di azione: la creazione di nuovi modelli agro-produttivi; l'attivazione di un marchio di qualità alimentare; la valorizzazione del patrimonio per la fruizione turistica e culturale; la sperimentazione di modelli di *housing* e lavoro sociale in ambito agricolo.

Riferite a questi macro ambiti sono state individuate una serie di potenzialità del territorio: l'abbondante produzione di legname dalla gestione delle foreste⁴; l'eccellente qualità del latte vaccino da introdurre all'interno di logiche di filiera corta e la presenza di un caseificio di grandi dimensioni presentano potenzialità dal punto di vista economico-produttivo; le aree a forte valenza naturalistica, paesaggistica ed ecologica o la rete di poderi posti in posizione strategica lungo l'asta del canale Bereguardo, unite all'ampia dimensione delle superfici agricole coltivate per unità di podere, offrono l'opportunità di uno sviluppo economico orientato alla valorizzazione del patrimonio storico e naturalistico. Accanto a tali potenzialità sono emerse anche una serie di criticità importanti e sistemiche come la presenza di manufatti agricoli abbandonati e poco mantenuti, gli alti costi di gestione delle stalle, la ridotta propensione alla



Legenda Progetti Pilota

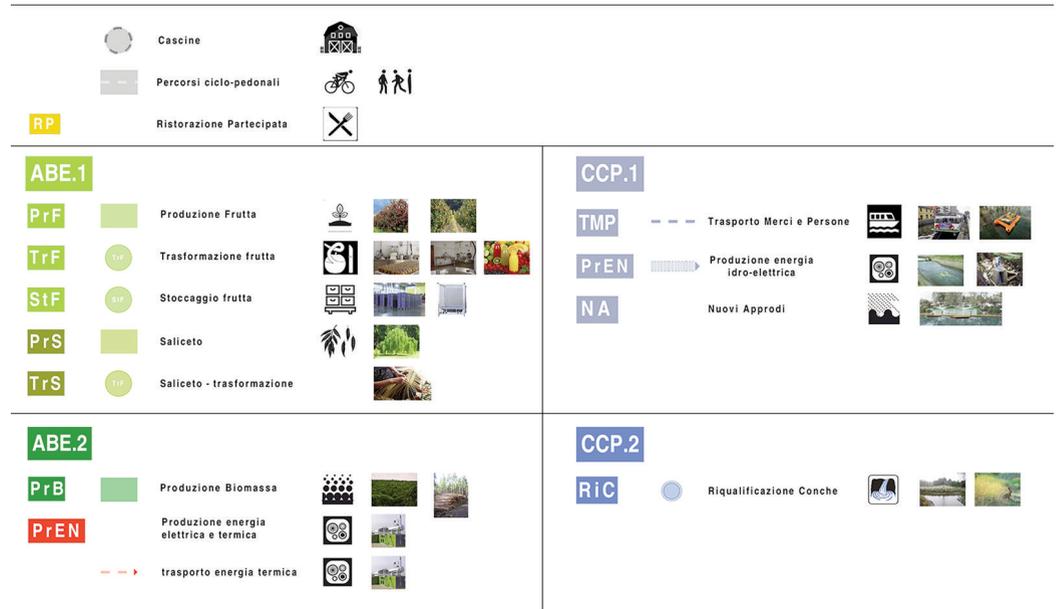


Fig. 5 - Masterplan degli interventi sistemici previsti sul territorio.

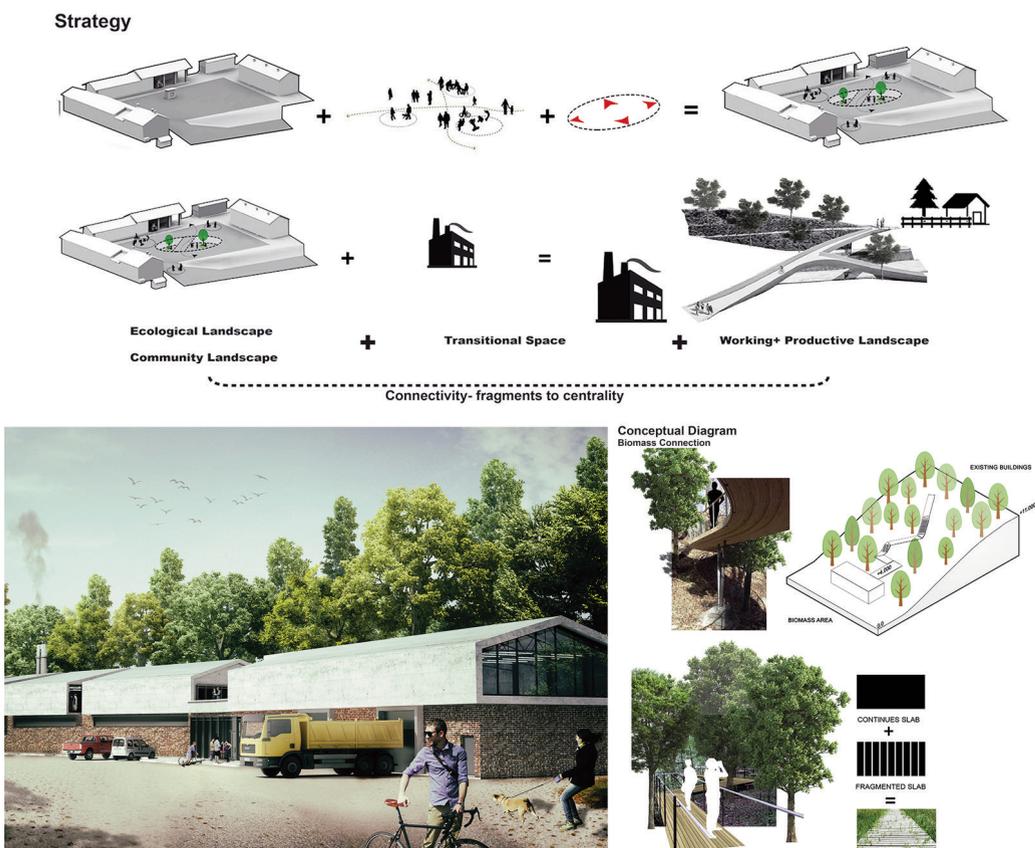


Fig. 6 - Strategie e suggestioni progettuali per la realizzazione di un impianto a biomassa presso la Cascina Monte Oliveto (elaborazione progettuale di E. Fereidooni, A. Masoumi, S. Purohit, F. Shadman Haghighi, E. Tanaka).

diversificazione delle funzioni per i manufatti inutilizzati. La mancanza di un network di promozione dei prodotti del territorio e gli alti costi di gestione e manutenzione del canale Bereguardo ampliano ulteriormente le vulnerabilità del territorio. Il quadro conoscitivo emerso ha permesso di elaborare una *Smart Specialization Strategy* (Foray D. et Alti, 2012) denominata 'Agro-Active-Landscape', attraverso la quale costruire due linee di azione: Agricoltura / boschi / energia (ABE) e

Canali / connessioni / produzione (CCP) (Fig. 5).

Azioni - La prima linea di azione (ABE) ha come obiettivo l'utilizzo sostenibile delle risorse boschive esistenti e la loro implementazione nei punti del territorio a maggior vocazione naturalistica. Le sue finalità sono volte alla conversione delle realtà produttiva cerealicola a realtà frutticole estensive e biologiche in grado di ridurre le emissioni di gas serra (CO₂) dovute all'attività

dell'Ospedale in area urbana e all'attività agricola intensiva negli insediamenti rurali della Fondazione. Inoltre, tale processo permette di innescare la creazione di una filiera energetica corta, volta alla produzione da fonte rinnovabile e all'utilizzo sostenibile dell'energia elettrica e termica. La seconda linea di azione (CCP) è volta a riattivare il canale Bereguardo come infrastruttura di trasporto per il conferimento dei beni primari (latte, frutta, cereali, carne e derivati) prodotti dal territorio verso la città di Milano. L'infrastrutturazione delle conche e la loro ri-naturazione in chiave ecologica garantiscono l'accessibilità del territorio per il trasporto di merci e per la fruizione turistica. In quest'ottica assume particolare rilevanza strategica l'utilizzo delle aziende agricole poste lungo l'asse del canale (Cascina Fornace, Podere Bugo, ecc.). Per la struttura morfo-tipologica e dimensionale dei manufatti esistenti, esse possono diventare, da un lato, il luogo dello stoccaggio e della trasformazione dei prodotti di filiera (Cascina Fornace), dall'altro, essere *hub* di servizio per i turisti (podere Bugo). Entrambi gli obiettivi formulati per le linee di azione ABE e CCP intervengono sul paesaggio naturale e costruito, contribuendo alla ricostruzione della sua matrice storica.

Programma funzionale e progetti - Le linee di azione individuano una serie di interventi progettuali legati alla valorizzazione del territorio e alla ri-funzionalizzazione strategica di alcune delle aziende agricole. Il programma funzionale prevede una serie di progetti pilota che coinvolgono in particolare il Podere Bugo e la vicina conca, la Cascina Fornace insieme alla Conca del Perdon e il Podere Monte Oliveto. In riferimento alla linea di azione ABE (Agricoltura-Boschi-Energia) è stata simulata la modifica della tipologia produttiva delle cascine con nuovi impianti biologici estensivi di frutta. Allo stesso tempo, vengono messi in atto interventi di protezione delle zone umide esistenti (fontanili), lungo le aree agricole a ridosso del canale Bereguardo. Tra gli interventi di rimboscimento, si è prevista la riqualificazione a saliceto del margine della zona umida nel Comune di Morimondo.

Le azioni di conversione agricola e di rimboscimento - proprio grazie all'alta presenza di massa boschiva e alla produzione del materiale di scarto (sfalci, potature e residui delle lavorazioni agricole) reimpiegabile come fonte energetica - offrono l'opportunità di generare energia da fonte rinnovabile con la tecnologia a biomasse; il Podere Monte Oliveto offre in questo senso molteplici vantaggi a favore dell'istallazione di un impianto a biomasse, grazie alla sua collocazione territoriale (dista m 500 dalla SS 526 e da un'industria casearia). L'impianto a biomasse, concepito come impianto consortile da kW 2500 termici e 500 KW elettrici, utilizza la legna derivante dagli abbattimenti programmati nelle foreste esistenti, dalle potature previste per gli impianti frutticoli e il saliceto e dagli scarti della lavorazione del riso⁵ (pula e gambo). L'energia elettrica prodotta a minor costo viene così ridistribuita alle aziende agricole, mentre una linea di adduzione dell'energia termica verso il vicino caseificio permette la produzione casearia a minor costo e in modo più sostenibile. Con una superficie massima di m² 1200 e un'altezza di m 8, l'impianto a biomasse accoglie la sfida della mitigazione dell'impatto



Fig. 7 - Esempio della possibile riattivazione della Conca Bugo (elaborazione progettuale di V. Loya, J. Molina, N. Oquendo, F. Santulli).

ambientale all'interno di un ambito paesaggistico di pregio. Il nuovo edificio, altamente tecnologico, si colloca all'interno dell'area agricola di pertinenza del podere (Fig. 6).

La linea di azione CCP (Canali-Conessioni-Produzione) sviluppa la riqualificazione delle infrastrutture blu e in particolare il canale Bereguardo, implementando la multifunzionalità ecosistemica e produttiva con soluzioni progettuali integrate. Il canale riqualificato permette, per sue caratteristiche, la combinazione della componente turistica con quella logistica. Attraverso tale infrastruttura, l'accessibilità turistica del territorio può essere implementata: un attracco attrezzato per il flusso dei visitatori presso la conca Bugo diventa un *hub* turistico. La vicina Cascina Bugo acquista così un'importanza determinante per la fruizione turistica, resa possibile anche attraverso la riconversione funzionale ad uso ricettivo e di accoglienza nella forma di fattoria 'sociale'. Allo stesso tempo la Conca del Perdono, insieme alla Cascina Fornace, rispondono alle necessità di spazi necessari per la creazione di un polo logistico e di trasformazione per i prodotti del territorio e per il loro trasporto verso i centri urbani attraverso la via d'acqua; la Conca Bugo si presta alla funzione di snodo turistico grazie alle dimensioni del suo bacino. Stimando un flusso turistico di 100 visitatori (in alta stagione) giunti attraverso imbarcazioni da diporto o attraverso la rete esistente di piste ciclabili, viene opportunamente riqualificata con la dotazione di un pontile mobile e con padiglioni reversibili a basso impatto ambientale. Essi ospitano le principali funzioni per l'accoglienza, quali caffetteria, deposito canoe, servizi igienici, servizio *bike sharing*, ecc. (Figg. 7, 11, 12).

A 200 metri di distanza, la Cascina Bugo offre l'opportunità di fornire servizi di *housing* temporaneo, ristoro ed attività collettive. Gli spazi esterni vengono adibiti ad orti biologici collettivi, con spazi condivisi; la presenza di alcune serre offre l'opportunità di sperimentazione agricola, i cui risultati possono essere condivisi all'interno del centro polifunzionale, ospitato nel vecchio fienile, opportunamente riqualificato. La redistribuzione degli spazi interni della stecca edilizia, posta sul lato sud, permette la creazione di abitazioni duplex per i visitatori e per i lavoratori della fattoria 'sociale', per un totale di 30/40 posti letto. Un punto vendita, collocato lungo la strada intercomunale, permette infine di creare un ulteriore catalizzatore economico per la vendita al dettaglio dei prodotti del territorio (Fig. 8). La Conca del Perdono, distante circa 700 metri dalla Cascina Fornace, è una opportunità per la valorizzazione del territorio. La sua dimensione è sufficiente per la creazione di una piattaforma logistica di carico-scarico merci per il trasporto su acqua, mentre la Cascina Fornace diventa un polo di stoccaggio e di trasformazione dei prodotti del territorio. Essa, opportunamente collegata alla Conca del Perdono, offre l'opportunità di una crescita economica dovuta alla messa a sistema delle eccellenze agricole del territorio. Per collegare la Cascina alla conca, tra le varie alternative vi è quella di prevedere un trasporto elettrico su acqua che convoglia le merci in un nuovo edificio, prospiciente la conca (Figg. 9, 13, 14).

Tale edificio, progettato secondo il criterio di reversibilità, trova un dialogo con il paesaggio circostante, ne include alcuni elementi come la

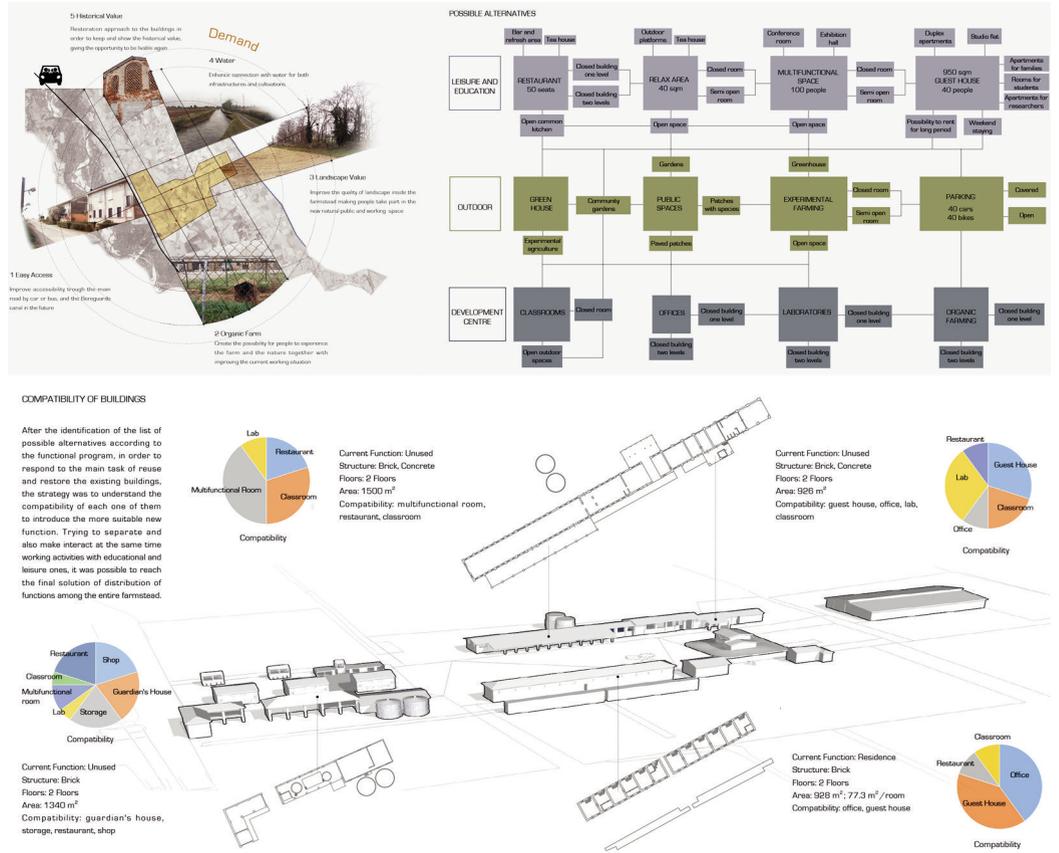


Fig. 8 - Strategia di intervento per il recupero funzionale della Cascina Bugo (elaborazione progettuale di F. Giantin, M. Li, Y. Luo, Y. Silahdaroglu).

copertura a prato (rispondendo alle necessità di basso impatto ambientale dei materiali e dei consumi energetici). La Cascina Fornace contiene al suo interno uno degli edifici di maggiore pregio storico-culturale tra quelli in possesso della Fondazione Ospedale Maggiore Ca' Granda; la sua funzione viene opportunamente riconvertita per svolgere una funzione economica di grande

impatto positivo per il territorio: lo stoccaggio e la trasformazione di prodotti quali il latte (10 tonnellate al giorno previste), i cereali o la frutta, possono essere accolti all'interno dei suoi edifici quali l'edificio a corte.

Conclusioni - Nella logica di un corretto approccio *life cycle thinking*, le alternative progettuali sono



Fig. 9 - Ipotesi progettuale per l'utilizzo a scopo produttivo/logistico della Conca del Perdono presso la Cascina Fornace (elaborazione progettuale di G. Toma, L. Tuan Nam, P. Chapanon, S. Upadhyaya).

Ecological Solutions

Impact Estimation

The implementation of new economical activities, the increment of number of users and the construction or interventions in historical buildings, or in natural spaces is going to produce an impact. Here it is showed an estimated of the water, gas and energy requirements for the use phase of the project.

Season	Spring	Summer	Autumn	Winter	Year
Estimated Number of Visitors per Year	1550	3375	1420	2020	8365

Estimating that: Each bar visitor will stay 3 hours
Each hostel visitor will stay 24 hours

Approximate number of hours that users will stay in the place in one year	Water consumption per person per hour (l)	Total water consumption (l)	Hot-Water consumption per person per hour (l)	Total of Hot water consumption (l)	Total water waste (80% of used water)	Electric power consumed per person per hour (kwh)	Total electric energy consumed in a year (kwh)	Gas consumption per person per hour (m3)	Total gas consumption (m3)
60753	9.49	576321,27	3.75	227823,75	461057,01	0,12	7105,88	0,04	2620,84
Source:	1. Stat. Standards Consumption of water per person per year: 83,3m3		engineeringtoolbox.com Hot water consumption in Hotels-bars per person per day:90l		OPS/library	1. Stat. Standards electric power per person per year: 1024,6kwh		1. Stat. Standards Gas consumption per person per year: 177,3m3	

Summary results



Carbon Footprint



MATERIALS REQUIRED FOR CONSTRUCTION	SPECIFICATION	TOTAL	UNITS
STEEL PROFILE COLUMNS	PROFILE IPE 240	2394,6	kg
STEEL PROFILE BEAMS	SQUARE STEEL TUBES	2826,72	kg
ROOF: Kingspan's roof panel systems	Roof Panels	271,22	m2
WOOD FLOOR	Based on cradle to grave	6,78	m3
WOOD WALLS	Staves of treated wood panels treated hard wood	53,02	m3

LCA CARBON FOOT PRINT NEW BUILDING: DOCK AND CANOE GARAGE

MATERIALS REQUIRED FOR CONSTRUCTION	DECLARED UNIT	GLOBAL WARMING POTENTIAL -GWP (kgCO2-eq.)	QUANTITY REQUIRED	TOTAL GWP (kgCO2-eq.)
STEEL PROFILE COLUMNS	1 kg of steel	1,65482	2394,6	3962,631972
STEEL PROFILE BEAMS	1 kg of steel	1,65482	2826,72	4677,71279
ROOF	1 m2 of panel	48,974402	271,22	13282,83731
WOOD FLOOR	1m3	610	6,78	4135,8
WOOD WALLS	1m3	610	53,02	32342,2
TOTAL				58401,18207

If one tree can store 1500 kg of co2

It is necessary to plant 39 trees



Fig. 10 - Esempio di valutazione degli impatti ecologico-ambientali in fase di progetto (elaborazione progettuale di V. Loya, J. Molina, N. Oquendo, F. Santulli).

state oggetto di pre valutazione attraverso l'utilizzo di un quadro articolato di indicatori di carattere ambientale e socio-economico. Elementi come la riduzione di CO₂ degli inquinanti e dei consumi energetici, la valorizzazione degli ambiti naturali e l'aumento della biodiversità, la correlata creazione di nuove professionalità in ambito rurale, la diversificazione delle attività agricole, l'aumento dell'inclusione sociale e il recupero di manufatti dal significativo valore paesaggistico e storico-culturale sono stati gli elementi guida per selezionare le alternative di progetto e individuare le scelte con maggior valore aggiunto (Figg. 10, 15).

L'esperienza evidenzia l'importanza d'integrare le soluzioni progettuali di carattere paesaggistico, architettonico e ambientale con una chiara visione produttiva per l'uso e la gestione dei territori agricoli di carattere periurbano; infatti, solo un uso di carattere economico di questi territori è in grado di generare localmente le risorse necessarie per il mantenimento e la salvaguardia di un patri-

monio culturale e ambientale. Diversamente quei territori agricoli non possono che essere oggetto di progressivi fenomeni di abbandono, degrado e frammentazione funzionale, con forti erosioni dovute all'inserimento di funzioni impattanti che vengono espulse dagli ambiti urbani. La multifunzionalità rappresenta una caratteristica sempre più imprescindibile per questi territori, che garantiscono molteplici servizi ecosistemici, non solo per la comunità locale, ma anche per i relativi ambiti urbani di riferimento.

ENGLISH

Peri-urban contexts represent nowadays one of the most emblematic areas where to deepen the critical issues in the management of the relations between built environment and natural elements. The essay presents the results of a project based on ecological, economic and socio-cultural enhancement strategies for a portion of the metropolitan area of Milan¹, the Sud-Abbatense,

according to a multi-scalar and multi-disciplinary approach, typical of the environmental technology design. In particular, the rehabilitation/recovery proposal of the rural areas has been based on the integration and enhancement of the environmental, economic, productive and socio-cultural components that shape the area of intervention. Since 2014, the research unit 'Governance, project and enhancement of the built environment' of the Politecnico di Milano, with the support of the technical area of the Fondazione Sviluppo Ca' Granda and the Consortium Est Ticino-Villoresi has researched on the morpho-typological features and the design tools with regards to the case study area. In particular, facing the local stakeholders and pointing out a set of critical issues that impede the sustainable growth of the territories in the medium long term.

These criticalities can be attributed to two factors of different typology. The first critical factor comes from the inner productive model of the agriculture sector, representing one of the principal drivers of the local economy both in terms of direct production and in terms of related services sector. The growing trend of the import of primary goods, the scarce tendency to innovation of the farmers, together with a planning framework (both local and over-local) that dramatically constrains the local economy has led to a gradual but constant abandonment of the rural productive buildings, with the present result of a difficult normal maintenance. The deterioration of the historic built environment and the gradual depopulation of the agriculture holdings (Tab. 1) has stressed the loss of historic and cultural values connected to the material culture and the societal structure typical of the rural contexts. The second concerns the geographical position of the case study area that, while being at the edge of the metropolitan city of Milan, it suffers both the deterioration of the ecological environment and the realization of new service infrastructures connected to mobility, logistics and the large retail sector. The effects of the described issues reflect at the landscape and environmental level on the loss of identity. Indeed, a process of fragmentation is generated by the urban expansions with residential and productive-artisanal features, the natural resources consume and the growing emissions of urban pollutants (pollution of the air and the water, acoustic pollution, etc.).

Despite this compromised scenario, relevant potentialities can help to imagine/foresee and display strategies of enhancement. From this point of view, the first aspect to take in account involves the aspects of governance of the metropolitan territory. In the last years, new models of political actions are emerging towards the enhancement and use of the peri-urban metropolitan areas, where the optimization and verification of environmental assessments clearly come out concerning the financing plans and programmes to which both local and private entities² can access. A second aspect concerns the soil properties within the case study area. It can be referred to a single landlord, the Fondazione Sviluppo Ca' Granda, a public institution of regional importance, structured internally with specialized skills for the management and care of rural areas.

Description of the case study area - The area of inter-

vention is of a territory of about 4000 hectares, in-between the municipality of Pavia, the peri-urban territories of the metropolitan area of Milan (Sud Milano), and the two regional parks Parco Agricolo Sud Milano and Parco del Ticino. The area has preserved a strong agriculture and rural identity. The agricultural vocation is valued with the presence of approx. 30 agriculture companies, which major part is owned by the Fondazione Sviluppo Ca' Granda. The continuity of the agriculture system is interrupted by a major infrastructure of inter-municipality connection (SS 526) which connects the municipality of Abbiategrasso with Pavia. On the east side of the road a portion of the Parco Agricolo Sud Milano, on the west the Parco del Ticino with strong natural value. From the natural-environmental point of view, the territory includes a Site of Community Importance (SCI) and a Special Protection Area (SPA), with a major presence of humid areas (Fig. 1), river forests and springs (Fig. 2).

Another aspect of landscape significance is the presence of one of the most important of navigli leonardeschi (artificial canals designed by Leonardo da Vinci): the Bereguardo canal. Built by Gianmaria Visconti, duke of Milan, in 1429, it has been used during about four centuries as a main waterway for the transportation of agriculture products and construction products (tiles and bricks), thanks to its connection with the Naviglio Grande along the town of Abbiategrasso. The Bereguardo canal represents an hydraulic engineering system of complexity and fascination. Indeed, despite a reduced length (18,5 km) it counts 12 hydraulic jumps and naval basins (conche) to bridge the difference of 24.50 meters (Figg. 3, 4). With the construction of the Naviglio Pavese, in 1891, the Bereguardo canal loses its importance as a waterway for goods and people transportation assuming the role of an irrigation channel. Due to the construction of the canal to the East and the reclamation of the alluvial areas to the West, the agriculture economy of the territory - founded mainly on the breeding of dairy cattle and on the cultivation of cereals, mainly rice crops- developed.

The infrastructures for irrigation characterize the structure of the territory where the Naviglio di Bereguardo (flowing NW-SE) is the main infrastructural axis. Layered on the blue grids, the ecological grids for green infrastructure nowadays generate green corridors and forests of fragmentary shape and low ecological values. In relation with the blue infrastructures, several rural buildings have been developed giving birth to a system of farmsteads (cascine) of high historical, cultural and landscape value. The presence of the Naviglio Bereguardo as main axis of connection with the nearest urban centres stimulated the development of several farmsteads, like:

- Podere Bugo, close to Conca Bugo. Over an area of approximately 5 hectares within the conca Bugo and state road 526, the farmstead has developed starting from the XVIII century; nowadays, it presents an ancient built part of linear buildings arranged axially with functions of dwellings for workers, a barn and a storage. Newer buildings are used as single houses for wageworkers and as a new barn. The main activity of the farm is the production of rice, but about 50% of the fabrics is in a state of abandonment due to inactivity;

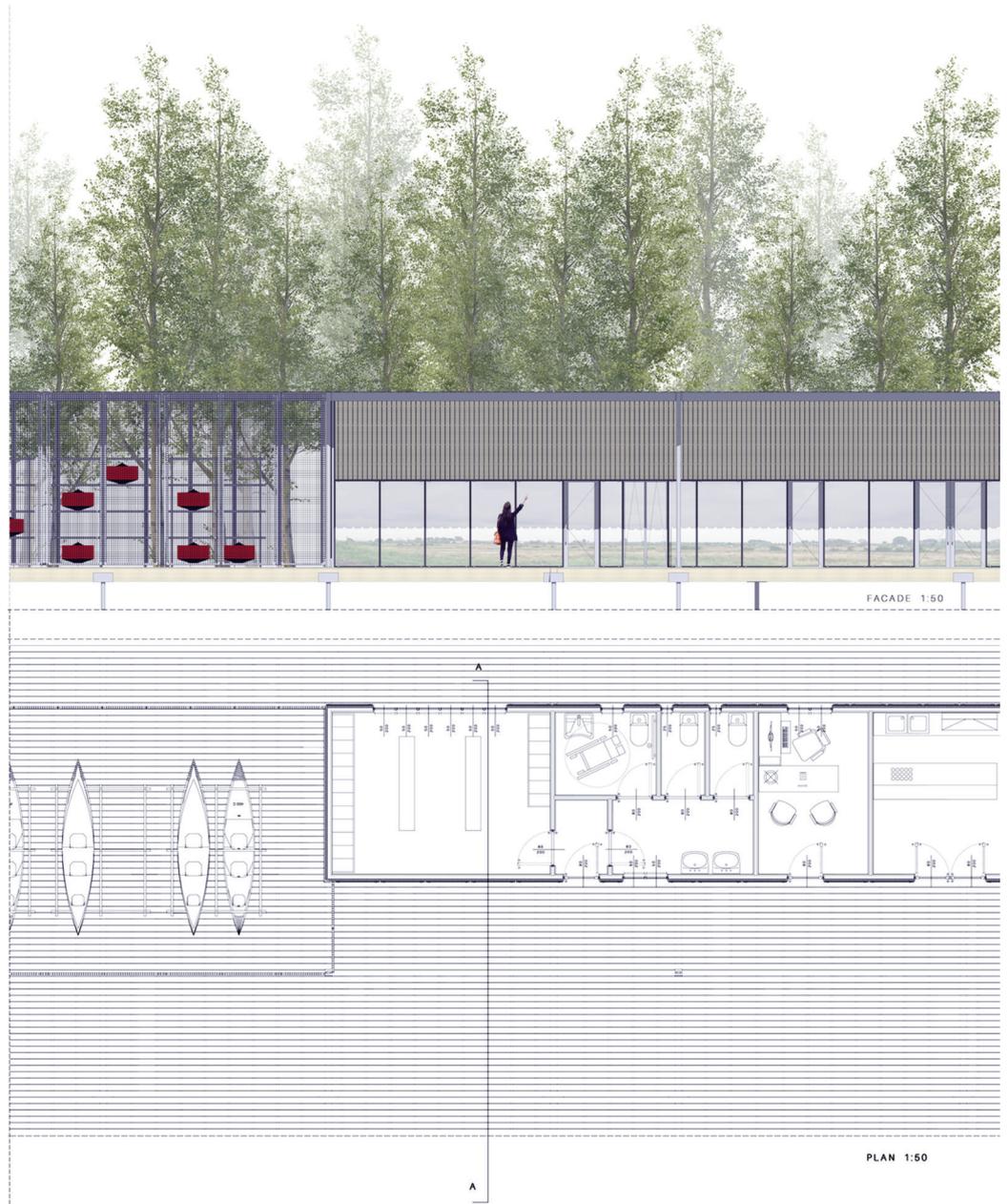


Fig. 11 - Pianta e sezione dell'edificio per l'accoglienza dei turisti posto sulla Conca Bugo (elaborazione progettuale di A. Alquati, Q. Li, L. Tang, B. Sedighmanesh).

- Cascina Fornace, near the Conca del Perdone; close to the Naviglio Bereguardo, the farmstead covers an area of 2 hectares. The main production is the cattle breeding which led to a conversion of the use of the architectural artefacts that initially have been probably used for the production of bricks, which gives the name to the farmstead. About 50% of the buildings of the farmstead have environmental, cultural and historical value. In fact, the ancient built core has a main court dating back to the XVIII century;

- Podere Monte Oliveto, composed of architectural artefacts of landscape, historic and cultural value. Initially built as a farm for the production of cereals, today supplies wheat and fodder for the breeding of dairy cattle of the Cascina Cerina di Mezzo.

Methodology - The experimental project for the enhancement of the built and natural heritage has developed following several steps. In the first phase, the research on the case study area helped

to define the framework of needs and goals. Then, the definition of the Smart Specialization Strategy (SSS) and the lines of macro-action (definition of the territorial master plan) has led to outline both the goals of the single pilot project and the functional programmes linked to the specific goals. In the advanced phase, significant projects have been developed from the territorial scale to the architecture and constructive detail. The trial of the feasibility of the design solution proposed has finally led to a qualitative and quantitative evaluation of the results with specific attention to the assessment of environmental benefits (direct and indirect).

The contextualised analysis and the evaluation of the ongoing programme actions has allowed to define the objectives generated through the critical reprocessing of the potential and critical issues related to the environmental, economic and socio-cultural surveyed aspects. The territorial framework led to process the strategy plan called F.I.L.A.R.E.T.E.A.M.³, in coherence with the guide-



Fig. 12 - Rendering dell'intervento sulla conca Bugo (elaborazione progettuale di A. Alquati, Q. Li, L. Tang, B. Sedighmanesh).

lines expressed by the Foundation, the regional objectives expressed by the DGR n. X/1042 of the 2013.12.05 and the UE strategy Horizon 2020. The reprocessing of the reference framework has helped to define four main macro-areas of action: the creation of new agro-productive models; the activation of a food quality brand; the enhancement of the heritage for the tourist and cultural access and use; the experimentation of housing models and social work in the agriculture sector.

Related to these macro areas, several potentialities of the territory have been identified. The

abundant production of wood coming from the forestry management⁴, the excellent quality of the cow's milk (that shall be introduced in a short chain system) and the presence of a large cheese factory provide potentials in the economic-productive sector. The areas with a strong naturalistic, landscape and ecologic value, the network of farmsteads in the strategic spots along the trunk of the Bererguardo canal, the wide extension of the cultivated fields related to each farmstead give the opportunity for economic growth oriented towards the enhancement of the historic and

natural heritage. Along with the described potentialities, a number of important and systemic criticalities have emerged such as the presence of abandoned or low maintained agriculture artefacts, the high costs of management of the barns, the little propensity to diversification of functions for unused artefacts. The absence of a network for promotion of the goods from the territory and the high costs of maintenance of the Bereguardo canal broaden the vulnerability of the territory. The framework of knowledge that came out from the research allowed to elaborate a smart specialization strategy (Foray et al., 2012) called Agro - Active Landscape, building two lines of action: agriculture / woods / energy (AWE) and canals / connections / production (CCP) (Fig. 5).

Actions - The first line of action (AWE) has the goal to use in a sustainable way the existing forestry resources and their implementation within the spots of territory of greater naturalistic importance. The final goals are directed towards the conversion of the cereal production to extensive organic fruits production able to reduce/compensate the green house gasses emission (CO₂) produced by the activities of the Ca' Granda hospital and the intensive agriculture activities in the rural areas of the Foundation. Furthermore, this process allows generating a short energy chain for the production of renewal energy and the sustainable use of electricity and thermal energy.

The aim of the second line of action (CCP) is to re-activate the Bereguardo canal intended as a mobility infrastructure for the transportation of primary goods (milk, fruits, cereals, meat and derived products) produced within the territory and carried to the city of Milan. The rehabilitation of the naval basins and their re-naturalization from the ecological aspects guarantee the accessibility of the area for the transportation of goods and visitors. From this point of view, the re-use of the productive farmstead located along the Bereguardo canal play a strategic role (Cascina Fornace, Podere Bugo, etc.). Due to the morphotypological and dimensional structure, the existing farmsteads may become a place for storage and transformation of raw materials from the short chain (Cascina Fornace) or service hub for the visitors (Podere Bugo). The two goals delineated for the lines of action AWE and CCP act on the natural and build environment, contributing to the rehabilitation of the historical matrix.

Functional program and projects - The lines of action indicate a series of project interventions connected to the enhancement of the territory and to the strategic re-functionalization of some farms. The functional program involves a number of pilot projects that interest the Podere Bugo and the related basin, the Cascina Fornace and the Conca del Perdono, and Podere Monte Oliveto. Concerning the line of action AWE, a simulation of the change of productive function of the farmsteads has been developed, with new fruits fields. At the same time, interventions on the existing wetlands (springs) would take place in the crops along the Bereguardo canal. Among the reforestation interventions, the retraining in willows of the edges of the wetland in the municipality of Morimondo was planned. Thanks to the high presence of forest mass and to the produc-

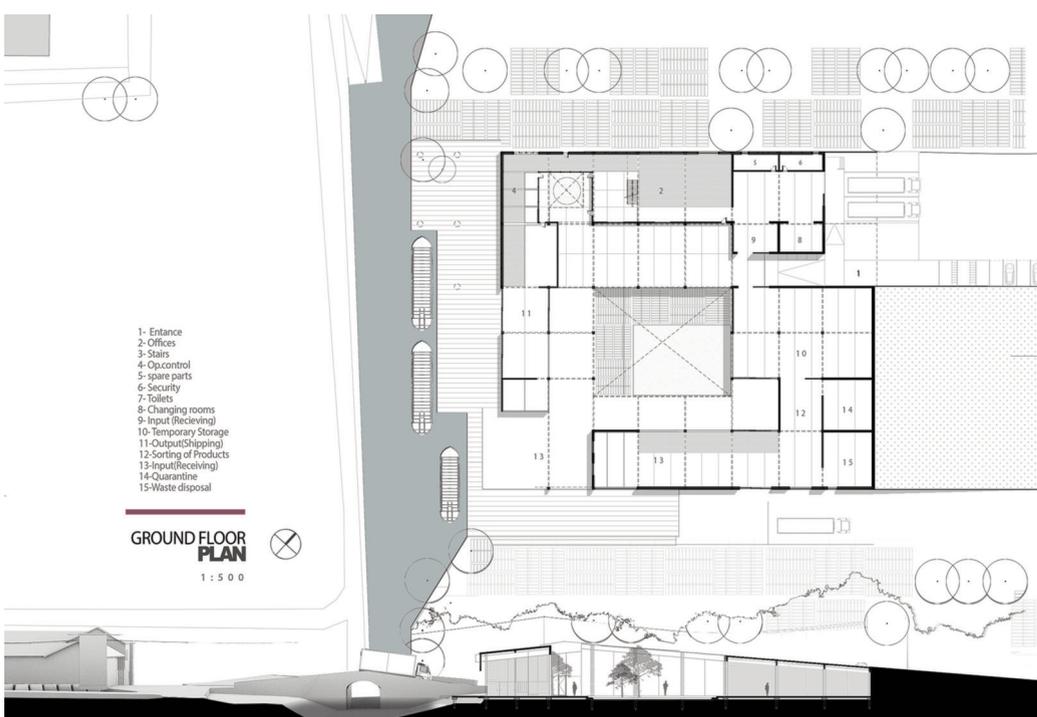


Fig. 13 - Pianta e sezione del nuovo edificio per il trasferimento delle merci sulla Conca del Perdono (elaborazione a cura di D. Abboud, P. Biolchi, M. Elshafei Hazem, B. Mohamed, R. Zeinoun).

tion of waste material (waste, pruning and residues of agricultural processing) re-employable as an energy source, the actions of agricultural conversion and reforestation offer the opportunity for Energy generation from renewable sources with biomass technology.

The Podere Monte Oliveto offers in this sense many advantages in favour of the installation of a biomass plant; thanks to its territorial location (is 500 metres from the SS526 and the dairy industry). The biomass plant, conceived as a consortium plant from KW 2500 thermal and 500 kw electric, uses the wood deriving from the abatement programmed in the existing forests, from the pruning planned for the fruit plants and for the willows and from the waste of rise processing⁵ (chaff and stalk). The electricity produced at lower cost is thus redistributed to the farms, while a line of thermal energy supply to the nearby dairy allows the dairy production at lower cost and in a more sustainable way. With a maximum area of sqm 1200 and a height of m 8, the biomass plant embraces the challenge of the environmental impact mitigation within a prestigious landscape area. The new technological building is located within the agricultural area of relevance of the farm (Fig. 6).

The CCP line of action (channel-connection-production) develops the rehabilitation of the blue infrastructure and in particular the Bereguardo canal, implementing the ecosystem and the productive multifunctionality with integrated design solutions. The requalified channel allows, by its characteristics, the combination of the tourist component with the logistics functions. Through this infrastructure, the tourist accessibility of the territory can be implemented. A dock equipped for the flow of visitors at the Conca Bugo becomes a tourist hub. Thus, through the functional conversion to receptive and welcoming use in the form of a 'social' farm, the nearby Cascina Bugo acquires a decisive importance for tourist enjoyment. At the same time, the Conca del Perdono, together with the Cascina Fornace, meet the needs of spaces necessary for the creation of a logistic pole for the transformation of the products of the Territory and their transport to the urban centres through the waterway. The Conca Bugo lends itself to the function of tourist hub thanks to the size of its basin. Estimating a tourist flow of 100 visitors (in high season) reached through pleasure crafts or through the existing network of cycle paths, is opportunely retrained with the endowment of a floating dock and with reversible pavilions at low environmental impact. They host the main functions for the reception (cafeteria, canoe depot, toilets, bike sharing service, etc.) (Fig. 7, 11 e 12).

At 200 meters away, Cascina Bugo offers the opportunity to provide temporary housing services, restaurants and collective activities. The outdoor spaces are used for collective organic gardens, with shared spaces; the presence of some greenhouses offers the opportunity of agricultural experimentation, whose results can be shared within the multipurpose centre, housed in the old barn, opportunely requalified. The redistribution of the interior spaces of the building located on the south side, allows the creation of duplex homes for visitors and for workers of the 'social' farm, for a total of 30/40 beds. A retail space, located along the intermunicipal road, finally allows creating a further economic catalyst for

the retail sale of the products of the territory (Fig. 8).

The Conca del Perdono, distant about 700 meters from the Cascina Fornace, is an opportunity for the enhancement of the territory. Its size is sufficient for the creation of logistic platform loading-unloading goods for the transport on water while the Cascina Fornace becomes a pole of storage and processing of the products of the territory. Opportunely linked to the Conca del Perdono, it offers the opportunity for economic growth due to the system of agricultural excellence in the territory. To connect the Cascina with the Conca, among the various alternatives there is to foresee an electric transport on water that conveys the goods in a new building, facing the basin (Fig. 9, 13 e 14). This building, designed according to the parameter of reversibility, finds a dialogue with the surrounding landscape, with some elements such as the green roof (responding to the needs of low environmental impact of materials and energy consumption). The Cascina Fornace contains in itself one of the most valuable historical-cultural buildings among those in possession of the Fondazione Ospedale Maggiore Ca' Granda. Its function is appropriately reconverted to carry out an economic function of great positive impact for the territory. The storage and processing of products such as milk (10 tons per day), cereals or fruit, can be hosted within the existing buildings such as the court building.

Conclusions - In the logic of a proper life cycle thinking approach, the design alternatives were the object of pre-evaluation with an articulated framework of environmental and socio-economic indicators. Elements such as CO2 reduction of pollutants and energy consumption, the enhancement of natural areas and the increase of biodiversity, the related creation of new professionalism in rural areas, the diversification of agricultural activities, the increase of the social inclusion and the recovery of artefacts with a significant landscape and cultural historical value were the guiding elements for selecting the project

alternatives and identifying the most added value choices (Fig. 10, 15). The experience highlights the importance of integrating the design solutions of a landscape, architectural and environmental nature with a clear production vision for the use and management of agricultural territories of discovery character. In fact, only an economic use of these territories is able to generate locally the resources necessary for the maintenance and preservation of a cultural and environmental heritage. It can only be subject of progressive phenomena of abandonment, degradation and functional fragmentation with strong erosion due to the insertion of highly influencing functions that are expelled from urban areas. Multifunctionality is an increasingly indispensable feature for these territories that guarantee multiple ecosystem services not only for the local community but also for the relevant urban areas of reference.

NOTES

1) La città metropolitana di Milano, istituita con Legge n. 56 del 2014, aggrega 134 comuni su un territorio di oltre 1.500 km², per una popolazione di oltre tre milioni di abitanti.

2) In particolare si fa riferimento ai contenuti dell'Accordo Quadro Sviluppo Territoriale (AQST)-D.G.R. X/2622 del 07/11/2014.

3) F.I.L.A.R.E.T.E.A.M., *For Innovation of Landscape and Agriculture: Renewable Energy, Territorial Economy and Amelioration Management*. Il piano è stato il primo atto di una collaborazione che ha poi dato luogo a una Convenzione con la Fondazione Sviluppo Cà Granda (13.05.2015, responsabile Elena Mussinelli, Dipartimento ABC) e finalizzata alla definizione di strategie, azioni e progetto per il recupero del patrimonio culturale della Fondazione e per la promozione e la valorizzazione fruitiva del relativo contesto paesaggistico e territoriale.

4) Il Piano di Assestamento Forestale redatto dalla Fondazione Sviluppo Ca' Granda nel 2014 prevede una gestione degli scarti forestali (abbattimenti programmati e puliture del sottobosco) per una quantità pari a circa 1.600 tonnellate/anno.

5) È in fase di sperimentazione, da parte di una start-up



Fig. 14 - Rendering dell'intervento sulla Conca del Perdono (elaborazione di D. Abboud, P. Biolchi, M. Elshafei Hazem, B. Mohamed, R. Zeinoun).

ENERGY CONSUMPTION ESTIMATION				CARBON FOOTPRINT ESTIMATION				
MILK PROCESSING AND HANDLING								
Process	Energy consumption		electrical total	Unit of measurement	Utilized area	Kg Co2	Total co2 emission	No. of trees
	Heat (steam)	kg steam/lit. milk						
pasteurization	0.012	750,000	103,000		126 m2	3.76	598	13
separation	--	--	120,000		882 m2		14,376	
homogenization	--	--	600,000		1 m2	499.52	2.0	999.04
sterilization	0.4	21,300,000	--			578.89		1157.78
Bottle filling	--	--	52,000			188		376
One day energy consumption			22,965,000			149.85		253.3
ANNUAL ENERGY CONSUMPTION=			9,608,554.8 kWh			148.79		297.58
RESIDENTIAL			Annual energy consumption for one residential unit=2,777 kWh			42.10		84.2
OFFICES			Annual energy consumption = 1,254 kWh			149.85		300
RETAIL			Annual energy consumption = 252 kWh			113.5		341.6
EXHIBITION AREA			Annual energy consumption = 7089 kWh			119		358.19
RECREATIONAL AREAS			Annual energy consumption=19,099 kWh			50.8		144.78
ANNUAL ENERGY CONSUMPTION=			9,649,435 kWh			38.05		1199
DRY WALL PANELS						43.06		1357
STEEL BEAMS AND COLUMNS (I SECTION)						119.2		3756
DOUBLE GLAZED WINDOWS								22

Fig. 15 - Tavola di confronto tra i consumi energetici della filiera del latte e l'analisi dell'impronta di carbonio degli interventi sul patrimonio costruito (elaborazione a cura di A. Calamari, W. Jikang, A. Rajabikhorasani, A. Riaz).

Tipo dato		numero di aziende				
Anno	1982	1990	2000	2010	variaz 1982-2010	
Territorio						
Italia		3133118	2848136	2396274	1620884	-48%
Nord-ovest		444349	361576	220145	145243	-67%
Lombardia		148068	119598	70993	54333	-63%
Milano		7249	4914	3379	2358	-67%
Tipo dato		superficie agricola utilizzata - ettari				
Anno	1982	1990	2000	2010	variaz 1982-2010	
Italia		15832612,8	15025954,2	13181859,1	12856047,8	-19%
Nord-ovest		2594575,72	2409917,81	2243192,81	2096984,82	-19%
Lombardia		1161652,29	1103147,21	1039536,72	986825,52	-15%
Milano		77780,77	74213,57	70758,54	64862,07	-17%
Tipo dato		numero di aziende azienda con allevamenti				
Anno	1982	1990	2000	2010	variaz 1982-2010	
Italia		854137	604106	370356	217449	-75%
Nord-ovest		158713	101692	59558	45823	-71%
Lombardia		67651	46284	28201	22064	-67%
Milano		3048	1952	1211	964	-68%
Tipo dato		numero di giornate di lavoro				
Anno	1982	1990	2000	2010	variaz 1982-2010	
Italia		601084460	453542997	327265421	250806040	-58%
Nord-ovest		108313295	82746715	54963315	43466346	-60%
Lombardia		41816862	32299152	22573774	19261486	-54%
Milano		2384797	1547244	1246719	1086797	-54%

Tab. 1 - Andamento delle principali attività agricole nella provincia di Milano 1982-2010 (Fonte: rielaborazione dati ISTAT, serie storiche, censimento agricoltura 2010).

locale, un innovativo trattamento del gambo della pianta del riso in grado di utilizzarlo negli impianti a biomassa.

REFERENCES

Council for Agricultural Science and Technology (2002), *Urban and Agricultural Communities: Opportunities for Common Ground*, Task Force Report n. 138, Ames, Iowa.
 Di Giulio, R., Zaffagnini, T., Brunoro, S., Longo, D., Piaia, E. (2013), "Sustainable strategies for regeneration of rural, building heritage", in *WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering*, Vol. 68, WIT Press, pp. 115-125.
 Foray, D. et al. (2012), *Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialization (RIS 3)*, European Commission - Regional Policy.
 Galli, M. et al. (eds.) (2010), *Agricultural management in peri-urban areas*, Felici editore, Ghezzeno (PI).
 Goodman, D. (2004), *Rural Europe Redux? Reflections on Alternative Agro-Food Networks and Paradigm Change*, Sociologia Ruralis, Vol. 44, n. 1, January 2004, pp. 1-15.

ISPRA (2015), *Il consumo di suolo in Italia*, ISPRA, Rapporti 218/2015.
 Mautone, M., Ronza, M. (2016), *Patrimonio culturale e paesaggio: Un approccio di filiera per la progettualità territoriale*, Gangemi Editore, Roma.
 MIPAAF (2014), *La strategia per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale*.
 Mussinelli, E. (ed.) (2015), *Design, technologies and innovation in cultural heritage enhancement*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.
 Natural England (ed.) (2009), *Green Infrastructure Guidance*, UK.
 Socco, C., Cavaliere, A., Guarini, S.M., Montrucchio, M. (2005), *La natura nella città. Il sistema del verde urbano e periurbano*, FrancoAngeli, Milano.
 Stefano, P. (2007), *Agricoltura periurbana e strategie di sviluppo rurale*, Centro per la formazione in economia e politica dello sviluppo rurale dipartimento di economia e politica agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II.
 United Nation (2015), *17 goals for sustainable development*. [Online] Available from: <http://www.un.org/>

* ANDREA TARTAGLIA è Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura al Politecnico di Milano, Dipartimento ABC Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito. Cell. +39 333/45.70.189. E-mail: andrea.tartaglia@polimi.it.

** DAVIDE CERATI è PhD Candidate presso il Politecnico di Milano, Dipartimento ABC Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito. Tel. +39 (0)2/23.99.51.96. E-mail: davide.cerati@polimi.it.

*** GUGLIELMO DI CHIARA è esperto di resilienza e di invarianza idraulica. Cell. +39 329/25.33.038. E-mail: guglielmo.dichiara@mail.polimi.it.