

Elisabetta Ginelli, Laura Daglio  
Dipartimento ABC, Politecnico di Milano, Italia

elisabetta.ginelli@polimi.it  
laura.daglio@polimi.it

**Abstract.** Il saggio, proponendo gli esiti della ricerca Prin 2010-11 "Rapporto tra sistemi energetici e paesaggi" da poco conclusa, illustra un inedito strumento metaprogettuale che consente di governare la complessità delle relazioni fra infrastrutture (sistemi) energetiche e paesaggi, massimizzare l'eco-efficienza e l'integrazione nel contesto, nel rispetto di condizioni di accettabilità ambientale, economica, sociale e istituzionale. Effetto di un quadro critico conoscitivo dei recenti paesaggi dell'energia, il carattere innovativo dello strumento, in sintonia con l'approccio tecnologico sistemico e multiscale al progetto, risiede nella capacità di rispondere contemporaneamente a multidimensionali esigenze, attivando processi partecipativi e di bilanciamento degli interessi pubblico e privato.

**Parole chiave:** Infrastrutture per l'energia, Paesaggi, Progettazione ambientale

## Introduzione

L'impiego delle fonti energetiche rinnovabili (FER) è diventato l'imperativo contemporaneo e la valutazione delle relative qualità e delle modalità d'uso, dimensione, localizzazione e posizionamento delle installazioni, delle condizioni di continuità della produzione e del profitto energetico generato dal risparmio di risorse conseguibili, assumono il ruolo di indicatori tecnici imprescindibili. Tuttavia, a differenza dei sistemi non rinnovabili, le FER occupano molto più spazio fisico, pur garantendo un approvvigionamento discontinuo e tendono pertanto a sbilanciare il sistema nella sua globalità, anche per assenza di soluzioni di accumulo efficaci.

Nella complessità del contesto attuale che rinnova il dibattito sul tema delle infrastrutture (Furlong, Biraghi, Albrecht, 2012) e nella crescente domanda di energia la definizione e l'impostazione progettuale degli impianti e delle installazioni necessarie alla trasformazione delle risorse in energia utile richiedono un superamento del significato prestazionale puramente tecnico per adeguarne la valenza in relazione alle esigenze della dimensione ambientale, sociale ed economica che caratterizza ogni trasformazione sostenibile del territorio, nella considerazione delle

Infrastructures  
for renewable  
energies in landscape.  
Design tools and  
innovation trends

**Abstract.** This essay, through the results of the recently completed research Prin 2010-11 "Relation between energy systems and landscapes", illustrates an innovative meta-design tool that allows the management of the complexity of the relationships between energy infrastructures (systems) and landscapes, the maximization of eco-efficiency and integration in a given context, in accordance with environmental, economic, social and institutional acceptability conditions. Effect of a cognitive critical picture of recent energy landscapes, the innovative nature of this tool, aligned with the systemic technological and multi-scale design approach, lies in the ability to respond simultaneously to multidimensional needs, enabling participatory processes and balancing public and private interests.

**Keywords:** Infrastructures for energies, Landscapes, Environmental design

tensioni che queste possono indurre sul paesaggio.

La ricerca si focalizza sulla gestione del rapporto tra infrastrutture energetiche FER e paesaggi con l'obiettivo generale di sovvertire le apparenti conflittualità trasformandole in sinergie, superando un approccio parcellizzato di studio basato unicamente sulle prestazioni energetiche offerte.

Il tema del lavoro si fonda sulla predisposizione di metodologie di studio e analisi (Ginelli, Daglio, 2015; 2014a) utili alla proposta di criteri generalizzati metaprogettuali, basati su un rapporto non casuale ma di interrelazione tra paesaggio ed energia. In questo senso il concetto di infrastruttura energetica viene sviluppato e distinto in Sistemi Energetici e Sistemi Impiantistici, l'uno (Fig. 1) a costituire il risultato di una forma di integrazione con il contesto divenendo elemento attivo di sinergie e trasformazioni, perché caratterizzato da multifunzionalità, l'altro (Fig. 2) a rappresentarne la mera realtà funzionale<sup>1</sup>. L'obiettivo si è quindi rivolto allo sviluppo di un metodo per la costruzione di criteri e linee di indirizzo ripetibili per il progetto del SE così definito, sia esso di nuova realizzazione che di trasformazione dell'esistente, alla scala edilizia, urbana e territoriale. Attraverso l'utilizzo di metodologie di analisi e valutazione multidimensionale complessa delle variabili in gioco si sono individuate condizioni di accettabilità, corrispondenti alla redazione di uno strumento metaprogettuale destinato a influire sull'apparato normativo e capace di guidare la Pubblica Amministrazione e i progettisti nella pianificazione, programmazione, progettazione e gestione di tali infrastrutture. Tale strumento si articola intorno alla definizione di categorie di variabili di interrelazione fra SE e paesaggio che declinano l'obiettivo madre di eco-efficienza nelle dimensioni economica, sociale, ambientale ed istituzionale.

## Introduction

The use of renewable energy sources (RES) is nowadays an imperative and the evaluation of their quality and use methods, of their size, location and installations positioning, of the continuity of production conditions and energy profit generated from saving resources, assume the role of indispensable technical indicators. However, unlike non-renewable systems, RES occupy more physical space while they ensure a discontinuous supply and therefore tend to unbalance the entire system, also for the lack of effective storage systems.

In the complexity of the current context that renews the debate on infrastructures (Furlong, Biraghi, Albrecht, 2012) and the growing demand for energy, the definition of the design approach of the systems and of the necessary facilities for the transformation of resources into useful energy, requires

to overcome the evaluation of a purely technical performance. Environmental, social and economic dimensions characterizing any sustainable transformation should be considered because of the impacts that these systems can induce on landscape.

This research is therefore focused on the management of the relationship between RES energy infrastructures and landscapes with the overall goal of subverting the apparent conflicts and converting them instead into synergies, overcoming a fragmented and sectorial analysis approach based uniquely on the resulting energy performance.

This work focuses on the definition of research and analysis methodologies (Ginelli, Daglio, 2015; 2014a) for the proposal of generalized meta-design criteria based on a non-random relationship but rather on the interrelationship between landscape and en-



01 | Sistemi Energetici: da dx in alto, senso orario: BFLS, Strata Building SE1, Londra, 2010 (fonte: <https://en.wikipedia.org>), Toyo Ito, World Games Stadium, Taiwan, 2009 (LC) (fonte: <https://it.wikipedia.org>), Coffice, Solar Wind - 2° classificato Concorso internazionale "Parco Solare Sud", Bagnara Calabria (RC), 2010 (fonte: <http://www.infobuildenergia.it>), Stazione con copertura fotovoltaica sul ponte Blackfriars, Londra, 2014 (fonte: <http://www.theguardian.com>)  
Energy Systems: clockwise from top right: BFLS, Strata Building SE1, London, 2010 (source: <https://en.wikipedia.org>), Toyo Ito, World Games Stadium, Taiwan, 2009 (LC) (source: <https://it.wikipedia.org>), Coffice, Solar Wind - 2° Prize International Competition "Parco Solare Sud", Bagnara Calabria (RC), 2010 (source: <http://www.infobuildenergia.it>), PV installation on Blackfriars Station, London, 2014 (source: <http://www.theguardian.com>)



02 | Sistemi Impiantistici: da dx in alto, senso orario: Silos di stoccaggio biogas Azienda Agricola S. Giuliano a Comano Terme (TN) (fonte: <http://www.editione.it>), Centrale idroelettrica Semenza, Robbiate (LC) (fonte: <https://it.wikipedia.org>), Parco eolico in Sicilia (fonte: <http://www.greenstyle.it>), Termovalorizzatore di Trieste (fonte: <https://commons.wikimedia.org>)  
Energy Plant Systems: clockwise from top right: Biogas Storage Silos S. Giuliano Farm, Comano Terme (TN) (source: <http://www.editione.it>), Semenza Hydroelectric Power plant, Robbiate (LC) (source: <https://it.wikipedia.org>), Eolic park in Sicily (source: <http://www.greenstyle.it>), Trieste Waste to energy plant (source: <https://commons.wikimedia.org>)

ergy. Accordingly, the broader concept of energy infrastructure is developed and identified in Energy Systems and Energy Plant Systems. The first ones (Fig. 1) are defined as the result of a form of integration with the context becoming active element of synergies and transformations, the others (Fig. 2) represent the mere functional reality in a distinct juxtaposition relationship<sup>1</sup>. The aim of the research is then pointed to the development of a method for the construction of criteria and replicable guidelines for the planning and design of a so defined Energy System, both for new construction projects and for the transformation of the existing, at a building, urban and regional scale. Through the use of methods of analysis and complex multidimensional evaluation of the variables involved, acceptability conditions have been identified corresponding to the drafting of a

A tal fine l'approccio multidisciplinare della ricerca ha sviluppato l'indagine su due fronti, uno di tipo induttivo e uno deduttivo: da un lato, sono stati analizzati ed interpretati oltre cento casi studio paradigmatici di infrastrutture energetiche e, dell'altro, ci si è concentrati sui sistemi impiantistici nella loro dimensione tecnica, valutando e comparando le diverse FER e le relative possibili soluzioni.

## Il paesaggio dell'energia: quadro critico e traiettorie dell'innovazione

L'ampio censimento di contemporanee infrastrutture energetiche nel paesaggio evidenzia uno stato dell'arte caratterizzato da atteggiamenti molto diversi, riconducibili ad alcune macrocategorie che affondano le radici nella cultura ottocentesca e della prima età della macchina. Ancora dominante è l'opposizione fra artificio e natura ed una concezione del paesaggio di tipo estetico percettivo, che si traduce nella contrapposizione fra concezione romantica o positivista del cambiamento tecnologico, evidenziando un paradosso costituito dall'opposizione fra istanze della conservazione e della sostenibilità, concetti parimenti rivolti alla trasmissione di valori e risorse alle generazioni future (Ginelli, Bianchi, Pozzi, 2015).

Un atteggiamento di tipo conservativo-statico (Fig. 3) individua paesaggi di valore da conservare ed altri degradati, trasformabili con maggior libertà, così come tecnologie 'accettabili' di facile mitigazione, contrariamente ad altre. In questo senso il legislatore pare interpretare una diffusa e condivisa rappresentazione nostalgica del paesaggio quale ambito storico o presunto naturale da preservare, talvolta indipendentemente dalla qualità percepita.

A tale paesaggio del vincolo se ne giustappone uno dell'incentivo, prodotto di recenti politiche finalizzate allo sviluppo dell'in-

meta-design tool capable of influencing the regulatory framework and of leading public bodies and designers in planning, programming, designing and managing these infrastructures.

This tool is built on the definition of categories of interrelation variables between ES and landscape that articulate the main objective of eco-efficiency in the economic, social, environmental and institutional dimensions.

For this purpose, the research multidisciplinary approach led the investigation through the application of both an inductive and a deductive method. On the one hand, more than one-hundred paradigmatic case studies of energy infrastructures were analysed and interpreted and on the other hand the focus was on plant systems in their technical dimension, evaluating and comparing the different RES and possible solutions.

## Energy landscapes: critical framework and innovation trends

The large inventory of contemporary energy infrastructures in landscape, both projects and achieved works, show a state of the art characterized by very different approaches related to categories that have their roots in the Nineteenth-century culture of the First Machine Age. Dominant is the opposition between natural and artificial and a perceptual aesthetic landscape notion, which translates into the opposition between a romantic or a positivist concept of technological change. This highlights a basic paradox formed by the opposition between conservation and sustainability issues, models that are both directed towards the transmission of values and resources to future generations (Ginelli, Bianchi, Pozzi, 2015).

A first conservative-static attitude



03 | Approccio conservativo statico: da dx in alto, senso orario: Tegole fotovoltaiche (fonte: <http://www.fornacefonti.it>), Simulazione cromatismo pale eoliche per mitigazione ambientale (fonte: Regione Toscana, Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale degli impianti eolici, 2004, p. 99), Pannelli solari nascosti sulla copertura del Castello di Dunster (fonte: <http://hc.historicengland.org.uk>, © National Trust and Alan Watson), Pannelli solari non visibili sul tetto piano di Beaufort Gardens, Londra (fonte: English Heritage, *Microgeneration in the Historic Environment*, 2012, p. 3, courtesy of Royal Borough of Kensington and Chelsea)

*Conservative static approach: clockwise from top right: PV tiles (source: <http://www.fornacefonti.it>), Wind turbines colour simulation for environmental mitigation (source: Regione Toscana, Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale degli impianti eolici, 2004, p. 99), Dunster Castle non visible PV installation (source: <http://hc.historicengland.org.uk>, © National Trust and Alan Watson), Concealed solar panels on Beaufort Gardens terrace, London (source: English Heritage, *Microgeneration in the Historic Environment*, 2012, p. 3, courtesy of Royal Borough of Kensington and Chelsea)*

frustrutturazione energetica *tout court*, che hanno agito in completa autonomia senza valutare le conseguenze sul territorio.

Un ulteriore approccio, che si potrebbe definire energocratico (Fig. 4), antitetico al precedente, di stampo scientifico tecnicistico, riconosce all'emergenza energetica una tale priorità da legittimare qualsiasi intervento, in particolare su quelle aree cui non viene attribuito socialmente un valore culturale.

Contemporaneamente si assiste all'emergere di una tendenza estetizzante delle infrastrutture energetiche (Fig. 5), che, nelle soluzioni più interessanti, si traduce in operazioni di carterizzazione o *restyling*, finalizzate ad umanizzare, a rendere più *user-friendly* l'impianto dal punto di vista della comunicazione o ad attribuirgli un nuovo valore significativo attraverso progetti affini alla *land art*. Il rischio di riduzionismo della questione energetica nella soluzione formale è rappresentato dall'enfasi autoreferenziale dell'estetica della macchina scevra di relazione con il contesto o nel *camouflage* rispetto alla preesistenza, rasentando il kitsch.

Una lettura comparata dei numerosi casi studio internazionali, evidenzia, da un lato, la prevalenza di una visione settoriale ed univoca che in molti casi ribadisce il ricorrente binomio valorizzazione/conservazione e, dall'altro, sottolinea l'esigenza della formulazione di un nuovo linguaggio per il progetto sostenibile e, quindi, anche per l'infrastruttura energetica.

Tale sforzo richiede un salto di paradigma culturale (Heymann, 2012) che non si risolve in esplorazioni formali *Siteless* (Blanciak, 2008) o mimesi nel paesaggio. Se è infatti riconosciuto il carattere contestuale del design energeticamente consapevole, tale interrelazione con il paesaggio deve radicarsi nella bilanciata rispondenza a diverse istanze di carattere multidimensionale quale requisito di eco-efficienza. Alcuni casi studio selezionati

(Fig. 3) identifies valuable landscapes that are to be preserved and others which are degraded or deemed of less interest and thus more freely modifiable; it identifies also 'acceptable' technologies, easy to mitigate or to include in landscapes and others that are not. This vision, coherent with B. Croce's principles, permeates most of the planning and regulation tools in Italy and identifies protected environmental areas that are not open to a possible transformation. In this sense, the legislator seems to interpret a widespread and shared nostalgic representation of landscape, as an historical context or supposed natural, to preserve, sometimes regardless of the perceived quality.

Along with this landscape of constraints and preservation there is one of incentives emerging from recent policies aimed at developing energy

infrastructures *tout court*, that operated independently without assessing the impacts on land.

This contradistinction allows to introduce another approach that could be defined energocratic (Fig. 4), antithetical and complementary to the previous one, of scientific and technical nature, that often ascribes everything to purely economic and that recognizes energy emergency as such a priority to justify any kind of intervention, especially in those areas where socially a cultural value is not perceived. If taken to the extreme, this approach leads to a unidirectional and myopic vision of the project and of intervention policies, separating the humanistic approach from technological change, recognizing its unavoidable prevalence.

At the same time, a trend is emerging: to treat energy infrastructures from an



04 | Approccio energocratico: da dx in alto, senso orario: Sunedison, Parco fotovoltaico di Rovigo (fonte: <http://www.fondazioneuna.org>), Il Castello di Montepò a Scansano (GR) attorniato da torri eoliche (fonte: <http://www.comitatonazionalepaesaggio.it>), Big Solar Furnace, Tashkent, Uzbekistan (fonte: <http://www.rinnovabili.it>, © Nikolay-Rykov), Samyn and partners, Recupero Groenhof Castle, Fiandre, 1996-2001 (fonte: <http://green-city.su>)

*Energocratic approach: clockwise from top right: Sunedison, PV park in Rovigo (source: <http://www.fondazioneuna.org>), Montepò Castle in Scansano (GR) surrounded by wind turbines (source: <http://www.comitatonazionalepaesaggio.it>), Big Solar Furnace, Tashkent, Uzbekistan (source: <http://www.rinnovabili.it>, © Nikolay-Rykov), Samyn and partners, Groenhof Castle restoration, Flanders, 1996-2001 (source: <http://green-city.su>)*



05 | Approccio estetizzante: da dx in alto, senso orario: Gae Aulenti, Termovalorizzatore Hera, Forlì, 2009 (fonte: <http://www.studiosarti.it>), J.Vaquero Palacios, Centrale Idroelettrica, Proaza, Spagna, 1965 (fonte: [www.lastraarquitectos.es](http://www.lastraarquitectos.es)), Hugh Dutton Associés, Traliccio Germoglio per Terna (fonte: [www.corriere.it](http://www.corriere.it)), Sanyo Electric, Solar Ark, Anpachi, Giappone, 2002 (fonte: <http://blogs.yahoo.co.jp/soulhit/1706050.html>)  
Aesthetic approach: clockwise from top right: Gae Aulenti, Hera Waste to energy plant, Forlì (FC), 2009 (source: <http://www.studiosarti.it>), J.Vaquero Palacios, Hydroelectric Power plant, Proaza, Spain, 1965 (source: [www.lastraarquitectos.es](http://www.lastraarquitectos.es)), Hugh Dutton Associés, Germoglio electric trellis for Terna (source: [www.corriere.it](http://www.corriere.it)), Sanyo Electric, Solar Ark, Anpachi, Japan, 2002 (source: <http://blogs.yahoo.co.jp/soulhit/1706050.html>)

(Fig. 6) evidenziano l'approccio integrato al tema dell'infrastruttura energetica declinato in termini di multifunzionalità ed ibridazione (Ivancic, 2010) tracciando prospettive non solo per la formulazione di una nuova forma espressiva per l'infrastruttura energetica ma anche di un nuovo approccio culturale nei confronti della rappresentazione (Selman, 2010) e delle modalità di trasformazione del paesaggio (Moe, 2013) nelle istanze dello sviluppo sostenibile.

È in accordo con quest'ultima posizione culturale che è stata sviluppata la metodologia per il progetto, prodotto dalla ricerca.

aesthetic point of view (Fig. 5). This, in the most interesting solutions, results in coachwork or restyling operations, aimed at humanizing the energy object or at making it more user-friendly also from the communication point of view or at the attribution of a new meaningful value related to land art. The risk of reductionism of the energy issue in the formal solution is represented by a self-referential emphasis on machinery aesthetics that has no relationship with the context or with the mitigation issue, but evolves into a camouflage with the surroundings and at risk of becoming kitsch.

A comparative interpretation of several international case studies highlights on the one hand the prevalence of a sectorial and univocal view that in many cases reaffirms the recurring combination enhancement/conservation and on the other hand it under-

lines the need for the formulation of a new code for the sustainable project and hence also for energy infrastructures.

This effort requires a cultural paradigm shift (Heymann, 2012) that is not determined in *Siteless* (Blanciak, 2008) formal explorations or through a mimesis of the landscape. If the contextual character of energy aware design is, in fact, recognized, the interrelationship with landscape must be based on the balanced correspondence of various multidimensional issues as eco-efficiency requirement. Some selected case studies (Fig. 6) highlight an integrated approach to energy infrastructure design declined in terms of multi-functionality and hybridization (Ivancic, 2010) outlining perspectives not only for the formulation of a new form of expression for the energy infrastructure, but also a new cultural



06 | Approccio integrato (multifunzionalità): da dx in alto, senso orario: Modus Architects - Centrale di Cogenerazione e skate park, Bressanone (BZ), 2007 (© Paolo Riolzi), NL Architects, WOS 8 Heat Transfer Station, Utrecht, Olanda (fonte: [www.nlarchitects.nl](http://www.nlarchitects.nl)), Hood Design, Solar Strand, Buffalo, Stati Uniti, 2012 (fonte: [www.buffalo.edu](http://www.buffalo.edu)), BIG, Termovalorizzatore e pista da sci Amager Bakke, Copenhagen, Danimarca, in costruzione (fonte: <http://www.dwell.com>)  
Integrated multifunctional approach: clockwise from top right: Modus Architects - Cogeneration plant and skate park, Brixen (BZ), 2007 (© Paolo Riolzi), NL Architects, WOS 8 Heat Transfer Station, Utrecht, NL (source: [www.nlarchitects.nl](http://www.nlarchitects.nl)), Hood Design, Solar Strand, Buffalo, USA, 2012 (source: [www.buffalo.edu](http://www.buffalo.edu)), BIG, Amager Bakke Waste to energy plant and ski slope, Copenhagen, Denmark, under construction (source: <http://www.dwell.com>)

### Caratteri e esemplificazione applicativa dello strumento metaprogettuale

I primi esemplificano l'impostazione teorico culturale di riferimento e la costruzione metodologica della ricerca che si rivolge alle diverse dimensioni di eco-efficienza (ambientale, economica, istituzionale, sociale) espresse in termini di classi esigenziali (eco-compatibilità, redditività/utilità, sostenibilità sociale/partecipabilità, consenso culturale), la cui rispondenza viene declinata attraverso diversi obiettivi che diventano così criteri generali di progetto. Tali specifiche categorie informative di indirizzo sono desunte da un'azione di analisi e valutazione condotta su casi di

Lo strumento metaprogettuale (Ginelli, Daglio, 2014b), di tipo matriciale, si articola in dieci livelli (Tab. 1).

approach towards the representation (Selman, 2010), and consequently of landscape transformation (Moe, 2013) that assumes the application of sustainable development. The project methodology produced by the research has been developed in accordance with this last cultural position.

### Features and applicative examples of the meta-tool.

The matrix-type, meta-design tool (Ginelli, Daglio, 2014b), is divided into ten levels (Tab. 1).

The first levels demonstrate the theoretical-cultural setting and the research methodological construction that points to the different eco-efficiency dimensions (environmental, economic, institutional and social) in terms of requirements classes (eco-compatibility, cost effectiveness/

utility, social sustainability/participability, cultural consensus) whose correspondence is expressed through different objectives that become the project's general criteria. These specific orientation categories derive from the analysis and evaluation of cases of ES and PS separately for each dimension, and represent a phenomenology of the possible interrelationships between energy infrastructure or, rather, the ES, and landscape in its complexity<sup>2</sup>. Then, alongside and overlapping these, criteria were introduced that derive from the main multi-functionality goal, considered as the project's requirement and material and immaterial activator of synergies and integration.

Purpose of the last two levels is to define the feasibility of an ES, trying to understand from an *a priori* knowledge and not on individual case stud-

SE e SI ciascuna per ogni dimensione, e rappresentano una fenomenologia delle possibili interrelazioni fra l'infrastruttura energetica o, meglio, il SE, ed il paesaggio inteso nella sua complessità<sup>2</sup>. A queste si affiancano e si sovrappongono criteri derivati dall'obiettivo di multifunzionalità come presupposto di progetto, attivatore di sinergie ed integrazioni sia dal punto di vista materiale che immateriale.

Lo scopo di questi ultimi due livelli è quello di definire la fattibilità di un SE, cercando a priori non sui singoli casi studio, quali siano le caratteristiche dei SE coerenti con il principio di eco-efficienza. Un ulteriore livello esemplifica ordini più specifici di sotto-obiettivi quali fattori generali delle diverse fasi del processo ideativo che assumono il valore di condizioni di accettabilità; ciascuno è oggetto di specifica definizione, che correda di carattere esemplificativo lo strumento metodologico. Questa ricca articolazione di fattori inediti costituisce un primo sistema

di check-list per indirizzare lo sviluppo del progetto, mentre i livelli successivi entrano nell'analisi del SE in fase di definizione, attraverso la determinazione di criteri specifici, che sono la declinazione di quelli generali applicati al caso, che si traducono in fattori attribuendo a ciascuno di essi un valore parametrico.

Nel penultimo livello, in base al paesaggio considerato (e alla definizione data di paesaggio) ed in base al contesto ambientale del singolo caso vengono coinvolti gli *stakeholder* (istituzioni pubbliche, private e cittadini attraverso processi partecipativi) che all'interno delle condizioni di accettabilità definite dovranno determinarne il peso relativo per ogni singola dimensione e la soglia minima che il SE oggetto di analisi deve possedere.

L'ultima fascia unifica le quattro dimensioni e definisce la multifunzionalità di un intervento, in termini di eco-efficienza complessiva, configurando le soglie di accettabilità globale.

Rispetto ai sistemi classici di valutazione multicriterio e multifat-

level			keywords	sustainability																								
1			keywords	sustainability																								
2			main goal	eco-efficiency																								
3			dimension	environmental				economic				institutional				social				spatial/functional								
4			category of user requirement	eco-compatibility				global cost, profitability/usefulness				social acceptability, participation				cultural consensus				multifunctionality								
5	general category and case studies	swot PS →	feasibility	goals GENERAL CRITERIA																								
6		swot ES 1.0 swot ES 2.0 →		sub goals GENERAL FACTORS																								
from the list of the "a priori" found factors ↑ specific criteria and factors of the analysed project ↓ are deduced, which are then evaluated and assessed according to the reference landscape and to stakeholders' objectives				↓	↓	X	X	↓	↓	↓	X	X	↓	↓	↓	X	X	↓	↓	↓	X	X	↓	↓	↓	X	X	↓
7	analysed project	acceptability	SPECIFIC CRITERIA	C1	C2		Cn	C1	C2		Cn	C1	C2		Cn	C1	C2		Cn	C1	C2		Cn	C1	C2		Cn	
8			SPECIFIC FACTOR	F1	F2		Fn	F1	F2		Fn	F1	F2		Fn	F1	F2		Fn	F1	F2		Fn	F1	F2		Fn	
				↓	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓		↓	
				1-5	1-5		1-5	1-5	1-5		1-5	1-5	1-5		1-5	1-5	1-5		1-5	1-5	1-5		1-5	1-5	1-5		1-5	
				Σ F1,Fn ↓				Σ F1,Fn ↓				Σ F1,Fn ↓				Σ F1,Fn ↓				Σ F1,Fn ↓								
9	landscape + stakeholders	→	acceptability thresholds according to dimension	Σ F1,Fn > minimum threshold = OK				Σ F1,Fn > minimum threshold = OK				Σ F1,Fn > minimum threshold = OK				Σ F1,Fn > minimum threshold = OK				Σ F1,Fn > minimum threshold = OK								
10			global acceptability threshold	Σ [ F1,Fn ]A,E,I,S,F > minimum threshold = OK																								

toriali, il metodo proposto vuole affrontare la questione in termini propositivi configurando uno strumento metaprogettuale in grado di guidare il progetto di un sistema energetico e del suo paesaggio in funzione delle variabili indipendenti<sup>3</sup> a loro volta passibili di significative variazioni, al fine di creare facilitazione, supporto e opportunità.

Lo strumento metaprogettuale è stato testato ed implementato su un caso studio in un comune dell'hinterland milanese compreso fra il Parco Agricolo Sud e il Parco del Ticino. Il progetto, iniziativa di una municipalizzata di servizi, consiste nella proposta di un teleriscaldamento virtuale, che mette in rete una serie di generatori (cogeneratori, fotovoltaico, pompe di calore) tutti connessi attraverso la sola rete elettrica esistente e l'apparato di gestione. Il sistema, inizialmente pensato per le utenze pubbliche, viene esteso ad edifici privati residenziali che, dovendo sostituire il generatore centralizzato, decidono di affidare al gestore l'onere dell'investimento, usufruendo di una conduzione coordinata dell'energia. L'applicazione dello strumento metaprogettuale sviluppato nella ricerca ha consentito di ampliare gli obiettivi di intervento oltre la dimensione energetica ed economica, già ben chiari all'amministrazione, per includere e predefinire aspetti sociali ed ambientali con benefici per l'intera cittadinanza residente. A titolo esemplificativo, l'esigenza di installare un cogeneratore all'interno di una area verde pubblica degradata ha rappresentato l'occasione per una dilatazione degli orizzonti di intervento. In primo luogo il manufatto verrà ripensato in termini multifunzionali quale attrezzatura di arredo urbano e ludico sportiva per il giardino pubblico, diventando il motore per la sua riqualificazione. Inoltre, i potenziali fruitori, gli abitanti e le vicine scuole, saranno coinvolti nelle diverse fasi dello sviluppo

ies, which are the coherent features for an ES with the eco-efficiency principle. A further level exemplifies the most specific orders of sub-objectives as general factors of the different phases of the creative process that assume the acceptability value; each has his own specific definition serving as an example for the methodological tool. This rich enunciation of original factors is a first checklist system for the development of the project. While the following levels become part of the analysis of the ES during the definition phase, through the determination of specific criteria considered as the implementation of general ones applied to a specific case, resulting in specific factors each with a parametric value. In the second to last level, the stakeholders are involved (public and private institutions and citizens through participatory processes), according to

the considered landscape (and to the given definition of landscape) and according to the environmental context of the individual case. They will determine the relative weight for each single dimension and the minimum threshold that the analysed ES must have, within the defined acceptability conditions.

The last category unifies the four dimensions and defines the global multi-functionality of an intervention in terms of global eco-efficiency, by configuring the global acceptability thresholds.

Compared to traditional systems of multi-criteria and multifactorial assessment, the proposed method tackles the issue in proactive terms creating a meta-design tool that can guide the planning of an energy system and its landscape as a function of the independent variables<sup>3</sup> that can themselves

del progetto attraverso processi partecipativi e attività didattico formative incentivando la divulgazione degli obiettivi di sostenibilità, convertendo un vuoto in una nuova centralità.

Il cambio di prospettiva ha trasformato un sistema impiantistico da anodina ma necessaria infrastruttura a occasione di trasformazione integrata del paesaggio urbano, di riqualificazione attiva e partecipativa, riequilibrando l'insorgenza di potenziali resistenze nei confronti di un intervento altrimenti imposto da decisioni dall'alto. Il bilancio positivo in termini di eco-efficienza è così misurato dai benefici economici per l'utenza, ambientali per le ridotte immissioni di CO<sub>2</sub> e consumo energetico, in termini di maggior consenso per l'amministrazione e disponibilità di uno spazio verde attrezzato maggiormente fruibile a rinnovata identità fisica e simbolica.

### Prospettive di sviluppo della ricerca

Le prospettive di sviluppo della ricerca sono di tipo applicativo e teorico.

Si tratta, da un lato, di avanzare nel processo di verifica ed implementazione dello strumento metaprogettuale ampliando il numero e la tipologia dei casi sperimentali. In tal senso sono state registrate diverse manifestazioni di interesse che hanno condotto alla definizione di servizi di consulenza e affiancamento a progetti in essere con enti ed istituzioni pubbliche.

Si ravvisa inoltre un ampio orizzonte di implementazione della ricerca dal punto di vista teorico, ma con successivi ulteriori esiti di carattere operativo nell'analisi e messa in discussione delle condizioni di contesto finora assunte, in base a premesse metodologiche, quali variabili indipendenti dell'indagine.

Le traiettorie dell'innovazione tecnica di prodotto e processo per

undergo significant changes to create facilitation, support and opportunities. The meta-design tool has been tested and implemented on a case study in the Milan area between *Parco Agricolo Sud* and *Parco del Ticino*. The preliminary project, an initiative of a Municipalized service Company, is the proposal of a virtual district heating that manages a network of generators (co-generators, photovoltaics, heat pumps) all connected through the existing power grid and the management apparatus. The system, initially designed for public facilities, is extended to private residential buildings that, having to replace the centralized generator, decide to charge the managing authority to cover the investment cost, taking advantage of a coordinated energy management. The application of the developed meta-design tool allowed the expansion

of the intervention objectives beyond the energy and economic dimensions only, (these were already well known to the Management Company), including social and environmental aspects and introducing benefits for all the citizens. For example, the need to install a cogeneration system in a deteriorated public green area was the opportunity to expand horizons. First, the artefact will be re-evaluated in multifunctional terms as urban furniture or as recreational/sports facility for the public garden becoming the base for its redevelopment. In addition, potential users, residents and nearby schools, will be involved in the various phases of the project development through participatory processes, developing educational activities, encouraging the dissemination of sustainability objectives, converting a void in a new urban centrality.

il progetto fanno infatti emergere, in primo luogo, il tema della produzione diffusa che riguarda la definizione di nuovi modelli di impianti per la produzione, consumo e stoccaggio, che sviluppano soluzioni ibride di sistemi integrati di produzione/consumo energetico quali integrazioni fra diversi SI. In secondo luogo, si tratta di definire nuovi approcci e modelli per il progetto di componenti e sistemi per l'edificio e l'arredo urbano, che sviluppino il concetto di multifunzionalità ed ibridazione potenzialmente generatori di inedite sinergie e frammistioni funzionali.

Le prospettive di indagine relative all'ambito delle regole e dei modelli di gestione evidenziano alcune questioni nodali che la transizione energetica deve affrontare:

- una riformulazione dell'apparato normativo e regolamentare che comporti, da un lato, un ripensamento ed integrazione dei regimi proprietari pubblico e privato; dall'altro, una revisione dei modelli di mercato e della produzione dell'energia alle diverse scale, fra micro e macro che altrettanto consentano un reale aumento dei *prosumers* anche e soprattutto in contesti costruiti;
- un ripensamento della politica degli incentivi richiede una riformulazione degli obiettivi e di premi che consentano un compromesso fra interesse privato e bene pubblico, necessariamente da legare ad un ripensamento complessivo anche dei modelli di sviluppo, gestione e governo del territorio;
- lo sviluppo di tecnologie *smart* per un'integrazione non solo verticale ma anche orizzontale di infrastrutture e servizi urbani differenti affinché il cittadino da utente/fruitore si trasformi in attore consapevole responsabile e attivo nella gestione della transizione energetica nella sua interrelazione con il paesaggio.

The change of perspective has changed an energy system from dull but necessary infrastructure to the trigger of an integrated transformation of the urban landscape, of active and participative redevelopment, rebalancing the occurrence of potential resistance against an intervention otherwise realized due to top-down decisions. The positive balance in terms of eco-efficiency is thus measured by economic benefits for users, environmental benefits for the CO<sub>2</sub> emissions and energy consumption reduction, in terms of greater consensus for the administration and availability of a more usable green space with a new physical and symbolic identity.

#### Research development perspectives

Research development perspectives are both applicative and theoretical. One of the priorities is to move for-

ward in the process of verification and implementation of the meta-design tool, expanding the number and nature of case studies. In fact, in relation to this issue, various declarations of interest have been registered leading to the creation of advisory services and design consulting for public bodies.

A broad horizon for the research implementation from the theoretical point of view has also to be recognized, with additional operational outcomes in the analysis and discussion of the context conditions based on the methodological premises such as independent variables.

First, the trends of technical innovation for products and processes are related to widespread production concerning the definition of new production, consumption and storage plant models that develop hybrid solu-

#### NOTE

<sup>1</sup> I Sistemi Energetici (SE) sono stati definiti nell'ambito della ricerca come produttori e veicolatori di energia (PVE). nel loro grado di multifunzionalità (M) ed integrazione architettonica (IA) con la relativa realtà urbana, periurbana e rurale, detentori di valenze ambientali (VA), sociali (VS), economiche (VE) nel rapporto con l'apparato istituzionale (AI) e considerati come l'insieme del Sistema Impiantistico (SI) in quanto elemento tecnico, del suo supporto (base su cui è appoggiato) (SU) e/o scocca (scatola che lo contiene) (SC) e sugli usi (U) a cui questi ultimi soggetti sono destinati. Per Sistemi Impiantistici (SI) sono intesi esclusivamente gli impianti tecnici per la produzione e la veicolazione di energia. Secondo tale definizione il sistema energetico è equivalente a SE = {PVE, M, IA, SI, SU, SC, U, VA, VS, VE, AI}.

<sup>2</sup> La ricerca ha assunto la definizione sviluppata a partire dalla Convenzione Europea del Paesaggio (2000).

<sup>3</sup> Le variabili indipendenti sono i parametri da rispettare nella progettazione e nella realizzazione di un SE in un dato luogo e in un dato momento. Tali variabili possono mutare nel tempo e sono contraddistinte da parametri localizzativi, funzionali, ambientali e d'uso sociale in relazione al contesto fisico-territoriale, normativo e socio-economico di riferimento. A esse si integrano le valenze intrinseche del SI, quali i suoi caratteri tecnologici, energetici, materiali, dei componenti, della sicurezza in uso, ecc. Gli interventi vanno così contestualizzati a partire dalle variabili indipendenti, che possono essere assunte come soglie oltre le quali l'analisi non si può spingere.

#### REFERENCES

- Blanciak, F. (2008), *Siteless: 1001 buildings forms*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Ferlenga, A., Biraghi, M. and Albrecht, B. A. (2012), *L'architettura del mondo. Infrastrutture, mobilità, nuovi paesaggi*. Catalogo della mostra, Triennale di Milano, 9 ottobre 2012 – 10 febbraio 2013, Editrice Compositori, Bologna.
- Ginelli, E., Bianchi and A., Pozzi, G. (2015), "Renewable energies in between landscape and landmark. Case studies", *The Fifth Asian Conference on Sustai-*

tions in terms of energy production/consumption integrated systems as integrations between various PS.

Secondly, new approaches and models must be defined for the design of building components, systems and urban furniture. These, have to develop the multi-functionality and hybridization concept in components and products for widespread energy production at a building scale, for urban furniture or landscape as potential generators of new synergies and functional blends. The research perspectives on the regulations and management models highlight some key issues that energy transition should address:

- a regulatory framework reformulation that involves a reconsideration and integration of public and private property regimes and a review of market models and of energy production at different scales, from

micro to macro, to allow for a real increase of prosumers especially in built environments;

- a reconsideration of policy incentives requires a reformulation of the goals and rewards that allow a compromise between private interest and public good, in a strong connection with an overall reconsideration of the development, management and governance models;
- the development of smart technologies for both vertical and horizontal integration of urban infrastructures and other urban services so that citizens from simple users become conscious, responsible and active players in managing the energy transition in its interrelation with landscape.

nability, *Energy and the Environment 2015*, ACSEE2015, Art Center of Kobe, Kobe, Kansai Region, J.

Ginelli, E. and Daglio, L. (2014a), "Energyscapes: Developing a Multiscalar Systemic Approach to Assess the Environmental, Social and Economic Impact of Renewable Energy Systems on Landscape", *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ICAUD International Conference in Architecture and Urban Design*, Epoka University, Tirana, Albania, 08-10 May 2014, pp. 152/1-152/8.

Ginelli, E. and Daglio, L. (2014b), "Relationship between energy systems and landscape. Guidelines and tools for design and management", *Techne*, Vol. 8, pp. 137-144.

Ginelli, E. and Daglio, L. (2015), "A multidimensional analysis to manage the relation between energy and landscape", Kruijs, J., Tsompanakis, Y. and Topping, B.H.V. (Eds), *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing*, Civil-Comp Press, Stirlingshire, Scotland.

Heymann, D. (2012), "An Un-flushable Urinal. The aesthetic potential of sustainability", *Places Journal*, available at: <https://placesjournal.org> (accessed 7 september 2015).

Ivancic, A. (2010), *Energyscapes*, Land&Scapes Series, Barcelona.

Moe, K. (2013), "The formations of energy in architecture: an architectural agenda for energy", in Braham, W. W. and Willis, D. (eds), *Architecture and energy: performance and style*, Routledge, London, New York.

Selman, P. H. (2010), *Learning to Love the Landscapes of Carbon-Neutrality*. Landscape Research, Vol. 35, No. 2, pp. 157-171.

## NOTES

<sup>1</sup> Energy Systems (ES) have been here defined as energy producers and conveyors (PVE) with their multi-functional level (M) and architectural integration (IA) the relative urban, peri-urban and rural situation, bearer of environmental values (AV), social (SV), economic (EV) in their relationship with Public Institutional Bodies (AI). They are considered as a combination of Plant System (PS) as technical element, its support (the base on which it lies) (SU) and/or shell (the box containing the system) (SC) and its designated uses (U). Plant Systems have been here defined as (PS) technical plants just for the energy production and conveyance. According to this definition an Energy System is equal to  $ES = \{PVE, M, IA, SI, SU, SC, U, VA, VS, VE, AI\}$ .

<sup>2</sup> The research assumed the definition assumed from the European Landscape Convention (2000).

<sup>3</sup> The independent variables are the parameters that have to be respected in the planning and realization of an ES in a determined context and time. These variables can change over time and are characterized by location, functional, environmental and social parameters connected to the physical-local, regulatory and socio-economic referral background. The variables are integrated with the intrinsic values of the PS, such as its technological, energy, material, components, safety in use features, etc. Interventions are this way contextualized starting from the independent variables that can be assumed as thresholds beyond which the analysis cannot go.