

Luciana Mastrodonardo, Manuela Romano,
Dipartimento di Architettura, sezione DePT, Università «G. D'Annunzio» di Chieti Pescara, Italia

l.mastrodonardo@unich.it
manuela.romano@unich.it

Abstract. Il contributo si colloca in un programma interdisciplinare volto alla valorizzazione e la tutela del fiume, attraverso il controllo dei flussi e l'attivazione di simbiosi. Si integrano, con un approccio che parte dalla progettazione ambientale, le tematiche urbane, paesaggistiche, tecnologiche ed ecologiche, per orientare lo sviluppo del territorio in termini di tutela e valorizzazione delle risorse, e per recuperare le discontinuità rappresentata oggi dal fiume, in alcuni contesti urbani, conferendole maggiore riconoscibilità e potenzialità.

Nello specifico si indaga il rapporto tra L'Aquila e il fiume Aterno per individuare, a livello locale, le strategie perseguibili per il recupero delle connessioni tra l'ambito fluviale e urbano, per la valorizzazione del territorio e il ripristino della funzionalità dell'acqua nel suo ciclo vitale.

Parole chiave: Fiume, Paesaggio antropizzato, Metabolismo, Tecnologie appropriate, Risorsa locale

Il fiume come infrastruttura ambientale

Il fiume è un'infrastruttura ambientale, risorsa storicamente necessaria per la localizzazione di insediamenti urbani, non solo per l'approvvigionamento dell'acqua, ma soprattutto per le implicazioni di tipo economico e sociale (trasporto, agricoltura, energia, microclima, scambio culturale). L'azione antropica su questa importante risorsa ha da sempre operato nell'ottica di governarla attraverso una sua modellazione e, in molti contesti, soprattutto urbani, i corsi d'acqua sono stati trasformati, deviati o incanalati, interrompendo di fatto il rapporto vitale tra fiume e ambiente naturale e minando le sue potenzialità in termini di risorsa socio-economica, bellezza paesaggistica e biodiversità.

I dissesti idrogeologici, le esondazioni, l'inquinamento sono alcune delle emergenze, che impongono l'attuazione di interventi necessari a mitigare i rischi e a recuperare la qualità ecologica dei bacini fluviali. Il recupero/la rigenerazione dei fiumi rappresenta oggi una straordinaria opportunità per la tutela ambientale e

The environmental project of the enhancement of the fluvial area: L'Aquila and the Aterno River

Abstract. The research in this project is associated to an interdisciplinary program aimed at the valorization and protection of rivers, with regards to the activation and control of the flows of symbiosis.

Following the criterions of the environmental project, we have tried to integrate urban themes, landscape designs, technological features and ecological ambience system, to orientate the development of the territory. The valorization and preservation of the natural resources, is to regain the discontinuities which are represented by the river today, and to allot greater recognition and potential.

Specifically, we have examined the relationship between L'Aquila and the Aterno River, to identify, in this case, possible strategies for the recovery of the relations between the river and the urban environment, for the advancement of the territory and the reactivation of the function regarding the life cycle of water.

la salvaguardia della biodiversità, e assume importanza strategica nella valorizzazione socio-economica dei territori.

La riqualificazione fluviale è intesa come insieme integrato e sinergico di azioni e tecniche, di tipo anche molto diverso, volte a portare un corso d'acqua, e il "sistema fluviale" ossia il territorio ad esso più strettamente connesso, in uno stato più naturale possibile, capace di espletare le sue caratteristiche funzioni ecosistemiche e dotato di maggior valore ambientale, cercando di soddisfare anche gli obiettivi socio-economici (CIRF 2006)¹.

Il progetto di rigenerazione dell'ambito fluviale, assume, in questo scenario, il ruolo di paradigma rappresentativo di nuove modalità di intervento sull'ambiente costruito, che riscopre la valenza idrica nel contesto urbano e la fruizione dello spazio pubblico (Schiaffonati, 2001), ristabilendo i collegamenti con la comunità e restituendo al fiume la sua naturale funzione di infrastruttura verde, regolatrice degli equilibri ecosistemici e, in grado di offrire alla comunità e all'ambiente acqua, cibo, fauna, energia, trasporti, spazi ricreativi, economia locale, capacità depurativa e irrigazione, riparo dai rischi idrogeologici. Alcuni progetti attuati nel contesto nazionale (riqualificazione dei fiumi: Alcantara, Sicilia; fiume del Gesso e dello Stura, Cuneo) e internazionale (riqualificazione dei fiumi: Cole e Skerne, UK; Vidå-Tønder, Danimarca; Isar, Monaco, Germania), sono significativi esempi di interventi in ambito fluviale che hanno ricucito un legame con il fiume con un approccio non vincolistico, ma di valorizzazione e promozione, in condizioni di sicurezza dai rischi ambientali.

Obiettivi e metodi

La ricerca si pone l'obiettivo di individuare una metodologia per ricostruire il legame fisico, paesaggistico e produttivo tra i contesti

Keywords: River, cultural landscape, metabolism, appropriate technology, local resource

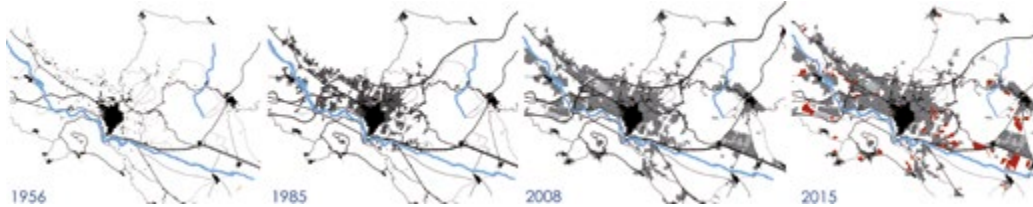
The river as an environmental infrastructure

The river is an environmental infrastructure, a historically necessary resource for locating urban settlements, not only for the water supply, but also for the economic and social implications (transport, agriculture, energy, micro-climate, cultural exchange). The anthropic action regarding this important resource has always operated in order to govern its creation and, in many contexts, especially urban, the waterways have been transformed, diverted, canalized, so that it allows a sufficient expanse for the built environment, breaching vital connection between the river and the natural environment and undermining its potential in terms

of socio-economic resources, scenic beauty and biodiversity.

Landslides, flooding, and pollution are some of the main causes, which necessitate the implementation of measures needed to mitigate the risks and to recover the ecological quality of river basins. The recovery/regeneration of the river represents a strategic opportunity for environmental protection, for biodiversity and socio-economic value of its territories preservation.

The project of the regeneration of the fluvial environment take on the role of representations paradigm of new methods of producing change in built environments, which rediscovers water value in the urban context and the use of public space (Schiaffonati, 2001), re-establishing the links with the community and giving the river back its natural function of green infrastructure, regulating the balance of the ecosystem,



01 | Evoluzione del rapporto tra l'Aquila e l'Aterno (elaborazioni GIS a cura di E. Ciccozzi)
Evolution of the relation between L'Aquila and Aterno (GIS processing by E. Ciccozzi)

urbani e quelli fluviali, rintracciando i rischi e definendo le tecnologie più appropriate finalizzate alla vivibilità del fiume, e gli interventi più efficaci a coniugare sostenibilità e forme attive di sviluppo socio-economico.

Il progetto di sviluppo locale, che costituisce l'intento del lavoro, muove da un primo sforzo di interpretazione del patrimonio territoriale. L'obiettivo di autosostenibilità va perseguito valutando tutti gli elementi costruttivi che garantiscono il funzionamento di una "bioregione urbana". Alla base ci sono: i saperi contestuali e i valori patrimoniali del territorio, i prerequisiti ambientali dell'insediamento (equilibri idrogeomorfologici, continuità delle reti ecologiche), il carattere policentrico, non gerarchico delle reti di villaggi in equilibrio con i loro sistemi ambientali, lo sviluppo di sistemi socio-economici a base locale fondati sulla valorizzazione del patrimonio, la multifunzionalità dei sistemi agroforestali, lo sviluppo delle comunità locali, verso forme di autogoverno di beni comuni (Magnaghi, 2014). Tutti i fattori locali – sistema insediativo, ambientale e socio-economico – diventano pertanto indicatori della qualità territoriale, che costituisce le fondamenta per la realizzazione del progetto.

La metodologia si articola in diverse fasi:

1. analisi del patrimonio territoriale e individuazione degli "ambiti critici";
2. configurazione del quadro di rischio dei tratti di fiume considerati, attraverso una studio della qualità dell'acqua comparando i dati disponibili (ARTA) e gli studi recenti alle attività antropiche presenti;
3. definizione degli input e degli output nel sistema ambientale, in grado di quantificare la complessità del sistema di partenza e definire gli ambiti specifici di intervento, che diventano prioritari per le connessioni simbiotiche⁴;

which provides the community and the environment water, food, wildlife, energy, transport, recreational spaces, local economy, purifying capacity and irrigation, protected from the hydrogeological risk. Numerous projects carried out have supplied evidence based on a national scale (redevelopment of river basins: the river Alcantara, Sicily; the Chalk River and the Stura, Cuneo), and international scale (redevelopment of rivers: Cole e Skerne, UK; vida-Tønder, Denmark; Isar, Monaco, Germany). These interventions in the fluvial environment, have managed to rebuild a connection with the river without restriction, but on enhancement and promotion, providing the town with meeting places and social cohesion, in safety from environmental hazards.

The fluvial restoration, is considered to be a combination of different ac-

tions and techniques that enables "the fluvial system", which is made up of the water flow and the surrounding territory, to be closely befitted as much as possible in a more natural state, assuring its eco-systematic characteristic functions, providing major environmental valves, at the same time, to satisfy the socioeconomic objectives (CIRF 2006)¹.

Objectives and methods

Research is aimed at identifying a methodology to reconstruct the physical link, landscaping and performance between the urban and river environments, recognising the risks and defining the most appropriate technologies for the continuity of the river, and the most effective interventions to combine sustainability and active forms of socio-economic development.

The local development project, is the

4. descrizione delle *best practices* volte alla ridefinizione del ruolo di infrastruttura verde fluviale, individuate dalla lettura dei più significativi interventi tecnologici e ambientali in ambito nazionale ed internazionale;
5. indicazioni delle tecnologie appropriate nei sistemi ambientale, paesaggistico, economico e sociale.

La sperimentazione: L'Aquila e l'Aterno

Aterno e individua, nel contesto di riferimento, le strategie perseguibili per il recupero delle condizioni di naturalità dell'intero bacino fluviale e la valorizzazione del territorio.

A livello storico, il fiume e l'acqua hanno da sempre rappresentato per la città de L'Aquila un'arteria fondamentale per il suo sviluppo. Molte attività economiche, legate all'agricoltura, all'allevamento, o alla pesca, sono dipese storicamente dalle condizioni di vitalità dell'Aterno e dei suoi affluenti, che non è mai entrato nel processo di infrastrutturazione, rimanendo a margine del centro abitato, al servizio della pianura e delle sue risorse.

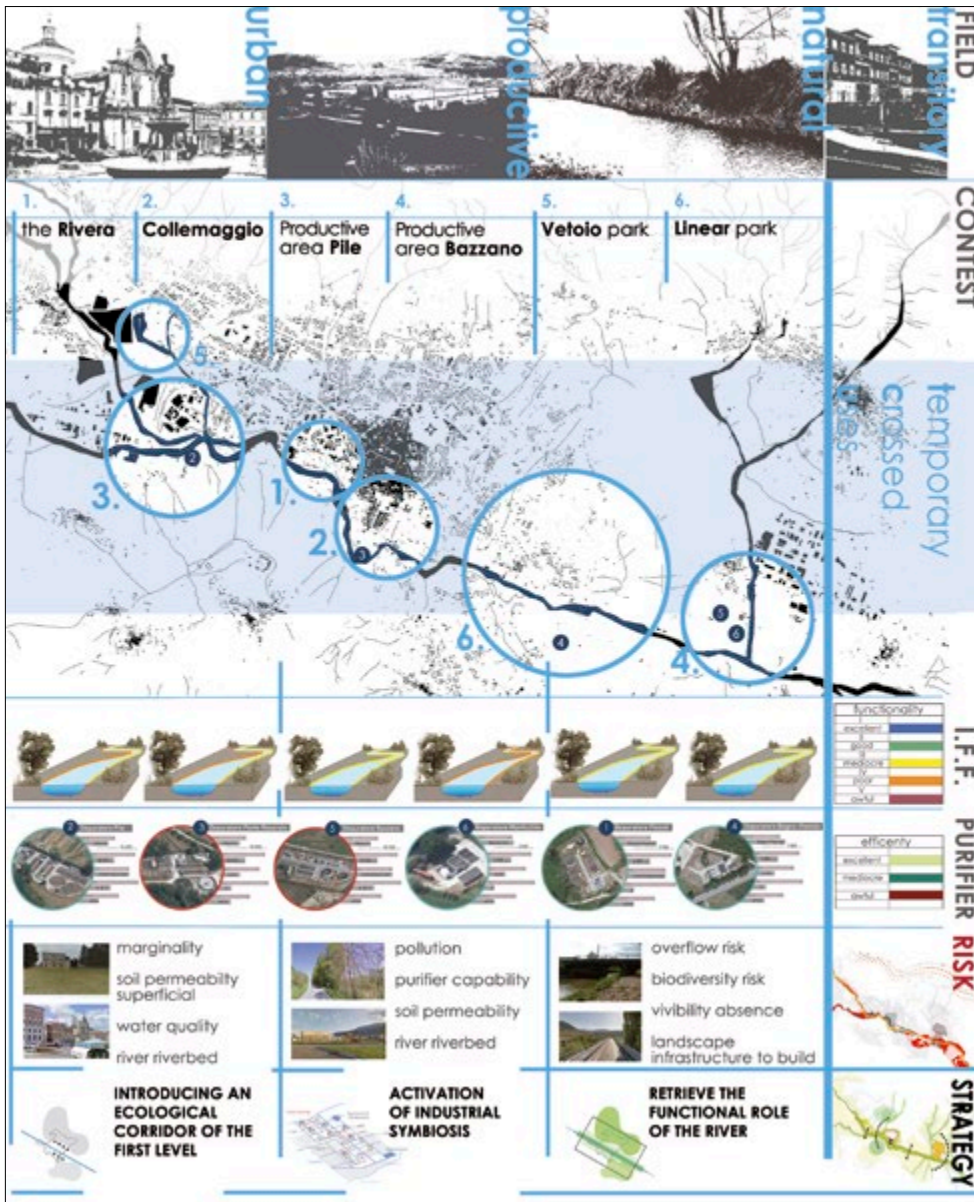
Lo sviluppo urbano dell'ultimo secolo è arrivato solo a lambire il fiume, quasi ignorandolo in alcune fasi della sua espansione. Il rapporto di vicinanza e di rispetto, ma mai di vera interferenza, è durato fino a quando la collocazione di zone industriali/artigianali, a monte e a valle del centro, e l'utilizzo del fiume per gli scarichi industriali e domestici, non ha di fatto danneggiato l'equilibrio ecologico del sistema, determinando un'indifferenza distruttiva. La qualità complessiva dell'Aterno, si è ulteriormente compromessa a seguito dell'espansione post terremoto dettata dall'emergenza (quartieri C.A.S.E. e dei Moduli Abitativi Provvisori) con un mas-

simo: intent of the work, moves from a first strain of the territorial heritage interpretation. The goal of self-sustainability should be pursued considering all structural components that ensure the functioning of an "urban bioregion". At the base there are: the contextual knowledge and assets of the territory, the settlement environmental prerequisites (idrogeomorphological balance, continuity of ecological networks), the polycentric, non-hierarchical networks of villages in balance with their environmental systems, development of locally based socio-economic systems based on the enhancement of the heritage, the multi-functionality of agroforestry systems, the development of local communities, towards forms of self-governance of the commons. (Magnaghi, 2014). All local factors, settlement, environmental and socio-economic system, thus becoming the

territorial quality indicator, which is the foundation for the realization of the project.

The methodology is divided into several phases:

1. analysis of the territorial heritage and identification of "critical areas";
2. configuration of the risk framework of the river stretches considered, through a study of water quality by comparing the available data (ARTA), and recent studies to human activities present;
3. definition of the inputs and outputs in the environmental system, able to quantify the complexity of the starting system and define the specific areas of intervention, which become a priority for the symbiotic connections⁴;
4. description of the best practices aimed at redefining the role of river green infrastructure, identified by



02 | Matrice di intervento: ambiti, rischio e strategie
Intervention matrix: scopes, risks and strategies

the reading of the most significant technological and environmental measures implemented at national and international level;

- Indications of appropriate technologies to the context for environmental, landscaping, economic and social systems.

Design experimentation: L'Aquila and the Aterno River

The research focuses on the loss of connections between L'Aquila and the Aterno River and identifies, in reference, the actionable strategies for the recovery of the natural conditions of the entire river basin and development of the area.

Historically the particular circumstances of the foundation are reflected on urban planning of the city of L'Aquila, whose the economic management was related to agriculture, livestock, or

fishing, have depended historically by Aterno vitality conditions and its tributaries. The river and the water have always been, a crucial artery for the development of the city, which has never entered into the infrastructure process, outskirts of town, at the service of the plain and its resources.

Urban development of the last century only came to lap the river, almost ignoring it at some stage of its expansion, and its closeness and respect, until, the location of industrial zones, upstream and downstream of the old town, and the use of the river for industrial and domestic waste water, has in fact damaged the ecological balance of the system, resulting in destructive indifference. The overall quality of Aterno, was further compromised as a result of the expansion of emergency post earthquake (C.A.S.E. districts and Living Temporaries Modules M.AP.) with a

massive increase in the anthropogenic burden on the environmental system.

The theme of water, in the context of L'Aquila, becomes central in the reorganization of the infrastructure networks that regulate the new structure in the city after the earthquake.

To date, the desire to promote the river as a local resource, environmental and landscape, has brought the Abruzzo Region to the definition of a Memorandum of Understanding with the regional University aimed at promotion of the entire river basin².

Under the pressure of the regional law Dlg. 341/2014, which encodes the adherence to the National Charter of River Contracts, within the complex context of European water directives³, this voluntary instrument of negotiated planning, has given way to a local consultation between region, province, municipality and the supervisory authorities,

with organization, universities and local committees, in the discussion of the priorities for their protection. The World Water Forum defines, already in 2001, the River Contracts as a form of agreement to "adopt a system of rules in which public interest criteria, economic performance, social value, environmental sustainability, equally involved in research effective solutions for the redevelopment of a river basin." The research results move toward improving the overall quality of water and re-stitching of natural areas with urban areas, working on the overall metabolism of the green infrastructure system of Aterno and aim to provide management with a tool capable of protecting and promotion of the entire river basin.

Waterfall uses and symbiosis of water resources within the industrial area (re-interpretation by the authors starting from the Laboratory work on the Aterno, speaker M.C. Forlani, co. L. Mastrodonardo, majoring A. Ricci)

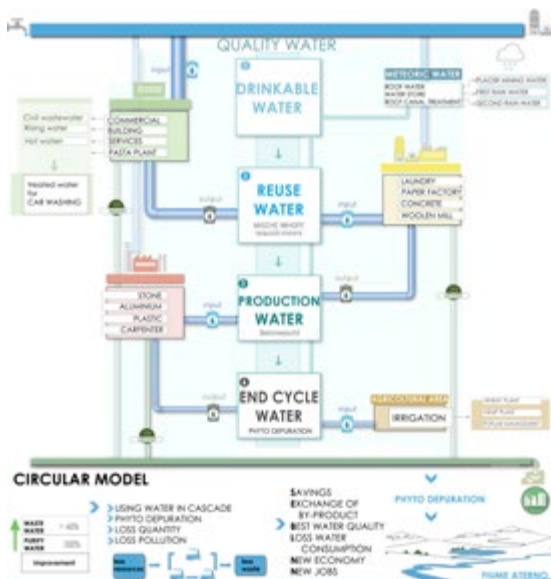
siccio innalzamento del peso antropico sul sistema ambientale. Il tema dell'acqua, nel contesto aquilano, diventa centrale nella riorganizzazione delle reti infrastrutturali che regolano il nuovo assetto della città nel post terremoto.

Ad oggi la Regione Abruzzo ha definito un protocollo d'intesa con le Università regionali volto alla valorizzazione dell'intero bacino fluviale². Sotto la spinta del dlgs. 341 del 2014, che codifica l'adesione alla Carta Nazionale dei Contratti di Fiume, all'interno del più complesso contesto europeo delle direttive sull'acqua³, questo strumento volontario di pianificazione negoziata, ha dato il via ad una concertazione tra Regione, Provincia, Comuni e autorità di tutela, insieme ad associazioni, Università e Comitati locali, nella discussione della sua tutela. Il World Water Forum definisce, già nel 2001, i Contratti di Fiume come una forma di accordo per «adottare un sistema di regole in cui i criteri di utilità pubblica, rendimento economico, valore sociale, sostenibilità ambientale, intervengono nella ricerca di soluzioni efficaci per la riqualificazione di un bacino fluviale».

In questo quadro, i risultati perseguiti dalla ricerca muovono verso il miglioramento della qualità complessiva dell'acqua, lavorando sul metabolismo del sistema infrastrutturale dell'Aterno, e mirano a fornire all'amministrazione uno strumento idoneo alla sua tutela.

Ambiti di intervento e valutazione del rischio

Le strategie operative, si rapportano con un contesto che non ha subito grosse alterazioni antropiche e l'approccio sistemico si applica all'habitat dell'infrastruttura attraverso una strategia metaprogettuale che parte da azioni puntuali sulla regimazione delle acque, e definisce interventi di natura strutturale (ingegneria naturalistica).



03 |

Il paesaggio fluviale aquilano viene scomposto rispetto alla sua valenza infrastrutturale in quattro temi fondamentali all'interno del più ampio discorso di rigenerazione, in particolare ci si riferisce ad agli elementi costruttivi del paesaggio fluviale per ambiti: urbano, produttivo, naturale e transitorio.

L'ambito urbano, nel quale si concentrano enormi potenzialità per la valorizzazione territoriale, individua due contesti di intervento:

- l'ambito urbano consolidato, localizzato intorno alla fontana delle 99 cannelle, da porta Rivera al fiume, attraverso il sistema di orti urbani;
- l'ambito urbano di verde attrezzato, che forma un corridoio ecologico, attraverso la villa, l'orto botanico di Collemaggio e la vegetazione ripariale del fiume.

L'ambito produttivo, industriale e commerciale, nel quale si concentrano le maggiori criticità, ma al contempo le potenzialità per lo sviluppo del sistema insediativo e il miglioramento della qualità dell'acqua, identifica le due zone industriali di:

- Pile, il nucleo produttivo a nord, a ridosso del fiume, sede di piccole e medie industrie locali, che si rapporta in modo conflittuale con il fiume a causa anche di un depuratore sottodimensionato;
- Bazzano, nucleo produttivo a sud, a carattere commerciale, in parte dismesso in parte trasformato dalle dinamiche socio-economiche post terremoto.

L'ambito naturale, che individua i due tratti più naturalistici del fiume sottoposti spesso a piene ed esondazioni, identifica:

- l'affluente Vetoio, nel tratto compreso tra il parco e il centro storico;
- il tratto nella pianura alluvionale dell'Aquila, tra il centro storico e Bazzano, area dalle alte potenzialità ma privo di identità, tra statale e ferrovia.

Intervention fields and risk assessment

The operational strategies are related with a context that has not undergone major anthropogenic disturbance and the systemic approach is applied to the habitat of the infrastructure through a meta-strategy starts from specific actions on water regulation, and defines structural interventions (engineering naturalistic).

The Aquila river landscape is decomposed with respect to its infrastructure value in four key themes within the wider regeneration speech, in particular it refers to a reconstruction of river landscape elements for areas: urban, productive, natural and transitional.

The urban area, which are concentrated enormous potential for territorial development, identifies two intervention contexts:

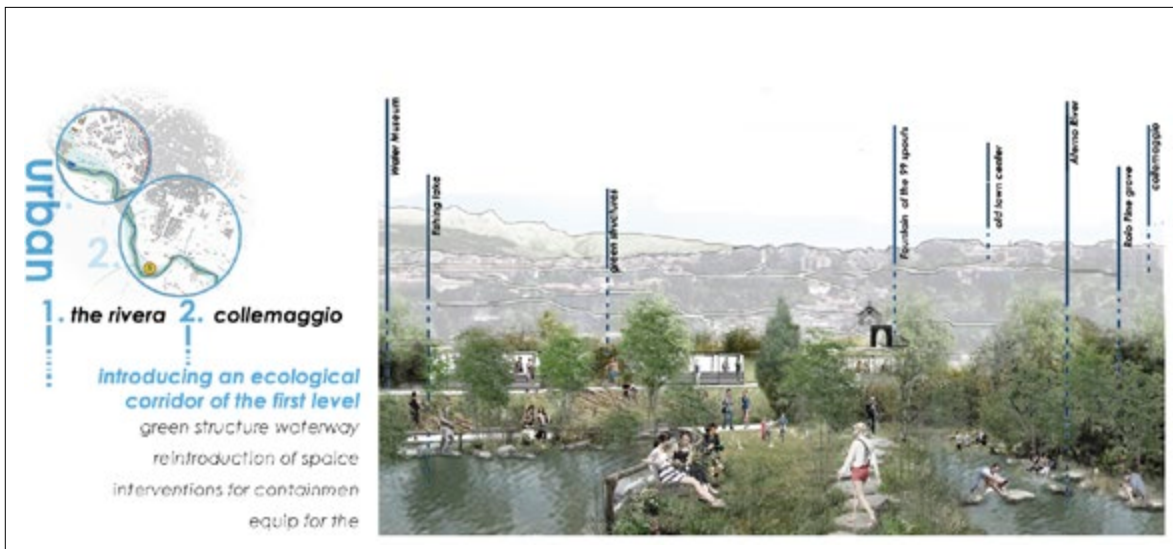
- the consolidated urban area, located

around the 99 spouts fountain, from Rivera leads to the river, through the system of urban gardens;

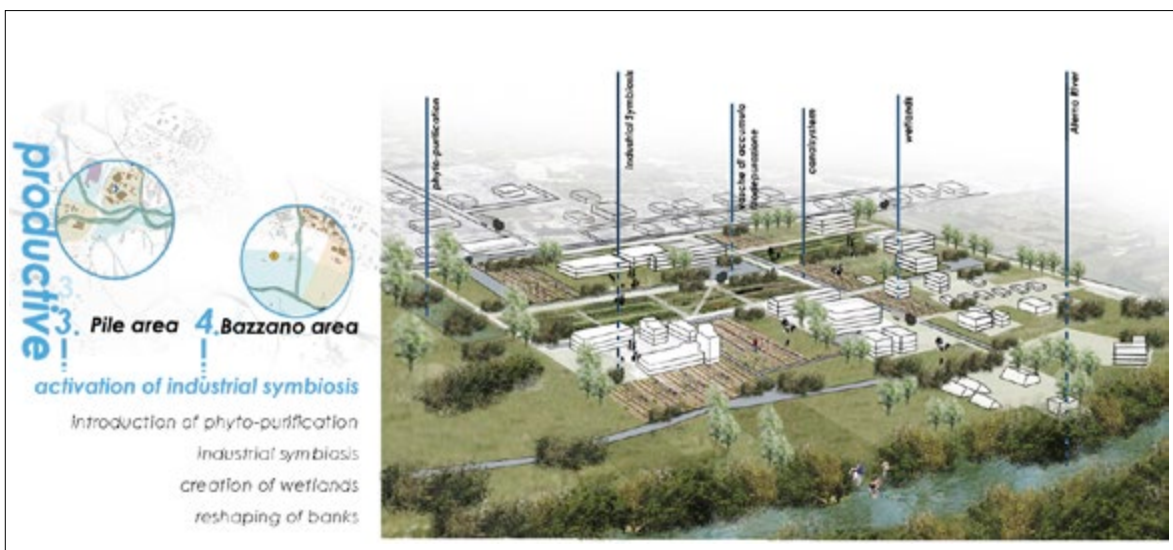
- the urban area of green spaces, forming an ecological corridor, through the villa, the botanic garden at Collemaggio and riparian vegetation of the river.

The production, industrial and commercial area, in which are concentrated the most critical, yet the potential for the development of the settlement system and the improvement of water quality, identifies the two industrial zones:

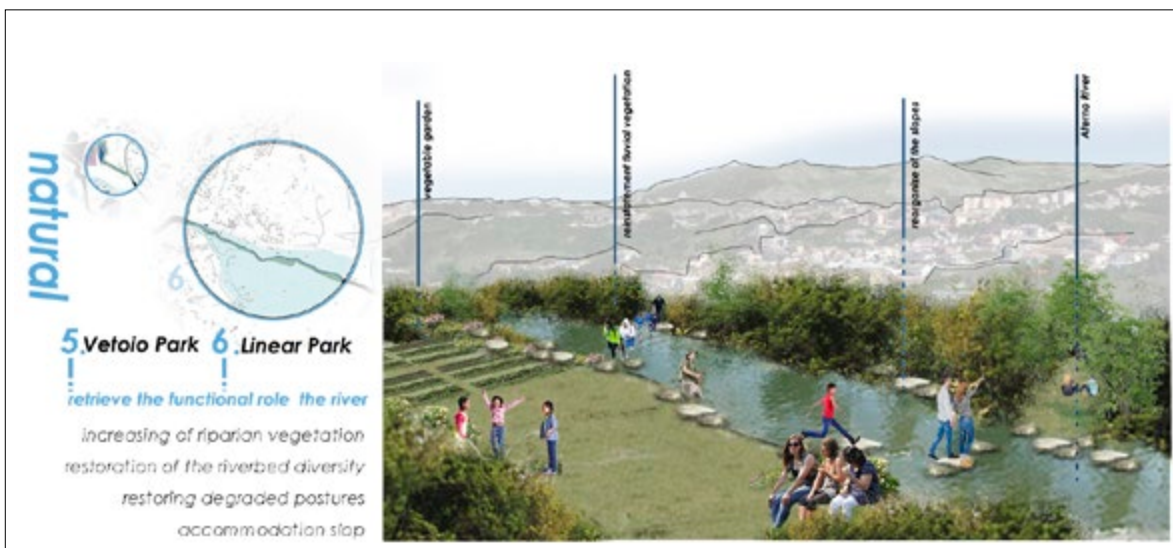
- Pile the north production centre, near the river, home of local small and medium industries, which relates so conflicted with the river, partly because of an undersized purification;
- Bazzano, south production centre, a commercial character, partially decommissioned in part transformed



04 |



05 |



06 |

Ognuno di questi temi è attraversato da un ambito transitorio, proprio della città de L'Aquila post terremoto, che ha visto la delocalizzazione temporanea di molte attività direzionali, in attesa di ritornare nel centro storico, ad oggi ancora enorme cantiere.

Per ogni ambito l'analisi della funzionalità e il rischio associato, hanno delineato le strategie di intervento più adatte alla risoluzione di ogni singola problematica.

La qualità dell'ambiente ripariale è stata indagata tramite l'indice di funzionalità fluviale (Siligardi, 2000) la cui applicazione consente di qualificare l'habitat fluviale, attraverso l'integrazione di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre. In particolare lo stato di salute dell'Aterno è stato valutato dal gruppo di lavoro dell'Università de L'Aquila, coordinato dal Prof. B. Cicolani⁵. I diversi tratti analizzati singolarmente, pur nelle loro differenze, hanno evidenziato la presenza costante di una scarsa funzionalità, e di una modesta vegetazione spondale rappresentata da filari di alberi con un'ampiezza che raramente supera i 10 metri. La notevole riduzione della fascia periferuale, i lavori di rinforzo spondale e di sagomatura dell'alveo operati nel corso degli anni, oltre alla banalizzazione degli habitat, sono risultate essere le cause principali delle criticità rilevate. Per i diversi tratti di fiume studiati, inoltre, il grado di rischio associato, è stato individuato attraverso una valutazione comparata delle carte regionali e lo studio di: pericolosità, eventi catastrofici ricorrenti (piene ed esondazioni), efficienza dei depuratori e peso antropico.

Il progetto dell'infrastruttura verde

La proposta progettuale, muovendo dalle criticità riscontrate, si sviluppa attraverso la realizzazione di "un'infrastruttura verde" in grado di trasformare

the socio-economic dynamics after the earthquake.

The natural field identifies the two most natural stretches of the river, often subjected to floods and flooding:

- the tributary Vetoio, in the stretch between the park and the Old Town;
- the stretch in the Aquila alluvial plain, between the old town and Bazzano, from the high potential but lacking in identity, between the state highway and the railway.

Each of these themes is crossed by a transitional area, right in the city of L'Aquila after the earthquake, which saw the temporary relocation of many management activities, waiting to return to the old town, today still huge construction site.

For each field, the analysis of the functionality and the associated risk, outlined the strategies best suited to solve every single problem.

The quality of riparian was investigated by the river functionality index (Siligardi, 2000) whose application allows to qualify the river habitat and its functionality, through the integration of biotic and abiotic factors present in aquatic ecosystems, in particular the health state of Aterno was assessed by the working group of the University of L'Aquila, coordinated by Prof. B. Cicolani⁵. The different traits analysed individually, despite their differences, have shown, throughout the course considered, the presence of a low functionality, and a modest side vegetation represented by rows of trees with a width which rarely exceeds 10 meters. The significant reduction of the riparian belt, reinforcement works riverbank and riverbed shaping operated over the years, in addition to the trivialization of habitats were found to be the main causes of the critical situation.

la risorsa idrica da rischio ad opportunità di sviluppo, configurando un Parco fluviale che recuperi il valore paesaggistico e socio-economico dell'Aterno.

Le strategie di intervento rispettano la morfologia e le caratteristiche emergenziali di ogni ambito individuato e propongono le tecnologie appropriate per la risoluzione dei singoli problemi nei diversi ambiti secondo le principali linee guida in materia di riqualificazione fluviale.

Rispetto all'ambito urbano, dove è prioritario il rapporto città-fiume, si propone di introdurre un corridoio ecologico di primo livello, in una logica ecosistemica volta a rammagliare il sistema fluviale alle infrastrutture esistenti. Nello specifico si propone la realizzazione di:

- operazioni di *greenstructures* (percorsi ciclopedonali e spazi attrezzati per la promozione dell'economia locale e la coesione sociale) anche attraverso il coinvolgimento della comunità e la realizzazione di un Museo dell'Acqua;
- interventi di reintroduzione di specie con rimboschimenti e ripopolamenti (ad esempio di salici e pioppi);
- interventi diretti per il contenimento di specie invasive che possono riguardare sia la vegetazione (tagli selettivi) sia la fauna ittica (campagne di abbattimento mirate);
- interventi di attrezzabilità per la vivibilità proprio del fiume.

Rispetto all'ambito produttivo, dove il livello di inquinamento delle acque risulta essere più elevato, per la presenza delle attività industriali, le strategie riguardano il recupero del ruolo produttivo dell'acqua e la rifunzionalizzare dei fabbricati dismessi, con l'attivazione di simbiosi industriali. Nello specifico si prevedono interventi di:

- recupero della capacità auto depurativa dei corsi d'acqua e in-

For the different studied river stretches, has also highlighted the degree of risk associated with a comparative assessment of the maps through the study of: danger, recurring catastrophic events (floods), operation of water treatment plants, anthropic weight.

The green infrastructure project

The project proposal, moving from problems found, is developed through the creation of "green infrastructure" that can transform the water resource from risk to opportunity for development and enhancement of the territory, setting up a river park that recovers the landscape and socio economic value of Aterno.

The intervention strategies respect the morphology and characteristics of each area identified emergency and propose appropriate technologies for solving individual problems of the river reach un-

der study according to the main guidelines in the field of river restoration.

Compared to the urban environment, where the priority is the city-river relationship, it is proposed to introduce an ecological corridor of the first level, in an ecosystem logical time to fix the river system to the existing infrastructure. Specifically, it proposes the creation of:

- operations green structures (pedestrian paths and equipped areas for the promotion of the local economy and social cohesion) through community involvement and the creation of a Water Museum;
- reintroduction of species: reforestation and repopulation (such as willow and poplar);
- direct interventions for containment of invasive species that can affect both the vegetation (selective cuts) is the fish fauna (targeted abatement campaigns);

roduzione di sistemi di bio-fitodepurazione (in particolare a sostegno dei depuratori);

- strategie di simbiosi industriale utili ad una chiusura del ciclo idrico valutando il suo utilizzo a cascata, rispetto alle attività presenti (riutilizzo dell'acqua calda di scarico di attività come la lavanderia industriale, e i fanghi di alcune attività per la produzione di cemento, per l'insediamento di nuove attività compatibili, che utilizzino spazi residui, allevamento ittico, pastificio, lanificio, laterizi porizzati, etc.);
- creazione di ambienti umidi per l'incremento delle biodiversità e riutilizzo dell'acqua per scopi irrigui (integrando le attività ad oggi presenti sul lungofiume);
- definizione di manufatti idraulici (soglie, sbarramenti, canali di alimentazione), e di opere di risagomatura e protezione delle sponde;
- recupero della capacità auto depurativa dei corsi d'acqua.

Rispetto all'ambito naturale, infine, si propone di recuperare il ruolo funzionale del fiume e intervenire sulla mitigazione e l'adattamento alle sollecitazioni di tipo climatico ed antropico integrando attività di rifunzionalizzazione, attraverso anche sistemi di:

- aumento dell'ampiezza della vegetazione perifluviale e recupero della morfodiversità dell'alveo del fiume;
- ripristino localizzato di pascoli degradati e inserimento orti e coltivi (nella pianura alluvionale);
- sistemazione dei versanti (dove il rischio esondazione è più elevato);
- riduzione della frammentazione dell'habitat;
- inserimento di vasche di laminazione.

Le strategie sono state individuate rispetto agli ambiti specifici, attraverso le tecnologie tipiche dell'ingegneria naturalistica, che fa

convergere su di sé contributi da diversi campi quali ingegneria idraulica, ecologia, biologia, e tecnologia. L'attuazione degli specifici interventi proposti è trasversale ad ognuno degli ambiti individuati per il miglioramento complessivo dell'intero tratto fluviale oggetto di studio attraverso la gestione dei rischi idrogeologici, il miglioramento delle qualità dell'acqua, e lo sfruttamento del fiume in maniera sostenibile e multifunzionale.

Conclusioni

La ricerca si colloca in un programma di lavoro interdisciplinare all'interno dello strumento del Contratto di Fiume dell'Aterno, che si sta definendo nei suoi obiettivi specifici. L'infrastruttura verde diventa piano strategico che, oltre a migliorare la qualità dell'acqua, è in grado di riconnettere le aree naturali, urbane, agricole e produttive del territorio, lavorando sul metabolismo del sistema fluviale in ambito ecologico e tecnologico. Trasformare il fiume in un ecosistema identitario, può contribuire a ristabilire i collegamenti con le comunità, e restituire al fiume la sua naturale funzione di regolatore degli equilibri ecosistemici, capace di attivare simbiosi industriali e l'utilizzo di acqua in ciclo chiuso, naturalmente depurata prima di tornare al fiume. La trasferibilità del progetto è nella metodologia proposta che, attraverso l'analisi del contesto locale, definisce gli ambiti di intervento, individuando le tecnologie appropriate alle criticità rilevate: la lettura parallela del quadro conoscitivo territoriale, nell'organizzazione dei parametri di progetto, conduce a configurare le strategie specifiche di intervento (Forlani, 2010) per un miglioramento complessivo della situazione ambientale locale, attraverso il progetto dell'infrastruttura fluviale.

- intervention to equip for the river liveability.

Compared to the field production, where the level of water pollution appears to be higher just because of the presence of industrial activities, strategies regarding the recovery of the water productive role and new functions include the buildings, with the activation of industrial symbiosis, interventions will specifically include:

- recovery of the self purification capacity of rivers and introduction of bio-phyto-purification systems (in particular in support of purifiers);
- industrial symbiosis strategies useful to a closed water cycle by evaluating its use in cascade, with respect to present activities (hot water reuse drain some of these activities, such as industrial laundry, and the sludge of certain assets for the production of cement, for the establishment of

new compatible activities, which use residual spaces, fish farming, pasta factory, wool factory, bricks, etc.);

- creation of wetlands for the increase of the biodiversity and water reuse for irrigation purposes (integrating activities to date on the riverfront);
- definition of hydraulic structures (thresholds, weirs, supply channels), and works by reshaping and protection of the banks;
- recovery of purifying capacity of the waterways.

Compared to the natural field, finally, it sets out to retrieve the functional role of the river, and take action on mitigation and adaptation to climatic and anthropogenic stresses integrating upgrading work, also through systems:

- increasing the amplitude of the riparian vegetation and restoration of the riverbed diversity of the river;

- localized restoring degraded pastures and orchards and crops inclusion (in the floodplain);
- accommodation slope (where the flood risk is higher);
- reduction of habitat fragmentation;
- inclusion of tanks rolling.

The strategies have been identified with respect to the specific areas, through typical of bioengineering technology, which converges itself contributions from different fields such as hydraulic engineering, ecology, biology, and technology. The implementation of specific interventions proposed intervenes in a cross in each of the areas identified for the overall improvement of the entire river stretch under study through the management of hydrological risks, improving water quality, and the exploitation of the river in a sustainable and multifunctional way.

Conclusions

The research done in this project, is a coordinated program of interdisciplinary and prefigured work, regarding the primary intervention of a fluvial park proposal, with regards to the Aterno River Contract, where it defines its specific objectives. The green infrastructure which becomes a strategic plan, where apart from improving the quality of the water, is also able to reconnect the natural areas, urban areas, agricultural and productive territories, based on the metabolism of the fluvial system in an ecological and technological environment. The reconstruction of the river in an ecosystem identity, which contributes to the reconnection of the relationship with the community, enabling the river its natural function as the balance of its ecosystem, assuring the activation of the industrial symbiosis and creating a closed

NOTE

¹ Il CIRF (Centro Italiano per la Riqualficazione Fluviale) è un'associazione culturale tecnico-scientifica di tecnici di diverse discipline.

² La direttiva quadro sulle acque WFD 2000/60/CE (recepita in Italia con il D.L. 3 aprile 2006, n.152) istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e introduce un approccio innovativo nella legislazione europea per l'utilizzo sostenibile, e la protezione a lungo termine delle risorse idriche.

³ La ricerca si colloca in un programma di lavoro interdisciplinare nato dal "Protocollo d'intesa" tra la Regione e il sistema delle tre Università d'Abruzzo per una piattaforma di ricerca su due tematiche principali: "slow mobility" e "reti fluviali"; il gruppo coordinato dai proff. Cicolani (univaq_ecologia) e Forlani (unich_tecnologia), già operante, attraverso l'attuazione di un Contratto di Fiume sulla tematica della valorizzazione e della tutela del fiume Aterno, si è – per l'occasione – configurato ufficialmente nel proseguimento e approfondimento del tema.

⁴ In analogia a quanto avviene negli ecosistemi, attraverso la riduzione dei rifiuti e la chiusura dei cicli, la simbiosi industriale disegna un sistema industriale caratterizzato da rapporti di interdipendenza funzionale in cui i prodotti di scarto di una linea di lavoro diventano un prezioso input per le altre linee.

⁵ L'indice di funzionalità fluviale (iff) si basa sulla formulazione di 14 domande che riguardano le principali caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua. Ad ogni risposta viene assegnato un punteggio di riferimento e i valori vengono tradotti in 5 Livelli di Funzionalità.

loop water cycle, where it is naturally depurated before flowing back into the river. This method is applicable through the analysis of its local surroundings, defining the intervention of single areas and pinpointing the appropriate technologies with regards to the relevant issues. According to the criterions executed, the parallel reading of the territorial framework observation brings us to the identification of strategic interventions of the actual project, (Forlani, 2010) for an overall improvement of the local environmental conditions, in virtue of the river infrastructure project.

NOTES

¹ CIRF (Italian Centre for River Restoration) is a technical-scientific culture of technicians from different disciplines.

² The WFD Water Framework Directive 2000/60/EC, which was transposed in Italy by D. L. April 3, 2006 n. 152, establishing a framework for Community action in the field of water and introduces an innovative approach to European legislation. The directive, which was transposed in Italy by D. L. April 3, 2006, n. 152, has ambitious goals: to ensure the sustainable use based on long-term protection of available water resources.

³ The research is located in an interdisciplinary program created by the Memorandum of Understanding between the Region and the three Abruzzo universities for a research platform on two main themes: "slow mobility" and "inland waterways"; the group coordinated by Profs. Cicolani (univaq_ecology) and Forlani (unich_tecnology), already in place, through the implementation

REFERENCES

- Forlani, M.C. (2010), *Cultura tecnologica e progetto sostenibile*, Alinea, Firenze.
- Larcher, F. and Montacchini, E. (2009), *Riqualficazione ambientale e paesaggistica dei corsi d'acqua in ambito urbano: esperienze a confronto*, Il progetto sostenibile 24, Acqua e Architettura, Edicom, Monfalcone, pp. 32-37.
- Lucarelli, M. T. (2006), *L'ambiente dell'organismo città*, Alinea Editrice, Bagno a Ripoli (FI), 2006.
- Magnaghi, A. and Giacomozzi, S. (2009), *Un fiume per il territorio. Indirizzi progettuali per il parco fluviale del Valdarno empoiese*. Firenze University Press, Firenze.
- Magnaghi, A. (2014), *La regola e il progetto. Un approccio bioregionalista alla pianificazione territoriale*, University press, Firenze.
- Mastrolonardo, L. and Amura, A. (2013), "Urban metabolism for supporting design choices on water saving", *Proceedings of CESB 2013 Central Europe Towards Sustainable Building from Theory to practice*, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague.
- Moore, C. W. (1994), *Water and architecture*, Thames and Hudson, London.
- Restore (2013), *River by design*, Environment Agency, Horizon House, Dea-nery Road, Bristol.
- Schäfer, R. (2002), *Water. Designing with water: promenades and water features*, Edition Topos/Callwey Verlag, München.
- Schiaffonati, F. and Mussinelli, E. (2008), *Il tema dell'acqua nella progettazione ambientale*, Maggioli, Milano.
- Siligardi, M., Franceschini, A. and Maiolini, B. (2000), *I.F.F. indice di funzionalità fluviale: manuale ANPA 2000*, ANPA.
- Scudo, G. (2004), *Editoriale*, Il progetto sostenibile 4, Acqua, Edicom, Monfalcone, pp. 6-7.

of a River Contract on the issue of using and protecting the river Aterno, has officially set up in the continuation and deepening of the theme.

⁴ In analogy to what happens in ecosystems, through the reduction of waste at source and the creation of closing cycles of the ties, the industrial symbiosis tries to draw an industrial system characterized by functional interdependence relationships in which the waste products of a line of work become a valuable input for the other lines.

⁵ The river functionality index (iff) is based on the formulation of 14 questions covering the main ecological characteristics of a watercourse. For each answer is assigned a reference score and the IFF values are translated into 5 levels of functionality.