

# ASSESSING A METHOD FOR THE ECOLOGICAL USE OF VEGETATION IN THE BUILT ENVIRONMENT REFORESTATION STRATEGIES. THE CASE STUDY OF RIPARIAN AND WINDBREAK VEGETATION OF THE LATINA MUNICIPALITY.

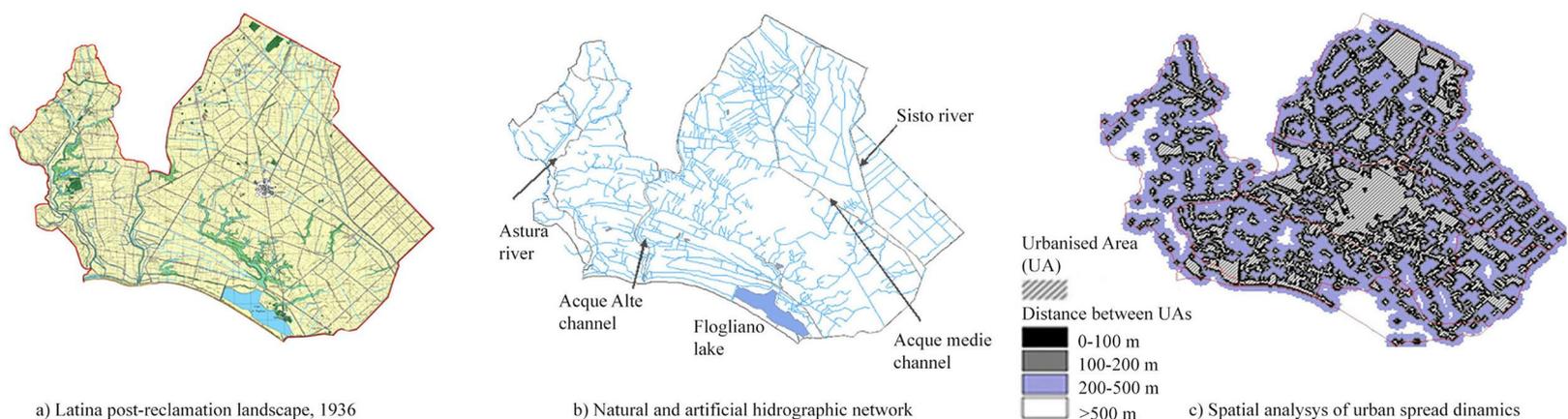


Fig01 - Significant components of *Latina* landscape.

## Abstract

Urban reforestation is recognised as a valid strategy to counter the loss of functionalities of the ecosystem services in an urban context, where vegetation has the dual role of environmental and landscape qualitative indicator. Ecological studies have explored methods to assess these qualities, and the Index of Landscape Conservation (ILC) represents one of the most advanced approaches developed in this field. Nevertheless, this method has been mainly applied in large scale planning models (e.g. regional and provincial). Consequently, the potential of this method at the urban scale has not been explored yet. This study deals with this lacuna, analysing the environmental and landscape qualities of the rural matrix of the Latina municipality, whose naturalness and identity of this Mediterranean landscape are compromised by the urban sprawl. Specifically, urbanisation is progressively altering both the riparian vegetation of the hydrographic network (i.e. natural component) and the windbreak vegetation barriers (i.e. identity component) of the Latina landscape. Therefore, in order to contrast this phenomenon, an innovative approach has been implemented, which is based on the combined use of the re-calibration of ILC and the analysis of the level of isolation of residual natural fragments in the rural matrix. Findings are useful to formulate environmental design proposals aimed at promoting direct actions of urban reforestation by inhabitants for the conscious recovery of ecosystem services.

**Keywords:** *Index of Landscape Conservation, Hydrographic Network, Riparian Vegetation, Built Environment, Urban Reforestation*

## Introduction

Recent studies on sustainable urban development have pointed out the need to redirect human actions towards environmental adaptation to climate change [1]. However, in the urban environment, these actions continue to act as dominant agents [2]. For example, the case of urban sprawl which is the cause of the fragmentation of natural habitats [3] and the impoverishment of hydrographic systems, in particular within sub-urban and rural areas [4]. As a consequence, these alterations produce a loss of functionality of ecosystem services [5]. Therefore, because of continuous pressures resulting from the urban sprawl [6], strategies to mitigate these pressures and recover ecosystem functionalities of the built environment is an ongoing challenge.

In this scenario, urban reforestation is recognised as a valid strategy to counteract the loss of functionality of ecosystem services in the built environment [7]. Urban reforestation consists of an integrated approach that involves both tree stands as well as individual trees; besides, urban reforestation involves a multidisciplinary approach; thus, it does not only involve foresters. Instead, it promotes direct action by inhabitants [8]. In the case of highly compromised built environments, these

direct actions are useful to recover the ecological integrity of the city. The ecological integrity of the built environments is a *sine qua non* condition to carry out sustainable development [9]. Vegetation fulfils the dual role of an indicator of environmental and landscape quality [10] in the processes of recovery of the ecological integrity of built environments.

A large number of studies in the field of Landscape Ecology have explored methods to assess these qualities, and the Index of Landscape Conservation (ILC)[11] represents one of the most advanced methods developed in this field. However, this method has mainly been applied to large scale planning models [12]. As a result, the potential of this approach at the urban scale has not been explored yet.

This study<sup>1</sup> deals with this gap, analysing the environmental and landscape qualities of the farming matrix which characterises the municipality of *Latina*. Specifically, within the farming matrix, the components of naturalness and identity of this Mediterranean landscape are compromised by the effect of the urban sprawl.

Therefore, an innovative approach was developed, based on the re-calibration of the ILC for local areas affected by high human pressures. Moreover, the ILC analysis was integrated with the investigation on the levels of isolation of residual naturalness fragments within the farming matrix.

The scope of this paper is to provide new insight for architects, urban designers and

planners with regard to the ecological use of vegetation at the urban scale, delivering a ground-breaking procedure that can be used to orient choices in private and public design. The targets of this study are scholars and practitioners of built environmental disciplines who are interested in interdisciplinary approaches for the Environmental Design. For this scope, results were transferred into an environmental design proposal to implement the recovery practices of ecosystem services, in particular, promoting reforestation interventions based on shared ecological knowledge and direct actions by inhabitants. Furthermore, being this approach adaptable to other urban contexts it may be considered as a relevant contribution for professional, scientific communities and decision-makers to integrate the European Landscape Convention<sup>2</sup> principles [13] into the environmental design approaches [14].

### Objective of the research

The case study of the municipality of *Latina* well represents the problem concerning the functionality of ecosystem services in built environments. This urbanised area is a "minimum point" in terms of naturalness within the Agro Pontino [15]. Hence, the case study of *Latina* may be characterised by three significant components, shown in Figure 1 and described below:

- A landscape matrix composed of agricultural land uses and urban settlements, 73% and 22% of the municipal area respectively. In such as a mosaic, there are fragments of residual naturalness, currently about 3% of the municipal area. These fragments are all that remains of naturalness from the post-reclamation landscape (Figure 1a);
- A very dense hydrographic network permeates the farming matrix, integrating it to the urban fabric (Figure 1b);
- Urban sprawl dynamics characterised by urban extension along road radials (i.e. once country roads, today ecological asphalt barriers). Figure 1c shows the spatial analysis of these dynamics, which was elaborated by the authors in order to make clear the increasing fragmentation of the farming matrix.

Therefore, this case study focuses on the growing urban expansion that is altering both the riparian vegetation and the windbreaks of the hydrographic network. Concerning these components, this study aims to activate a process of recovery of the environmental and landscape qualities of the farming matrix through the introduction (in space and time) of fragments of natural vegetation. These fragments act as an urban reforestation strategy based on direct actions implemented by inhabitants.

In the following section, the methodological structure is illustrated, providing the essential elements to repeat and implement this method in other contexts.

### Method

The methodological approach, adopted herein, integrates qualitative and quantitative analyses of Landscape Ecology and Environmental Design. While Landscape Ecology provides an analytical and scientific assessment of the status of conservation of the territory, using the

vegetation as a primary environmental indicator; Environmental Design promotes spatial and timely characterisation of the ecologic information gathered in the analytical phase. In doing so, environmental recovery strategies are delivered in order to recover the ecological functionality of the farming matrix and increase landscape qualities, adopting vegetation as a barrier to urban sprawl. Specifically, this research focuses on the environmental recovery of riparian vegetation (located in areas without human uses) that permeates the rural matrix. It is clarified that the methodological approach can also be used for environmental requalification actions (i.e. areas of low or medium or high human usability, such as parks and gardens amongst other) whose project description is not the subject of this study. The methodological structure of the research is described below, highlighting the innovative features of the approach adopted:

- Identifying the structural elements of the landscape identity, starting from the recognition of potential heterogeneity through the mapping of the Potential Vegetation Series of the local territory.
- Defining a scale of evaluation of the state of conservation of the municipality of *Latina* by

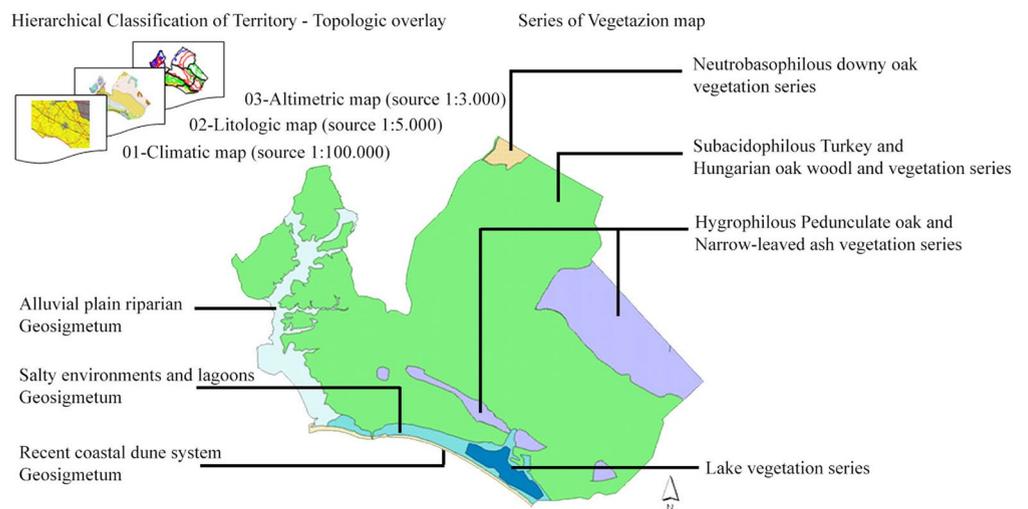


Fig02 - The map of the Potential Vegetation Series of the *Latina* municipality<sup>3</sup>

re-calibrating the ordinal scale of a scientifically consolidated index such as the Index of Landscape Conservation (ILC) proposed by [11]. The re-calibration was carried out in order to better reflect the differences in the intensity of human transformation of the *Latina* area, with particular reference to agricultural land uses. Then, homogeneous territorial units called Unità Territoriali Ambientali (UTA), herein, were established. Although the hierarchical classification of the territory approach [12] was used as reference, this study was based on more specific environmental factors: lithological; hydrographic; historical and land use; micro-elevations. Next, the state of conservation analysis was applied to both the whole municipality and each single UTA.

- Investigating the spatial and environmental characteristics of residual natural fragments composed of a) riparian vegetation; b) windbreak barriers, pointing out the permeability level of the rural matrix for each UTA.

- Elaborating the Landscape Re-composition map as a tool for planning and designing interventions aimed at recovering fragments of residual naturalness of the territory in the short and medium term. Therefore, the Landscape Re-composition map was developed, taking into account small size interventions of the introduction of nuclei and bands of widespread naturalness into the farming matrix.

In the following sections, the main results are presented and discussed.

### The map of the Potential Vegetation Series of the *Latina* municipality

Figure 2 describes the potential vegetation of the municipality of *Latina*. The map of the Potential Vegetation Series was drawn up by hierarchical classification of the territory (topological overlay among the information layers), analysing the information enclosed in the climatic, lithological and elevation boundaries map. The thematic map derived from the topological overlay contains homogeneous units for an abiotic environment. Therefore, the potential vegetation and the serial stages from phytosociological knowledge [16] were attributed to each homogeneous unit (UTA).

The final cartographic restitution is the map of the Potential Vegetation Series of the municipality of *Latina*, whose accuracy shows details that can be represented in 1: 10,000 scale. The minimum dimensional threshold of representation is set in the limit of 100 square meters. The map of Potential Vegetation Series is a powerful and synthetic tool for describing the plant landscape. It is a useful tool for assessing the state of conservation of the territory, analysing the gap between potential and real vegetation (i.e. Land Cover Map, e.g. Corine Land Cover).

The map of Potential Vegetation Series is a powerful and synthetic tool for describing the plant landscape. It is a useful tool for assessing the state of conservation of the territory, analysing the gap between potential and real vegetation (i.e. Land Cover Map, e.g. Corine Land Cover).

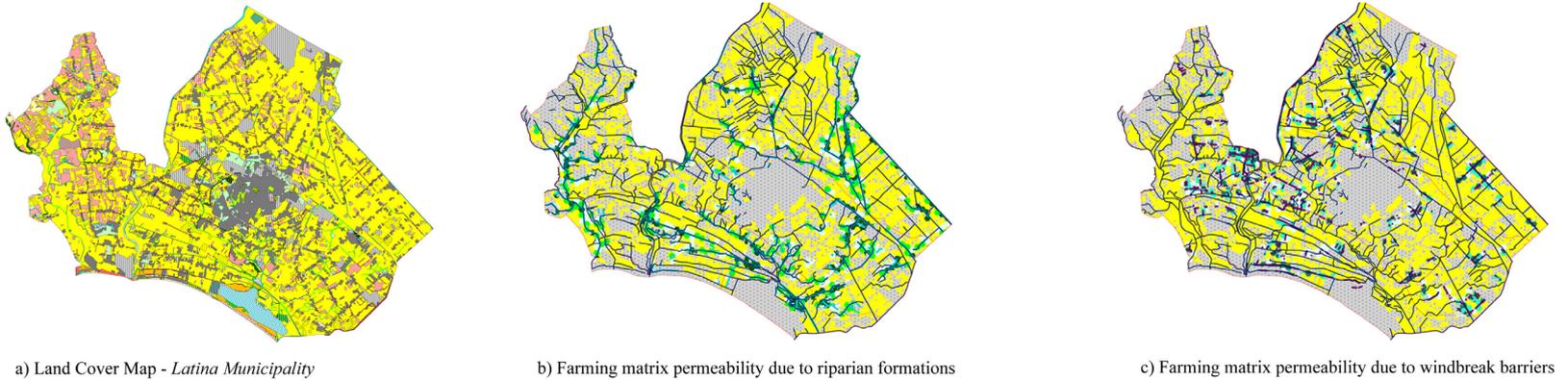
Form the Environmental Design point of view, the map of Potential Vegetation Series represents a reference tool for understanding the ecology, biodiversity and naturalistic value

that exist in a portion of the territory. In this context, the Potential Vegetation Series map was used as a tool to communicate and share essential information for an ecological use of vegetation, both by individual inhabitants and institutions involved in landscape management (e.g. Municipality, *Autorità di Bacino*, *Consorzio di Bonifica*).

central urban agglomeration. In addition, the value attributed to the UTA *Scalo* is significantly lower than the average due to the low environmental value of the agricultural use (ILC 3). This situation is also aggravated by a high level of fragmentation of riparian vegetation, as shown in the next section.

**Residual natural fragments: riparian formations and windbreaks**

Table 2 shows the percentages of permeability of the farming matrix by riparian formations and windbreaks, highlighting the percentage contribution of each component for each UTA. In detail, the results show that: firstly, in UTA *S. Michele*, *Faiti* and *Sabotino* over a third of the



**Fig03 - Map of land cover ( source: CLC 2018) and linear formations (Source: aerial photograph analysis integrated with direct observation).**

**The re-calibration of the Index of Landscape Conservation (ILC)**

The map of land cover and linear formations (Figure 3) were used as a database for the assessment of the state of conservation of the territory both at municipal-scale and UTA, which was based on the re-calibration of the Index of Landscape Conservation (ILC).

In its original formulation, the ILC is obtained starting from the attribution of an ordinal state of conservation value to the individual classes of the Corine Land Cover (CLC) legend. Therefore, an increasing units of ILC shifts from the classes of artificial surfaces (CLC 1) to those agricultural areas (CLC 3,4,5), and finally to the natural and semi-natural areas (CLC 8,9) and the wet areas (CLC 7). Within each macro category, the index value varies according to criteria such as waterproofing (artificial surfaces), state of emerobia (agricultural areas) and proximity to the mature stage (natural and semi-natural areas).

Following this approach, a new ordinal scale of the ILC was defined (Table 1).

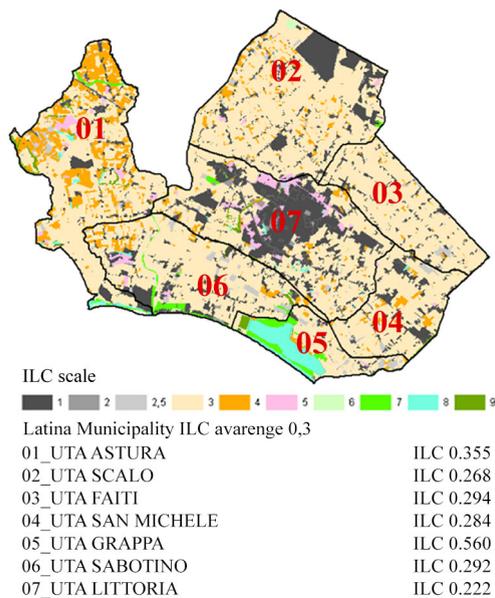
Table 1 ordinated the land use classes which belong to the municipality of *Latina*. The order proposed primarily tries to differentiate the different degree of emerobia of agricultural areas. This because the agricultural areas are the predominant components of the landscape mosaic and therefore those most influencing the value of the ILC.

Figure 4 shows the ILC values for each single UTA (the municipality of *Latina* was divided into 7 UTAs) and the average for the entire municipal area.

The *Latina* municipality has an average ILC value of 0.3, which confirms the need to contrast the permeabilisation and soil artificialisation interventions. It is interesting to note the correlation of the ILC among the UTAs: two UTAs have value above the average; they are those that present naturalistic conditions that have prevented or slowed urban expansion (e.g. the Astura River for UTA Astura, Lake Fogliano and UTA Grappa). Furthermore, a value below the average of the *Latina* UTA was expected, because this UTA represents the

ILC class	Land Cover Cod.	Nomenclature	Area (ha)	RankingCriteria
1	11;12, 131; 1321;1322; 1331; 1332	Urban fabric; Industrial, commercial and transport units; Mineral Extraction sites; Solid waste dump sites; Liquid waste dump sites; Construction sites; Reworked soils and artefacts	11.426,451	Almost total waterproofing of the soil.
1	5112; 5122	Channels; Artificial reservoirs	51,95	Artificial hydrography.
2	141; 1421; 1422;1423; 143	Green urban areas; Sport facilities; Sport areas; Leisure areas; Cemeteries	154.989	Partially waterproofed soils in the urban and agricultural (greenhouses) field.
2.5	2123	Vegetable crops in open fields, in greenhouses and under plastic in irrigated areas	821.222	
3	2111;2121; 2122; 242; 2241	Arable land mainly without dispersed vegetation; Permanently irrigated land; Nurseries in irrigated areas; Complex cultivation patterns	16.263,35	Annual intensive crops.
4	221; 222; 2241;	Vineyards; Fruit trees and berry plantations; Wood Arboriculture	2.513,87	Permanent intensive crops, frequently realized with no native species (e.g. <i>Actinidiachinensis</i> or chards and <i>Eucalypti</i> ).
4	2242	Eucalipteti from wood arboriculture	11.836	
4	2243	Eucaliptetias windbreaks	114.249	
5	223; 231; 241	Olivesgroves; Pastures; Annual crops associated with permanent crops	602.678	Permanent crops realized with species ecologically consistent with the area (olives groves), extensive crops or crops with spatial micro-heterogeneity.
6	243	Land occupied principally by agriculture with significant areas of natural vegetation	5.703	Farming areas with a considerable presence of uncultivated land and spontaneous vegetation units; arboreal vegetation features far from the mature stage.
6	312	Coniferous forest	38.718	
7	313	Mixed forest	47.362	Vegetation in a strong and dynamic recovery (presence of native species), potential natural herbaceous vegetation; hydrographic network and partially deteriorated moist areas.
7	3243	Bushy woodlands	47.362	
7	331; 5111; 411; 321; 4121	Beaches, dunes, sands; Rivers; Inland marshes; Natural grassland; Explored peat bogs	380.948	Potential natural shrubby vegetation.
8	322; 323; 3231;	Moors and heathland; <i>Sclerophyllous</i> vegetation; bushy vegetation	124.516	
8	3221	Heathlands and moorlands	63.155	Potential natural vegetation (mature stage) and moist areas in a good state of preservation.
9	521;421	Coast allagun; Salt marshes	430.304	
9	311	Broad-leaved forests	47.362	
9	3115	Riparian Vegetation	142.699	
9	3116	( <i>Quercus</i> spp., <i>Ostryacarpinifolia</i> , <i>Carpinusbetulus</i> )	56.678	

**Tab01 - ILC ordinal scale of the land use classes of Latina Municipality - ranking criteria adopted.**



**Fig04 - The total ILC of the Latina district territory and its UTA**

Farming matrix with riparian formations			
UTA	Farming matrix with riparian formations (ha)	Total surface of the farming matrix (ha)	Farming matrix permeability due to riparian formations (%)
S. Michele	514.56	1411.49	36
Faiti	690.52	2071.48	33
Sabotino	709.14	2189.97	32
Grappa	142.14	483.612	29
Astura	646.93	2480.00	26
Littoria	516.82	2164.15	24
Latino Scalo	413.82	3575.07	12
Borderlands	614.33	1439.45	43
<b>Totale Latina</b>	<b>4248.26</b>	<b>15815.22</b>	<b>27</b>
Farming matrix with windbreaks			
UTA	Farming matrix crossed by windbreaks (ha)	Total surface of the farming matrix (ha)	Farming matrix permeability due to windbreaks (%)
Littoria	571.27	2164.16	26
Sabotino	524.90	2189.97	24
Latino Scalo	673.53	3575.07	19
S. Michele	265.39	1411.49	19
Astura	426.93	2480.00	17
Faiti	273.37	2071.49	13
Grappa	3.36	483.61	1
Borderlands	252.24	1439.45	18
<b>Totale Latina</b>	<b>2738.75</b>	<b>15815.24</b>	<b>19</b>

**Tab02 - The percentages of permeability of the farming matrix by riparian formations and windbreaks.**

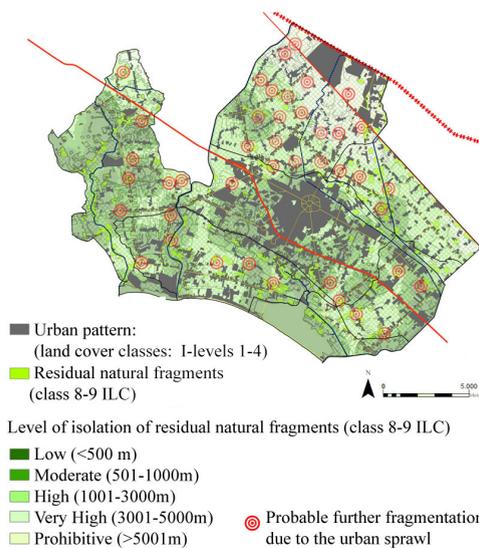
farming matrix is permeated by linear formations with a preponderance of riparian vegetation. Secondly, in line with what emerged in the calculation of the ILC, the UTA *Scalo* is taillight, while counting the greater extension of the hydrographic network. Finally, the windbreak barriers help to integrate these permeability levels with significant contributions both in the UTA of *Littoria* and *Sabotino*.

From the perspective of Environmental Design, the importance of the spatial structure of riparian vegetation fragments and windbreak barriers is an important starting point. This information may be used to understand how the hydrographic network (structural component of the landscape of *Latina*) has been depleted of its ecological functionalities and

underutilised both as a connection infrastructure for upgrading the ecological network of the territory and component of the landscape identity.

### Landscape Re-composition map as a tool for planning and designing interventions

The analysis carried out was collected and



**Fig04 - Landscape Re-composition map of the Latina Municipality.**

organised in the Landscape Re-composition map (Figure 5).

This map integrated information related to the urban pattern, taking into account the potential fusions of urban filaments (e.g. Figure 1c) and the fragmentation levels of riparian vegetation (e.g. Figure 3). From the overlap of these components, some critical points were surveyed and subsequently, the priorities of intervention were classified.

Furthermore, the map of the Landscape Re-composition is articulated with detailed maps for each UTA. These detailed maps provide spatial and environmental information about preliminary design strategies. They report the current state of conservation, about the ILC index, the fundamental botanical information in order to disseminate an ecological use of vegetation (Potential Vegetation Series of each UTA), and design hypotheses for each UTA. The hypotheses of design seek to double the naturalness surfaces over 15 years (short/medium term) through direct action by the inhabitant.

As an example, Figure 6 shows the map of some planned interventions on UTA *Scalo*.

In this case, 16 mature stage vegetation plants (ILC 9) were proposed. The vegetation plants present vary in size, from a minimum of 0.56 ha to a maximum of 9.50 ha. The average size of the plants is 3.63 ha for a total of a new natural area along the hydrographic network of 76.64 ha. These new vegetation areas represent real stepping stones and can be implemented through public, private or combined interventions. The information collected on the maps may be also used for spreading an ecological use of vegetation. For example, this information may contrast the use of exotic species in private green areas, which adversely affect the natural ecology of the landscape.

In addition, figure 6 displays the simulation of the effects that the introduction of the new

plant plants would have on the fragmentation processes, comparing ante and post interventions. It points out the current deficit status which involves the UTA *Scalo*, being affected by a dramatic level of isolation of the plant landscape; which emerged analysing the distribution of distances on the municipal territory from the nearest mature stage fragment of vegetation (CLC 9). In contrast, it also points out the benefit introduced by the new vegetation plants.

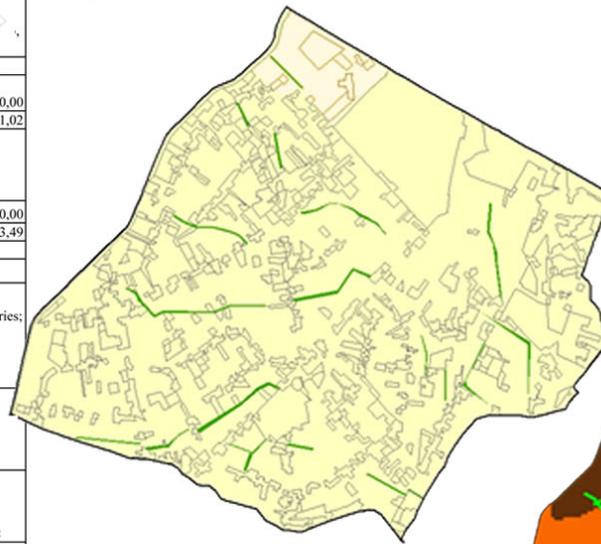
Therefore, the Landscape Re-composition map was designed as a tool with multiple utility levels. In particular, this tool offers a contribution to spread a biological knowledge and awareness on the state of conservation of the territory, through the use of indexes and visualisations with a high potential level of understanding by non-experts. Such an instrument requires an awareness and training campaign and does not claim to be used as a solution tout court. However, the proposed approach based on scientific knowledge and participatory actions, promotes innovative actions for the management and transformation of the built environment from an ecological perspective. In addition, the Landscape Re-composition map may be considered as a tool to implement the local territorial policy for the planning of the landscape promoted by the European Landscape Convention [14], suggesting a spatial distribution and an environmental design agenda (Tabella 3) focused on the introduction of nuclei and bands of widespread naturalness into the farming matrix and along the hydrographic network.

### Conclusion

The structural simplification of the post-reclamation agricultural landscape, which today we observe in the municipality of *Latina*, in addition to significantly altering the perceptive aspects of the landscape, involves more critical adverse effects on the functionality of the ecosystem (urban and agricultural). This study highlighted the crucial ecological role played by the linear vegetation belts (riparian and windbreak barriers) within a highly simplified agro-ecosystem. The methodological approach developed can be considered a contribution to spread an ecological use of vegetation that aims to recover the ecological balance within strongly anthropised territories. This approach, based on the integration of methods and tools of Landscape Ecology and Environmental Design has revealed significant insights. Firstly, the identification of the Vegetation Series, as a fundamental cognitive component to proceed with the construction of environmental recovery strategies. Secondly, the evaluation of the state of conservation of the territory for built environment contexts, as a tool to communicate and plan environmental recovery interventions. Thirdly, the visualisation of the spatial distribution of the structural components of the landscape and their level of fragmentation, arranging priority areas for recovery actions. Finally, providing the simulation of strategic interventions and making it clear that, a direct and synchronised action of the inhabitants through an ecological use of the vegetation can bring a significant increase of the environmental and landscape qualities.

UTA-Latina Scalo		
Settlements belong to the UTA Scalo: Latina scalo, Borgo Tor Tre Ponti, Borgo Podgora		
	area (ha)	%
Territorial extension - Latina	27704,57	100,00
Territorial extension - UTA	5822,13	21,02
Arable land mainly without dispersed vegetation; Permanently irrigated land; Nurseries in irrigated areas; Complex cultivation patterns - (ILC class 3)		
Latina	16263,35	100,00
UTA	3820,15	23,49
ILC (0-1)	0,28	
Intervention area	76,64	
Potential Vegetation Series		
a) Subacidophilous Turkey and Hungarian oak woodland vegetation series;		
b) Hygrophilous Pedunculate oak and Narrow-leaved ash vegetation series;		
c) Neurobasophilous downy oak vegetation series		
		
		
Primary channels		
		
Secondary channels		

Map of interventions



Level of isolation of residual natural fragments  
(class 8-9 ILC)

Comparison ante-post interventions.

- Low (<500 m)
- Moderate (501-1000m)
- High (1001-3000m)
- Very High (3001-5000m)
- Prohibitive (>5001m)

a) ante

a) post

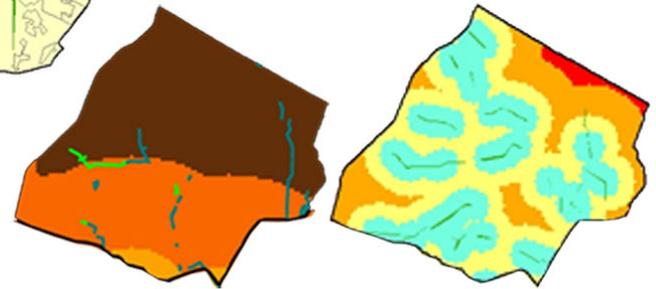


Fig06 - Landscape Re-composition map applied to the UTA Scalo.

## REFERENCES

- [1] Y. Jabareen, Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk, *Cities*, 31 (2013), pp 220-229
- [2] V. Castán Broto, Urban Governance and the Politics of Climate change, *World Development*, 3, (2016), pp. 1-15.
- [3] M. Alberti, J.M. Marzluff, E. Shulenberg, G. Bradley, C. Ryan, C. Zumbunnen, Integrating humans into ecology: Opportunities and challenges for studying urban ecosystems, in: *Urban Ecol. An Int. Perspect. Interact. Between Humans Nat.*, 2008, pp 143-158.
- [4] C. Gazzetti, A. Loy, C. Perotto, S. Rossi, P. Sarandrea, N. Valle, Origine dei carichi inquinanti e stato di eutrofizzazione delle acque interne della provincia di Latina, Rome: Gangemi, 2010.
- [5] MEA, Ecosystems and human well-being: synthesis / Millennium Ecosystem Assessment, Washinton DC: Island Press, 2005.
- [6] W.Oueslati, S. Alvanides, G. Garrod, Determinants of urban sprawl in European cities. *Urban Studies*, 52, (2015), pp. 1594-161
- [7] R.W. Miller, R.J. Hauer, L.P. Werner, *Urban Forestry*, Long Grove, Illinois: Waveland Press Inc, 2015.
- [8] C.C. Konijnendijk, R.M. Ricard, A. Kenney, T.B. Randrup, Defining urban forestry - A comparative perspective of North America and Europe, *Urban Forestry and Urban Greening* 4,(2006), pp. 93-103.
- [9] A. Paoletta, *Abitare i luoghi. Insedimenti, tecnologia, paesaggio*, BFS Edizioni, Pisa, 2004.
- [10] T. Panagopoulos, J.A. González Duque, M. Bostenaru Dan, Urban planning with respect to environmental quality and human well-being, *Environmental Pollution*, 208, (2016), pp. 137-144
- [11] R. Pizzolotto, P. Brandmayr, An index to evaluate landscape conservation state based on land-use pattern analysis and Geographic Information System techniques, *Coenoses*. 11, (1996), pp. 37-44.
- [12] C. Blasi, M.L. Carranza, R. Frondoni, L. Rosati, Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscapes, *Applied Vegetation Science*, 3, (2000), pp. 233-242.
- [13] Council of Europe, European Landscape Convention. Report and Convention Florence, ETS No. 17(176), 8, 2000.

- [14] P.Panuccio, The European landscape convention and urban planning: A comparison between Italy and the UK. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 2, (2014), pp. 1003- 1013.
- [15] M. Sibilla, Zone umide diffuse per la riqualificazione ambientale dell'Agro Pontino, *Il Progetto Sostenibile*, 35-36, (2014), pp. 102-113.
- [16] C. Blasi, Il fitoclima d'Italia, *Plant Biosyst*, 130, (1996), pp. 166-176.

## NOTES

1. The methodological approach developed in this study was designed by dr. Maurizio Sibilla Senior Research Fellow (Marie-Curie Fellow) at the Oxford Brookes University (Oxford, UK) and dr. Anna Barbati Associate Professor at the Department for Innovation in Biological, Agro-Food and Forest Systems of the University of Tuscia (Viterbo, Italy).
2. In Italy, the Law of 9 January 2006, n.14 ratified with the execution order of the European Convention, recognizing that the landscape is in every place, both in urban areas and in the countryside, both in degraded areas as in those areas of outstanding exceptional.
3. The Series of Vegetation consists of all the plant associations linked by dynamic relationships, which are found in a homogeneous space for climate and substrate, on which the same vegetation is actually or potentially expressed. The Geosigmetum assembles the different series of vegetation present in a homogeneous landscape unit (e.g. valley, mountain and coast) with all the associations that characterise them.

Hydrographic Network				
Criticalities	Opportunities	Timescale of the interventions		
		S	M	L
Low quality of the water system	Recovering ecosystem functionalities - Restoring wetland		■	■
Alteration of the riparian vegetation	Enhancing the ecological network		■	■
Lack of naturalness	Introducing nuclei and bands of widespread naturalness	■	■	
Farming matrix				
Criticalities	Opportunities	Timescale of the interventions		
		S	M	L
Pressure due to the urbanisation process	Implementing Landscape European Convention strategies to contrast the phenomenon of erosion of landscape components		■	■
Intensive use in agriculture	Enhancing forms of biological agriculture		■	■
Fragmentation of the mosaic of the vegetation	Introducing nuclei and bands of widespread naturalness	■		
Urban Environment				
Criticalities	Opportunities	Timescale of the interventions		
		S	M	L
Fragmentation of natural components of the landscape due to urban sprawl	Disseminating a method to develop a planning procedure to preserve the ecological integrity of the built environment	■	■	■
Loss of identity of Landscape components due to the urbanisation of rural spaces	Promoting direct actions of urban reforestation by inhabitants for the conscious recovery of ecosystem services - Introducing nuclei and bands of widespread naturalness	■	■	
Use of exotic and invasive species within private gardens		■	■	
Notes: S-short time - 1-5 years; M-medium time - 6-15 years L-long time - >15 years				

Tab03 - Environmental Design Agenda

## Sommario

La riforestazione urbana è riconosciuta come una valida alternativa per contrastare la perdita di funzionalità dei servizi ecosistemici dell'ambiente costruito. Questo perché la vegetazione ha un duplice ruolo di indicare della qualità ambientale e paesaggistica. Numerosi studi ecologici hanno esplorato metodi per valutare queste qualità. L' *Index of Landscape Conservation (ILC)* rappresenta uno dei più avanzati approcci in questo campo. Tuttavia, questo metodo è stato applicato principalmente in contesti di area vasta. Di conseguenza, le sue potenzialità a scala urbana non sono state ancora esplorate. Questo studio affronta questa lacuna, analizzando le qualità ambientali e paesaggistiche della matrice agricola del territorio comunale di Latina, il cui paesaggio vegetale Mediterraneo è compromesso da dinamiche di urban sprawl. Nello specifico, l'urbanizzazione sta progressivamente alterando sia la vegetazione ripariale che le barriere frangivento del reticolo idrografico del paesaggio di Latina. Dunque, con l'obiettivo di contrastare questo fenomeno, è stato sviluppato un approccio innovativo basato sull'uso combinato della ri-calibratura del ILC e analisi sul livello di isolamento dei frammenti di naturalità presenti nella matrice agricola. I risultati sono utili a formulare proposte di progettazione ambientale finalizzate a promuovere azioni dirette da parte degli abitanti di riforestazione urbana per il recupero dei servizi ecosistemici.

## Introduzione

Recenti studi sullo sviluppo urbano sostenibile hanno evidenziato la necessità di reindirizzare in chiave ambientale l'azione antropica ai fini dell'adattamento urbano ai cambiamenti climatici [1]. Tuttavia, in ambiente urbano l'azione antropica continua ad agire come agente dominante [2]. Ben noto è il tema del urban sprawl, causa di frammentazione degli habitat naturali [3] e impoverimento dei sistemi idrografici in particolare in aree agricole [4]. Queste frammentazioni producono una perdita di funzionalità dei servizi ecosistemici [5]. Dunque, con riferimento alle proiezioni di una continua diffusione dell'ambiente urbano [6] le strategie per mitigare tali frammentazioni e recuperare le funzionalità ecosistemiche degli ambienti costruiti è una sfida aperta.

In questo scenario, la riforestazione urbana è riconosciuta come una valida strategia per contrastare la perdita di funzionalità dei servizi ecosistemici dell'ambiente costruito [7]. La riforestazione urbana è un approccio integrato che coinvolge tanto gruppi di alberi quando i singoli attraverso un approccio multidisciplinare che non coinvolge solo i forestali, ma promuove azioni coordinate da parte degli abitanti [8]. Nel caso di ambienti fortemente antropizzati, tali azioni coordinate devono mirare al recupero dell'integrità ecologica della città. L'integrità ecologica degli ambienti costruiti è una condizione sine qua non per uno sviluppo sostenibile duraturo [9]. Nei processi di recupero dell'integrità ecologica degli ambienti costruiti la vegetazione assume il duplice ruolo di indicatore delle qualità ambientale e paesaggistiche [10].

Diversi studi nell'ambito dell'Ecologia del Paesaggio hanno esplorato metodi per valutare tali qualità. L'*Index of Landscape Conservation (ILC)* [11] rappresenta uno dei più avanzati metodi sviluppati in questo campo. Tuttavia, tale metodo è stato applicato prevalentemente per progetti di area vasta [12]. Di conseguenza, le potenzialità di questo approccio a scala urbana non è stato ancora esplorato. Questo studio affronta questa lacuna, analizzando le qualità ambientali e paesaggistiche della matrice agricola, quale ambito caratterizzante il territorio comunale di Latina. In tale ambito le componenti di naturalità ed identità di questo paesaggio Mediterraneo sono compromesse da una continua espansione urbana. Dunque, è stato sviluppato un approccio innovativo basato sulla ri-calibratura del ILC per ambiti a forte pressione antropica, integrato con analisi dei livelli del isolamento dei frammenti di naturalità residua

all'interno della matrice.

Lo scopo di questo studio è fornire nuove conoscenze, utili ad architetti e pianificatori, sull'uso ecologico della vegetazione a scala urbana, consegnando una procedura innovativa che può essere usata per orientare le scelte vegetazionali in progetti pubblici e privati. A tale scopo, i risultati sono trasferiti in una proposta di progettazione ambientale al fine di implementare le pratiche di recupero dei servizi ecosistemici. In particolare, la proposta progettuale mira a promuovere interventi diffusi di riforestazione basati su una conoscenza ecologica condivisa e su un'azione diretta degli abitanti. Inoltre, essendo tale approccio trasferibile in altri contesti, esso può essere considerato un rilevante contributo per la comunità scientifica e professionale per integrare i principi della Convenzione Europea del Paesaggio [13] con le attività di progettazione ambientale e paesaggistica [14].

## Obiettivo della ricerca

Il caso studio del Comune di Latina ben rappresenta le problematiche legate alle funzionalità dei servizi ecosistemici in ambienti fortemente antropizzati. Quest'area rappresenta sotto il profilo della naturalità un "punto di minimo" all'interno dell'Agro Pontino [15]. Il caso studio del territorio di Latina si caratterizza per tre componenti significative, mostrate in Figura 1 e di seguito descritte:

- un mosaico paesistico costituito prevalentemente da usi del suolo di tipo agricolo e da insediamenti urbani, rispettivamente, il 73% e il 22% del territorio comunale. In tale mosaico sono presenti frammenti di naturalità residua, attualmente pari a circa il 3% della superficie comunale. Tali frammenti rappresentano ciò che rimane di naturalità dal paesaggio post-bonifica (Figura 1a);
- un fitto reticolo idrografico naturale e artificiale che permea la matrice agricola mettendola in connessione con il tessuto urbano (Figura 1b);
- un'espansione urbana che ha seguito le dinamiche tipiche della diffusione lungo le radiali stradali, un tempo strade di campagna, oggi barriere ecologiche di asfalto. La Figura 1c mostra l'analisi spaziale delle dinamiche di diffusione urbana elaborata dagli autori al fine di rendere evidente la progressiva frammentazione della matrice agricola.

Dunque, questo caso studio si focalizza sulla progressiva espansione urbana che sta alterando sia la vegetazione ripariale che le barriere frangivento del reticolo idrografico. In relazione a tali componenti, viene posto l'obiettivo di attivare un processo di recupero delle qualità ambientali e paesaggistiche della matrice agricola attraverso l'introduzione (nello spazio e nel tempo) di frammenti di vegetazione naturale come strategia di riforestazione urbana basata su un'azione coordinata, diretta e puntuale da parte degli abitanti.

Nella successiva sezione è illustrata la struttura metodologica, fornendo gli elementi essenziali per la ripetibilità del metodo in altri contesti.

## Struttura metodologica della ricerca

L'approccio metodologico adottato integra analisi quali-quantitative tipiche dell'Ecologia del Paesaggio e della Progettazione Ambientale. L'Ecologia del Paesaggio interviene per identificare e fornire una valutazione analitica e scientifica dello stato di conservazione del territorio, attraverso la vegetazione come principale indicatore ambientale. La progettazione ambientale interviene nella caratterizzazione spaziale e temporale delle informazioni botaniche raccolte nella fase analitica. Così facendo, si delineano strategie di recupero ambientale in grado di ripristinare le funzionalità ecologiche della matrice agricola e di incrementare le sue qualità paesaggistiche, utilizzando la vegetazione come barriera all'urban sprawl. In particolare, questa ricerca si focalizza sul recupero ambientale della vegetazione ripariale (ambito con assenza di fruibilità antropica) che permea la matrice agricola. L'approccio metodologico può essere utilizzato anche per azioni di riqualificazione ambientale (azioni di riforestazione urbana in ambiti a

bassa, media o alta fruibilità antropica, quali parchi e giardini) la cui descrizione progettuale non è oggetto di questo studio. Di seguito è descritta la struttura metodologica, mettendo in evidenza i caratteri innovativi dell'approccio adottato:

- Individuare, in un contesto territoriale fortemente antropizzato gli elementi strutturanti dell'identità del paesaggio a partire dal riconoscimento dell'eterogeneità potenziale attraverso la mappatura delle Serie di Vegetazione Potenziale del territorio.
- Definire una scala di valutazione dello stato di conservazione del Comune di Latina ri-calibrando la scala ordinale di un indice scientificamente consolidato quale l'*Index of Landscape Conservation (ILC)* proposto da [11]. La ri-calibratura è effettuata al fine di rispecchiare al meglio le differenze nell'intensità di trasformazione antropica del territorio di Latina, con particolare riferimento agli usi del suolo di tipo agricolo. Dunque, valutare lo stato di conservazione rispetto a unità territoriali omogenee sotto il profilo ambientale, identificabili a scala comunale, qui denominate Unità Territoriali Ambientali (UTA). Data la scala di studio la delimitazione delle UTA, pur avendo come riferimento metodologico la classificazione gerarchica del territorio [12], è basata su fattori di variabilità ambientale più fini rispetto a quelli abitualmente usati per lavori di area vasta (es. bioclima, geomorfologia) quali differenze: litologiche; idrografiche; storiche e di uso del suolo; micro-altimetriche.
- Indagare sulle caratteristiche strutturali dei frammenti di naturalità residua composti da: a) vegetazione ripariale; b) barriere frangivento, mettendo in luce il livello di permeabilità della matrice agricola per ogni UTA.
- Elaborazione della mappa di Ricomposizione del Paesaggio come strumento di supporto alla programmazione e progettazione di interventi di recupero dei frammenti di naturalità residua del territorio nel breve e medio termine. Tale recupero è basato sulla reintroduzione nella matrice agricola di nuclei e fasce di naturalità diffusa di piccola dimensione attraverso l'azione diretta degli abitanti. Nelle successive sezioni i principali risultati sono presentati e discussi.

## La mappa delle Serie di Vegetazione Potenziale del comune di Latina

La Figura 2 fornisce una descrizione della vegetazione potenziale del Comune di Latina. La mappa delle Serie di Vegetazione Potenziale è stata redatta mediante classificazione gerarchica del territorio (overlay topologico tra gli strati informativi), analizzando le informazioni contenute nella carta climatica, litologica e altimetrica. La carta tematica derivata dall'overlay topologico contiene unità omogenee per ambiente abiotico. Dunque, a ciascuna unità omogenea è stata attribuita la vegetazione potenziale e le tappe seriali sulle base delle conoscenze fitosociologiche [16]. La restituzione cartografica finale è la Carta delle Serie di Vegetazione Potenziale del Comune di Latina, il cui grado di precisione riporta particolari rappresentabili alla scala 1:10.000. La minima soglia dimensionale di rappresentabilità è fissata nel limite di 100 mq. La mappa delle Serie di Vegetazione Potenziale è un potente e sintetico strumento di descrizione del paesaggio vegetale. Essa è un utile strumento di valutazione dello stato di conservazione del territorio, analizzando il gap esistente tra la vegetazione potenziale e quella reale (mappa copertura del suolo - Corine Land Cover). Nell'ambito della progettazione ambientale, la mappa delle Serie di Vegetazione Potenziale rappresenta uno strumento di riferimento per comprendere l'ecologia, la biodiversità e il valore naturalistico che insiste su una porzione di territorio. In questo contesto, la mappa delle Serie di Vegetazione Potenziale è stata utilizzata come strumento per comunicare e condividere informazioni essenziali per un uso ecologico della vegetazione, sia da parte dei singoli abitanti che delle istituzioni coinvolte nella gestione del paesaggio (Comune, Autorità di Bacino, Consorzio di Bonifica).

### **L'Index of Landscape Conservation (ILC) in ambito urbano**

La mappa della copertura del suolo e delle formazioni lineari (Figura 3) sono state utilizzate quale base dati per una valutazione a scala comunale e di UTA dello stato di conservazione del territorio basato sulla ricalibratura dell'Index of Landscape Conservation (ILC). Nella sua formulazione originale, l'ILC è ottenuto a partire dall'attribuzione di un valore ordinale di stato di conservazione alle singole classi della legenda Corine Land Cover (CLC). Dunque, un valore crescente passando dalle classi di superfici artificiali (CLC 1), a quelle aree agricole (CLC 3,4,5) e infine alle aree naturali e seminaturali (CLC 8,9) e alle zone umide (CLC 7). All'interno di ciascuna macrocategoria il valore dell'indice varia in funzione di criteri quali impermeabilizzazione (superfici artificiali), stato di emersione (aree agricole), vicinanza alla tappa matura (aree naturali e seminaturali).

Seguendo questo approccio, si è definita una nuova scala ordinale dell'ILC (Tabella 1) per le classi di uso del suolo presenti nel Comune di Latina, cercando di differenziare soprattutto, sulla base delle conoscenze disponibili e per quanto possibile sulla base di un approccio puramente tipologico, il diverso grado di emersione delle aree agricole, essendo queste componenti preponderanti del mosaico paesistico e pertanto quelle maggiormente influenzanti il valore dell'ILC.

La Figura 4 mostra i valori ILC per singole UTA (il comune di Latina è stato suddiviso in 7 UTA) e la media per l'intero territorio comunale.

Il comune di Latina presenta un valore medio di ILC di 0,3, confermando dunque la necessità di frenare gli interventi di permeabilizzazione e artificializzazione del suolo. Interessante è la distribuzione del ILC tra le diverse UTA. Sopra la media si attestano le due UTA che presentano condizioni naturalistiche che hanno impedito o frenato l'espansione urbana (il fiume Astura per l'UTA Astura, il lago di Fogliano l'UTA Grappa). Inoltre, mentre era di facile previsione il valore sotto la media attribuito all'UTA Scalo. Questo è dovuto ad un uso agricolo a basso valore ambientale (ILC 3), aggravato, come messo in evidenza dalla successiva analisi, da un reticolo idrografico altamente artificializzato e ambiti di vegetazione naturale scarsa e frammentata.

### **I frammenti di naturalità residua: vegetazione ripariale e barriere frangivento**

La Tabella 2 mostra i valori percentuali di permeabilità della matrice agricola da parte delle formazioni ripariali e dei frangivento, mettendo in evidenza il contributo percentuale di ciascuno componente per ogni UTA. In particolare, i risultati evidenziano che: a) nell'UTA S. Michele-Rio Martino, Fauti e Sabotino oltre un terzo della matrice agricola è permeata dalle formazioni lineari con preponderanza di vegetazione ripariale; b) in coerenza con quanto indicato nel calcolo dell'ILC, l'UTA Latina Scalo è fanalino di coda, pur contando, dato significativo, la maggiore estensione del reticolo idrografico; c) le barriere frangivento aiutano a integrare questi livelli di permeabilità, con contributi significativi nelle UTA di Littoria e Sabotino.

Dal punto di vista della progettazione ambientale, la rilevanza dell'assetto spaziale dei frammenti di vegetazione ripariale e barriere frangivento è un importante punto di partenza per comprendere come il reticolo idrografico (componente strutturale del paesaggio di Latina) sia stato impoverito delle sue qualità ecologiche e sottoutilizzato sia come infrastruttura di connessione per il potenziamento della rete ecologica del territorio sia come componente identitaria del paesaggio locale.

### **Interventi di recupero dei frammenti di naturalità residua**

Le analisi svolte sono state raccolte e organizzate nella mappa della Ricomposizione del Paesaggio (Figura 5). Questa mappa integra le informazioni relative al pattern urbano, tenendo conto delle potenziali fusioni

dei filamenti urbani (Figura 1c) e dei livelli di frammentazione della vegetazione ripariale (Figura 3). Dalla sovrapposizione di queste due componenti sono stati censiti alcuni punti critici e successivamente identificate le priorità di intervento.

La mappa della Ricomposizione del Paesaggio e' ulteriormente articolata con carte di dettaglio per ogni UTA. Le mappe di dettaglio forniscono informazioni spaziali e ambientali dei nuovi impianti di vegetazione. Esse riportano lo stato di conservazione attuale, con riferimento all'indice ILC, le informazioni botaniche fondamentali per un uso ecologico della vegetazione (Serie di Vegetazione Potenziale di ogni UTA), ed ipotesi progettuali per ogni UTA. L'ipotesi progettuale proposta è finalizzata al raddoppio delle superfici di naturalità in un arco temporale di 15 anni (breve/medio periodo) attraverso un'azione diretta da parte dell'abitante.

Come esempio si riporta in Figura 6 la mappa di alcuni interventi programmati sull'UTA Scalo. In questo caso, si tratta di 16 impianti di vegetazione tappa matura (ILC 9), di dimensione variabile da un minimo di 0,56 ha ad un massimo di 9,50 ha. La dimensione media degli impianti è di 3,63 ha. Per un totale, ad intervento concluso, di una nuova area naturale lungo il reticolo idrografico di 76.64 ha. Tale aree andranno a rappresentare vere e proprie stepping stones e potranno essere attuate attraverso interventi pubblici, privati o combinati. Le informazioni raccolte della mappa sono utili per diffondere un uso ecologico della vegetazione all'interno delle aree verdi private che non sono adiacenti al reticolo idrografico, ma comunque ecologicamente sofferenti per l'abbondante presenza di specie esotiche.

Inoltre, la Figura 6 fornisce la visualizzazione degli effetti che l'introduzione di nuovi impianti vegetali avrebbe sui processi di frammentazione del paesaggio. La figura sottolinea lo stato di deficit del UTA Scalo, essendo questa affetta da un elevato livello di isolamento dei nuclei di naturalità. Tale condizione emerge dalle analisi sulla distribuzione delle distanze dal più vicino nucleo di tappa matura (CLC 9). In contrasto, la figura evidenzia gli effetti benefici post-intervento.

La mappa della Ricomposizione del Paesaggio e' stata pensata come uno strumento con molteplici livelli di utilità. In particolare, tale strumento è offerto come contributo per diffondere una conoscenza botanica e una sensibilizzazione sulla stato di conservazione del territorio, attraverso l'uso di indici e visualizzazioni con un potenziale alto livello di comprensione da parte di non esperti. Ovviamente, un tale strumento necessita di una campagna di sensibilizzazione e formazione e non pretende di essere utilizzato come strumento risolutivo tout court. Tuttavia, l'approccio proposto, basato su conoscenze scientifiche e azioni partecipative, e' un contributo alla promozione di caratteri innovativi per la gestione e la trasformazione dell'ambiente costruito in chiave ecologica. Inoltre, la mappa della Ricomposizione del Paesaggio puo' essere considerata uno strumento per implementare le politiche territoriali locali per la progettazione del paesaggio promosse dalla Convenzione Europea del Paesaggio [14], suggerendo un'agenda di progettazione (Tabella 3) ambientale focalizzata sull'introduzione di frammenti di naturalità diffusa nella matrice agricola e lungo il reticolo idrografico.

### **Conclusioni**

La semplificazione strutturale del paesaggio agrario post-bonifica, che oggi osserviamo del comune di Latina, oltre a modificare sensibilmente gli aspetti percettivi del paesaggio, comporta più importanti riflessi negativi sulle funzionalità dell'ecosistema (urbano e agricolo). Questo studio ha messo in evidenza l'importante ruolo ecologico svolto dalle fasce di vegetazione lineare (ripariale e barriere frangivento) all'interno di un agro ecosistema fortemente semplificato. L'approccio metodologico sviluppato può essere considerato un contributo per diffondere un uso ecologico della vegetazione che mira a recuperare gli equilibri ecologici all'interno di territori fortemente antropizzati. Tale approccio, basato sull'integrazione dei metodi e strumenti

dell'Ecologia del Paesaggio e della Progettazione Ambientale ha portato: 1) all'identificazione delle Serie di Vegetazioni come componente cognitiva fondamentale per procedere alla costruzione di strategie di recupero ambientale; 2) alla valutazione dello stato di conservazione del territorio per contesti fortemente antropizzati, come strumento per comunicare e programmare interventi di recupero ambientale; 3) alla visualizzazione della distribuzione spaziale delle componenti strutturali del paesaggio e del loro livello di frammentazione, fornendo ambiti prioritari di azione; 4) alla simulazione di un intervento strategico rendendo evidente come un'azione diretta e sincronizzata degli abitanti attraverso un uso ecologico della vegetazione possa portare un rilevante incremento delle qualità ambientali e paesaggistiche.

### **NOTE**

1. L'approccio metodologico sviluppato in questo studio e' stato elaborato dal dr. Maurizio Sibilla Senior Research Fellow (Marie-Curie Fellow) della Oxford Brooke University, (Oxford, UK) and dr. Anna Barbati professore associato del Department for Innovation in Biological, Agro-Food and Forest Systems of the University of Tuscia (Viterbo, Italy).
2. In Italia, la convenzione Europea del Paesaggio e' stata convertita in Legge (n.14, 9 Gennaio, 2006), riconoscendo che il paesaggio coinvolge sia aree urbane che rurali sia degradate che eccezionali.
3. La serie di vegetazione è costituita dall'insieme di tutte le associazioni vegetali legate da rapporti dinamici, che si rinvengono in uno spazio omogeneo per clima e substrato, su cui si esprime, realmente o potenzialmente, la stessa potenzialità vegetazionale. Il geosigmeto raggruppa le diverse serie di vegetazione presenti in un'unità omogenea di paesaggio (es. vallata, montagna, tratto di costa, ecc.) con tutte le associazioni che le caratterizzano.