

A multicriteria approach to prioritize urban sustainable development projects

Rubina Canesi*

Key words: Urban Sustainability Indicators (USI), sustainable planning; urban sustainability, Multicriteria Analysis, AHP, Marginal Areas; Twin Transition

Abstract

The current economic situation has highlighted the difficulties and fragility of some previous programmatic choices, which have strongly penalized Italian marginal areas. This has been further aggravated by the Ukrainian conflict and by the lengthening of the pandemic recession. Local planning has often proved to be unsustainable in the long-term due to its lack of global sustainability. Local projects are frequently developed and realized in situations of contingent needs, tight deadlines, and by below-strength staff, which do not allow for adequate and accurate overall planning. These difficulties have emerged and have particularly increased during the past year with the rising strain of responding promptly to the copious National and European funds released in support of the dual transition, established by the European Union. In this situation, it seems mandatory to support the marginal areas in their transition process and in their responsive and conscious participation in the allocated funding. The expectation is to finance projects with positive impacts and with long terms sustainable

effects on the peripheral territories, increasing their competitiveness but mostly their socio-economic well-being. The aim of this study was to prioritize, through a multicriteria model, different projects in marginal areas according to their sustainability impact levels, in line with the European goals. This paper proposes an Absolute Analytic Hierarchy Process (AHP) model through a targeted selection of Urban Sustainability Indicators (USIs) to define the degree of sustainability of different urban projects. and their ranking in accordance with the National Recovery and Resilience Plan (NRRP) Missions. By examining the efficiency of the allocation of funds in maximizing the expected quantitative-qualitative impacts on marginal areas, this study allows to verify policy objectives. This paper may support future models able of ranking a large scale of urban projects on their sustainability impacts in marginal regions. The definition of scales of priorities can therefore become a useful tool capable of assisting territories in applying awareness to funds for projects with high sustainable impacts.

1. INTRODUCTION

The measurement of sustainability in urban contexts has always been a crucial topic in planning decisions.

The difficulties, in measuring Urban Sustainability, are linked both to the vagueness of the concept of Sustainability, and to the complexity of assessing urban projects due to their macro-scale and to the spillover effects

that they generate on the territory.

Urban sustainability indices and indicators have been implemented as urban assessment tools both in literature, academic field, and practice since the 1990s (Alberti, 1996; Moldan and Billharz, 1997; Meadows, 1998; NRC, 1999; Bell and Morse, 2012; Mega and Pedersen, 2012; Moldan, Janoušková and Hák, 2012; Huang, Wu and Yan, 2015). However, a unique and comprehensive evaluation approach, able of providing an adequate and scalable evaluation of the different urban aspects, cannot be found. This limitation is due to the complexity of urban nature, and its different needs in terms of economic, environmental, and social perspectives (Feleki, Vlachokostas and Moussiopoulos, 2020).

Recently, the coronavirus pandemic has been confirmed to be both the reason and the driving force behind the implementation of new European policies in pursuit of a more sustainable and resilient Europe from an environmental, social, and digital point of view (Cilliers et al., 2021; PNRR, 2021; Soroui, 2021; Canesi and Marella, 2022). The pandemic has also emphasized the economic, social and the environmental imbalances already existing in the country, having a heavy impact on the economy and on the national GDP, (PNRR, 2021). As a response to this economic crisis, The National Recovery and Resilience Plan (NRRP) jointly with the Complementary Fund and React EU, has allocated more than 223 billion euros in resources to be spent at a national level. These funds are divided into six different Missions, thanks to the investments connected to the Next Generation EU, and they correspond approximately to 10.8% of the national GDP (Fig. 1).

According to the NRRP observatory, the cumulative investments already spent or at least allocated on NRRP funds amount to around 41.7 billion, broken down as follows (Il Sole 24, 2022):

- M1: 11,038 Millions of Euro
- M2: 9,505 Millions of Euro
- M3: 5,215 Millions of Euro
- M4: 9,057 Millions of Euro
- M5: 4,469 Millions of Euro
- M6: 2,453 Millions of Euro

However, the breakdown of the allocated funds shows an imbalance, with respect to the percentage distribution of funds, that have been allocated ex-ante by the NRRP (Fig. 2). In particular, a strong misalignment, greater than 5%, can be noted with respect to the projections relating to M1, M2 and M4 missions. This disparity stresses out a preponderant attention placed on digital programming and on the mission concerning education and research. On the other hand, there is a substantial delay in the transposition and implementation of projects linked to the green transition. This misalignment will therefore lead, in the next three years, to an acceleration in the outlay of

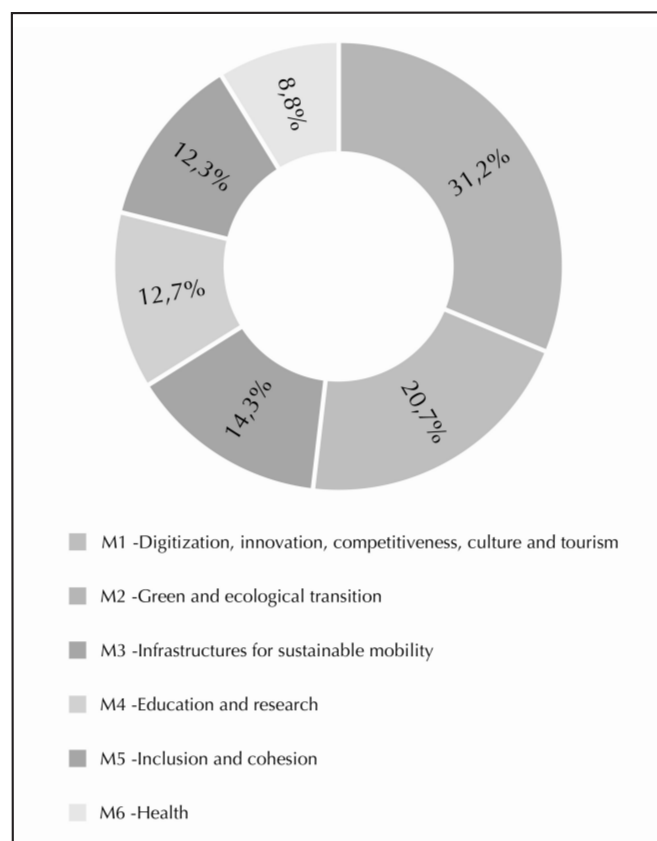


Figure 1 - NRRP funds allocated by Missions.

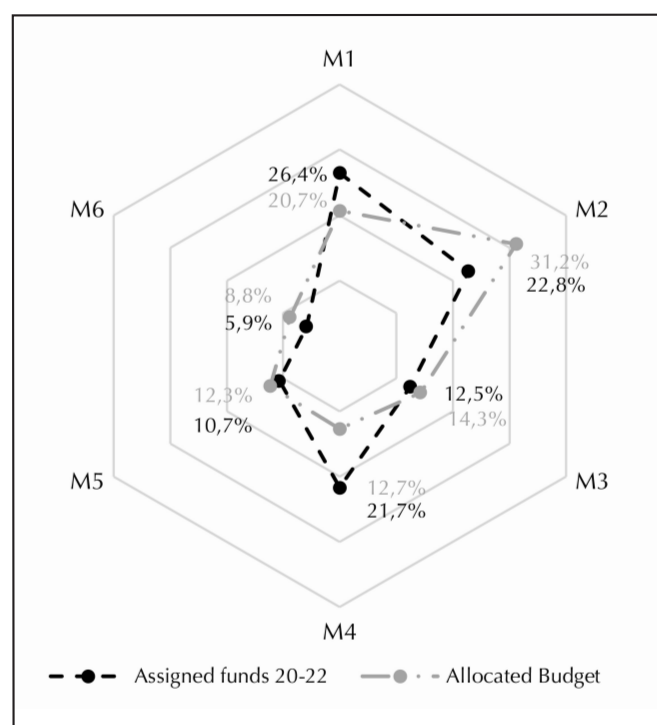


Figure 2 - Spider Chat: allocated funds (gray line) and assigned funds 2020-2022 (black line) divided by Missions.

A multicriteria approach to prioritize urban sustainable development projects

funds related to M2, M3, M5, and M6 missions, which have lagged the planned allocation of resources. Furthermore, the annual expenditure foreseen at approximately 45 million euros, due to this delay, will be increased annually by a further 16 Millions. The urgent need, that the country and in particular the marginal areas, as defined by the National Strategy for Internal Areas (SNAI), will have to face, will be imminent and it will require structured technical and methodological support (SNAI, 2018; Rossitti et al., 2021).

In order to promptly support municipalities in their decision-making choices, it is necessary to suggest methods and approaches capable of assessing both efficiency and effectiveness of urban projects, in terms of sustainability and impacts as positive externalities. In urban projects, it is a real challenge for local administrations pursuing European objectives to assess the sustainability degrees of the generated impacts, and to measure the achievement of the required goals (Keirstead and Leach, 2008; D'andria, Fiore and Nesticò, 2021; Nesticò et al., 2022; Oppio, Bottero and Arcidiacono, 2022; Dell'Anna et al., 2023). Literature has already deeply investigated the concept of sustainability, highly quoted by NRRP funds, through performance indicators: the Urban Sustainability Indicators (USIs) (Chao et al., 2020; Feleki, Vlachokostas and Moussiopoulos, 2020; Mangi et al., 2020; Maranghi et al., 2020; Merino-Saum et al., 2020; Steiniger et al., 2020; Michalina et al., 2021; Amoushahi et al., 2022; Canesi and Marella, 2022; Zeng et al., 2022a; Robati and Rezaei, 2022). Urban Sustainability Indicators (USIs) investigate the performance of cities, such as their needs, but also the expected results of urban projects. Furthermore, the expected impacts, generated by urban projects, involving multiple dimensions and degree of sustainability (ESED domains: Economic, Social, Environmental, and Digital), reveal a high degree of valuation complexity (Bottero et al., 2019, 2023; Canesi and Marella, 2022).

The aim of the following study was to support marginal areas in their transition process, supporting them in their programmatic decisions, urging them toward a responsive and aware request for funds. Hoping that the allocated funds will support peripheral territories in long-term sustainable projects with positive spillover effects, increasing their competitiveness and their socio-economic wellbeing, this study aims to define a valuation approach able of prioritizing urban projects which maximize the degrees of urban sustainability.

This paper compares the expected impact of different urban projects, to be financed with NRRP funds, through a multicriteria analysis. The proposed model relies on a previous study that analyzed USIs at the European level (Canesi and Marella, 2022). This study selects a targeted pool of USIs, defines a model to assess the degree of sustainability of different urban projects, and therefore ranks the projects in terms of

priority, in line with the missions of the NRRP. This analysis verifies the policy objectives, examining the effectiveness of funds allocation for a quantitative-qualitative maximization of the expected impacts on national marginal areas.

A model able to prioritize the sustainability of urban projects can be valuable in assisting local municipalities in their programmatic choices, supporting them in choosing projects that maximize the generated positive externalities on their territories. This type of model could also be applied to optimize the ex-ante allocation of National and European funds, if revised by including public decision-makers in the stakeholders' team.

The paper is divided into five sections. Following the Introduction, Section Two examines the existing literature on Sustainability notion and on indicators used to measure it. Section Three describes the case studies. Section Four details the materials and methodology applied, including research design and research strategy. Section Five illustrates and discusses the obtained results. Finally, Section Six presents the conclusions, limitations, and future possible directions of the research.

2. LITERATURE REVIEW

During the last decade, the study of the concept of sustainability in the urban field has dominated both scientific and political debates (European Commission, 2019, 2020, 2021; Von der Leyen, 2019; Kastrinos and Weber, 2020). In urban and planning sectors, the concept of sustainability has overtaken the domain of performance and efficiency, bringing light to the concept of effectiveness and long-term resilience (Huang, Wu and Yan, 2015; Zeng et al., 2022b). As suggested by multiple studies, Urban Regeneration in Marginal Areas through sustainable planning is closely connected to their economic and social potential in decentralizing polarizations. This processes are currently captured by metropolitan areas (González Díaz et al., 2019; Jeong, Matsushima and Kobayashi, 2019; Agnoletti, Manganelli and Piras, 2020; Musolino, Distaso and Marcianò, 2020; Fera and Lombardo, 2021; Canesi, 2022; Muscat et al., 2022).

The socio-economic development of Marginal Areas needs to be implemented through a sustainable and effective long-term urban planning, capable of generating positive externalities in the social, economic, environmental, and digital fields. Marginal Areas have been described by the 2014-2020 Partnership Agreement for Italy, drawn up by the Department for Territorial Development and Cohesion as fragile territories, detached from metropolitan areas, and characterized by depopulation processes (DPS, 2014). However, nowadays we need to address the Marginal Areas as areas with high development potential with the potential of driving and depolarizing urban incomes,

able of generating circular processes (Bottero, Datola and Monaco, 2019; Center for Sustainable Systems, 2019; Locurcio et al., 2019; Carrosio, 2020; De Paola et al., 2022; Rossitti and Torrieri, 2022). Given the effects of the pandemic and the European need to design resilient territories, the current period, well supplied with structural programs, is a great opportunity for Marginal Areas to change their status of polarization through sustainable planning (Marchigiani, Vita and Vita, 2020). In order to be able to respond effectively and efficiently to territorial imbalances, that have arisen, it is essential to propose projects that are no longer just resilient but sustainable and capable of generating positive externalities on the regions.

Measuring sustainability turns out to be a complex and articulated process, but nevertheless necessary to ensure responsible and interoperable planning. Providing tools capable of measuring this concept is often complex and characterized by subjectivity and lack of overall vision of the real impact that political decisions may have on the territories (Miettinen and Salminen, 1999; Feleki, Vlachokostas and Moussiopoulos, 2020). To assist policy makers, municipalities, and public institutions in measuring, evaluating and then implementing sustainable programs and projects, the use of indicators and indices can be an easily readable and versatile support tool (Ameen and Mourshed, 2017). To measure this new feature, practice and literature have coined and implemented several indices to measure different aspects of sustainability. Indicators can be helpful for assessing sustainability, providing benchmarks and tangible measures for a highly volatile concept.

Indicators are used to both quantify phenomena and to define scale of performances of projects that need to be compared. USIs are applied both for assessing ex-post project performances and for supporting the development of regenerative policies through public funds allocation. A recent international literature study analyzed the USIs classification, dividing them into three macro-dimensions of sustainability: Social, Economic and Environmental Dimensions. This recent study identified a fourth potential domain: Digital Dimension (Canesi and Marella, 2022). This classification is used to measure the level of urban sustainability and is defined by the literature as «Triple Bottom». Similarly to the three dimensions mentioned above, some studies include a fourth dimension: «Governance and/or Institutions Dimension», which is often integrated in the Social Dimension of the «Triple Bottom Line». (Rachinger, M., Rauter, R., Müller, C., Vorraber, W., & Schirgi, 2018; Mcguinn et al., 2020; Morano et al., 2021). The Digital Dimension has been introduced recently and can be found in the EU's 2022 Annual Sustainable Growth Strategy. Indeed, the European Union ranks and monitors the progress of its members accounting for an equally distributed sustainability in these four dimensions. The 2030 European Agenda for Sustainable

Development of the United Nations had defined the Sustainable Development Goals Indicators (SDGIs). The SDGIs are divided into 17 goals, annually reviewed, and approved by the United Nations Statistical Commission (UNSC). They are further subdivided into 169 Targets and 231 unique indicators (Wut et al., 2021).

In Italy, ISTAT has proposed and revised several sustainable indicators over the years with multiple projects. The BES project was developed more than ten years ago aiming at measuring Equitable and Sustainable Wellbeing and assessing both the economic progress of Italian cities and their social, environmental and digital progress. This project was later merged with SDGIs as a tool for monitoring sustainable development of the 2030 Agenda. Recently, ISTAT has activated a monitoring platform of the NRRP measures by re-elaborating, updating and recategorizing BES indicators,. This platform breaks down the BES indicators into Missions, Components, Measures and Sub-measures of the NRRP. The indicators, available on the ISTAT platform, monitor the historical series of the European Goals, divided by territory (at regional or provincial level), and where possible by age group and/or gender (Istat, 2022).

These European and National sets of indicators are partially comparable and complementary. For this reason, this study crosses these indicators set with indicators suggested by the Literature. This combined analysis guarantees the selection of the most significant and coherent indicators to be proposed into our multicriteria model. The aim of this work was to develop an inclusive multicriteria model capable of interpreting the complex concept of sustainability and systematically prioritizing urban projects. To provide a reliable tool, the selection of subcriteria needs to satisfy certain features of standardizability, measurability, explicitness, and scalability. The indicators used as subcriteria need to be measurable or at least ordinal (Moussiopoulos et al., 2010; Zhang, 2016). The selection of indicators is a crucial step in the development of the AHP model. This should be able to capture both the urban context multidisciplinary and its strengths and weaknesses. The selection needs to include indicators that can be easily and unambiguously interpreted by the involved stakeholders. As a matter of fact, the proposed tool needs to facilitate the implementation of the complex phase of the strategies (EU et al., 2014; Ameen and Mourshed, 2017). A previous study identified and classified USIs in macro-domains, selecting them from literature and practice over the last five years (Canesi and Marella, 2022). This paper starts from this previous selection and identify the USIs to be proposed to the expert teams in the model development. This previous selection was subsequently cross-referenced with the 64 BES indicators proposed by ISTAT (Istat, 2022). The two sets were crossed to be included in the proposed set unique indicators. New indicators have been included and some redundant indicators have been deleted. A new inclusive dataset was defined, which

A multicriteria approach to prioritize urban sustainable development projects

includes literature, BES, and SDGs' indicators. Furthermore, the indicators deemed not representative of small-medium scale urban projects in marginal areas were deleted to create the new dataset. Finally, the stakeholders involved in developing the AHP model selected the USIs to be included as subcriteria of the model from this new dataset.

3. CASE STUDIES

Three case studies were selected to be in line with different NRRP Missions and verify their priority on different Goals and Targets. As detailed in the last section of this paper, additional studies and models could focus on ranking urban project that belongs to the same Missions. To do so, these models will need to define a new selection of indicators (subcriteria).

Each project was selected in line with different NRRP Missions and according with the monitoring reports

published by the Agency for the Negotiating Representation of Public Administrations. According to this report, there are 45 projects to be developed, of which 15 are Reforms and 30 Investments, which add up to the 51 Goals and Objectives presented in the previous semester's dossier. To verify the prioritization of the selected projects with respect to the actual fund allocation (Fig. 2), these projects are related to different Missions of the reform. The selected urban projects are similar on three different levels:

- Economic investment costs: each project requires an initial investment of approximately four Million euros;
- Time schedule: each project construction is scheduled to last from twelve to twenty-four months;
- Location: the urban scale involved is similar and each project will be developed in marginal areas.

Table 1 presents each project with a brief description.

Table 1 - Projects' description (Alternatives)

Item/Project	Project #1	Project #2	Project #3
Description	Urban Digital Innovation Center	Renewable Energy Community (REC)	Center for Active Ageing
Structures	Former School building requalification	Existing Private and Public buildings	Former School building requalification
Project Dimensions	2,000 m ²	20,000 m ²	2,600 m ²
Catchment Area	3,000 young adults	21 municipal users + 1,600 households	150 seniors + 50 young families
Location	Area suitable for improving urban quality, located at the border of an urbanized area	Bordering areas that include, in the establishment of the project, the participation of multiple neighboring communities	Area suitable for improving urban quality, located at the border of an urbanized area
Project Features	The project plans the demolition of a small part of the existing structure. The redeveloped complex will host Innovation Lab spaces for art, photography, and digital-media, co-learning, co-studying and co-working spaces, a performance hall, library, a cafeteria, and a restaurant	The project plans to create an extended local community by installing photovoltaic panels on approximately 20 public buildings, including schools, libraries, cultural centers, and municipal administrative offices, and involving 1,500 private residential users.	The project plans extensive building renovation and re-functionalization to preserve its integrity, including seismic and facilities improvements and energy efficiency work. The redeveloped building will host an elderly center, senior housing services, a basic health services center, a library, and a recreation center.
Target	Young people, young families, young entrepreneurs, NEET, teenagers, and young people in difficult situations	Private citizens, private companies, and municipal public buildings	Elderly, young families, children, and young people in difficult situations

Follow Table 1 - Projects' description (Alternatives)

Follow Table 1 - Projects' description (Alternatives)

Item/Project	Project #1	Project #2	Project #3
Goals	Reducing digital divide, developing digital skills, and the use of e-government services. Providing spaces able to encourage encounters between young people, businesses, and the public administration. Respond to emerging training and information needs in terms of digital transformation: technological laboratories created to encourage digital innovation in manufacturing, electronics, and multimedia sectors, designed for digital upskilling and reskilling. Hosting young people in their process of entering the workforce thanks to orientation programs and to connections with local companies, stimulating self-entrepreneurship.	Provide environmental, economic, and social benefits at the community and members level or at a local level, where the community operates. Create an interoperable community able to be extended over time with open participation. In the case of companies' participation, the REC cannot constitute their main commercial and industrial activity. This project contributes to increasing public acceptance of RE projects and attracts private investments in the clean energy transition. It has the potential to provide direct benefits to citizens by increasing energy efficiency, lowering their electricity bills, and creating local job opportunities.	Reducing elderly isolation and loneliness and creating a gathering place to support and connect seniors to the youngest community and to vital community services that can help them stay healthy and independent. Giving short and long-stay solutions to independent elderly. The project plans to include a library and a center for basic analysis and treatment to support the needs of the weakest segment of the population. This project contributes to increasing public engagement in managing and promoting social inclusion of elderlies within the local community.
Two main Missions	M1 -M4	M2 -M1	M5- M6
Timing	2-Years	1-Years	2-Years
Costs	4,200,000 €	3,500,000 €	4,100,000 €

Each project was further assumed to be located in random marginal areas, abstracting from actual and specific territorial needs. The location of the three selected projects are considered to be "typical" marginal areas, with representative geographical, economic and demographic features of marginal territories. (SNAI, 2013). This assumption will lead to consistently weight the first level of criteria. In a possible future development of this model, built on a specific marginal area, the definition of relative weights, calculated through pairwise comparisons between criteria and subcriteria, will have to be made considering specific performances of the territory, highlighting strengths and weakness of the area involved.

4. MATERIAL AND METHODS

Considering the multidisciplinary and the holistic nature of the urban projects, multi-criteria approaches (MCDA) are well suited to prioritize these types of projects. MCDA models have been widely proposed and adopted in the literature to select solutions and support planning decisions and strategies, particularly in

sustainable urban regeneration context (Munda, 2006; Ali-Toudert and Ji, 2017; Pili et al., 2017; Locurcio et al., 2019; Colapinto et al., 2020; Nesticò, Elia and Naddeo, 2020). Among the various existing MCDA models, this study performs an Analytic Hierarchy Process (AHP) model, introduced by Saaty in the 1980s. This method allows to transform the so-called instant awareness into integrated knowledge by mathematically organizing perceptions, feelings, judgments, and memories in a hierarchy able to influence decision results. The AHP is based on the innate human ability to use knowledge, acquired information and experiences, to make judgments through pairwise comparisons. These comparisons are used to build ratio scales on tangible and intangible dimensions (Saaty, 1980, 2001). Thanks to the human ability to issue comparative judgments, this methodology generates models able of defining hierarchies of alternatives. A fundamental hypothesis of this process, which is part of the multi-attribute analysis (MAA), is the existence of a rational decision-maker, which is always able to express a preference, even if of equality.

The AHP method allows for simultaneous assessment of

A multicriteria approach to prioritize urban sustainable development projects

both quantitative and qualitative features if they belong to ordinal measurement scales. AHP models break down the problem into its constituent basic elements (Analytic) using a hierarchical structure (Hierarchy) and processing judgments and data (Process). The aim of AHP models is to lead from simple pairwise comparison judgments to the priorities in a hierarchy, ranking different alternatives. The decision making with the AHP is based on ranking alternatives in terms of relative ratio scales. Furthermore one-way hierarchical relationships are established between the levels in constructing the hierarchy.

The AHP approaches include Relative and Absolute measurement Models. Relative measurement models are usually applied in new learning situations, and absolute measurement to standardized problems. The former adopts pairwise comparisons between the alternatives with respect to common attributes. The relative model is usually selected to compare intangible attributes for which there are no agreed upon measures (Saaty, 2005). The absolute model, proposed by this study, generate a hierarchical model unconstrained by the alternatives, which can be introduced later in the approach. The introduction of the alternatives does not change the results of the vectors defined by the hierarchy. This model is usually applied in decision-making situations in which multiple competing alternatives are involved (McCarthy, 2000; De Felice and Petrillo, 2013).

As mentioned, AHP is a technique used to construct a hierarchy with unidirectional relationship between levels. The first level is called the “goal” of the decision problem, and the lower levels are tangible and/or intangible criteria with subcriteria contributing to the goal. At the end of the hierarchy, we can find the alternatives. The modelling process can be described by phases. In the first Phase of the model, we need to define the goal of the decision problem and to select and organize the focus groups of experts, which will lead the implementation of the subsequent phases (Phase I in Fig. 3). Selecting the experts is an important step and was made considering that the proposed model is used to support local administration in their programmatic choices. Seven experts were selected to build the hierarchy thorough every step, i.e., defining the criteria, subcriteria, ratings, and to express preference judgements. The focus group included a panel of both academics and professional experts in public planning sector and sustainable social impact investments. Each expertise was involved to better interpret the needs of the local municipalities to which the model is addressed.

Phase II involves the definition of the hierarchical tree and its breakdown into different levels (Phase II in Fig. 3). The goal of the model is thus placed at the top of the hierarchy, which is subsequently structured on criteria and subcriteria, which represent the different levels of

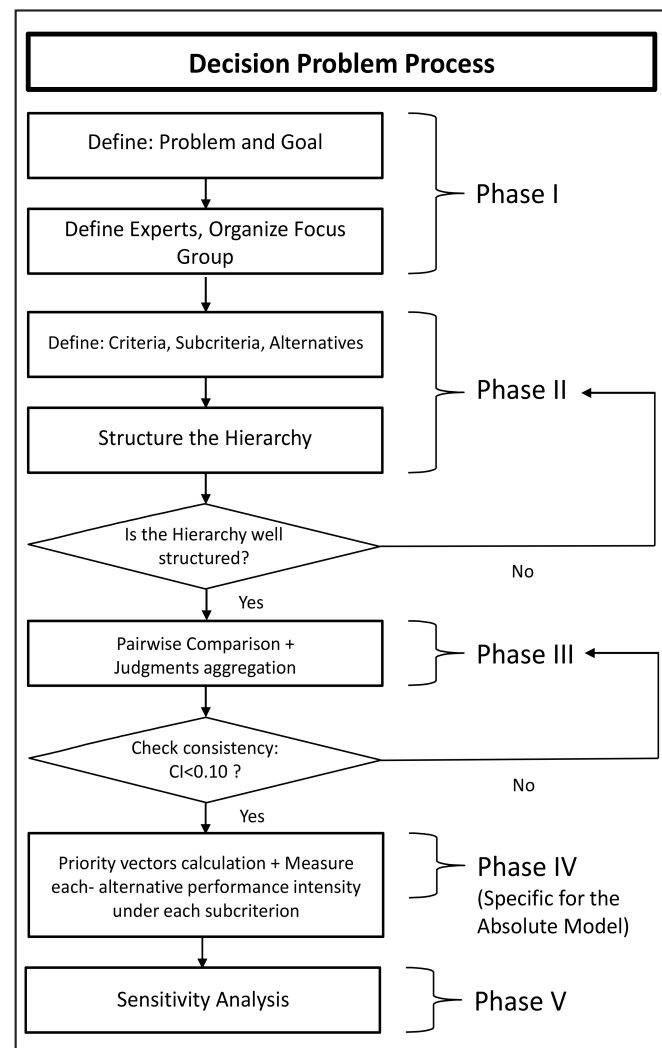


Figure 3 - Decision-Making Process construction divided in phases (AHP – absolute model). Author's elaboration.

the hierarchy. At the last levels we can find the alternatives of the model (Saaty, 1980; Saaty and Peniwati, 2013).

Phase III implements the pairwise comparisons between the criteria and subcriteria defined in the previous phase (Phase III in Fig. 3). These pairwise comparisons, expressed through semantic judgments, are expressed using the Saaty's Fundamental Scale, introduced in the 1980s. This scale allows experts to define their preferences, through the concept of «relative importance» in the form of pairwise comparisons. Their numerical judgments use the following numerical values:

- 1 = equally important
- 3 = moderately more important
- 5 = strongly more important
- 7 = very strongly more important

- 9 = extremely more important
- 2, 4, 6, 8 = used for compromise between the above values

Given a family of n alternatives (with $n \geq 2$) in this study $n = 3$, the experts must formulate judgments of comparison, clarifying their preferences. These judgments will be converted into scores, which are ordered in the form of square matrixes. The experts fill each matrix $A = [a_{ij}]$ with their relative judgments. The dominance coefficient a_{ij} accounts for the relative importance of the row i with respect to the j column item.

When a number of the above scale ($1 \leq i \leq 9$) is assigned to the element i , with respect to element j , then its reciprocal value is assigned to j when compared to i , ensuring the symmetry of the matrix (Saaty, 2001). Following the eigenvalue approach, the weights are assigned by carrying out pairwise comparisons between the criteria/subcriteria of each level of the hierarchy according to their relative importance, with respect to the superior hierarchical node.

Finally, in the third phase, it is mandatory to verify the consistency of the answers given by the experts within each single matrix of the model. The consistency index (CI) needs to be calculated and compared with the eligibility threshold. In matrix theory, a symmetric, reciprocal and consistent matrix has a unique eigenvalue, called the maximum eigenvalue, equal to the n order of the matrix. In AHP models, the expressed judgments increase their inconsistency as n increases. A threshold of acceptability of the consistency index is usually considered lower than 0.1 (1) (Golden, 1989; Ishizaka and Lusti, 2004; Bernasconi, Choirat and Seri, 2010),

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} < 0.1 \quad (1)$$

where λ_{max} is the maximum eigenvalue, calculated as the sum of the single eigenvalues for each row, and n is the rank of the pairwise comparison matrix.

The consistency indices of all the levels of the hierarchy need to be verified before moving to the following phase. The last two phases of the model include the sensitivity analysis and the ranking of the alternatives, calculating the eigenvectors. The sensitivity analysis tests the robustness of the model and identifies possible weaknesses.

As mentioned, in the Absolute AHP model the eigenvalues are independent and not subject to variations of the alternatives. Phases I, II, III and V (Fig. 3), are similar for the Relative and the Absolute Models, but Phase IV is different. In the Relative Model, the alternatives are included in the hierarchy and in the pairwise comparison. In the absolute model, the last level of subcriteria is further subdivided into a level for intensities, also called ratings. The intensity can be

expressed as a numerical range of values or in qualitative sortable terms (Islam and Rasad, 2005).

4.1 The model

The model design involves the definition of the goal and the experts' team (Fig. 3). The aim (goal) of the implemented AHP model is to define a priority scale of design alternatives with respect to the programmatic objectives of the NRRP and to their impacts and sustainability on their urban scale. A pool of experts was selected to define the hierarchy and criteria. Furthermore, the goal is not only the focus of the group decision making process but also the reference for evaluating alternative courses of action (Haines, 2000; De Felice and Petrillo, 2013). The selection of criteria and subcriteria is a critical and relevant step (Phase II). Their selection must be as much transversal as possible to allow the sustainability of different urban projects to be compared (Feleki, Vlachokostas and Moussiopoulos, 2020). Subcriteria have been selected from a pool of USIs, as mentioned in the Literature Section of the current study.

As criteria, the model used the domains/dimensions classified by a previous study as ESED Classification (Economic-Social-Environmental-Digital) (Canesi and Marella, 2022).

To choose the subcriteria, the experts selected them from a pool of combined USIs. The USIs were collected by a previous study (Canesi and Marella, 2022), which combined Literature and SDGs indicators, and cross-referenced with the BES indicators, classified by ISTAT. The new dataset included the SDGs, BES and indicators from Literature. From this inclusive dataset, the pool of experts selected the performance indicators to be included as subcriteria of the model.

The experts selected the most relevant indicators to interpret the urban sustainability of the alternatives, which are small-medium scale urban projects located in marginal areas. The selected subcriteria are presented in Table 2. Finally, the experts associated different intensity levels for each subcriteria (Tab. 2). The final hierarchy is organized on three levels (goals, criteria, and subcriteria) and five decision nodes (Fig. 4).

The experts were asked to do pairwise comparisons for each node of the hierarchy, between criteria, subcriteria and ratings. To fulfill the comparisons, several interviews were carried out, some with small focus groups and others interviewing individual experts. Focus groups have been preferred whenever possible, as the decision-making process benefits from the plurality of its members and from the negotiations that must be achieved. Disagreement and diversity of thought and know-how enrich the validity of the model if managed correctly (Kintarso and Peniwati, 2001). The final judgments were calculated by applying the geometric mean to the answers obtained by the different groups.

A multicriteria approach to prioritize urban sustainable development projects

Finally, after criteria and subcriteria comparisons, the experts' groups made pairwise comparisons between the rating levels. The hierarchy construction and the comparisons were generated through the Superdecision Software (Fig. 4), as well as the pairwise comparisons filling squared matrixes and the calculations of Consistency indexes (1).

5. RESULTS AND DISCUSSION

The developed hierarchy included criteria and subcriteria, which were analyzed through pairwise comparisons, generating priority vectors and normalized weights. Developing an Absolute Model, the

results allow to modify and/or introduce new and different alternatives. The model is therefore flexible and easily adaptable by local municipalities to their own needs.

Table 3 shows the priority vectors of all criteria and all subcriteria of the hierarchy. The model suggests that a greater relevance of alternatives with a greater positive impact in the domain of digital and ecological sustainability rather than in the social and economic dimensions (Tab. 3).

The experts placed projects which mainly aim to increase digital performances of marginal areas, compared to the NRRP fund allocation which placed them only in the second place with the 20,7% of the

Table 2 - Criteria and Subcriteria Description

Criteria				
Code	Criteria	Description	SDGs	NRRP Missions
CE	Economic	The ability of the alternative to increase the sustainability of urban economic performance	2; 8; 9; 17	M1; M6
CS	Social	The ability of the alternative to increase the sustainability of urban social services	1; 3; 4; 5; 10; 11; 16	M5; M4; M6
CG	Green - Ecological	The ability of the alternative to increase the sustainability of urban environmental performance	6; 7; 12; 13; 14; 15	M2; M3
CD	Digital	The ability of the alternative to increase the sustainability of digital urban performance	4; 7; 9; 17	M1; M6
Subcriteria				
Code	Subcriteria	Description	Unit of Measurement	Ratings
CE				
CE.1	NPV	Net Present Value: is the difference between the present value of cash inflows and the present value of cash outflows over a period of time (€)	Current currency (€)	<0; =0; >0
CE.2	IRR/SDR	Internal Rate of Return of the project on social discount rate	Rational Number	<1; =1; >1
CE.3	Funds %	Percentage of the investment covered by European funds	% rate	<30%; [30-50%]; [50-75%]; ≥75%
CE.4	Employment Rate	Number of new employees as a percentage of local workforce	% rate (new employees/workforce population)	0%; [0-0.1%]; [0.1-0.2%]; [0.2-0.3%]; ≥0.3%

Follow Table 2 - Criteria and Subcriteria Description

Follow Table 2 - Criteria and Subcriteria Description

Codice	Subcriteri		Unità di misura	Livelli di Intensità
CS				
CS.1	Education Level	Capability of the project to raise the educational/training/qualified work level (% on population)	Number of people involved out population (%)	0%; [0-0.1%]; [0.1-0.2%]; [0.2-0.3%]; $\geq 0.3\%$
CS.2	Basic services	Capability of the project to reduce the difficulty for families to have access to essential services (N)	Number of new services, Discrete number	0; 1; 2; >2
CS.3	Social Engagement	Capability of the project to increase Social Engagement (qualitative)	Qualitative discrete	None; Low; Good; Excellent
CS.4	Equal rights	Capability of the project to increase equal rights in the education and/or employment system	Qualitative discrete	None; Low; Good; Excellent
CG				
CG.1	RES	Capability of the project to increase energy consumption covered by RES on Global Energy Performance	% rate	[0-25%]; [25-50%]; [50-75%]; $\geq 75\%$
CG.2	Circular economy	Capability of the project to use local or circular products out of the total materials used	% rate	[0-25%]; [25-50%]; [50-75%]; $\geq 75\%$
CG.3	Public Transport Rate	Capability of the project to increase local sustainable public transportation access	Qualitative discrete	None; Low; Good; Excellent
CG.4	Public spaces	Capability of the project to increase public and green spaces	m ²	
CD				
CD.1	Basic digital skills	Capability of the project to increase basic digital or specific job skills	Number of people involved	0; 1-10; 11-25; 26-50; >50
CD.2	Internet connection	Capability of the project to rise the number of households with internet connections	Number of new connections	0; 1-10; 11-25; 26-50; >50
CD.3	PA digitalization	Capability of the project to increase PA digitalization process	Qualitative discrete	None; Low; Good; Excellent

budget (Fig. 2). The hierarchy places projects with positive ecological and green impacts in the second place and projects with positive social impacts in the third place, which in the NRRP allocation was placed only in the fifth place with 12.3% funds allocation.

As far as the digital domain, the experts expressed greater relevance for projects capable of increasing the digital and technical skills of the population involved. With respect to the social dimension, the hierarchy

gives priority to the projects that positively impact the educational level of the population (Tab. 3).

In the ecological domain, the most relevant performances concern the increase in RES consumption and in circular economy, using local materials and encouraging their reuse. Finally, in the economic dimension, job creation and the percentage of funds received rank first and second in relevance.

A multicriteria approach to prioritize urban sustainable development projects

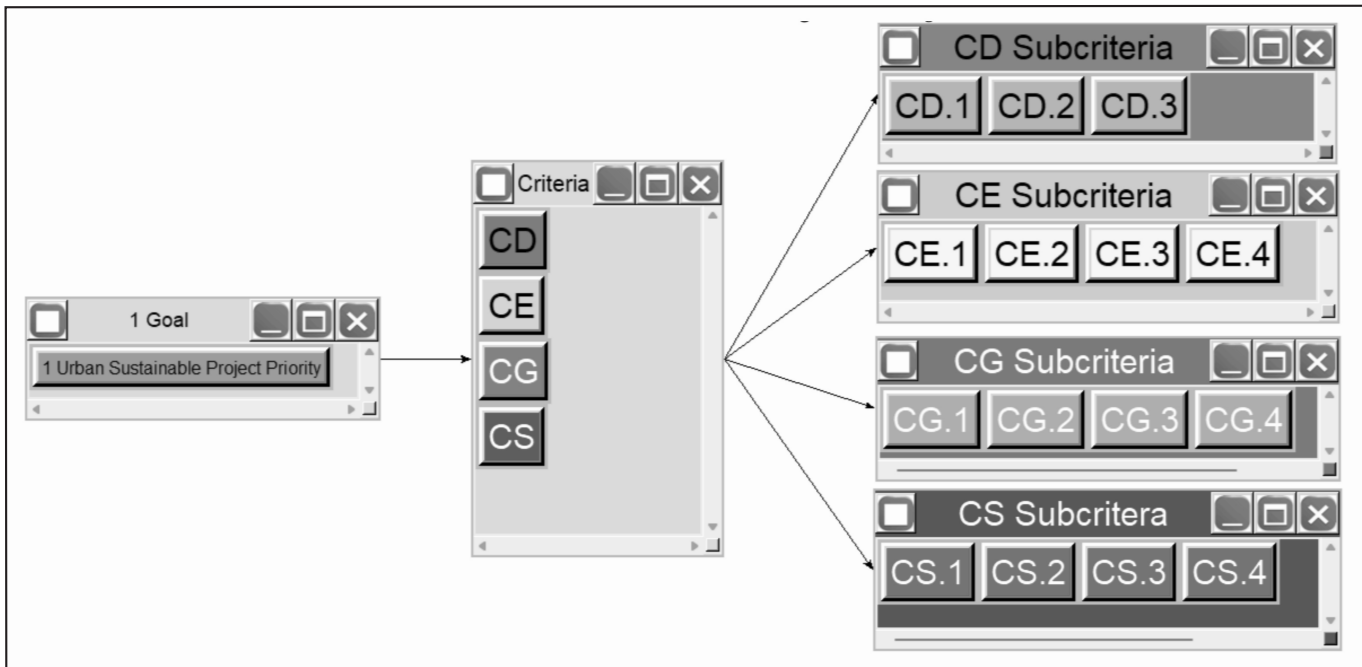


Figure 4 - The Hierarchy

Table3 - Priority vectors of the Criteria and Subcriteria

	GOAL	CD	CE	CG	CS
CD	0.4251				
CE	0.0799				
CG	0.2996				
CS	0.1954				
CD.1		0.6370			
CD.2		0.1047			
CD.3		0.2583			
CE.1			0.1229		
CE.2			0.0564		
CE.3			0.2459		
CE.4			0.5748		
CG.1				0.4894	
CG.2				0.2366	
CG.3				0.1008	
CG.4				0.1732	
CS.1					0.4904
CS.2					0.2148
CS.3					0.1891
CS.4					0.1057
TOT	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Name	Normalized by Cluster	Limiting
1 Urban Sustainable Project Priority	0.00000	0.000000
CD.1	0.63699	0.135380
CD.2	0.10473	0.022258
CD.3	0.25829	0.054894
CE.1	0.12293	0.004913
CE.2	0.05635	0.002252
CE.3	0.24588	0.009827
CE.4	0.57485	0.022975
CG.1	0.48939	0.073307
CG.2	0.23659	0.035440
CG.3	0.10081	0.015100
CG.4	0.17321	0.025946
CD	0.42506	0.212532
CE	0.07993	0.039967
CG	0.29958	0.149792
CS	0.19542	0.097708
CS.1	0.49036	0.047912
CS.2	0.21480	0.020987
CS.3	0.18913	0.018479
CS.4	0.10571	0.010329

Figure 5 - Priority vectors normalized by cluster.

Normalized weights were finally calculated for each criterion and subcriterion, as shown in Figure 5.

After calculating the vectors, the consistency index for each node of the hierarchy was verified (Tab. 4).

Each node was consistent with the threshold, with a CI smaller than 0.1 (Formula 1, Tab. 4). As a final step, the experts assigned a rating for each subcriteria to each alternative project (Table 5).

Table 4 - Consistency Index by node

Node	Consistency Index (<0,1)
Goal	0.03044
CE	0.05787
CS	0.04417
CG	0.09724
CD	0.03703

Table 5 - Performances of each Alternatives and overall ranking (Ideal and Normalized)

Hierarchy		Performances		
Criteria	Subcriteria	Project #1	Project #2	Project #3
CE	CE.1	<0	>0	<0
	CE.2	<1	>1	<1
	CE.3	51%-75%	26%-50%	51%-75%
	CE.4	0.1%-0.2%	0.0%-0.1%	0.1%-0.2%
CS	CS.1	0.1%-0.2%	0.0%	0.0%-0.1%
	CS.2	1	0	2
	CS.3	Good	Good	Low
	CS.4	Good	Low	Good
CG	CG.1	0%-25%	50%-75%	0%-25%
	CG.2	0%-25%	25%-50%	0%-25%
	CG.3	None	None	None
	CG.4	<50	<50	<50
CD	CD.1	11-25	0	1-10
	CD.2	1-10	0	0
	CD.3	None	Low	None
Ranking				
Ideal		1.000000	0.982935	0.873937
Normal		0.350033	0.344060	0.305907

After relating the ranking performances to each project, the model allowed to rank the alternatives (Tab. 5). It was therefore possible to prioritize the alternatives based on their expected performances. Thanks to its good performances in the digital dimension, Project #1 earned the first place. Project #2 ranked second due to its lower performances in the digital domain. However, it still registered good results in the ecological dimension.

The aim of this study was to select the optimal urban project according both to economic-financial performances and to ecological, social, and digital ones as well, as defined by the goal of the hierarchy. This was possible thanks to the development a multicriteria approach, able to assess complex decision-making processes.

6. CONCLUSIONS

In the past two years, with stringent and challenging deadlines, municipalities and associations of municipalities struggled in quickly respond to the copious National and European funds, which have been released in support of the dual transition established by the European Union. This urgency, associated with undersized staff, has brought out many critical issues related with urban planning choices. Supporting the marginal areas in their transition process and in their responsive and conscious request for the European funds assumes a crucial role. This study aimed at providing an effective tool that can be easily used by local administrations, developing a multicriteria model for ranking urban projects according to their degree of sustainability and the positive externalities that they generate on the territories. The expectation is to finance projects with positive impacts and with long-terms sustainable effects on the peripheral territories, increasing their competitiveness but mostly their socio-economic well-being. In order to define the model, several indicators of urban sustainability were selected as Key Performance Indicators (KPIs).

Suggesting scales of priorities with a useful tool can therefore represent a real support: The study aimed at generating a tool that can be easily used by local administrations without the technical support of analysts or experts.

Nevertheless, the selection of a small number of KPIs can be a limitation. In order to prioritize many different projects, it would be necessary to increase the number of selected KPIs. A greater number of KPIs would allow to capture the different levels and types of performances that the projects have in different domains of sustainability.

This paper can support future models capable of ranking a large scale of urban projects on their sustainability impacts according to similar Goals or Missions, with analogous KPIs. Further models could be developed for projects located in similar areas, clustering marginal

A multicriteria approach to prioritize urban sustainable development projects

regions according to their needs. These models could be performed in areas that are similar in terms of urban, socio-economic and ecological requirements. This

location restriction may allow alternative projects to be ranked based on actual ESED performance for municipalities.

* Rubina Canesi, Department of Civil Environmental and Architectural Engineering (DICEA), University of Padua
e-mail: rubina.canesi@unipd.it

Acknowledgements

This paper was funded by the European Social Fund REACT EU-PON "Research and Innovation" 2014-2020, Ministero dell'Università e della Ricerca MUR-DM 1062/2021, and Sinloc SpA (Sistemi Iniziative Locali) with gratefully acknowledged by the author.

Bibliography

AGNOLETTI M., MANGANELLI S. AND PIRAS F., *Covid-19 and rural landscape: The case of Italy*, Landscape and Urban Planning, 204(September), 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103955>.

ALBERTI M., *Measuring urban sustainability*, Environmental Impact Assessment Review, 16(4-6), New York: Plenum Press, 1980, 1996, pp. 381-424. doi:10.1016/S0195-9255(96)00083-2. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195925596000832>.

ALI-TOUDERT, F. AND JI L., *Modeling and measuring urban sustainability in multi-criteria based systems – A challenging issue*, Ecological Indicators, 73, 2017, pp. 597–611. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ECOLIND.2016.09.046>.

AMEEN R.F.M. AND MOURSHED M., *Urban environmental challenges in developing countries—A stakeholder perspective*, Habitat International, 64, 2017, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2017.04.002>.

AMOUSHAHI S. ET AL., *Localizing sustainable urban development (SUD): Application of an FDM-AHP approach for prioritizing urban sustainability indicators in Iran provinces*, Sustainable Cities and Society, 77(December 2021), 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103592>.

BELL S. AND MORSE S., *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?* London: Taylor & Francis, 2012. Available at: <https://books.google.it/books?id=nWKsBwAAQBAJ>.

BERNASCONI M., CHOIRAT C. AND SERI R., *The analytic hierarchy process and the theory of measurement*, Management Science, 56(4), 2010, pp. 699–711. Available at: <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1123>.

BOTTERO M. ET AL., *Sustainable cities: A reflection on*

potentialities and limits based on existing eco-districts in Europe, Sustainability (Switzerland), 11(20), 2019. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11205794>.

BOTTERO M. ET AL., *Experimenting System Dynamics Model to Assess the Impacts of Urban Regeneration Processes*, in Green Energy and Technology, 2023, pp. 233–243. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16926-7_17.

BOTTERO M., DATOLA G. AND MONACO R., *The use of fuzzy cognitive maps for evaluating the reuse project of military barracks in northern Italy*, Smart Innovation, Systems and Technologies, Springer International Publishing, 2019. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92099-3_77.

CANESI R., *Urban Policy Sustainability through a Value-Added Densification Tool: The Case of the South Boston Area*, Sustainability (Switzerland), 14(14), 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14148762>.

CANESI R. AND MARELLA G., *Towards European Transitions: Indicators for the Development of Marginal Urban Regions*, Land, 12(1), 2022, p. 27. Available at: <https://doi.org/10.3390/land12010027>.

CARROSIO G., *L'Italia delle aree interne tra fragilità e innovazione*, in Territori in movimento: esperienza LEADER e progetti pilota per le aree interne. Torino: Rosenberg & Sellier, 2020. Available at: <http://digital.casalini.it/9788878856271>.

CENTER FOR SUSTAINABLE SYSTEMS, U.S. Cities. University of Michigan, 2019.

CHAO A.L. ET AL., *Indicators framework for sustainable urban design*, Atmosphere, 11(11), 2020, pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.3390/atmos11111143>.

CILLIERS E.J. ET AL., *From urban-scape to human-scape: Covid-19 trends that will shape future city centres*, Land, 10(10), 2021, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.3390/land10101038>.

COLAPINTO C. ET AL., *Environmental sustainability and*

multifaceted development: multi-criteria decision models with applications, *Annals of Operations Research*, 293(2), 2020, pp. 405–432. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03403-y>.

DANDRIA E., FIORE P. AND NESTICÒ A., *Small towns recovery and valorisation. An innovative protocol to evaluate the efficacy of project initiatives*, *Sustainability (Switzerland)*, 13(18), 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/SU131810311>.

DELL'ANNA F. ET AL., *Supporting sustainability projects at neighbourhood scale: Green visions for the San Salvario district in Turin guided by a combined assessment framework*, *Journal of Cleaner Production*, 384, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135460>.

DE PAOLA P. ET AL., *Sustainable Real Estate and Resilient Cities: Management, Assessment and Innovations*, *Sustainability (Switzerland)*, 14(15), 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14158984>.

DPS, *Strategia nazionale per le aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance*, in *Materiali NUVAL*, 31, 2014.

EU E.U. ET AL., *Getting messages across using indicators. A handbook based on experiences from assessing Sustainable Development Indicators*. European Union EU (Manuals and guidelines), 2014.

EUROPEAN COMMISSION, *Reflection paper: Towards a Sustainable Europe by 2030*, COM(2019)22, 53(9), 2019, pp. 1689–1699.

EUROPEAN COMMISSION, *Strategic Plan 2020-2024. Regional and Urban Policy*, DG Regional and Urban Policy, 2020, pp. 1–56.

EUROPEAN COMMISSION, *Annual Activity Report 2021*, Directorate-General Regional and Urban Policy, 2021, pp. 1–61.

FELEKI E., VLACHOKOSTAS C. AND MOUSSIOPOULOS N., *Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning*, *Journal of Cleaner Production*, 243, 2020, p. 118432. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118432>.

DE FELICE F. AND PETRILL A., *Absolute measurement with analytic hierarchy process: A case study for Italian racecourse*, *International Journal of Applied Decision Sciences*, 6(3), 2013, pp. 209–227. Available at: <https://doi.org/10.1504/IJADS.2013.054931>.

FERA G. AND LOMBARDO M.T., *The Città Metropolitana as an Opportunity to Promote Integrated Development Between Central and Marginal Areas: The Case of Reggio Calabria BT - New Metropolitan Perspectives*, in C. Bevilacqua, F. Calabrò, and L. Della Spina (eds). Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 101–112.

GOLDEN B., *The Analytic Hierarchy Process*. Wasil & Ha. Edited by Springer-Verlag. New-York, 1989.

GONZÁLEZ DÍAZ J.A. ET AL., *Dynamics of rural landscapes in marginal areas of northern Spain: Past, present, and future*, *Land Degradation and Development*, 30(2), 2019, pp. 141–

150. Available at: <https://doi.org/10.1002/ldr.3201>.

HAINES S., *The systems thinking approach to strategic planning and management*. CRC Press, 2000.

HUANG L., WU J. AND YAN L., *Defining and measuring urban sustainability: a review of indicators*, *Landscape Ecology*, 30(7), 2015, pp. 1175–1193. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0208-2>.

ISHIZAKA A. AND LUSTI M., *An expert module to improve the consistency of AHP matrices*, *International Transactions in Operational Research*, 11(1), 2004, pp. 97–105. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2004.00443.x>.

ISLAM R. AND RASAD S. BIN M., *Employee Performance Evaluation By AHP: A Case Study*, 11, 2005, pp. 163–176. Available at: <https://doi.org/10.13033/isahp.y2005.028>.

ISTAT, *PNRR by Istat. Monitoraggio delle misure del PNRR attraverso gli indicatori di benessere e sostenibilità*, 2022. Available at: https://public.tableau.com/app/profile/istat.istituto.nazionale.di.statistica/viz/PNRR_16627217841880/Story1 (Accessed: 19 May 2023).

JEONG H., MATSUSHIMA K. AND KOBAYASHI K., *The Role of Identity in Community Activities of Marginal Rural Areas BT - Rural Areas Between Regional Needs and Global Challenges: Transformation in Rural Space*, in W. Leimgruber and C.D. Chang (eds). Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 73–96. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04393-3_5.

KASTRINOS N. AND WEBER K.M., *Sustainable development goals in the research and innovation policy of the European Union*, *Technological Forecasting and Social Change*, 157(November 2019), 2020, p. 120056. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120056>.

KEIRSTEAD J. AND LEACH M., *Bridging the gaps between theory and practice: A service niche approach to urban sustainability indicators*, *Sustainable Development*, 16(5), 2008, pp. 329–340. Available at: <https://doi.org/10.1002/sd.349>.

KINTARSO H. AND PENIWATI K., *Developing and selecting business strategy, and prioritizing strategic actions for a tool steel company with the analytic hierarchy process*, in *Proceedings of the 7th Asia Pacific Management Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2001, pp. 27–31.

VON DER LEYEN, *Political Guidelines for the next European Commission 2019-2024 Opening Statement in the European Parliament Plenary Session Speech in the European Parliament Plenary Session Ursula von der Leyen*, 2019. Available at: <https://doi.org/10.2775/81903>.

LOCURCIO M. ET AL., *A fuzzy multi-criteria decision model for the regeneration of the urban peripheries*, *Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer International Publishing, 2019. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92099-3_76.

MANGI M.Y. ET AL., *Comparative analysis of urban development trends of Beijing and Karachi metropolitan areas*, *Sustainability (Switzerland)*, 12(2), 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12020451>.

A multicriteria approach to prioritize urban sustainable development projects

- MARANGHI S. ET AL., *Integrating urban metabolism and life cycle assessment to analyse urban sustainability*, Ecological Indicators, 112(December 2019), 2020, p. 106074. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106074>.
- MARCHIGIANI E., VITA G.E. DE AND VITA G.E. DE, *Oltre il Covid, politiche ecologiche territoriali per aree interne e dintorni. Uno sguardo in-between su territori marginali e fragili, verso nuovi progetti di coesione*, Working paper, 1, 2020, pp. 1–9.
- McCarthy J., *How to conduct productive performance appraisals*, Journal of Property Management, 65(5), 2000, pp. 22–25. Available at: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33745273151&partnerID=40&md5=cca788f1ee22130a524d5206657ffbc7>.
- McGuinn, J. et al. (2020) *Social sustainability : Concept and Benchmarks*, (April), p. 139.
- Meadows, D. (1998) *A Report to the Balaton Group*, Indicators and Information Systems for Sustainable, p. 95.
- MEGA V. AND PEDERSEN J., *Urban sustainability indicators*. Dublin reland: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 2012. Available at: <https://policycommons.net/artifacts/1833475/urban-sustainability-indicators/2574894/>.
- MERINO-SAUM A. ET AL., *Indicators for urban sustainability: Key lessons from a systematic analysis of 67 measurement initiatives*, Ecological Indicators, 119(April), 2020, p. 106879. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106879>.
- MICHALINA D. ET AL., *Sustainable urban development: A review of urban sustainability indicator frameworks*, Sustainability (Switzerland), 13(16), 2021, pp. 1–20. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13169348>.
- MIETTINEN K. AND SALMINEN P., *Decision-aid for discrete multiple criteria decision making problems with imprecise data*, European Journal of Operational Research, 119(1), 1999, pp. 50–60. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00352-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00352-X).
- MOLDAN B. AND BILLHARZ S., *Sustainability indicators. A report on the Project on Indicators of Sustainable Development*. New York: Chichester (United Kingdom) John Wiley & Sons, 1997.
- MOLDAN B., JANOUŠKOVÁ S. AND HÁK T., *How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets*, Ecological Indicators, 17, 2012, pp. 4–13. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2011.04.033>.
- MORANO P. ET AL., *Ecosystem Services and Land Take. A Composite Indicator for the Assessment of Sustainable Urban Projects*, in O. Gervasi et al. (eds) Computational Science and Its Applications — ICCSA 2021. Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 210–225.
- MOUSSIOPOULOS N. ET AL., *Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: A system of indicators for Thessaloniki, Greece*, Cities, 27(5), 2010, pp. 377–384. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2010.06.001>.
- MUNDA G., *Social multi-criteria evaluation for urban sustainability policies*, Land Use Policy, 23(1), 2006, pp. 86–94. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2004.08.012>.
- MUSCAT A. ET AL., *The Promised Land: Contrasting frames of marginal land in the European Union*, Land Use Policy, 112, 2022, p. 105860. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105860>.
- MUSOLINO D., DISTASO A. AND MARCIANÒ C., *The role of social farming in the socio-economic development of highly marginal regions: An investigation in Calabria*, Sustainability (Switzerland), 12(13), 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12135285>.
- NESTICÒ A. ET AL., *Multi-criteria methods for the optimal localization of urban green areas*, Journal of Cleaner Production, 374, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133690>.
- NESTICÒ A., ELIA C. AND NADDEO V., *Sustainability of urban regeneration projects: Novel selection model based on analytic network process and zero-one goal programming*, Land Use Policy, 99(February), 2020, p. 104831. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104831>.
- NRC, *Our common journey: a transition toward sustainability*. Washington D.C.: National Academies Press, 1999.
- OPPIO A., BOTTERO M. AND ARCIDIACONO A., *Assessing urban quality: a proposal for a MCDA evaluation framework*, Annals of Operations Research, 312(2), 2022, pp. 1427–1444. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2738-2>.
- PILI S. ET AL., *Towards sustainable growth? A multi-criteria assessment of (changing) urban forms*, Ecological Indicators, 76, 2017, pp. 71–80. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2017.01.008>.
- PNRR, *Piano nazionale di ripresa e resilienza*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2021.
- RACHINGER M., RAUTER R., MÜLLER C., VORRABER W. & SCHIRGI E., *Digitalization and its influence on business model innovation*, Journal of Manufacturing Technology Management [Preprint], 2018.
- ROBATI M. AND REZAEI F., *Evaluation and ranking of urban sustainability based on sustainability assessment by fuzzy evaluation model*, International Journal of Environmental Science and Technology, 19(1), 2022, pp. 625–650. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03128-1>.
- ROSSITTI M. ET AL., *The italian national strategy for inner areas (Snai): A critical analysis of the indicator grid*, Sustainability (Switzerland), 13(12), 2021, pp. 1–22. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13126927>.
- ROSSITTI M. AND TORRIERI F., *Action research for the conservation of architectural heritage in marginal areas: The role of evaluation*, Valori e Valutazioni, 2022(30), 2022, pp. 3–42.
- SAATY T. AND PENIWATI K., *Group decision making: drawing out and reconciling differences*. Edited by RWS publications, 2013.

SAATY T.L., *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. Edited by McGraw-Hill. New York, 1980.

SAATY T.L., *Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process BT - The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making*, in D.L. Schmoltdt et al. (eds). Dordrecht: Springer Netherlands, 2001, pp. 15–35. Available at: https://doi.org/10.1007/978-94-015-9799-9_2.

SAATY T.L., *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*. RWS Publications, 2005. Available at: <https://books.google.it/books?id=65N6FiNBMjEC>.

SNAI, *Strategia Nazionale delle Aree Interne SNAI. Dipartimento per le politiche di coesione - Presidenza del Consiglio dei Ministri*, 2013. Available at: <https://www.agenziacoesione.gov.it/strategia-nazionale-aree-interne/> (Accessed: 20 February 2023).

SNAI, *Relazione annuale sulla Strategia nazionale per le Aree Interne*, 2018.

IL SOLE 24, *Osservatorio PNRR, Il Sole 24*, 2022. Available at: <https://lab24.ilsole24ore.com/pnrr/pnrr-progetti-2022.php> (Accessed: 8 May 2023).

SOROUJ S.T., *Understanding the drivers and implications of remote work from the local perspective: An exploratory study into the dis/reembedding dynamics*, *Technology in Society*, 64, 2021, p. 101328. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.TECHSOC.2020.101328>.

STEINIGER S. ET AL., *Localising urban sustainability indicators: The CEDEUS indicator set, and lessons from an expert-driven process*, *Cities*, 101 (October 2019), 2020, p. 102683. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102683>.

WUT T.M. ET AL., *Digital Sustainability in the Organization: Scale Development and Validation*, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13063530>.

ZENG, X. ET AL., *Urban Resilience for Urban Sustainability: Concepts, Dimensions, and Perspectives*, *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 2481, 14(5), 2022a, p. 2481. Available at: <https://doi.org/10.3390/SU14052481>.

ZENG, X. ET AL., *Urban Resilience for Urban Sustainability: Concepts, Dimensions, and Perspectives*, *Sustainability* (Switzerland), 14(5), 2022b, pp. 1–27. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14052481>.

ZHANG, X.Q., *The trends, promises and challenges of urbanisation in the world*, *Habitat International*, 54(13), 2016, pp. 241–252. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.018>.

Un approccio multicriteri per il ranking di progetti urbani sostenibili

Rubina Canesi*

Parole chiave: Indicatori Urbani di Sostenibilità, pianificazione sostenibile, sostenibilità urbana, analisi multicriteri, AHP, Aree Interne, Transizione Duale

Abstract

L'attuale congiuntura economica negativa, aggravata dal conflitto ucraino e dal protrarsi della recessione pandemica, ha fatto emergere le difficoltà e le fragilità di alcune scelte programmatiche del passato che hanno penalizzato le aree interne del paese. Spesso l'attuazione e la pianificazione locale si è rivelata non sostenibile nel lungo termine, evidenziando la criticità di alcune scelte a scapito della sostenibilità globale di sistema. Frequentemente gli interventi locali vengono attuati in situazioni di necessità contingenti, scadenze già sollecitate, ed organici sottodimensionati, che non permettono una corretta e adeguata indagine programmatica e d'insieme. Tali complessità sono emerse e si sono acuite particolarmente durante quest'ultimo anno, alla luce della difficoltà di rispondere prontamente e strutturalmente agli innumerevoli bandi emanati su fondi nazionali ed europei per attuare la transizione duale in accordo con le direttive e gli obiettivi stabiliti dall'unione Europea. Supportare le aree interne nel loro processo di transizione e quindi nella loro partecipazione responsiva e consapevole ai finanziamenti stanziati, assume, quindi, un ruolo rilevante e di grande responsabilità. L'auspicio è che gli innumerevoli finanziamenti vengano direzionati da parte dei territori periferici verso progetti di impatto e con ric-

dute sostenibili nel lungo periodo, incrementando, non solo la loro competitività, ma anche, attraverso la loro efficacia, il proprio benessere socioeconomico. Lo scopo del presente studio è quello di definire, attraverso l'applicazione di un modello multicriteri, la scala di priorità di diverse progettualità sulle aree interne secondo criteri di sostenibilità, in coerenza con i goals europei. Il presente contributo propone, attraverso la selezione mirata di indicatori della sostenibilità urbana (USIs), un modello Analytic Hierarchy Process (AHP) assoluto in grado di definire il grado di sostenibilità e quindi di priorità dei progetti in coerenza con le missioni del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Tale analisi permette di verificare gli obiettivi di policy, esaminando l'efficacia della ripartizione dei fondi per una massimizzazione quanti-qualitativa degli impatti attesi sul territorio. Tale lavoro è il punto di partenza per la creazione di modelli in grado di offrire una classificazione della sostenibilità di molteplici interventi urbani da attuare sulle aree marginali. La creazione di scale di priorità può quindi diventare uno strumento in grado di assistere i territori nell'accedere ai finanziamenti con una programmazione consapevole di impatto sostenibile.

1. INTRODUZIONE

La misurazione della sostenibilità in ambito urbano è da sempre argomento pregnante nelle scelte programmatiche, dovuta da un lato all'indeterminatezza del concetto stesso di sostenibilità e dell'altro alla complessità di valutare gli interventi urbani a causa sia della loro scala macro, sia degli impatti a cascata che essi generano sul territorio. Gli indici di sostenibilità urbana e i sistemi di indicatori hanno fatto la loro comparsa come strumenti di valutazione urbana nel campo scientifico e nella pratica fin dagli anni 90 (Alberti, 1996; Moldan and Billharz, 1997; Meadows, 1998; NRC, 1999; Bell and Morse, 2012; Mega and Pedersen, 2012; Moldan, Janoušková and Hák, 2012; Huang, Wu and Yan, 2015). Tuttavia, non esiste un univoco approccio valutativo in grado di fornire una valutazione adeguata e scalabile sulle diverse realtà urbane, a causa della complessa natura urbana, e delle sue diverse esigenze in termini di prospettive economiche, ambientali e sociali (Feleki, Vlachokostas and Moussiopoulos, 2020).

Di recente, la pandemia di coronavirus si è rivelata la causa ma allo stesso tempo anche la forza trainante e la spinta, dell'attuazione di nuove politiche europee alla ricerca di un'Europa più sostenibile e resiliente dal punto di vista ambientale, sociale, digitale (Cilliers et al., 2021; PNRR, 2021; Soroui, 2021; Canesi and Marella, 2022). Avendo inoltre influito pesantemente sull'economia e sul PIL nazionale, la pandemia ha altresì accentuato gli squilibri non solo economici ma anche sociali e ambientali già presenti nel paese (PNRR, 2021). Proprio come risposta a tale crisi congiunturale, il PNRR congiuntamente al Fondo Complementare e al React EU, ha stanziato grazie agli investimenti collegati al Next Generation EU più di 223 miliardi di euro in risorse spendibili a livello nazionale, ripartiti in sei diverse missioni, che corrispondono circa al 10,8% del PIL nazionale (Fig. 1).

Secondo l'osservatorio PNRR, cumulativamente gli investimenti spesi o già assegnati su fondi PNRR, si attestano attorno ai 41,7 miliardi, ripartiti come segue (Il Sole 24, 2022):

- M1: 11.038 milioni di €
- M2: 9.505 milioni di €
- M3: 5.215 milioni di €
- M4: 9.057 milioni di €
- M5: 4.469 milioni di €
- M6: 2.453 milioni di €

La ripartizione di fondi attualmente assegnati e spesi vede però uno squilibrio rispetto all'allocazione percentuale dei fondi stanziati ex ante dal PNRR (Fig. 2). In particolare, si può notare un forte disallineamento, maggiore del 5%, rispetto alle proiezioni relative alle missioni M1, M2 e M4, evidenziando una preponderante attenzione riposta sulla programmazione digitale e sulla missione concernente l'istruzione e la ricerca. Si evidenzia invece un ritardo sostanziale nel recepimento e nell'attuazione di interventi inerenti alla transizione verde. Tale disallineamento porterà quindi, nel prossimo triennio, a un'accelerazione

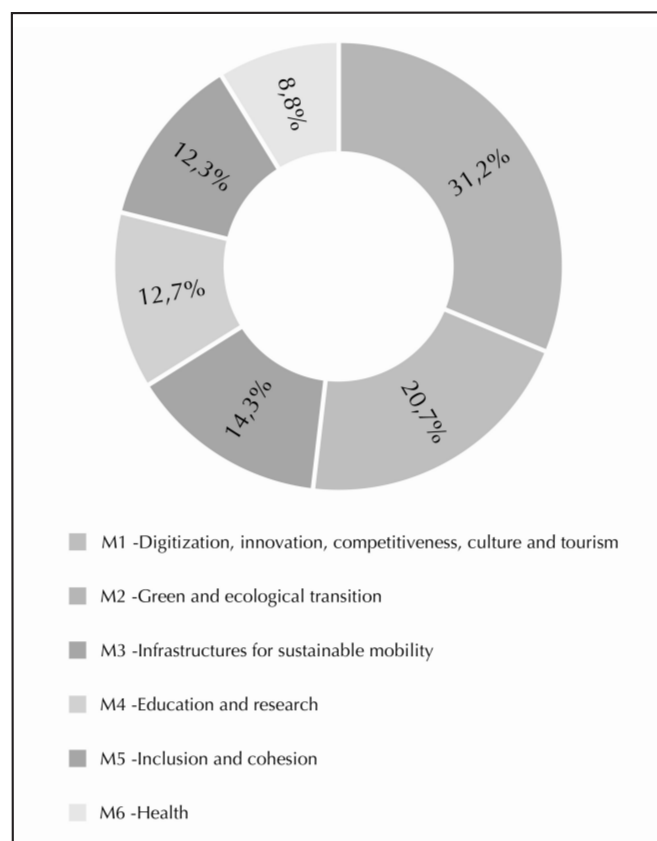


Figura 1 - Allocazione dei fondi PNRR suddivisi per missione.

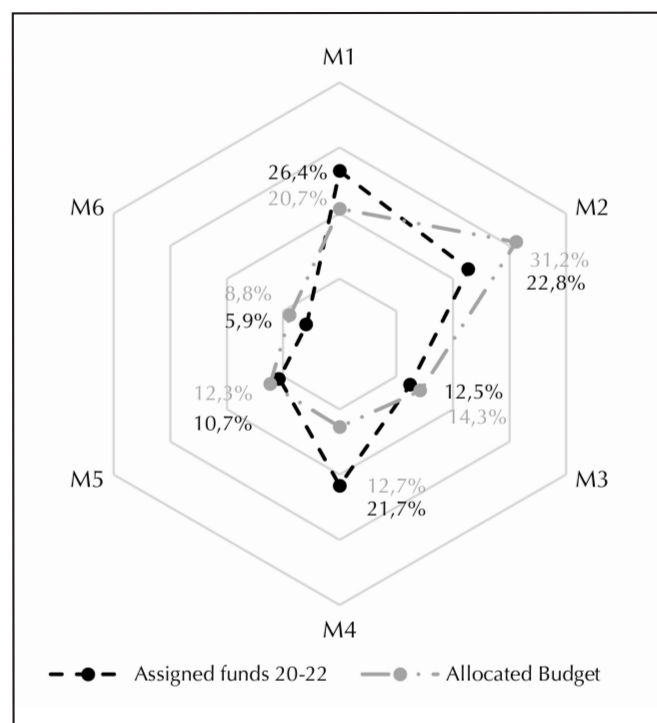


Figura 2 - Grafico radar che indica i fondi allocati da PNRR (in grigio) e quelli effettivamente assegnati nel triennio 2020-2022 (in nero) suddivisi per Missioni.

Un approccio multicriteri per il ranking di progetti urbani sostenibili

nello stanziamento di fondi correlati alle missioni che sono rimaste indietro rispetto all'allocazione delle risorse prevista, M2, M3, M5, e M6. A causa di tale ritardo, inoltre, la spesa annuale prevista in circa 45 milioni di euro, dovrà essere incrementata annualmente di ulteriori 16 milioni. La necessità e l'urgenza temporale programmatica che il paese, ed in particolar modo le aree interne, così come definite dalla Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI), si troveranno ad affrontare sarà quindi imminente e necessiterà di supporto tecnico e metodologico strutturato (SNAI, 2018; Rossitti et al., 2021).

Per poter supportare prontamente i comuni nelle loro scelte decisionali è quindi necessario proporre metodi e approcci in grado di valutare non solo l'efficienza dei progetti ma soprattutto la loro efficacia in termini di sostenibilità e di impatti (esternalità positive). Valutare il grado di sostenibilità degli impatti generati e misurare il raggiungimento degli obiettivi richiesti da parte di progetti urbani è una vera sfida per le amministrazioni, i che perseguono gli obiettivi europei (Keirstead and Leach, 2008; Dandria, Fiore and Nesticò, 2021; Nesticò et al., 2022; Oppio, Bottero and Arcidiacono, 2022; Dell'Anna et al., 2023). La letteratura di settore ha già profondamente indagato il concetto di sostenibilità, che sta alla base dei fondi stanziati dal PNRR, analizzandola attraverso indicatori di performance, gli Urban Sustainability Indicators (USIs) (Chao et al., 2020; Feleki, Vlachokostas and Moussiopoulos, 2020; Mangi et al., 2020; Maranghi et al., 2020; Merino-Saum et al., 2020; Steiniger et al., 2020; Michalina et al., 2021; Amoushahi et al., 2022; Canesi and Marella, 2022; Zeng et al., 2022a; Robati and Rezaei, 2022). Gli USIs fotografano da un lato le performance stesse delle città e quindi i loro bisogni, e dall'altro valutano i risultati attesi dei progetti. Gli impatti attesi dai progetti urbani inoltre, coinvolgendo molteplici dimensioni (*ESED domains: Economic, Social, Environmental, and Digital*) individualmente e congiuntamente correlate al concetto di sostenibilità, rivelano una elevato grado di complessità valutativa (Bottero et al., 2019, 2023; Canesi and Marella, 2022).

Lo scopo del seguente studio è quindi quello di supportare le aree interne nel loro processo di transizione, affiancandole nelle loro decisioni programmatiche, esortandole verso una partecipazione responsiva e consapevole ai finanziamenti stanziati. L'auspicio è che gli innumerevoli finanziamenti vengano direzionati da parte dei territori periferici verso progetti con ricadute positive e sostenibili nel lungo periodo, incrementando non solo la loro competitività, ma anche il benessere socioeconomico dei territori stessi. Con tale obiettivo, il presente studio mira a definire un approccio valutativo in grado di analizzare e prioritizzare i progetti che le aree interne potranno sottoporre a bando, massimizzandone la sostenibilità attesa.

Il presente studio intende quindi investigare, attraverso un'analisi multicriteri, l'impatto atteso di diverse progettualità a confronto, da finanziare su fondi PNRR. Il modello proposto si poggia su un precedente studio che analizza gli indicatori di performance della sostenibilità dei

progetti urbani a livello europeo (Canesi and Marella, 2022). Si definisce, attraverso la selezione mirata di indicatori della sostenibilità urbana (USIs), un modello in grado di definire il grado di sostenibilità e quindi di precedenza dei progetti in coerenza con le missioni del PNRR. Tale analisi permette inoltre di verificare gli obiettivi di policy, esaminando l'efficacia della ripartizione dei fondi per una massimizzazione quanti-qualitativa degli impatti attesi sulle aree interne del paese.

La creazione di scale di priorità può quindi diventare uno strumento in grado di assistere le amministrazioni pubbliche locali nelle loro scelte programmatiche, scegliendo progettualità che massimizzino le esternalità positive attese sui territori stessi. Questo tipo di modello potrebbe, inoltre, se rivisto e includendo i decisori pubblici nei teams di stakeholders coinvolti, essere applicato per ottimizzare l'allocazione e la ripartizione ex ante dei fondi e dei finanziamenti da stanziare.

Il presente articolo si struttura in cinque sezioni. A seguire dell'introduzione, la Sezione due esamina la letteratura esistente sul concetto di sostenibilità e sugli indicatori urbani utilizzati per misurarla. La Sezione tre introduce i casi studio. La Sezione quattro descrive in dettaglio i materiali e la metodologia applicata, inclusi il disegno della ricerca e la strategia di ricerca. La sezione cinque illustra e discute i risultati ottenuti. Infine, la sezione sei presenta le conclusioni, i limiti e le future direzioni della ricerca.

2. ANALISI DELLA LETTERATURA

Il concetto di sostenibilità nell'ambito urbano ha preso il sopravvento nei dibattiti, non solo scientifici ma anche in quelli politici, dell'ultima decade (European Commission, 2019, 2020, 2021; Von der Leyen, 2019; Kastrinos and Weber, 2020). Se analizziamo il settore urbano, e in particolare quello della programmazione, il concetto di sostenibilità ha scavalcato e superato quello di performance ed efficienza portando alla luce il concetto di efficacia e durata nel lungo periodo (Huang, Wu and Yan, 2015; Zeng et al., 2022b). Come affermato da molteplici studi, il tema della rigenerazione urbana in aree marginali, attraverso progettualità sostenibili, è strettamente connesso alle potenzialità di decentramento delle polarizzazioni, non solo economiche ma anche sociali, che ad oggi sono catturate dalle aree metropolitane (González Díaz et al., 2019; Jeong, Matsushima and Kobayashi, 2019; Agnoletti, Manganello and Piras, 2020; Musolino, Distaso and Marciandò, 2020; Fera and Lombardo, 2021; Canesi, 2022; Muscat et al., 2022).

Lo sviluppo socioeconomico di tali aree passa quindi anche attraverso una progettazione urbana sostenibile ed efficace nel lungo termine, in grado di generare esternalità positive in ambito sociale, economico, ambientale e digitale. Le aree interne sono state inquadrare dall'Accordo di Partenariato 2014-2020 per l'Italia stilato dal Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Territoriale come territori fragili, distanti dai centri principali di offerta

dei servizi essenziali e in via di spopolamento (DPS, 2014). Si deve però ad oggi guardare le aree interne come territori dalle grandi potenzialità di sviluppo, in grado di trainare e depolarizzare le rendite urbane, in grado di generare nuovi assetti e processi circolari, facendo leva proprio su quegli indicatori che le hanno classificate come marginali (Bottero, Datola and Monaco, 2019; Center for Sustainable Systems, 2019; Locurcio et al., 2019; Carrosio, 2020; De Paola et al., 2022; Rossitti and Torrieri, 2022). Proprio alla luce degli effetti pandemici e dell'appello europeo nel progettare territori più resilienti al rischio di future probabili crisi, il periodo avviatosi, ricco di programmi strutturali, si presenta come un'opportunità per le aree interne di avvalersi di una programmazione sostenibile in grado di depolarizzarle e demarginalizzarle (Marchigiani, Vita and Vita, 2020). Per poter rispondere in modo efficace ed efficiente agli squilibri territoriali che si sono creati, è essenziale proporre progetti non più solo resilienti, ma sostenibili e in grado di generare esternalità positive sul territorio.

Misurare la sostenibilità, essendo un concetto volatile e aleatorio, risulta essere un processo complesso e articolato ma tuttavia necessario per garantire una pianificazione responsabile e interoperabile. Fornire strumenti in grado di misurare questo concetto risulta spesso complesso e molte volte soggetto a opinabilità e a mancanza di visione olistica sul reale impatto che le decisioni politiche possono avere (Miettinen and Salminen, 1999; Feleki, Vlachokostas and Moussiopoulos, 2020). Per aiutare i responsabili politici, i comuni, gli enti e le istituzioni pubbliche a misurare, valutare e quindi attuare programmi e conseguentemente progetti urbani sostenibili, l'impiego di indicatori e indici può essere uno strumento di supporto, facilmente leggibile e versatile. (Ameen and Mourshed, 2017). La pratica e la letteratura, per riuscire a misurare questo nuovo concetto, hanno coniato e implementato diversi indici atti a misurare i diversi aspetti della sostenibilità. L'utilizzo di indicatori ha aiutato a rendere meno indefinito il concetto di sostenibilità, cercando il modo per poterlo misurare e quindi valutare.

Il concetto stesso di indicatore porta con sé una duplice afferenza, da un lato la quantificazione di un fenomeno e dall'altro, attraverso scale di performance, la sua valutazione in termini comparativi "protagoriani". Gli indicatori di sostenibilità urbana (USIs) sono quindi usati non solo come strumenti di valutazione ex-post ma anche come guide per la messa a punto di politiche di intervento rigenerative e per lo stanziamento di fondi pubblici. Una recente analisi della letteratura internazionale ha analizzato il sistema di classificazione USI, che vede la suddivisione degli indicatori in tre macro-dimensioni della sostenibilità: la Dimensione Sociale, quella Economica e quella Ambientale, con una recente e marginale incursione della Dimensione Digitale (Canesi and Marella, 2022). Tale tassonomia degli indicatori, utilizzati per misurare il livello di sostenibilità urbana, viene definita dalla letteratura di settore "Triple Bottom". Similarmente alle tre dimensioni sopracitate, alcuni studi inseriscono parallelamente una

quarta dimensione di Governance e/o Istituzionale, che spesso è inclusa nella Dimensione Sociale della Triple Bottom Line (Rachinger, M., Rauter, R., Müller, C., Vorraber, W., & Schirgi, 2018; Mcguinn et al., 2020; Morano et al., 2021). La Dimensione Digitale, è stata solo recentemente introdotta e si può ritrovare inoltre nella EUs 2022 Annual Sustainable Growth Strategy. L'Unione Europea, infatti, classifica e monitora i paesi membri in base ai loro progressi verso una sostenibilità equamente distribuita in queste quattro dimensioni, computando congiuntamente al concetto di sostenibilità quelli di resilienza e inclusività.

A livello europeo, affiancano la letteratura di settore, gli indicatori degli obiettivi di sviluppo sostenibile (Sultanale Development Goals Indicators, SDGs), istituiti dall'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite. Gli SDGs, suddivisi nelle 17 aree tematiche dei goals europei, sono annualmente rivisti e approvati dalla Commissione Statistica delle Nazioni Unite (UNSC) e sono ulteriormente suddivisi in 169 Target e 231 indicatori univoci (Wut et al., 2021).

A livello nazionale, invece, l'ISTAT, nel corso degli anni, ha proposto e rivisitato diversi indicatori attraverso più progetti paralleli e complementari. Il progetto BES nasce, infatti, più di dieci anni fa con l'intento di misurare il Benessere Equo e Sostenibile e di valutare il progresso delle città italiane sotto un profilo non più solo prettamente economico ma integrando indicatori classici di redditività con misuratori della qualità della vita e dell'ambiente circostante. Tale progetto, come strumento di monitoraggio degli obiettivi dell'Agenda 2030 sullo sviluppo sostenibile, è stato successivamente affiancato agli SDGs. Più recentemente, l'ISTAT, rielaborando, aggiornando e ricategorizzando gli indicatori del progetto BES, ha attivato una piattaforma di monitoraggio delle misure del PNRR che ripartisce gli indicatori BES in base alle missioni, alle componenti e alle misure e sub-misure del PNRR. Gli indicatori, consultabili nella piattaforma, monitorano i goals delle transizioni in serie storiche, suddivisi per territori (a livello regionale o provinciale) e, ove possibile, per classi di età e/o genere (Istat, 2022).

Questi set di indicatori europei e nazionali sono solo parzialmente sovrapponibili e certamente complementari. Per questa ragione il presente studio considera e mette a confronto entrambi con la letteratura di settore per poter selezionare gli indicatori più significativi e coerenti con il modello multicriteri proposto. Lo scopo del presente lavoro è quello di implementare un modello multicriteri quanto più inclusivo e in grado di interpretare il complesso concetto di sostenibilità e che sia quindi in grado di prioritizzare gli interventi in modo sistematico. Per poter far questo, è necessario che la selezione dei subcriteri e quindi degli indicatori soddisfi determinate caratteristiche, quali quelle di standardizzabilità, misurabilità, chiarezza metodologica di implementazione e scalabilità. Tali indicatori devono inoltre essere misurabili o meglio ordinabili (Moussiopoulos et al., 2010; Zhang, 2016). La selezione degli indicatori è un passaggio alquanto delicato e importante dello sviluppo del

Un approccio multicriteri per il ranking di progetti urbani sostenibili

modello di indagine, in quanto deve riuscire a catturare non solo la multidisciplinarietà in un contesto come quello urbano, ma anche punti di forza e debolezza delle alternative proposte. La selezione deve portare ad indicatori facilmente e univocamente interpretabili dai diversi stakeholders per poter sviluppare uno strumento facilitatore della fase di implementazione delle strategie (EU et al., 2014; Ameen and Mourshed, 2017). La prima selezione degli indicatori è stata fatta avvalendosi di un precedente studio che ha individuato e classificato per macro-domini gli indicatori della letteratura degli ultimi cinque anni (Canesi and Marella, 2022). Tale selezione è stata poi successivamente incrociata con i 64 indicatori statistici BES proposti dal monitoraggio delle misure del PNRR dell'Istat (Istat, 2022). Si è quindi verificata l'eventuale presenza aggiuntiva di indicatori, non presenti nella selezione che era stata fatta nello studio precedente, e si sono integrati gli indicatori mancanti. Sono stati eliminati invece quegli indicatori ripetuti e già presenti nello studio antecedente. Si è quindi creato un nuovo dataset inclusivo che comprende gli indicatori proposti dalla letteratura di settore, i BES e gli SDGs. Da questo dataset gli stakeholders coinvolti nel processo di costruzione del modello multicriteri hanno quindi selezionato gli indicatori di performance da includere come sub-criteri del modello. La selezione è stata fatta eliminando tutti quegli indicatori ritenuti non rilevanti rispetto alla dimensione e agli impatti attesi dei progetti, che si intendeva analizzare, intesi come progetti urbani su scala medio-piccola realizzati in aree interne del paese.

3. CASI STUDIO

I casi studio selezionati nella presente ricerca sono stati scelti in coerenza con diverse missioni del PNRR per veri-

ficarne la priorità di intervento su goal e target differenti. Ulteriori studi e modelli potrebbero inoltre essere fatti successivamente, come descritto nell'ultima sezione del presente studio, per progetti simili e ricadenti all'interno della stessa missione, ripensando ai criteri e ai sub-criteri selezionati.

Ciascun progetto è stato selezionato in coerenza con differenti missioni del PNRR, alla luce dei monitoraggi pubblicati dall'Agenzia per la Rappresentanza Negoziabile delle Pubbliche Amministrazioni in merito al Monitoraggio dell'attuazione del PNRR. Secondo tale dossier sono previsti 45 interventi, di cui 15 Riforme e 30 Investimenti che si vanno a sommare ai 51 tra Traguardi e Obiettivi presentati nel dossier del semestre precedente. I tre progetti selezionati sono quindi eterogenei rispetto alle differenti missioni della riforma, per poterne verificare la prioritizzazione rispetto l'effettiva allocazione avvenuta nel passato biennio - (Fig. 2). Si è inoltre cercato di selezionare i tre interventi, proposti come alternative, in modo tale che fossero comparabili su tre piani:

- Il piano dell'investimento economico iniziale: ogni progetto necessita infatti di un investimento iniziale che si aggira attorno ai quattro milioni di euro;
- Il piano temporale: ogni progetto prevede un cronoprogramma che varia dai dodici ai ventiquattro mesi di realizzazione;
- Il piano di localizzazione: ogni progetto ha una scala urbana comparabile ed è stato presentato da aree interne del paese.

Una descrizione riassuntiva dei progetti proposti è stata proposta di seguito in Tabella 1.

Un'ulteriore assunzione, che si è fatta per poter sviluppare

Tabella 1 - Descrizione dei Progetti (Alternative)

Descrizione/Progetto	Progetto #1	Progetto #2	Progetto #3
Descrizione	Centro per l'innovazione digitale urbana	Comunità per le energie rinnovabili (CER)	Centro per l'invecchiamento attivo
Strutture coinvolte	Riqualificazione edificio scolastico	Edifici pubblici e privati esistenti	Riqualificazione edificio scolastico
Dimensione	2.000 m ²	20.000 m ²	2.600 m ²
Bacino di utenza	3.000 giovani	21 enti/edifici comunali + 1.600 famiglie	
Localizzazione	Area atta a riqualificazione localizzata al confine di un'area urbanizzata	Aree di confine tra tre comuni che prevedono la partecipazione di molteplici comunità limitrofe	Area atta a riqualificazione localizzata al confine di un'area urbanizzata
Caratteristiche del progetto	Il progetto prevede la demolizione di una piccola parte della struttura esistente e la riqualificazione della restante parte dell'edificio. Il complesso	Il progetto prevede la creazione di una comunità locale allargata attraverso l'installazione di pannelli fotovoltaici sia su edifici pubblici (scuole, biblioteche,	Il progetto prevede un'ampia ristrutturazione e rifunzionalizzazione dell'edificio per preservarne l'integrità, in miglioramenti sismici e delle

Segue Tabella 1 - Descrizione dei Progetti (Alternative)

Segue Tabella 1 - Descrizione dei Progetti (Alternative)

Descrizione/ Progetto	Progetto #1	Progetto #2	Progetto #3
Caratteristiche del progetto	riqualificato ospiterà spazi InnovationLab per l'arte, la fotografia e i media digitali, spazi di <i>co-learning</i> , <i>co-studying</i> e <i>co-working</i> , una sala per spettacoli, una biblioteca, una caffetteria e un ristorante	centri culturali e sedi amministrative comunali) che coinvolgendo utenze residenziali private	strutture e lavori di efficienza energetica. L'edificio riqualificato ospiterà un centro diurno per anziani, servizi di alloggio per anziani, un centro di servizi sanitari di base, una biblioteca e un centro ricreativo
Target	Giovani, giovani famiglie, giovani imprenditori, NEET (<i>Not in Education, Employment or Training</i>), adolescenti e giovani in difficoltà	Privati cittadini, aziende private ed edifici pubblici comunali	Anziani, giovani famiglie, bambini e ragazzi in situazioni difficili
Goals	Riduzione del divario digitale, sviluppo delle competenze digitali e utilizzo dei servizi di e-government. Fornire spazi in grado di favorire l'incontro tra giovani, imprese e pubblica amministrazione. Rispondere ai bisogni emergenti di formazione e informazione in tema di trasformazione digitale: laboratori tecnologici nati per favorire l'innovazione digitale nei settori manifatturiero, elettronico e multimediale, pensati per il <i>digital upskilling</i> e <i>reskilling</i> . Accogliere i giovani nel loro percorso di inserimento nel mondo del lavoro grazie a programmi di orientamento e collegamenti con le aziende del territorio, stimolando l'autoimprenditorialità	Fornire benefici ambientali, economici e sociali a livello di comunità e ai membri dove opera la comunità. Creare una comunità interoperabile in grado di estendersi nel tempo con una partecipazione aperta. Questo progetto contribuisce ad aumentare l'accettazione da parte del pubblico dei progetti ER e attrarre investimenti privati nella transizione verso l'energia pulita. I benefici diretti generati dal progetto prevedono l'aumento dell'efficienza energetica, abbassando le bollette elettriche dei privati e del pubblico, la creazione di nuove opportunità di lavoro locali e la sensibilizzazione ai temi del risparmio energetico	Ridurre l'isolamento e la solitudine degli anziani e creare un luogo di ritrovo per sostenere e collegare gli anziani alla comunità più giovane e ai servizi comunitari vitali che possono aiutarli a rimanere sani e indipendenti. Dare soluzioni brevi e lunghe degenza ad anziani indipendenti. Il progetto prevede l'inserimento di una biblioteca in un centro di analisi e cura base per sostenere i bisogni di fascia più debole della popolazione. Questo progetto contribuisce ad aumentare l'impegno pubblico nella gestione e promozione dell'inclusione sociale degli anziani e dei soggetti più vulnerabili all'interno della comunità locale
Missioni PNRR coinvolte (2)	M1 -M4	M2 -M1	M5- M6
Cronoprogramma	2 anni	1 anno	2 anni
Costi dell'investimento	4.200.000 €	3.500.000 €	4.100.000 €

il modello, consiste nel fatto che l'area interna destinataria delle proposte progettuali presentate in Tabella 1, sia stata astratta. Si è perciò considerata un'area interna "tipo" con caratteristiche geografiche, economiche e demografiche tipiche delle aree interne e non calate su uno specifico territorio comunale (SNAI, 2013). Tale assunzione porterà, come vedremo nella prossima sezione, a pesare di conseguenza coerentemente il primo livello di criteri. In un'eventuale futura riformulazione del modello su un'area interna specifica, la definizione di pesi relativi, computati tramite confronti a coppie tra criteri e subcriteri, dovrà essere fatta a seguito della performance di un'analisi territoriale che evidenzia le carenze e le potenzialità del territorio stesso in esame.

4. MATERIALI E METODI

L'analisi della sostenibilità di interventi urbani, considerando la multidisciplinarietà e la natura olistica della loro struttura, si presta bene all'utilizzo di un approccio multicriteri per risolvere problemi di prioritizzazione. I sistemi MCDA sono stati ampiamente proposti e adottati in letteratura per selezionare soluzioni e supportare decisioni e strategie di pianificazione, in particolare modo nel contesto della rigenerazione e della crescita urbana sostenibile in modelli di investimenti sostenibili (Munda, 2006; Ali-Toudert and Ji, 2017; Pili et al., 2017; Locurcio et al., 2019; Colapinto et al., 2020; Nesticò, Elia and Naddeo, 2020). Tra i diversi modelli esistenti di MCDA il presente studio ha

selezionato il modello Analytic Hierarchy Process (AHP), introdotto da Saaty negli anni Ottanta. Tale metodo permette di trasformare la cosiddetta conoscenza istantanea in conoscenza integrata organizzando matematicamente percezioni, sentimenti, giudizi e ricordi in una gerarchia in grado di influenzare i risultati delle gerarchie. L'AHP si basa sull'innata capacità umana di utilizzare la propria conoscenza, le informazioni acquisite e la propria esperienza, per emettere giudizi su grandezze relative attraverso confronti a coppie (Saaty, 1980, 2001). Grazie alla capacità umana di emettere giudizi comparativi, questa metodologia permette infatti di generare modelli in grado di definire di gerarchie di alternative. Un'ipotesi fondamentale su cui si basa questo processo, che fa parte delle analisi multiattributo (AMA), è l'assunzione dell'esistenza di un decisore, razionale, e sempre in grado di esprimere una preferenza, anche se di uguaglianza.

Il metodo AHP permette di valutare contemporaneamente fattori sia quantitativi che qualitativi purché afferiscano a scale di misurazione ordinali. Il nome stesso indica, infatti, che la metodologia scompone il problema nei suoi elementi costitutivi (Analytic) utilizzando una struttura gerarchica (Hierarchy) e processando giudizi e dati (Process), per ottenere il ranking delle alternative messe in gioco. È giusto specificare che, nella costruzione della gerarchia, vengono stabilite relazioni gerarchiche unidirezionali tra i livelli.

Esistono due modelli di AHP, uno relativo e uno assoluto. Il primo adotta confronti a coppie tra le alternative messe in gioco rispetto ad attributi comuni. Tale approccio viene solitamente utilizzato per confrontare attributi intangibili e non confrontabili attraverso criteri di misura canonici in situazioni di "apprendimento" (Saaty, 2005). Il modello assoluto, proposto da questo articolo, produce invece un modello gerarchico non vincolato alle alternative, che possono essere introdotte successivamente non andando a variare i risultati dei vettori calcolati nella gerarchia. Quest'ultimo modello è solitamente utilizzato in situazioni decisionali in cui sono coinvolte plurime alternative concorrenziali (McCarthy, 2000; De Felice and Petrillo, 2013).

La prima fase di costruzione del modello prevede la definizione del goal del problema decisionale e la definizione e l'organizzazione di focus group con esperti, selezionati per procedere con l'attuazione delle fasi successive (Fase I in Fig 3). La selezione degli esperti, in questo studio, è stata fatta considerando le finalità del modello di supportare le amministrazioni locali. Sono stati intervistati sette esperti per definire la gerarchia, cioè i criteri, i subcriteri e i ratings, così come per esprimere i giudizi di preferenze. Il panel di esperti includeva sia accademici che tecnici professionisti nel settore di progettualità pubbliche e di investimenti ad impatto sociale sostenibile per riuscire ad interpretare al meglio le necessità dei territori e quindi delle pubbliche amministrazioni, alle quali il modello si rivolge. La fase successiva prevede la definizione dell'albero gerarchico e la sua scomposizione in differenti livelli

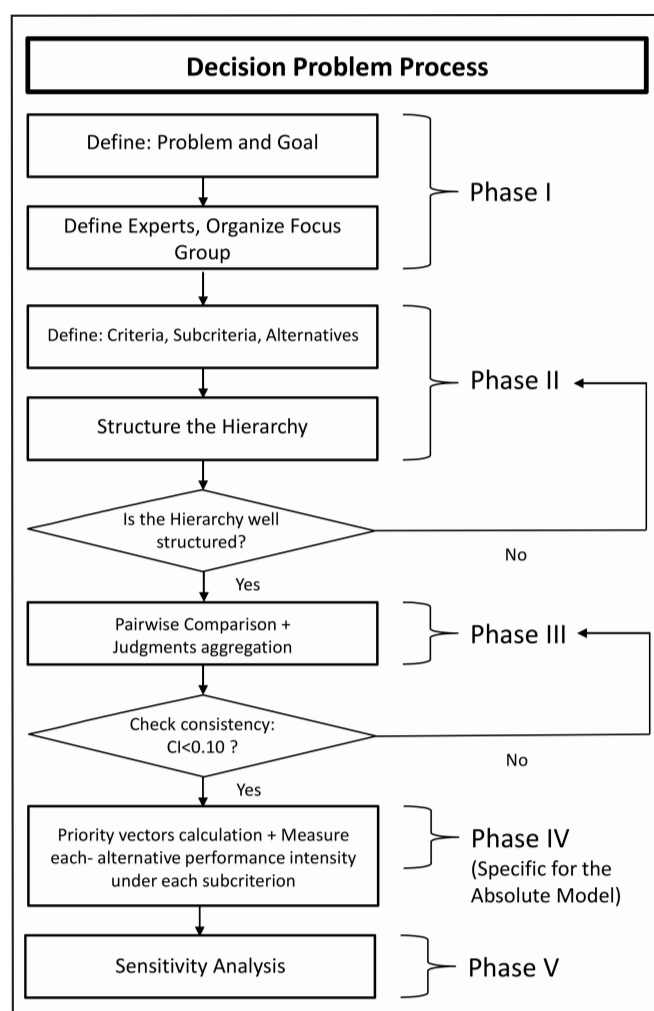


Figura 3 - Fasi della costruzione del Processo Decisionale (AHP – modello assoluto). Elaborazione dell'autore.

(Fase II in Fig. 3). L'obiettivo di indagine del problema, detto goal, si pone così al vertice della gerarchia, strutturata poi su criteri e sottocriteri che rappresentano i livelli della gerarchia, per finire con l'ultimo livello gerarchico rappresentato dalle alternative (Saaty, 1980; Saaty and Peniwati, 2013). La terza fase di costruzione del processo decisionale consiste nell'attuare confronti a coppie tra i criteri e sottocriteri definiti nella fase precedente (Fase III in Fig. 3). Tali confronti a coppie espressi tramite giudizi semantici, vengono enunciati utilizzando la scala fondamentale di Saaty, introdotta anchessa negli anni Ottanta. Tale scala consente agli esperti di definire le loro preferenze, attraverso il concetto di "importanza relativa" sottoforma di confronti a coppie, dove i giudizi numerici espressi seguono i seguenti valori numerici:

- 1 = Egualmente importanti
- 3 = Moderatamente più importanti
- 5 = Alquanto più importanti
- 7 = Molto più importanti

- 9 = Estremamente più importanti
- 2, 4, 6, 8 = valori intermedi

Data una famiglia di n alternative, con $n \geq 2$, nel presente studio $n = 3$, gli esperti devono formulare quindi, esplicitando le loro preferenze, giudizi di comparazione, convertiti in punteggi che vengono ordinati sottoforma di matrici quadrate. Ogni matrice $A = [a_{ij}]$ viene compilata con i giudizi relativi. Il coefficiente di dominanza a_{ij} tiene in considerazione l'importanza relativa dell'elemento della riga i rispetto all'elemento della colonna j .

Se all'elemento i , quando comparato con l'elemento j , viene assegnato un numero della scala appena descritta ($1 \leq i \leq 9$), allora a j viene assegnato il suo valore reciproco, quando comparato a i , garantendo la simmetria della matrice (Saaty, 2001). I pesi sono assegnati, quindi, seguendo l'approccio dell'autovalore, attuando confronti a coppie tra i criteri/subcriteri di ogni livello della gerarchia in merito alla loro importanza relativa rispetto al criterio (nodo gerarchico) antecedente (superiore). La terza fase si conclude, infine, verificando la coerenza delle risposte date dagli esperti all'interno di ogni singola matrice del modello.

Sempre nella Fase III, si determina quindi il coefficiente di consistenza (CI) e lo si confronta con la soglia di ammissibilità. Nella teoria delle matrici si dimostra che una matrice simmetrica, reciproca e consistente, possiede un unico autovalore, detto autovalore massimo, pari all'ordine n della matrice. Nel caso dell'AHP, essendo i giudizi espressi dagli esperti soggettivi ed esposti ad incoerenza crescente all'aumentare dell'ordine n delle matrici, si considera una soglia di accettabilità dell'indice di consistenza solitamente inferiore a 0,1 (1) (Golden, 1989; Ishizaka and Lusti, 2004; Bernasconi, Choirat and Seri, 2010),

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} < 0,1 \quad (1)$$

dove λ_{max} , corrisponde all'autovalore massimo, come somma dei singoli autovalori di ogni riga della matrice, e n è il rango della matrice di confronto a coppie.

Infine, se gli indici di consistenza (CI) così calcolati risultano consistenti su tutti i livelli della gerarchia, si passa alle ultime due fasi del modello che consistono nell'analisi di sensitività e nella stesura della classifica globale delle alternative, attraverso il calcolo dell'autovettore. L'analisi di sensitività viene fatta per testare la robustezza del modello e identificarne possibili punti di debolezza. Tale analisi testa un intervallo plausibile di variazioni di valori per ciascun criterio per determinare quanto sono sensibili i risultati e quindi le classifiche al variare della stima degli input.

Come si è specificato all'inizio di questa sezione, nel modello AHP assoluto, gli autovalori calcolati sono indipendenti dalle alternative a confronto e quindi non variano se si introducono nuove alternative o se si modificano quelle prese in considerazione.

Le fasi I, II, III e V, come riportate in Fig. 3, sono uguali per entrambi i tipi di modelli. La fase IV invece differisce tra i

due modelli, in quanto nel modello relativo le alternative rientrano nella gerarchia e nella comparazione a coppie. Nel modello assoluto, invece, i subcriteri sono suddivisi in livelli di intensità, detti anche ratings. Tali ratings vengono poi classificati per livelli relativi di importanza, che possono differire tra loro. Infatti, un'intensità può essere espressa come un intervallo numerico di valori se il criterio è misurabile o in termini qualitativi ordinabili (Islam and Rasad, 2005).

4.1 Il modello

La definizione del modello, come riportato in Fig. 3, passa per la definizione del goal e dell'experts team, che completano la prima fase della progettazione. L'obiettivo (goal) del modello AHP, che si vuole sviluppare con il presente studio, è quello di definire una scala di priorità di alternative progettuali rispetto agli obiettivi programmatici del PNRR e quindi agli impatti e alla sostenibilità degli stessi sul comparto urbano in cui sono inseriti. Per poter definire la gerarchia e i criteri è stato selezionato un pool di esperti, come definito precedentemente, con i quali implementare le diverse fasi del modello. L'importanza della definizione del goal è strategica perché costituisce la metrica di tutti i successivi confronti a coppie che verranno fatti tra i criteri e i subcriteri, ed è il riferimento per la valutazione delle linee progettuali alternative (Haines, 2000; De Felice and Petrillo, 2013).

Un passaggio critico, in quanto estremamente rilevante e decisivo nella strutturazione dei modelli AHP, è quello della selezione dei criteri e dei subcriteri (Fase II). La loro selezione deve essere abbastanza trasversale da permettere la valutazione di differenti progettualità sotto tutti i profili della sostenibilità urbana (Feleki, Vlachokostas and Moussiopoulos, 2020). Per poter strutturare la gerarchia con criteri e subcriteri, si è ritenuto necessario attingere dalla letteratura e dagli obiettivi programmatici europei, in termini di progettazione sostenibile, gli indicatori urbani di sostenibilità, come definito nella Sezione "Letteratura" del presente articolo.

Per la selezione dei criteri si è fatto riferimento ai domini/dimensioni utilizzati e già classificati in un precedente studio definendoli secondo la *ESED Classification* (ESED = Economic-Social-Environmental-Digital) (Canesi and Marella, 2022). Per quanto riguarda la selezione dei subcriteri, si sono incrociati gli indicatori presenti in letteratura e gli SDGs individuati in un precedente studio (Canesi and Marella, 2022) e i BES suggeriti dall'ISTAT per il monitoraggio delle misure del PNRR, come descritto precedentemente. Si è quindi definito un nuovo dataset inclusivo degli indicatori proposti dalla letteratura del settore, dai BES e dagli SDGs. Da questo dataset gli stakeholders, coinvolti nel processo di costruzione del modello multicriteri, hanno selezionato gli indicatori di performance da includere come subcriteri del modello. Gli esperti hanno selezionato gli indicatori ritenuti maggiormente rilevanti rispetto alla dimensione e agli impatti at-

Un approccio multicriteri per il ranking di progetti urbani sostenibili

tesi dei progetti che si intendeva analizzare, intesi come progetti urbani su scala medio-piccola realizzati in aree interne del paese. I risultati della selezione di criteri e subcriteri, riportati in tabella 2, hanno permesso la definizione dell'albero decisionale come riportato in figura 4. Infine, sono stati definiti i livelli di intensità per ogni subcriterio individuato nella gerarchia (Tab. 2). La gerarchia finale validata risulta quindi organizzata su tre livelli (goal, criteri, e subcriteri) e cinque nodi decisionali.

Sono stati poi effettuati i confronti a coppie per il livello

dei criteri, dei sottocriteri e dei ratings. Per adempiere a ciò, si sono effettuate diverse interviste, alcune con focus group composti da un numero ristretto di esperti, altre con il singolo esperto. Si è deciso di procedere, ove possibile, con focus group in quanto il processo decisionale di gruppo trae vantaggio dalla pluralità dei suoi membri e dalle negoziazioni che devono essere raggiunte (Kintarso and Peniwati, 2001). Il disaccordo e la diversità di pensiero e know-how arricchiscono la validità del modello se gestiti correttamente. Per i giudizi finali implementati nel mo-

Tabella 2 - Descrizione dei Criteri e dei Subcriteri

Criteri				
Codice	Criterio		SDGs coinvolti	Missioni PNRR coinvolte
CE	Economico		2; 8; 9; 17	M1; M6
CS	Sociale		1; 3; 4; 5; 10; 11; 16	M5; M4; M6
CG	Ecologico-Verde		6; 7; 12; 13; 14; 15	M2; M3
CD	Digitale		4; 7; 9; 17	M1; M6
Subcriteri				
Codice	Subcriteri		Unità di misura	Livelli di Intensità
CE				
CE.1	VAN		Valuta corrente ()	<0; =0; >0
CE.2	IRR/SDR		Numerico continuo	<1; =1; >1
CE.3	Fondi %		Quota %	<30%; [30-50%]; [50-75%]; 75%
CE.4	Tasso di occupazione		Quota % (Posti di lavoro/popolazione in età attiva)	0%; [0-0,1%]; [0,1-0,2%]; [0,2-0,3%]; ≥0,3%
CS				
CS.1	Livello di scolarizzazione		Numero di nuovi servizi su popolazione residente (%)	0%; [0-0,1%]; [0,1-0,2%]; [0,2-0,3%]; ≥0,3%
CS.2	Servizi comunitari		Numero di nuovi servizi, quantitativo discreto	0; 1; 2; >2

Segue Tabella 2 -Descrizione dei Criteri e dei Subcriteri

Segue Tabella 2 - Descrizione dei Criteri e dei Subcriteri

Codice	Subcriteri		Unità di misura	Livelli di Intensità
CS.3	Coinvolgimento Sociale		Qualitativo discreto	Nessuno; Basso; Buono; Ottimo
CS.4	Pari opportunità		Qualitativo discreto	Nessuno; Basso; Buono; Ottimo
CG				
CG.1	Indice di prestazione energetica		Quota %	[0-25%]; [25-50%]; [50-75%]; 75%
CG.2	Economia circolare		Quota %	[0-25%]; [25-50%]; [50-75%]; 75%
CG.3	Incidenza trasporto pubblico		Qualitativo discreto	Nessuno; Basso; Buono; Ottimo
CG.4	Spazi pubblici		m ²	
CD				
CD.1	Capacità digitale di base		Numero di persone coinvolte	0; 1-10; 11-25; 26-50; >50
CD.2	Connessioni internet		Numero di nuove connessioni	0; 1-10; 11-25; 26-50; >50
CD.3	Digitalizzazione della PA		Qualitativo discreto	Nessuno; Basso; Buono; Ottimo

dello è stata quindi calcolata la media geometrica delle risposte ottenute dai diversi gruppi intervistati.

Infine, ogni sottocriterio è stato suddiviso in livelli di intensità, denominati ratings. Ogni gruppo di ratings è stato a sua volta sottoposto a giudizi tramite confronti a coppia,

con lo stesso metodo di interviste utilizzato per esprimere i giudizi tra i criteri e tra i subcriteri.

Il modello e i confronti sono stati generati attraverso l'applicativo Software Superdecision, con il quale si genera la gerarchia attraverso la creazione di nodi e criteri (Fig. 4), e

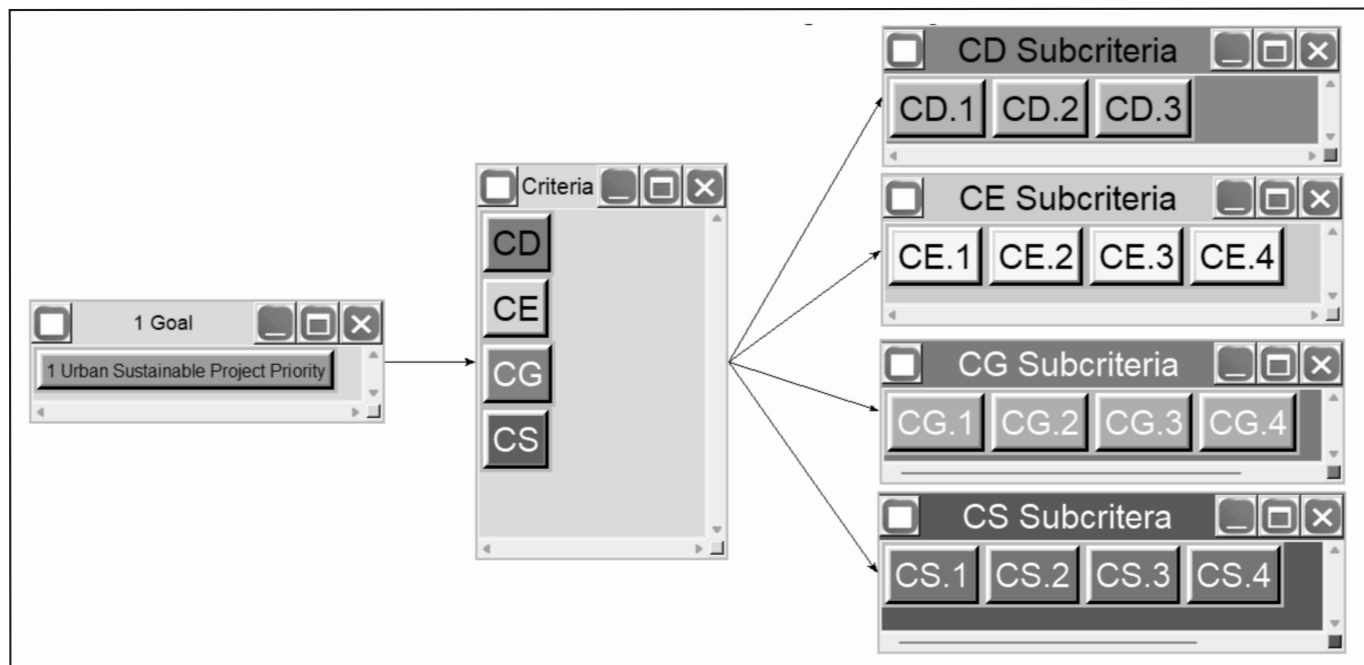


Figura 4 - La gerarchia.

Un approccio multicriteri per il ranking di progetti urbani sostenibili

si compilano anche le matrici di preferenze a coppie e di ratings. Infine, si sono testate le coerenze della matrice dei ratings attraverso l'indice di consistenza, come calcolato con Formula (1), verificando la validità del modello.

5. RISULTATI E DISCUSSIONE

La gerarchia, sviluppata e condivisa nella fase di implementazione del modello, ha permesso di definire un elenco di criteri e sottocriteri, successivamente analizzati tramite confronti a coppie, che hanno generato vettori di priorità e pesi normalizzati. I risultati ottenuti dal modello generato permettono quindi, avendo sviluppato un modello assoluto, di poter introdurre ulteriori alternative progettuali o sostituirle con altre, rendendo il modello flessibile e facilmente utilizzabile dalle amministrazioni locali.

Nella tabella 3, si sono riportati i valori finali dei vettori ottenuti per ogni singolo livello della gerarchia. Per quanto riguarda i criteri di primo livello, il modello suggerisce una rilevanza maggiore delle progettualità con un impatto positivo più elevato nel dominio della sostenibilità digitale ed ecologica rispetto alle dimensioni sociali ed economiche (Tab. 3).

Rispetto all'allocazione delle risorse, come definito nella sezione introduttiva del presente studio, gli esperti hanno quindi collocato al primo posto interventi atti ad incrementare le potenzialità digitali delle aree interne, che rispetto all'allocazione delle risorse PNRR risultavano in-

vece al secondo posto con il 20,7% delle risorse impiegate. Al secondo posto hanno collocato i progetti con impatti positivi sul sistema ecologico e verde e al terzo posto gli impatti correlati alla dimensione sociale di coesione, che nell'allocazione delle risorse si posizionavano solo al penultimo posto con un'allocazione del 12,3% (Fig. 1)

Per quanto riguarda gli aspetti digitali, gli esperti hanno espresso maggiore rilevanza degli impatti generati dei progetti in grado di incrementare le capacità digitali e tecniche della popolazione coinvolta. Per quanto concerne invece gli aspetti sociali, la gerarchia prioritizza gli impatti che i progetti hanno sul livello educativo e sulla formazione della popolazione (Tab. 3). Nella dimensione ecologica, invece, gli aspetti maggiormente rilevanti sono quelli inerenti l'incremento di utilizzo di energia da fonti rinnovabili rispetto all'energia totale consumata e quello di progetti che incrementino l'economia circolare, utilizzando materiali locali che incentivino al riuso. Infine, in merito agli aspetti economici, di fondamentale rilevanza è risultato l'impatto sulla creazione di nuovi posti di lavoro e sulla percentuale di finanziamento che i progetti riescono ad ottenere attraverso fondi europei e nazionali per la loro realizzazione. Si sono quindi calcolati i pesi normalizzati per ogni singolo criterio e subcriterio, come riportato in Figura 5.

Tabella 3 - Vettori di Priorità di criteri e subcriteri

	GOAL	CD	CE	CG	CS
CD	0,4251				
CE	0,0799				
CG	0,2996				
CS	0,1954				
CD.1		0,6370			
CD.2		0,1047			
CD.3		0,2583			
CE.1			0,1229		
CE.2			0,0564		
CE.3			0,2459		
CE.4			0,5748		
CG.1				0,4894	
CG.2				0,2366	
CG.3				0,1008	
CG.4				0,1732	
CS.1					0,4904
CS.2					0,2148
CS.3					0,1891
CS.4					0,1057
TOT	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Name	Normalized by Cluster	Limiting
1 Urban Sustainable Project Priority	0.00000	0.000000
CD.1	0.63699	0.135380
CD.2	0.10473	0.022258
CD.3	0.25829	0.054894
CE.1	0.12293	0.004913
CE.2	0.05635	0.002252
CE.3	0.24588	0.009827
CE.4	0.57485	0.022975
CG.1	0.48939	0.073307
CG.2	0.23659	0.035440
CG.3	0.10081	0.015100
CG.4	0.17321	0.025946
CD	0.42506	0.212532
CE	0.07993	0.039967
CG	0.29958	0.149792
CS	0.19542	0.097708
CS.1	0.49036	0.047912
CS.2	0.21480	0.020987
CS.3	0.18913	0.018479
CS.4	0.10571	0.010329

Figura 5 - Vettori di Priorità complessivi normalizzati.

Dopo aver calcolato i vettori per ogni singolo criterio e sub-criterio, si è verificata la consistenza dei criteri sul goal e dei singoli subcriteri rispetto al nodo precedente (Tab. 4). Tale verifica ha portato all'accettazione dei confronti a coppie registrati e quindi ai vettori computati in quanto ogni indice è risultato $<0,1$ (Formula 1, Tab. 4). A ogni progetto si è quindi associata la relativa categoria di impatto per ogni rating che era stato precedentemente definito (Tab. 5).

Tabella 4 - Indice di incosistenza dei nodi

Nodo	Indice di Inconsistenza ($<0,1$)
Goal	0,03044
CE	0,05787
CS	0,04417
CG	0,09724
CD	0,03703

Tabella 5 - Prestazioni di ciascun Progetto (ovvero Alternativa) e classifica globale per l'intero modello (valori ideali e normali)

Gerarchia		Performances		
Criterio	Subcriterio	Progetto #1	Progetto #2	Progetto #3
CE	CE.1	<0	>0	<0
	CE.2	<1	>1	<1
	CE.3	51%-75%	26%-50%	51%-75%
	CE.4	0,1%-0,2%	0,0%-0,1%	0,1%-0,2%
CS	CS.1	0,1%-0,2%	0,0%	0,0%-0,1%
	CS.2	1	0	2
	CS.3	Buono	Buono	Basso
	CS.4	Buono	Basso	Buono
CG	CG.1	0%-25%	50%-75%	0%-25%
	CG.2	0%-25%	25%-50%	0%-25%
	CG.3	Nessuno	Nessuno	Nessuno
	CG.4	<50	<50	<50
CD	CD.1	11-25	0	1-10
	CD.2	1-10	0	0
	CD.3	Nessuno	Basso	Nessuno
Ranking				
Ideal		1,000000	0,982935	0,873937
Normal		0,350033	0,344060	0,305907

La definizione delle performances di ogni alternativa proposta ha permesso di definire i ranking dei progetti, classificando al primo posto il progetto numero uno (Progetto #1), grazie in primis alle sue buone prestazioni di impatto nella dimensione digitale, e al secondo posto il progetto numero due (Progetto #2) che, nonostante performances meno rilevanti nel dominio digitale, ha registrato rating elevati nella dimensione ecologica.

Grazie a questo modello si è quindi riusciti ad offrire una prioritizzazione di interventi rispetto alle aspettative di performances di ognuno dei progetti inseriti come alternativa. Lo scopo del presente studio, come definito dal goal della gerarchia, non è stato quindi quello di selezionare la soluzione progettuale ottimale utilizzando solo indicatori di performances economiche-finanziarie, ma grazie all'utilizzo di una metodologia multicriteri si è riusciti ad arricchire il processo decisionale considerando ulteriori dimensioni della sostenibilità di un progetto, quale quella ecologica, sociale e digitale.

6. CONCLUSIONI

In questi ultimi due anni, i comuni e le associazioni di comuni hanno dovuto rispondere con sempre maggiore celerità ai bandi assegnatori dei fondi nazionali ed europei con scadenze sempre più stringenti e sfidanti. Spesso tale urgenza, associata a organici sottodimensionati, ha fatto emergere molte criticità associate alle scelte di indirizzo e alla programmazione locale. Supportare le aree interne nel loro processo di transizione e nella loro partecipazione responsiva e consapevole ai finanziamenti stanziati assume un ruolo rilevante e di grande responsabilità. La presente ricerca, con lo scopo di fornire uno strumento efficace e agilmente utilizzabile dalle amministrazioni locali, ha sviluppato un modello multicriteri per ordinare i progetti secondo il loro grado di sostenibilità e di externalità positive che generano sui territori delle aree interne. L'auspicio è che gli innumerevoli finanziamenti vengano veicolati dai territori periferici su progetti che abbiano ricadute sostenibili nel lungo periodo, incrementando non solo la loro competitività ma anche, attraverso la loro efficacia, il proprio benessere socio-ecologico. Per la definizione del modello sono stati selezionati differenti indicatori della sostenibilità urbana come *Key Performance Indicators* (KPIs).

La creazione di scale di priorità può quindi rappresentare uno strumento in grado di assistere i territori nell'accedere ai finanziamenti con una programmazione consapevole di impatto sostenibile. Lo studio si è posto l'intento di sviluppare uno strumento agevole e applicabile dalle amministrazioni locali senza il supporto tecnico di analisti ed esperti.

Nonostante questo, si rileva come limite la selezione di un numero ridotto di KPIs. Per poter prioritizzare interventi anche di natura molto diversa tra loro, si ritiene necessario implementare il numero selezionato di KPIs per riuscire a catturare le differenti performance che i progetti

Un approccio multicriteri per il ranking di progetti urbani sostenibili

hanno nei vari domini della sostenibilità, sviluppando modelli maggiormente strutturati sulle necessità e sui bisogni dei territori.

Sviluppi futuri del presente lavoro prevedono, in primis, la definizione di modelli che analizzino progettualità afferenti alle stesse Missioni e agli stessi Goals, in modo tale da avere un ventaglio di alternative molto più coerenti e standardizzate in termini di performances di KPIs calati specificatamente sulla Missione in esame, aumentando

quindi il grado di affidabilità del modello. Un ulteriore importante step da attuare per perfezionare il modello attuale è quello di definire dei cluster territoriali che permettano di raggruppare le aree interne in base ai loro bisogni, analizzando il loro stato di fatto e le loro necessità. La definizione quindi di futuri modelli di prioritizzazione potrebbe essere fatta su cluster territoriali, proponendo modelli di indagine sviluppati ad hoc sulle esigenze e le necessità delle aree interne mappate in gruppi omogenei.

* **Rubina Canesi**, *Department of Civil Environmental and Architectural Engineering (DICEA), University of Padua*
e-mail: rubina.canesi@unipd.it

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato supportato dai Finanziamenti a favore degli interventi Fondo Sociale Europeo REACT EU – PON a titolarità del Ministero dell'Università e della Ricerca MUR - DM 1062/2021 relativo al riparto delle risorse del PON "Ricerca e Innovazione" 2014-2020 and Sinloc SpA (Sistemi Iniziative Locali).

Bibliografia

AGNOLETTI M., MANGANELLI S. AND PIRAS F., *Covid-19 and rural landscape: The case of Italy*, *Landscape and Urban Planning*, 204(September), 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103955>.

ALBERTI M., *Measuring urban sustainability*, *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4-6), New York: Plenum Press, 1980, 1996, pp. 381-424. doi:10.1016/S0195-9255(96)00083-2. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195925596000832>.

ALI-TOUDERT, F. AND JI L., *Modeling and measuring urban sustainability in multi-criteria based systems – A challenging issue*, *Ecological Indicators*, 73, 2017, pp. 597–611. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ECOLIND.2016.09.046>.

AMEEN R.F.M. AND MOURSHED M., *Urban environmental challenges in developing countries—A stakeholder perspective*, *Habitat International*, 64, 2017, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2017.04.002>.

AMOUSHAH S. ET AL., *Localizing sustainable urban development (SUD): Application of an FDM-AHP approach for prioritizing urban sustainability indicators in Iran provinces*, *Sustainable Cities and Society*, 77(December 2021), 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103592>.

BELL S. AND MORSE S., *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?* London: Taylor & Francis, 2012. Available at: <https://books.google.it/books?id=nWKsBw>

AAQBAJ.

BERNASCONI M., CHOIRAT C. AND SERI R., *The analytic hierarchy process and the theory of measurement*, *Management Science*, 56(4), 2010, pp. 699–711. Available at: <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1123>.

BOTTERO M. ET AL., *Sustainable cities: A reflection on potentialities and limits based on existing eco-districts in Europe*, *Sustainability (Switzerland)*, 11(20), 2019. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11205794>.

BOTTERO M. ET AL., *Experimenting System Dynamics Model to Assess the Impacts of Urban Regeneration Processes*, in *Green Energy and Technology*, 2023, pp. 233–243. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16926-7_17.

BOTTERO M., DATOLA G. AND MONACO R., *The use of fuzzy cognitive maps for evaluating the reuse project of military barracks in northern Italy*, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, Springer International Publishing, 2019. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92099-3_77.

CANESI R., *Urban Policy Sustainability through a Value-Added Densification Tool: The Case of the South Boston Area*, *Sustainability (Switzerland)*, 14(14), 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14148762>.

CANESI R. AND MARELLA G., *Towards European Transitions: Indicators for the Development of Marginal Urban Regions*, *Land*, 12(1), 2022, p. 27. Available at: <https://doi.org/10.3390/land12010027>.

CARROSIO G., *Italia delle aree interne tra fragilità e innovazione*, in *Territori in movimento: esperienza LEADER e progetti pilota per le aree interne*. Torino: Rosenberg & Sellier, 2020. Available at: <http://digital>.

casalini.it/9788878856271.

CENTER FOR SUSTAINABLE SYSTEMS, U.S. Cities. University of Michigan, 2019.

CHAO A.L. ET AL., *Indicators framework for sustainable urban design*, *Atmosphere*, 11(11), 2020, pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.3390/atmos11111143>.

CLILLIERS E.J. ET AL., *From urban-scape to human-scape: Covid-19 trends that will shape future city centres*, *Land*, 10(10), 2021, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.3390/land10101038>.

COLAPINTO C. ET AL., *Environmental sustainability and multifaceted development: multi-criteria decision models with applications*, *Annals of Operations Research*, 293(2), 2020, pp. 405–432. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03403-y>.

DANDRIA E., FIORE P. AND NESTICÒ A., *Small towns recovery and valorisation. An innovative protocol to evaluate the efficacy of project initiatives*, *Sustainability (Switzerland)*, 13(18), 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/SU131810311>.

DELL'ANNA F. ET AL., *Supporting sustainability projects at neighbourhood scale: Green visions for the San Salvario district in Turin guided by a combined assessment framework*, *Journal of Cleaner Production*, 384, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135460>.

DE PAOLA P. ET AL., *Sustainable Real Estate and Resilient Cities: Management, Assessment and Innovations*, *Sustainability (Switzerland)*, 14(15), 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14158984>.

DPS, *Strategia nazionale per le aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance*, in *Materiali NUVAL*, 31, 2014.

EU E.U. ET AL., *Getting messages across using indicators. A handbook based on experiences from assessing Sustainable Development Indicators*. European Union EU (Manuals and guidelines), 2014.

EUROPEAN COMMISSION, *Reflection paper: Towards a Sustainable Europe by 2030*, COM(2019)22, 53(9), 2019, pp. 1689–1699.

EUROPEAN COMMISSION, *Strategic Plan 2020-2024. Regional and Urban Policy*, DG Regional and Urban Policy, 2020, pp. 1–56.

EUROPEAN COMMISSION, *Annual Activity Report 2021*, Directorate-General Regional and Urban Policy, 2021, pp. 1–61.

FELEKI E., VLACHOKOSTAS C. AND MOUSSIOPOULOS N., *Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning*, *Journal of Cleaner Production*, 243, 2020, p. 118432. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118432>.

DE FELICE F. AND PETRILL A., *Absolute measurement with analytic hierarchy process: A case study for Italian racecourse*, *International Journal of Applied Decision Sciences*, 6(3), 2013, pp. 209–227. Available at: <https://doi.org/10.1504/IJADS.2013.054931>.

FERA G. AND LOMBARDO M.T., *The Città Metropolitana as an Opportunity to Promote Integrated Development between Central and Marginal Areas: The Case of Reggio Calabria BT - New Metropolitan Perspectives*, in C. Bevilacqua, F. Calabrò, and L. Della Spina (eds). Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 101–112.

GOLDEN B., *The Analytic Hierarchy Process*. Wasil & Ha. Edited by Springer-Verlag. New-York, 1989.

GONZÁLEZ DÍAZ J.A. ET AL., *Dynamics of rural landscapes in marginal areas of northern Spain: Past, present, and future*, *Land Degradation and Development*, 30(2), 2019, pp. 141–150. Available at: <https://doi.org/10.1002/ldr.3201>.

HAINES S., *The systems thinking approach to strategic planning and management*. CRC Press, 2000.

HUANG L., WU J. AND YAN L., *Defining and measuring urban sustainability: a review of indicators*, *Landscape Ecology*, 30(7), 2015, pp. 1175–1193. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0208-2>.

ISHIZAKA A. AND LUSTI M., *An expert module to improve the consistency of AHP matrices*, *International Transactions in Operational Research*, 11(1), 2004, pp. 97–105. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2004.00443.x>.

ISLAM R. AND RASAD S. BIN M., *Employee Performance Evaluation By AHP: A Case Study*, 11, 2005, pp. 163–176. Available at: <https://doi.org/10.13033/isahp.y2005.028>.

ISTAT, *PNRR by Istat. Monitoraggio delle misure del PNRR attraverso gli indicatori di benessere e sostenibilità*, 2022. Available at: https://public.tableau.com/app/profile/istat.istituto.nazionale.di.statistica/viz/PNRR_16627217841880/Story1 (Accessed: 19 May 2023).

JEONG H., MATSUSHIMA K. AND KOBAYASHI K., *The Role of Identity in Community Activities of Marginal Rural Areas BT - Rural Areas Between Regional Needs and Global Challenges: Transformation in Rural Space*, in W. Leimgruber and C.D. Chang (eds). Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 73–96. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04393-3_5.

KASTRINOS N. AND WEBER K.M., *Sustainable development goals in the research and innovation policy of the European Union*, *Technological Forecasting and Social Change*, 157(November 2019), 2020, p. 120056. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120056>.

KEIRSTEAD J. AND LEACH M., *Bridging the gaps between theory and practice: A service niche approach to urban sustainability indicators*, *Sustainable Development*, 16(5), 2008, pp. 329–340. Available at: <https://doi.org/10.1002/sd.349>.

KINTARSO H. AND PENIWATI K., *Developing and selecting business strategy, and prioritizing strategic actions for a tool steel company with the analytic hierarchy process*, in *Proceedings of the 7th Asia Pacific Management Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2001, pp. 27–31.

VON DER LEYEN, *Political Guidelines for the next European Commission 2019-2024 Opening Statement in the European Parliament Plenary Session Speech in the*

Un approccio multicriteri per il ranking di progetti urbani sostenibili

- European Parliament Plenary Session Ursula von der Leyen, 2019. Available at: <https://doi.org/10.2775/81903>.
- LOCURCIO M. ET AL., *A fuzzy multi-criteria decision model for the regeneration of the urban peripheries*, *Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer International Publishing, 2019. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92099-3_76.
- MANGI M.Y. ET AL., *Comparative analysis of urban development trends of Beijing and Karachi metropolitan areas*, *Sustainability (Switzerland)*, 12(2), 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12020451>.
- MARANGHI S. ET AL., *Integrating urban metabolism and life cycle assessment to analyse urban sustainability*, *Ecological Indicators*, 112(December 2019), 2020, p. 106074. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106074>.
- MARCHIGIANI E., VITA G.E. DE AND VITA G.E. DE, *Oltre il Covid, politiche ecologiche territoriali per aree interne e dintorni. Uno sguardo in-between su territori marginali e fragili, verso nuovi progetti di coesione*, Working paper, 1, 2020, pp. 1–9.
- McCarthy J., *How to conduct productive performance appraisals*, *Journal of Property Management*, 65(5), 2000, pp. 22–25. Available at: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33745273151&partnerID=40&md5=cca788f1ee22130a524d5206657ffbc7>.
- Mcguinn, J. et al. (2020) *Social sustainability : Concept and Benchmarks*, (April), p. 139.
- Meadows, D. (1998) *A Report to the Balaton Group*, Indicators and Information Systems for Sustainable, p. 95.
- MEGA V. AND PEDERSEN J., *Urban sustainability indicators*. Dublin reland: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 2012. Available at: <https://policycommons.net/artifacts/1833475/urban-sustainability-indicators/2574894/>.
- MERINO-SAUM A. ET AL., *Indicators for urban sustainability: Key lessons from a systematic analysis of 67 measurement initiatives*, *Ecological Indicators*, 119(April), 2020, p. 106879. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106879>.
- MICHALINA D. ET AL., *Sustainable urban development: A review of urban sustainability indicator frameworks*, *Sustainability (Switzerland)*, 13(16), 2021, pp. 1–20. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13169348>.
- MIETTINEN K. AND SALMINEN P., *Decision-aid for discrete multiple criteria decision making problems with imprecise data*, *European Journal of Operational Research*, 119(1), 1999, pp. 50–60. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00352-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00352-X).
- MOLDAN B. AND BILLHARZ S., *Sustainability indicators. A report on the Project on Indicators of Sustainable Development*. New York: Chichester (United Kingdom) John Wiley & Sons, 1997.
- MOLDAN B., JANOUŠKOVÁ S. AND HÁK T., *How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets*, *Ecological Indicators*, 17, 2012, pp. 4–13. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2011.04.033>.
- MORANO P. ET AL., *Ecosystem Services and Land Take. A Composite Indicator for the Assessment of Sustainable Urban Projects*, in O. Gervasi et al. (eds) *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021*. Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 210–225.
- MOUSSIOPOULOS N. ET AL., *Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: A system of indicators for Thessaloniki, Greece*, *Cities*, 27(5), 2010, pp. 377–384. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2010.06.001>.
- MUNDA G., *Social multi-criteria evaluation for urban sustainability policies*, *Land Use Policy*, 23(1), 2006, pp. 86–94. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2004.08.012>.
- MUSCAT A. ET AL., *The Promised Land: Contrasting frames of marginal land in the European Union*, *Land Use Policy*, 112, 2022, p. 105860. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105860>.
- MUSOLINO D., DISTASO A. AND MARCIANÒ C., *The role of social farming in the socio-economic development of highly marginal regions: An investigation in Calabria*, *Sustainability (Switzerland)*, 12(13), 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12135285>.
- NESTICÒ A. ET AL., *Multi-criteria methods for the optimal localization of urban green areas*, *Journal of Cleaner Production*, 374, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133690>.
- NESTICÒ A., ELIA C. AND NADDEO V., *Sustainability of urban regeneration projects: Novel selection model based on analytic network process and zero-one goal programming*, *Land Use Policy*, 99(February), 2020, p. 104831. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104831>.
- NRC, *Our common journey: a transition toward sustainability*. Washington D.C.: National Academies Press, 1999.
- OPPIO A., BOTTERO M. AND ARCIDIACONO A., *Assessing urban quality: a proposal for a MCDA evaluation framework*, *Annals of Operations Research*, 312(2), 2022, pp. 1427–1444. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2738-2>.
- PILI S. ET AL., *Towards sustainable growth? A multi-criteria assessment of (changing) urban forms*, *Ecological Indicators*, 76, 2017, pp. 71–80. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2017.01.008>.
- PNRR, *Piano nazionale di ripresa e resilienza*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2021.
- RACHINGER M., RAUTER R., MÜLLER C., VORRABER W. & SCHIRGI E., *Digitalization and its influence on business model innovation*, *Journal of Manufacturing Technology Management* [Preprint], 2018.
- ROBATI M. AND REZAEI F., *Evaluation and ranking of urban sustainability based on sustainability assessment by fuzzy evaluation model*, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(1), 2022, pp. 625–650. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03128-1>.

ROSSITTI M. ET AL., *The italian national strategy for inner areas (Snai): A critical analysis of the indicator grid*, Sustainability (Switzerland), 13(12), 2021, pp. 1–22. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13126927>.

ROSSITTI M. AND TORRIERI F., *Action research for the conservation of architectural heritage in marginal areas: The role of evaluation*, Valori e Valutazioni, 2022(30), 2022, pp. 3–42.

SAATY T. AND PENIWATI K., *Group decision making: drawing out and reconciling differences*. Edited by RWS publications, 2013.

SAATY T.L., *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. Edited by McGraw-Hill. New York, 1980.

SAATY T.L., *Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process BT - The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making*, in D.L. Schmoldt et al. (eds). Dordrecht: Springer Netherlands, 2001, pp. 15–35. Available at: https://doi.org/10.1007/978-94-015-9799-9_2.

SAATY T.L., *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*. RWS Publications, 2005. Available at: <https://books.google.it/books?id=65N6FiNBMjEC>.

SNAI, *Strategia Nazionale delle Aree Interne SNAI. Dipartimento per le politiche di coesione - Presidenza del Consiglio dei Ministri*, 2013. Available at: <https://www.agenziacoesione.gov.it/strategia-nazionale-aree-interne/> (Accessed: 20 February 2023).

SNAI, *Relazione annuale sulla Strategia nazionale per le Aree Interne*, 2018.

IL SOLE 24, *Osservatorio PNRR, Il Sole 24*, 2022. Available at: <https://lab24.ilsole24ore.com/pnrr/pnrr-progetti-2022.php> (Accessed: 8 May 2023).

SOROUI S.T., *Understanding the drivers and implications of remote work from the local perspective: An exploratory study into the dis/reembedding dynamics*, Technology in Society, 64, 2021, p. 101328. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101328>.

STEINIGER S. ET AL., *Localising urban sustainability indicators: The CEDEUS indicator set, and lessons from an expert-driven process*, Cities, 101(October 2019), 2020, p. 102683. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102683>.

WUT T.M. ET AL., *Digital Sustainability in the Organization: Scale Development and Validation*, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13063530>.

ZENG, X. ET AL., *Urban Resilience for Urban Sustainability: Concepts, Dimensions, and Perspectives*, Sustainability 2022, Vol. 14, Page 2481, 14(5), 2022a, p. 2481. Available at: <https://doi.org/10.3390/SU14052481>.

ZENG, X. ET AL., *Urban Resilience for Urban Sustainability: Concepts, Dimensions, and Perspectives*, Sustainability (Switzerland), 14(5), 2022b, pp. 1–27. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14052481>.

ZHANG, X.Q., *The trends, promises and challenges of urbanisation in the world*, Habitat International, 54(13), 2016, pp. 241–252. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.018>.