



LIFE SEC ADAPT PROJECT

*Upgrading Sustainable Energy Communities in Mayor Adapt initiative
by planning Climate Change Adaptation strategies*

VULNERABILITY AND RISK ASSESSMENT ANALYSIS



Municipality of Urbino





PROGRAMME	LIFE 2014 – 2020 – Climate Change Adaptation
PROJECT ACRONYM	LIFE SEC ADAPT
PROJECT CODE	LIFE14/CCA/IT/000316
TITLE	Vulnerability and risk assessment analysis
ACTION/TASK RELATED	C.2
DATE OF DELIVERY	28/02/2018
VERSION	Final
AUTHOR	Andrea Carosi Technical expert for the Municipality of Urbino





Indice

Executive summary	2
Sintesi	7
1 Introduzione	13
1.1 Obiettivi del progetto Life Sec Adapt	13
1.2 Approccio metodologico	13
2 Effetti del cambiamento climatico a livello locale: valutazione preliminare di impatto	19
3 Analisi di vulnerabilità e definizione degli scenari di rischio	21
3.1 Settore Patrimonio Culturale e Turismo	21
3.2 Settore Protezione ambientale - Incendi boschivi	55
3.3 Settore Infrastrutture - Dissesto idrogeologico	81
3.4 Settore Agricoltura	100
3.4.1 Settore Agricoltura - Erosione dei suoli agricoli.....	101
3.4.2 Settore Agricoltura - Carezza idrica ad uso irriguo	115
Bibliografia	141

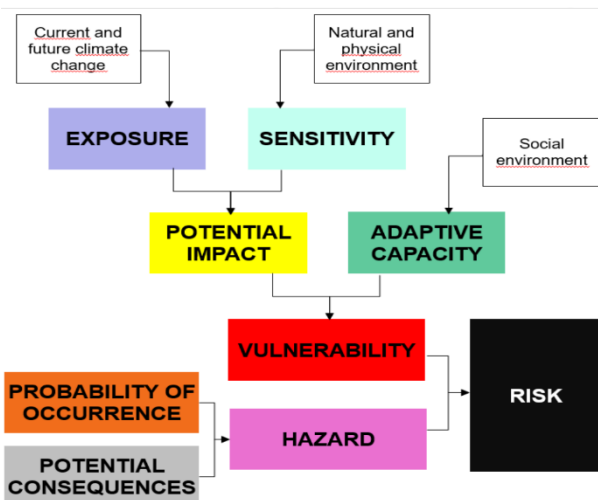




Executive summary

After the definition of the local climate framework with the previous project Action A1 - *Current Baseline Assessment*¹, this report is draft as output of project Action C2 - *Risk Analysis and Vulnerability Assessment*, with the aim to evaluate the vulnerability level and to define the risk scenarios of natural and urban systems of the municipality of Urbino related to the current climate changes.

The knowledge of climate change vulnerability and related risks helps policy makers to better comprehend the cause/effect relationships behind climate change and its impact on people, economic sectors and socio-ecological systems. This will allow policy makers to better define sustainable policies and strategies of mitigation and adaptation in the next Municipality Climate Change Adaptation Plan, in order to improve the local system resilience to the impacts of climate change.



Vulnerability and Risk analysis flow chart (Fourth Assessment Report, AR4, IPCC).

The risk and vulnerability analysis approach follows the methodological guidelines defined by the project partner IDA - Istrian Development Agency (project Action C2 - *Methodology for vulnerability and risk assessment in regions Marche and Istria*²), that are based on the most widely used definition provided by the *Fourth Assessment Report of the IPCC (AR4)*.

This approach distinguishes between four key components that determine whether, and to what extent, a system is susceptible to climate change: exposure, sensitivity, potential impact and adaptive capacity (see figure on the left).

In order to better understand the meaning of the analysis results, the approximation degree of the vulnerability and risk indicators calculated has to be considered. This means that the indicators show a condition in relative terms (e.g. a red area is more vulnerable than a green one), and not in absolute terms (e.g. a red portion is highly vulnerable in absolute term).

The analysis has been focused on the most strategic government sectors for the Municipality of Urbino, which are: *cultural heritage and tourism in relation to degradation of monuments and changes in landscape, environmental protection in relation to forest fires, critical infrastructure in relation to increasing hydrogeological risk and agriculture in relation to soil erosion and drought.*

Below is a summary table of the results obtained and a brief description of the vulnerability and risk analysis for each sector.

¹http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/A1_Working_teams_and_climate_baseline_assessment_definition/CLIMATE_BASELINE/italian_municipalities/Urbino_baseline_report.pdf

² <http://www.lifeseadapt.eu/menu-home/results/c-implementation-actions/c2-risk-and-vulnerability-assessment-analysis/>



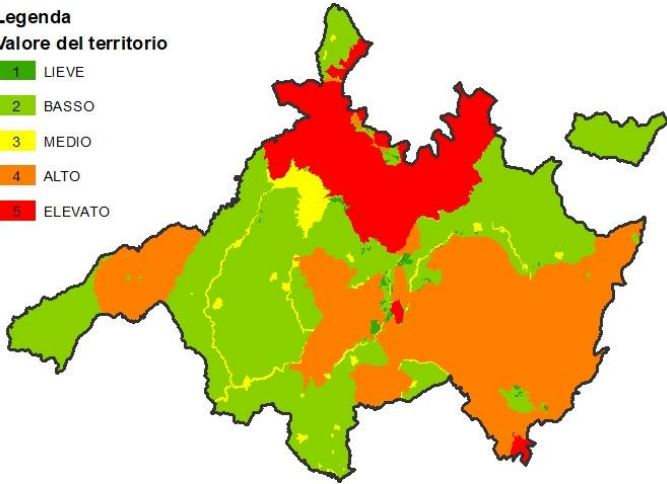


Sector - Potential Impact	Components of Vulnerability and Risk	Indicators	Climate Change variations					Value		
			Raising T	Heat waves	Water shortage	Extreme prcp	Drought	Scale 0 - 5	Scale 0 - 1	
Cultural Heritage - Degradation of monuments and changes in landscape	Exposure	Drought (SPEI)	x	x	✓	x	✓	3,0	0,6	Medium
		Very heavy precipitation days (R20)	x	x	x	✓	x	2,0	0,4	Low
		Material erosion (R)	x	x	x	✓	x	2,0	0,4	Low
		Tourist Comfort Index (TCI)	✓	✓	✓	✓	✓	3,0	0,6	Medium
	Sensitivity	Territorial Value (VT)	-	-	-	-	-	2,3	0,4	Medium
		Territorial hazards (PT)	-	-	-	-	-	2,5	0,5	Medium
		Employment in culture and tourism	-	-	-	-	-	4,0	0,8	High
	Adaptive capacity	Restriction laws	-	-	-	-	-	3,4	0,7	High
		Prevention level	-	-	-	-	-	4,0	0,8	High
	Vulnerability	Vulnerability index	✓	✓	✓	✓	✓	3,2	0,6	MEDIUM
Risk	Air-environment Risk index	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	MEDIUM	
Environmental protection - Forest fires	Exposure	Fire trigger factor	-	-	-	-	-	3,4	0,7	High
		Climate factor	x	✓	✓	x	✓	1,0	0,2	Low
	Sensitivity	Land use	-	-	-	-	-	3,8	0,7	High
		Geomorphology	-	-	-	-	-	3,0	0,6	High
		Territorial Value	-	-	-	-	-	2,5	0,5	Medium
	Adaptive capacity	Monitoring devices	-	-	-	-	-	3,5	0,7	High
	Vulnerability	Vulnerability index	x	✓	✓	x	✓	2,2	0,4	MEDIUM
	Hazard	Hazard index	x	✓	✓	x	✓	3,0	0,6	MEDIUM
Risk	Risk index	x	✓	✓	x	✓	-	-	HIGH	
Critical infrastructure - Hydrogeologi cal risk	Exposure	% of hydrogeological risk areas	x	x	x	✓	✓	1,6	0,3	Low
	Sensitivity	Population	-	-	-	-	-	1,1	0,2	Low
		Industrial buildings	-	-	-	-	-	1,5	0,2	Low
		Main roads	-	-	-	-	-	1,2	0,3	Low
		Secondary roads	-	-	-	-	-	1,3	0,2	Low
		Strategic buildings	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Low
	Adaptive capacity	Land maintenance	-	-	-	-	-	3,7	0,7	High
	Vulnerability	Vulnerability index	x	x	x	✓	✓	1,6	0,3	LOW
Risk	Risk index	x	x	x	✓	✓	-	-	MEDIUM	
Agriculture - Soil erosion	Vulnerability	Soil erosion index	x	x	✓	✓	✓	4,0	0,8	HIGH
	Hazard	Hazard index	x	x	✓	✓	✓	3,0	0,6	MEDIUM
	Risk	Risk index	x	x	✓	✓	✓	-	-	VERY HIGH
Agriculture - Drought	Exposure	Drought (SPI-SPEI)	x	x	✓	x	✓	3,0	0,6	Medium
	Sensitivity	Agricultural land	-	-	-	-	-	3,0	0,6	Medium
		Average water consumption	-	-	-	-	-	4,0	0,8	High
		Source of water supply	-	-	-	-	-	4,3	0,8	Very high
		Employment in agriculture	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Very low
		High quality crops	-	-	-	-	-	2,0	0,4	Low
		Irrigation areas	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Very low
	Adaptive capacity	Age of the farm head	-	-	-	-	-	3,0	0,6	Medium
		Level of education of head of farm	-	-	-	-	-	2,0	0,4	Low
		Level of farm computerization	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Very low
		Land ownership	-	-	-	-	-	4,0	0,8	High
		Type of irrigation	-	-	-	-	-	3,0	0,6	Medium
		Irrigation consulting	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Very low
	Vulnerability	Vulnerability index	x	x	✓	x	✓	2,5	0,5	MEDIUM
Hazard	Hazard index	x	x	✓	x	✓	2,5	0,5	MEDIUM	
Risk	Risk index	x	x	✓	x	✓	-	-	HIGH	





Cultural Heritage and Tourism



The analysis approach to cultural heritage in terms of historical and environmental-landscape values, and to the tourism in terms of employees, tourist flows and accommodation capacity.

The analysis shows a medium value of *exposure*, mainly due to medium degree of meteorological drought and to low values of very heavy precipitation days and erosion of materials of cultural heritage. The *sensitivity* is medium too, mainly due to an high number of employees in the sector and due to a moderate value of territorial value and territorial hazards. The *adaptive capacity* results of high level (and therefore negative), based on the level of protection of cultural heritage and on the prevention

degree, measured in terms of cultural heritage monitoring and building preventive conservation. Combining exposure, sensitivity and adaptive capacity, it results a **medium degree of vulnerability**.

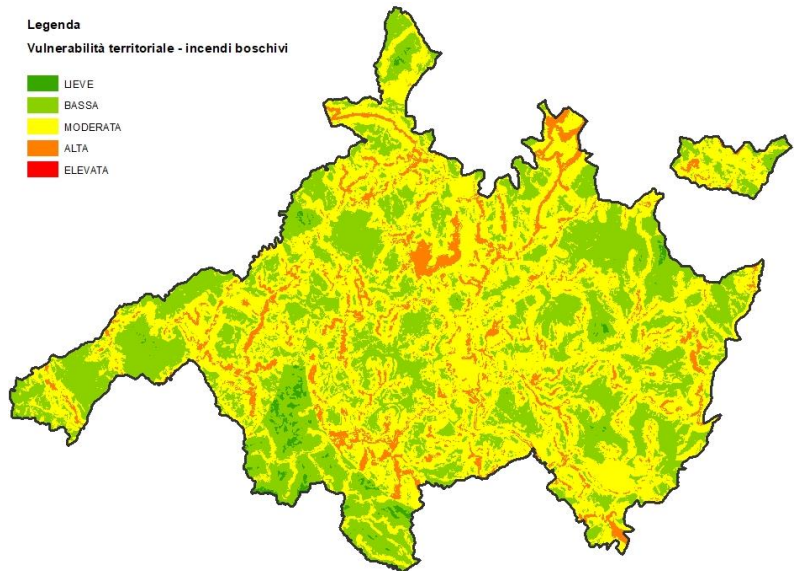
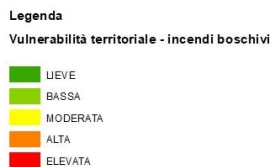
In order to define the *risk level*, the analysis has been referred to the Risk Map of Italian Cultural Heritage, as regards the *Air-Environment Risk*, analyzed in terms of pollution (blackening) and extreme weather events (erosion of materials). It results a **medium degree of risk**, due to the high degree of blackening index and due to the low degree of materials erosion.

Environmental protection - Forest fires

The analysis shows a medium *exposure*, mainly influenced by the anthropic component, which is the main cause of forest fires even at the regional level. At local level, the spread of several urban settlements has led to the development of a dense roads network, thereby increasing the possibility of fire trigger areas (malicious or negligent). The climatic factors seem to have a limited impact, although the results of the climatic indices calculated with the *Current Baseline Assessment (project Action A1)* show that the climate factor will tend to increase the local exposure to forest fires.

The *sensitivity* is high, mainly due to the use of the soil, which reveals an important quantity of combustible material, due to the morphology of the territory, with steep hills slope, and due to the territorial value, with Sites of Community Importance and Special Areas of Conservation.

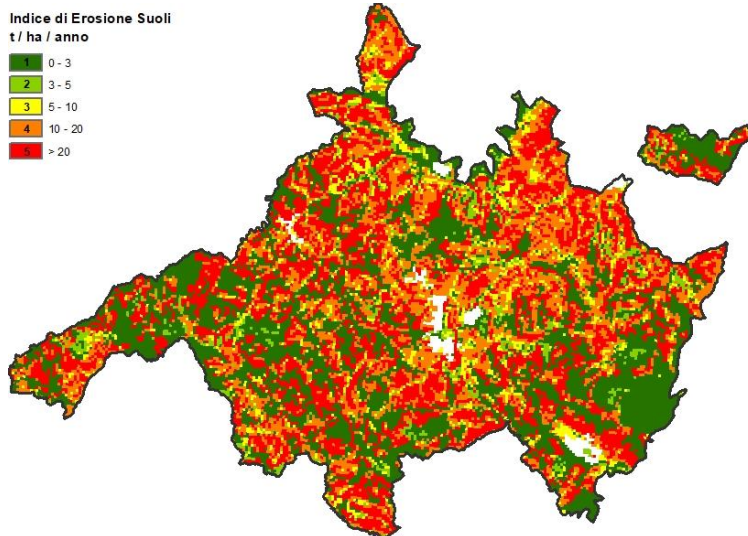
Referring to the *adaptive capacity*, the sources of water supply are well distributed throughout the territory, determining an high degree of adaptability. Combining exposure, sensitivity and adaptive capacity, it results a **medium degree of vulnerability**.





In order to define the *risk level*, a moderate degree of hazard was calculated, based on the forest fires occurring during 1958-2017 (probability of occurrence), with an average value of 2.65 fires per year, and on the Land Surface Temperature during the hot period (effects), resulted of about 38°C. It results an **high degree of risk** of forest fires.

Agriculture - Soil erosion



The erosive action on the soils depends both on the direct action of the impact of rain on the soil, and on the action of water flow on the soil surface.

In order to define the vulnerability level of the agricultural sector to soil erosion, the *soil erosion index* has been calculated by applying the *RUSLE 2015 method (Revised Universal Soil Loss Equation)*. This method quantifies soil erosion in relation to the erosive capacity of the rain, hydrological features, morphometry, type of land vegetation cover, agricultural management systems and use of water regulation.

The average soil erosion value for the Municipality of Urbino is of 18,47 t/ha/year. On the basis of the classification of the maximum

rate of soil risk by water erosion defined by Marche Region, it corresponds to an **high level of vulnerability**.

In order to define the *risk level*, the analysis has been focused on the extreme climatic events related to soil erosion (heavy rainfall) and on the economic value of the farms gross production, obtaining a *low level of hazard*. Therefore, the combination between the low level of hazard and the high level of vulnerability, determines a **very high level of risk** for the agricultural sector to the soil erosion impact.

Drought

The *vulnerability* of the Municipality of Urbino to water scarcity for irrigation has been calculated quantitatively as unique and not spatialised data, by elaborating data both of thermo-pluviometric climatic extremes trends (exposure indicators) and of local crops, type of irrigation and farm system (sensitivity and adaptive capacity indicators).

The analysis show a **medium level of vulnerability** for the Municipality of Urbino. The analysis of drought events happened between 1961 and 2015 shows a substantial number of events lasting 8-14 days and with 32°C < T < 34°C. The *sensitivity* level is medium too, mainly because of an high value of average water consumption and a very high level of source of water supply. The *adaptive capacity* is generally good, according to the organization of the local farms, mainly owners of the land, while the level of farms computerization and the use of irrigation consulting are lacking.

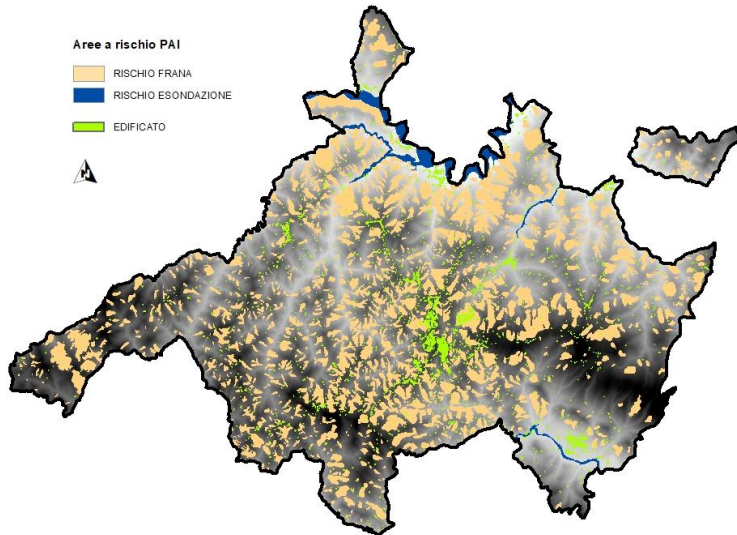
In order to define the *risk level*, the analysis has been focused on the frequency of drought events (detected in the last fifty years through the analysis of the available climate data) and on the economic value of the agricultural sector (the *Standard Output* parameter from the European CAP was taken into consideration, which expresses the value of each crop in Euro per hectare), obtaining a *medium level of hazard*.

Therefore, the combination between the medium level of hazard and the medium level of vulnerability, determines an **high level of risk** for the agricultural sector to the water shortage.





Critical infrastructure and hydrogeological risk



The analysis of the hydrogeological risk inevitably has to take into account the analyses carried out within the existing Hydrogeological Plan of the Marche Region (PAI). The plan already clearly identifies through a detailed mapping the areas related with hydrogeological risk (floods and landslides) in the municipal territory. Therefore, it is not necessary to proceed with the development of a specific methodology, which would certainly be redundant with the current Hydrogeological Plan. The risk analysis is therefore finalized exclusively to provide a global synthetic indicator of the intensity of the hydrogeological risk for the municipality of Santa Maria Nuova, calculating the synthetic risk index as weighted

average of the risk value of each exposed area, i.e. those mapped by the Hydrogeological Plan. The analysis show a **medium level of risk** for the critical infrastructure sector to the hydrogeological risk (*see figure to the left*). Moreover, other analysis have been carried out in order to evaluate the interference degree of the risk areas with the local strategic infrastructure (housing/population, industrial buildings, main and secondary roads and strategic buildings). These analysis have shown a low level of *exposure* to the hydrogeological instability, a low level of *sensitivity* (the most sensitive indicator is the secondary roads one) and an high level of *adaptive capacity*. The combination of these components determines a **low level of vulnerability** for the critical infrastructure sector to the hydrogeological risk.





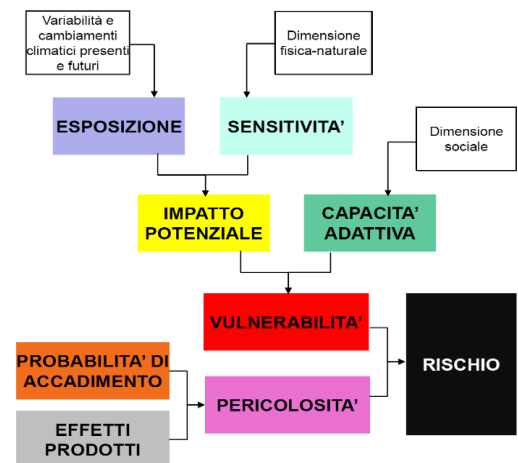
Sintesi

Il presente report è stato redatto come *output dell'Azione di progetto C2 - Risk Analysis and Vulnerability Assessment*, con l'obiettivo di valutare il grado di vulnerabilità e definire gli scenari di rischio dei sistemi naturali e antropici del Comune di Urbino in relazione alle variazioni climatiche in corso (analizzate con la precedente *Azione di progetto A1 - Current Baseline Assessment*³).

La conoscenza del profilo climatico locale e la valutazione delle vulnerabilità e dei rischi che potrebbero interferire con il sistema naturale ed antropico del Comune di Urbino, sono utili a comprendere le relazioni causa-effetto che sono alla base dei cambiamenti climatici e dei loro impatti, al fine di poter definire al meglio adeguate politiche e strategie di mitigazione e adattamento che andranno a comporre il Piano Comunale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici.

Le analisi di vulnerabilità e rischio sono state dunque sviluppate seguendo, laddove possibile, le Linee Guida prodotte nell'ambito del progetto LIFE SEC-ADAPT ed illustrate nel documento *Methodology for vulnerability and risk assessment in regions Marche and Istria (LIFE SEC-ADAPT Project, 2017⁴)*, basate sull'impostazione proposta da GIZ et al (Fritzsche et al., 2014) nel documento *The Vulnerability Sourcebook – concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*, a sua volta basato sul framework metodologico definito dall'*International Panel on Climate Change (IPCC) nel Quarto Rapporto di Valutazione (Fourth Assessment Report - AR4)*.

Come rappresentato nello schema a lato, la *vulnerabilità* di un sistema ad un determinato impatto dei cambiamenti climatici viene definita in funzione dell'esposizione, della sensibilità e della capacità adattiva, mentre il *rischio* viene definito in funzione della vulnerabilità e della pericolosità.



Schema concettuale del framework metodologico per la valutazione di vulnerabilità e analisi del rischio (IPCC, AR4).

Ai fini di una più opportuna e corretta interpretazione dei risultati qui presentati, è necessario tuttavia precisare che le analisi di vulnerabilità e rischio condotte implicano un certo grado di approssimazione nell'applicazione dei vari passaggi metodologici, con la possibilità di influenzare la significatività dei risultati.

Per questi ed altri motivi si invita il lettore a prestare attenzione all'interpretazione dei risultati illustrati, tenendo presente che essi vanno considerati esclusivamente in termini relativi fra loro (es. una porzione territoriale indicata in rosso è più vulnerabile di una porzione territoriale indicata in verde) e non assoluti (es. la porzione territoriale indicata in rosso è altamente vulnerabile in assoluto).

Per il Comune di Urbino sono stati approfonditi i settori del *patrimonio culturale e turismo*, della *protezione ambientale*, delle *infrastrutture* e dell'*agricoltura* con riferimento ai potenziali impatti di *degrado*, *alterazione del paesaggio ed erosione dei materiali* (beni culturali e turismo), *aumento della frequenza di incendi boschivi* (protezione ambientale), *amplificazione dell'erosione dei suoli agricoli e della carenza idrica ad uso irriguo* (agricoltura) e *aumento dei fenomeni di dissesto idrogeologico* (infrastrutture).

Si riporta di seguito una tabella di sintesi dei risultati ottenuti e una breve descrizione delle analisi di vulnerabilità e di rischio per ogni settore indagato.

³http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/A1_Working_teams_and_climate_baseline_assessment_definition/CLIMATE_BASELINE/italian_municipalities/Urbino_baseline_report.pdf

⁴<http://www.lifeseadapt.eu/menu-home/results/c-implementation-actions/c2-risk-and-vulnerability-assessment-analysis/>





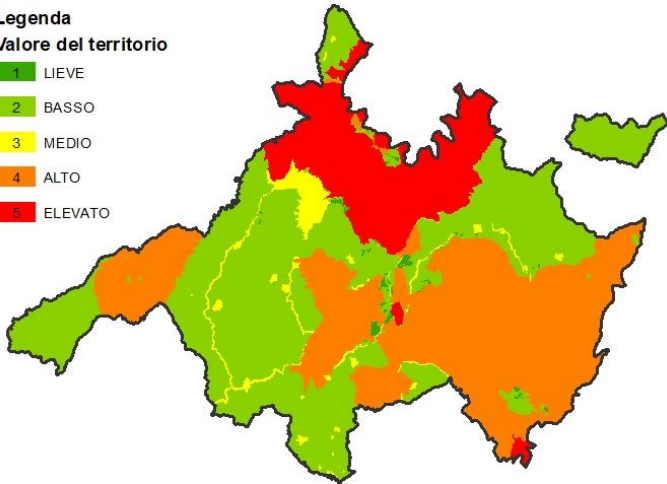
Settore - Impatto Potenziale	Componenti di Vulnerabilità e Rischio	Indicatori	Incidenza variabili climatiche					Valore		
			Aumento T	Ondate di calore	Scarsità idrica	Prcp estreme	Siccità	Scala 0 - 5	Scala 0 - 1	
Patrimonio Culturale e Turismo - Degradamento e alterazione	Esposizione	Siccità meteorologica (SPEI)	x	x	✓	x	✓	3,0	0,6	Moderato
		Precipitazioni intense (R20)	x	x	x	✓	x	2,0	0,4	Basso
		Erosione dei materiali (R)	x	x	x	✓	x	2,0	0,4	Basso
		Indice di Comfort Turistico (TCI)	✓	✓	✓	✓	✓	3,0	0,6	Moderato
	Sensitività	Valore del Territorio (VT)	-	-	-	-	-	2,3	0,4	Moderato
		Pericolosità territoriale (PT)	-	-	-	-	-	2,5	0,5	Moderato
		Numero di occupati nel settore	-	-	-	-	-	4,0	0,8	Alto
		Pericolosità Antropica (PA)	-	-	-	-	-	3,0	0,6	Moderato
	Capacità adattiva	Livello di tutela	-	-	-	-	-	3,4	0,7	Alto
		Livello di prevenzione	-	-	-	-	-	4,0	0,8	Alto
Vulnerabilità	Indicatore di sintesi di vulnerabilità	✓	✓	✓	✓	✓	3,2	0,6	MODERATO	
Rischio	Indice di rischio ambientale-aria	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	MODERATO	
Protezione ambientale - Incendi boschivi	Esposizione	Fattori di innesco	-	-	-	-	-	3,4	0,7	Alto
		Fattore climatico	x	✓	✓	x	✓	1,0	0,2	Basso
	Sensitività	Uso del suolo	-	-	-	-	-	3,8	0,7	Alto
		Geomorfologia	-	-	-	-	-	3,0	0,6	Alto
		Valore del territorio	-	-	-	-	-	2,5	0,5	Moderato
	Capacità adattiva	Presenza di strumenti di controllo	-	-	-	-	-	3,5	0,7	Alto
	Vulnerabilità	Indicatore di sintesi di vulnerabilità	x	✓	✓	x	✓	2,2	0,4	MODERATO
Pericolosità	Indice di pericolosità	x	✓	✓	x	✓	3,0	0,6	MODERATO	
Rischio	Indice di rischio	x	✓	✓	x	✓	-	-	ALTO	
Infrastrutture - Dissesto idrogeologico	Esposizione	% di aree a rischio idrogeologico	x	x	x	✓	✓	1,6	0,3	Basso
	Sensitività	Popolazione	-	-	-	-	-	1,1	0,2	Basso
		Edifici industriali/artigianali	-	-	-	-	-	1,5	0,2	Basso
		Infrastrutture viarie principali	-	-	-	-	-	1,2	0,3	Basso
		Infrastrutture viarie secondarie	-	-	-	-	-	1,3	0,2	Basso
		Edifici sensibili e strategici	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Basso
	Capacità adattiva	Manutenzione del territorio	-	-	-	-	-	3,7	0,7	Alto
	Vulnerabilità	Indicatore di sintesi di vulnerabilità	x	x	x	✓	✓	1,6	0,3	BASSO
Rischio	Indice di rischio	x	x	x	✓	✓	-	-	MODERATO	
Agricoltura - Erosione suoli	Vulnerabilità	Indice di erosione dei suoli	x	x	✓	✓	✓	4,0	0,8	ALTO
	Pericolosità	Indice di pericolosità	x	x	✓	✓	✓	3,0	0,6	MODERATO
	Rischio	Indice di rischio	x	x	✓	✓	✓	-	-	ELEVATO
Agricoltura - Carenza idrica	Esposizione	Siccità meteorologica (SPI-SPEI)	x	x	✓	x	✓	3,0	0,6	Moderato
	Sensitività	Superficie Agricola Utilizzata	-	-	-	-	-	3,0	0,6	Moderato
		Consumo idrico medio	-	-	-	-	-	4,0	0,8	Alto
		Fonte di approvvigionamento idrico	-	-	-	-	-	4,3	0,8	Elevato
		Numero di occupati in agricoltura	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Lieve
		Culture di pregio	-	-	-	-	-	2,0	0,4	Basso
		Aree irrigabili	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Lieve
	Capacità adattiva	Età del titolare del centro aziendale	-	-	-	-	-	3,0	0,6	Moderato
		Livello di scolarizzazione	-	-	-	-	-	2,0	0,4	Basso
		Livello di informatizzazione	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Lieve
		Diritto reale sul terreno	-	-	-	-	-	4,0	0,8	Alto
		Tipologia di irrigazione	-	-	-	-	-	3,0	0,6	Moderato
		Consulenza irrigua	-	-	-	-	-	1,0	0,2	Lieve
Vulnerabilità	Indicatore di sintesi di vulnerabilità	x	x	✓	x	✓	2,5	0,5	MODERATO	
Pericolosità	Indice di pericolosità	x	x	✓	x	✓	2,5	0,5	MODERATO	
Rischio	Indice di rischio	x	x	✓	x	✓	-	-	ALTO	





Patrimonio Culturale e Turismo

L'analisi è stata svolta considerando come patrimonio culturale i beni storico-culturali ed i beni paesaggistico-ambientali, e ragionando per il settore turismo in termini di addetti, di flussi turistici e di capacità ricettiva.



Dall'analisi risulta un'esposizione moderata, data principalmente da una siccità meteorologica di grado moderato e da bassi valori degli indicatori di precipitazioni intense e di erosione dei materiali dei beni culturali. Anche la componente della *sensibilità* risulta di grado moderato, dato principalmente da un alto numero di occupati nel settore e da un valori moderati di valore territoriale e di pericolosità legate ai rischi territoriali. Si è registrato poi un livello di *capacità adattiva* alto (e dunque negativo), sulla base del livello di tutela dei beni culturali e sulla base del grado di prevenzione, misurato in termini di monitoraggio continuo e programmato dei beni e di conservazione preventiva del patrimonio edilizio. In

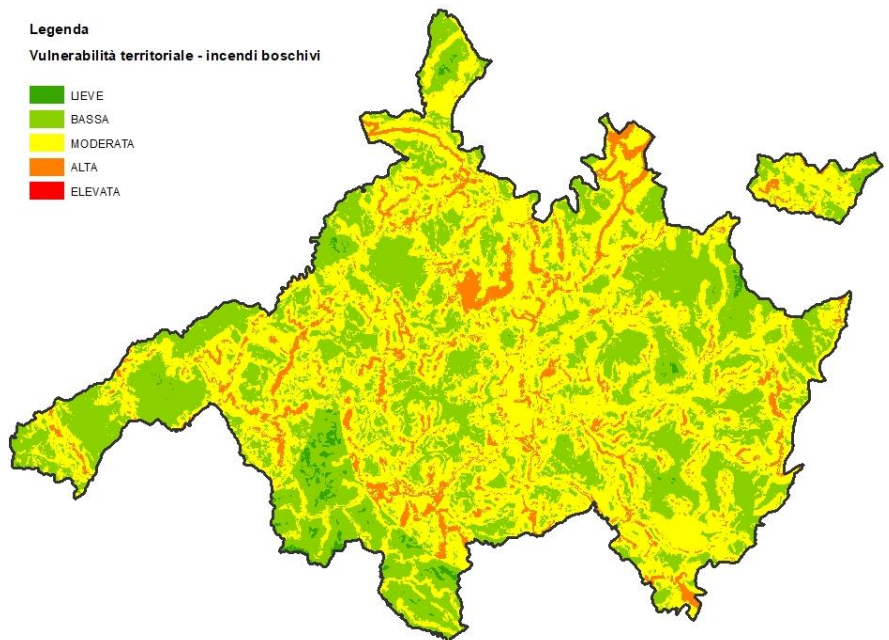
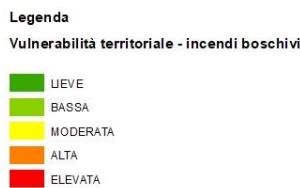
sintesi, risulta un **grado di vulnerabilità moderato**.

Per quantificare il grado di *rischio* si è fatto riferimento alla Carta Del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano per quel che riguarda il rischio ambientale-aria, analizzato in termini di inquinamento (annerimento) e di fenomeni climatici estremi (erosione dei materiali), da cui risulta un **grado medio di rischio**, dato dall'indice di annerimento di grado alto e dall'indice di pericolosità di erosione dei materiali di grado basso.

Protezione ambientale - Incendi boschivi

Dall'analisi risulta un'esposizione moderata, influenzata principalmente dalla componente antropica, che è la causa principale degli incendi boschivi anche a livello regionale. Nel Comune di Urbino, la diffusione di molteplici nuclei abitati ha determinato lo sviluppo di una fitta rete di infrastrutture stradali, aumentando di conseguenza le possibili aree di innesco (doloso o colposo). I fattori climatici sembrano incidere in misura limitata, seppur i risultati degli indici climatici calcolati nella *Current Baseline Assessment* (Azione di progetto A1) evidenziano che il fattore climatico tenderà ad aumentare l'esposizione del territorio comunale al fenomeno degli incendi boschivi.

La sensibilità risulta alta, legata principalmente all'uso del suolo, che





mostra una quantità importante di materiale combustibile, alla conformazione del territorio, con rilievi collinari piuttosto acclivi, ed al valore territoriale dato in particolar modo dalle aree SIC e ZPS.

Per quanto riguarda la capacità adattiva, le fonti di approvvigionamento idrico sono ben distribuite sul territorio, determinando un alto grado di capacità di adattamento.

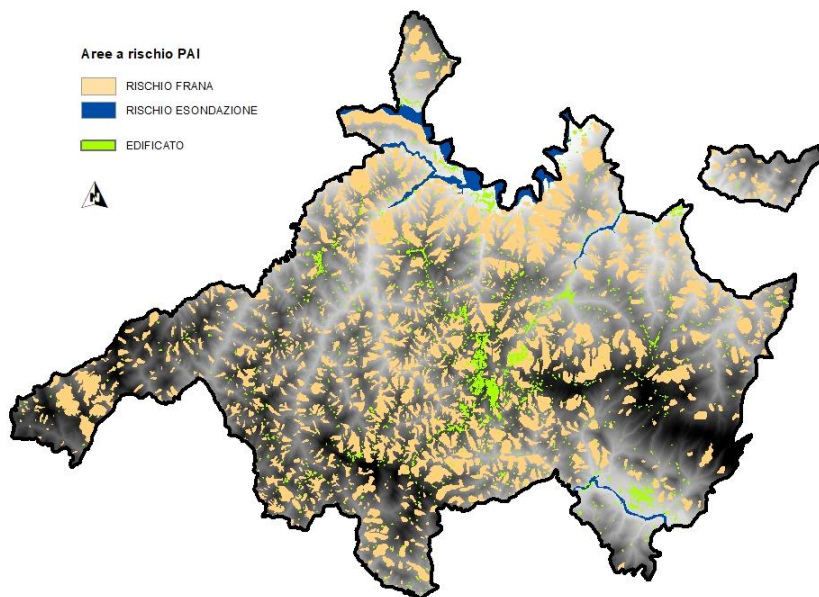
Dall'analisi risulta in sintesi un **grado di vulnerabilità moderato** del territorio comunale agli incendi boschivi.

Per definire il rischio, è stata calcolata una *pericolosità di grado moderato*, sulla base degli incendi boschivi occorsi nell'arco temporale 1958-2017 (*probabilità di accadimento*), con un valore medio di 2,65 incendi all'anno, e della Temperatura del Suolo in Superficie nel periodo caldo (*effetti prodotti*), di circa 38°C. Ne risulta un **grado di rischio alto** di incendi boschivi.

10

Disesto Idrogeologico ed Infrastrutture

L'analisi del rischio idrogeologico passa inevitabilmente attraverso la lettura degli strumenti di Piano già esistenti, e nello specifico del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (PAI). Il PAI identifica già in modo chiaro, attraverso una mappatura puntuale, le aree soggette a rischio sul territorio comunale. Vengono valutate



sia le aree sottoposte a rischio frana, sia le aree a rischio esondazione. Non è necessario pertanto procedere con lo sviluppo di una metodologia specifica di valutazione, che risulterebbe sicuramente ridondante rispetto alle analisi del PAI. L'analisi del rischio viene quindi finalizzata esclusivamente a fornire un indicatore sintetico globale dell'intensità del rischio idrogeologico, calcolando il valore medio ponderato del rischio nelle aree "esposte", ovvero quelle cartografate dal PAI, dalla quale risulta per il territorio di Urbino un **grado di rischio moderato** (si veda immagine a lato).

Sono state poi eseguite ulteriori analisi al fine di valutare il grado di interferenza

delle zone soggette a rischio idrogeologico con il sistema infrastrutturale ed antropico (abitazioni/popolazione, edifici industriali, strade principali e secondarie, edifici di elevata sensibilità). Tali analisi mostrano in definitiva un **grado di vulnerabilità basso**. Al fine di non interpretare in maniera errata i risultati, è necessario precisare che gli indicatori di esposizione e sensibilità analizzati mostrano gradi bassi poiché sono stati calcolati in rapporto all'intera superficie comunale, ottenendo dunque bassi valori percentuali. I risultati dell'analisi evidenziano infatti consistenti interferenze tra le pericolosità idrogeologiche e gli elementi del sistema urbano (*sensibilità*): circa 1.000 abitanti, 13 km di strade principali, 75 km di strade secondarie e 6.000 mq di edifici industriali e produttivi-artigianali. La componente dell'*esposizione*, seppure più del 50% delle aree in frana risultano a pericolosità elevata (P3), presenta un grado di esposizione basso, dal momento che circa il 75% del territorio comunale non risulta soggetto a rischio idrogeologico. La *capacità adattiva* infine risulta alta, data la forte connotazione agricola del territorio comunale.





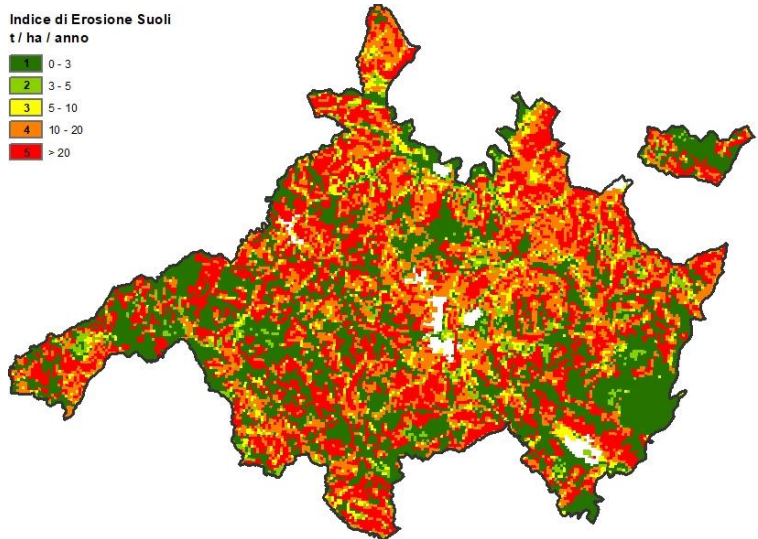
Settore Agricoltura - Erosione dei suoli agricoli

L'azione erosiva a carico dei suoli dipende sia dall'azione diretta d'impatto della pioggia sul terreno, sia dall'azione dello scorrimento dell'acqua sulla superficie del suolo.

Per definire il *grado di vulnerabilità* del settore agricolo all'erosione dei suoli, è stato calcolato l'*Indice di erosione dei suoli* tramite l'applicazione del metodo *RUSLE 2015 (Revised Universal Soil Loss Equation)*⁵, che quantifica l'erosione dei suoli in relazione alla capacità erosiva della pioggia, alle caratteristiche idrologiche dei suoli, alla morfometria, al tipo di vegetazione presente ed ai sistemi di gestione agricola e di regimazione delle acque.

Ne risulta per il Comune di Urbino un valore medio di erosione pari a 18,47 t/ha/anno, corrispondente ad un **grado di vulnerabilità alto** sulla base della classificazione del tasso di accettabilità del rischio d'erosione idrica del suolo definita dalla Regione Marche.

Per definire il *grado di rischio* del settore agricolo all'erosione dei suoli sono stati analizzati i *fenomeni climatici connessi all'erosione dei suoli (precipitazioni intense)* ed il *valore economico della produzione lorda relativa alle singole attività produttive aziendali* in base alle diverse tipologie colturali o di allevamenti praticati. Ne risulta un *grado di pericolosità moderato* che, messo in relazione con il grado di vulnerabilità calcolato (alto), determina un **grado di rischio elevato** del settore agricolo all'erosione dei suoli.



Carenza idrica ad uso irriguo

I fenomeni connessi alle variazioni climatiche, l'aumento demografico e la rapida urbanizzazione stanno progressivamente provocando una riduzione quantitativa della risorsa idrica fruibile, con conseguenze per le aziende agricole coinvolte che si traducono in modificate capacità produttive ed economiche che incidono a lungo termine sulla loro competitività e gravano sulla possibilità delle stesse a proseguire l'attività.

La *vulnerabilità* del Comune di Urbino alla carenza idrica ad uso irriguo è stata calcolata in maniera quantitativa come unico dato comunale non spazializzato sul territorio, elaborando i trend degli estremi climatici termo-pluviometrici di riferimento (indicatori di esposizione) e i dati del *Censimento Agricoltura ISTAT 2010* sulle colture presenti a livello locale, sulle pratiche di irrigazione utilizzate e sulle principali caratteristiche dei centri aziendali agricoli (indicatori di sensibilità e capacità adattiva).

Risulta per il settore agricolo del Comune di Urbino un **grado di vulnerabilità moderato** alla carenza idrica. Per quanto riguarda l'*esposizione*, l'analisi degli eventi siccitosi avvenuti dal 1961 al 2015 evidenzia un numero sostanziale di eventi di durata 8-14 giorni e $32^{\circ}\text{C} < T < 34^{\circ}\text{C}$. La componente della *sensibilità* presenta un grado moderato, dall'alto consumo idrico medio delle colture praticate e dall'elevata dipendenza dalle fonti di approvvigionamento provenienti da acque superficiali.

La *capacità adattiva* infine risulta alta, data l'organizzazione delle aziende esistenti sul territorio, prevalentemente proprietarie dei terreni lavorati, mentre risulta carente il livello di informatizzazione aziendale e la presenza di consulenze per la gestione della risorsa idrica.

⁵ (JRC, EUR 22953 IT – 2007 – Implementazione a livello regionale della proposta di direttiva quadro sui suoli in Europa).



Per definire il *grado di rischio* del settore agricolo alla carenza idrica sono stati analizzati i *fenomeni climatici connessi (periodi siccitosi)* ed il *valore economico della produzione lorda relativa alle singole attività produttive aziendali* in base alle diverse tipologie colturali o di allevamenti praticati. Ne risulta un *grado di pericolosità moderato* che, messo in relazione con il grado di vulnerabilità calcolato (moderato), determina un **grado di rischio alto** del settore agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo.





1 Introduzione

1.1 Obiettivi del progetto Life Sec Adapt

L'obiettivo principale del progetto *Life Sec Adapt* è contribuire ad incrementare la capacità di resilienza climatica delle aree urbane europee ed agevolare il loro passaggio verso forme di economia a basse emissioni di carbonio ed efficienti nell'uso delle risorse. Gli sforzi per le attività di adattamento e mitigazione sono necessari al fine di creare condizioni sostenibili che consentano agli enti locali sia l'adattamento ai cambiamenti climatici, sia l'adesione e l'attiva partecipazione all'iniziativa quadro europea "Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia", integrando in tal modo gli obiettivi climatici nelle politiche e nelle pratiche locali.

Il progetto *Life SEC Adapt* prevede inoltre l'adozione e l'aggiornamento del modello delle *Sustainable Energy Communities – SEC* nel supportare il miglioramento della *governance* climatica, modello che rappresenta una buona pratica per gli enti locali che intendano sviluppare un virtuoso processo di adattamento ai cambiamenti climatici coordinati dalle autorità e dalle agenzie di sviluppo a livello regionale.

1.2 Approccio metodologico

Dopo aver delineato il profilo climatico locale con la *Current Baseline Assessment (Action A1)*, l'obiettivo della presente *azione di progetto C2* è fornire ai comuni coinvolti nel progetto una valutazione del grado di vulnerabilità e degli scenari di rischio in rapporto ai cambiamenti climatici locali.

Le analisi di vulnerabilità dei settori di governo potenzialmente interessati dai cambiamenti climatici sono utili a comprendere le relazioni causa-effetto che sono alla base dei cambiamenti climatici e dei loro impatti sulle persone, sui sistemi economici e sui sistemi socio-ecologici, al fine di poter implementare al meglio adeguate politiche e strategie di adattamento.

Tale tipologia di elaborazioni può essere annoverata tra i primi tentativi in Italia di valutazione quali-quantitativa della vulnerabilità e dei rischi derivanti dal cambiamento climatico per i diversi sistemi ambientali ed i settori socio-economici e trae ispirazione dagli esempi disponibili nella letteratura scientifica perlopiù internazionale (i.e. *Vulnerability Sourcebook, Vulnerability Mapbook*).

I concetti di "vulnerabilità" e "rischio" sono ancora oggi molto dibattuti in ambito scientifico italiano ed internazionale e sono, pertanto, in continua evoluzione: non esistono definizioni univoche di "vulnerabilità" e "rischio" né, tantomeno, approcci metodologici condivisi e standardizzati. Esistono, d'altra parte, tentativi pionieristici che cercano di sperimentare nuovi percorsi e approcci metodologici.

Lo stesso Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC) ha recentemente proposto una revisione del framework concettuale che descrive e lega i concetti di "vulnerabilità" e "rischio", ispirandosi all'impostazione già utilizzata nell'ambito del Disaster Risk Reduction (IPCC, 2014).





Anche per i motivi sopra esplicitati, l'analisi di vulnerabilità e di rischio rappresenta una delle fasi più complesse dell'intero processo di adattamento ai cambiamenti climatici.

L'approccio metodologico della presente analisi segue, laddove possibile, le Linee Guida prodotte nell'ambito del progetto LIFE SEC-ADAPT ed illustrate nel documento *Methodology for vulnerability and risk assessment in regions Marche and Istria (LIFE SEC-ADAPT Project, 2017)*, basate sull'impostazione proposta da GIZ et al (Fritzsche et al., 2014) nel documento *The Vulnerability Sourcebook – concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*, a sua volta basato sul framework metodologico definito dall'*International Panel on Climate Change (IPCC)* nel *Quarto Rapporto di Valutazione (Fourth Assessment Report - AR4)*.

14

Nell'AR4 la **vulnerabilità** viene definita come "(...) il grado di suscettibilità di un sistema e l'incapacità di far fronte agli effetti negativi dei cambiamenti climatici, che includono la variabilità climatica e gli eventi estremi. La vulnerabilità si esprime in funzione del carattere, della magnitudo e del grado dei cambiamenti climatici e delle variazioni a cui un sistema è esposto, della sua sensitività della sua capacità di adattamento" (Parry et al. 2007)⁶. Per determinare la suscettibilità (ed eventualmente il grado) di un sistema alle variazioni climatiche, si fa riferimento al *Vulnerability Sourcebook. Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*⁷, un manuale di linee-guida per la valutazione di vulnerabilità prodotto dal Ministero federale tedesco per lo sviluppo economico e la cooperazione. Sulla base della definizione di vulnerabilità dell'IPCC, le linee-guida distinguono quattro componenti chiave per la valutazione di vulnerabilità:

- **Esposizione** - tra le componenti che compongono la vulnerabilità, l'esposizione è l'unica direttamente collegata ai parametri climatici, quali carattere, magnitudine e grado di cambiamento e di variazione del clima. I tipici fattori di esposizione includono la temperatura, le precipitazioni, l'evapotraspirazione ed il bilancio idrico climatico, così come gli eventi estremi, quali ad esempio forti piogge e siccità meteorologica. Tali cambiamenti possono gravare pesantemente sui sistemi aggiungendo ulteriori stress (es. eventi di pioggia molto intensa, aumento della temperatura, periodi siccitosi, ecc.).
- **Sensitività** - la sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica.
- **Impatto potenziale** - la combinazione di esposizione e sensitività determina gli impatti potenziali generati dai cambiamenti climatici. Ad esempio, eventi di pioggia molto intensa (esposizione) che insistono su terreni con versanti ripidi e con suoli ad alta suscettibilità di erosione (sensitività), determinano l'erosione superficiale dei suoli (impatto potenziale). Gli impatti dei cambiamenti climatici possono generale una

⁶ "(...) the degree to which a system is susceptible to, and unable to cope with, adverse effects of climate change, including climate variability and extremes. Vulnerability is a function of the character, magnitude, and rate of climate change and variation to which a system is exposed, its sensitivity, and its adaptive capacity".

⁷ German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development. The Vulnerability Sourcebook. Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments, GIZ, 2014.



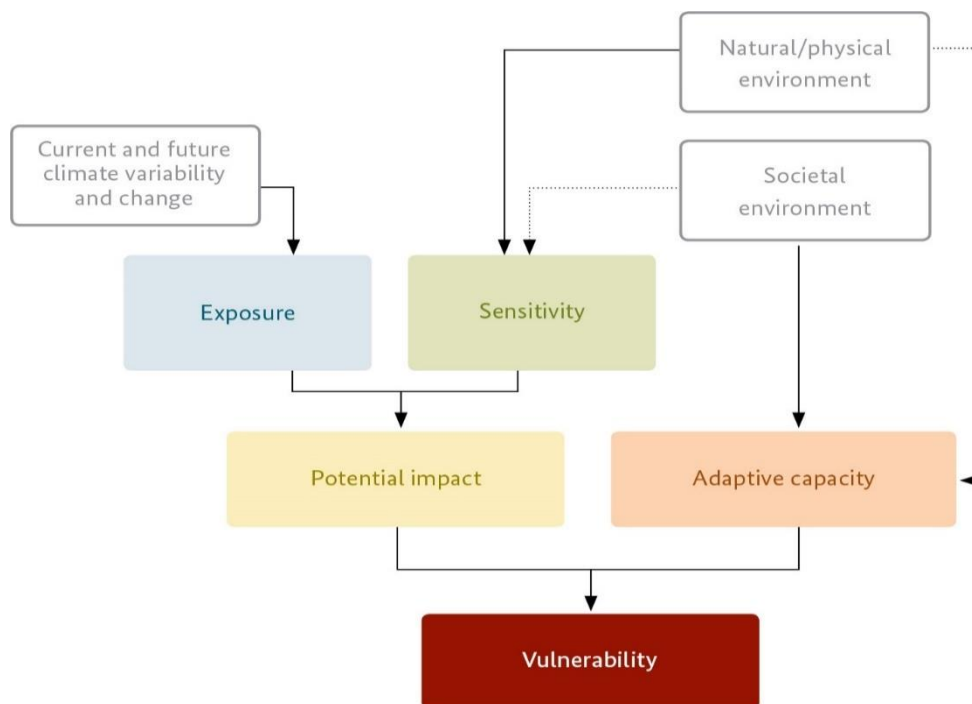


catena di relazioni, dagli impatti diretti (es. erosione) agli impatti indiretti (es. perdita dei terreni coltivabili, perdita di profitti di raccolto), spaziando dalla sfera biofisica a quella della società.

- **Capacità adattiva** - la capacità adattiva è intesa come la capacità di un sistema di adattarsi ai cambiamenti climatici (variabilità climatica ed eventi estremi) al fine di limitare i potenziali danni, sfruttare le opportunità e far fronte alle conseguenze. I fattori che determinano la capacità di adattamento si riferiscono principalmente alla disponibilità di risorse a disposizione dei sistemi umani e delle loro caratteristiche e capacità socio-economiche, strutturali, istituzionali e tecnologiche.

15

Come rappresentato nello schema seguente, l'esposizione ai cambiamenti climatici e la sensibilità del sistema a tali cambiamenti, determinano l'impatto potenziale. L'impatto potenziale e la capacità adattiva del sistema definiscono la vulnerabilità.



Componenti della vulnerabilità (fonte: adelphi/EURAC 2014)

Come più approfonditamente descritto in *Methodology for vulnerability and risk assessment in regions Marche and Istria (LIFE SEC-ADAPT Project, 2017)*, il percorso metodologico utilizzato prevede la definizione, il popolamento, la normalizzazione, la pesatura (ove possibile), l'aggregazione e la classificazione di indicatori afferenti alle categorie di "esposizione", "sensibilità" e "capacità adattiva", con la finalità ultima di combinarli insieme ottenendo indici sintetici parziali e complessivi della vulnerabilità di un determinato settore ad una specifica minaccia di natura climatica.





Una volta popolati, i valori di ciascun indicatore vengono normalizzati con il metodo Min-Max, secondo la seguente formula, ottenendo così un range di valori compresi tra 0 e 1:

$$X_{i,0\text{ to }1} = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

dove:

$X_{i,0\text{ to }1}$ = il nuovo valore normalizzato;

X_i = il valore da normalizzare;

X_{\min} = il valore minimo dell'indicatore;

X_{\max} = il valore massimo dell'indicatore;

Tali valori vengono successivamente classificati in 5 classi equivalenti, come rappresentato nella tabella seguente:

Range valori indicatore	Classe	Grado
0,00-0,20	Lieve	1
0,21-0,40	Bassa	2
0,41-0,60	Moderata	3
0,61-0,80	Alta	4
0,81-1,00	Elevata	5

Una volta normalizzati e classificati in 5 classi, gli indicatori afferenti a ciascuna categoria vengono aggregati tramite somma aritmetica pesata (se non esplicitamente indicato, si utilizza peso equivalente pari a 1).

Gli Indici sintetici così elaborati (Esposizione e Sensitività) vengono aggregati con la stessa procedura al fine di ottenere l'Indice sintetico relativo all'Impatto Potenziale. Infine, e solo dopo aver considerato gli indicatori di Capacità Adattiva nella loro giusta direzione rispetto alla vulnerabilità⁸, la stessa procedura viene applicata al fine di aggregare l'Indice sintetico relativo all'Impatto Potenziale e l'Indice sintetico di Capacità Adattiva nell'Indice sintetico finale di Vulnerabilità.

Per quanto concerne il calcolo del *rischio*, si è proceduto in maniera direttamente proporzionale alla *vulnerabilità* (V) di un determinato territorio e alla *pericolosità* (H) di un certo evento, espressa, quest'ultima, come *probabilità di accadimento* (P) ed *effetti prodotti* (E) dall'evento:

$$R = V * H = V * P * E$$

⁸ Gli indicatori di Capacità Adattiva hanno una direzione opposta a quella della Vulnerabilità. Laddove aumenti la capacità adattiva, infatti, si produce una riduzione della vulnerabilità. E' quindi necessario tenere presente la giusta direzione degli indicatori rispetto alla vulnerabilità e considerare il complementare (1-x) qualora la direzione non sia la stessa.





Si riportano di seguito le tabelle di valutazione delle componenti *probabilità di accadimento (P)* ed *effetti prodotti (E)* dall'evento.

Classe di probabilità	Descrizione
Molto alta	Evento quasi certo
Alta	Evento probabile
Media	Evento possibile
Bassa	Evento improbabile

Classe di effetti prodotti	Descrizione
Molto alta	Ingenti perdite di vite umane, danni irreversibili, enormi perdite economiche
Alta	Casi isolati di perdite di vite umane e/o feriti, diffusi casi di perdite di servizi, riduzione della qualità della vita.
Media	Limitato numero di feriti, casi isolati ma significativi di danni che possono essere riparati con adeguati sforzi.
Bassa	Casi minori di feriti, alcuni danni individuali. Perdite e danni non significativi.

Da una combinazione incrociata delle componenti di Vulnerabilità (V) e Pericolosità (H) si ottiene la matrice per la valutazione qualitativa del rischio.

VULNERABILITÀ (V)	5	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	4	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	3	MODERATO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	2	BASSO	MODERATO	MODERATO	MODERATO	MODERATO
	1	TRASCURABILE	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
		1	2	3	4	5
		PERICOLOSITÀ (H=P*E)				

Insieme alla valutazione della vulnerabilità, l'analisi di rischio fornisce gli elementi fondamentali sulla base dei quali stabilire le priorità di intervento in tema di adattamento ai cambiamenti climatici.

Va tuttavia precisato che le analisi di vulnerabilità condotte ed illustrate nell'ambito del presente lavoro hanno effettuato una **fotografia delle criticità attuali** rispetto alla condizione climatica odierna e delineato **ipotetici scenari di rischio** basati, invece, sul quadro climatico previsto nel corso del XXI secolo.

Ai fini di una più opportuna e corretta interpretazione dei risultati delle analisi qui presentate è necessario inoltre precisare alcuni aspetti di forza e di debolezza della metodologia utilizzata. In particolare, si sottolineano da un lato la relativa facilità di applicazione della metodologia, data una sufficiente disponibilità di indicatori significativi e di una competenza tecnica nell'utilizzo di Sistemi Informativi Geografici (GIS) per l'elaborazione spaziale dei dati. Dall'altro lato si evidenzia invece che ogni passaggio metodologico della procedura implica un certo grado di approssimazione che potrebbe influenzare la significatività dei risultati:

- la soggettività nella selezione degli indicatori e nella loro attribuzione ad una categoria piuttosto che un'altra (talvolta non è oggettiva l'attribuzione di un indicatore ad una determinata categoria);
- la limitata disponibilità/accesso ai dati che potrebbe indurre all'uso di indicatori *proxy*, come capita spesso per gli indicatori di capacità adattiva;





- la scelta dei valori minimo e massimo ai fini della normalizzazione, che dovrebbe essere accompagnata da un giudizio esperto o da riferimenti in letteratura per stabilire delle opportune soglie;
- la pesatura, a cui viene associato un elevato grado di soggettività poiché non esiste una codifica standardizzata dei pesi di ciascun indicatore utilizzato;
- la classificazione in classi equivalenti, che semplifica oltremodo l'andamento non lineare e complesso dei fenomeni naturali;
- l'aggregazione secondo media aritmetica pesata, non corrispondente necessariamente alla modalità in cui i fenomeni interagiscono in natura.

Per questi ed altri motivi si invita il lettore a prestare attenzione all'interpretazione dei risultati illustrati, tenendo presente che essi vanno considerati esclusivamente in termini relativi fra loro (es. una porzione territoriale indicata in rosso è più vulnerabile di una porzione territoriale indicata in verde) e non assoluti (es. la porzione territoriale indicata in rosso è altamente vulnerabile in assoluto).





2 Effetti del cambiamento climatico a livello locale: valutazione preliminare di impatto

L'analisi dei dati climatici di temperature e precipitazioni per la definizione della *Current Baseline Assessment (Action A1)* del Comune di Urbino⁹ ha portato all'identificazione dei principali impatti del cambiamento climatico sul territorio comunale. Di seguito si riporta una breve sintesi dei principali risultati della *Current Baseline Assessment del Comune di Urbino*.

Indici climatici analizzati	Tau	p_valu e
RX1Day – Max 1 Day precipitation amount	0.248	0.161
R95p – Very Wet Days	1.092	0.275
SDII – Simple Daily Intensity Index	0.017	0.149
CDD – Consecutive Dry Days	0.111	0.043
R20 – Very heavy precipitation days	0.009	0.771
FDO – Frost Days	-0.494	0.002
SU25 – Summer Days	0.784	0.000
TR20 – Tropical Nights	0.681	0.000
TN10P – Cold Nights	-0.229	0.001
TN90P – Warm Nights	0.345	0.000
TX10P – Cold Days	-0.093	0.001
TX90P – Warm Days	0.318	0.000
WSDI - Warm Spell Duration Index	0.558	0.000
SU30 – Hot Days	0.685	0.000

Gli indici climatici estremi di precipitazione analizzati mostrano tendenze piuttosto definite, in linea con il trend annuale del regime pluviometrico in leggero aumento, non facendo comunque registrare un cambiamento significativo dei caratteri "estremi" del regime precipitativo locale. Si registra un *aumento delle precipitazioni nell'ultimo ventennio* (SDII, RX1day), comunque non caratterizzate da eccezionalità nelle quantità cumulate, ed un andamento pressoché costante dei periodi siccitosi (CDD), la cui crescita si interrompe a fine anni '90.

Dall'analisi degli indici climatici estremi di temperatura si ottengono risultati piuttosto in linea con quanto osservato nel *Rapporto ISPRA 37/2013 Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura e precipitazione in Italia*, benché questo consideri un periodo di osservazione più breve (1961 – 2012) e la normale climatica sia riferita al CLINO 1961 – 1990, evidenziando una tendenza al riscaldamento a partire dai primi anni '80. Si riscontra un *aumento del valore degli indici che descrivono gli estremi di caldo* (SU25, SU30, TN90P, TX90P, WSDI), del numero di notti tropicali (TR20), ed una netta prevalenza di anomalie positive a partire dagli anni '90. Viceversa, si riscontra un *decremento del valore degli indici che descrivono gli estremi di freddo* (FDO, TN10P, TX10P), che mostrano una prevalenza di anomalie negative dall'inizio degli anni '90 ad oggi.

⁹ I dati giornaliera di T e PRCP (1961-2015) utilizzati per le elaborazioni sono stati forniti dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.





Sulla base delle criticità già esistenti sul territorio, nonché delle problematiche potenzialmente emergenti nel prossimo futuro a causa delle probabili variazioni del clima (LIFE SEC-ADAPT Project, 2016), per il Comune di Urbino sono stati individuati specifici settori di indagine tenendo conto:

- della *rilevanza sociale, economica e ambientale* all'interno del territorio comunale;
- della *dipendenza dal fattore climatico*;
- della *capacità dell'Amministrazione Comunale di poter incidere sul loro adattamento al cambiamento climatico*, anche solo attraverso politiche di comunicazione ed informazione rivolte ai principali stakeholders del territorio.

Nella tabella seguente vengono riportati i settori di indagine analizzati nei paragrafi successivi ed i principali impatti attesi in virtù delle variazioni climatiche in corso:

Settori	Impatti Potenziali	Variabile climatica	Indicatori analisi climatica
PATRIMONIO CULTURALE E TURISMO	Degrado dei beni culturali	Incremento dell'intensità delle Piogge / Incremento dei periodi siccitosi	R20/SU30
	Alterazione del paesaggio		CDD/R20/WSDI
	Alterazione dei flussi turistici		SU30/TX90P/SU25/T R20/TN90P
PROTEZIONE AMBIENTALE	Aumento della frequenza degli incendi boschivi	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento delle temperature	SU30/TX90P/SU25
DISSESTO IDROGEOLOGICO E INFRASTRUTTURE	Evoluzione dei fenomeni franosi	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento dell'intensità delle piogge	SDII
AGRICOLTURA	Erosione dei suoli	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento dell'intensità delle piogge	SDII
	Carenza idrica	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento delle temperature	SU30/TX90P/SU25/T R20/TN90P



3 Analisi di vulnerabilità e definizione degli scenari di rischio

3.1 Settore Patrimonio Culturale e Turismo

Premessa

La conoscenza dell'impatto dei cambiamenti climatici sul patrimonio culturale in Italia si basa, innanzi tutto, sull'identificazione dei parametri climatici prioritari che ne determinano il degrado sia in ambiente esterno (principalmente patrimonio architettonico, archeologico, etc.) che in ambiente interno (musei, chiese, ipogei, etc.). La valutazione della vulnerabilità e dei rischi cui il patrimonio culturale è soggetto, lo studio dei diversi materiali che costituiscono i beni diffusi sul territorio e le forme di degrado che li interessano - in relazione alle particolarità ambientali, alle caratteristiche del paesaggio, all'impatto antropico - costituiscono il tema prioritario nella messa a punto di strategie di protezione, controllo e prevenzione del danno per la conservazione del patrimonio culturale stesso (Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, 2014).

Comunque il tema è stato fino ad ora poco approfondito, e focalizzato principalmente sul patrimonio culturale nella sola accezione di bene culturale, escludendo di fatto le espressioni naturali, ambientali e paesaggistiche.

Il Comune di Urbino, connotato da una forte interrelazione tra le componenti storico-culturale, paesaggistico-ambientale e turistico-economica, presenta delle peculiarità e specificità tali da indirizzare l'analisi verso un approccio al patrimonio culturale inteso sia come bene storico-culturale che come bene paesaggistico-ambientale.

Il centro storico dichiarato *sito UNESCO* ed il suo eccezionale patrimonio storico-artistico e museale, il *Parco Urbano* definito nel PRG del 1997 da Giancarlo de Carlo come "l'insieme degli ambiti territoriali e scenari panoramici con particolari ed autonomi valori paesaggistici"¹⁰, i due *Siti di Importanza Comunitaria SIC* "Montecalvo in Foglia" e "Gola del Furlo" (entrambi designati quali *Zone di Protezione Speciale ZPS*), sono le maggiori espressioni del patrimonio culturale di Urbino.

Tali specificità costituiscono un naturale polo d'attrazione per il turismo culturale e naturalistico, fenomeni destinati sempre più a crescere nei prossimi anni (UNESCO, 2017).

Per tali motivi, l'analisi è stata implementata ragionando in termini di **patrimonio culturale e turismo**.

Il patrimonio culturale è stato dunque considerato nelle sue componenti di:

- **beni culturali**, le cose immobili e mobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico, ed altre testimonianze aventi valore di civiltà;
- **beni paesaggistici**, gli immobili e le aree costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio;
- **paesaggio storico urbano** (*HUL - Historic Urban Landscape*)¹¹, area urbana intesa come risultato di una stratificazione storica di valori e caratteri culturali e naturali che vanno al di là della nozione di "centro

¹⁰ Il Piano di Gestione del sito UNESCO di Urbino (2013) ribadisce l'importanza che riveste l'area del Parco Urbano nella tutela e valorizzazione paesaggistico-ambientale del territorio urbinato definendo tale area "zona di rispetto" (buffer zone) del sito UNESCO.

¹¹ <http://whc.unesco.org/en/news/1026/>





storico” o “*ensemble*” sino a includere il più ampio contesto urbano e la sua posizione (*setting*) geografica, includendo: topografia, geomorfologia, idrologia e caratteristiche naturali del sito; il suo ambiente costruito, sia storico che contemporaneo; le sue infrastrutture sopra e sotto terra; i suoi spazi aperti e giardini, i suoi modelli di utilizzo del suolo (*land use patterns*) ed organizzazione spaziale; percezioni e relazioni visive, così come tutti gli altri elementi della struttura urbana; le pratiche e i valori sociali e culturali, i processi economici e le dimensioni intangibili del patrimonio così come collegate a diversità e identità (UNESCO 2011, *Recommendation on the Historic Urban Landscape*).

Per quanto riguarda il turismo, non essendo stato possibile recuperare dati puntuali di interesse, si è ragionato in termini di addetti, di flussi turistici e di capacità ricettiva, senza spazializzazione dei dati.

Nella tabella di seguito sono elencati gli indicatori utilizzati nella valutazione di vulnerabilità, distinti nelle tre componenti di *esposizione*, *sensibilità* e *capacità adattiva*.

VULNERABILITÀ		
Indicatori di esposizione	Indicatori di sensibilità	Indicatori di capacità adattiva
Siccità meteorologica (SPEI)	Valore del Territorio (VT)	Livello di tutela
Precipitazioni intense (R20)	Pericolosità territoriale (PT)	Livello di prevenzione
Recessione superficiale dei materiali (R)	Numero di occupati nel settore	
Indice di Comfort Turistico (TCI)	Pericolosità Antropica (PA)	





Analisi di Vulnerabilità del settore patrimonio culturale e turismo ai cambiamenti climatici

Indicatori di esposizione

L'esposizione del patrimonio culturale e del turismo del Comune di Urbino alle variazioni climatiche è riconducibile prevalentemente ai fenomeni di *degrado e alterazione della configurazione paesaggistica* per quanto riguarda i beni paesaggistici, e di *deterioramento ed erosione dei materiali* per quanto riguarda i beni culturali.

Tali fenomeni sono riconducibili principalmente alla *siccità metereologica (ES1)* ed alle *precipitazioni intense (ES2)* da una parte, alla *recessione superficiale dei materiali (ES3)* dall'altra.

L'esposizione dei flussi turistici alle variazioni climatiche si manifesta specialmente nella percezione di adeguatezza delle condizioni climatiche locali da parte dei turisti. In tal senso, è stato calcolato l'*Indice di Comfort Turistico (ES4)*, basato sulla nozione di benessere umano inteso come media ponderata di sette variabili climatiche (temperatura massima, temperatura media, umidità relativa minima, umidità relativa media, precipitazioni totali, ore di sole e velocità media del vento).

Nella tabella seguente vengono riassunti gli indicatori di esposizione calcolati.

	Indicatori di esposizione
ES1	Siccità metereologica (SPEI)
ES2	Precipitazioni intense (R20)
ES3	Recessione superficiale dei materiali (R)
ES4	Indice di Comfort Turistico (TCI)

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di esposizione.



Indicatore di esposizione ES1 - Siccità meteorologica (SPEI)

Tra i fattori di degrado e di alterazione della configurazione paesaggistica va sicuramente considerata la *siccità meteorologica* (IPCC, AR5, 2014), che può essere valutata attraverso indici meteorologici (pluviometrici o termopluviometrici) che indicano sinteticamente, attraverso scale di valori standardizzate, lo scostamento da condizioni considerate come la norma.

Tra gli indici per il monitoraggio della siccità più utilizzati nell'analisi del settore agricolo sono lo *Standardized Precipitation Index (SPI)*¹² e lo *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)*¹³.

L'*indice SPI*, sviluppato da McKee et al. (1993), esprime la rarità di un evento siccitoso (inteso come deficit di precipitazione) ad una determinata scala temporale sulla base dei dati storici di precipitazione. Esso viene calcolato sulla base di diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 mesi), ognuna riferita ad uno specifico impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua: l'*umidità del suolo* risponde alle anomalie di precipitazione su scale temporali brevi (1-3 mesi, siccità meteorologica o agricola), la *disponibilità di acqua in falda e nei fiumi* tende a rispondere su scale temporali medio-lunghe (6-12 mesi, siccità idrologica) e la *disponibilità di acqua negli invasi maggiori* è riferita a tempistiche ancor più lunghe (24, siccità idrologica o socio-economica).

L'*indice SPEI*, sviluppato da Vicente-Serrano et al. (2010), nasce sulla base dell'indice SPI, al quale aggiunge alle precipitazioni la componente dell'evapotraspirazione potenziale di riferimento (ET₀)¹⁴ come secondo elemento del bilancio idroclimatico.

Analogamente all'indice SPI, esso viene definito sulla base di diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 mesi), ognuna riferita ad uno specifico impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua.

Nella tabella che segue sono indicate le categorie di siccità/umidità in funzione dei valori dell'indice, così come definito nel 2012 dalla *World Meteorological Organization (WMO)*¹⁵:

Valore SPI/SPEI (<i>linear trend slope</i>)		Classe di esposizione	Grado di esposizione
Scala WMO	Scala 0-1		
>2.00	0,0-0,2	Estremamente umido	1
1.5 / 1.99	0,21-0,40	Severamente umido	2
1.0 / 1.49		Moderatamente umido	
-0.99 / 0.99	0,41-0,60	Vicino al normale	3
-1.49 / -1.00	0,61-0,80	Moderatamente siccitoso	4
-1.50 / -1.99		Severamente siccitoso	
<-2.00	0,81-1,00	Estremamente siccitoso	5

¹² McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist, 1993: *The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales*. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17–22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society.

¹³ Vicente-Serrano, S.M., S. Begueria and J.I. Lopez-Moreno, 2010: A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23: 1696–1718.

¹⁴ L'evapotraspirazione potenziale mensile viene ottenuta come somma dei valori giornalieri di ET₀, calcolati attraverso la formula di Hargreaves, che ne permette la stima utilizzando i soli valori di temperatura minima e massima giornalieri.

¹⁵ World Meteorological Organization, 2012: *Standardized Precipitation Index User Guide* (WMO-No. 1090, World Meteorological Organization), Geneva, Switzerland.





I valori degli indici SPI e SPEI del Comune di Urbino sono stati calcolati tramite l'applicativo *Climpact2* del software *R* (WMO, 2014), sulla base delle serie storiche 1961-2015 dei dati di precipitazioni e temperature giornaliere fornite dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.

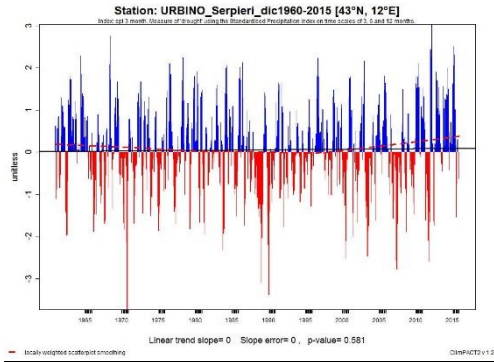
Di seguito sono riportati i risultati delle analisi degli indici, dai quali si evince che *i trend di entrambi gli indici*, seppur non risultano statisticamente significativi ($p\text{-value} > 0,05$), se analizzati nei valori medi mostrano risultati positivi (ad eccezione dell'indice SPEI-24), ad indicare un *clima umido*. Tali valori sono positivi ma prossimi allo zero nel periodo 1961-1990, più alti nell'ultimo venticinquennio. Comunque, per l'intero periodo analizzato (1990-2015), risulta una tendenza (*slope*) nulla, ad indicare che *il rapporto tra eventi umidi ed eventi siccitosi in linea di massima è prossimo all'unità*.

Indice	Periodo (mesi)	Slope	STD of slope	P-value	Valore medio 1961-1990	Valore medio 1990-2015	Valore medio 1961-2015
SPI	3	0,000	0	0,581	0,01	0,06	0,05
	6	0,000	0	0,409	0,01	0,10	0,08
	12	0,000	0	0,062	0,01	0,18	0,18
	24	0,000	0	0,032	0,02	0,15	0,13
SPEI	3	0,000	0	0,916	0,02	0,11	0,07
	6	0,000	0	0,867	0,01	0,17	0,11
	12	0,000	0	0,981	0,00	0,23	0,12
	24	0,000	0	0,940	-0,04	0,27	0,14

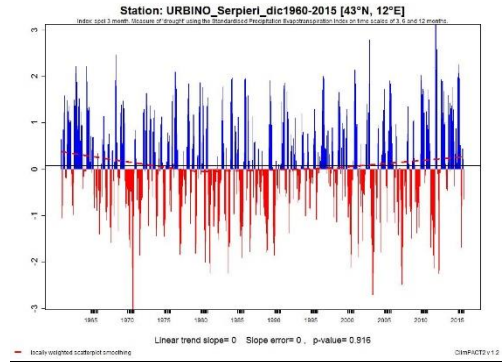




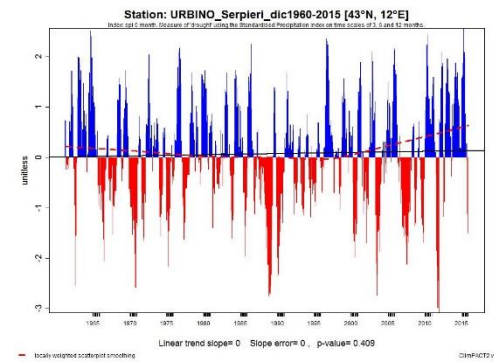
SPI 3 MESI



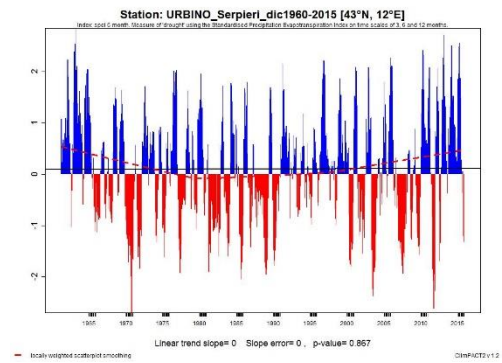
SPEI 3 MESI



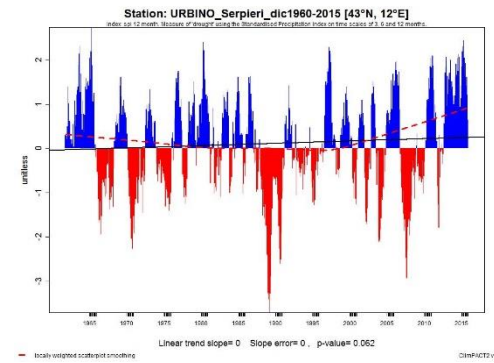
SPI 6 MESI



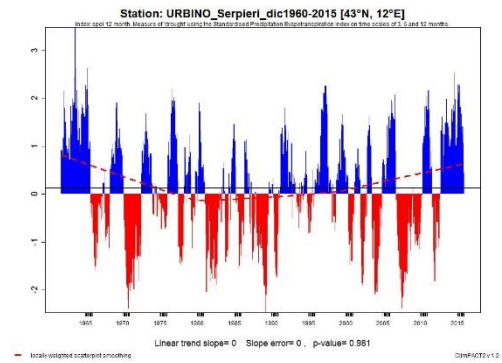
SPEI 6 MESI



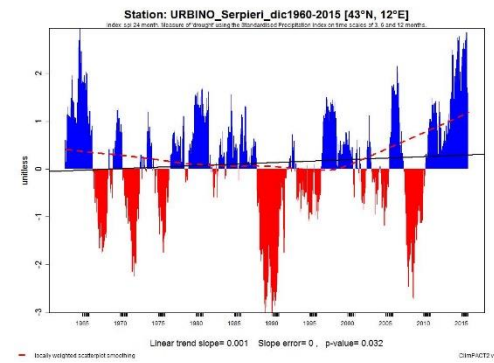
SPI 12 MESI



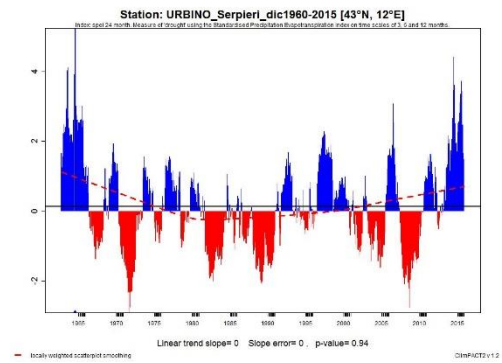
SPEI 12 MESI



SPI 24 MESI



SPEI 24 MESI





Facendo riferimento alle categorie di siccità/umidità in funzione dei valori degli indici SPI/SPEI (si veda precedente tabella WMO), i valori degli indici calcolati risultano compresi fra -0,99 e 0,99, ad indicare una categoria di siccità/umidità *vicino al normale*. Ne risulta dunque un'esposizione al fenomeno della siccità di **grado moderato**.

Dai risultati sopra esposti si evince dunque come i trend dell'indice SPEI risultano nella norma, con un rapporto tra eventi umidi ed eventi siccitosi in linea di massima prossimo all'unità. Tuttavia è bene notare che ciò non sta a significare l'esclusione di possibili avvenimenti di eventi siccitosi, anche di notevole entità. Infatti, a seguito di un'analisi condotta sui dati giornalieri di temperatura e precipitazione e discretizzando gli eventi con giorni consecutivi di pioggia $P < 1$ mm e temperatura $T > 30^{\circ}\text{C}$, risulta che *dal 1961 al 2015 si sono verificati nel Comune di Urbino circa 105 eventi siccitosi con una durata prevalente compresa fra 5 e 7 giorni e una temperatura massima media compresa fra 32°C e 34°C* . Nelle tabelle seguenti sono riassunti i vari eventi siccitosi verificatisi nel Comune di Urbino dal 1961 al 2015 suddivisi per classi di durata (in giorni) e classi di temperatura massima media registrata per singolo evento.

Durata (giorni)	N. eventi	%
<5	202	---
5-7	46	43,4%
8-14	40	37,7%
15-21	15	14,2%
22-28	3	2,8%
>29	2	1,9%

Temperatura massima media singolo evento ($^{\circ}\text{C}$)	N. eventi	%
30-32	11	10,4%
32-34	72	67,9%
34-36	23	21,7%
36-38	0	0%
>38	0	0%





Indicatore di esposizione ES2 - Precipitazioni molto intense (R20)

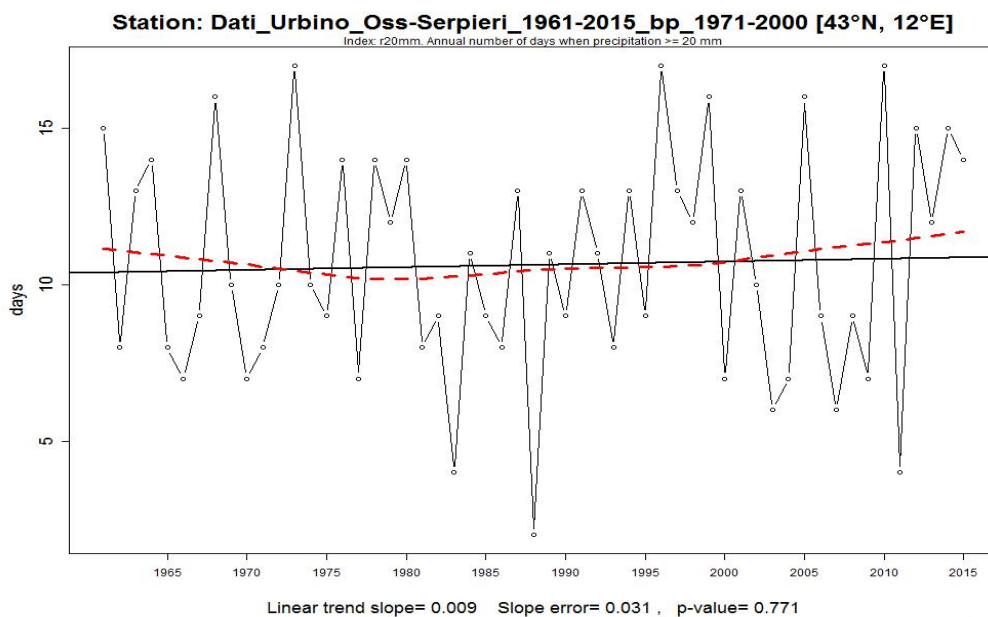
Un altro importante fattore che contribuisce al degrado ed all'alterazione della configurazione paesaggistica è dovuto all'instabilità geomorfologica del territorio combinata con gli eventi estremi di precipitazioni molto intense. Tale fenomeno può essere calcolato tramite l'indice di giorni con precipitazione molto intensa R20, che rappresenta il numero di giorni annuali con una quantità totale di precipitazione ≥ 20 mm.

L'indice R20 è stato elaborato nella *Current Baseline Assessment del Comune di Urbino* (Action A1) tramite l'applicativo *Climpact2* del software *R* (WMO, 2014), sulla base della serie storica 1961-2015 dei dati di precipitazioni giornaliere fornite dall'Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino.

28

Come si evince dal grafico seguente, l'indice R20 del Comune di Urbino, seppur non risulta statisticamente significativo ($p\text{-value} > 0,05$), mostra nel complesso una lieve tendenza in crescita (linea nera nel grafico).

Il trend mostra un andamento piuttosto costante, che si attesta intorno ai 10 giorni/anno ($\text{linear trend slope} = 0,009$) per tutto il periodo di riferimento. Dagli anni 2000 circa l'andamento risulta in leggero aumento, con una frequenza dei valori al di sopra dei 15 giorni/anno notevolmente intensificata.



Suddividendo le classi di esposizione sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Precipitazioni molto intense* del Comune di Urbino, con un valore pari a 0,009 giorni/anno, presenta un **grado di esposizione basso** al fenomeno delle precipitazioni intense.

Valore R20 (<i>linear trend slope</i>)	Classe di esposizione	Grado di esposizione
$\leq 0,005$	Lieve	1
0,006 - 0,015	Bassa	2
0,016 - 0,025	Moderata	3
0,026 - 0,030	Alta	4
$\geq 0,031$	Elevata	5





Indicatore di esposizione ES3 - Recessione superficiale dei materiali (R)

Ragionando in termini di vulnerabilità del patrimonio culturale nella sua componente *beni culturali*, si fa riferimento al processo di lento e progressivo deterioramento a cui questi sono sottoposti, accelerato dal contributo dei fattori climatici e dell'inquinamento atmosferico. Lo studio del fenomeno è reso complesso dalle difficoltà nel separare i contributi dei vari agenti di degrado poiché nessun fattore agisce singolarmente; l'effetto di ognuno viene infatti influenzato dalla presenza concomitante degli altri.

Inoltre la quantità e la qualità degli inquinanti in una determinata area non dipendono solo dal tipo delle sorgenti che su quella area hanno la massima ricaduta, ma anche dalle caratteristiche topografiche e dalle condizioni meteorologiche. L'effetto osservato è quindi il frutto di una sinergia di più fattori.

Le tipologie di degrado riscontrabili sui beni culturali dipendono inoltre dalla composizione e dalla natura dei materiali che li costituiscono.

Il tema è stato già affrontato a scala nazionale dall'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro (ISCR), che nell'elaborazione della *Carta Del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano*¹⁶ ha preso in considerazione, tra i vari fattori, l'**erosione (recessione superficiale) dei materiali calcarei (R)**, che sono i più soggetti ai fenomeni di erosione e di annerimento, ai processi di gelo, disgelo, cristallizzazione e dissoluzione dei sali ed al biodeterioramento rispetto ad altri tipi di materiali.

Nella presente analisi è stato ricalcolato il valore del grado espositivo dell'erosione dei materiali calcarei (R) del Comune di Urbino, espresso come perdita di materiale e misurato in $\mu\text{m}/\text{anno}$, applicando la stessa formula utilizzata per la definizione della Carta del Rischio, la *funzione dose-risposta di Kucera*¹⁷, ma integrata con dati locali ed aggiornati.

I dati utilizzati per calcolare l'erosione sono di due tipi:

- *climatici*, temperatura, precipitazioni e umidità relativa;
- *ambientali*, concentrazione in aria di inquinanti atmosferici, biossido di azoto, ozono, concentrazione di particolato atmosferico, concentrazione di biossido di zolfo e concentrazione di ioni idrogeno.

Le serie temporali dei dati climatici utilizzate sono state elaborate dall'Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino, mentre i dati ambientali utilizzati provengono dalla *Rete Regionale per la Qualità dell'Aria (RRQA) dell'ARPAM* (stazione di Urbino in località Piansevero)¹⁸. La disponibilità di tali dati ricopre solamente gli anni 2014, 2015 e 2016, pertanto è stato assunto come intervallo temporale di calcolo il triennio 2014-2016.

¹⁶ Prodotto dinamico del Sistema informativo territoriale, che attraverso rappresentazioni cartografiche tematiche aggiornabili, permette di conoscere la distribuzione territoriale dei beni, nonché di calcolare l'intensità del rischio di perdita a cui è soggetto ogni bene appartenente al patrimonio culturale italiano (1996). <http://www.cartadelrischio.it/>

¹⁷ Derivata nell'ambito del progetto *Multiassess (Model for multi-pollutant impact and assessment of threshold levels for cultural heritage)*. Generalmente quantificata in funzione delle deposizioni secche e umide degli inquinanti atmosferici (biossido di zolfo, ossidi di azoto e particolato atmosferico), la recessione superficiale viene calcolata mediante l'utilizzo di specifiche funzioni di danno presenti in letteratura. La funzione dose-risposta di Kucera è stata preferita ad altre formule (es. formula di Lipfert) poiché descrive più realisticamente il potenziale danno da erosione in un'area urbana: oltre ai parametri climatici, prende in considerazione alcuni inquinanti, in particolare gli ossidi di azoto e il particolato atmosferico (PM10), che forniscono un contributo significativo al processo di perdita di materiale (*multi-pollutant situation*).

¹⁸ <http://94.88.42.232:16382/>.





Di seguito la funzione *dose-risposta di Kucera*, che calcola la perdita di materiale in funzione delle deposizioni di particolato atmosferico, quali biossido di zolfo (SO₂), acido nitrico (HNO₃) e precipitazioni acide (Rain • [H⁺]).

$$R = 4 + 0,0059 \cdot [SO_2] \cdot Rh_{60} + 0,054 \cdot Rain \cdot [H^+] + 0,078 \cdot [HNO_3] \cdot Rh_{60} + 0,0258 \cdot [PM_{10}]$$

dove:

R = recessione superficiale (µm/anno)

SO₂ = concentrazione di biossido di zolfo, SO₂ (µg/m³)

HNO₃ = concentrazione di acido nitrico, HNO₃ (µg/m³)

PM₁₀ = concentrazione di particolato atmosferico, PM₁₀ (µg/m³)

Rh₆₀ = umidità relativa Rh-60 (%)

H⁺ = concentrazione di ioni idrogeno (mg/l), che rappresenta il PH della pioggia

Rain = precipitazioni (mm/anno)

In particolare:

4: valore calcolato sperimentalmente che rappresenta il degrado in assenza di inquinanti

0,054 • Rain • [H⁺]: effetto delle precipitazioni acide

0,0059 • [SO₂] • Rh₆₀: deposizione di SO₂

0,078 • [HNO₃] • Rh₆₀: deposizione di HNO₃

0,0258 • [PM₁₀]: deposizione di PM₁₀

Poiché i valori di concentrazione di biossido di zolfo [SO₂] e di ioni idrogeno [H⁺] non sono rilevati nella stazione di Urbino, nell'applicare la funzione *dose-risposta di Kucera* sono stati assunti i valori nei limiti del livello critico annuo definito nel Decreto Legislativo n. 155 del 13 Agosto 2010 per la protezione della salute umana, poiché non esistono al momento valori limite specifici per gli effetti dell'inquinamento atmosferico sui materiali da costruzione:

SO₂: 20 µg/m³ (valore medio annuale assunto nella presente analisi 1 µg/m³)

H⁺: 40 g/m³ (valore medio annuale assunto nella presente analisi 30 g/m³)

Le concentrazioni di acido nitrico [HNO₃], anch'esse non rilevate dalla stazione di Urbino, sono state ricavate a partire dalle concentrazioni di biossido di azoto [NO₂] e ozono [O₃] mediante la formula derivata nell'ambito del progetto *Multiasse*:

$$[HNO_3] = 516 \cdot e^{-3400/(T+273)} \cdot ([NO_2] \cdot [O_3] \cdot Rh)^{0.5}$$

dove:

[HNO₃] = concentrazioni di acido nitrico (in µg/m³)

[NO₂] = concentrazioni di biossido di azoto (in µg/m³)

[O₃] = concentrazioni di ozono (in µg/m³)

T = temperatura (°C)

Rh = umidità relativa (%)



Come si evince dalla tabella seguente, in cui si riportano i valori dell'indice R calcolati su base stagionale ed annuale, la recessione superficiale del Comune di Urbino varia mediamente da 12,64 $\mu\text{m}/\text{anno}$ (2016) a 13,39 $\mu\text{m}/\text{anno}$ (2015), con un valore medio di erosione calcolato sul triennio 2014-2016 pari a 13,03 $\mu\text{m}/\text{anno}$.

R [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Erosione (recessione superficiale)					
	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Media annuale
2014	13,21	13,59	11,36	13,62	13,05
2015	14,95	14,08	11,30	12,63	13,39
2016	13,15	13,69	10,94	12,46	12,64
MEDIA	13,77	13,79	11,20	12,90	13,03

Suddividendo le classi di esposizione sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Recessione superficiale dei materiali* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 13,03 $\mu\text{m}/\text{anno}$, presenta un **grado di esposizione basso**.

Valore R [$\mu\text{m}/\text{anno}$]	Classe di esposizione	Grado di esposizione
< 4,99	Lieve	1
5,00 - 14,99	Bassa	2
15,00 - 24,99	Moderata	3
25,00 - 39,99	Alta	4
> 40,00	Elevata	5





Indicatore di esposizione ES4 - Indice di Comfort Turistico (TCI)






Sebbene il settore turistico sia uno dei maggiormente interessati dai cambiamenti climatici, ad oggi sono ancora pochi gli studi che riescono a quantificare gli impatti delle variazioni climatiche sui flussi turistici, con una forte incertezza circa i costi sociali degli stessi cambiamenti climatici.

L'adeguatezza del clima per i turisti è espressa tramite un indice aggregato, l'*Indice di Comfort Turistico (Tourist Comfort Index, TCI)*¹⁹, che si basa sullo studio degli aspetti climatici più rilevanti per il turismo²⁰. Nel TCI vengono individuate sette variabili meteorologiche, quali: temperatura massima giornaliera, temperatura media giornaliera, umidità relativa minima giornaliera, umidità relativa media giornaliera, precipitazioni totali, totale ore di sole e velocità media del vento.

32

Tali variabili climatiche sono successivamente combinate in cinque sotto-indici compresi nel TCI:

- *Daytime Comfort Index (CID)*
- *Daily Comfort Index (CIA)*
- *Precipitation (P)*
- *Sunshine (S)*
- *Wind (W)*

	Sfavorevole (TCI: 0-40)
	Accettabile (TCI: 40-60)
	Buono (TCI: 60-70)
	Molto buono (TCI: 70-80)
	Ottimo (TCI: 80-100)

Il sistema di classificazione del TCI utilizzato nella presente analisi riprende quanto proposto dall'*European Environment Agency*²¹, che divide il TCI in cinque fasce di valori principali: dalla condizione sfavorevole alla condizione ottimale, come sintetizzato nell'immagine a lato.

Nella presente analisi è stato dunque calcolato il TCI del Comune di Urbino, sulla base delle serie di dati quinquennali dal 2012 al 2016 fornite dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino. Come si evince dalla tabella e del grafico di seguito, le medie annuali presentano valori pressoché costanti, che oscillano da un minimo di 66,2 ad un massimo di 68,6, con un valore medio quinquennale pari a 66,9.

TCI - Tourist Comfort Index	
Anno	Valore medio
2012	66,2
2013	66,6
2014	68,6
2015	66,7
2016	66,5
MEDIA	66,9



¹⁹ Mieczkowski, Z., 1985. The tourism climatic index: A method of evaluating world climates for tourism. *Canadian Geographer*, 29(3), 220-233.

²⁰ EEA, *Climate change, impacts and vulnerability in Europe*, 2012.

²¹ *Climate change, impacts and vulnerability in Europe*, cap. 7, 2008.





Suddividendo le classi di esposizione sulla base della classificazione proposta dall'EEA, l'*Indice di Comfort Turistico* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 66,9, presenta un **grado di esposizione moderato** ai cambiamenti climatici.

Valore TCI		Classe di esposizione	Grado di esposizione
Ottimo	80 - 100	Lieve	1
Molto buono	70 - 80	Bassa	2
Buono	60 - 70	Moderata	3
Accettabile	40 - 60	Alta	4
Sfavorevole	0 - 40	Elevata	5

Indicatore sintetico di esposizione - ES

L'indicatore sintetico di esposizione del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei quattro indicatori precedentemente calcolati:

$$SES = \frac{(ES_1 * w_1 + ES_2 * w_2 + ES_3 * w_3 + ES_4 * w_4)}{\sum_1^4 w}$$

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, considerato che gli indicatori ES1, ES2 ed ES4 presentano un alto grado di attendibilità e che l'indicatore ES3 è stato calcolato con alcune approssimazioni dovute alla mancanza di qualche dato, tentando di minimizzare eventuali errori. Pertanto, si è dato un peso maggiore agli indicatori ES1, ES2 ed ES3 medio (0,3), ed un peso minimo all'indicatore ES4 (0,1).

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di esposizione calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di esposizione moderato** del *sistema dei beni culturali e del turismo* ai fenomeni connessi con i cambiamenti climatici, dato principalmente da una siccità meteorologica di grado moderato e da bassi valori degli indicatori di precipitazioni intense e di erosione dei materiali dei beni culturali.

Indicatori di esposizione	Peso indicatore (w)	Valore grado di esposizione [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di esposizione
ES1 - Siccità meteorologica (SPEI)	0,3	3,0	0,60	Moderata
ES2 - Precipitazioni intense (R20)	0,3	2,0	0,40	Bassa
ES3 - Recessione superficiale dei materiali (R)	0,3	2,0	0,40	Bassa
ES4 - Tourist Comfort Index (TCI)	0,1	3,0	0,60	Moderata
ES - Indicatore sintetico di esposizione	1,0	2,6	0,52	Moderata





Indicatori di sensitività

La sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica (GIZ, 2014).

La sensitività alle variazioni climatiche del settore patrimonio culturale e turismo del Comune di Urbino è stata dunque analizzata sia nelle componenti ambientali, naturali, antropiche e paesaggistiche generatrici di uno specifico *valore del territorio (SE1)*, come ad esempio il sito UNESCO, i borghi storici ed i Siti di Importanza Comunitaria, che nelle *pericolosità territoriali (SE2)*, come ad esempio la pericolosità idrogeologica e la pericolosità da incendi di interfaccia.

Riferendosi inoltre alle attività umane, sono stati calcolati anche due indicatori riferiti al *numero di occupati nel settore (SE3)* e la *pericolosità antropica (SE4)*, quest'ultima risultante dall'aggregazione dei sotto-indicatori dinamiche della *densità demografica (SE4.1)*, *pressione turistica (SE4.2)* e *pressione turistica potenziale (SE4.3)*.

Nella tabella seguente vengono riassunti gli indicatori di sensitività calcolati.

	Indicatori di sensitività
SE1	Valore del territorio (VT)
SE2	Pericolosità territoriale (PT)
SE3	Numero di occupati nel settore
SE4	Pericolosità antropica (PA)

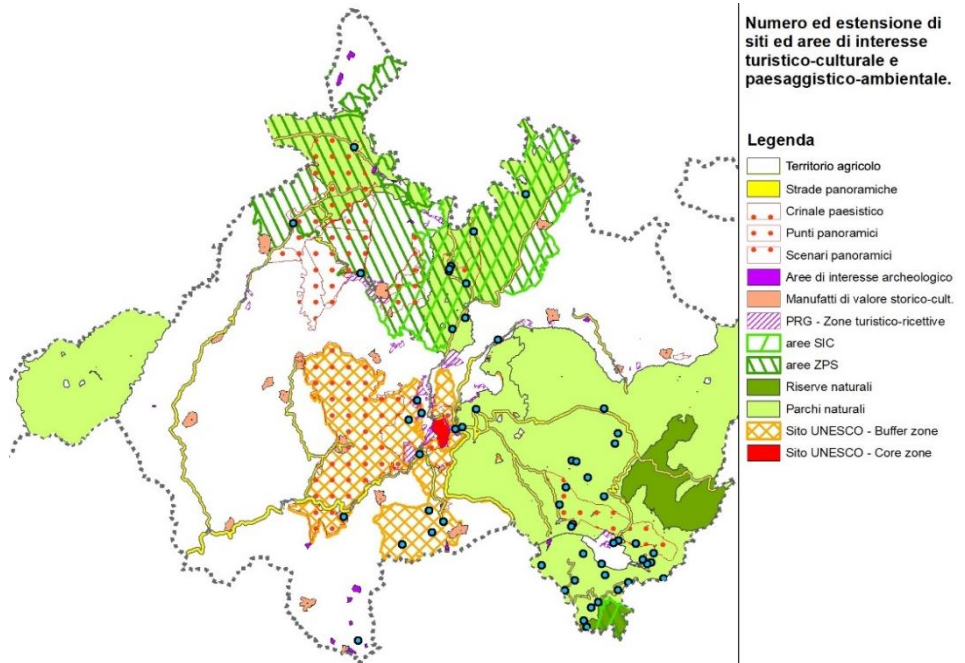
Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di sensitività.



Indicatore di sensitività SE1 - Valore del Territorio (VT)

Per calcolare l'indicatore relativo al valore del territorio, il territorio è stato suddiviso in classi specifiche sulla base della valenza turistico-culturale e paesaggistico-ambientale, data dalla presenza di componenti di rilevante valore (siti, beni ed aree) desunti dal Piano Paesaggistico Ambientale Regionale (PPAR) e dal Piano Regolatore Generale Comunale (PRG).

Risulta per il territorio di Urbino una distribuzione di componenti di rilevante valore territoriale piuttosto diffusa, data prevalentemente dal sito UNESCO che comprende l'intero centro storico, dai due Siti di Importanza Comunitaria (SIC) entrambi Zone di Protezione Speciale (ZPS) ("Montecalvo in Foglia" e "Gola del Furlo"), dal sistema dei parchi naturali e dai molteplici borghi rurali e manufatti di valore storico-culturale distribuiti lungo le principali strade panoramiche marginali all'insediamento urbano.



Componenti di rilevante valore territoriale del Comune di Urbino (fonti dati: PRG, PPAR)

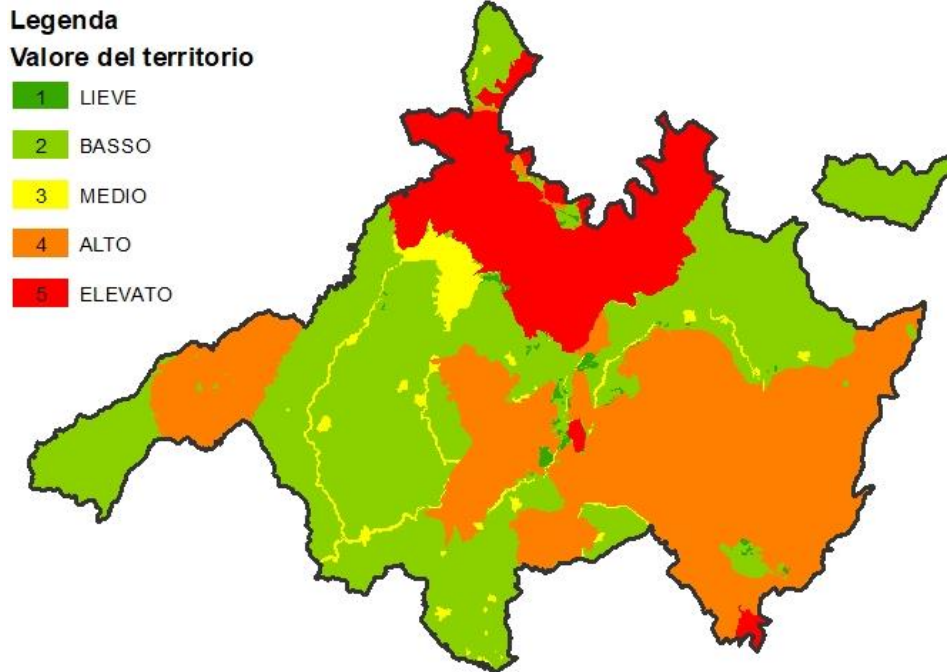
Per quantificare l'indicatore, si è proceduto poi assegnando ad ogni componente specifica una classe di sensitività sulla base della rilevanza territoriale della componente stessa (si veda tabella successiva). Ne risulta che circa il 50% del territorio comunale presenta un alto ed elevato grado di sensitività, e circa il 45% un basso grado di sensitività, dato principalmente dall'elevata estensione del territorio agricolo.

Valore SE1			Valori di sensitività			
Valore del territorio (VT)	Superficie comunale (Km²)	Superficie comunale (%)	Scala 0-5	Scala 0-1	Classe di sensitività	Grado di sensitività
Zone turistico-ricettive PRG	1,22	0,54%	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
Parchi e giardini privati di interesse storico-ambientale, territorio agricolo	100,86	44,52%	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
Aree di interesse archeologico, scenari, punti e strade panoramici, crinali, corsi d'acqua, edifici e manufatti di interesse storico-architettonico, musei, teatri	7,43	3,28%	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
Centri e nuclei storici, litorale, parchi e riserve	80,76	35,64%	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
Siti Natura2000 (SIC, ZPS, ZSC), siti UNESCO, paesaggio rurale storico	36,31	16,02%	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5
VALORE COMUNALE						
	226,58	100,00	2,34	0,46	Moderata	2,34





Pertanto, sulla base delle soglie di sensibilità definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Valore del territorio* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 2,34, presenta un **grado di sensibilità moderato** ai fenomeni connessi con i cambiamenti climatici.



Indicatore Valore del territorio del Comune di Urbino (elaborazione su base dati PRG e PPAR)





Indicatore di sensitività SE2 - Pericolosità territoriale (PT)

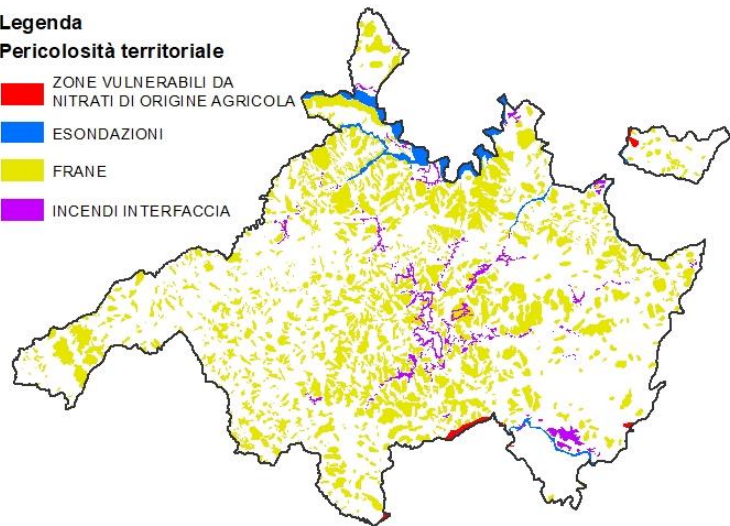
L'indicatore *pericolosità territoriale* prende in considerazione le pericolosità territoriali potenzialmente interferenti con il sistema turistico-culturale e paesaggistico-ambientale, con conseguenze che potrebbero manifestarsi in termini di degrado ambientale, alterazione del paesaggio, danneggiamenti dei beni culturali e delle strutture turistico-ricettive.

Sono state pertanto considerate le principali pericolosità del territorio comunale, quali dissesti idrogeologici (frane, esondazioni)²², inquinamento da nitrati di origine agricola²³ ed incendi di interfaccia²⁴.

Legenda

Pericolosità territoriale

- ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA
- ESONDAZIONI
- FRANE
- INCENDI IN INTERFACCIA



Pericolosità territoriali del Comune di Urbino (fonti dati: PAI, Piano Comunale di Protezione Civile, Prima individuazione delle Zone Vulnerabili da Nitrati d'origine agricola della Regione Marche)

È stato quindi definito un primo valore di sensitività, dato dalla percentuale di superficie soggetta a pericolosità sul totale della superficie comunale (si veda tabella a lato). Il Comune di Urbino, con il 25% di territorio soggetto a pericolosità, presenta un grado di sensitività moderato.

Valore PT (%/totale)	Classe di sensitività	Grado di sensitività
< 9,99%	Lieve	1
10% - 19,99%	Bassa	2
20% - 29,99%	Moderata	3
30% - 39,99%	Alta	4
> 40%	Elevata	5

Superficie totale comunale	Superficie soggetta a pericolosità		Superficie non soggetta a pericolosità	
226,23 kmq	61,73 kmq	27%	164,49 kmq	73%

²² Autorità di Bacino della Regione Marche, Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), aggiornamento 2016 (<http://www.autoritabacino.marche.it/pai/paiintro.asp>).

²³ Con Decreto del Dirigente del Servizio Tutela Ambientale del 10 settembre 2003, n. 10, la Regione Marche, ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs. 152/99 e dell'allegato 7 – parte A, ha provveduto alla "Prima individuazione delle Zone Vulnerabili da Nitrati d'origine agricola" (<http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Ambiente/Tutela-delle-acque/ZVN>).

²⁴ Dati desumibili dal Piano rischio incendi e interfaccia che accompagna il Piani di Emergenza di Protezione Civile Comunale.



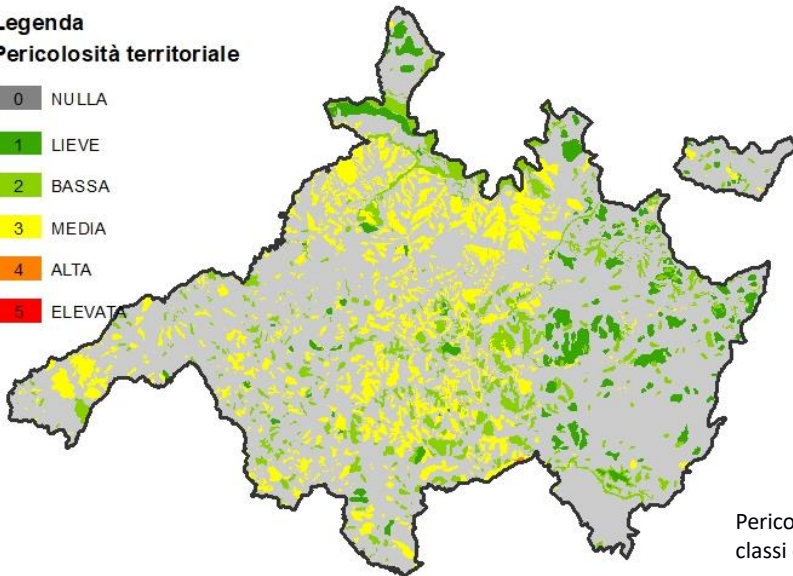


In relazione al grado di pericolosità di ogni componente, sono state poi individuate cinque classi di sensibilità, come indicato nella seguente tabella:

Pericolosità	Classe di sensibilità	Grado di sensibilità
-	Nulla	0
PAI P1, P bassa incendi, PAI P1 e P bassa incendi	Lieve	1
PAI P2, PAI P2 e P bassa incendi, PAI P1 e P media-alta incendi	Bassa	2
PAI P3, P media incendi, PAI P3 e P bassa incendi, PAI P2 e P media-alta incendi, nitrati, PAI P1-P2 e nitrati	Moderata	3
PAI P4, P alta incendi, PAI P4 e P bassa incendi, PAI P3 e P media-alta incendi, PAI P3 e nitrati	Alta	4
PAI P4 e P media-alta incendi, PAI P4 e nitrati	Elevata	5

Legenda
Pericolosità territoriale

- 0 NULLA
- 1 LIEVE
- 2 BASSA
- 3 MEDIA
- 4 ALTA
- 5 ELEVATA



Pericolosità territoriali del Comune di Urbino - elaborazione classi di sensibilità

Dalle analisi risulta che circa il 50% delle aree soggette a pericolosità sono di grado moderato, mentre le restanti sono di grado basso (in prevalenza) e lieve. Solamente lo 0,07% delle aree soggette a pericolosità presentano un grado alto, e non si riscontrano aree con grado di sensibilità elevato. Risulta dunque per il parametro del *livello di pericolosità* un valore medio di sensibilità moderato.

Valori Comune di Urbino		Valori di sensibilità			
Superficie comunale (Km ²)	Superficie comunale (%)	Scala 0-5	Scala 0-1	Classe di sensibilità	Grado di sensibilità
10,68	17,31%	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
20,72	33,57%	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
30,28	49,05%	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
0,04	0,07%	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
0,00	0,00%	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5
61,73	100,00	2,47	0,49	Moderata	2,47





L'indicatore Pericolosità territoriale è stato calcolato come media ponderata dei due parametri precedenti (*superficie soggetta a pericolosità sul totale della superficie comunale e livello di pericolosità*), ai quali sono stati assegnati pesi differenti in base al loro grado di importanza e di significato: un peso maggiore al parametro del *livello di pericolosità* (0,7), ed uno minore al parametro di *superficie soggetta a pericolosità sul totale della superficie comunale* (0,3).

Ne deriva che l'indicatore *Pericolosità territoriale* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 2,62, presenta un **grado di sensitività moderato** ai fenomeni connessi con i cambiamenti climatici.

Parametri	Peso indicatore (w)	Valore grado di sensitività [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di sensitività
Superficie soggetta a pericolosità sul totale della superficie definita valore del territorio	0,3	3,00	0,60	Moderata
Livello di pericolosità	0,7	2,47	0,49	Moderata
Indicatore SE2 - Pericolosità territoriale (PT)	1,0	2,62	0,52	Moderata

Inoltre, è necessario sottolineare che il sottosuolo del centro storico è stato esplorato nei primi anni del 2000 da un gruppo speleologico che ha eseguito la mappatura degli antichi acquedotti e dei cunicoli drenanti, nonché alcuni interventi di bonifica. Già nel '500, un editto del duca Guidubaldo I richiamava all'obbligo di effettuare un attento controllo delle acque di superficie e di quelle del sottosuolo, per ragioni d'igiene e di statica. I numerosi pozzi erano organizzati in un sistema a quote degradanti, che consentiva il recupero delle acque chiare per un uso domestico, e le canalizzazioni garantivano un'efficiente rete di smaltimento delle acque scure.

L'efficacia di detto sistema è venuta meno negli anni recenti, in seguito ai lavori di metanizzazione e rifacimento del manto stradale, che hanno cementato alcuni tratti dei canali di scolo, facendo sì che l'acqua, senza vie di sfogo, si accumulasse nel sottosuolo, iniziando ad infiltrarsi nei muri dei palazzi.

La risalita capillare di umidità e i sali trasportati dall'acqua, sono una delle principali cause di degrado degli intonaci negli edifici del centro storico. Tale fenomeno interessa anche elementi in pietra, soglie, stipiti di portoni, producendo danni irrimediabili alle abitazioni ed al patrimonio artistico e architettonico.

La non regimazione delle acque produce fenomeni erosivi a livello delle fondazioni, i cui effetti andrebbero attentamente monitorati per prevenire possibili dissesti statici.

Nel Piano di Adattamento è dunque opportuno prevedere azioni quali:

- ulteriore approfondita esplorazione del sottosuolo, al fine di creare una mappatura completa del sistema di raccolta e smaltimento delle acque e dei pozzi;
- integrazione dei dati raccolti attraverso detta esplorazione con le mappe delle vie fognarie esistenti, coinvolgendo nella ricostruzione della mappatura la memoria storica dei tecnici del passato per le parti mancanti;
- individuazione dei tratti ostruiti o interrotti al fine di provvedere ad effettuare interventi di bonifica e ripristino dei sistemi drenanti.





Indicatore di sensitività SE3 - Numero di occupati nel settore dei beni culturali e turismo

L'indicatore del numero di occupati nel settore dei beni culturali e turismo è stato calcolato assumendo che nel caso in cui le variazioni climatiche possano incidere nel sistema dei flussi turistici, ciò potrebbe di riflesso tradursi in una diminuzione del numero di occupati nel settore.

Pertanto, a partire dal numero di occupati desunto dal Censimento ISTAT della Popolazione e delle Abitazioni del 2011²⁵, l'indicatore è stato calcolato come rapporto tra il numero di occupati nel settore beni culturali e turismo ed il numero totale di occupati a livello comunale. Più è elevato questo dato, maggiore è la vulnerabilità del sistema del lavoro, poiché maggiore sarà il peso economico del settore beni culturali e turismo nel sistema economico locale.

40

In termini assoluti il Comune di Urbino presenta una percentuale di occupati nel settore beni culturali e turismo sul totale pari al 16,2%, leggermente inferiore rispetto al un valore medio regionale di 18,5%. Il rapporto tra il numero di occupati nel settore cultura e turismo e gli occupati totali risulta pari a 0,16.

	Numero totale di occupati	Numero di occupati nel settore cultura e turismo	% occupati nel settore a cultura e turismo	Rapporto tra il numero di occupati nel settore cultura e turismo e gli occupati totali
Comune di Urbino	6.487	1.051	16,2%	0,16
Regione Marche	649.593	120.312	18,5%	0,18

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore del *Numero di occupati nel settore dei beni culturali e turismo* del Comune di Urbino, con un rapporto tra il numero di occupati nel settore cultura e turismo e gli occupati totali percentuale pari a 0,16 presenta un **grado di sensitività alto** ai fenomeni connessi con i cambiamenti climatici.

Valore SE3		Classe di sensitività	Grado di sensitività
Rapporto tra il numero di occupati nel settore cultura e turismo e gli occupati totali	Scala 0-1		
<= 0.049	0,00-0,20	Lieve	1
0.050 - 0.999	0,21-0,40	Bassa	2
0.100 - 0.149	0,41-0,60	Moderata	3
0.150 - 0.199	0,61-0,80	Alta	4
>= 0.20	0,81-1,00	Elevata	5

²⁵ <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx>.





Indicatore di sensitività SE4 - Pericolosità Antropica (PA)

L'analisi della pericolosità antropica fa riferimento alla Carta del Rischio del Patrimonio Culturale Italiano²⁶, in cui la pericolosità antropica è stata definita a partire da ragionamenti deduttivi finalizzati a verificare se la pressione antropica attribuita ad un dato territorio sia di fatto pericolosa per i beni presenti.

Nella presente analisi i fattori antropici identificati come potenzialmente responsabili di effetti negativi sulla conservazione del patrimonio culturale sono riducibili a due aree tematiche²⁷:

41

- *dinamiche della densità demografica (spopolamento o sovrappopolamento)* - Lo spopolamento comporta in genere il venire meno delle condizioni di convenienza (economica e sociale) alla sorveglianza, alla manutenzione e alla valorizzazione del bene, favorendo, di fatto, il progressivo e ineluttabile degrado del bene. L'eccessivo incremento della popolazione, invece, non garantendo le componenti considerate vitali per la conservazione e la fruibilità del bene culturale, provoca un impatto potenzialmente dannoso sul monumento e sull'area sulla quale insiste.
- *pressione turistica* - La fruizione turistica può costituire un serio pericolo per la conservazione dei beni culturali, soprattutto in assenza di servizi, strutture e politiche gestionali.

Al fine di definire l'indicatore di pericolosità antropica, sono stati dunque individuati e calcolati i seguenti sotto-fattori:

- SE4.1 - pressione turistica
- SE4.2 - pressione turistica potenziale
- SE4.3 - dinamiche demografiche

Dalla media ponderata dei tre sotto-fattori, risulta un indicatore di sintesi della pericolosità antropica con un **grado di sensitività lieve**, come dimostrato dalla tabella seguente.

Fattori pericolosità antropica	Classe di sensitività	Grado di sensitività		Peso dei parametri
		Scala 1-5	Scala 0-1	
Pressione turistica	Alta	4,00	0,80	0,33
Pressione turistica potenziale	Bassa	2,00	0,40	0,33
Dinamiche demografiche	Moderata	3,00	0,60	0,33
Indicatore SE4 - Pericolosità Antropica (PA)	Moderata	3,00	0,60	1,00

Si riportano di seguito le analisi specifiche dei tre sotto-fattori.

²⁶ Prodotto dinamico del Sistema informativo territoriale, che attraverso rappresentazioni cartografiche tematiche aggiornabili, permette di conoscere la distribuzione territoriale dei beni, nonché di calcolare l'intensità del rischio di perdita a cui è soggetto ogni bene appartenente al patrimonio culturale italiano (1996). <http://www.cartadelrischio.it/>

²⁷ Nella Carta del Rischio viene trattato anche il fattore di "susceptibilità al furto", fattore non preso in considerazione nella presente analisi per mancanza di dati.





SE4.1 - Pressione turistica

Il fattore di pressione turistica è definito come il rapporto tra le presenze totali delle strutture turistico-ricettive (popolazione turistica) e la popolazione residente.

Il numero di presenze totali sulle strutture turistico-ricettive e il numero di residenti sono ricavati dal Sistema Informativo Statistico della Regione Marche²⁸ (fonte dati: ISTAT 01/01/2017).

ESERCIZI ALBERGHIERI		ESERCIZI COMPLEMENTARI		POPOLAZIONE TURISTICA		POPOLAZIONE RESIDENTE	SE4.1 PRESSIONE TURISTICA
Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze		
53.064	125.787	42.452	435.691	95.516	561.478	14.844	37,38

Suddividendo le classi di sensibilità sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, il sotto-fattore *Pressione turistica* del Comune di Urbino, con un valore pari a 37,38, presenta un **grado di sensibilità alto**.

Valore SE4.1		Classe di sensibilità	Grado di sensibilità
Valore	Scala 0-1		
<= 9.99	0,00-0,20	Lieve	1
10.00 - 19.99	0,21-0,40	Bassa	2
20.00 - 29.99	0,41-0,60	Moderata	3
30.00 - 39.99	0,61-0,80	Alta	4
>= 40.00	0,81-1,00	Elevata	5

SE4.2 - Pressione turistica potenziale

Il fattore di pressione turistica potenziale è definito come il rapporto tra la popolazione turistica teorica massima (occupazione simultanea di tutti i posti letto disponibili) e la popolazione residente.

Il numero dei posti letto e il numero di residenti sono ricavati dal Sistema Informativo Statistico della Regione Marche²⁹ (fonte dati: ISTAT 01/01/2017).

(A) ESERCIZI ALBERGHIERI	(B) ESERCIZI COMPLEMENTARI																(C) ALLOGGI PRIVATI IN AFFITTO						
	Campeggi		Villaggi turistici		Campeggi - Villaggi turistici (forma mista)		Alloggi in affitto gestiti in forma imprenditoriale		Agriturismi		Ostelli per la gioventù		Case per ferie		Rifugi di montagna		Altri esercizi ricettivi		B&B		Altri alloggi privati		
	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	N°	Letti	
12	991	1	245	0	0	0	0	10	103	40	686	0	0	2	76	0	0	9	1615	74	381	7	48

Popolazione turistica teorica massima	Popolazione residente	Pressione turistica potenziale
4.145	14.844	0,28

²⁸ Elaborazione P.F. Performance e sistema statistico su dati Istat <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/turismo>. Popolazione residente <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/Popolazione>

²⁹ Rilevazione sulla capacità degli esercizi ricettivi - MOD. ISTAT CTT/4 <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/turismo>. Popolazione residente <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/Popolazione>





Dalle analisi risulta una popolazione turistica teorica massima pari a poco meno di un terzo della popolazione residente. Pertanto, suddividendo le classi di sensibilità sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, il sotto-fattore *Pressione turistica potenziale* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 0,28, presenta un **grado di sensibilità basso**.

Valore SE4.2		Classe di sensibilità	Grado di sensibilità
Valore	Scala 0-1		
<= 0.19	0,00-0,20	Lieve	1
0.20 - 0.29	0,21-0,40	Bassa	2
0.30 - 0.39	0,41-0,60	Moderata	3
0.40 - 0.49	0,61-0,80	Alta	4
>= 0.50	0,81-1,00	Elevata	5

SE4.3 - Dinamiche demografiche

Il fattore delle dinamiche demografiche prende in considerazione lo *spopolamento*, che comporta in genere il venire meno delle condizioni di convenienza (economica e sociale) alla sorveglianza, alla manutenzione e alla valorizzazione del bene, favorendo, di fatto, il progressivo e ineluttabile degrado del bene; *l'eccessivo incremento della popolazione*, che provoca un impatto potenzialmente dannoso sul monumento e sull'area sulla quale insiste non garantendo le componenti considerate vitali per la conservazione e la fruibilità del bene culturale.

Lo spopolamento o eccessivo incremento sono stati definiti come variazione demografica della popolazione residente dal 2012 al 2017. Anche in questo caso il numero di residenti è stato ricavato dal Sistema Informativo Statistico della Regione Marche³⁰ (fonte dati: ISTAT 01/01/2017).

POPOLAZIONE RESIDENTE	POPOLAZIONE RESIDENTE	DINAMICHE DEMOGRAFICHE
2012	2017	
15.503	14.844	0,044

Dalle analisi risulta una dinamica in calo della popolazione residente (spopolamento), con una perdita pari a quasi il 5% dal 2012 al 2017. Pertanto, suddividendo le classi di sensibilità sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, il sotto-fattore *Dinamiche demografiche* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 0,044, presenta un **grado di sensibilità moderato**.

Valore SE4.3		Classe di sensibilità	Grado di sensibilità
Valore	Scala 0-1		
0.000 - 0.019	0,00-0,20	Lieve	1
0.020 - 0.039	0,21-0,40	Bassa	2
0.040 - 0.059	0,41-0,60	Moderata	3
0.060 - 0.079	0,61-0,80	Alta	4
>= 0.080	0,81-1,00	Elevata	5

³⁰ Popolazione residente <http://statistica.regione.marche.it/statistiche-per-argomento/Popolazione>





Indicatore sintetico di sensitività - SE

L'indicatore sintetico di sensitività del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei quattro indicatori precedentemente calcolati:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2 + SE_3 * w_3 + SE_4 * w_4)}{\sum_1^4 w}$$

Ai fini del calcolo di un valore globale di sensitività del territorio, sono stati assegnati differenti ai quattro fattori considerati.

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, con un peso maggiore ai fattori "valore del territorio" e "pericolosità valore del territorio" (0,3), ed un peso minore ai fattori "numero di occupati nel settore dei beni culturali e turismo" e "pericolosità antropica" (0,2).

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di sensitività calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di sensitività alta** del *sistema aziendale agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo*, dato principalmente da un alto numero di occupati nel settore e da un valori moderati di valore territoriale e di pericolosità legate ai rischi territoriali.

Indicatori di sensitività	Peso indicatore (w)	Valore grado di sensitività [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di sensitività
SE1 - Valore del territorio	0,3	2,33	0,46	Moderata
SE2 - Pericolosità territoriale	0,3	2,52	0,54	Moderata
SE3 - Numero di occupati	0,2	4,00	0,80	Alta
SE4 - Pericolosità antropica	0,2	3,00	0,60	Moderata
SE - Indicatore sintetico di sensitività	1,0	2,85	0,58	Moderata



Indicatori di capacità adattiva

Il livello di capacità adattiva del sistema beni culturali e turismo ai possibili impatti dei cambiamenti climatici è stato misurato sulla base del *livello di tutela* dei beni e delle aree che costituiscono rilevanze da un punto di vista turistico-culturale e paesaggistico-ambientale (CA1), e sulla base del *grado di prevenzione* (CA2), misurato in termini di *monitoraggio* continuo e programmato delle risorse paesaggistiche ed ambientali, degli ambienti prossimi ai beni ed ai siti di valore e dello stato di conservazione dei monumenti, e di *conservazione preventiva* del patrimonio edilizio (definito come il rapporto tra il numero degli interventi di manutenzione e il numero degli interventi di recupero, restauro e ristrutturazione sul patrimonio architettonico, monumentale ed edilizio pubblico e privato).

	Indicatori di capacità adattiva
CA1	Livello di tutela
CA2	Livello di prevenzione

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di capacità adattiva.



Indicatore di capacità adattiva CA1 - Livello di tutela

Per valutare l'indicatore del livello di tutela è stata calcolata la percentuale territoriale di aree sulle quali insistono norme e strumenti di vincolo e tutela: sito UNESCO e relativa *buffer zone*, siti rete Natura 2000 (derivanti dall'applicazione delle Direttive Uccelli (79/409/CEE) concernente la protezione degli uccelli selvatici e Habitat (92/43/CEE) sulla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche), aree protette (*sensu* Legge 6 dicembre 1991, n. 394 - Legge Quadro sulle Aree Protette), tutele integrali ed orientate definite nel Piano Paesaggistico Ambientale Regionale (PPAR) e recepite nel Piano Regolatore Generale comunale (PRG). Ad ogni livello di vincolo e tutela è stato poi assegnato un determinato grado di capacità adattiva, sulla base dei valori indicati nella tabella seguente.

46

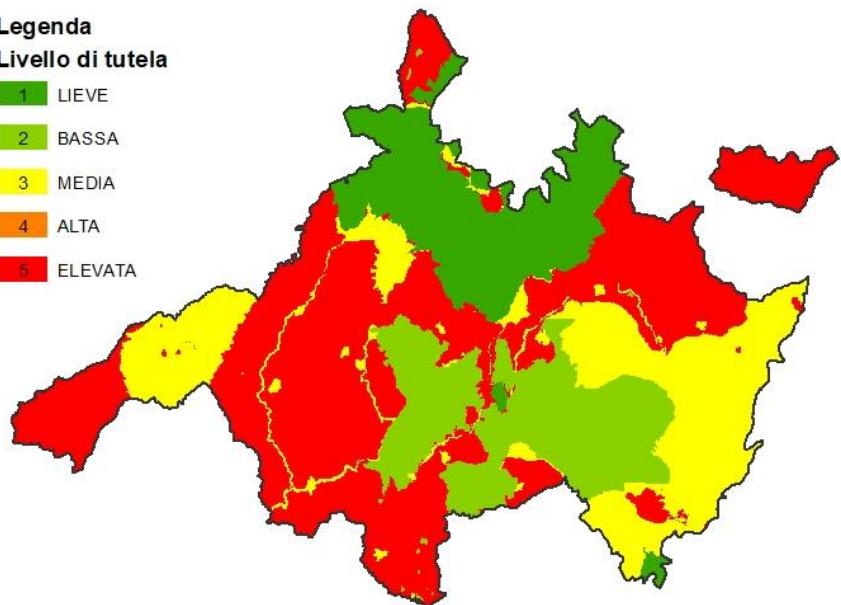
Valore CA1			Valori di capacità adattiva			
Livello di tutela	Superficie comunale (Km ²)	Superficie comunale (%)	Scala 0-5	Scala 0-1	Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
Siti Natura2000 (SIC, ZPS, ZSC), sito UNESCO, paesaggio rurale storico	36,31	16,05	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
Buffer zone sito UNESCO	36,55	16,16	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
Vincoli di tutela integrale (scenari, punti e strade panoramici, crinali, corsi d'acqua, edifici e manufatti di interesse storico-architettonico, musei, teatri)	51,28	22,67	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
Vincoli di tutela orientata (aree di interesse archeologico) e vincolo idrogeologico	0,00	0,00	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
Assenza di vincoli e tutele	102,10	45,13	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5
VALORE COMUNALE						
	226,23	100,00	3,42	0,68	Alta	3,42

Per il Comune di Urbino risulta circa il 50% del territorio comunale non soggetto ad alcun tipo di vincolo o tutela, e dunque ad alto ed elevato grado di capacità adattiva, e circa il 32% del territorio tutelato e vincolato da strumenti di interesse mondiale e comunitario.

Pertanto, sulla base delle soglie di capacità adattiva definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Livello di tutela* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,42, presenta un **grado di capacità adattiva alto**.

Legenda Livello di tutela

- 1 LIEVE
- 2 BASSA
- 3 MEDIA
- 4 ALTA
- 5 ELEVATA



Indicatore di Livello di tutela del Comune di Urbino (fonti dati: PPAR, PRG)





Indicatore di capacità adattiva CA2 - Livello di prevenzione

Il *monitoraggio* continuo e programmato delle risorse paesaggistiche ed ambientali, degli ambienti prossimi ai beni ed ai siti di valore e dello stato di conservazione dei monumenti, e la *conservazione preventiva* dei beni culturali e monumentali, rivestono un ruolo fondamentale nel valutare la capacità di adattamento del patrimonio culturale agli impatti dei cambiamenti climatici. Un sistema di monitoraggio diffuso consente di verificare le condizioni del bene e di intervenire con opportune attività di manutenzione laddove si constatano situazioni critiche, favorendo, in tale modo, la riduzione del numero di interventi di restauro/ripristino maggiormente invasivi e costosi. Una politica di conservazione preventiva contiene al massimo il progredire del deterioramento spontaneo e continuo a cui sono soggetti i beni.

Il fattore del livello di prevenzione è stato dunque analizzato nelle due componenti di:

- *livello di monitoraggio*, definito come la percentuale di area definita “valore del territorio” monitorata in maniera continua e programmata (es. sensori iperspettrali, sensori GNSS, ecc.);
- *livello di conservazione preventiva*, definito come il rapporto tra il numero degli interventi di manutenzione e il numero degli interventi di recupero, restauro e ristrutturazione sul patrimonio architettonico, monumentale ed edilizio pubblico e privato.

Per quanto riguarda il *livello di monitoraggio*, purtroppo non si segnalano monitoraggi in corso (e in previsione) sul patrimonio culturale (inteso come patrimonio architettonico, monumentale, paesaggistico e ambientale). Il valore di capacità adattiva risulta dunque nullo, corrispondente ad un **grado di capacità adattiva elevato**.

Il *livello di conservazione preventiva* è stato calcolato estrapolando il numero degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sul numero degli interventi di recupero, restauro e ristrutturazione, per il periodo temporale compreso tra il 2012 ed il 2017³¹. Come sintetizzato nella tabella a lato, risulta per il Comune di Urbino che su un totale di 3.430 pratiche, circa 1.110 riguardano interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, mentre circa 1.020 riguardano interventi di recupero, restauro e ristrutturazione.

Pratiche edilizie	N°	Livello di conservazione preventiva (M/R)
Manutenzione ordinaria e straordinaria (M)	1.116	1,09
Recupero, restauro e ristrutturazione (R)	1.023	
Altro	1.291	-

Valore CA2			Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
M/R	Scala 0-5	Scala 0-1		
>= 2,00	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
1,50 - 1,99	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
1,00 - 1,49	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
0,50 - 0,99	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
0,00 - 0,49	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5

Sono state poi assegnate soglie di capacità adattiva sulla base del rapporto M/R, come da tabella a lato, dalle quali risulta, a seguito di una media ponderata dei valori, un valore M/R pari a 1,09, corrispondente ad un **grado di capacità adattiva moderato**.

³¹ Fonte dati: Sistema Informativo Territoriale (SIT) del Comune di Urbino.





Dalla media ponderata dei due fattori di *monitoraggio* e *conservazione preventiva*, risulta un indicatore di sintesi del Livello di prevenzione con un **grado di capacità adattiva alta**, determinato prevalentemente dalla totale assenza di strumenti di monitoraggio.

Fattori Livello di prevenzione	Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva		Peso dei parametri
		Scala 1-5	Scala 0-1	
Monitoraggio	Elevata	5,00	1,00	0,50
Conservazione preventiva	Moderata	3,00	0,60	0,50
Indicatore CA2 - Livello di prevenzione	Alta	4,00	0,80	1,00

Indicatore sintetico di capacità adattiva - CA

L'indicatore sintetico di capacità adattiva è stato calcolato come media ponderata dei due indicatori precedentemente calcolati, ai quali è stato assegnato lo stesso peso:

$$CA = \frac{(CA_1 * w_1 + CA_2 * w_2)}{\sum_1^2 w}$$

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di capacità adattiva calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di capacità adattiva alta** del *sistema beni culturali e turismo alle variazioni climatiche*.

Indicatori di capacità adattiva	Peso indicatore (w)	Valore grado di capacità adattiva [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di capacità adattiva
CA1 - Livello di tutela	0,50	3,42	0,68	Alta
CA2 - Livello di prevenzione	0,50	4,00	0,80	Alta
CA - Indicatore sintetico di capacità adattiva	1,00	3,71	0,74	Alta





Sintesi dell'analisi di vulnerabilità del settore beni culturali e turismo alle variazioni climatiche

Riassumendo quanto sopra esposto, l'analisi evidenzia un'esposizione moderata del settore beni culturali e turismo alle variazioni climatiche, determinata dagli indicatori di *siccità meteorologica* e di *indice di comfort turistico* anch'essi di grado medio, e dagli indicatori di *precipitazioni intense* ed *erosione dei materiali* di grado basso.

Anche la componente della sensitività risulta di grado moderato, con un alto grado dell'indicatore di *numero di occupati nel settore* e valori moderati per gli indicatori di *valore del territorio*, *pericolosità territoriale* e *pericolosità antropica*.

Per quanto riguarda la capacità adattiva, risulta un grado alto (e dunque negativo), dato da un *livello di tutela* ed un *livello di prevenzione* non adeguati a garantire una sostenibilità dell'elevato valore territoriale sia ambientale che antropico presente nel Comune di Urbino.

In sintesi, risulta per il Comune di Urbino un **grado di vulnerabilità moderato (3,21)** del settore beni culturali e turismo alle variazioni climatiche.

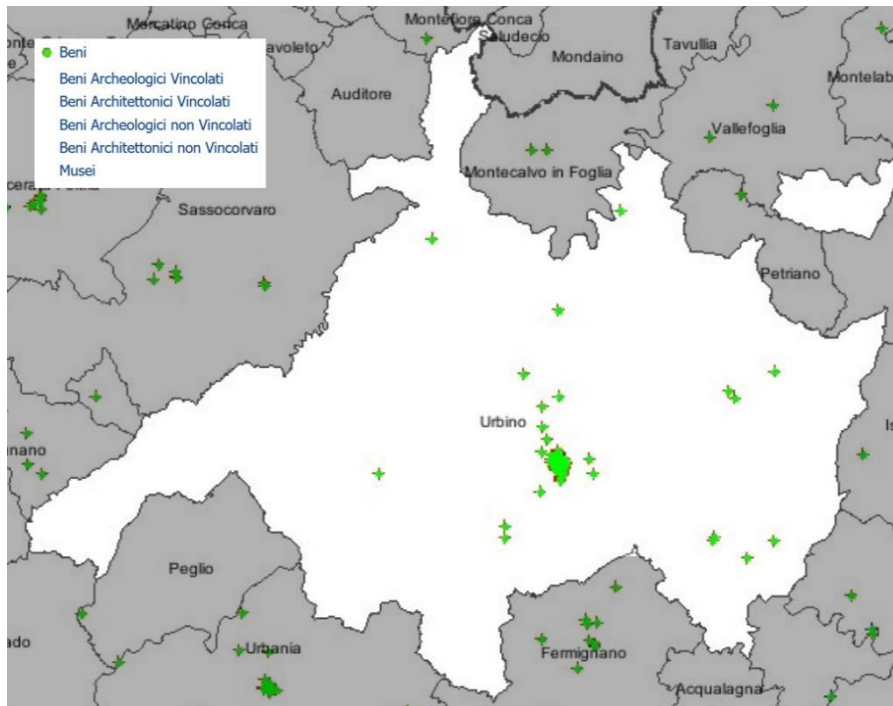
Componenti della vulnerabilità	Valore [Scala 1-5]	Valore normalizzato [Scala 0-1]	Classe di vulnerabilità
Esposizione (ES)	2,60	0,52	Moderata
Sensitività (SE)	2,85	0,58	Moderata
Capacità adattiva (CA)	3,71	0,74	Alta
VULNERABILITA'	3,21	0,64	Moderata

- Indicatore di Esposizione ES = 2,60 (Moderato)
- Indicatore di Sensitività SE = 2,85 (Moderato)
- Impatto Potenziale I (ES+SE) = 2,72 (Moderato)
- Capacità Adattiva CA = 3,71 (Alta)
- **Vulnerabilità = (2,72 + 3,71) / 2 = 3,21 (Moderata)**



Analisi degli scenari di rischio del settore beni culturali e turismo alle variazioni climatiche

Per quantificare il grado di *rischio* (*R*) si è fatto riferimento alla Carta Del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano³², redatta dall'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro (ISCR) allo scopo di valutare il rischio a cui sono esposti i beni culturali in rapporto al loro stato di conservazione e alle caratteristiche del territorio cui i beni appartengono.



Beni immobili monumentali del Comune di Urbino censiti nella Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano

La Carta del Rischio consiste in una piattaforma cartografica online (Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio - SIT CdR) che gestisce i dati censiti e georiferiti di oltre 100.000 beni immobili monumentali, per quanto riguarda i fattori di degrado che interessano l'intero patrimonio monumentale legati alle pericolosità del territorio nazionale (in calce al paragrafo l'elenco dei beni censiti per il Comune di Urbino). Grazie alla Carta del Rischio, ad oggi si dispone di una base dati idonea a garantire una adeguata gestione delle emergenze e delle attività di prevenzione nel caso si verificassero. Il sistema permette immediatamente, in presenza di un disastro naturale che colpisca il territorio, di indicare quali siano i fabbricati monumentali esistenti

nell'area colpita, fornire scenari di danno e conseguentemente indirizzare in modo adeguato le attività di rilevamento. Le informazioni così raccolte possono essere reperite on line da parte dei responsabili (Commissari straordinari, Direttori Regionali, Soprintendenze architettoniche e paesaggistiche, Soprintendenze archeologiche, Protezione Civile, Regioni, ecc.) per essere fruite e utilizzate. Nel campo della prevenzione dei disastri è possibile, in tempo di pace, utilizzare il sistema per immettere e gestire i dati di interesse relativi ad esempio alle condizioni di vulnerabilità delle fabbriche architettoniche o dei monumenti archeologici, incrementare le anagrafiche dei beni ecc. I dati così raccolti sono relazionati con le aree inserite nei piani dei domini di pericolosità territoriale per le decisioni di competenza del Dipartimento della Protezione Civile, del MIBACT, degli Enti locali e dei proprietari.

³² <http://www.cartadelrischio.it/>.





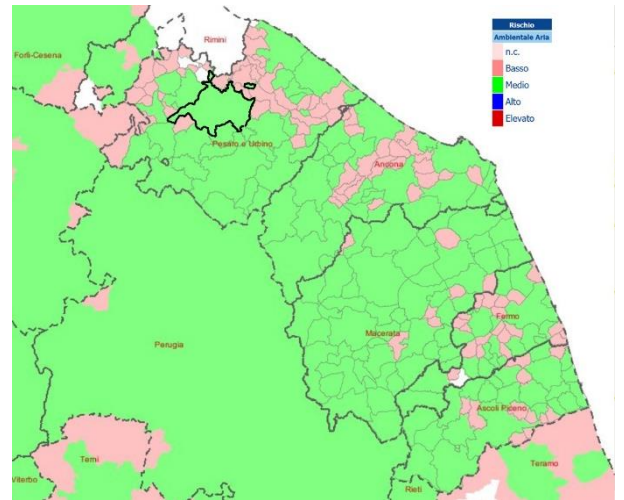
Le *categorie di rischio* indicate nella Carta del Rischio si riconducono a tre categorie:

- *rischio ambientale-aria*, in termini di inquinamento (annerimento) e di fenomeni climatici estremi (erosione dei materiali);
- *rischio statico*, che prende in considerazione sei fra le fenomenologie che incidono maggiormente sulla stabilità strutturale dei beni culturali rispetto alle aree territoriali comunali sulle quali essi insistono: sismica, idrogeologia (frane e dissesti, esondazioni, valanghe), vulcanica e dinamica dei litorali;
- *rischio antropico*, sulla base delle azioni che direttamente possono determinare un'alterazione dello stato di un bene o modificare il contesto in cui questo è ubicato (pressione antropica, densità demografica, abbandono di aree o centri abitati, concentrazione urbana dell'edificato, flussi turistici, visitatori di opere d'arte, numero dei furti).

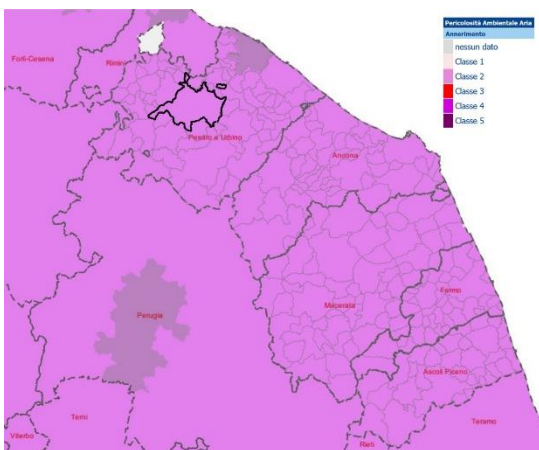
Per quanto riguarda la presente analisi, è stato preso in considerazione il grado di rischio della componente ambientale-aria, definito sulla base di due distinti indici:

- *indice di erosione (o carsico)*, che quantifica la perdita di materiale nell'unità di tempo ($\mu\text{m}/\text{anno}$);
- *indice di annerimento*, basato sull'influenza esercitata dalle emissioni di particolato.

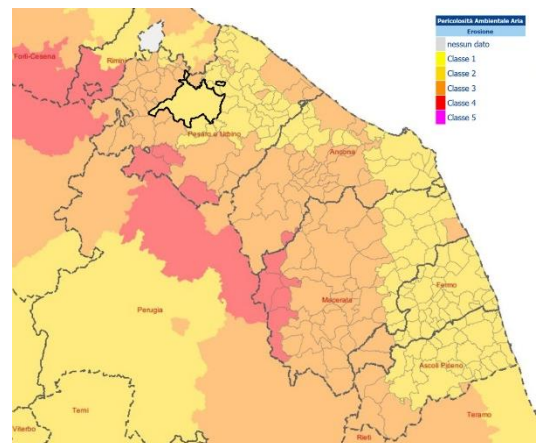
Ne risulta un **grado medio di rischio ambientale-aria** (immagine a destra), dato dall'*indice di annerimento di grado alto* (immagine in basso a sinistra) e dall'*indice di pericolosità di erosione dei materiali di grado basso* (immagine in basso a destra).



Indice di rischio ambientale-aria - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano



Indice di pericolosità di annerimento - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano

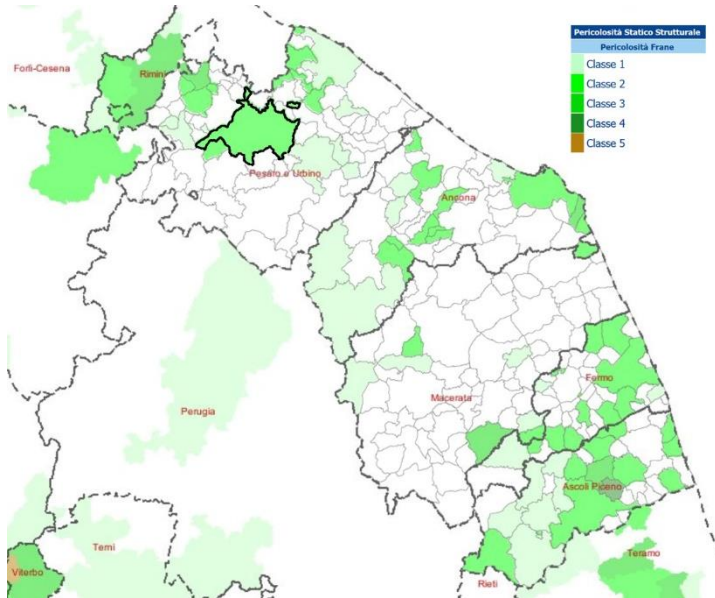


Indice di pericolosità di erosione dei materiali - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano





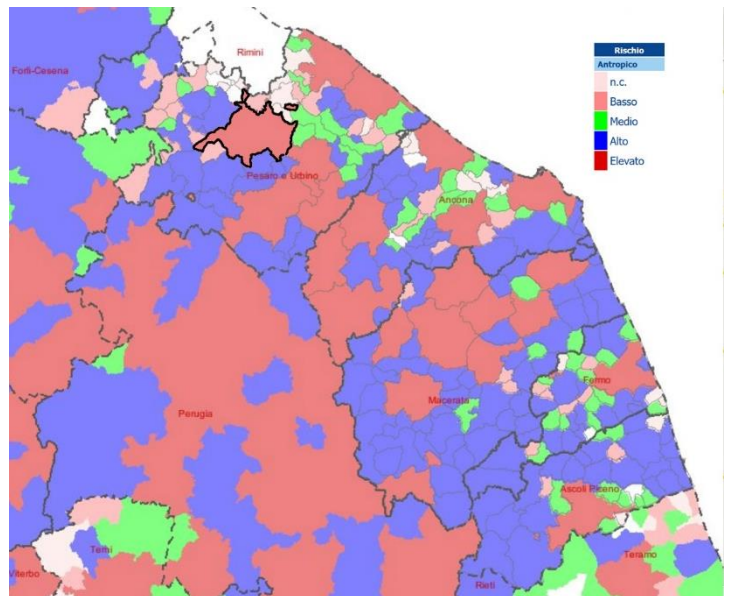
Inoltre, analizzando gli altri rischi definiti nella Carta del Rischio, risulta:



Un grado medio di rischio statico, dato dall'indice di pericolosità frane (grado basso) e dall'indice di pericolosità sismica (grado alto), con gli indici di pericolosità litorali, valanghe e vulcani di grado nullo.

Indice di pericolosità frane - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano

Un grado elevato di rischio antropico, dato dall'indice di pericolosità della pressione turistica (grado basso), dall'indice di pericolosità di concentrazione (grado basso), dall'indice di pericolosità antropica (grado elevato) e dall'indice di pericolosità per spopolamento (grado basso).



Indice di rischio antropico - Carta del Rischio Del Patrimonio Culturale Italiano





Carta del Rischio

Segretariato Generale

Elenco dei risultati della ricerca

Sono Stati Trovati 127 Record

Lista Beni

CODICI		LOCALIZZAZIONE	OGGETTO	
CDR	ICCD	INDIRIZZO	TIPO	DENOMINAZIONE
1ICR0038338AAAA		v. S.Domenico	teatro	TEATRO ROMANO (RESTI)
1ICR0038339AAAA		Piazza Rinascimento	colonna	OBELISCO
1ICR0038387AAAA			struttura muraria	MURA (RESTI)
1ICR0038388AAAA			cisterna	CISTERNA (RESTI)
1RTI0410593AAAA			struttura muraria	AREA CON TRATTI DI MURATURE E PORZIONI DI MOSAICI ROMANI
1RTI0410674AAAA		VIA RAFFAELLO	edificio	RESTI DI UN MURO ROMANO RIFERIBILE AD UN EDIFICIO ABSIDATO
2ICN0415713AAAA		ACCESSO DEI MORTI-CESARE BATTISTI	PORTALE	PORTA LAVAGINE
2ICN04157140000		LOCALITA' S.C. DELLE MURA	MURA	MURA URBICHE
2ICN04157140001		BASTIONE MATTEOTTI	CINTA MURARIA	BASTIONE DI S. PAOLO
2ICR0038330AAAA		PIAZZA DELLA REPUBBLICA	strada	PIAZZA DELLA REPUBBLICA
2ICR0038331AAAA		Piazza della Repubblica	collegio	COLLEGIO RAFFAELLO
2ICR0038332AAAA		Via Vittorio Veneto	palazzo	PALAZZO CASTRACANE
2ICR0038333AAAA		VIA F. BUDASSI	chiesa	CHIESA DELLA TORRE
2ICR0038334AAAA	1100047511		oratorio	ORATORIO DELLA MORTE
2ICR00383350000		V. Puccinotti	duomo	DUOMO
2ICR00383350001		V. Puccinotti	duomo	SCALINATA DEL DUOMO
2ICR00383350002		v. Puccinotti	campanile	CAMPANILE DEL DUOMO
2ICR00383350003	1100047517	V. Puccinotti	oratorio	ORATORIO DELLA GROTTA
2ICR0038336AAAA				PORTICO
2ICR00383370000			palazzo	PALAZZO DUCALE
2ICR00383370001				SCALONE MONUMENTALE
2ICR00383370002				CORTILE D'ONORE
2ICR00383370003			cappella	CAPPELLA DEL PERDONO
2ICR00383370004			tempio	TEMPIETTO DELLE MUSE
2ICR00383370005			loggia	SOPRALLOGGE
2ICR0038340AAAA			chiesa	CHIESA DI S. DOMENICO
2ICR0038341AAAA			casa	CASA IVARRA
2ICR0038342AAAA		VIA SAN DOMENICO	cappella	CAPPELLA
2ICR0038343AAAA		Piazza Gherardi	palazzo	PALAZZO DI GIUSTIZIA
2ICR0038344AAAA		v. S. Chiara	palazzo	PALAZZO PASSIONEI
2ICR0038345AAAA		V. S.Chiera	oratorio	ORATORIO DI S. CROCE
2ICR00383460000			teatro	TEATRO SANZIO
2ICR00383460001		SCALETTE DEL TEATRO	teatro	SCALETTE DEL TEATRO
2ICR00383470000	1100080071		palazzo	PALAZZO PALMA
2ICR00383470001			cortile	CORTILE
2ICR0038348AAAA		VIA MAZZINI	palazzo	PALAZZO LUMINATI
2ICR0038349AAAA		VIA BRAMANTE	casa	CASA GIULIANELLI
2ICR0038350AAAA		V. Mazzini	chiesa	S.FRANCESCO DI PAOLA O DEL CORPUS DOMINI
2ICR0038351AAAA		V. Mazzini	portale	PORTA DI VALBONA
2ICR0038352AAAA		Piazzale Mercatale	strada	PIAZZA MERCATALE
2ICR0038353AAAA		VIA SAFFI		SPINA DI EDIFICI
2ICR0038354AAAA				QUARTIERE DI S.GIOVANNI
2ICR0038355AAAA		v. Barocci	casa	CASA DEI BAROCCI
2ICR00383560000		V. Barocci	chiesa	ORATORIO DI S. GIUSEPPE
2ICR00383560001			cappella	CAPPELLA DEL PRESEPIO
2ICR0038357AAAA		V. Barocci	oratorio	ORATORIO DI S. GIOVANNI BATTISTA
2ICR00383580000		PIAZZA S. FRANCESCO	convento	CHIESA DI S. FRANCESCO
2ICR00383580001			cappella	CAPPELLA DEL SACRAMENTO
2ICR00383580003			convento	CONVENTO S. FRANCESCO
2ICR0038359AAAA		VIA BRAMANTE	strada	VIA BRAMANTE
2ICR0038360AAAA			palazzo	PALAZZO ALBANI
2ICR0038361AAAA		Via Bramante	fontana	FONTANA
2ICR0038362AAAA		V. Scalette di S. Spiri	orto	ORTO BOTANICO
2ICR0038363AAAA			chiesa	CHIESA DI S. SPIRITO
2ICR0038364AAAA				STATUA DI ALESSANDRO VIII
2ICR0038365AAAA		VIA BRAMANTE 59	casa	CASA
2ICR0038366AAAA		VIA BRAMANTE	palazzo	CASA DEI GENGA
2ICR0038367AAAA		VIA BRAMANTE 62	casa	CASA
2ICR0038368AAAA		Via Raffaello	portale	PORTA S. LUCIA
2ICR0038369AAAA		Via Raffaello	casa	CASA DI RAFFAELLO
2ICR0038370AAAA		Via Raffaello	casa	CASA LEONI
2ICR0038371AAAA		V Raffaello	chiesa	CHIESA DI S. SERGIO
2ICR0038372AAAA		VIA RAFFAELLO	strada	VIA RAFFAELLO
2ICR0038373AAAA		Via Timoteo Viti	ospedale	OSPEDALE VECCHIO
2ICR0038374AAAA	1100080063	V. Raffaello	casa	CASA FABRETTI





2ICR0038375AAAA		VIA PORTICALE		EDIFICI
2ICR0038376AAAA		Piazzale Roma	monumento	MONUMENTO A RAFFAELLO
2ICR0038377AAAA		Viale Bruno Buozzi	mura	MURA
2ICR0038378AAAA		V. BUOZZI	fortezza	FORTEZZA DELL'ALBORNOZ
2ICR0038379AAAA		V. dell'Annunziata	cappella	CAPPELLA DELL'ANNUNZIATA
2ICR0038380AAAA			chiesa	CHIESA DELLA MADONNA DI LORETO
2ICR0038381AAAA			chiesa	CHIESA DELLA MADONNA DELL'HOMO
2ICR00383820000		Via Santa Chiara	monastero	EX CONVENTO DI S. CHIARA
2ICR00383820001			chiesa	EX CHIESA CONVENTUALE DI S. CHIARA
2ICR0038383AAAA		V. Matteotti	chiesa	EX CHIESA DI S. DONATO
2ICR00383840000			chiesa	CHIESA DI S. BERNARDINO DEGLI ZOCCOLANTI
2ICR00383840001			chiosstro	CHIOSSTRO DEL CONVENTO DI S. BERNARDINO
2ICR00383840002	1100047519		convento	CONVENTO DI S. BERNARDINO
2ICR0038385AAAA		Via Porta Maia	casa	CASA BATTIFERRI
2ICR0038386AAAA		Via Porta Maia	casa	CASA PUCCINOTTI
2ICR00383890000			chiesa	CHIESA DI S. GIROLAMO
2ICR0038390AAAA		V. Saffi	palazzo	PALAZZO DELL'UNIVERSITA'
2ICR0038391AAAA	1100047557	Via Saffi	palazzo	PALAZZO ANTALDI
2ICR0038392AAAA		Via Saffi	chiesa	CHIESA DI S. CATEERINA
2ICR0038393AAAA			palazzo	PALAZZO SEMPRONI
2ICR0038394AAAA			chiesa	CHIESA DI S. PAOLO
2ICR0038395AAAA		Via Saffi	chiesa	EX CHIESA S.M. DELLA BELLA -FAC. MAGISTERO
2ICR0038396AAAA	1100047580	Via Saffi	chiesa	CHIESA DI S. AGOSTINO
2ICR0038398AAAA			loggia	ARCATA IN VIA VITTORIO VENETO 32
2RTI0410594AAAA	1100047563	VIA MAZZINI	casa	CASA BISIGOTTI
2RTI0410595AAAA			casa	CASA COLONICA RINNOVATA NELL'OTTOCENTO
2RTI0410596AAAA			casa	CASA COLONICA TARDO SETTECENTO
2RTI0410598AAAA		VIA VALERIO	casa	CASA CON CORNICI E LE LUCI DELLE FINESTRE
2RTI0410601AAAA		VIA SAFFI	casa	CASA DI VIA SAFFI
2RTI0410604AAAA	1100047542	VIA MAZZINI	casa	CASA LUMINATI
2RTI0410606AAAA	1100047521	Via Giro del Cassero	casa	CASA TIMOTEO VITI
2RTI0410609AAAA		VIA PIANA	chiesa	CHIESA DI S. APOLLINARE
2RTI0410610AAAA		VIA S. BARTOLO	chiesa	CHIESA DI S. BARTOLOMEO
2RTI0410613AAAA		VIA MAZZINI	chiesa	CHIESA DI S. GREGORIO
2RTI0410614AAAA			chiesa	CHIESA DI S. MARIA ASSUNTA
2RTI0410616AAAA			chiesa	CHIESA MADONNA DELLA NEVE
2RTI0410619AAAA			chiesa	CHIESUOLA DI S. MARIA DELL'UMILTA' CON AFFRESCI DEL NELLI
2RTI0410622AAAA			casa	CASA E CAPPELLA
2RTI0410623AAAA			chiesa	CHIESA DEI SS. GIACOMO E FILIPPO DEI FORQUINI E CASA CANONICA
2RTI0410624AAAA			chiesa	CHIESA DI S. ANDREA IN PRIMICILIO E CASA CANONICA
2RTI0410626AAAA			chiesa	CHIESA DI S. PIETRO IN MONTEOLIVO E ANNESSA CASA CANONICA
2RTI0410629AAAA			chiesa	CHIESA DI SANTA BARBARA E CASA CANONICA
2RTI0410631AAAA				COMPLESSO CA' PACIOTTI
2RTI0410632AAAA			casa	COMPLESSO FORMATO DALLA CASA COLONICA
2RTI0410634AAAA		Corso Garibaldi	torrione	TORRIONE CON RAMPA ELICOIDALE E DATA O ORTO DELL'ABBONDANZA
2RTI0410635AAAA			torre	VILLE DI POMONTE CON TORRE
2RTI0410637AAAA			palazzo	EX COMPLESSO PARROCCHIALE DI S. TOMMASO
2RTI0410639AAAA			palazzo	EDIFICIO CA' STACCOLI
2RTI0410640AAAA		VIA STRETTA	palazzo	EDIFICIO DELL'ANTICO GHETTO EBRAICO
2RTI0410641AAAA		VIA MATTEOTTI	palazzo	EDIFICIO IN VIA MATTEOTTI N. 8
2RTI0410642AAAA	1100047528	VIA VALERIO	palazzo	EDIFICIO IN VIA VALERIO
2RTI0410643AAAA	1100047562	VIA VETERANI	palazzo	EDIFICIO IN VIA VETERANI 9
2RTI0410652AAAA		V. Giovanni Pascoli	palazzo	PALAZZETTO CINQUECENTESCO GIA' FUSTI ORA FONTI BIANCHI
2RTI0410656AAAA		V. Lorenzo Valerio	palazzo	PALAZZO CHIOCCI
2RTI0410657AAAA	1100047544	V. Vittorio Veneto	palazzo	PALAZZO CORBOLI
2RTI0410662AAAA	1100047566	VIA MAZZINI	palazzo	PALAZZO GIUNCHI
2RTI0410663AAAA		VIA VALERIO	palazzo	PALAZZO OLIM DELLA FAMIGLIA ODASI
2RTI0410665AAAA	1100047565	VIA RAFFAELLO	palazzo	PALAZZO PINZONI PERUZZI
2RTI0410668AAAA	1100047561	Via Santa chiara	palazzo	PALAZZO UBALDINI
2RTI0410670AAAA		VIA DI PORTA MAJA	palazzo	PARTE DI PALAZZO SETTECENTESCO
2RTI0410677AAAA			torre	TORRE MEDIOEVALE
2RTI0410678AAAA			villa	VILLA LA TORTORINA ED ANNESSO PARCO





3.2 Settore Protezione ambientale - Incendi boschivi

Premessa

L'atto fondamentale che stabilisce le linee di indirizzo di tutte le attività connesse con la lotta contro gli incendi boschivi nella Regione Marche è la *DGR n. 1462 del 2/8/2002* (adottata in attuazione della legge 353 del 21/11/2000) con la quale si approva il *Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi*. Nella DGR viene descritta la metodologia per la redazione della carta del rischio, attraverso la quale è stato possibile calcolare la percentuale del territorio regionale con rischio da trascurabile ad estremo. Nella tabella seguente si riporta un estratto per il Comune di Urbino.

55

% del territorio soggetto a rischio incendi boschivi - DGR n. 1462 del 2/8/2002					
Grado di rischio	Trascurabile	Basso	Medio	Alto	Estremo
Comune di Urbino	1,6%	15,2%	60,1%	19,3%	3,8%

La tabella evidenzia la significatività del rischio incendi boschivi per il territorio di Urbino: oltre il 60% della superficie comunale ricade nella categoria di *rischio medio*, ed oltre il 20% ricade nelle categorie di *rischio alto ed estremo*.

Nell'agosto del 2008 il Comune di Urbino ha approvato, in Giunta Comunale, l'integrazione del Piano di emergenza comunale, per la parte relativa al rischio incendi boschivi e di interfaccia.

Nella tabella di seguito sono elencati gli indicatori utilizzati nella valutazione di vulnerabilità, distinti nelle tre componenti di *esposizione*, *sensibilità* e *capacità adattiva*.

VULNERABILITÀ		
Indicatori di esposizione	Indicatori di sensibilità	Indicatori di capacità adattiva
Fattori di innesco	Uso del suolo	Presenza di strumenti di lotta agli incendi boschivi
Fattore climatico	Geomorfologia	
	Valore del territorio	





Analisi di Vulnerabilità del settore protezione ambientale al rischio incendi boschivi

Indicatori di esposizione

I fattori che contribuiscono allo sviluppo di un incendio sono molteplici, a partire da quelli strettamente climatici (temperatura, umidità, precipitazioni, venti), a quelli antropici (alta densità di popolazione, particolari attività agricole, vicinanza di strade carrabili o ferrovie, presenza di turisti, accumuli di sostanze infiammabili etc.) fino alla volontarietà.

Per la maggior parte degli incendi registrati nel territorio comunale nel periodo considerato, le cause non sono classificabili (impossibilità di stabilire la causa che ha dato inizio al fuoco), anche se da dati relativi ad una indagine della Regione Marche risulta che circa il 40% è dovuta a cause involontarie (come bruciatura di stoppie, mozziconi di sigarette etc.) e poco più del 10 % a cause volontarie (incendi dolosi).

Sono stati dunque sviluppati due indicatori che descrivono sia le condizioni climatiche (considerando temperatura, vento, precipitazioni e umidità relativa) sia le condizioni favorevoli per eventuali fattori di innesco di origine antropica, misurate in termini di prossimità alla rete infrastrutturale ed ai centri abitati.

	Indicatori di esposizione
ES1	Fattori di innesco
ES2	Fattore climatico

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di esposizione.

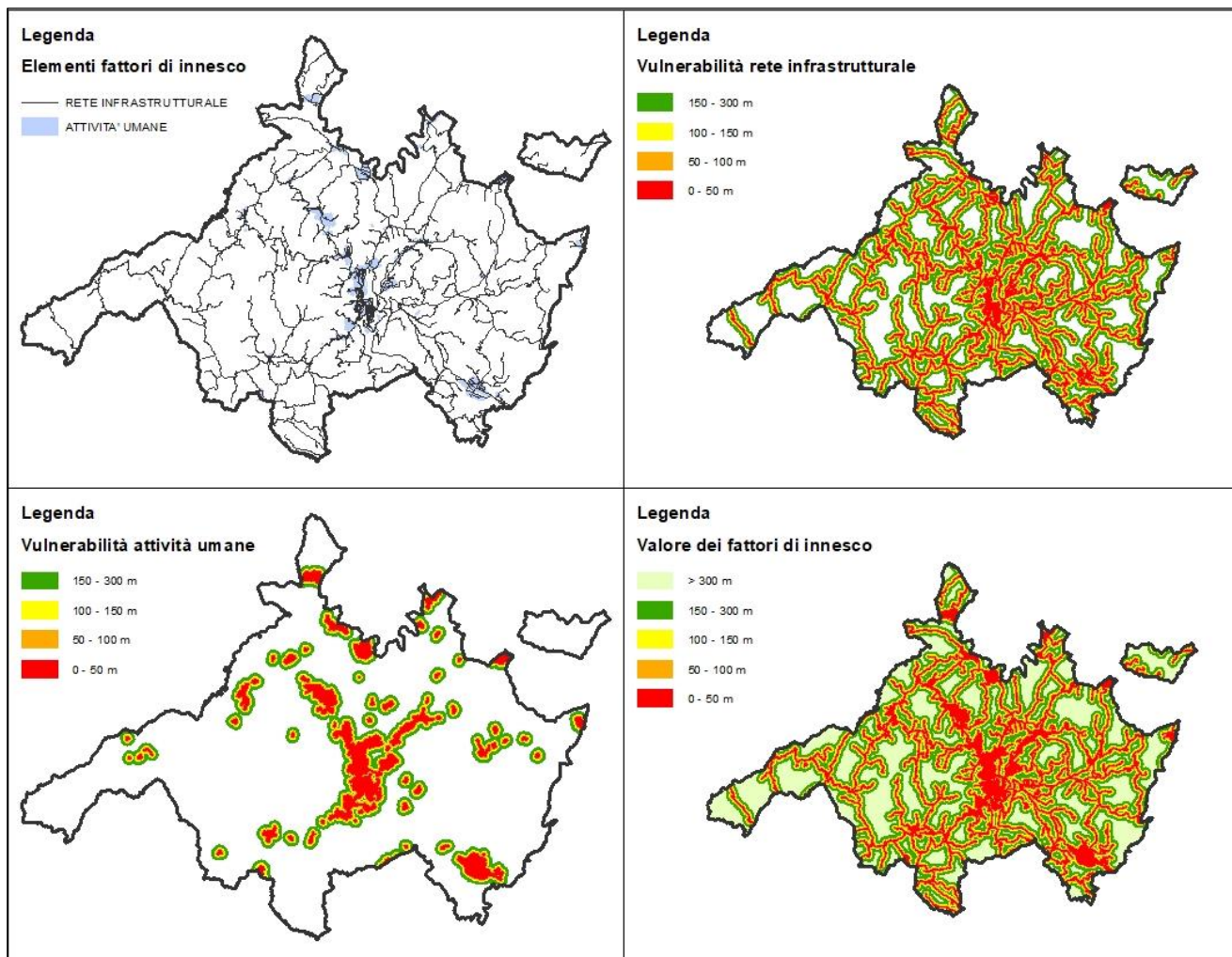


Indicatore di esposizione ES1 - Fattori di innesco

Le cause degli incendi boschivi che si verificano annualmente nella Regione Marche sono principalmente riconducibili a cause di origine dolosa, legate al lancio di mozziconi di sigarette ed alle scintille originate da fuochi quali barbecue. Nonostante sia difficile modellizzare il comportamento dell'uomo (negligenza, piromania), è possibile assumere statisticamente (J.G. Robin, 2006) che vi sia una fortissima correlazione tra la localizzazione degli inneschi degli incendi boschivi e la vicinanza a strade, ferrovie e nuclei abitati.

Per definire l'indicatore, sono state definite le cinque classi di esposizione in funzione della *prossimità* alla rete infrastrutturale viaria (strade principali e secondarie) ed ai nuclei abitati, assumendo un grado elevato per la prossimità inferiore a 50 metri ed un grado trascurabile per la prossimità maggiore di 300 metri (si veda tabella seguente).

57



Fattori di innesco - Elaborazioni cartografiche sulla base dei dati dei nuclei abitati e della rete infrastrutturale.

Fonte dati: SIT Comune di Urbino





Come si evince dalle elaborazioni cartografiche rappresentate nella precedente immagine, dall'analisi risulta un'esposizione considerevole, legata principalmente alla diffusione di molteplici nuclei abitati, anche in posizioni periferiche rispetto al centro storico, che hanno determinato lo sviluppo di una fitta rete di infrastrutture stradali.

Come indicato nella tabella successiva, si rileva una percentuale di esposizione elevata per circa il 20% del territorio comunale ed alta per circa il 15%, mentre le aree ad esposizione trascurabile e bassa ricoprono circa il 25% del territorio comunale.

Pertanto, sulla base delle soglie di esposizione definite ed a seguito di una media ponderata dei valori della prossimità, l'indicatore *Fattori di innesco* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,41, presenta un **grado di esposizione alto** alla problematica degli *incendi boschivi*.

Valore ES1			Valori di esposizione			
Prossimità (m)	Superficie comunale (Km ²)	Superficie comunale (%)	Scala 0-5	Scala 0-1	Classe di esposizione	Grado di esposizione
> 300	60,81	26,88%	0,0-1,0	0,00-0,20	Trascurabile	1
150 - 300	58,90	26,04%	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
100 - 150	27,42	12,12%	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
50 - 100	32,14	14,21%	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
< 50	46,93	20,75%	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5
VALORE COMUNALE						
	226,50	100,00	3,41	0,68	Alta	3,41



Indicatore di esposizione ES2 - Fattore climatico

Dal punto di vista meteorologico, i fattori che influenzano maggiormente gli incendi boschivi sono la *temperatura*, l'*umidità relativa* e la *velocità del vento*. Maggiori risultano temperatura e velocità del vento, maggiore sarà l'influenza climatica sull'innesco e la propagazione dell'incendio boschivo; viceversa, maggiore risulta l'umidità relativa, minore sarà l'influenza climatica.

Nella presente analisi gli effetti delle condizioni climatiche sugli incendi boschivi sono stati calcolati a partire dai dati giornalieri di temperatura media, precipitazioni, umidità relativa e velocità media del vento³³, aggregati su base mensile e stagionale, per l'arco temporale 2000 - 2015.

59

Anno	TEMPERATURE MEDIE (°C)					PRECIPITAZIONI MEDIE (mm)				
	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annuale	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annuale
2000	5,5	14,3	23,9	15,0	14,7	25,2	55,1	37,7	54,8	43,2
2001	6,6	13,9	24,0	13,9	14,6	118,1	89,4	55,5	70,1	83,3
2002	4,8	13,3	23,1	14,6	14,0	39,7	55,5	67,0	71,4	58,4
2003	3,9	13,5	26,6	13,4	14,3	135,3	36,6	30,1	47,4	62,3
2004	4,9	11,2	23,5	14,7	13,6	47,6	85,0	56,4	75,0	66,0
2005	3,6	12,7	22,7	12,9	13,0	104,0	64,1	70,5	94,6	83,3
2006	3,7	12,6	22,9	15,3	13,6	83,7	69,5	61,3	63,7	69,6
2007	7,8	14,3	23,8	12,4	14,6	34,9	55,9	41,2	52,2	46,0
2008	5,3	12,9	23,8	14,2	14,0	37,8	101,5	74,6	70,5	71,1
2009	4,2	13,9	23,7	14,4	14,1	86,7	55,2	51,5	51,6	61,3
2010	4,0	12,1	23,3	13,4	13,2	111,2	111,2	84,9	95,9	100,8
2011	4,5	13,1	23,7	14,8	14,0	82,8	81,4	59,1	50,7	68,5
2012	4,3	13,5	25,7	14,7	14,5	147,5	68,2	47,1	80,8	85,9
2013	4,1	12,3	22,9	14,6	13,5	91,0	88,0	70,2	91,6	85,2
2014	7,4	13,2	22,3	15,0	14,5	62,7	118,0	83,5	91,2	88,8
2015	6,1	13,3	24,6	14,3	14,6	112,7	128,6	78,4	80,7	100,1
MEDIA	5,1	13,1	23,8	14,2	14,0	82,6	78,9	60,6	71,4	73,4

Anno	UMIDITÀ RELATIVA MEDIA (% su finestra)					VENTO MEDIO ORARIO (km/h)				
	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annuale	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annuale
2000	78,4	74,6	54,9	83,8	72,9	9,2	10,7	10,0	11,3	10,3
2001	86,1	72,7	51,8	80,0	72,7	11,3	12,8	10,2	9,5	10,9
2002	77,6	69,9	64,4	81,1	73,2	11,4	9,5	9,1	10,9	10,2
2003	88,1	64,6	53,4	81,9	72,0	10,9	9,6	9,2	9,5	9,8
2004	79,4	77,7	57,5	80,9	73,9	11,6	10,0	10,1	9,8	10,4
2005	80,7	68,7	62,4	88,6	75,1	9,7	10,2	8,6	7,5	9,0
2006	81,8	71,4	56,0	76,8	71,5	11,2	11,3	8,9	8,7	10,0
2007	78,5	67,8	53,3	77,0	69,1	12,3	10,0	10,7	9,1	10,6
2008	79,1	70,3	57,7	76,7	70,9	9,6	12,4	8,7	9,9	10,2
2009	85,9	71,1	59,7	79,2	74,0	9,8	10,0	9,2	9,6	9,6
2010	89,9	74,9	62,7	85,5	78,2	10,4	10,4	8,4	9,3	9,6
2011	85,9	68,6	61,0	79,0	73,6	9,6	8,8	9,4	7,5	8,8
2012	82,4	72,4	55,8	90,2	75,2	12,1	10,1	10,3	9,9	10,6
2013	89,8	86,0	68,0	89,0	83,2	10,5	10,6	7,9	10,0	9,8
2014	95,9	80,1	74,5	94,1	86,2	11,2	9,6	9,3	8,2	9,6
2015	88,8	76,2	69,5	88,3	80,7	10,7	11,0	12,5	9,7	11,0
MEDIA	84,3	72,9	60,2	83,2	75,1	10,7	10,4	9,5	9,4	10,0

³³ Dati elaborati e forniti dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.





L'indicatore climatico è stato quindi definito come azione combinata di temperature e precipitazioni (indice di siccità IS) e di umidità relativa e velocità del vento (indice di ventosità IV), secondo la seguente relazione:

$$\text{Fattore climatico} = IS + IV$$

dove:

IS = *Indice di siccità climatica (Climate Drought Index)*, definito dal rapporto di precipitazioni (P) e temperatura media (T): $IS = P/2T$

IV = *Indice di ventosità*, definito dal rapporto tra umidità relativa in percentuale (Hr) e velocità del vento (Vs): $IV = Hr/Vs$

Anno	INDICE DI SICCIÀ CLIMATICA					INDICE DI VENTOSITÀ				
	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annuale	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annuale
2000	2,3	1,9	0,8	1,8	1,7	8,5	7,0	5,5	7,4	7,1
2001	9,0	3,2	1,2	2,5	4,0	7,6	5,7	5,1	8,4	6,7
2002	4,1	2,1	1,5	2,4	2,5	6,8	7,3	7,1	7,5	7,2
2003	17,5	1,4	0,6	1,8	5,3	8,1	6,7	5,8	8,6	7,3
2004	4,9	3,8	1,2	2,6	3,1	6,8	7,8	5,7	8,2	7,1
2005	14,3	2,5	1,6	3,7	5,5	8,3	6,8	7,2	11,8	8,5
2006	11,3	2,7	1,3	2,1	4,4	7,3	6,3	6,3	8,8	7,2
2007	2,2	2,0	0,9	2,1	1,8	6,4	6,8	5,0	8,4	6,6
2008	3,5	3,9	1,6	2,5	2,9	8,3	5,7	6,6	7,7	7,1
2009	10,4	2,0	1,1	1,8	3,8	8,8	7,1	6,5	8,3	7,7
2010	13,8	4,6	1,8	3,6	6,0	8,7	7,2	7,4	9,1	8,1
2011	9,1	3,1	1,2	1,7	3,8	9,0	7,8	6,5	10,5	8,4
2012	17,1	2,5	0,9	2,8	5,8	6,8	7,2	5,4	9,1	7,1
2013	11,1	3,6	1,5	3,1	4,8	8,6	8,1	8,6	8,9	8,5
2014	4,2	4,5	1,9	3,0	3,4	8,5	8,4	8,0	11,5	9,1
2015	9,3	4,8	1,6	2,8	4,6	8,3	6,9	5,5	9,1	7,5
MEDIA	9,0	3,0	1,3	2,5	4,0	7,9	7,0	6,4	9,0	7,6

Le cinque classi di esposizione degli indici sono state definite sulla base dei seguenti valori:

Indice di siccità climatica (IS)		Classe di esposizione	Grado di esposizione
P/2T	Scala 0-1		
>= 1,50	0,00-0,20	Trascurabile	1
1,00 - 1,49	0,21-0,40	Bassa	2
0,50 - 0,99	0,41-0,60	Moderata	3
0,25 - 0,49	0,61-0,80	Alta	4
<= 0,24	0,81-1,00	Elevata	5

Indice di ventosità (IV)		Classe di esposizione	Grado di esposizione
Hr/Vs	Scala 0-1		
>= 7,00	0,00-0,20	Trascurabile	1
4,00 - 6,99	0,21-0,40	Bassa	2
2,00 - 3,99	0,41-0,60	Moderata	3
0,50 - 1,99	0,61-0,80	Alta	4
<= 0,49	0,81-1,00	Elevata	5





Come si evince dalle tabelle seguenti, i risultati mostrano un grado generale di esposizione trascurabile del fattore climatico, specialmente per la presenza di tassi di umidità relativa molto elevati (in estate si registra un valore medio percentuale di circa 60%, mentre in autunno si rileva un valore medio percentuale di quasi 85%). Il periodo estivo mostra invece un grado di esposizione basso, dovuto perlopiù a qualche sporadica ricorrenza di periodi estivi mediamente siccitosi.

Pertanto, sulla base delle soglie di esposizione definite, l'indicatore *Fattore climatico* del Comune di Urbino calcolato sulla media stagionale estiva, con un valore medio pari a 0,37, presenta un **grado di esposizione basso** alla problematica degli *incendi boschivi*.

Fattore climatico		Classe di esposizione	Grado di esposizione
IS + IV	Scala 0-1		
>= 8,00	0,00-0,20	Trascurabile	1
6,00 - 7,99	0,21-0,40	Bassa	2
4,00 - 5,99	0,41-0,60	Moderata	3
2,00 - 3,99	0,61-0,80	Alta	4
<= 1,99	0,81-1,00	Elevata	5

Anno	FATTORE CLIMATICO				
	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annuale
2000	10,80	8,90	6,30	9,20	8,80
2001	16,60	8,90	6,30	10,90	10,70
2002	10,90	9,40	8,60	9,90	9,70
2003	25,60	8,10	6,40	10,40	12,60
2004	11,70	11,60	6,90	10,80	10,20
2005	22,60	9,30	8,80	15,50	14,00
2006	18,60	9,00	7,60	10,90	11,60
2007	8,60	8,80	5,90	10,50	8,40
2008	11,80	9,60	8,20	10,20	10,00
2009	19,20	9,10	7,60	10,10	11,50
2010	22,50	11,80	9,20	12,70	14,10
2011	18,10	10,90	7,70	12,20	12,20
2012	23,90	9,70	6,30	11,90	12,90
2013	19,70	11,70	10,10	12,00	13,30
2014	12,70	12,90	9,90	14,50	12,50
2015	17,60	11,70	7,10	11,90	12,10
MEDIA	16,90	10,00	7,70	11,50	11,60





Indicatore sintetico di esposizione - ES

L'indicatore sintetico di esposizione agli incendi boschivi del Comune di Urbino è stato dunque calcolato come media ponderata dei due indicatori precedentemente calcolati:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2)}{\sum_1^2 w}$$

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, in maniera dipendente dal loro grado di incidenza sull'innescò di incendi boschivi. Pertanto, si è dato un peso maggiore all'indicatore del fattore di innescò (0,8) ed un peso minore al fattore climatico (0,2).

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di esposizione calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di esposizione moderato** agli *incendi boschivi*.

Indicatori di esposizione	Peso indicatore (w)	Valore grado di esposizione [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di esposizione
ES1 - Fattori di innescò	0,8	3,41	0,68	Alta
ES2 - Fattore climatico	0,2	1,00	0,20	Bassa
ES - Indicatore sintetico di esposizione	1,0	2,93	0,58	Moderata



Indicatori di sensitività

La sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica (GIZ, 2014).

La sensitività alle variazioni climatiche legata alla problematica degli incendi boschivi del Comune di Urbino è stata analizzata valutando i seguenti indicatori, che descrivono sia le caratteristiche fisiche territoriali che possono facilitare o meno il verificarsi di incendi boschivi (uso del suolo e geomorfologia), sia il valore del territorio in termini di persone e ambiente vegetale ed animale.

	Indicatori di sensitività
SE1	Uso del suolo
SE2	Geomorfologia
SE3	Valore del territorio

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di sensitività.

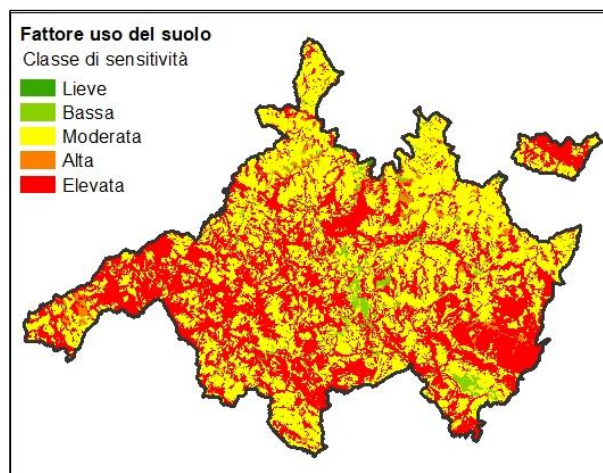


Indicatore di sensitività SE1 - Uso del suolo

L'uso del suolo influisce significativamente sia nella facilità di ignizione dell'incendio boschivo, sia nella sua successiva propagazione. Le aree boscate (e principalmente quelle caratterizzate dalla presenza di conifere o di boschi misti) sono maggiormente vulnerabili poiché il materiale combustibile è presente in grandi quantità ed è facilmente infiammabile (specie con determinate condizioni climatiche). Per valutare l'uso del suolo è stata utilizzata la cartografia ufficiale sull'uso del suolo della Regione Marche (2007). Sono state definite cinque classi di vulnerabilità: la classe più bassa è stata attribuita a tutti gli usi privi di materiale combustibile (acque continentali), mentre la classe più alta è stata attribuita alle zone boscate (si veda tabella di seguito).

Come si evince dai valori indicati nella seguente tabella, il Comune di Urbino mostra una sensitività agli incendi boschivi alta, caratterizzata da un doppio grado di sensitività, moderata ed elevata, determinata da una tipologia di uso del suolo prevalentemente agricolo e boscato. Pertanto, sulla base delle soglie di sensitività definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Uso del suolo* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,88, presenta un **grado di sensitività alto** alla problematica degli *incendi boschivi*.

Categoria di Uso del Suolo	Superficie [km²]	% / totale		Classe di esposizione	Grado di esposizione	
					Scala 1-5	Scala 0-1
Acque continentali	0,18	0,08	0,08	Lieve	1	0,20
Zone aperte con vegetazione rada o assente	0,82	0,36	3,55	Bassa	2	0,40
Zone industriali, commerciali e infrastrutture	1,88	0,83				
Zone urbanizzate residenziali	4,78	2,11				
Zone estrattive, cantieri e discariche	0,54	0,24				
Zone verdi artificiali non agricole	1,28	0,57	49,12	Moderata	3	0,60
Seminativi	101,84	45,03				
Colture permanenti	2,70	1,19				
Prati stabili	5,11	2,26				
Zone agricole eterogenee	0,14	0,06				
Zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea	6,74	2,98	2,98	Alta	4	0,80
Zone boscate	100,13	44,28	44,28	Elevata	5	1,00
VALORE COMUNALE						
Comune di Urbino	226,4	100,00	100,00	Alta	3,88	0,77



Fattore Uso del suolo

Elaborazioni cartografiche sulla base dei dati sull'uso del suolo della Regione Marche (2007)



Indicatore di sensitività SE2 - Geomorfologia

L'indicatore di *geomorfologia* è stato calcolato come media ponderata di tre componenti: *pendenza ed esposizione dei versanti e morfologia del terreno*. La *pendenza* dei versanti influenza sia il ruscellamento superficiale dell'acqua (da cui dipende il livello di umidità latente del terreno), sia la velocità di propagazione dell'incendio (con pendenze maggiori aumenta la probabilità di bruschi "salti" dell'incendio e di accelerazione del fronte). L'*esposizione* dei versanti influisce invece sulla quantità di radiazione solare incidente (aree esposte a sud raggiungono temperature superficiali molto maggiori rispetto alle aree esposte a nord). Infine, la *morfologia* dei luoghi influenza i movimenti d'aria ed il micro-clima locale, intervenendo sulla frequenza d'innesco e sulla propagazione di un incendio boschivo.

A partire dal *Digital Terrain Model (DTM)* con passo 20 metri messo a disposizione dalla Regione Marche, le componenti sono state tra di loro combinate secondo la seguente equazione:

$$\text{Fattore geomorfologico} = 3 * \text{valore pendenza} + (\text{valore morfologia} * \text{valore esposizione})$$

Le soglie di sensitività sono state definite sulla base dei valori indicati nella tabella a lato.

Per quanto riguarda la *pendenza dei versanti*, il valore massimo di sensitività è stato attribuito in caso di pendenza maggiore del 60%, mentre il valore minimo è stato attribuito in caso di pendenza inferiore o uguale al 15%. Per quanto riguarda l'*esposizione* si è invece considerato un valore massimo per i versanti esposti a sud, sud-est e sud-ovest, ed un valore minimo per i versanti esposti a nord. Infine, per la *morfologia del territorio*, il valore massimo di sensitività è stato attribuito alle aree con pendenza maggiore del 25%, mentre il valore minimo è stato attribuito alle aree pianeggianti, riconosciute da una pendenza inferiore o uguale al 3%.

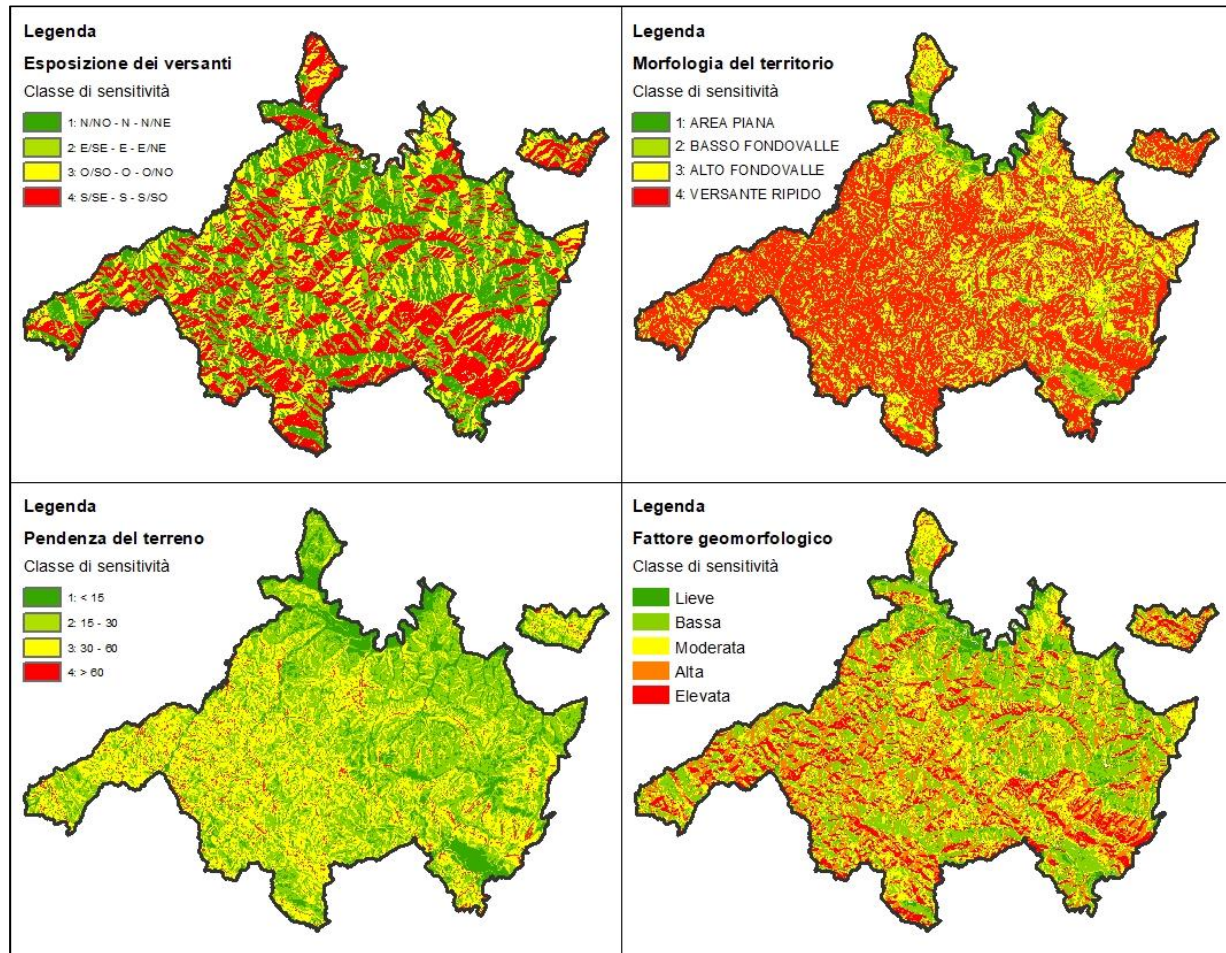
Pendenza	Esposizione	Morfologia	Classe di sensitività	Grado di sensitività
<=15%	NNW - N - NNE	<=3%	Lieve	1
15-30 %	ENE - E - ESE	3-12,5 %	Bassa	2
30-60%	WSW - W - ONO	12,5-25%	Moderata	3
>60%	SSE - S - SSW	>25%	Elevata	4

Analizzando la sensitività del territorio in funzione dell'indicatore *geomorfologia*, come risulta dalla seguente tabella e dalle elaborazioni cartografiche successive, si evidenzia la presenza di aree con un alto ed elevato grado di sensitività per circa un terzo della superficie comunale, determinata principalmente dalla presenza diffusa di versanti ripidi ed esposti in direzione sud, sud-est e sud-ovest.

Pertanto, sulla base delle soglie di sensitività definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Geomorfologia* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,03, presenta un **grado di sensitività alto** alla problematica degli *incendi boschivi*.

Valore SE2		Valori di sensitività			
Superficie comunale (Km²)	Superficie comunale (%)	Scala 0-5	Scala 0-1	Classe di sensitività	Grado di sensitività
12,79	5,69%	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
75,71	33,68%	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
63,00	28,02%	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
37,67	16,76%	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
35,63	15,85%	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5
VALORE COMUNALE					
224,8	100,00	3,41	0,60	Alta	3,03





Componenti del fattore Geomorfológico (Esposizione e pendenza dei versanti, geomorfología) e fattore di sintesi
Elaborazioni cartografiche sulla base del *Digital Terrain Model (DTM)*, passo 20 metri (Regione Marche)





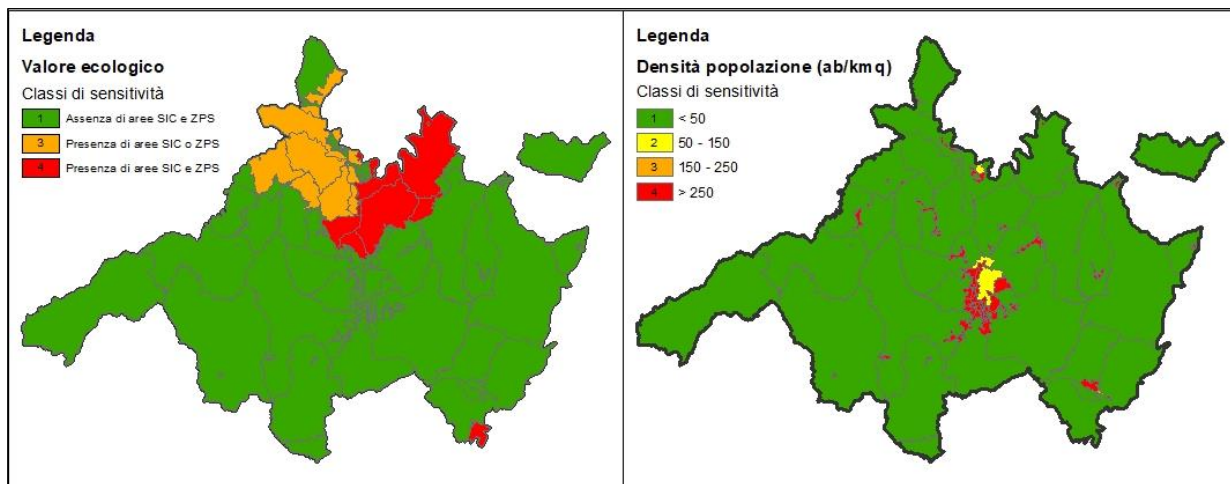
Indicatore di sensibilità SE3 - Valore del territorio

Per valutare la vulnerabilità del territorio in relazione al valore del territorio vengono considerati due fattori: la densità di popolazione (e quindi la concentrazione di persone in uno stesso luogo) e la presenza di specie vegetali e/o animali di elevato valore ambientale ed ecologico.

Densità (ab/km ²)	Valore aree forestali	Classe di sensibilità	Grado di sensibilità
< 50	Assenza SIC e ZPS	Lieve	1
50-150	-	Bassa	2
150-250	Presenza SIC o ZPS	Moderata	3
>250	Presenza SIC e ZPS	Elevata	4

Per quanto riguarda la *densità della popolazione* sono stati analizzati i dati del Censimento ISTAT 2011 per sezione censuaria, per quanto riguarda invece il *valore delle aree forestali* è stata presa in considerazione la presenza di aree ad elevato valore ecologico (Siti di Importanza Comunitaria SIC e/o Zone di Protezione Speciale ZPS) il cui danneggiamento rappresenterebbe una grave perdita di valore ambientale. Le

classi di sensibilità di entrambi i parametri sono state definite sulla base delle soglie indicate nella tabella a lato.



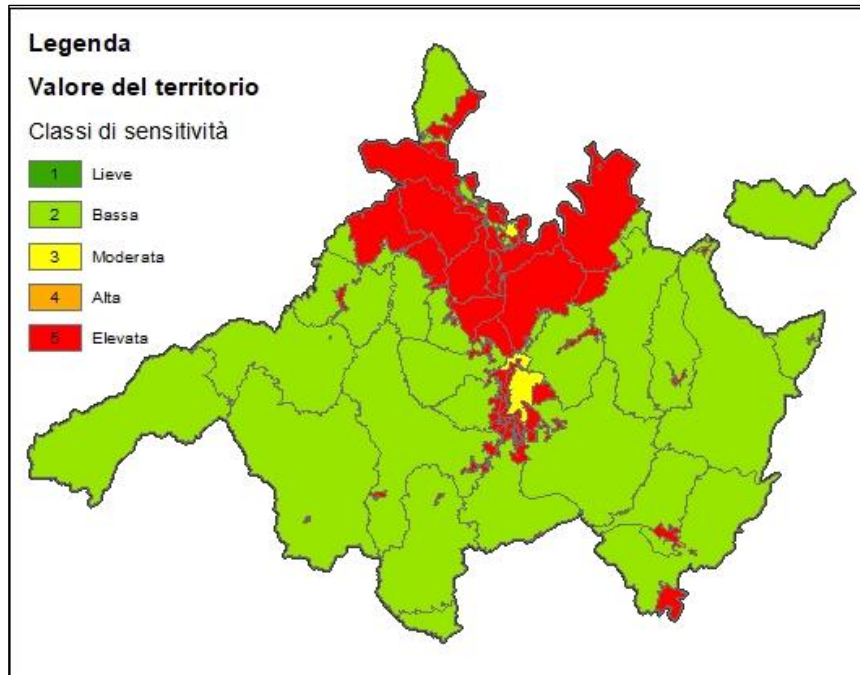
Componenti dell'indicatore Valore del territorio

L'indicatore *valore del territorio* è stato calcolato come somma dei due precedenti indicatori, e, come si evince dalla tabella seguente, risulta un grado di sensibilità basso per circa l'80% del territorio, ed una presenza di significativa di aree ad elevato valore (circa 20% del territorio), dovuta principalmente ad una consistente estensione di aree ad elevato valore ecologico ed ambientale (i due SIC "Montecalvo in Foglia" e "Gola del Furlo" sono entrambi perimetrati anche come ZPS).

Valore SE3			Valori di sensibilità			
Valore SE3	Superficie comunale (Km ²)	Superficie comunale (%)	Scala 0-5	Scala 0-1	Classe di sensibilità	Grado di sensibilità
0	0,00	0,00%	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
1	183,03	80,82%	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
2	1,68	0,74%	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
3	0,02	0,01%	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
4-8	41,75	18,43%	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5
VALORE COMUNALE						
	226,4	100,00	2,56	0,51	Moderata	2,56



Pertanto, sulla base delle soglie di sensibilità definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore *Valore del territorio* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 2,56, presenta un **grado di sensibilità moderato** alla problematica degli *incendi boschivi*.



Indicatore Valore del territorio





Indicatore sintetico di sensitività - SE

L'indicatore sintetico di sensitività del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei tre indicatori precedentemente calcolati:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2 + SE_3 * w_3 + SE_4 * w_4 + SE_5 * w_5 + SE_6 * w_6)}{\sum_1^6 w}$$

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti per attribuire la corretta importanza ad ognuno dei parametri. Pertanto, si è dato un peso maggiore all'indicatore di uso del suolo (0,5), seguito dall'indicatore valore del territorio (0,3) e geomorfologia (0,2).

Il fattore che incide maggiormente nel calcolo della sensitività del territorio è l'uso del suolo, mostrando una quantità importante di materiale combustibile, che riveste un ruolo cruciale nella capacità dell'incendio boschivo di attivarsi e successivamente propagarsi. Il fattore geomorfologico può aumentare ulteriormente la sensitività del territorio ma non rappresenta una condizione sufficiente alla sua propagazione.

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di sensitività calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di sensitività alto** del territorio agli *incendi boschivi*.

Indicatori di sensitività	Peso indicatore (w)	Valore grado di sensitività [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di sensitività
SE1 - Uso del suolo	0,5	3,88	0,78	Alta
SE2 - Geomorfologia	0,2	3,03	0,60	Alta
SE3 - Valore del territorio	0,3	2,56	0,51	Moderata
SE - Indicatore sintetico di sensitività	1,0	3,31	0,66	Alta



Indicatore di capacità adattiva

Indicatore di capacità adattiva CA - Presenza di strumenti di lotta agli incendi boschivi

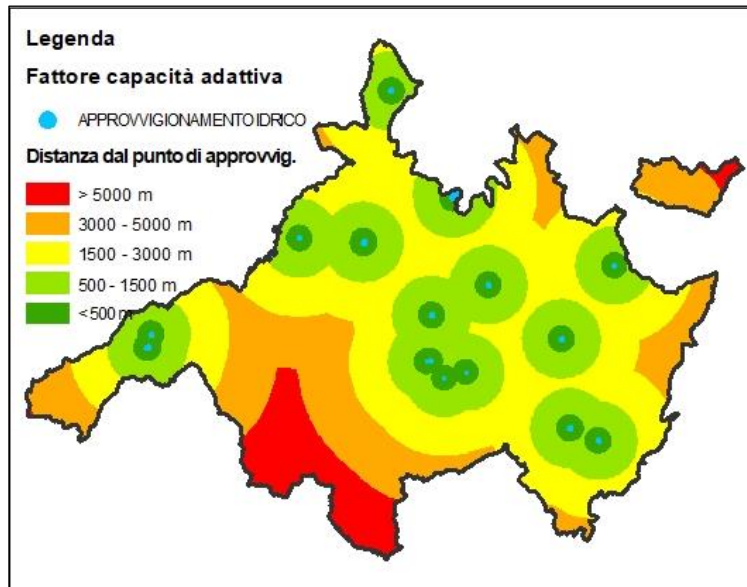
Il Comune di Urbino in data agosto 2008 ha approvato il Piano comunale di emergenza per il rischio incendi boschivi e d'interfaccia, integrando il Piano di emergenza comunale. Tale documento è stato redatto sulla base degli indirizzi regionali, tenendo conto prioritariamente delle strutture maggiormente esposte al rischio incendi di interfaccia, al fine di salvaguardare e assistere la popolazione.

Il Piano prevede la costituzione del Centro Operativo Comunale (C.O.C) e la nomina dei responsabili delle funzioni di supporto. Il C.O.C., costituito dai responsabili delle funzioni di supporto e dal responsabile di sala operativa, viene attivato direttamente dal Sindaco (o da un delegato) in caso di emergenza, che lo presiede.

Nel Piano inoltre emerge chiaramente la necessità di aggiornamento costante delle informazioni ivi contenute, al fine di operare in caso di emergenza su dati certi. La presenza di un Piano di emergenza evidenzia l'elevata capacità del Comune di rispondere attivamente al problema degli incendi boschivi, qualora essi si manifestino. Ciò non significa necessariamente che il Comune abbia un'elevata capacità adattiva, che si concretizza viceversa con la capacità di prevenire futuri fenomeni d'incendio boschivo, sia in termini d'innesco, che di propagazione.

Nella presente analisi, si misura la capacità adattiva del Comune in funzione della distribuzione sul territorio di *fonti di approvvigionamento idrico* utilizzabili in caso di incendio boschivi, quali: le sorgenti, i pozzi, gli idranti sopra suolo, gli idranti sotto suolo, i serbatoi di captazione e accumulo, i serbatoi di accumulo, i serbatoi per sollevamento, i serbatoi per pompaggio da pozzo. Maggiore è la distanza dalla fonte di approvvigionamento, minore è la capacità adattiva. In caso di incendi più estesi e quindi per incendi in fase avanzata, normalmente gli strumenti a disposizione degli enti sono di natura sovra-comunale (a titolo esemplificativo i *Canadair*, presenti in numero limitato sul territorio nazionale ed utilizzati di volta in volta nelle aree soggette ad incendi più critici). Come risulta dalla seguente tabella e dalla successiva elaborazione cartografica, la distribuzione delle fonti di approvvigionamento idrico è ben distribuita sul territorio, ad eccezione della porzione sud-ovest che registra valori critici: circa il 7% della superficie comunale si trova di fatto a distanze superiori ai 5000 metri da fonti di approvvigionamento idrico. Pertanto, sulla base delle soglie di capacità adattiva definite ed a seguito di una media ponderata dei valori, l'indicatore di *capacità adattiva* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,58, presenta un **grado alto**.

Distanza (m)	Valore CA				Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
	Superficie [Km ²]	% / totale	Scala 0-5	Scala 0-1		
> 5000	17,52	7,73	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
3000 - 5000	12,16	5,38	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
1500 - 3000	64,71	28,61	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
500 - 1500	84,39	37,31	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
< 500	47,43	20,97	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5
VALORE COMUNALE						
	226,21	100,00	3,58	0,71	Alta	3,58



Fattore di capacità adattiva
Elaborazione cartografica sulla base dei dati forniti dal SIT del Comune di Urbino





Sintesi dell'analisi di vulnerabilità del sistema territoriale agli incendi boschivi

Riassumendo quanto sopra esposto, l'analisi evidenzia un'esposizione moderata legata principalmente alla componente antropica, che è la causa principale degli incendi boschivi in Regione, ed alla presenza di nuclei abitati periferici che hanno determinato lo sviluppo di una rete infrastrutturale molto ramificata, anche nelle aree più boscate. Il fattore climatico sembra incidere in misura limitata, per effetto di alti tassi di umidità relativa, anche se sono stati rilevati periodi siccitosi durante il periodo estivo che potrebbero concorrere ad aumentare la possibilità di innesco di incendi.

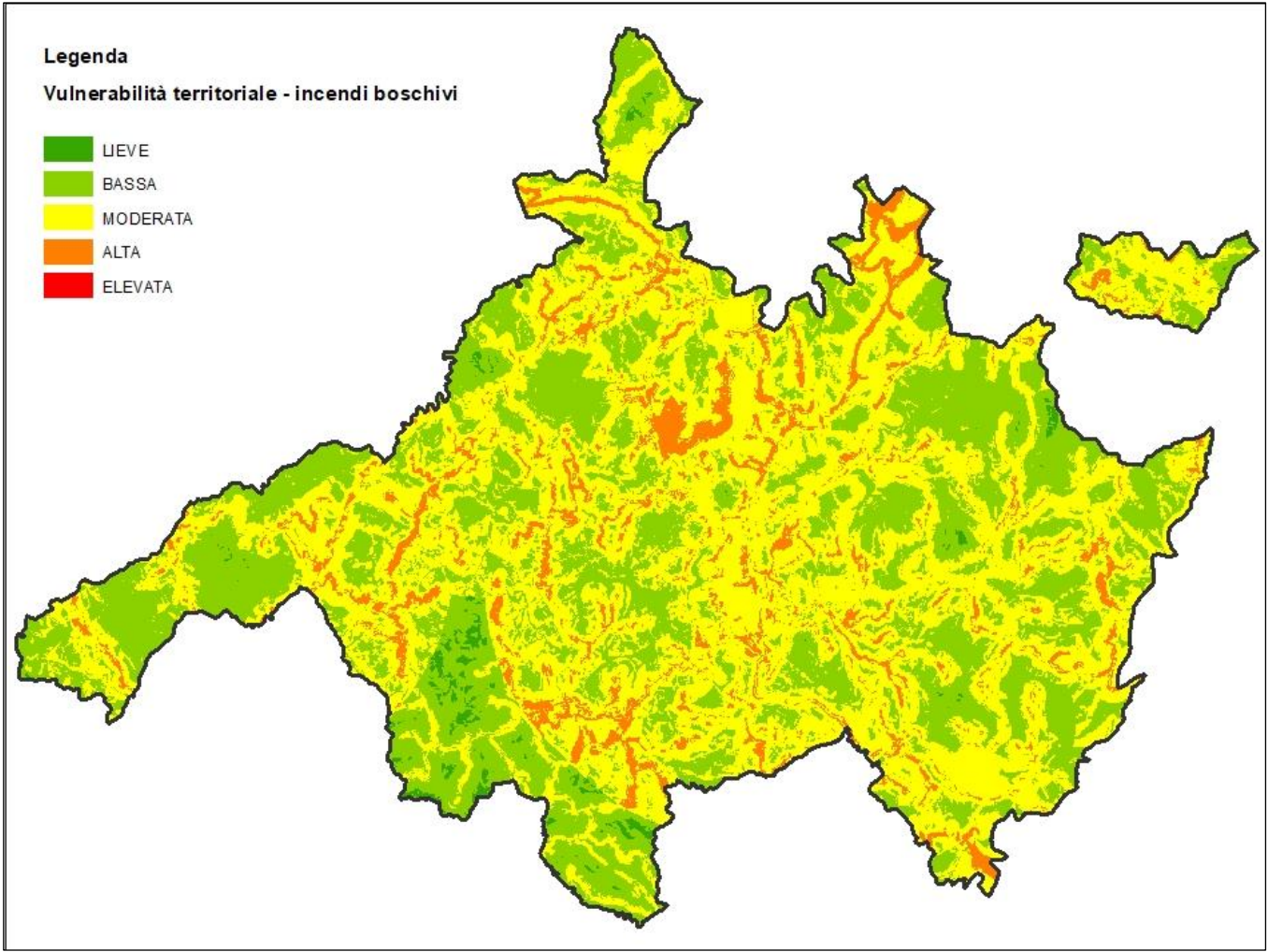
La componente della sensitività risulta di grado alto, legata principalmente alla conformazione morfologica del territorio ed all'estesa presenza di aree boscate.

Per quanto riguarda la capacità adattiva, il Comune di Urbino, nel 2008, in seguito ad eventi rilevanti di incendi boschivi, si è dotato di un Piano di emergenza incendi boschivi e di interfaccia. Il Piano evidenzia come il territorio sia comunque ben fornito di fonti di approvvigionamento idrico, ben distribuite sul territorio. Ciò determina un'alta capacità adattiva.

In sintesi, risulta per il Comune di Urbino un **grado di vulnerabilità moderato (2,27)** agli incendi boschivi, in maniera diffusa su tutto il territorio comunale, come dimostrato dalla seguente tabella e dalla successiva elaborazione cartografica:

Componenti della vulnerabilità	Valore [Scala 1-5]	Valore normalizzato [Scala 0-1]	Classe di vulnerabilità
Esposizione (ES)	2,93	0,58	Moderata
Sensitività (SE)	3,31	0,66	Alta
Capacità adattiva (CA)	3,58	0,71	Alta
VULNERABILITA'	2,27	0,45	Moderata

- Indicatore di Esposizione ES = 2,93 (Moderato)
- Indicatore di Sensitività SE = 3,31 (Alto)
- Impatto Potenziale I (ES+SE) = 3,12 (Moderato)
- Capacità Adattiva CA = 3,58 (Alta)
- Vulnerabilità = (3,12 + (5-3,58)) / 2 = 2,27 (Moderata)



Vulnerabilità territoriale del Comune di Urbino agli incendi boschivi

Indice di vulnerabilità				Classe di vulnerabilità	Grado di vulnerabilità
Superficie [Km ²]	% / totale	Scala 0-5	Scala 0-1		
2,35	1,04%	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
85,21	37,61%	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
120,13	53,02%	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
18,89	8,34%	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
0,00	0,00%	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5





Analisi degli scenari di rischio per gli incendi boschivi

Il Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi (DGR n. 1462 del 2/8/2002) individua per tutto il territorio regionale il grado di rischio di incendi boschivi, suddiviso in cinque classi (trascurabile, basso, medio, alto, estremo) calcolate statisticamente, secondo l'estensione della superficie boscata incendiata per singolo evento (anni 1987-2000), sulla base delle caratteristiche vegetazionali (tipi forestali, conifere), degli incendi storici e dei punti d'acqua per lo spegnimento.

Per il Comune di Urbino risulta un grado di rischio medio per oltre la metà del territorio (60,1%), un grado di rischio alto (19,3%) e una minima percentuale di rischio estremo (3,8%) da non sottovalutare.

% del territorio soggetto a rischio incendi boschivi - DGR n. 1462 del 2/8/2002					
Grado di rischio	Trascurabile	Basso	Medio	Alto	Estremo
Comune di Urbino	1,6%	15,2%	60,1%	19,3%	3,8%

Nella presente analisi tuttavia, al fine di definire un quadro più aggiornato dei rischi connessi con gli incendi boschivi, (il Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi è del 2002 e basato sui dati degli incendi occorsi dal 1991 al 2000), è stato definito un nuovo grado di rischio a carattere puramente informativo ed utile per la definizione delle politiche e strategie di adattamento che andranno a comporre il Piano di Adattamento ai Cambiamenti climatici comunale.

Il grado di *rischio (R)* è stato dunque definito come indicato nella metodologia di progetto, in maniera direttamente proporzionale alla *vulnerabilità (V)* di un determinato territorio ed alla *pericolosità (H)* di un certo evento, espressa quest'ultima come *probabilità di accadimento (P)* ed *effetti prodotti (E)* dall'evento:

$$R = V * H = V * P * E$$

Per definire la *probabilità di accadimento (P)* degli incendi boschivi, sono stati raccolti i dati degli eventi occorsi nell'arco temporale 1958-2017 elaborati e gestiti dall'Arma dei Carabinieri per la tutela forestale della Provincia di Pesaro e Urbino, ex Corpo Forestale dello Stato (in calce al paragrafo l'elenco degli incendi occorsi dal 1958 al 2017).

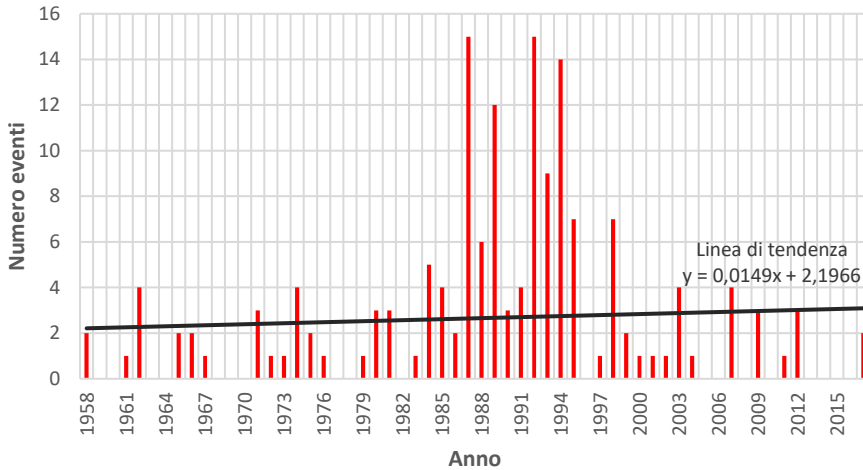
Per definire gli *effetti prodotti (E)* dagli incendi boschivi, non esistendo dati completi di quantificazione del valore delle superfici bruciate, è stata valutata la componente della *Temperatura del Suolo in Superficie (Land Surface Temperature)*, che può incidere in maniera diretta nell'innesco di un potenziale incendio boschivo, specialmente nei periodi caldi e siccitosi.

Per quanto riguarda la *Probabilità di accadimento (P)*, dal 1958 al 2017 nel territorio del Comune di Urbino sono stati registrati 159 incendi che, almeno in parte, hanno coinvolto superfici boscate, con una media di 2,65 incendi ogni anno. Qualche evento ha interessato superfici estremamente limitate, inferiori all'ettaro, ma la maggior parte ha registrato estensioni comprese tra 1 e 10 ha. Solamente in 6 casi gli eventi hanno interessato porzioni di territorio superiori a 10 ettari, con l'incendio più devastante, e più recente, del 7-8 luglio 2017 che ha distrutto più di 200 ettari di bosco e sottobosco delle colline delle Cesane, in località Canavaccio.





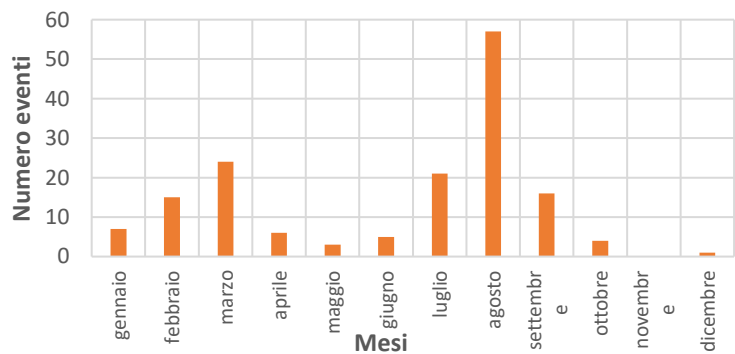
Incendi boschivi nel Comune di Urbino - 1958/2017



Come si evince dal grafico a lato, la distribuzione temporale del numero di eventi annuali mostra una situazione piuttosto costante per l'intero periodo analizzato, con un numero di eventi annuali inferiore a 5. Eccezione va fatta per il decennio compreso tra la metà degli anni Ottanta e la metà degli anni Novanta, in cui si è verificato un numero consistente di eventi annuali (con 15 eventi nel 1987 e nel 1992, 14 eventi nel 1994 e 12 eventi nel 1989). La linea di tendenza risulta in lieve crescita.

Analizzando inoltre la distribuzione mensile degli incendi boschivi (grafico a lato), risultano due periodi di maggiore frequenza: un periodo molto marcato in corrispondenza dei mesi di luglio, agosto e settembre (con più di 50 eventi nel mese di agosto dal 1958 al 2017), un periodo meno marcato in corrispondenza dei mesi di febbraio e marzo.

Incendi boschivi nel Comune di Urbino - 1958/2017



Numero incendi	Classi di probabilità	
≤1	1	Lieve
1-2	2	Bassa
2-5	3	Moderata
5-10	4	Alta
≥10	5	Elevata

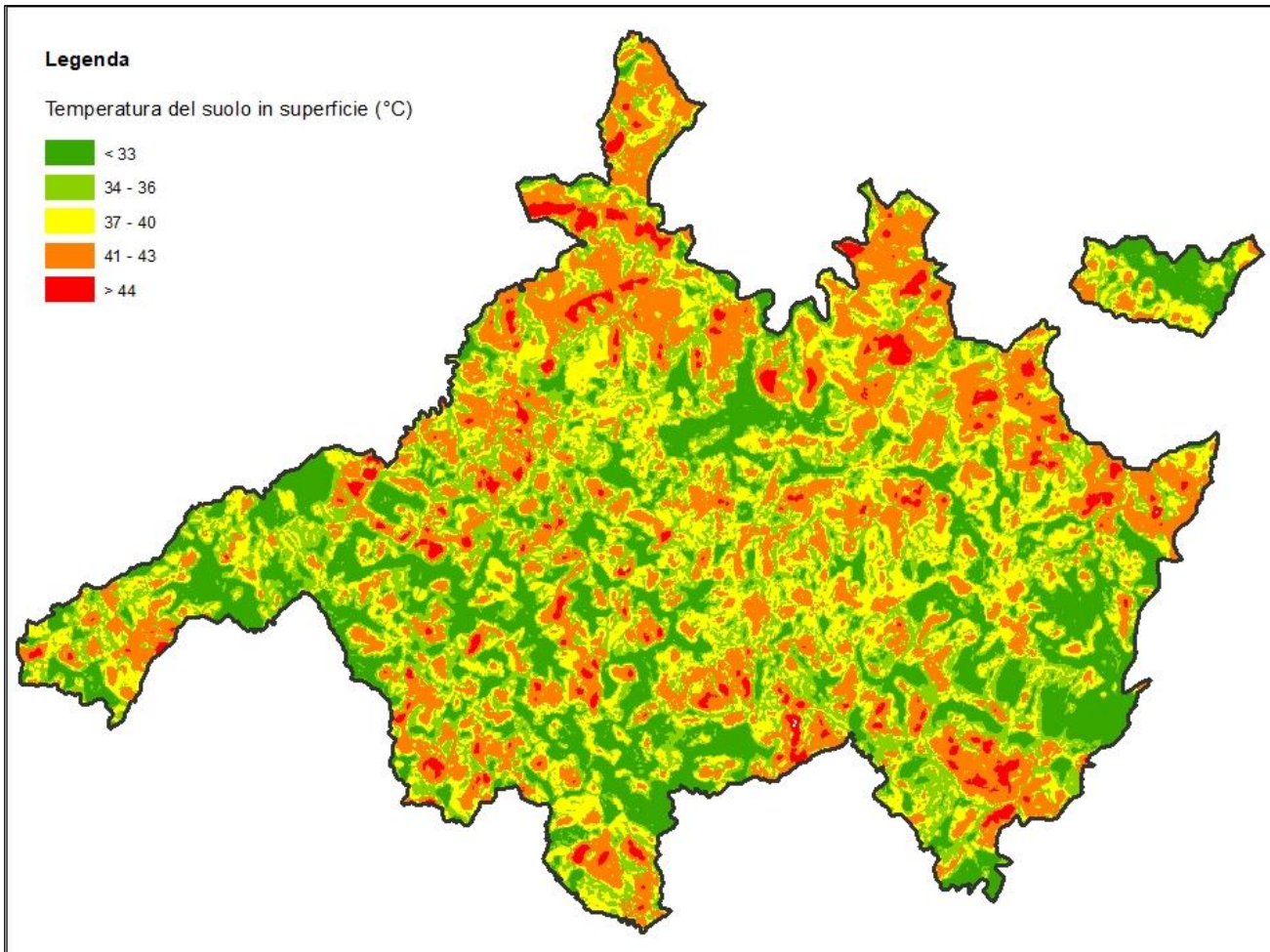
Il grado di probabilità di accadimento è stato pertanto valutato sulla base del numero medio di eventi annuali calcolati nel periodo 1958-2017, da cui risulta per il Comune di Urbino un valore medio di 2,65 incendi all'anno. Sulla base delle classi di probabilità riportate in tabella, risulta quindi per il territorio comunale un **grado di probabilità di accadimento moderato** di incendi boschivi.

La *Temperatura del Suolo in Superficie (Land Surface Temperature)* è stata invece valutata tramite un applicativo open-source di Q-GIS (*Semi-Automatic Classification Plugin*), elaborando una specifica cartografia che rappresenta le varie temperature delle superfici del terreno, a partire da un'immagine *Landsat 8 OLI* in volo sopra la Regione Marche il giorno 6/07/2016 alle ore 10.30, in cui è stata registrata una temperatura media di 18,1°C (Tmin 14,2°C - Tmax 21,8°C). Come si evince dalla seguente elaborazione cartografica e dalla successiva tabella di valori, risulta per quasi la metà del territorio comunale (circa 45%) temperature inferiori ai 36°C, corrispondenti alle classi di pericolosità lieve e bassa. Il resto del territorio risulta perlopiù nella fascia moderata (circa 35%), con una





percentuale ridotta di superfici interessate dalla classe alta (circa 17%). A seguito di una media ponderata dei valori di temperatura sull'estensione superficiale, risulta un **grado di pericolosità moderato**.



Temperatura del suolo in superficie del Comune di Urbino (elaborazione da immagine Landsat 8 OLI in volo sopra la Regione Marche il giorno 6/07/2016 alle ore 10.30)

Indice di LST				Classe di valore	Grado di valore
Superficie [Km ²]	% / totale	Scala 0-5	Scala 0-1		
68,39	29,79%	0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
36,36	15,84%	1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
79,60	34,67%	2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
38,68	16,85%	3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
6,54	2,85%	4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5
VALORE MEDIO COMUNALE					
229,57	100,00	0,46	2,32	Moderata	2,32





Calcolando dunque la pericolosità del fenomeno come prodotto tra la *probabilità di accadimento (grado moderato)* e la *temperatura del suolo in superficie (grado moderato)*, si ottiene per il Comune di Urbino un **grado di pericolosità moderato** (H=3,0) di incendi boschivi.

Come si evince dalla tabella seguente, mettendo in relazione i valori calcolati di vulnerabilità moderata (V=2,27) e pericolosità moderata (H=3,0), risulta per il Comune di Urbino un **grado di rischio alto di incendi boschivi**.

VULNERABILITÀ (V)	5	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	4	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	3	MODERATO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	2	BASSO	MODERATO	MODERATO	MODERATO	MODERATO
	1	TRASCURABILE	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
		1	2	3	4	5
		PERICOLOSITÀ (H)				





COMUNE DI URBINO - ELENCO INCENDI BOSCHIVI

1958 - 2017

(dati forniti dal Gruppo Carabinieri Forestale di Pesaro e Urbino)

N°	Data (gg/mm/aa)			Località / particelle catastali	Superficie coinvolta (ettari)			Destinazione d'uso	Cause
					Bosco	No bosco	Totale		
TOTALE 1958-2017				159 eventi	388,63	73,85	782,76		
	09	8	1958	Poderaccio di Coldelce			8,00	bosco ceduo di roverella	
	21	9	1958	SS. Annunziata			1,30	bosco ceduo di carpino nero	
	26	9	1961	Cà Mignone			0,30	rimboschimento di resinose e latifoglie	
	13	8	1962	SS. Annunziata			1,20	bosco ceduo di roverella e robinia	
	14	8	1962	Monte di Cà Bargello			0,40	bosco ceduo di carpino nero	
	16	8	1962	Brombolona			0,90	bosco ceduo di carpino nero+cespugliato	
	04	9	1962	Il Monte			1,40	Bosco ceduo di orniello e castagno	
	30	7	1965	Campocavallo			0,40	Bosco ceduo di roverella, carpino, robinia	
	01	8	1965	Monte Avorio			0,40	Bosco ceduo di roverella, carpino, orniello	
	08	8	1966	Dili dell'Apsa				Bosco ceduo di roverella, carpino+cespugliato	
	09	9	1966	Cà San Pietro			8,00	Bosco ceduo di roverella, carpino	
	14	3	1967	Cà La Vedova			2,50	Bosco ceduo di roverella, carpino	
	07	8	1971	Pallino			2,00	Bosco ceduo di roverella, carpino	
	26	8	1971	Cà Gallino			1,00	Bosco ceduo di roverella, carpino	
	26	8	1971	Cà Crescentino			4,00	rimboschimento di pino nero	
	13	8	1972	Cà Rinaldo			10,00	Bosco ceduo di roverella, carpino	
	22	8	1973	Castellaro			3,00	bosco ceduo di roverella e robinia	
	06	7	1974	Risciolo			2,03	rimboschimento di cipresso dell'Arizona	
	24	7	1974	Cà Catalano			1,00	rimboschimento di pino nero, cipresso dell'Arizona, abete greco	
	10	8	1974	Coldelce - Monte Busseto			100,00	rimboschimento di pino brutia, cipresso dell'Arizona+bosco ceduo di roverella e cespugliato	
	19	8	1974	Cà Patanasso			3,00	rimboschimento di pino brutia, cipresso dell'Arizona e cespugliato	
	04	8	1975	Cà Lasagnolo			8,00	rimboschimento di pino nero, cipresso dell'Arizona+bosco ceduo di roverella, acero camp. orniello e cespugliato	
	13	9	1975	Cal Piantone			3,50	rimboschimento di pino nero, cipresso dell'Arizona+bosco ceduo di roverella, acero camp. Orniello	
	05	7	1976	Cà Gatto			0,50	Rimboschimento di resinose	
	03	8	1979	Monticello			0,30	Rimboschimento di cedro, cipresso e pino d'Aleppo	
	08	8	1980	Cà Matteuccio - Torre san Tommaso			3,00	bosco ceduo di robinia, olmo cam. + cespugliato	
	18	9	1980	Sasso			0,50	Incolto	
	08	10	1980	Cà Sanchio - Miniera			4,50	Bosco ceduo di roverella, carpino, robinia, pascolo e incolto	
	16	3	1981	Cà Sanchio - Cà Isola			3,00	Rimboschimento di pino d'Aleppo, cipresso dell'Arizona e incolto	
	16	3	1981	Calfurio			2,50	Bosco ceduo di roverella e incolto	
	05	8	1981	Cà Gueroli-Campocavallo			3,00	Rimboschimento di pino, cipresso e coltura agraria	
	30	7	1983	La Marcella			11,00	Bosco ceduo di roverella + coltura agraria e incolto	
	03	1	1984	Coldelce			12,00	Bosco ceduo di roverella e incolto	
	14	1	1984	Cà Buccio			3,50	Bosco ceduo di roverella e incolto	
	11	2	1984	Fosso del Lupo			5,00	Rimboschimento di pino nero e bosco ceduo di roverella	
	01	8	1984	Cavallino			6,60	Bosco di roverella, pino nero, robinia + coltura agraria e incolto	
	09	8	1984	S. Maria in Ghiaiolo			2,10	Bosco di roverella, pino nero e incolto	
	17	7	1985	Serra di Paganica			10,00	Bosco ceduo di roverella e incolto	
	03	9	1985	Cesane			3,00	Bosco di roverella, carpino, pino nero e incolto	
	12	9	1985	Cà San Pietro			8,00	Pascolo e incolto	
	22	9	1985	San Giovanni in Ghiaiolo			2,50	Bosco ceduo di roverella, carpino nero e incolto	
	12	8	1986	Cà Listro			3,50	Bosco ceduo di roverella e incolto	
	23	8	1986	Monte Olivo			6,00	Bosco ceduo di roverella e incolto	
	07	2	1987	La Breccia			0,50	Bosco ceduo di roverella e robinia	
	15	3	1987	Calmanicino			1,95	Bosco di roverella, abete greco, cedro e incolto	
	18	3	1987	Monte Avorio			7,00	Bosco ceduo di roverella, carpino nero e incolto	
	25	3	1987	San Cipriano			5,00	Bosco di roverella, cipresso arizonica e incolto	
	25	3	1987	Le Selve			8,00	Bosco ceduo di roverella e incolto	
	25	3	1987	Cà Grino			6,00	Bosco ceduo di roverella, carpino nero e incolto	





	26	3	1987	Baioli			5,00	Bosco ceduo di roverella e incolto		
	27	3	1987	Cà L'Agnello			5,00	Bosco di roverella, pino nero, cipresso arizonica e incolto		
	28	3	1987	Monte Nuovo			3,00	Bosco di roverella, pino nero, cipresso arizonica e incolto		
	05	4	1987	Monten Nuovo -Monte San leo			8,00	Bosco di roverella, pino nero, cipresso arizonica e incolto		
	06	4	1987	Molinelli			2,00	Bosco ceduo di roverella, carpino nero		
	07	4	1987	Palazzone			5,00	Bosco ceduo di roverella, carpino nero e incolto		
	01	5	1987	Scheggia			1,00	Bosco ceduo di roverella, carpino nero, orniello		
	18	8	1987	Forquini			5,00	Culture Agrarie		
	19	8	1987	Cà Zangolino			5,00	Culture Agrarie e incolto		
	183	24	3	1988	Monte della Pieve	1,50	0,00	1,50	Bosco ceduo di roverella, orniello	Involontarie
	104	27	7	1988	S. Apollinare in Girfalco	0,50	1,50	2,00	Cultura agraria e incolto	Non classificabili
	224	23	8	1988	Monte Polo	3,50	0,00	3,50	Bosco di roverella, carpino nero, orniello	Non classificabili
	78	10	9	1988	Ca' Benedetto di Crocicchia	0,50	0,00	0,50	Bosco di pino d'Aleppo, roverella	Non classificabili
	6	12	9	1988	Ca' Catalano	0,10	0,00	0,10	Bosco di Pino nero, cipresso dell'Arizona	Non classificabili
		7	10	1988	Forquini	0,00	5,00	5,00	Incolto	
	207	6	1	1989	Ca' Nuccio - Pagino	2,00	5,50	7,50	Bosco di roverella, pino d'Aleppo, cipresso arizonica e incolto	Involontarie
	220	12	2	1989	Ca' Balzone - Ca' Fronzone	3,00	1,00	4,00	Bosco di roverella, carpino nero, orniello e incolto	Volontarie
		15	2	1989	Cà Brunello	0,00	2,00	2,00	Incolto	
		15	2	1989	Il Palazzo	0,00	2,00	2,00	Incolto	
	95	17	2	1989	Ca' la Riccia	0,50	0,50	1,00	Bosco di roverella, carpino nero, orniello e incolto	Non classificabili
	69	21	2	1989	S. Cipriano	0,40	0,00	0,40	Bosco di roverella, carpino nero, abete	Non classificabili
		21	2	1989	Pian del Monte	0,00	1,50	1,50	Incolto	
		22	2	1989	La Madonnina di San Marino	0,00	0,50	0,50	Incolto	
	170	18	3	1989	La Serra di Paganica	1,00	2,00	3,00	Bosco di roverella e incolto	Non classificabili
		29	3	1989	Valzangona	0,00	4,00	4,00	Incolto	
	164	2	4	1989	La Marcella	1,00	0,50	1,50	Bosco di roverella, cerro e incolto	Non classificabili
		9	4	1989	Cerqueto Bono	0,00	1,50	1,50	Incolto	
	143	25	7	1990	Palazzone di S. Apollinare	1,00	0,00	1,00	Superficie non boscata	Non classificabili
	11	3	8	1990	Palazzo dei Maschi	0,10	0,00	0,10	Superficie non boscata	Non classificabili
		18	8	1990	San Lorenzo di Cerqueto Bono	1,50	1,50	3,00	Ceduo fortemente degradato e superficie non boscata	
	212	20	3	1991	Miniera	0,00	2,00	2,00	Superficie non boscata	Non classificabili
	101	22	3	1991	Monte San Leo	0,00	0,50	0,50	Fustaie di resinose e superficie non boscata	Non classificabili
	13	6	8	1991	Ca' Condi	0,10	0,00	0,10	Fustaie miste	Non classificabili
	44	2	9	1991	Ca' la Fraternalita	0,20	0,00	0,20		Involontarie
	22	4	1	1992	Casinella	0,10	0,00	0,10	Ceduo fortemente degradato	Non classificabili
	194	4	1	1992	Monte San Leo	1,80	0,20	2,00	Ceduo semplice e incolto	Non classificabili
	102	23	2	1992	Cerqueto Bono	0,50	1,00	1,50	Ceduo semplice e incolto	Involontarie
	243	4	3	1992	Campo Cavallo	0,20	0,80	1,00	Ceduo semplice e incolto	Non classificabili
	126	13	3	1992	Molinelli	0,70	0,00	0,70	Fustaie miste	Non classificabili
		13	3	1992	Via Piana	0,00	1,50	1,50	Superficie non boscata	
		17	7	1992	Girfalco	0,00	5,00	5,00	Superficie non boscata	
	265	21	8	1992	Ca' Biondello	15,00	0,00	15,00	Fustaie miste	Involontarie
		25	8	1992	Cà la Maria	0,00	2,00	2,00	Superficie non boscata	
	259	29	8	1992	Torre Cotogna di Ca' Mazzasette	15,00	0,00	15,00	Fustaie di resinose e ceduo semplice	Involontarie
	23	29	8	1992	Pozzo Nuovo della Miniera	0,50	0,00	0,50	Fustaie miste	Involontarie
	151	30	8	1992	San Mariano	1,00	0,00	1,00	Fustaie di resinose	Involontarie
	97	18	9	1992	Palazzone	0,50	0,50	1,00	Fustaie miste e incolto	Volontarie
		21	9	1992	Le Caselle	0,00	5,00	5,00	Incolto	
		22	9	1992	Forquini	0,00	0,50	0,50	Incolto	
	106	7	2	1993	Monte San Leo	0,50	1,00	1,50	Ceduo Semplice e incolto	Non classificabili
	239	16	2	1993	Coldelce	5,00	0,00	5,00	Macchia mediterranea	Non classificabili
	16	2	6	1993	Brombolona	0,10	0,00	0,10	Ceduo composto	Non classificabili
		8	8	1993	Il Cotano	0,00	3,00	3,00	Superficie non boscata	
	118	13	8	1993	Monte Nuovo	0,60	0,00	0,60	Macchia mediterranea	Non classificabili
	256	14	8	1993	Monte Nuovo	8,00	0,00	8,00	Fustaie di resinose e ceduo semplice	Non classificabili
	190	15	8	1993	Monte Nuovo	2,00	0,00	2,00	Ceduo semplice	Non classificabili
	60	22	8	1993	Ca' Materassara di Gadana	0,30	0,00	0,30	Macchia mediterranea	Non classificabili
		24	8	1993	Caselle di Monte Nuovo	0,80	0,00	0,80	Macchia mediterranea	Non classificabili
	136	13	3	1994	Ca' la Pacina	0,80	2,20	3,00	Ceduo semplice e incolto	Non classificabili
	73	20	3	1994	Gadana - Ca' Grillotto	0,30	0,00	0,30	Ceduo semplice	Non classificabili
	213	29	7	1994	Torre San Tommaso	0,00	2,20	2,20	Superficie non boscata	Non classificabili
	36	1	8	1994	Cà Cecilia	0,15	0,00	0,15	Fustaie miste	Non classificabili
		15	8	1994	Monte Nuovo	3,00	0,00	3,00	Fustaie miste, ceduo composto e semplice	
	46	15	8	1994	Pian del Papa	0,20	0,00	0,20	Fustaia di latifoglie	Non classificabili





	16	8	1994	Ponte Vecchio	0,50	0,00	0,50	Ceduo semplice	Non classificabili
253	16	8	1994	Monte della Conserva	3,00	0,00	3,00	Fustaie miste	Non classificabili
159	20	8	1994	Il Cerro di Scotanneto	0,40	0,00	0,40	Fustaia di latifoglie	Non classificabili
	20	8	1994	Cà Lupino - Torre San Tommaso	0,00	4,00	4,00	Superficie non boscata	
254	22	8	1994	Monte della Conserva	0,70	0,00	0,70	Fustaie miste	Non classificabili
112	23	8	1994	Rancitella - Ca' Petrino	0,00	2,50	2,50	Superficie non boscata	Involontarie
255	23	8	1994	Monte della Conserva	1,50	0,00	1,50	Ceduo semplice	Non classificabili
175	26	8	1994	Ca' Sartino	0,00	2,00	2,00	Superficie non boscata	Non classificabili
99	25	1	1995	Monte Cavallo	0,50	1,00	1,50	Macchia Mediterranea e incolto	Non classificabili
	7	2	1995	Cà Mazzasette - Le Fornaci	0,00	1,50	1,50	Superficie non boscata	
185	7	2	1995	Monte Cavallo	1,50	0,00	1,50	Ceduo fortemente degradato	Non classificabili
	4	8	1995	Pallino	0,00	0,30	0,30	Superficie non boscata	
	15	8	1995	Monte Nuovo	0,10	0,00	0,10	Ceduo semplice	
	15	8	1995	Cà Sartino Pieve di Cagna	0,00	5,00	5,00	Superficie non boscata	
	28	10	1995	Cà Rossello	0,00	0,35	0,35	Superficie non boscata	
133	19	10	1997	Monte di Cal Palmiere	0,80	0,00	0,80	Ceduo composto	Non classificabili
163	20	3	1998	Ca' Urbinello	1,00	0,00	1,00	Fustaia di latifoglie	Non classificabili
186	17	7	1998	Madonna Rossa Monti della Cesana	1,50	0,00	1,50	Fustaia di resinose	Non classificabili
232	19	7	1998	Madonna Rossa	4,00	0,00	4,00	Fustaia di resinose	Non classificabili
187	20	7	1998	Madonna Rossa	1,50	0,00	1,50	Fustaia di resinose	Non classificabili
188	21	7	1998	Madonna Rossa	1,50	0,00	1,50	Fustaia di resinose	Non classificabili
165	10	8	1998	S. Donato	1,00	0,50	1,50	Ceduo semplice e incolto	Non classificabili
	9	12	1998	Paganico	3,00	0,00	3,00	Ceduo semplice	
	13	4	1999	Campocavallo	0,30	0,00	0,30	Ceduo semplice	
	24	8	1999	Colla Romana	2,00	0,00	2,00	Fustaia di resinose	
	30	8	2000	Monte San Leo	2,50	0,00	2,50	Fustaie miste	
	19	7	2001	Cavallino	0,15	0,00	0,15	Fustaie miste, ceduo semplice	
	6	3	2002	Monte San Leo	1,30	0,00	1,30	Ceduo fortemente degradato	
	2	5	2003	Colla Romana	0,01	0,00	0,01	Fustaia di resinose	
	30	6	2003	Crocicchia	0,80	0,00	0,80	Ceduo fortemente degradato	
	2	7	2003	Cà Biancone	0,30	0,00	0,30	Fustaia di resinose	
	14	8	2003	Parco di Rimembranza	0,02	0,00	0,02	Fustaia di resinose	
	15	2	2004	Villa Cà Marcuccio	1,29	0,00	1,29	Ceduo fortemente degradato	
300	18	6	2007	Mercatale	0,64	0,00	0,64	Ceduo semplice e fortemente degradato	Non classificabili
301	14	7	2007	Cesane - Cà Miglione	5,55	0,00	5,55	Fustaia di resinose e ceduo fortemente degradato	Non classificabili
302	25	7	2007	Capoluogo - Via della Stazione	5,23	0,00	5,23	Fustaia di resinose	Non classificabili
303	28	7	2007	Casalini	3,67	0,00	3,67	Ceduo semplice	Non classificabili
	12	6	2009	Miniera Santa Barbara in Capitelli	0,00	0,00	0,00	Superficie non boscata	
	16	6	2009	ss 73 bis km. 74	0,00	0,00	0,00	Superficie non boscata	
304	27	8	2009	Cesane - Località Colla Romana	0,08	0,00	0,08	Fustaia di resinose	Non classificabili
305	4	9	2011	Schieti	2,50	0,30	2,80	Soprasuoli altezza inferiore 3.5m prevalenza latifoglie	Non classificabili
	20	1	2012	Vezzano	0,23	0,00	0,23	Soprasuoli altezza inferiore 3.5m prevalenza latifoglie	
	15	3	2012	Colla Romana	0,09	0,00	0,09	Bosco ceduo di carpino	
	22	7	2012	Colla Romana	0,02	0,00	0,02	Pino nero	
	18	5	2017	Valubio - S.P. n. 9 Feltresca, 103	1,50	0,00	1,50	Macchia mediterranea	
306	7	7	2017	Villa la Croce - Cesane - Brombolona	264,00	0,00	264,00	Boschi conifere pure o miste	Non classificabili
TOTALE (159 eventi)					388,63	73,85	782,76		



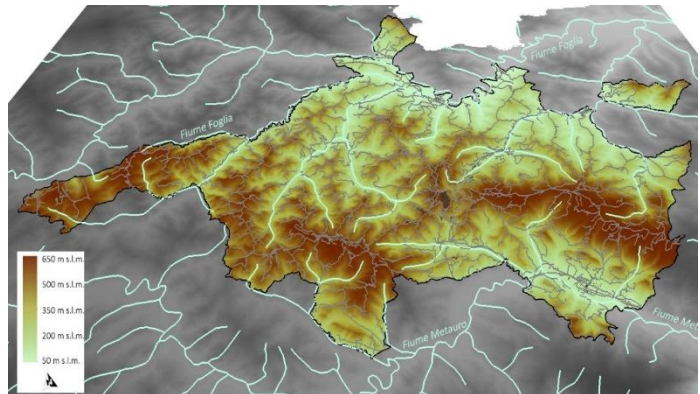


3.3 Settore Infrastrutture - Dissesto idrogeologico

Premessa

L'analisi della vulnerabilità delle infrastrutture del Comune di Urbino in relazione all'aumento dei fenomeni di dissesto idrogeologico, si è basata prevalentemente sulle analisi del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche³⁴.

Il PAI, che riporta le zonizzazioni delle aree a rischio frana ed a rischio esondazione, descrive il rischio legato ai dissesti idrogeologici in funzione del manifestarsi di eventi climatici meteorici estremi (concentrazione delle precipitazioni in archi di tempo



sempre più limitati, alternanza di lunghi periodi siccitosi e di eventi meteorici intensi, etc.). Questi fenomeni risultano sempre più problematici, anche in virtù della progressiva cementificazione dei territori dei bacini idrografici (rischio esondazioni) e dell'abbandono delle attività agricole nelle aree di versante (rischio frane).

È stata poi valutata l'interferenza tra il sistema infrastrutturale ed antropico (purtroppo a causa della mancanza di disponibilità di dati spaziali non sono state valutate le interferenze con le reti tecnologiche e dei servizi) con le aree soggette a rischio frane e a rischio esondazioni, al fine di identificare in modo più diretto gli elementi strategici del territorio che potrebbero necessitare di particolari soluzioni di adattamento ai cambiamenti climatici.

Per quanto riguarda i dissesti idrogeologici legati alle esondazioni nel bacino idrografico del fiume Foglia, si segnala la recente sottoscrizione del *Contratto di Fiume del Foglia* da parte di tutti i Comuni del bacino idrografico, tra cui il Comune di Urbino³⁵: uno strumento volontario di programmazione strategica e negoziata che persegue la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale. Nel *Contratto di Fiume del Foglia*, tra le finalità generali da perseguire un ruolo importante è rivestito dalla *tutela del suolo e protezione dal rischio idraulico*. Pertanto, nella definizione delle strategie e delle politiche di adattamento in tema di esondazioni, sarà necessario considerare un'integrazione sinergica tra Piano di Adattamento e Contratto di Fiume.

Gli indicatori utilizzati nella valutazione di vulnerabilità sono:

VULNERABILITÀ		
Indicatori di esposizione	Indicatori di sensitività	Indicatori di capacità adattiva
% aree a rischio idrogeologico	Popolazione	Manutenzione del territorio
	Edifici industriali/artigianali	
	Infrastrutture viarie principali	
	Infrastrutture viarie secondarie	
	Edifici sensibili e strategici	

³⁴ Approvato con D.C.R. n.116 del 21/01/2004 e aggiornato nel 2016.

³⁵ Capofila: Comune di Vallefoglia e Regione Marche. Comuni: Pesaro, Montelabbate, Tavulia, Petriano, Urbino, Montecalvo in Foglia, Auditore, Sassocorvaro, Peglio, Piandimeleto, Lunano, Macerata Feltria, Pietrarubbia, Frontino, Belforte all'Isauro, Carpegna. Altri soggetti: Consorzio di Bonifica delle Marche, Unione Montana Montefeltro, GAL Montefeltro, AdiB Fiume Tevere, Confederazione Italiana Agricoltori (CIA), A.A.T.O.n.1 Marche nord, Coldiretti, Confagricoltura, Confindustria, Confartigianato, CNA, Confcommercio, Confesercenti, Ente Parco Sasso Simone e Simoncello, Ente Parco San Bartolo, Università degli Studi di Urbino, Ordine Ingegneri Pesaro-Urbino, Ordine Regionale Dottori Agronomi e Forestali delle Marche, Legambiente, Collegio dei Periti Agrari di Pesaro Urbino Ancona e Macerata, WWF Italia Sezione Marche, SIGEA Marche, Comitato del Foglia, UnionFiume, FAI Pesaro Urbino.





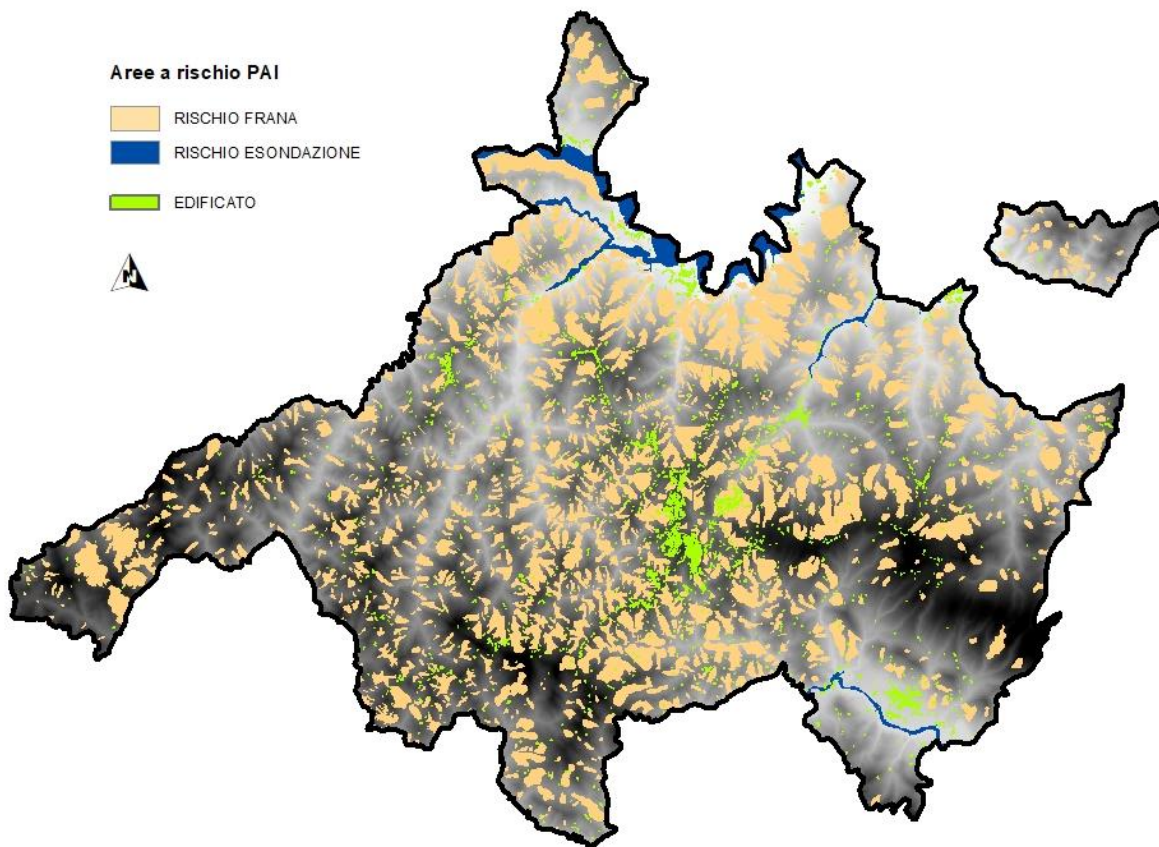
Analisi di Vulnerabilità del settore infrastrutture al dissesto idrogeologico

Indicatore di esposizione - Percentuale di aree a rischio idrogeologico

Il principale fattore di esposizione è rappresentato dalle aree soggette a rischio di fenomeni franosi o di esondazioni.

Tali aree, estrapolate dalle perimetrazioni definite nel Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche (approvato con D.C.R. n.116 del 21/01/2004 ed aggiornato nel 2016), evidenziano per il Comune di Urbino la *presenza diffusa di aree a rischio frana lungo tutti i versanti*, e la presenza di due aree a rischio esondazione in corrispondenza dei due corsi d'acqua principali che attraversano il territorio comunale (il fiume Foglia a nord, con un'area di esondazione ben marcata, e il fiume Metauro a sud, con un'area meno marcata) (si veda la successiva elaborazione cartografica).

82



Aree a rischio PAI del Comune di Urbino (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

Come si evince dalla successiva tabella, circa il 25% dell'intero territorio del Comune di Urbino è soggetto a rischio frana ed appena il 2% è soggetto a rischio esondazioni. Le aree franose in particolare modo si presentano in maniera piuttosto numerosa, estesa e diffusa sul territorio, costituendo pertanto un elemento di vulnerabilità territoriale particolarmente significativo.

Superficie	Estensione [km ²]	%
Aree non a rischio	163,10	73,93%
Aree a rischio esondazione	4,08	1,85%
Aree a rischio frana	53,44	24,22%
Totale comunale	220,62	100%

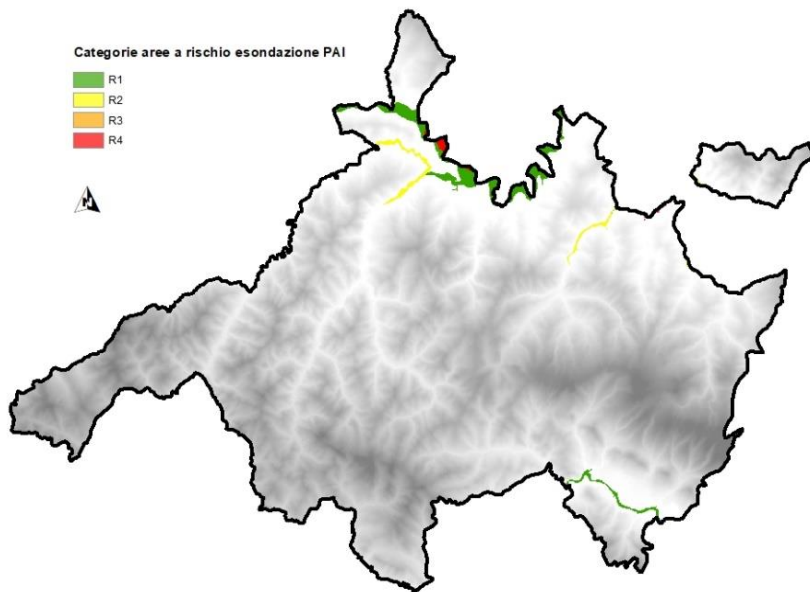




Aree esondabili

Le aree soggette a rischio esondazioni vengono distinte dal PAI in quattro categorie di rischio e in quattro categorie di pericolosità. Per quanto riguarda la pericolosità, il PAI associa a tutte le aree perimetrare un unico livello di pericolosità molto elevata.

Per quanto riguarda il livello di rischio delle aree soggette a rischio esondazione, risulta per il Comune di Urbino una prevalenza di aree a rischio basso (72%), a la presenza di tre tratti fluviali del bacino del Foglia con un livello di rischio esondazione moderato. Solamente un piccolo tratto del bacino del fiume Foglia presenta un grado di rischio molto elevato.



Rischio aree esondabili	Estensione [km ²]	%
Basso R1	2,93	71,99
Medio R2	0,86	21,13
Elevato R3	0,00	0,00
Molto elevato R4	0,28	6,88

Categorie di rischio delle aree esondabili del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

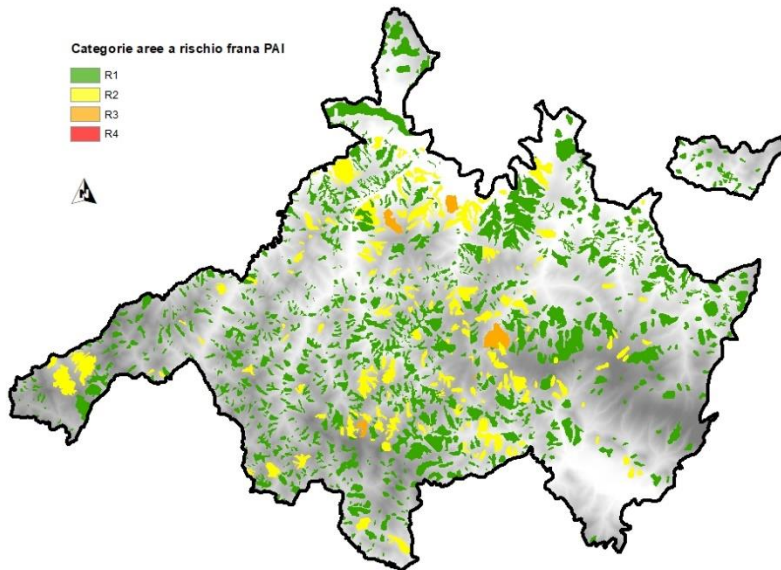




Aree in frana

Le aree soggette a rischio frana vengono distinte dal PAI in quattro categorie di rischio e in quattro categorie di pericolosità.

Per quanto riguarda il livello di rischio delle aree soggette a rischio frana, risulta per il Comune di Urbino l'assenza di aree a rischio molto elevato e una prevalenza di aree a rischio basso, con una presenza comunque importante di aree a rischio medio.



Categorie aree a rischio frana PAI

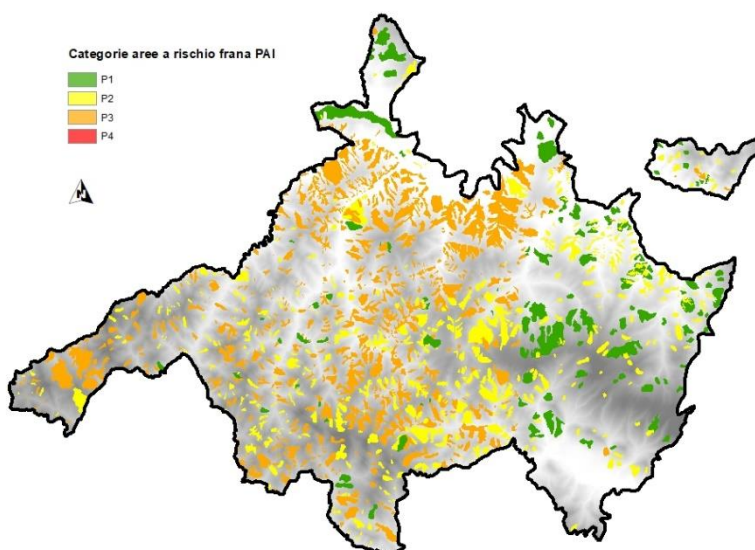
- R1
- R2
- R3
- R4



Rischio aree in frana	Estensione [km ²]	%
Basso R1	39,39	73,71
Medio R2	12,86	24,07
Elevato R3	1,19	2,23
Molto elevato R4	0,00	0,00

Categorie di rischio delle aree in frana del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

Per quanto riguarda invece il livello di pericolosità delle aree soggette a rischio frana, risultano assenti le aree a pericolosità molto elevata, con una netta prevalenza di aree a pericolosità elevata e moderata.



Categorie aree a rischio frana PAI

- P1
- P2
- P3
- P4



Pericolosità aree in frana	Estensione [km ²]	%
Bassa P1	10,49	19,63
Media P2	15,63	29,25
Elevata P3	27,32	51,12
Molto elevata P4	0,00	0,00

Categorie di pericolosità delle aree in frana del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)



L'indicatore *Percentuale di aree a rischio idrogeologico* è stato dunque calcolato normalizzando ed aggregando i dati di pericolosità sia per il rischio di esondazione che per il rischio frana, ottenendo un valore medio di esposizione pari a 1,63. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di esposizione basso** alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

Al fine di non interpretare in maniera errata i risultati, è necessario precisare che gli indicatori analizzati mostrano gradi di esposizione bassi poiché sono stati calcolati in rapporto all'intera superficie comunale, ottenendo dunque bassi valori percentuali delle aree soggette a dissesto idrogeologico.

I risultati dell'analisi evidenziano infatti che poco più del 25% del territorio comunale è soggetto a pericolosità idrogeologiche, metà delle quali risultano a pericolosità elevata.

Aree a rischio	Estensione [km ²]	%	Classe di Esposizione	Grado di Esposizione
Pericolosità Nulla	163,10	73,93	Lieve	1
Pericolosità Bassa P1	10,49	4,75	Bassa	2
Pericolosità Media P2	15,63	7,08	Moderata	3
Pericolosità Elevata P3	27,32	12,38	Alta	4
Pericolosità Molto elevata P4	4,07	1,84	Elevata	5
Totale comunale	220,62	100,00	Bassa	1,63



Indicatori di sensitività

La sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica (GIZ, 2014).

La presenza di aree soggette a rischio frane e a rischio esondazioni può costituire un serio problema per alcune infrastrutture lineari/puntuali, per gli immobili e la popolazione.

La sensitività alle variazioni climatiche del dissesto idrogeologico del Comune di Urbino è stata pertanto valutata nelle interazioni tra le aree soggette a rischio idrogeologico e gli elementi a rischio, al fine di identificare in modo più diretto gli elementi strategici del territorio che potrebbero necessitare di particolari soluzioni di adattamento ai cambiamenti climatici.

Purtroppo, a causa della mancanza di disponibilità di dati spaziali, non sono state valutate le interferenze con le reti tecnologiche e dei servizi (acquedotto, metanodotto, rete elettrica).

Di seguito si elencano gli indicatori utilizzati per la presente analisi di sensitività:

	Indicatori di sensitività
SE1	Popolazione
SE2	Edifici industriali/artigianali
SE3	Infrastrutture viarie principali
SE4	Infrastrutture viarie secondarie
SE5	Edifici sensibili e strategici

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di sensitività.



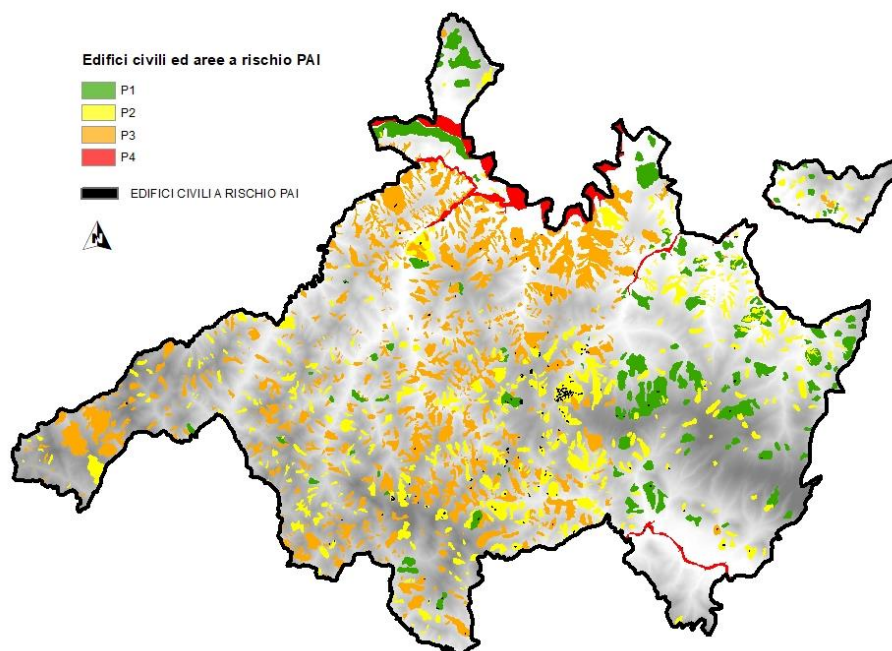
Indicatore di sensitività SE1 - Popolazione

L'analisi della popolazione residente in aree a rischio idrogeologico è stata effettuata a partire dal numero teorico di abitanti per ogni edificio ad uso di civile abitazione, calcolato distribuendo spazialmente sulle superfici piane degli edifici i dati censuari della popolazione.

Come si evince dalla tabella successiva, l'analisi evidenzia una percentuale di circa il 7,5% di abitanti in aree a rischio idrogeologico, con la prevalenza di abitanti soggetti a pericolosità media (837 abitanti).

L'indicatore è stato calcolato effettuando una media ponderata del numero di abitanti in zone a rischio con diverso grado di pericolosità sul totale degli abitanti, ottenendo un valore medio di sensitività pari a 1,15. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** della popolazione alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

Pericolosità aree in frana	Numero abitanti	%	Classe di sensitività	Grado di sensitività
Nulla	14.318	92,37	Lieve	1
Bassa P1	198	1,28	Bassa	2
Media P2	837	5,40	Moderata	3
Elevata P3	112	0,72	Alta	4
Molto elevata P4	36	0,23	Elevata	5
Totale comunale	15.501	100,00	Bassa	1,15



Aree franose ed esondabili (pericolosità) ed edifici civili del Comune di Urbino
(fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)





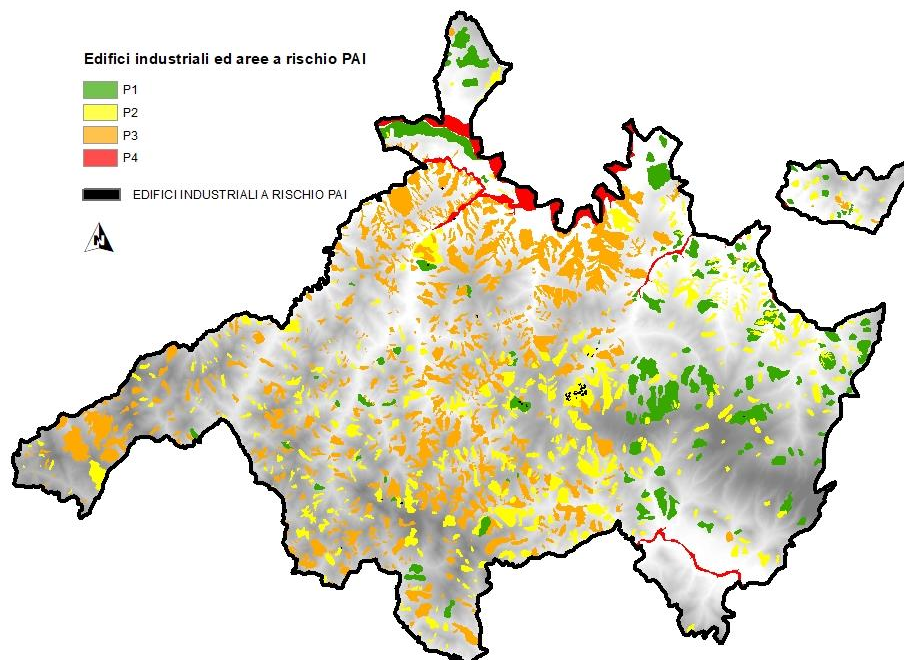
Indicatore di sensitività SE2 - Edifici industriali/artigianali

L'analisi dell'incidenza del rischio idrogeologico sul tessuto industriale/artigianale del territorio comunale di Urbino è stata calcolata valutando le quantità di edifici con destinazione industriale, produttivo e artigianale interferenti con le aree a rischio idrogeologico perimetrate dal PAI.

L'analisi evidenzia circa un 20% di edifici industriali soggetti a pericolosità idrogeologiche, con una lieve percentuale di edifici localizzati in aree a rischio frana con pericolosità media (13%), ed una minima percentuale di edifici localizzati in aree a rischio esondazione (5,84%).

L'indicatore è stato calcolato effettuando una media ponderata della superficie di edifici industriali in zone a rischio con diverso grado di pericolosità, ottenendo un valore medio di sensitività pari a 1,54. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** del tessuto urbano industriale alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

Pericolosità aree in frana	Superfici edifici industriali (mq)	%	Classe di sensitività	Grado di sensitività
Nulla	189787,45	78,42	Lieve	1
Bassa P1	4257,26	1,76	Bassa	2
Media P2	31431,08	12,99	Moderata	3
Elevata P3	2409,36	1,00	Alta	4
Molto elevata P4	14136,40	5,84	Elevata	5
Totale comunale	242021,55	100,00	Bassa	1,54



Aree franose ed esondabili (pericolosità) ed edificato artigianale/industriale del Comune di Urbino (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

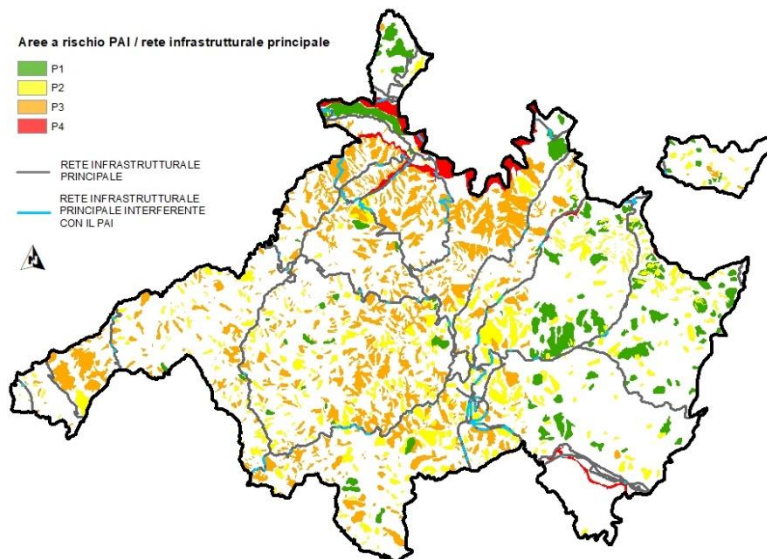


Indicatore di sensitività SE3 - Infrastrutture viarie principali

Per analizzare l'incidenza del rischio idrogeologico sul sistema infrastrutturale viario principale del Comune di Urbino, sono state calcolate le percentuali di interferenza tra le pericolosità del PAI e le reti infrastrutturali principali, ovvero classificate come *Ferrovia (FS)*, *Strade Statali (SS)*, *Strade Provinciali (SP)*, *Strada di connessione strade statali -strade provinciali*, *strade provinciali -strade provinciali (SCP)* e *Strade di collegamento località ISTAT 2001 (SC)*³⁶.

Come si evince dalla tabella successiva, dai risultati dell'analisi si ottiene che su un totale di circa 160 km di infrastrutture viarie principali, circa 13 km risultano soggette a rischio idrogeologico, con livelli di pericolosità prevalentemente media ed elevata. L'indicatore è stato calcolato effettuando una media ponderata dell'estensione delle strade principali del Comune di Urbino in aree a rischio con diverso grado di pericolosità sul totale della rete stradale principale, ottenendo un valore medio di sensitività pari a 1,20. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** delle infrastrutture stradali principali alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

Pericolosità aree a rischio	Lunghezza strade principali (km)	%	Classe di sensitività	Grado di sensitività
Nulla	146,68	91,33	Lieve	1
Bassa P1	0,90	0,56	Bassa	2
Media P2	7,10	4,42	Moderata	3
Elevata P3	5,94	3,69	Alta	4
Molto elevata P4	0,00	0,00	Elevata	5
Totale comunale	160,62	100,00	Bassa	1,20



Aree franose ed esondabili (pericolosità) ed infrastrutture viarie principali (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

³⁶ Fonte dati: classificazione amministrativa del grafo di viabilità della Regione Marche.





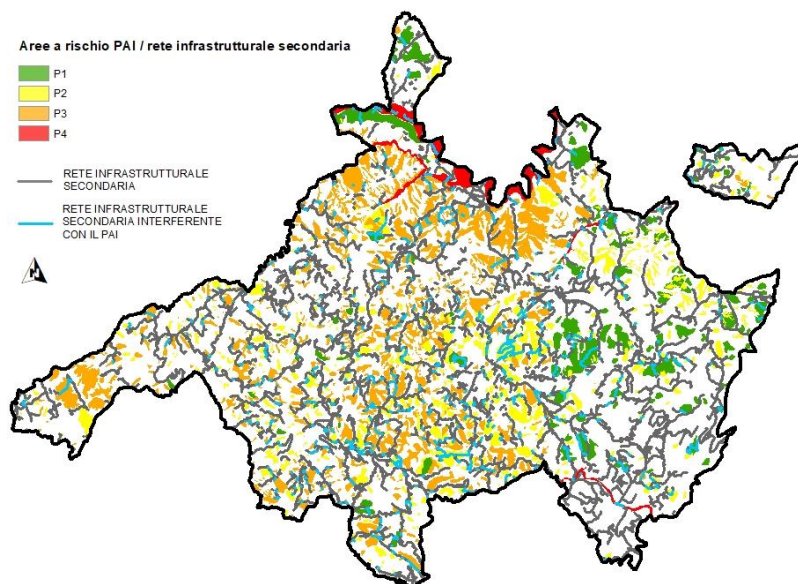
Indicatore di sensitività SE4 - Infrastrutture viarie secondarie

Per analizzare l'incidenza del rischio idrogeologico sul sistema infrastrutturale viario secondario del Comune di Urbino, sono state calcolate le percentuali di interferenza tra le pericolosità del PAI e le reti infrastrutturali classificate come, *Strada di connessione al grafo (SCG)*, *Strada di connessione agli edifici sparsi, alle vette montuose (SCV)* e *Tratto di strada fittizio quale interruzione loop (SF)*³⁷.

Come si evince dalla tabella successiva, dai risultati dell'analisi si ottiene che su un totale di circa 670 km di infrastrutture viarie secondarie, poco più del 10% risultano soggette a rischio idrogeologico, per un totale di circa 75 km. L'indicatore è stato calcolato effettuando una media ponderata dell'estensione delle strade secondarie del Comune di Urbino in aree a rischio con diverso grado di pericolosità sul totale della rete stradale secondaria, ottenendo un valore medio di sensitività pari a 1,27. Sulla base delle soglie di sensitività definite nella tabella seguente, risulta pertanto per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** delle infrastrutture stradali secondarie alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

90

Pericolosità aree a rischio	Lunghezza strade secondarie (km)	%	Classe di sensitività	Grado di sensitività
Nulla	592,98	88,54	Lieve	1
Bassa P1	14,25	2,13	Bassa	2
Media P2	27,50	4,11	Moderata	3
Elevata P3	26,85	4,01	Alta	4
Molto elevata P4	8,18	1,22	Elevata	5
Totale comunale	669,75	100,00	Bassa	1,27



Aree franose ed esondabili (pericolosità) ed infrastrutture viarie secondarie (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)

³⁷ Fonte dati: classificazione amministrativa del grafo di viabilità della Regione Marche.



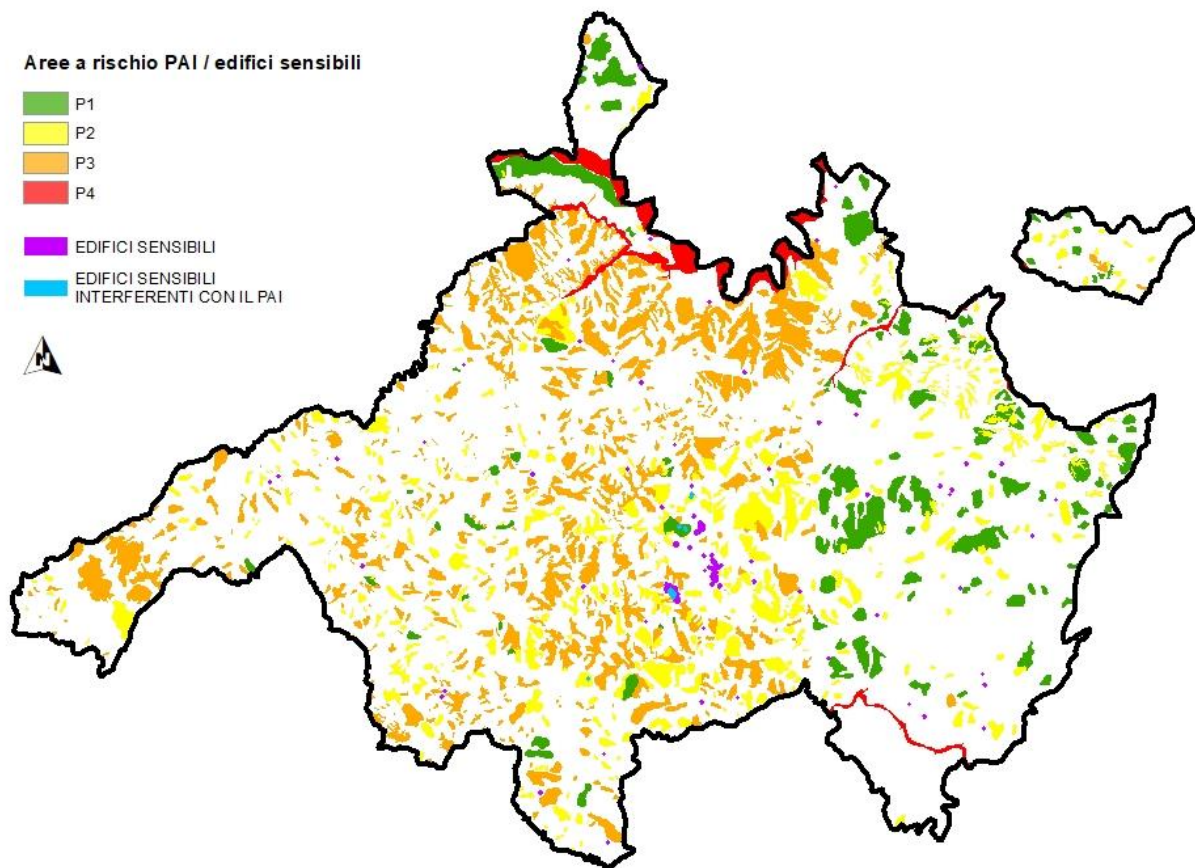


Indicatore di sensitività SE5 - Edifici sensibili e strategici

Per analizzare l'incidenza del rischio idrogeologico sul sistema degli edifici sensibili e strategici (scuole, municipio, locali comunali, sede C.O.C., chiese ed altri edifici pubblici) del Comune di Urbino, sono state valutate le interferenze degli stessi con le pericolosità perimetrate dal PAI.

Dall'analisi non risultano particolari criticità, se non per quanto riguarda il Collegio dei Cappuccini (frana P3), i Vigili del Fuoco ed i Carabinieri (frane P2), e la piscina in Via Pablo Neruda di proprietà dell'ERSU (P1).

Vista la difficoltà nel definire le soglie di sensitività per tale indicatore, e considerato il carattere puramente indicativo del valore di sensitività, è stato deciso di assegnare per il Comune di Urbino un **grado di sensitività basso** degli edifici strategici alla problematica del *dissesto idrogeologico*.



Aree franose ed esondabili(pericolosità) ed edifici sensibili e strategici del Comune di Urbino (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016)





Indicatore sintetico di sensitività - SE

L'indicatore sintetico di sensitività del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei cinque indicatori precedentemente calcolati, ai quali è stato assegnato lo stesso peso:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2 + SE_3 * w_3 + SE_4 * w_4 + SE_5 * w_5)}{\sum_1^5 w}$$

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di sensitività calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di sensitività bassa del sistema antropico ed infrastrutturale alla problematica del dissesto idrogeologico**.

Al fine di non interpretare in maniera errata i risultati, è necessario precisare che gli indicatori analizzati mostrano gradi di sensitività bassi poiché sono stati calcolati in rapporto all'intera superficie comunale, ottenendo dunque bassi valori percentuali degli elementi interferenti con le pericolosità idrogeologiche.

I risultati dell'analisi evidenziano infatti consistenti interferenze tra le pericolosità idrogeologiche e gli elementi del sistema urbano: circa 1.000 abitanti, 13 km di strade principali, 75 km di strade secondarie e 6.000 mq di edifici industriali e produttivi-artigianali.

Indicatori di sensitività	Peso indicatore (w)	Valore grado di sensitività [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di sensitività
SE1 - Popolazione	0,2	1,15	0,23	Bassa
SE2 - Edifici industriali/artigianali	0,2	1,54	0,30	Bassa
SE3 - Infrastrutture viarie principali	0,2	1,20	0,24	Bassa
SE4 - Infrastrutture viarie secondarie	0,2	1,27	0,25	Bassa
SE5 - Edifici sensibili e strategici	0,2	1,00	0,20	Bassa
SE - Indicatore sintetico di sensitività	1,0	1,23	0,24	Bassa



Indicatore di capacità adattiva - Manutenzione del territorio

La determinazione del valore di capacità adattiva dell'intero territorio comunale alle problematiche legate al dissesto idrogeologico non risulta semplice, vista la complessità della materia ed il carattere imprevedibile dei vari fattori che incidono nel verificarsi dei fenomeni di dissesto idrogeologico dei versanti collinari.

Tuttavia, lo stato di manutenzione e di lavorazione dei terreni agricoli è indubbiamente un fattore che incide nel verificarsi di tali eventi. Assumendo che l'azione quotidiana di lavorazione dei campi da parte dell'uomo, se svolta in maniera etica, sostenibile e conforme ai regolamenti locali, può rappresentare un elemento di manutenzione, di mitigazione e quindi di adattamento ai fenomeni idrogeologici in atto, è possibile quantificare l'indicatore analizzando i dati di superficie comunale utilizzata a fini agricoli.

Come si evince dalla tabella seguente, i dati di uso del suolo derivati dalla cartografia ufficiale della Regione Marche (aggiornamento al 2007), mostrano per il Comune di Urbino un'elevata percentuale di territorio adibito a *seminativi* (circa 45%) ed una lievissima percentuale di territorio adibito a *colture permanenti* (circa 1%), per un totale di territorio utilizzato a fini agricoli pari a circa il 46% dell'intero territorio comunale.

Categoria di Uso del Suolo	Superficie [kmq]	%
Zone urbanizzate residenziali	4,78	2,11
Zone industriali, commerciali e infrastrutturali	1,88	0,83
Zone estrattive, cantieri e discariche	0,54	0,24
Zone verdi artificiali non agricole	1,28	0,57
Seminativi	101,84	45,03
Colture permanenti	2,70	1,19
Prati stabili	5,11	2,26
Zone agricole eterogenee	0,14	0,06
Zone boscate	100,13	44,28
Zone con vegetazione arbustiva/erbacea	6,74	2,98
Zone con vegetazione rada o assente	0,82	0,36
Acque continentali	0,18	0,08
TOTALE COMUNALE	226,14	100,00

L'analisi viene estesa poi all'interazione tra le componenti di uso del suolo con le aree soggette a rischio idrogeologico.

Come riportato nei valori nella tabella successiva, il Comune di Urbino presenta una percentuale di aree a rischio frana sul totale della superficie comunale pari a circa il 25%, delle quali circa il 55% risultano adibite a seminativo. Pertanto una corretta gestione delle pratiche agricole nelle aree coltivate potrebbe certamente rappresentare un'attività mitigatrice nei confronti di una futura ed inevitabile evoluzione dei fenomeni gravitativi.

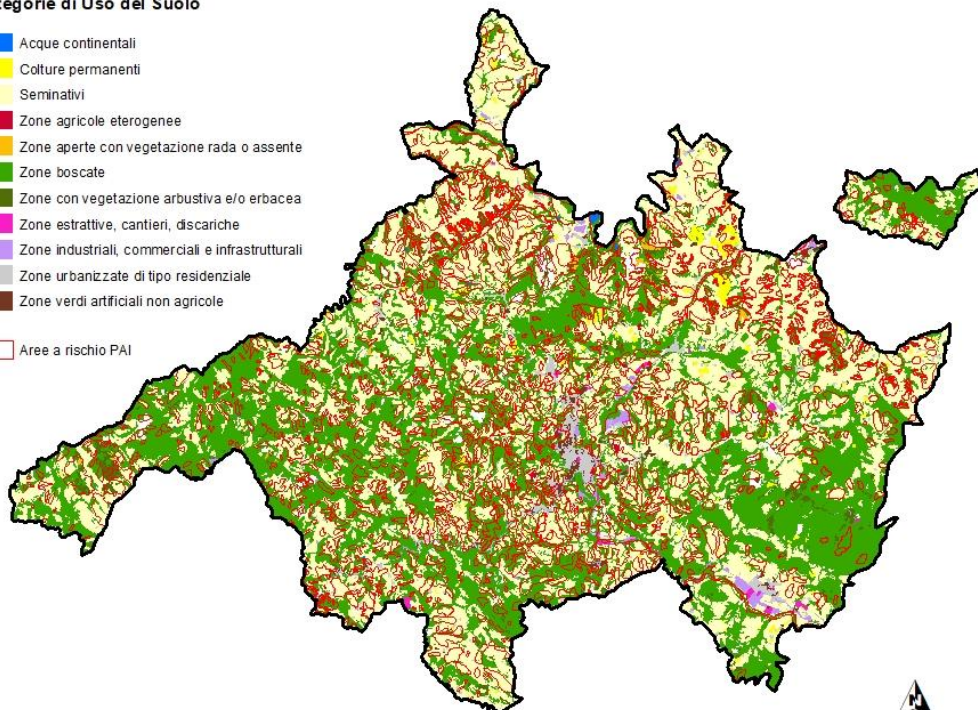




Categoria di Uso del Suolo nelle aree a rischio frana	Superficie [kmq]	%
Zone urbanizzate residenziali	0,33	0,58%
Zone industriali, commerciali e infrastrutturali	0,33	0,57%
Zone estrattive, cantieri e discariche	0,12	0,20%
Zone verdi artificiali non agricole	0,10	0,18%
Seminativi	30,91	53,77%
Colture permanenti	0,60	1,05%
Prati stabili	1,31	2,28%
Zone agricole eterogenee	0,05	0,09%
Zone boscate	20,39	35,47%
Zone con vegetazione arbustiva/erbacea	2,71	4,72%
Zone con vegetazione rada o assente	0,51	0,88%
Acque continentali	0,13	0,22%
TOTALE AREE A RISCHIO	57,49	26,07%
TOTALE COMUNALE	226,14	100,00%

Categorie di Uso del Suolo

- Acque continentali
- Colture permanenti
- Seminativi
- Zone agricole eterogenee
- Zone aperte con vegetazione rada o assente
- Zone boscate
- Zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea
- Zone estrattive, cantieri, discariche
- Zone industriali, commerciali e infrastrutturali
- Zone urbanizzate di tipo residenziale
- Zone verdi artificiali non agricole
- Aree a rischio PAI



Uso del Suolo ed aree a rischio idrogeologico del Comune di Urbino (fonte dati: aggiornamento PAI Marche 2016, Carta di Uso del Suolo della Regione Marche aggiornamento 2007)



Dall'analisi risulta dunque che circa il 46% del territorio del Comune di Urbino è adibito ad usi agricoli, presentando un grado di capacità adattiva potenzialmente alto (in una scala di valori 1-5 pari a 4,0), ed il restante 54% un grado di capacità adattiva potenzialmente basso (in una scala di valori 1-5 pari a 2,0).

Pertanto, sulla base delle soglie di sensibilità definite nella tabella seguente ed a seguito di una media ponderata effettuata sulle estensioni delle aree ad uso agricolo e non, il Comune di Urbino, con un valore medio dell'indicatore di *Manutenzione del territorio* pari a 3,09, presenta un **grado di capacità adattiva alto** alla problematica del *dissesto idrogeologico*.

Categorie di Uso del Suolo	Estensione [km ²]	%	Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
			Lieve	1
Non agricolo	121,48	53,72	Bassa	2
			Moderata	3
Seminativi, colture permanenti	104,66	46,28	Alta	4
			Elevata	5
Totale comunale	226,14	100,00	Alta	3,09





Sintesi dell'analisi di vulnerabilità del settore infrastrutture al dissesto idrogeologico

Riassumendo quanto sopra esposto ne risulta che il sistema antropico ed infrastrutturale del Comune di Urbino presenta un **grado di vulnerabilità bassa (1,67)** alla problematica del dissesto idrogeologico.

Al fine di non interpretare in maniera errata i risultati, è necessario precisare che gli indicatori di esposizione e sensibilità analizzati mostrano gradi bassi poiché sono stati calcolati in rapporto all'intera superficie comunale, ottenendo dunque bassi valori percentuali.

I risultati dell'analisi evidenziano infatti consistenti interferenze tra le pericolosità idrogeologiche e gli elementi del sistema urbano (*sensibilità*): circa 1.000 abitanti, 13 km di strade principali, 75 km di strade secondarie e 6.000 mq di edifici industriali e produttivi-artigianali.

La componente dell'esposizione, seppure più del 50% delle aree in frana risultano a pericolosità elevata (P3), presenta un grado di esposizione basso, dal momento che circa il 75% del territorio comunale non risulta soggetto a rischio idrogeologico.

La capacità adattiva infine risulta alta, data la forte connotazione agricola del territorio comunale.

Componenti della vulnerabilità	Valore [Scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di vulnerabilità
Esposizione (ES)	1,63	0,32	Bassa
Sensibilità (SE)	1,23	0,24	Bassa
Capacità adattiva (CA)	3,09	0,61	Alta
VULNERABILITA'	1,67	0,33	Bassa

- Indicatore di Esposizione ES = 1,63 (Basso)
- Indicatore di Sensibilità SE = 1,23 (Basso)
- Impatto Potenziale I (ES+SE) = 1,43 (Basso)
- Capacità Adattiva CA = 3,09 (Alta)
- **Vulnerabilità = (1,43 + (5-3,09)) / 2 = 1,67 (Bassa)**



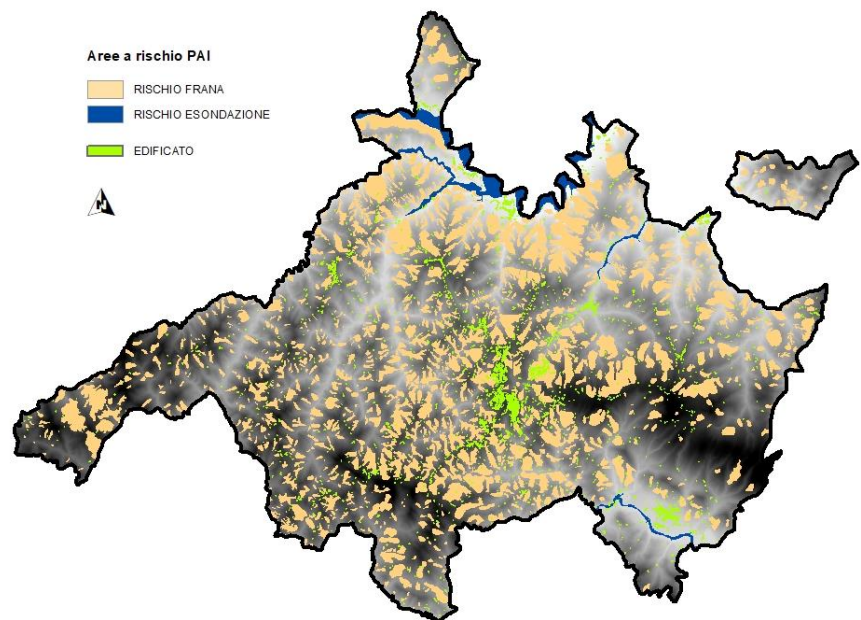
Analisi degli scenari di rischio per il dissesto idrogeologico

L'analisi del rischio idrogeologico passa inevitabilmente attraverso la lettura degli strumenti di Piano già esistenti, che nel caso specifico, come riferito precedentemente, consistono nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Marche.

Il PAI identifica in maniera chiara, attraverso una mappatura puntuale, le aree soggette a rischio idrogeologico sul territorio regionale a scala comunale. Vengono valutate sia le aree sottoposte a rischio frana, sia le aree a rischio esondazione. Non è necessario pertanto procedere con lo sviluppo di una metodologia specifica per determinare i livelli di rischio, che risulterebbe sicuramente ridondante rispetto alle analisi del PAI.

L'analisi del rischio è quindi finalizzata esclusivamente a fornire un indicatore sintetico globale dell'intensità del dissesto idrogeologico per il Comune di Urbino.

Per calcolare l'indicatore sintetico di rischio è stato valutato il valore medio ponderato del rischio nelle aree "esposte", ovvero quelle cartografate dal PAI, sulla base della loro estensione areale. La scala di valutazione utilizzata è quella del PAI, costituita da quattro classi da 1 (rischio basso) a 4 (rischio molto elevato).



Per quanto riguarda il rischio esondazione, dall'analisi risulta una lieve presenza di aree a rischio molto elevato (7%), e l'assenza di aree a rischio elevato. Più del 70% delle aree esondabili risulta a basso rischio, ed il 21% circa risulta a rischio medio.

Rischio aree esondabili	Estensione (km ²)	%	Grado di rischio
Basso R1	2,94	71,94	1
Medio R2	0,86	21,10	2
Elevato R3	0,00	0,00	3
Molto elevato R4	0,29	6,97	4
Totale comunale	4,09	100,00	1,42



Per quanto riguarda il rischio frana, dall'analisi risulta che non sono presenti aree a rischio molto elevato, e si rileva una lieve quantità di aree a rischio elevato (2,24%). Quasi il 75% delle aree in frana risulta a basso rischio, ed il 24% circa risulta a rischio medio.

Rischio aree in frana	Estensione (km ²)	%	Grado di rischio
Basso R1	39,42	73,73	1
Medio R2	12,85	24,03	2
Elevato R3	1,20	2,24	3
Molto elevato R4	0,00	0,00	4
Totale comunale	53,46	100,00	1,29

Calcolando la media ponderata tra i due valori, risulta un livello medio di rischio pari a 1,35.

Rischio	Grado di rischio (scala 1-4)
Frana	1,42
Esondazione	1,29
Totale	1,35

Per definire le soglie di rischio, la scala di valori in quattro classi del PAI è stata riportata ad una scala a 5 classi, attribuendo ad ogni classe l'intervallo di 0,8.

Pertanto, sulla base delle soglie di rischio definite nella tabella seguente, con un valore medio pari a 1,68, il Comune di Urbino presenta mediamente un **grado di rischio basso** delle aree soggette a rischio idrogeologico.

Rischio aree in frana	Valore medio ponderato (scala 1-4)	Livello di rischio (scala 1-5)	Grado di rischio
Totale comunale			1
	1,35	1,68	2
			3
			4
			5

Oltre alla valutazione del valore medio ponderato, è bene tenere presente anche l'estensione delle aree a rischio all'interno del territorio comunale. Per fornire una valutazione corretta in una scala da 1 a 5, si è deciso di attribuire il valore più basso qualora le aree a rischio comprendano complessivamente meno del 10% del territorio comunale. Viceversa, si attribuisce il valore massimo qualora la superficie interessata sia maggiore del 40% rispetto al totale comunale.





Nel Comune di Urbino la somma di tutte le aree a rischio cartografate dal PAI è pari a 57,55 km², circa il 25% della superficie totale. Pertanto, sulla base dei valori indicati nella tabella seguente, risulta un **grado di rischio moderato** di estensione delle aree a rischio sul territorio comunale.

Superficie esposta	Grado rischio	Valore Urbino
<10% sulla ST	1	
10-20% sulla ST	2	
20-30% sulla ST	3	25%
30-40% sulla ST	4	
>40% sulla ST	5	

L'incrocio dei due fattori del rischio (livello medio di esposizione al rischio ed estensione delle aree a rischio), rappresentato graficamente nella tabella seguente, evidenzia per il territorio del Comune di Urbino un fattore sintetico globale di **rischio moderato**.

ESTENSIONE AREE A RISCHIO	5	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	4	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	3	MODERATO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	2	BASSO	MODERATO	MODERATO	MODERATO	MODERATO
	1	TRASCURABILE	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
		1	2	3	4	5
LIVELLO MEDIO ESPOSIZIONE AL RISCHIO						





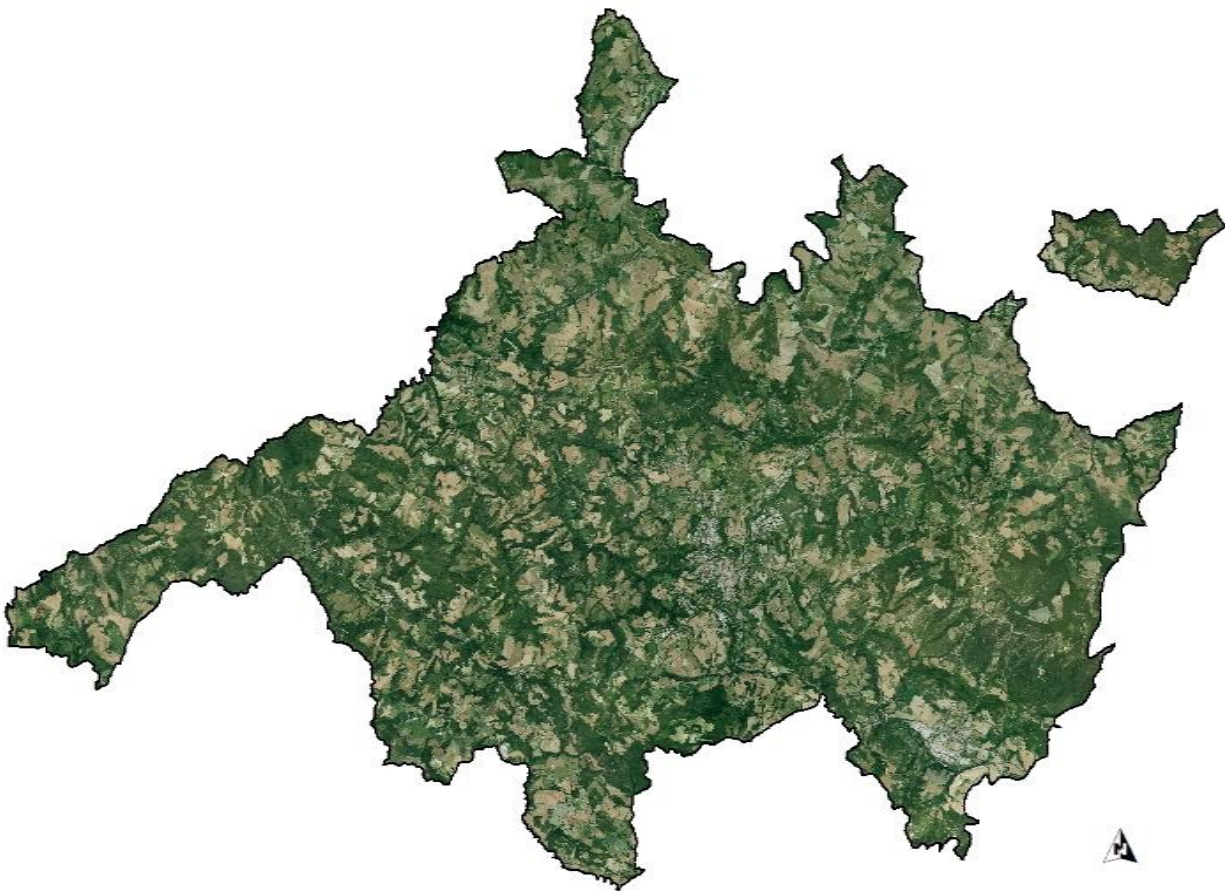
3.4 Settore Agricoltura

Il territorio del Comune di Urbino si caratterizza per una tradizione agricola che ancora oggi riveste un ruolo fondamentale nella società ed economia locale, che ha comunque subito le conseguenze negative dei recenti processi di crisi economica e spopolamento delle campagne e dei centri minori. Tuttavia, tra la fine degli anni novanta e i primi anni duemila, le campagne sono tornate a ripopolarsi grazie alla nascita di aziende e cooperative di agricoltura perlopiù di tipo biologico.

I potenziali impatti che potrebbero interferire con il sistema agricolo locale sono generati dalle variazioni dei regimi pluviometrici in conseguenza dei cambiamenti climatici, e sono riconducibili principalmente alle tematiche dell'**erosione dei suoli** (che dipende sia dall'azione diretta d'impatto della pioggia sul terreno, sia dall'azione dello scorrimento dell'acqua sulla superficie del suolo) e della **carenza idrica** ad uso irriguo.

Pertanto, sono state sviluppate due distinte analisi di vulnerabilità e di rischio del sistema agricolo del Comune di Urbino, riferite ai potenziali impatti di:

- *erosione dei suoli agricoli*
- *carenza idrica ad uso irriguo.*



Uso del suolo del Comune di Urbino, base Ortofotocarta satellitare (2016)



3.4.1 Settore Agricoltura - Erosione dei suoli agricoli

Premessa

Il *suolo* rappresenta lo strato superiore della crosta terrestre ed è costituito da componenti minerali, organici, acqua, aria e organismi viventi. Esso costituisce, inoltre, l'interfaccia tra terra, aria ed acqua, e ospita gran parte della biosfera. Dati i lunghi tempi di formazione del suolo, si può ritenere che esso sia una risorsa sostanzialmente non rinnovabile.

L'azione erosiva a carico dei suoli si manifesta in due modi principali: *erosione areale per ruscellamento diffuso* ed *erosione a rivoli e solchi per ruscellamento concentrato*. L'erosione dipende dunque sia dall'azione diretta d'impatto della pioggia sul terreno, sia dall'azione dello scorrimento dell'acqua sulla superficie del suolo, con conseguente asportazione e trasporto di particelle solide, di suolo e di roccia.

Pertanto *l'erosione idrica dei suoli rappresenta la principale minaccia di degrado dei suoli a livello globale*. Tale minaccia è inoltre destinata a crescere in funzione del cambiamento dei regimi pluviometrici in conseguenza dei cambiamenti climatici. L'aumento del numero di eventi estremi di precipitazione porterà ad un aumento della capacità erosiva delle piogge, con un inevitabile conseguente aumento dell'erosione del suolo.

In Europa 115 milioni di ettari sono soggetti ad erosione idrica dei suoli, mentre 42 milioni di ettari sono soggetti ad erosione eolica. È chiaro che l'erosione dei suoli, sia idrica che eolica, è sovente il risultato di pratiche gestionali inappropriate e in cui è importante intervenire al fine di mitigarne gli impatti³⁸.

Per definire la vulnerabilità del settore agricolo al rischio di erosione dei suoli, è stato applicato il *metodo RUSLE 2015 (Revised Universal Soil Loss Equation)*³⁹, che quantifica l'erosione dei suoli in relazione a diversi fattori, quali la *capacità erosiva della pioggia* (energia cinetica d'impatto), le *caratteristiche idrologiche dei suoli* (capacità di accettazione delle piogge, limiti di run-off), la *morfometria* (zone di scorrimento, zone di deposizione, acclività), la *copertura dello strato pedologico* (tipo di vegetazione presente) ed i *sistemi di gestione agricola e di regimazione delle acque* (pratiche agricole di controllo del fenomeno e sistemazioni idraulico agrarie).

L'equazione di calcolo dell'*indice di erosione dei suoli (E)* è così definita:

$$E \text{ (ton/ha/anno)} = R * K * LS * C * P$$

dove:

E = quantità di suolo asportato dall'erosione idrica

R = erosività delle precipitazioni

K = erodibilità del suolo

LS = lunghezza e pendenza del versante

C = copertura del suolo

P = pratiche di controllo dell'erosione

³⁸ (JRC, EUR 22953 IT – 2007 – Implementazione a livello regionale della proposta di direttiva quadro sui suoli in Europa).

³⁹ Renard, K.G., et al., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Agricultural Handbook 703). US Department of Agriculture, Washington, DC, pp. 404.





Nel calcolare la vulnerabilità del sistema agricolo all'erosione dei suoli, è dunque possibile considerare il *fattore E come indice di vulnerabilità*, il *fattore R come indice di esposizione*, i *fattori K, LS e C come indici di sensitività* ed il *fattore P come indice di capacità adattiva*. Di seguito sono descritti ed illustrati i valori di ogni indice estrapolati dal dataset dell'*European Soil Data Center (ESDAC)* del *Joint Research Center*⁴⁰, dai quali è stato ottenuto il valore finale di erosione del suolo espresso in ton/ha/anno, e dalla quale sono state derivate le 5 classi di vulnerabilità previste.

Al fine di non alterare il risultato finale già previsto già dalla metodologia RUSLE, non è stata eseguita alcuna normalizzazione dei valori dei suddetti indici.

⁴⁰ Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., & Alewell, C. (2015). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy*, 54, 438-447.





Analisi di Vulnerabilità del settore agricolo all'erosione dei suoli

Indicatore di esposizione - Erosività delle precipitazioni (Fattore R)

Il *fattore R* misura la capacità erosiva delle precipitazioni, in funzione dell'intensità e della tipologia di ruscellamento superficiale. Maggiore è l'intensità e la durata della precipitazione, maggiore è il suo potenziale effetto erosivo.

Il fattore è stato calcolato dall'*European Soil Data Centre* su un modello con griglia di 500 metri, a partire dalle informazioni di precipitazione con risoluzione temporale di 30 minuti rilevate dalla rete europea delle stazioni meteorologiche, ed è stato interpolato attraverso una procedura di regressione gaussiana per generare la mappe dell'erosività^{41,42}.

Analizzando il trend storico di dati, risulta che il territorio comunale di Urbino presenta un *valore medio di erosività delle piogge pari a 1.125,74 (MJ * mm) / (ha * h * yr)* rispetto ad un *valore medio europeo pari a 722 (MJ * mm) / (ha * h * yr)* e una *media regionale pari a 1.249,12 (MJ * mm) / (ha * h * yr)*.

Le stagioni con un valore medio di erosività risultano essere l'estate e la primavera. I mesi di agosto e settembre risultano i maggiormente incisivi. È inoltre interessante notare che la stagione autunnale risulta quella a più bassa erosività, a differenza della media regionale in cui l'autunno si rivela essere la stagione a più alto valore di erosività.

Mesi	Fattore R (MJ * mm) / (ha * h * yr)	
	Media Comune Urbino	Media Regione Marche
Gennaio	19,23	21,76
Febbraio	26,83	29,25
Marzo	26,63	31,00
Aprile	50,63	52,61
Maggio	75,06	96,04
Giugno	149,68	141,73
Luglio	137,36	145,05
Agosto	256,73	221,77
Settembre	214,68	264,80
Ottobre	88,67	119,13
Novembre	60,98	85,62
Dicembre	62,52	72,11

Stagioni	Fattore R (MJ * mm) / (ha * h * yr)	
	Media Comune Urbino	Media Regione Marche
Inverno	153,83	123,29
Primavera	361,27	179,79
Estate	546,48	509,03
Autunno	110,85	470,02
Annuale	1.125,74	1.249,12

Le proiezioni future al 2050, modellizzate sulla base di uno scenario moderato di cambiamenti climatici (*HadGEM RCP 4.5*), mostrano come il valore medio di erosività delle piogge per il Comune di Urbino, a seguito di una riduzione tendenziale delle piogge per l'intera area del Mediterraneo, si riduca a *940,43 (MJ * mm) / (ha * h * yr)*

⁴¹ Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rouseva, S., Tadic, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Beguería, S., Alewell, C. 2015. Rainfall erosivity in Europe. *Sci Total Environ.* 511: 801-814. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.008. Download the article: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.008

⁴² Ballabio, C., Borrelli, P., Spinoni, J., Meusburger, K., Michaelides, S., Beguería, S., Klik, A., Petan, S., Janecek, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Tadić, M.P., Nazzareno, D., Kostalova, J., Rouseva, S., Banasik, K., L., Alewell, C., Panagos, P. 2017. Mapping monthly rainfall erosivity in Europe. *Sci Total Environ.* 579: 1298-1315. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.11.123





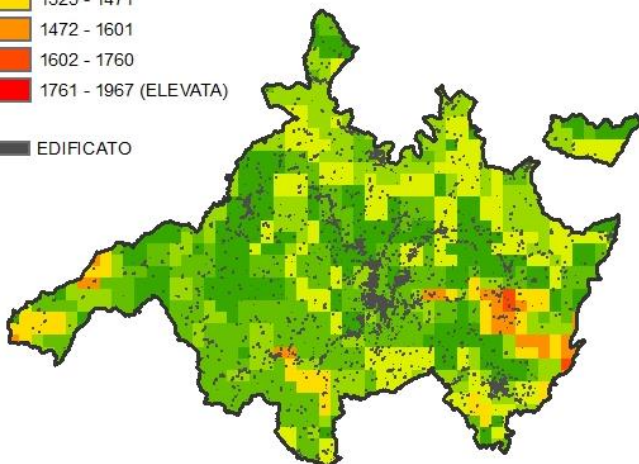
rispetto ad un *valore medio europeo pari a 857 (MJ * mm) / (ha * h * yr)* e una *media regionale pari a 1.019,20 (MJ * mm) / (ha * h * yr)*.

Si riportano di seguito le elaborazioni cartografiche dell'indice di erosività delle precipitazioni (fattore R) del Comune di Urbino, con riferimento sia al valore medio attuale che alla proiezione al 2050, dalle quali *risulta una situazione generale molto favorevole escludendo particolari criticità legate alla capacità erosiva delle precipitazioni in funzione dell'intensità e della tipologia di ruscellamento superficiale.*

Fattore R
(MJ * mm) / (ha * h * yr)

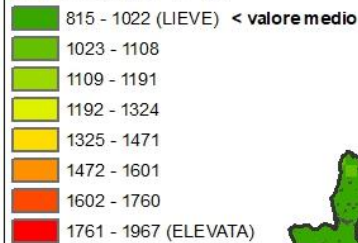


EDIFICATO

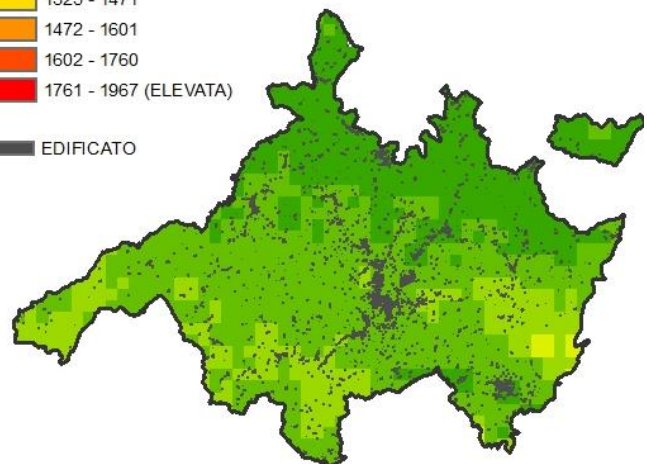


Fattore R - Erosività delle piogge
Mappa basata sul trend storico 1961-2015.
Valore medio: 1.125,74 (MJ * mm) / (ha * h * yr)

Fattore R 2050
(MJ * mm) / (ha * h * yr)



EDIFICATO



Fattore R - Erosività delle piogge
Mappa basata sulla proiezione al 2050.
Valore medio: 940,43 (MJ * mm) / (ha * h * yr)



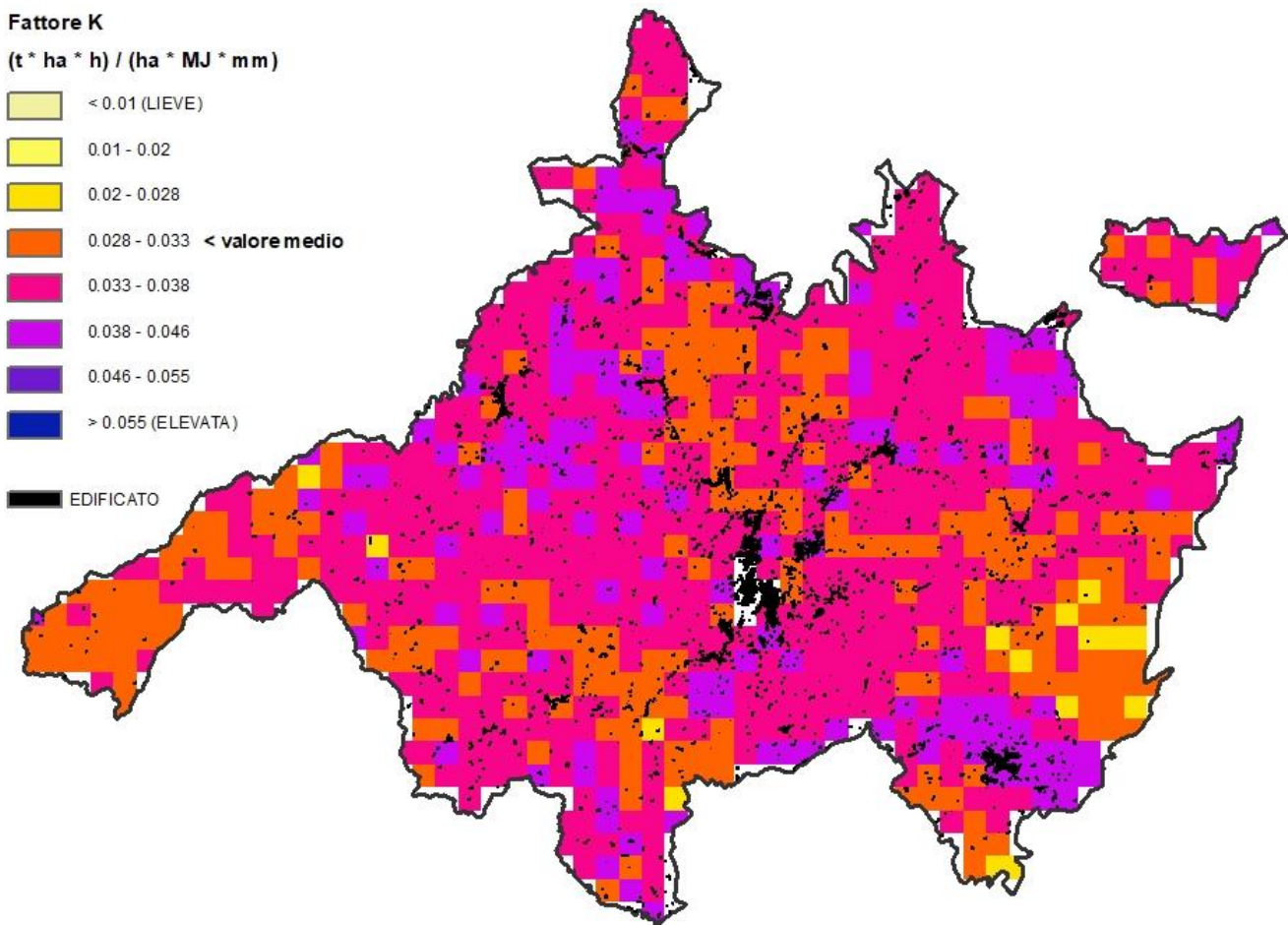


Indicatore di sensitività SE1 - Erodibilità dei suoli (Fattore K)

L'erodibilità dei suoli esprime la suscettibilità del suolo all'erosione ed al trasporto per ruscellamento. Il fattore è fortemente legato alla tessitura del suolo, così come anche ad altri parametri, quali la struttura e la permeabilità del suolo e la presenza di materia organica. L'erodibilità è stata calcolata a partire da una griglia di punti noti con una risoluzione spaziale di 500 metri (attraverso indagini svolte nell'ambito del *progetto LUCAS*⁴³), applicando una regressione bi-cubica per correlare spazialmente le informazioni.

105

Come rappresentato nell'immagine seguente, il Comune di Urbino presenta un *indice di erosione dei suoli moderato in maniera diffusa su tutto il territorio*.



Fattore K - Erodibilità dei suoli
Valore medio: 0,032 (t * ha * h) / (ha * MJ * mm)

⁴³ Panagos, P., Meusburger, K., Ballabio, C., Borrelli, P., Alewell, C. Soil erodibility in Europe: A high-resolution dataset based on LUCAS, Science of Total Environment, 479–480 (2014) pp. 189–200 Download the article (Open Access): [10.1016/j.scitotenv.2014.02.010](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.010)





Indicatore di sensitività SE2 - Lunghezza e pendenza del versante (Fattore LS)

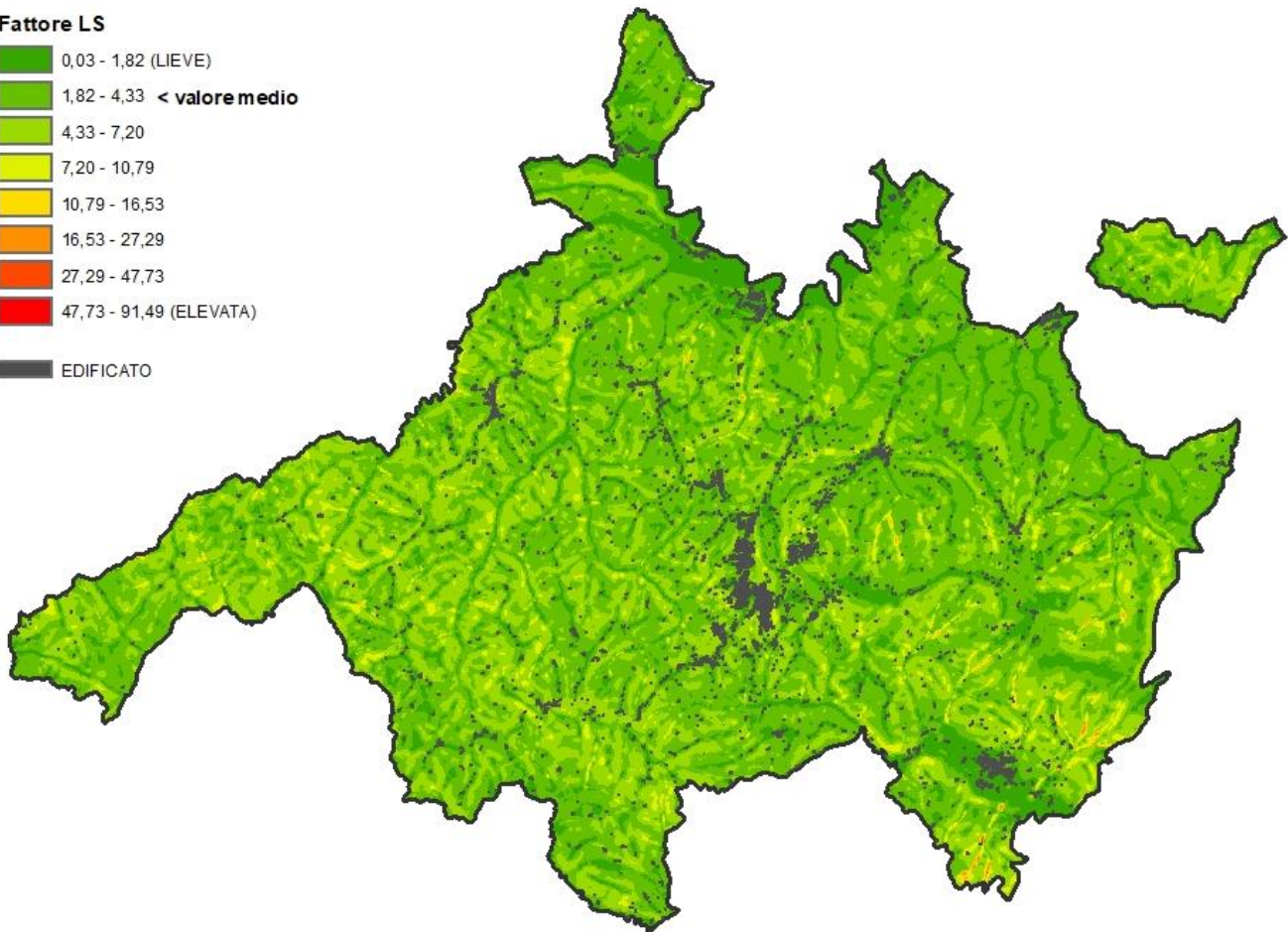
Il fattore di lunghezza e pendenza dei versanti (adimensionale) è calcolato tramite il rapporto tra la perdita di suolo in condizioni di riferimento e la situazione reale rilevata sul territorio attraverso un *Modello Digitale del Terreno (Digital Terrain Model - DTM)*. Pendenze e lunghezze minori dei versanti determinano una riduzione del valore finale del fattore LS.

Per il calcolo del fattore è stato utilizzato un DTM con risoluzione di 25 metri⁴⁴, a partire dall'equazione proposta da Desmet e Govers (1996)⁴⁵.

105

Come rappresentato nell'immagine seguente, il Comune di Urbino presenta un grado basso in maniera diffusa su tutto il territorio, escludendo dunque particolari criticità legate alla morfologia dei versanti.

Fattore LS



Fattore LS - Lunghezza e pendenza del versante

Valore medio: 3,41

⁴⁴ Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K. (2015). A New European Slope Length and Steepness Factor (LS-Factor) for Modeling Soil Erosion by Water. *Geosciences*, 5: 117-126.

⁴⁵ Desmet, P., Govers, G., 1996. A GIS procedure for automatically calculating the ULSE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation* 51 (5), 427-433





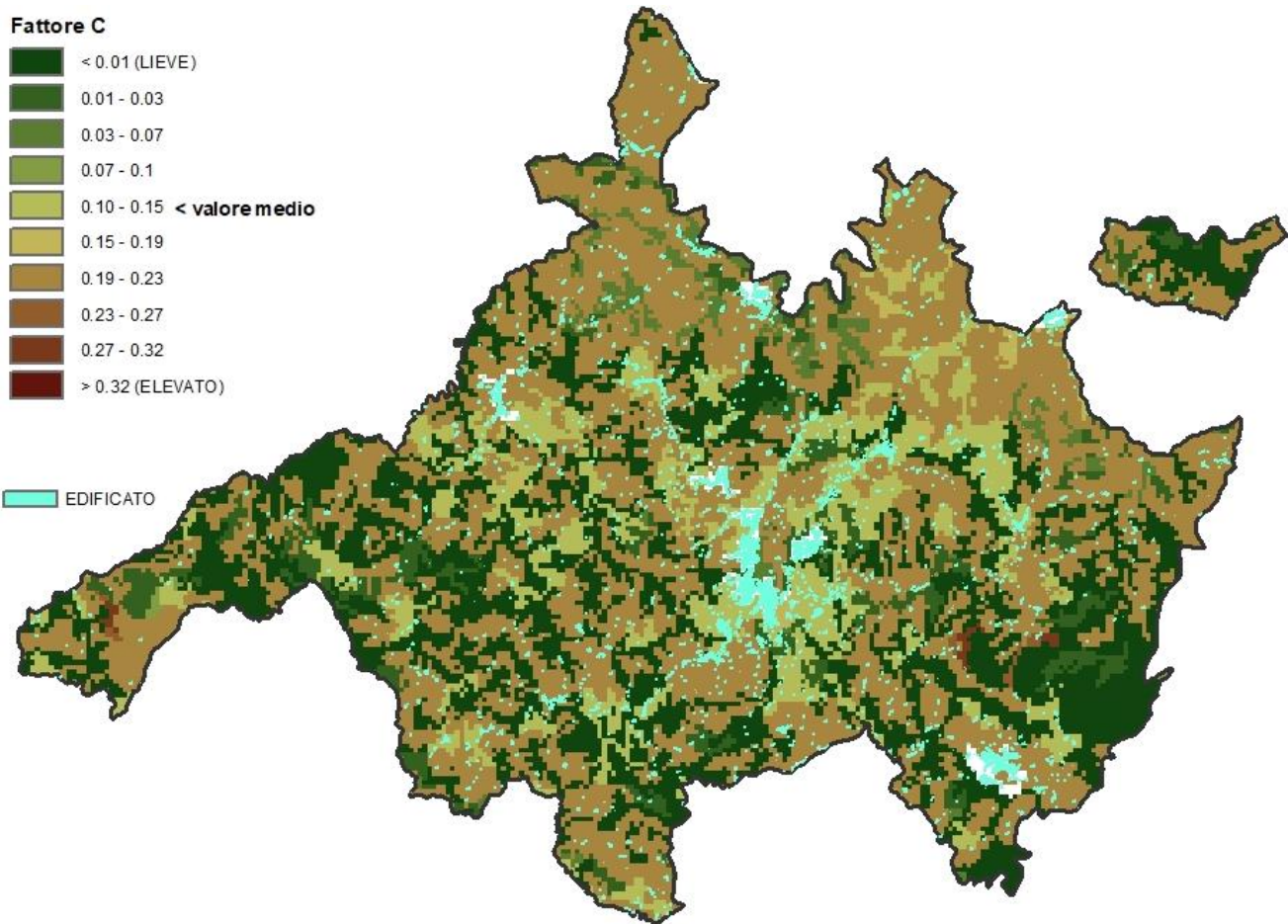
Indicatore di sensitività SE3 - Copertura del suolo (Fattore C)

Il fattore di copertura del suolo (adimensionale) viene utilizzato per determinare la capacità dei suoli, delle colture ivi praticate e delle relative pratiche agricole nel prevenire l'erosione⁴⁶. Si tratta di un rapporto tra la perdita di suolo attesa con una specifica coltura ed una coltura di riferimento.

Nelle aree coltivate a seminativo, il fattore C è stato stimato con una risoluzione spaziale di 100 metri a partire da dati statistici (% di colture praticate per territorio) ed è basato sulle pratiche di gestione prevalenti (es. modalità di aratura, copertura invernale dei terreni, presenza di colture erbacee residuali). Nelle aree prive di seminativi, il fattore C è stato stimato attraverso una pesatura statistica dei valori derivanti da letteratura per le altre tipologie di copertura (rilevate a partire dai dati satellitari).

107

Come rappresentato nell'immagine seguente, il Comune di Urbino presenta un indice di copertura del suolo piuttosto moderato in maniera diffusa su tutto il territorio.



Fattore C - Copertura del suolo

Valore medio: 0,11

⁴⁶ Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, C., Alewell, C., Lugato, E., Montanarella, L., 2015. Estimating the soil erosion cover-management factor at European scale. Land Use policy journal. 48C, 38-50





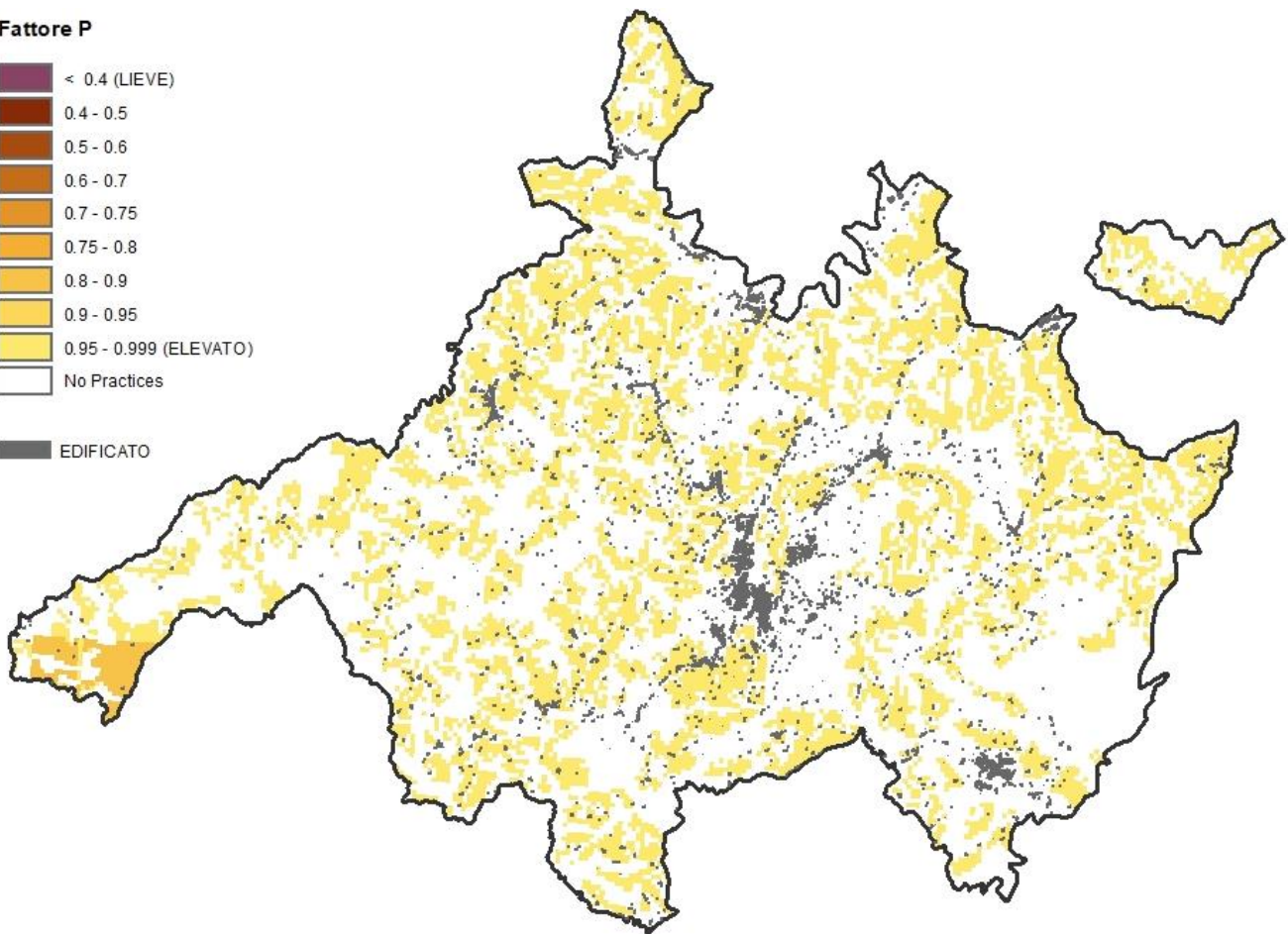
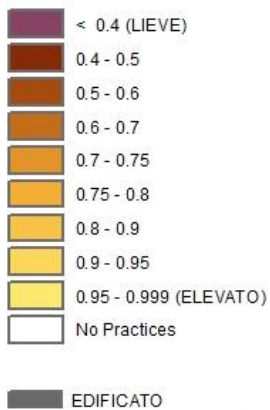
Indicatore di capacità adattiva - Pratiche di controllo dell'erosione (Fattore P)

Il fattore P (adimensionale) evidenzia gli effetti dell'attuazione di pratiche di controllo dell'erosione (confini aziendali, solchi, margini verdi e gradoni di contenimento), realizzati al fine di ridurre l'intensità del ruscellamento superficiale. Esso è calcolato con una risoluzione spaziale di 1 chilometro come rapporto tra la perdita di suolo che si verifica con una pratica agricola caratterizzata da filari lineari lungo la pendenza e la perdita di suolo che si verifica con altre pratiche⁴⁷.

103

Come rappresentato nell'immagine seguente, il Comune di Urbino *presenta un grado nullo su circa metà del territorio, ed un grado elevato in corrispondenza dei versanti orientati ad Est e ad Ovest.*

Fattore P



Fattore P - Pratiche di controllo dell'erosione

⁴⁷ Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., van der Zanden, E.H., Poesen, J., Alewell, C. 2015. Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European Scale. Environmental Science & Policy, 51: 23-34.

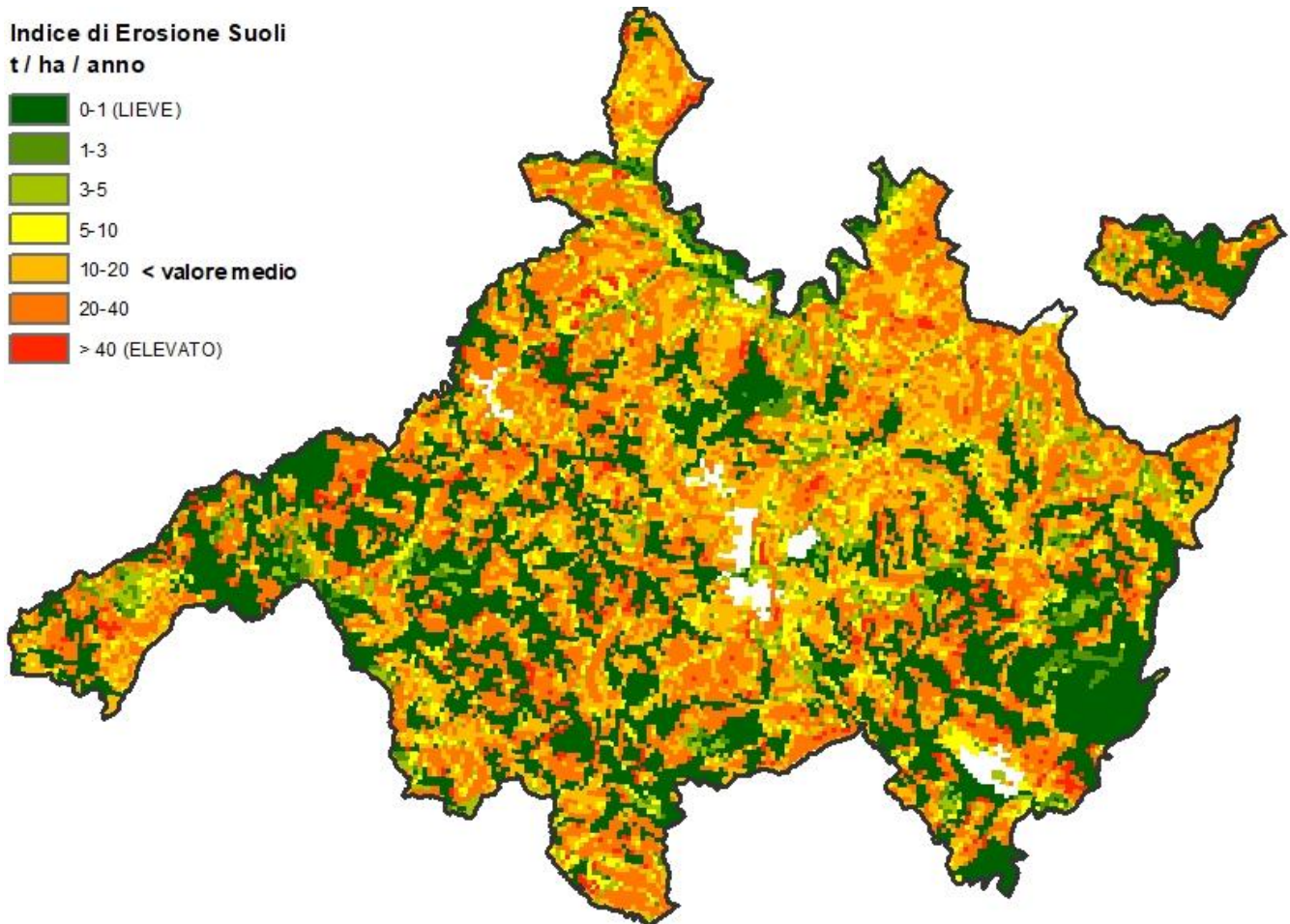
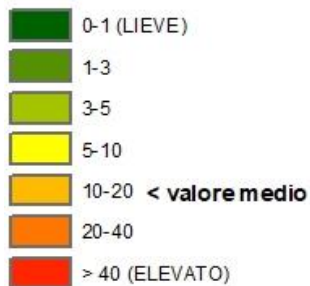




Indicatore sintetico di vulnerabilità - Indice di erosione dei suoli (Fattore E)

Per valutare il grado di vulnerabilità del territorio (ed in particolare delle aree agricole) all'erosione dei suoli è stato dunque calcolato l'indice di erosione dei suoli, che esprime la quantità di suolo in tonnellate che viene asportata annualmente per ettaro di superficie per effetto dell'erosione delle precipitazioni (calcolato con una risoluzione spaziale di 100 metri).

Indice di Erosione Suoli t / ha / anno



Fattore E - Indice di erosione dei suoli
Valore medio: 18,47 (t/ha/anno)

Per una definizione delle soglie di classificazione del grado di vulnerabilità dell'Indice di erosione dei suoli, si è fatto riferimento al tasso di accettabilità del rischio di erosione idrica del suolo definito dalla Regione Marche nelle diverse regioni pedologiche, che tiene in considerazione gli aspetti ambientali, antropici, economici e sociali propri dell'area analizzata. I limiti di accettabilità di erosione sono stati fissati come riportato nella tabella seguente:



n°	Regione pedologica (area gestionale)	Accettabilità del rischio di erosione
1	Crinale Fumaiolo Alpe della Luna	Sino a 20 ton/ha/anno
2	Montefeltro e Urbinate	Sino a 10 ton/ha/anno
3	Dorsali montuose e bacini interni	Sino a 20 ton/ha/anno
4	Alte colline interne tra Esino e Tronto	Sino a 20 ton/ha/anno
5	Aree collinari esterne	Sino a 10 ton/ha/anno

Il territorio del Comune di Urbino ricade sia nella Regione pedologica n.2 Montefeltro e Urbinate (porzione nord-ovest) che nella Regione pedologica n.3 Dorsali montuose e bacini interni (restante parte).

Per la determinazione delle classi di vulnerabilità non è stato quindi possibile applicare il processo di normalizzazione previsto nella metodologia, data la forte dipendenza dalle caratteristiche morfologiche, litologiche ecc. Pertanto, sulla base delle considerazioni sopra esposte, i valori soglia nella definizione delle classi di vulnerabilità per l'indice di erosione dei suoli sono stati definiti come da tabella seguente:

Valore Fattore E		Classe di vulnerabilità	Grado di vulnerabilità
Scala RUSLE (ton/ha/anno)	Scala 0-1		
<3,0	0,0-0,2	Lieve	1
3,1-5,0	0,21-0,40	Bassa	2
5,1-10,0	0,41-0,60	Moderata	3
10,1-20,0	0,61-0,80	Alta	4
>20,1	0,81-1,00	Elevata	5

Dall'analisi risulta per il Comune di Urbino un valore medio dell'Indice di erosione pari a 18,47 ton/ha/anno, al di sopra del valore limite di accettabilità della Regione pedologica n.2 e al di sotto del valore limite di accettabilità della Regione pedologica n.3. Sulla base delle classi di valori definite, l'indicatore presenta un **grado di vulnerabilità alto (4,0)**.

Come evidenziato dalla tabella seguente, circa il 35% del territorio è soggetto ad un grado di vulnerabilità lieve, mentre circa il 50% del territorio è soggetto ad un grado di vulnerabilità alto ed elevato.

Superficie (%/totale)	Grado di vulnerabilità
35,74%	1
3,95%	2
7,19%	3
23,38%	4
28,12%	5
1,62%	Grado nullo

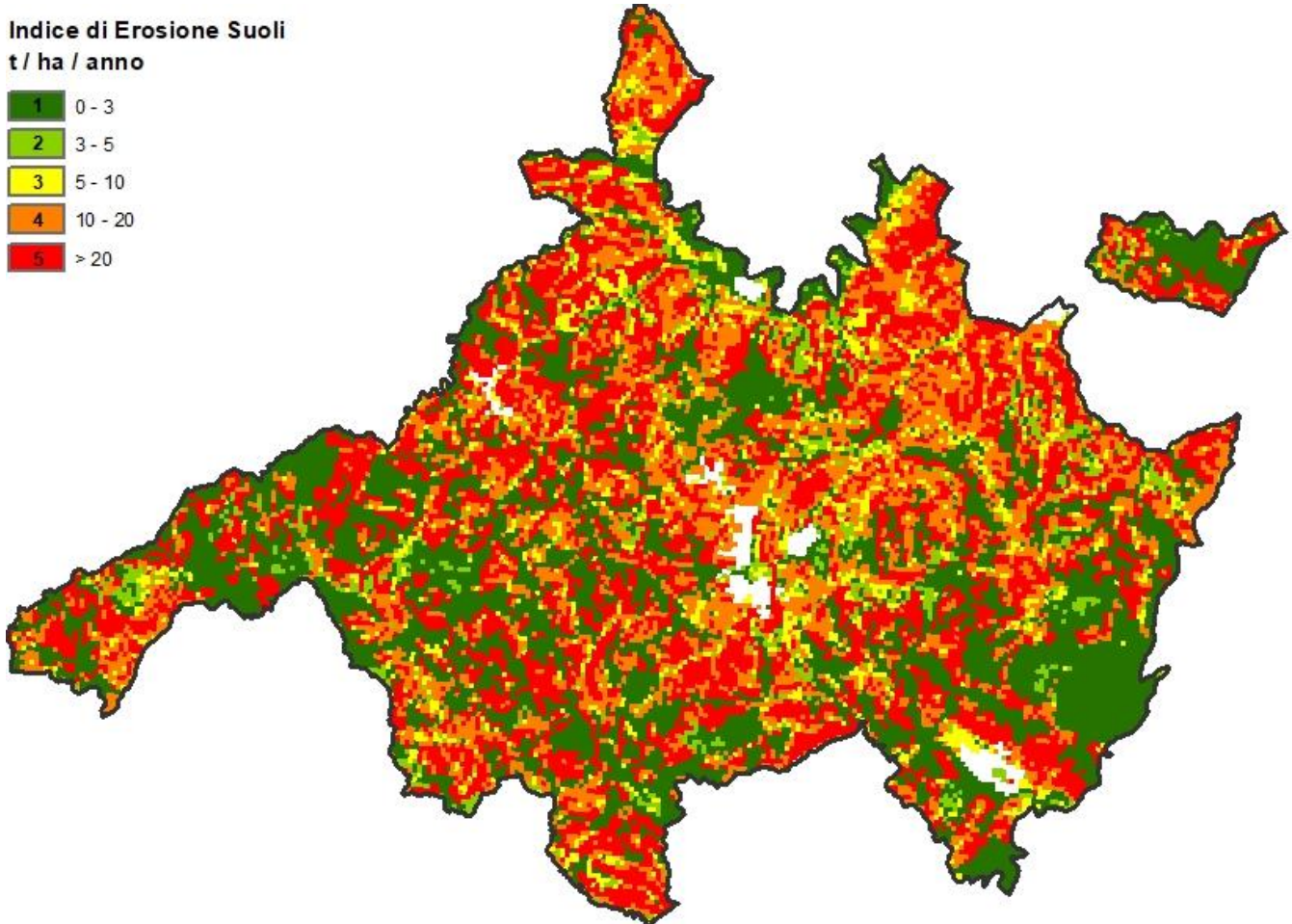




L'elaborazione cartografica di seguito rappresenta la distribuzione dell'Indice di erosione dei suoli sul territorio comunale di Urbino.

Indice di Erosione Suoli
t / ha / anno

1	0 - 3
2	3 - 5
3	5 - 10
4	10 - 20
5	> 20



Comune di Urbino
Fattore E - Indice di erosione dei suoli
Valore medio: 18,47 (t/ha/anno)





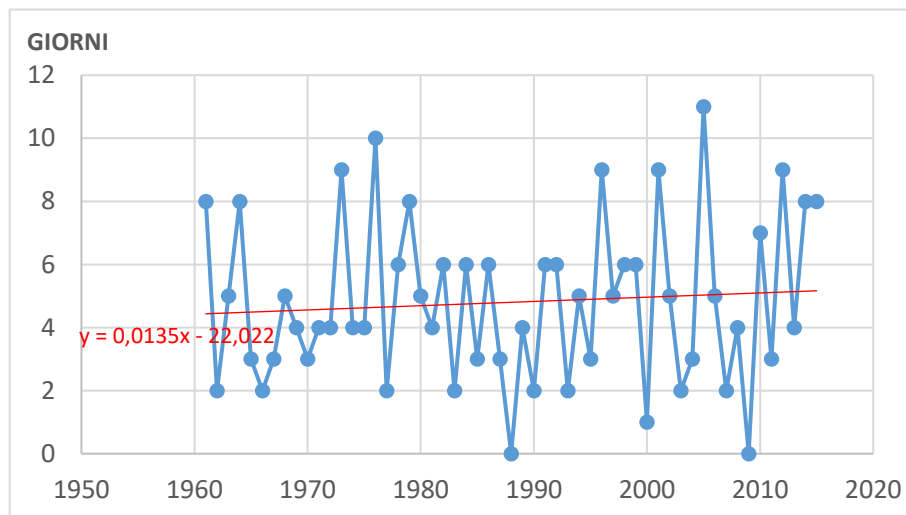
Analisi degli scenari di rischio del settore agricolo all'erosione dei suoli

Come indicato nella metodologia di progetto, il grado di *rischio* (R) del settore agricolo all'erosione dei suoli è stato definito in maniera direttamente proporzionale alla *vulnerabilità* (V) di un determinato territorio ed alla *pericolosità* (H) di un certo evento, espressa quest'ultima come *probabilità di accadimento* (P) ed *effetti prodotti* (E) dall'evento:

$$R = V * H = V * P * E$$

Per definire la *probabilità di accadimento* (P) degli eventi che potenzialmente incidono sull'erosione dei suoli agricoli, è stato calcolato il numero di giorni all'anno con eventi di precipitazioni estreme ($P > 30$ mm/giorno) per il periodo 1960-2015⁴⁸.

Come si evince dal grafico seguente, sono stati registrati per il Comune di Urbino un totale di 264 eventi con precipitazioni intense, con una media annuale pari a 5 giorni. Sulla base delle classi di probabilità riportate in tabella, risulta per il territorio comunale un **grado di probabilità di accadimento moderato** di eventi piovosi estremi con capacità erosiva.



Giorni/anno con P > 30 mm	Classi di probabilità	
≤ 2	1	Lieve
2-4	2	Bassa
4-6	3	Moderata
6-8	4	Alta
≥ 8	5	Elevata

Per definire gli *effetti prodotti* (E) dall'evento, non avendo a disposizione dati di quantificazione diretta, è stato stimato il valore economico del bene esposto tramite la definizione del valore della produzione (*Standard Output* - SO), che rappresenta il valore normale della produzione lorda relativa alle singole attività produttive aziendali in base alle diverse tipologie colturali o di allevamenti praticati.

Prendendo dunque in considerazione i valori di *Standard Output* espressi in €/ha per ogni coltura praticata nella Regione Marche e sulla base delle tipologie colturali praticate e censite nel 2010 dall'ISTAT per l'anno 2010 (dati forniti dal CRA-INEA e riportati in tabella in calce al paragrafo), è stato possibile determinare il valore di SO assoluto e il valore di SO rapportato alla SAU effettiva per ogni Comune della Regione Marche. Come si evince dalla tabella seguente, il Comune di Urbino presenta un valore di *Standard Output* sul totale della Superficie Agricola Utilizzata pari a 1.089,00 €/ha, rispetto un valore medio regionale pari a 1.692,00 €/ha.

⁴⁸ Dati forniti dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.





	SAU totale (ha)	Standard Output totale (€)	SO/SAU (€/ha)
Comune di Urbino	9.974	€ 10.862.663,00	€ 1.089,00
Regione Marche	441.580	€ 747.239.301,00	€ 1.692,00

In relazione al valore massimo di *Standard Output* ottenuto per i Comuni della Regione Marche, pari a circa 20 Ml €/ha, sono state individuate 5 diverse classi di Valore Economico. Per il Comune di Urbino, con un valore di SO totale di € 10.862.663,00, risulta pertanto un **grado di valore economico moderato**.

Standard Output totale (Milioni €)	Classi di valore economico	
< 4	1	Lieve
4-8	2	Bassa
8-12	3	Moderata
12-16	4	Alta
> 16	5	Elevata

Calcolando dunque la pericolosità del fenomeno come prodotto tra la *probabilità di accadimento (grado moderato)* e gli *effetti prodotti (grado moderato)*, si ottiene per il Comune di Urbino un **grado di pericolosità moderato** (H=3,0) di eventi piovosi erosivi.

Come si evince dalla tabella seguente, mettendo in relazione i valori calcolati di vulnerabilità alta (V=4,0) e pericolosità moderata (H=3,0), risulta per il Comune di Urbino un **grado di rischio elevato per il settore agricolo in relazione all'impatto dell'erosione dei suoli**.

VULNERABILITÀ (V)	5	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	4	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	3	MODERATO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	2	BASSO	MODERATO	MODERATO	MODERATO	MODERATO
	1	TRASCURABILE	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
		1	2	3	4	5
		PERICOLOSITÀ (H)				





Tipologia Culturale	UM	Comune di Urbino	REGIONE MARCHE
Frumento tenero e spelta	Sup. (ha)	131	12.532
	SO (995 €/ha)	130.584	12.469.430
Frumento duro	Sup. (ha)	2.804	137.507
	SO (1196 €/ha)	3.353.536	164.458.527
Segale	Sup. (ha)	0	326
	SO (346 €/ha)	0	112.869
Orzo	Sup. (ha)	310	19.054
	SO (788 €/ha)	244.217	15.014.442
Avena	Sup. (ha)	100	1.933
	SO (548 €/ha)	54.548	1.059.514
Mais	Sup. (ha)	3	6.622
	SO (1138 €/ha)	3.414	7.536.109
Riso	Sup. (ha)	0	12
	SO (1631 €/ha)	0	19.458
Sorgo	Sup. (ha)	0	3.259
	SO (1011 €/ha)	0	3.294.384
Altri cereali	Sup. (ha)	111	1.678
	SO (1011 €/ha)	111.918	1.696.033
Pisello	Sup. (ha)	126	4.388
	SO (1314 €/ha)	165.419	5.765.201
Fagiolo secco	Sup. (ha)	0	76
	SO (1244 €/ha)	0	95.042
Fava	Sup. (ha)	49	4.878
	SO (1314 €/ha)	64.176	6.409.613
Lupino dolce	Sup. (ha)	0	25
	SO (1314 €/ha)	0	33.494
Altri legumi secchi	Sup. (ha)	191	3.686
	SO (1174 €/ha)	223.882	4.327.247
Patata	Sup. (ha)	1	203
	SO (8325 €/ha)	4.163	1.690.558
Barbabetola da zucchero	Sup. (ha)	0	2.642
	SO (2357 €/ha)	0	6.226.298
Piante sarciate da foraggio	Sup. (ha)	0	118
	SO (1768 €/ha)	0	208.907
Tabacco	Sup. (ha)	0	26
	SO (7411 €/ha)	0	189.425
Luppolo	Sup. (ha)	0	0
	SO (13600 €/ha)	0	136
Lino	Sup. (ha)	18	57
	SO (1135 €/ha)	20.430	64.638
Canapa	Sup. (ha)	0	27
	SO (795 €/ha)	0	21.330
Altre piante tessili	Sup. (ha)	0	7
	SO (1135 €/ha)	0	7.548
Colza e ravizzone	Sup. (ha)	19	603
	SO (505 €/ha)	9.595	304.404
Girasole	Sup. (ha)	523	40.111
	SO (540 €/ha)	282.199	21.659.929
Soia	Sup. (ha)	0	658
	SO (814 €/ha)	0	535.376
Semi di lino	Sup. (ha)	0	4
	SO (1129 €/ha)	0	3.952

Altre piante di semi oleosi	Sup. (ha)	19	187
	SO (3196 €/ha)	60.724	596.278
Piante aromatiche, medicinali	Sup. (ha)	11	2.203
	SO (20000 €/ha)	220.000	44.060.200
Altre piante industriali	Sup. (ha)	0	366
	SO (1600 €/ha)	0	585.488
Ortaggi freschi in pieno campo	Sup. (ha)	54	5.918
	SO (11969 €/ha)	644.531	70.828.473
Ortaggi freschi in orti stabili e industriali	Sup. (ha)	2	1.167
	SO (12983 €/ha)	26.355	15.157.523
Ortaggi freschi in serra	Sup. (ha)	0	138
	SO (33533 €/ha)	9.054	4.621.518
Fiori e piante ornamentali in piena aria	Sup. (ha)	3	105
	SO (38161 €/ha)	106.851	3.995.838
Fiori e piante ornamentali in serra	Sup. (ha)	1	41
	SO (208601 €/ha)	129.333	8.623.565
Prati avvicendati	Sup. (ha)	4.297	93.935
	SO (341 €/ha)	1.465.352	32.031.835
Erbaio di mais da foraggio	Sup. (ha)	74	1.598
	SO (1105 €/ha)	81.439	1.765.680
Altri erbai monofiti di cereali	Sup. (ha)	0	315
	SO (558 €/ha)	0	175.608
Altri erbai	Sup. (ha)	4	1.671
	SO (672 €/ha)	2.755	1.123.147
Vite per uva da vino di qualità (DOP e IGP)	Sup. (ha)	204	11.155
	SO (12474 €/ha)	2.544.197	139.146.472
Vite per uva da vino comune	Sup. (ha)	34	5.763
	SO (7438 €/ha)	252.966	42.861.847
Olive da tavola	Sup. (ha)	2	170
	SO (2829 €/ha)	6.733	479.742
Olive per olio	Sup. (ha)	35	13.345
	SO (2465 €/ha)	87.310	32.895.647
Agrumeti	Sup. (ha)	0	42
	SO (1597 €/ha)	0	66.834
Frutta fresca di origine temperata	Sup. (ha)	11	2.354
	SO (8173 €/ha)	90.965	19.235.564
Altra frutta fresca di origine subtropicale	Sup. (ha)	0	12
	SO (9646 €/ha)	0	111.315
Piccoli frutti	Sup. (ha)	2	375
	SO (18987 €/ha)	34.936	7.112.340
Frutta per frutta a guscio	Sup. (ha)	27	1.755
	SO (2298 €/ha)	61.196	4.032.691
Vivai fruttiferi	Sup. (ha)	0	39
	SO (23200 €/ha)	0	909.672
Vivai (semazai e piantonai)	Sup. (ha)	2	982
	SO (43573 €/ha)	74.074	42.810.037
Prati permanenti utilizzati	Sup. (ha)	153	12.724
	SO (366 €/ha)	55.852	4.657.032
Pascoli utilizzati	Sup. (ha)	656	43.584
	SO (366 €/ha)	239.961	15.951.718
Prati permanenti e pascoli non più destinati alla produzione	Sup. (ha)	0	1.208
	SO (165 €/ha)	0	199.374
SAU TOTALE (ha)		9.974	441.580
STANDARD OUTPUT TOTALE (€)		€ 10.862.663	€ 747.239.301
SO/SAU (€/ha)		€ 1.089,12	€ 1.692,00

Calcolo dello Standard Output (SO) relativo alle diverse tipologie culturali praticate nel Comune di Urbino (dati ISTAT, Censimento agricoltura 2010).



3.4.2 Settore Agricoltura - Carenza idrica ad uso irriguo

Premessa

L'acqua costituisce un elemento essenziale per tutti gli ambiti di interesse economico, sociale ed ambientale. In agricoltura rappresenta un fattore produttivo fondamentale per stabilizzare le rese e ridurre il rischio di significative perdite di prodotto (Tarimo et al., 1998; Iglesias et al., 2005; Ippc, 2011). Tuttavia, anche in contesti agricoli propriamente irrigui, laddove la disponibilità idrica non è tradizionalmente limitante, il decremento delle quantità a disposizione del settore rappresenta a tutt'oggi una possibilità concreta. I fenomeni connessi alle variazioni climatiche (Fischler et al., 2007), l'aumento demografico e la rapida urbanizzazione stanno progressivamente provocando una riduzione quantitativa della risorsa fruibile, accentuandone il conflitto d'uso tra i diversi settori a seguito di un'augmentata richiesta da parte di ognuno. In questo contesto, un eccesso di domanda rispetto alla effettiva possibilità di impiego, determina un insufficiente soddisfacimento dei fabbisogni, inasprendo gli effetti di una diminuita utilizzabilità (Unep, 1999). Queste conseguenze si traducono per le aziende agricole coinvolte in modificate capacità produttive ed economiche, che incidono a lungo termine sulla loro competitività e gravano sulla possibilità delle stesse a proseguire l'attività.

La *carenza della disponibilità idrica ad uso irriguo* rappresenta dunque uno dei maggiori problemi legati al cambiamento climatico nel settore agricolo. I risultati delle analisi climatologiche delle precipitazioni riportate nelle *Current Baseline Assessment* dei Comuni marchigiani partner di progetto (Action A1), sembrano confermare tale problematica: i periodi di siccità prolungata sono in aumento (soprattutto nel periodo estivo), e parallelamente le precipitazioni risultano concentrate in poche ore, aggravando ulteriormente la situazione, con il danneggiamento delle colture e l'asportazione di suolo fertile.

Limitare gli sprechi della risorsa e favorirne un uso efficiente ed equo volto alla sua protezione, costituisce una strategia per affrontarne la scarsità. Quantificare i costi di approvvigionamento idrico assume dunque importanza crescente, mentre la stima dei costi di irrigazione rappresenta un valido supporto alle decisioni normative in materia di regolazione dell'offerta e possiede un forte potere di indirizzo che permette ai decisori di operare scelte informate e consapevoli per fronteggiare situazioni di carenza idrica.

La vulnerabilità del Comune di Urbino è stata calcolata in maniera quantitativa come unico dato comunale non spazializzato sul territorio, elaborando i trend degli estremi climatici termo-pluviometrici di riferimento (indicatori di esposizione) e i dati del *Censimento Agricoltura ISTAT 2010* sulle colture presenti a livello locale, sulle pratiche di irrigazione utilizzate e sulle principali caratteristiche dei centri aziendali agricoli (indicatori di sensibilità e capacità adattiva).

La gestione della risorsa idrica rappresenta comunque una tematica che richiede un ambito di programmazione e pianificazione di area vasta. A tal proposito, si segnala la recente sottoscrizione del *Contratto di Fiume del Foglia* da parte di tutti i Comuni del bacino idrografico, tra cui il Comune di Urbino⁴⁹: uno strumento volontario di

⁴⁹<http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Contratti-di-fiume#Contratti-di-Fiume>

Capofila: Comune di Vallefoglia e Regione Marche. Comuni: Pesaro, Montelabbate, Tavulia, Petriano, Urbino, Montecalvo in Foglia, Auditore, Sassocorvaro, Peglio, Piandimeleto, Lunano, Macerata Feltria, Pietrarubbia, Frontino, Belforte all'Isauro, Carpegna. Altri soggetti: Consorzio di Bonifica delle Marche, Unione Montana Montefeltro, GAL Montefeltro, AdiB Fiume Tevere, Confederazione Italiana Agricoltori (CIA), A.A.T.O.n.1 Marche nord, Coldiretti, Confagricoltura, Confindustria, Confartigianato, CNA, Confcommercio, Confesercenti, Ente Parco Sasso Simone e Simoncello, Ente Parco San Bartolo, Università degli Studi di Urbino, Ordine Ingegneri Pesaro-Urbino, Ordine Regionale Dottori Agronomi e Forestali delle Marche, Legambiente, Collegio dei Periti Agrari di Pesaro Urbino Ancona e Macerata, WWF Italia Sezione Marche, SIGEA Marche, Comitato del Foglia, UnionFiume, FAI Pesaro Urbino.





programmazione strategica e negoziata che persegue la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale. Nel *Contratto di Fiume del Foglia*, tra le finalità generali da perseguire, un ruolo importante è rivestito dalla *tutela delle acque*. Per la gestione della risorsa idrica si rimanda dunque allo strumento del Contratto di Fiume, e la presente analisi viene implementata allo scopo di definire una prima quantificazione del grado di vulnerabilità e di rischio della risorsa idrica in rapporto ai cambiamenti climatici per future azioni di monitoraggio.

Nella tabella di seguito sono elencati gli indicatori utilizzati nella valutazione di vulnerabilità, distinti nelle tre componenti di *esposizione*, *sensibilità* e *capacità adattiva*.

Indicatori di esposizione	Indicatori di sensibilità	Indicatori di capacità adattiva
Siccità meteorologica (SPI-SPEI)	Superficie Agricola Utilizzata	Età del titolare del centro aziendale
	Consumo idrico medio	Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale
	Fonte di approvvigionamento idrico	Livello di informatizzazione delle aziende agricole
	Numero di occupati in agricoltura	Diritto reale sul terreno
	Colture di pregio	Tipologia di irrigazione
	Aree irrigabili	Consulenza irrigua





Analisi di Vulnerabilità del settore agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo

Indicatore di esposizione - Siccità meteorologica (SPI-SPEI)

Per valutare l'esposizione del settore agricolo al rischio di carenza idrica è stato analizzato il parametro della siccità meteorologica (IPCC, AR5, 2014), che può essere valutata attraverso indici meteorologici (pluviometrici o termo-pluviometrici) che indicano sinteticamente, attraverso scale di valori standardizzate, lo scostamento da condizioni considerate come la norma.

Tra gli indici per il monitoraggio della siccità più utilizzati nell'analisi del settore agricolo sono lo *Standardized Precipitation Index (SPI)*⁵⁰ e lo *Standardized Precipitation Evapotraspiration Index (SPEI)*⁵¹.

L'indice SPI, sviluppato da McKee et al. (1993), esprime la rarità di un evento siccitoso (inteso come deficit di precipitazione) ad una determinata scala temporale sulla base dei dati storici di precipitazione. Esso viene calcolato sulla base di diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 mesi), ognuna riferita ad uno specifico impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua: l'*umidità del suolo* risponde alle anomalie di precipitazione su scale temporali brevi (1-3 mesi, siccità meteorologica o agricola), la *disponibilità di acqua in falda e nei fiumi* tende a rispondere su scale temporali medio-lunghe (6-12 mesi, siccità idrologica) e la *disponibilità di acqua negli invasi maggiori* è riferita a tempistiche ancor più lunghe (24, siccità idrologica o socio-economica).

L'indice SPEI, sviluppato da Vicente-Serrano et al. (2010), nasce sulla base dell'indice SPI, al quale aggiunge alle precipitazioni la componente dell'evapotraspirazione potenziale di riferimento (ET₀)⁵² come secondo elemento del bilancio idroclimatico.

Analogamente all'indice SPI, esso viene definito sulla base di diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 mesi), ognuna riferita ad uno specifico impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua.

Nella tabella che segue sono indicate le categorie di siccità/umidità in funzione dei valori dell'indice, così come definito nel 2012 dalla *World Meteorological Organization (WMO)*⁵³:

Valore SPI/SPEI (<i>linear trend slope</i>)		Classe di esposizione	Grado di esposizione
Scala WMO	Scala 0-1		
>2.00	0,0-0,2	Estremamente umido	1
1.5 / 1.99	0,21-0,40	Severamente umido	2
1.0 / 1.49		Moderatamente umido	
-0.99 / 0.99	0,41-0,60	Vicino al normale	3
-1.49 / -1.00	0,61-0,80	Moderatamente siccitoso	4
-1.50 / -1.99		Severamente siccitoso	
<-2.00	0,81-1,00	Estremamente siccitoso	5

⁵⁰ McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist, 1993: *The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales*. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17–22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society.

⁵¹ Vicente-Serrano, S.M., S. Begueria and J.I. Lopez-Moreno, 2010: A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23: 1696–1718.

⁵² L'evapotraspirazione potenziale mensile viene ottenuta come somma dei valori giornalieri di ET₀, calcolati attraverso la formula di Hargreaves, che ne permette la stima utilizzando i soli valori di temperatura minima e massima giornalieri.

⁵³ World Meteorological Organization, 2012: *Standardized Precipitation Index User Guide* (WMO-No. 1090, World Meteorological Organization), Geneva, Switzerland.



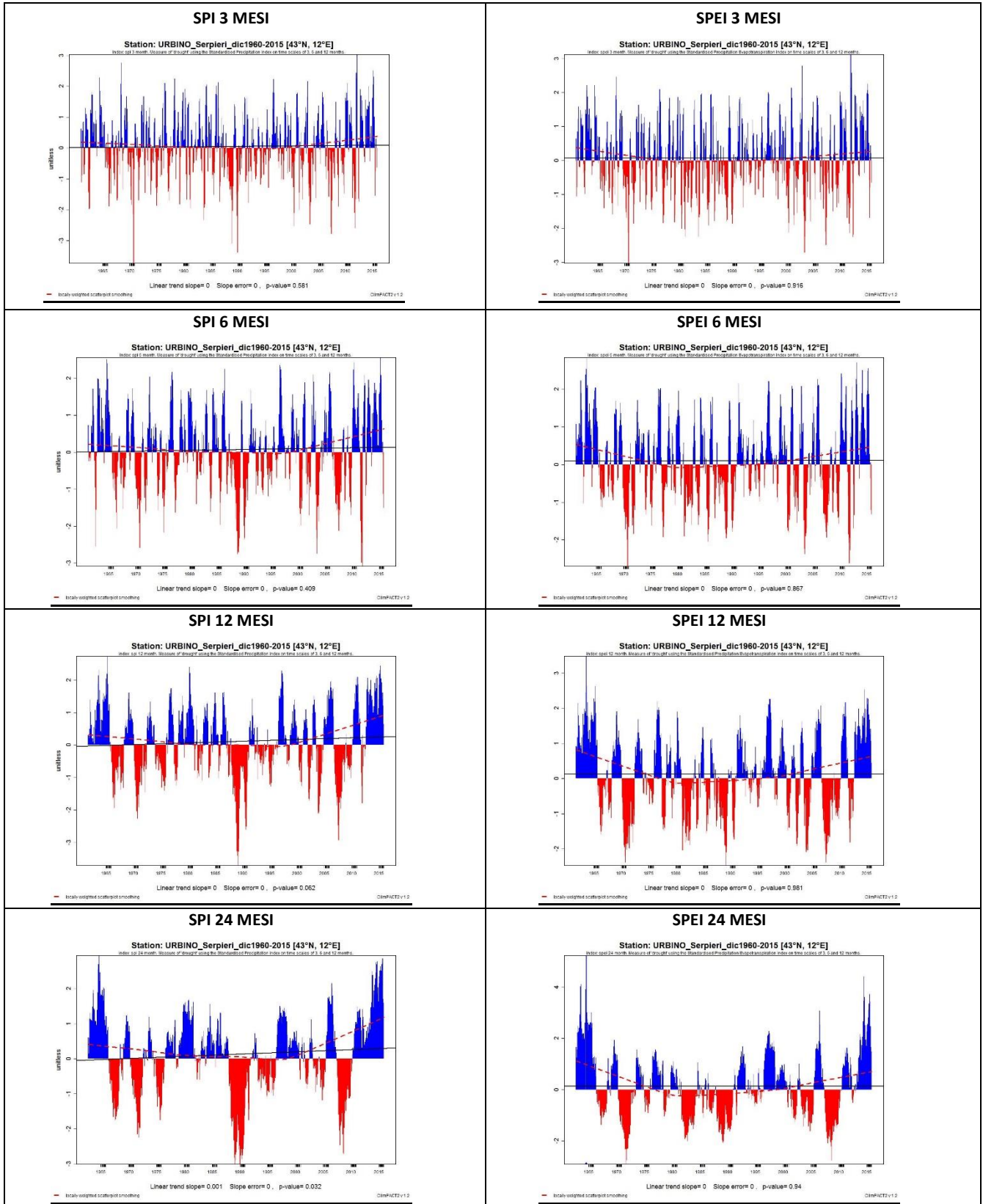


I valori degli indici SPI e SPEI del Comune di Urbino sono stati calcolati tramite l'applicativo *Climpact2* del software *R* (WMO, 2014), sulla base delle serie storiche 1961-2015 dei dati di precipitazioni e temperature giornaliere fornite dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.

Di seguito sono riportati i risultati delle analisi degli indici, dai quali si evince che *i trend di entrambi gli indici*, seppur non risultano statisticamente significativi ($p\text{-value} > 0,05$), se analizzati nei valori medi mostrano risultati positivi (ad eccezione dell'indice SPEI-24), ad indicare un *clima umido*. Tali valori sono positivi ma prossimi allo zero nel periodo 1961-1990, più alti nell'ultimo venticinquennio. Comunque, per l'intero periodo analizzato (1990-2015), risulta una tendenza (*slope*) nulla, ad indicare che *il rapporto tra eventi umidi ed eventi siccitosi in linea di massima è prossimo all'unità*.

Indice	Periodo (mesi)	Slope	STD of slope	P-value	Valore medio 1961-1990	Valore medio 1990-2015	Valore medio 1961-2015
SPI	3	0,000	0	0,581	0,01	0,06	0,05
	6	0,000	0	0,409	0,01	0,10	0,08
	12	0,000	0	0,062	0,01	0,18	0,18
	24	0,000	0	0,032	0,02	0,15	0,13
SPEI	3	0,000	0	0,916	0,02	0,11	0,07
	6	0,000	0	0,867	0,01	0,17	0,11
	12	0,000	0	0,981	0,00	0,23	0,12
	24	0,000	0	0,940	-0,04	0,27	0,14







Facendo riferimento alle categorie di siccità/umidità in funzione dei valori degli indici SPI/SPEI (si veda precedente tabella WMO), i valori degli indici calcolati risultano compresi fra -0,99 e 0,99, ad indicare una categoria di siccità/umidità *vicino al normale*. Ne risulta dunque un'esposizione al fenomeno della siccità di **grado moderato**.

Dai risultati sopra esposti si evince dunque come i trend dell'indice SPEI risultano nella norma, con un rapporto tra eventi umidi ed eventi siccitosi in linea di massima prossimo all'unità. Tuttavia è bene notare che ciò non sta a significare l'esclusione di possibili avvenimenti di eventi siccitosi, anche di notevole entità. Infatti, a seguito di un'analisi condotta sui dati giornalieri di temperatura e precipitazione e discretizzando gli eventi con giorni consecutivi di pioggia $P < 1$ mm e temperatura $T > 30^{\circ}\text{C}$, risulta che *dal 1961 al 2015 si sono verificati nel Comune di Urbino circa 105 eventi siccitosi con una durata prevalente compresa fra 5 e 7 giorni e una temperatura massima media compresa fra 32°C e 34°C* . Nelle tabelle seguenti sono riassunti i vari eventi siccitosi verificatisi nel Comune di Urbino dal 1961 al 2015 suddivisi per classi di durata (in giorni) e classi di temperatura massima media registrata per singolo evento.

Durata (giorni)	N. eventi	%
<5	202	---
5-7	46	43,4%
8-14	40	37,7%
15-21	15	14,2%
22-28	3	2,8%
>29	2	1,9%

Temperatura massima media singolo evento ($^{\circ}\text{C}$)	N. eventi	%
30-32	11	10,4%
32-34	72	67,9%
34-36	23	21,7%
36-38	0	0%
>38	0	0%





Indicatori di sensitività

La sensitività determina il grado per cui un sistema è affetto in maniera avversa o benefica da una determinata esposizione ai cambiamenti climatici. Essa è funzione degli attributi naturali e/o fisici del sistema, includendo ad esempio la topografia, la capacità dei vari tipi di terreno di resistere all'erosione, il tipo di copertura del suolo. Inoltre, la sensitività si riferisce anche alle attività umane che producono effetti fisici sul territorio, come le tecniche di lavorazione del terreno, la gestione delle risorse idriche, l'esaurimento delle risorse e la pressione demografica (GIZ, 2014).

La sensitività alle variazioni climatiche del tema carenza idrica ad uso irriguo del Comune di Urbino è stata analizzata valutando i seguenti indicatori, desunti dai dati del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 2011 e dal 6° Censimento dell'Agricoltura riferito prevalentemente ai centri aziendali agricoli:

	Indicatori di sensitività
SE1	Superficie Agricola Utilizzata
SE2	Consumo idrico medio
SE3	Fonte di approvvigionamento idrico
SE4	Numero di occupati in agricoltura
SE5	Colture di pregio
SE6	Aree irrigabili

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di sensitività.



Indicatore di sensitività SE1 - Superficie Agricola Utilizzata sul totale della superficie comunale

La Superficie Agricola Utilizzata (SAU) rappresenta la superficie territoriale occupata destinata a coltivazioni di tipo agricolo, escluse le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea), le superfici delle colture intercalari e quelle delle colture in atto (non ancora realizzate). Maggiore è la SAU, maggiore è il peso del settore agricolo nell'economia locale.

I dati del 6° Censimento ISTAT dell'Agricoltura riferiti al Comune di Urbino, mostrano un rapporto SAU/Totale Superficie Comunale pari al 47%.

122

	Sensitività Relativa SAU/Sup. totale [%]	Sensitività Assoluta SAU/Sup. totale [ha]
Comune di Urbino	47%	10.594
Regione Marche	50%	--

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Superficie Agricola Utilizzata sul totale della superficie comunale* del Comune di Urbino, con una percentuale pari al 47%, presenta un **grado di sensitività moderato** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore SE1		Classe di sensitività	Grado di sensitività
Scala 0-100 (%)	Scala 0-1		
0-20	0,00-0,20	Lieve	1
21-40	0,21-0,40	Bassa	2
41-60	0,41-0,60	Moderata	3
61-80	0,61-0,80	Alta	4
81-100	0,81-1,00	Elevata	5





Indicatore di sensitività SE2 - Consumo idrico medio

Il consumo idrico medio viene calcolato come rapporto tra la domanda idrica delle colture agrarie presenti (rilevate nel 6° Censimento ISTAT 2010 dell'Agricoltura) e la loro superficie utilizzata. La presenza di colture agrarie ad elevata intensità idrica aumenta la sensitività dei centri aziendali localizzati nel territorio comunale, poiché in caso di riduzione della disponibilità, si ridurrebbe più che proporzionalmente il raccolto o, in casi più estremi, si renderebbe impossibile la coltivazione.

Sulla base dei dati di consumo idrico teorico (domanda idrica media che ciascuna coltura richiede assumendo che questa sia totalmente irrigata), è stata stimata l'intensità idrica teorica delle colture praticate nel Comune di Urbino, che risulta pari a 3.051 m³/ha (media regionale 2.810 m³/ha). Di seguito i dati comunali con le quantità di superficie utilizzata per ogni coltura praticata ed il consumo idrico medio associato.

123

Colture praticate	Superficie utilizzata [ha]	Consumo idrico medio [m ³ /ha]
Mais	3,0	3.621
Altri cereali	3455,4	2.517
Legumi secchi	365,4	2.570
Patata	0,5	403
Colza e ravizzone	19	1.000
Girasole	522,6	3.280
Barbabietola da zucchero	0,0	2.387
Ortive	56,2	1.753
Altri seminativi	48,0	2.890
Foraggere avvicendate	4375,0	3.693
Vite	238,0	1.253
Olivo	37,8	2.344
Fruttiferi	39,6	3.261
Prati permanenti e pascoli	808,2	3.514
Arboricoltura da legno	61,8	5.557
Terreni a riposo	285,8	-
Vivai	1,7	3.323
Totale	10.318,0	-

	Consumo idrico medio [m ³ /ha]
Comune di Urbino	3.051
Regione Marche	2.810

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Consumo idrico medio* del Comune di Urbino, con una media pari a 3.051 m³/ha, presenta un **grado di sensitività alto** alla problematica della *carenza idrica ad uso irriguo*.

Valore SE2		Classe di sensitività	Grado di sensitività
Scala 0-10.000 (m ³ /ha)	Scala 0-1		
<2.000	0,00-0,20	Lieve	1
2.001-2.500	0,21-0,40	Bassa	2
2.501-3.000	0,41-0,60	Moderata	3
3.001-3.500	0,61-0,80	Alta	4
>3.501	0,81-1,00	Elevata	5





Indicatore di sensitività SE3 - Fonte di approvvigionamento idrico

La tipologia di fonte di approvvigionamento è molto importante nella valutazione della sensitività collegata alla risorsa idrica dei centri aziendali.

Nella Regione Marche, la dipendenza delle colture agricole dalle *acque superficiali* può essere molto problematica nel periodo estivo, poiché in assenza dello scioglimento dei ghiacciai e dei nevai (assenti in ambito regionale) e in presenza di lunghi periodi siccitosi, le acque superficiali potrebbero essere la prima fonte di approvvigionamento idrico a subire delle conseguenze negative.

Seppur con tempistiche e dinamiche più lente e diluite nel tempo, anche il sistema delle *acque sotterranee* risulta vulnerabile agli impatti dei cambiamenti climatici, poiché l'effetto di prosciugamento e abbassamento delle falde è determinato da cause simili a quelle che investono le riserve superficiali.

La gestione della risorsa idrica da parte degli *enti irrigui* garantisce invece un controllo ed un monitoraggio più attento delle reti di approvvigionamento, con la possibilità di un'ottimizzazione del sistema anche attraverso la creazione di bacini artificiali per lo stoccaggio dell'acqua.

Nel caso del Comune di Urbino, i dati evidenziano una dipendenza prevalente dal sistema idrico superficiale (73%), con una lieve dipendenza dal sistema delle acque sotterranee (14%) e una minima dipendenza dalla rete di distribuzione degli Enti Irrigui (9%).

	Acque sotterranee	Acque superficiali	Enti irrigui	Altro
Comune di Urbino	14%	73%	9%	4%
Regione Marche	39%	35%	18%	8%

Calcolando l'indicatore come media ponderata delle percentuali di dipendenza dei centri aziendali dai tre sistemi di distribuzione delle acque, si ottiene un valore dell'indicatore pari a 4,3. Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, risulta un **grado di sensitività elevato** dell'indicatore *Fonte di approvvigionamento idrico* alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore SE3		Classe di sensitività	Grado di sensitività
Scala 0-5	Scala 0-1		
0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5



Indicatore di sensitività SE4 - Numero di occupati in agricoltura

Il numero di occupati in agricoltura contribuisce al calcolo della sensitività del sistema del lavoro nel territorio comunale. Nel caso in cui il cambiamento climatico determini un peggioramento della produttività agricola, ciò potrebbe di riflesso tradursi in un'ulteriore compressione del numero di occupati (peraltro già in forte calo negli ultimi decenni con l'affermarsi dell'industria).

La sensitività si misura pertanto come rapporto tra il numero di occupati in agricoltura ed il numero totale di occupati a livello comunale. Più è elevato questo dato, maggiore è la vulnerabilità del sistema del lavoro, poiché maggiore sarà il peso economico del settore agricolo nel sistema produttivo locale.

Parallelamente si valuta il numero di occupati nel settore agricolo in termini assoluti, desunto dai dati ISTAT del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 2011⁵⁴.

In termini assoluti, il Comune di Urbino ha una percentuale di occupati nel settore agricolo sul totale degli occupati pari al 4,2%, in linea con il valore medio regionale del 4,3%.

	Numero totale di occupati	Numero di occupati nel settore agricolo	% occupati nel settore agricolo
Comune di Urbino	6.487	275	4,2%
Regione Marche	649.593	28.025	4,3%

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Numero di occupati in agricoltura* del Comune di Urbino, con una percentuale pari al 4,2%, presenta un **grado di sensitività lieve** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore SE4		Classe di sensitività	Grado di sensitività
Scala 0-100 (%)	Scala 0-1		
0-10	0,00-0,20	Lieve	1
11-20	0,21-0,40	Bassa	2
21-30	0,41-0,60	Moderata	3
31-40	0,61-0,80	Alta	4
>41	0,81-1,00	Elevata	5

⁵⁴ <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx>.





Indicatore di sensitività SE5 - Colture di pregio

Un altro importante fattore di sensitività è costituito dalla presenza di colture agricole di pregio tra quelle gestite dai centri aziendali localizzati nel territorio comunale. La presenza di colture di pregio aumenta la sensitività, poiché si tratta di punti di forza del territorio che possono essere minati dal cambiamento climatico, mettendo talvolta in difficoltà un intero comparto produttivo.

In questo caso sono state considerate le certificazioni DOP e IGP (probabilmente esse non sono sufficienti a descrivere il valore, ma sono un buon punto di partenza). Il censimento dei dati ISTAT 2011 fornisce dati su base comunale per le aziende che hanno acquisito tali certificazioni.

In termini assoluti il Comune di Urbino presenta una percentuale media di colture di pregio sul totale pari al 21%, al di sopra del valore medio regionale pari al 18,4%.

	Superficie colture di pregio (ha)	%/SAU
Comune di Urbino	2.173	21%
Regione Marche	86.983	18,4%

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Colture di pregio* del Comune di Urbino, con una percentuale pari al 21%, presenta un **grado di sensitività moderato** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore SE5		Classe di sensitività	Grado di sensitività
Scala 0-100 (%)	Scala 0-1		
0-10	0,00-0,20	Lieve	1
11-20	0,21-0,40	Bassa	2
21-30	0,41-0,60	Moderata	3
31-40	0,61-0,80	Alta	4
41-50	0,81-1,00	Elevata	5



Indicatore di sensitività SE6 - Aree irrigabili

L'estensione delle superfici irrigabili, dichiarate dalle aziende agricole nel Censimento dell'Agricoltura 2011, può essere un ulteriore utile indicatore dell'esposizione del territorio alla crisi idrica in agricoltura. Maggiore è l'estensione di queste aree, maggiore è la probabilità che un certo numero di aziende possa risentire, anche pesantemente, della riduzione della disponibilità idrica.

In termini assoluti il Comune di Urbino presenta una percentuale di superficie irrigabile sul totale della SAU pari ad 1%. I dati sono da considerare comunque con le dovute cautele, dato che essi provengono da autodichiarazioni delle aziende agricole stesse, e quindi con valori potenzialmente non corrispondenti alla situazione reale.

127

	SAU irrigabile (estensione in ha)	SAU totale centri aziendali (estensione in ha)	% SAU irrigabile
Comune di Urbino	137,7	10.309	1%
Regione Marche	41.708	471.828	8,8%

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Aree irrigabili* del Comune di Urbino, con una percentuale pari a 1%, presenta un **grado di sensitività lieve** alla problematica della *carenza idrica ad uso irriguo*.

Valore SE6		Classe di sensitività	Grado di sensitività
Scala 0-100 (%)	Scala 0-1		
0-20	0,00-0,20	Lieve	1
21-40	0,21-0,40	Bassa	2
41-60	0,41-0,60	Moderata	3
61-80	0,61-0,80	Alta	4
81-100	0,81-1,00	Elevata	5





Indicatore sintetico di sensitività - SE

L'indicatore sintetico di sensitività del territorio comunale è stato calcolato come media ponderata dei sei indicatori precedentemente calcolati:

$$SE = \frac{(SE_1 * w_1 + SE_2 * w_2 + SE_3 * w_3 + SE_4 * w_4 + SE_5 * w_5 + SE_6 * w_6)}{\sum_1^6 w}$$

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, in maniera dipendente dal loro grado di incidenza sulla *riduzione della disponibilità idrica in agricoltura* e del loro grado di attendibilità. Pertanto, si è dato un peso maggiore all'indicatore di consumo idrico medio (0,3), seguito dagli indicatori di approvvigionamento idrico e SAU/superficie territoriale (0,2).

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di sensitività calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di sensitività alta** del *sistema aziendale agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo*.

Indicatori di sensitività	Peso indicatore (w)	Valore grado di sensitività [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di sensitività
SE1 - SAU/Sup. Tot. Comunale	0,2	3,0	0,60	Moderata
SE2 - Consumo idrico medio	0,3	4,0	0,80	Alta
SE3 - Approvvigionamento idrico	0,2	4,3	0,86	Elevata
SE4 - Numero occupati in agricoltura	0,1	1,0	0,20	Lieve
SE5 - Presenza colture di pregio	0,1	2,0	0,40	Bassa
SE6 - Aree irrigabili	0,1	1,0	0,20	Lieve
SE - Indicatore sintetico di sensitività	1,0	3,1	0,61	Alta



Indicatori di capacità adattiva

Il Censimento dell'Agricoltura fornisce anche un dettaglio comunale sulla struttura dei centri aziendali. Questo aspetto, nonostante possa risultare secondario nel calcolo della vulnerabilità dell'erosione dei suoli, non dovrebbe essere trascurato, poiché può incidere sulla resilienza del settore agricolo. Tale aspetto è stato approfondito anche dall'Osservatorio Regionale dei Suoli, il quale sostiene infatti che l'agricoltura è un settore poco incline a subire gli impatti del cambiamento climatico, poiché fortemente adattabile.

Nella tabella seguente vengono riassunti gli indicatori di capacità adattiva calcolati.

	Indicatori di capacità adattiva
CA1	Età del titolare del centro aziendale
CA2	Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale
CA3	Livello di informatizzazione delle aziende agricole
CA4	Diritto reale sul terreno
CA5	Tipologia di irrigazione
CA6	Consulenza irrigua

Di seguito la descrizione ed il calcolo degli indicatori di capacità adattiva.





Indicatore di capacità adattiva CA1 - Età del titolare del centro aziendale

Conoscere l'età media dei titolari dei centri aziendali è utile nel descrivere la propensione delle aziende del territorio ad introdurre tecniche e metodi innovativi e quindi a modificare i paradigmi applicati dall'agricoltura tradizionale.

L'indicatore viene calcolato come rapporto tra la percentuale dei titolari di aziende con età inferiore a 39 anni (A) e la percentuale dei titolari di aziende con età superiore a 59 anni (B)⁵⁵.

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una percentuale di "giovani" titolari di centri aziendali (10%) superiore rispetto alla media regionale (7%), ed una percentuale di titolari con età superiore a 59 anni (51%) inferiore rispetto alla media regionale (56%).

	Età < 39 anni (A)	Età > 59 anni (B)	Rapporto A/B
Comune di Urbino	10%	51%	0,19
Regione Marche	7%	56%	0,14
Mediana regionale	-	-	0,12
25° percentile regionale	-	-	0,09
75° percentile regionale	-	-	0,17

Suddividendo le classi di sensitività sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore di *Età del titolare del centro aziendale* del Comune di Urbino, con un valore pari a 0,19, presenta un **grado di capacità adattiva moderato** alla problematica della *carenza idrica ad uso irriguo*.

Valore CA1		Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
A/B	Scala 0-1		
0,01-0,02	0,00-0,20	Lieve	1
0,03-0,05	0,21-0,40	Bassa	2
0,06-0,20	0,41-0,60	Moderata	3
0,21-0,50	0,61-0,80	Alta	4
> 0,51	0,81-1,00	Elevata	5

⁵⁵ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.





Indicatore di capacità adattiva CA2 - Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale

Come per il precedente indicatore CA1 - Età del titolare del centro aziendale, il livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale è utile a descrivere la propensione delle aziende del territorio ad introdurre tecniche e metodi innovativi e quindi a modificare i paradigmi applicati dall'agricoltura tradizionale.

I dati ISTAT del 6° Censimento dell'Agricoltura riferiti ai centri aziendali distinguono il livello di scolarizzazione in due categorie: *livello di scolarizzazione basso* (nessun titolo, licenza elementare, licenza scuole medie) e *livello di scolarizzazione alto* (licenza scuole superiori, laurea).

131

L'indicatore viene calcolato a partire dalle percentuali dei titolari con un livello di scolarizzazione alto (B) e dei titolari con un livello di scolarizzazione basso (A).

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una percentuale di titolari di centri aziendali con livello di scolarizzazione alto (29%) superiore rispetto alla media regionale (25%), ed una percentuale di titolari con livello di scolarizzazione basso (71%) inferiore rispetto alla media regionale (75%). Il rapporto B/A risulta pari a 0,4.

	Livello scolarizzazione Basso (A)	Livello scolarizzazione Alto (B)	Rapporto B/A
Comune di Urbino	71%	29%	0,40
Regione Marche	75%	25%	0,33

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, definite considerando il solo valore B, l'indicatore del *Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale* del Comune di Urbino, con un valore percentuale pari al 29%, presenta un **grado di capacità adattiva basso** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore CA2		Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
Scala 0-100 (%)	Scala 0-1		
0-20	0,00-0,20	Lieve	1
21-40	0,21-0,40	Bassa	2
41-60	0,41-0,60	Moderata	3
61-80	0,61-0,80	Alta	4
81-100	0,81-1,00	Elevata	5





Indicatore di capacità adattiva CA3 - Livello di informatizzazione delle aziende agricole

Questo indicatore consente di valutare in modo diretto la capacità dell'azienda di accedere alle nuove tecnologie e in modo indiretto la predisposizione del centro aziendale all'aggiornamento costante delle tecniche e dei metodi di lavoro. Il Censimento dell'Agricoltura fornisce il valore percentuale delle aziende informatizzate al 2010. Seppur tale indicatore sia influenzato dalla velocità del processo d'informatizzazione, si assume che tutti i Comuni progrediscono allo stesso livello e che il loro rapporto reciproco rimanga invariato.

L'indicatore viene calcolato a partire dalle percentuali delle aziende informatizzate (A) e delle aziende non informatizzate (B)⁵⁶.

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una quasi totalità di aziende non informatizzate (95%), con un rapporto A/B che risulta pari a 0,06.

	Aziende informatizzate (A)	Aziende non informatizzate (B)	Rapporto A/B
Comune di Urbino	5%	95%	0,06
Regione Marche	13%	87%	0,15

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, definite considerando il solo valore A, l'indicatore del *Livello di informatizzazione delle aziende agricole* del Comune di Urbino, con un valore percentuale pari al 5%, presenta un **grado di capacità adattiva lieve** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore CA3		Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
Scala 0-100 (%)	Scala 0-1		
0-20	0,00-0,20	Lieve	1
21-40	0,21-0,40	Bassa	2
41-60	0,41-0,60	Moderata	3
61-80	0,61-0,80	Alta	4
81-100	0,81-1,00	Elevata	5

⁵⁶ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.





Indicatore di capacità adattiva CA4 - Diritto reale sul terreno

L'indicatore permette di valutare la propensione dell'azienda agricola a realizzare investimenti di adeguamento tecnologico delle proprie infrastrutture, quali gli impianti di irrigazione utilizzati. La proprietà del terreno induce il titolare ad una maggiore propensione all'investimento; viceversa, l'esercizio di un diritto reale di affitto del terreno limita questo tipo di operazioni. Si tratta ovviamente di assunzioni generali, non valide per il singolo caso, ma utili a completare il quadro della capacità adattiva.

L'indicatore viene calcolato a partire dalle percentuali delle aziende in affitto/uso misto senza proprietà (B) e delle aziende in proprietà/uso misto con proprietà (A)⁵⁷.

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una netta prevalenza di aziende proprietarie dei terreni lavorati (73%), con un rapporto B/A che risulta pari a 0,38.

	Aziende in proprietà/uso misto con proprietà (A)	Aziende in affitto/uso misto senza proprietà (B)	Rapporto B/A
Comune di Urbino	73%	27%	0,38
Regione Marche	81%	19%	0,24

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, definite considerando il solo valore A, l'indicatore del *Diritto reale sul terreno* del Comune di Urbino, con un valore percentuale pari al 73%, presenta un **grado di capacità adattiva alto** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore CA4		Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
Scala 0-100 (%)	Scala 0-1		
0-20	0,00-0,20	Lieve	1
21-40	0,21-0,40	Bassa	2
41-60	0,41-0,60	Moderata	3
61-80	0,61-0,80	Alta	4
81-100	0,81-1,00	Elevata	5

⁵⁷ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.





Indicatore di capacità adattiva CA5 - Tipologia di irrigazione

La tipologia di irrigazione utilizzata a livello locale permette di valutare in modo qualitativo la capacità adattiva del territorio. La presenza di sistemi di micro-irrigazione è già indice di una buona risposta alla riduzione della disponibilità idrica; viceversa, la presenza di un'irrigazione di tipo a pioggia comporta una maggiore vulnerabilità del sistema. In questo caso è necessario tenere presente che non per tutte le tipologie colturali possono essere utilizzati tutti i sistemi di irrigazione.

L'indicatore viene calcolato come media ponderata a partire dai dati delle percentuali di utilizzo di tecniche di irrigazione quali: scorrimento/infiltrazione, sommersione, a pioggia, micro-irrigazione e altre tipologie⁵⁸.

Come indicato nella tabella successiva, nel Comune di Urbino si rileva una netta prevalenza di utilizzo di impianti a pioggia (55%), ed un ridotto uso di impianti di micro-irrigazione (4%).

	Scorrimento/ infiltrazione	Sommersione	A pioggia	Micro- irrigazione	Altro
Comune di Urbino	8%	0%	55%	4%	33%
Regione Marche	14%	0%	53%	9%	5%

Applicando un peso a ciascuna tipologia di irrigazione in funzione del potenziale risparmio idrico ad essa connesso, è possibile calcolare un indicatore di vulnerabilità del sistema. I pesi utilizzati sono i seguenti:

Scorrimento/ infiltrazione	Sommersione	A pioggia	Micro- irrigazione
2,0	1,0	3,0	5,0

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore della *Tipologia di irrigazione* del Comune di Urbino, con un valore medio pari a 3,0, presenta un **grado di capacità adattiva moderato** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore CA5		Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
Scala 0-5	Scala 0-1		
0,0-1,0	0,00-0,20	Lieve	1
1,1-2,0	0,21-0,40	Bassa	2
2,1-3,0	0,41-0,60	Moderata	3
3,1-4,0	0,61-0,80	Alta	4
4,1-5,0	0,81-1,00	Elevata	5

⁵⁸ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.





Indicatore di capacità adattiva CA6 - Consulenza irrigua

La presenza di servizi di consulenza irrigua riduce considerevolmente la vulnerabilità del centro aziendale, incrementandone la capacità adattiva. Il consulente irriguo accresce la consapevolezza del titolare del centro aziendale sul tema del risparmio idrico, anche in chiave del risparmio economico, indicando le opzioni praticabili in relazione alle caratteristiche del centro aziendale (tipologie di coltivi, pendenza del terreno, ecc.).

L'indicatore viene calcolato a partire dai dati delle percentuali di superficie territoriale di proprietà di aziende che ricorrono a consulenze irrigue⁵⁹.

Come indicato nella tabella successiva, nel 2010 non sono state rilevate nel Comune di Urbino aziende che si sono avvalse di consulenze irrigue (0%), su una media regionale che comunque è inferiore all'unità percentuale (0,9%).

	Superficie Aziende con consulente irriguo
Comune di Urbino	0%
Regione Marche	0,9%

Suddividendo le classi di capacità adattiva sulla base delle soglie indicate nella tabella seguente, l'indicatore della *Consulenza irrigua* del Comune di Urbino, con un valore percentuale pari a 0%, presenta un **grado di capacità adattiva lieve** alla problematica della *carezza idrica ad uso irriguo*.

Valore CA6		Classe di capacità adattiva	Grado di capacità adattiva
Scala 0-100 (%)	Scala 0-1		
0-20	0,00-0,20	Lieve	1
21-40	0,21-0,40	Bassa	2
41-60	0,41-0,60	Moderata	3
61-80	0,61-0,80	Alta	4
81-100	0,81-1,00	Elevata	5

⁵⁹ Dati ISTAT, 6° Censimento dell'Agricoltura, centri aziendali agricoli.



Indicatore sintetico di capacità adattiva - CA

La capacità adattiva viene letta con accezione negativa; ciò significa che un'assenza di capacità adattiva determina un elevato valore di vulnerabilità e viceversa. L'indicatore sintetico di capacità adattiva del territorio comunale, riferito ai centri aziendali, è stato calcolato come media ponderata dei sei indicatori precedentemente calcolati:

$$CA = \frac{(CA_1 * w_1 + CA_2 * w_2 + CA_3 * w_3 + CA_4 * w_4 + CA_5 * w_5 + CA_6 * w_6)}{\sum_1^6 w}$$

135

Agli indicatori sono stati assegnati pesi differenti, in maniera dipendente dal loro grado di incidenza sulla *riduzione della disponibilità idrica in agricoltura* e del loro grado di attendibilità. Il fattore che incide maggiormente nel calcolo del valore globale di capacità adattiva è senza dubbio la *tipologia di irrigazione praticata*. Si tratta del parametro più importante ed il primo sul quale è possibile agire per aumentare l'efficienza idrica del sistema. Questo parametro assume pertanto un peso di 0,5. Anche la *proprietà diretta del terreno coltivato* può incidere in maniera consistente, poiché essa incentiva forme di investimento del titolare dell'azienda agricola sulla proprietà. Per questo parametro si assume quindi un peso di 0,2. I due fattori relativi al titolare dell'azienda agricola (*età e scolarizzazione*) sono ugualmente importanti, poiché possono incidere sul livello di consapevolezza e di sensibilità alla tematica del rischio idrico del decisore (il titolare stesso). Per entrambi viene utilizzato il peso 0,1. Infine, il *livello di informatizzazione dell'azienda* e la presenza di un *consulente irriguo*, sono sicuramente fattori importanti, ma meno decisivi nell'orientare le scelte del titolare dell'azienda agricola.

Si riportano nella tabella successiva i valori degli indicatori di capacità adattiva calcolati nelle scale di valori 1-5 e 0-1, dai quali risulta per il Comune di Urbino un **grado di capacità adattiva moderata** del *sistema aziendale agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo*.

Indicatori di capacità adattiva	Peso indicatore (w)	Valore grado di capacità adattiva [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Classe di capacità adattiva
CA1 - Età del titolare del centro aziendale	0,10	3,0	0,60	Moderata
CA2 - Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale	0,10	2,0	0,40	Bassa
CA3 - Livello di informatizzazione delle aziende agricole	0,05	1,0	0,20	Lieve
CA4 - Diritto reale sul terreno	0,20	4,0	0,80	Alta
CA5 - Tipologia di irrigazione	0,50	3,0	0,60	Moderata
CA6 - Consulenza irrigua	0,05	1,0	0,20	Lieve
CA - Indicatore sintetico di capacità adattiva	1,00	2,9	0,58	Moderata





Sintesi dell'analisi di vulnerabilità del sistema agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo

Riassumendo quanto sopra esposto, il principale elemento di vulnerabilità del sistema agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo del Comune di Urbino è legato all'esposizione. Sebbene gli indici di precipitazione ed evapotraspirazione (SPI e SPEI) mostrano una lievissima tendenza verso un clima più umido, l'analisi degli eventi siccitosi avvenuti dal 1961 al 2015 evidenzia un numero sostanziale di eventi di durata 5-7 giorni e $32^{\circ}\text{C} < T < 34^{\circ}\text{C}$.

Per quanto riguarda la componente della sensibilità, seppure la Superficie Agricola Utilizzata occupi circa il 47% del territorio comunale, essa presenta un grado alto, determinato prevalentemente dall'elevato grado dell'indicatore delle fonti di approvvigionamento idrico (dipendenti perlopiù dalla rete delle acque superficiali) e dall'alto valore del consumo idrico medio delle colture praticate.

La capacità adattiva infine risulta moderata, data l'organizzazione delle aziende esistenti sul territorio comunale di Urbino, prevalentemente proprietarie dei terreni lavorati, mentre risulta carente il livello di informatizzazione aziendale e la presenza di consulenze per la gestione della risorsa idrica.

In sintesi, risulta per il settore agricolo del Comune di Urbino un **grado di vulnerabilità moderato (2,57)** alla carenza idrica, come di seguito dimostrato:

Componenti della vulnerabilità	Valore [Scala 1-5]	Valore normalizzato [Scala 0-1]	Classe di vulnerabilità
Esposizione (ES)	3,00	0,6	Moderata
Sensibilità (SE)	3,10	0,61	Alta
Capacità adattiva (CA)	2,90	0,58	Moderata
VULNERABILITA'	2,57	0,51	Moderata

- Indicatore di Esposizione ES = 3,00 (Moderato)
- Indicatore di Sensibilità SE = 3,10 (Alto)
- Impatto Potenziale I (ES+SE) = 3,05 (Alto)
- Capacità Adattiva CA = 2,90 (Moderata)
- Vulnerabilità = (3,05 + (5-2,90)) / 2 = 2,575 (Moderata)





Analisi degli scenari di rischio del settore agricolo alla carenza idrica ad uso irriguo

Come indicato nella metodologia di progetto, il grado di *rischio* (R) del settore agricolo all'erosione dei suoli è stato definito in maniera direttamente proporzionale alla *vulnerabilità* (V) di un determinato territorio ed alla *pericolosità* (H) di un certo evento, espressa quest'ultima come *probabilità di accadimento* (P) ed *effetti prodotti* (E) dall'evento:

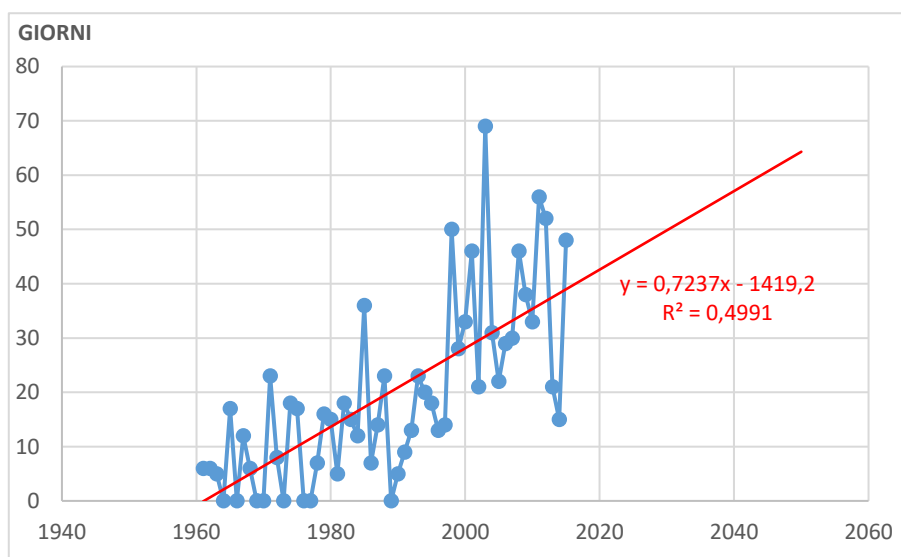
$$R = V * H = V * P * E$$

Per definire la *probabilità di accadimento* (P) degli eventi che potenzialmente incidono sulla carenza idrica ad uso irriguo, è stato calcolato il numero di eventi con giorni consecutivi di pioggia $P < 1$ mm e temperatura $T > 30^\circ\text{C}$ per il periodo 1960-2015⁶⁰.

Come si evince dal grafico seguente, sono stati registrati per il Comune di Urbino un totale di circa 105 eventi siccitosi, con una durata prevalente compresa fra 5 e 7 giorni e una temperatura massima media compresa fra 32°C e 34°C . Dal 1961 al 2015 sono stati dunque registrati in media 19 giorni siccitosi all'anno.

Inoltre, dall'analisi dell'andamento annuale del numero di giorni siccitosi (grafico seguente), si evince una netta tendenza all'aumento, avvenuta specialmente negli ultimi 20 anni e in incremento per i prossimi anni.

Sulla base delle classi di probabilità riportate in tabella, risulta quindi per il territorio comunale un **grado di probabilità di accadimento basso** di eventi siccitosi.



Eventi siccitosi	Classi di probabilità	
≤14	1	Lieve
15-28	2	Bassa
29-42	3	Moderata
43-56	4	Alta
≥57	5	Elevata

Per definire gli *effetti prodotti* (E) dall'evento, non avendo a disposizione dati di quantificazione diretta, è stato stimato il valore economico del bene esposto tramite la definizione del valore della produzione (*Standard Output* - SO), che rappresenta il valore normale della produzione lorda relativa alle singole attività produttive aziendali in base alle diverse tipologie colturali o di allevamenti praticati.

Prendendo dunque in considerazione i valori di *Standard Output* espressi in €/ha per ogni coltura praticata nella Regione Marche e sulla base delle tipologie colturali praticate e censite nel 2010 dall'ISTAT per l'anno 2010 (dati

⁶⁰ Dati forniti dall'Osservatorio meteorologico A. Serpieri di Urbino.





forniti dal CRA-INEA e riportati in tabella in calce al paragrafo), è stato possibile determinare il valore di SO assoluto e il valore di SO rapportato alla SAU effettiva per ogni Comune della Regione Marche. Come si evince dalla tabella seguente, il Comune di Urbino presenta un valore di *Standard Output* sul totale della Superficie Agricola Utilizzata pari a 1.089,00 €/ha, rispetto un valore medio regionale pari a 1.692,00 €/ha.

	SAU totale (ha)	Standard Output totale (€)	SO/SAU (€/ha)
Comune di Urbino	9.974	€ 10.862.663,00	€ 1.089,00
Regione Marche	441.580	€ 747.239.301,00	€ 1.692,00

In relazione al valore massimo di *Standard Output* ottenuto per i Comuni della Regione Marche, pari a circa 20 MI €/ha, sono state individuate 5 diverse classi di Valore Economico. Per il Comune di Urbino, con un valore di SO totale di € 10.862.663,00, risulta pertanto un **grado di valore economico moderato**.

Standard Output totale (Milioni €)	Classi di valore economico	
< 4	1	Lieve
4-8	2	Bassa
8-12	3	Moderata
12-16	4	Alta
> 16	5	Elevata

Calcolando dunque la pericolosità del fenomeno come prodotto tra la *probabilità di accadimento (grado basso)* e gli *effetti prodotti (grado moderato)*, si ottiene per il Comune di Urbino un **grado di pericolosità moderato (H=2,5)** di eventi siccitosi.

Come si evince dalla tabella seguente, mettendo in relazione i valori calcolati di vulnerabilità moderata (V=2,57) e pericolosità moderata (H=2,5), risulta per il Comune di Urbino un **grado di rischio alto per il settore agricolo in relazione alla carenza idrica ad uso irriguo**.

VULNERABILITÀ (V)	5	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	4	MODERATO	ALTO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
	3	MODERATO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	2	BASSO	MODERATO	MODERATO	MODERATO	MODERATO
	1	TRASCURABILE	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
		1	2	3	4	5
		PERICOLOSITÀ (H=P*E)				





Tipologia Culturale	UM	Comune di Urbino	REGIONE MARCHE
Frumento tenero e spelta	Sup. (ha)	131	12.532
	SO (995 €/ha)	130.584	12.469.430
Frumento duro	Sup. (ha)	2.804	137.507
	SO (1196 €/ha)	3.353.536	164.458.527
Segale	Sup. (ha)	0	326
	SO (346 €/ha)	0	112.869
Orzo	Sup. (ha)	310	19.054
	SO (788 €/ha)	244.217	15.014.442
Avena	Sup. (ha)	100	1.933
	SO (548 €/ha)	54.548	1.059.514
Mais	Sup. (ha)	3	6.622
	SO (1138 €/ha)	3.414	7.536.109
Riso	Sup. (ha)	0	12
	SO (1631 €/ha)	0	19.458
Sorgo	Sup. (ha)	0	3.259
	SO (1011 €/ha)	0	3.294.384
Altri cereali	Sup. (ha)	111	1.678
	SO (1011 €/ha)	111.918	1.696.033
Pisello	Sup. (ha)	126	4.388
	SO (1314 €/ha)	165.419	5.765.201
Fagiolo secco	Sup. (ha)	0	76
	SO (1244 €/ha)	0	95.042
Fava	Sup. (ha)	49	4.878
	SO (1314 €/ha)	64.176	6.409.613
Lupino dolce	Sup. (ha)	0	25
	SO (1314 €/ha)	0	33.494
Altri legumi secchi	Sup. (ha)	191	3.686
	SO (1174 €/ha)	223.882	4.327.247
Patata	Sup. (ha)	1	203
	SO (8325 €/ha)	4.163	1.690.558
Barbabetola da zucchero	Sup. (ha)	0	2.642
	SO (2357 €/ha)	0	6.226.298
Piante sarciate da foraggio	Sup. (ha)	0	118
	SO (1768 €/ha)	0	208.907
Tabacco	Sup. (ha)	0	26
	SO (7411 €/ha)	0	189.425
Luppolo	Sup. (ha)	0	0
	SO (13600 €/ha)	0	136
Lino	Sup. (ha)	18	57
	SO (1135 €/ha)	20.430	64.638
Canapa	Sup. (ha)	0	27
	SO (795 €/ha)	0	21.330
Altre piante tessili	Sup. (ha)	0	7
	SO (1135 €/ha)	0	7.548
Colza e ravizzone	Sup. (ha)	19	603
	SO (505 €/ha)	9.595	304.404
Girasole	Sup. (ha)	523	40.111
	SO (540 €/ha)	282.199	21.659.929
Soia	Sup. (ha)	0	658
	SO (814 €/ha)	0	535.376
Semi di lino	Sup. (ha)	0	4
	SO (1129 €/ha)	0	3.952

Altre piante di semi oleosi	Sup. (ha)	19	187
	SO (3196 €/ha)	60.724	596.278
Piante aromatiche, medicinali	Sup. (ha)	11	2.203
	SO (20000 €/ha)	220.000	44.060.200
Altre piante industriali	Sup. (ha)	0	366
	SO (1600 €/ha)	0	585.488
Ortaggi freschi in pieno campo	Sup. (ha)	54	5.918
	SO (11969 €/ha)	644.531	70.828.473
Ortaggi freschi in orti stabili e industriali	Sup. (ha)	2	1.167
	SO (12983 €/ha)	26.355	15.157.523
Ortaggi freschi in serra	Sup. (ha)	0	138
	SO (33533 €/ha)	9.054	4.621.518
Fiori e piante ornamentali in piena aria	Sup. (ha)	3	105
	SO (38161 €/ha)	106.851	3.995.838
Fiori e piante ornamentali in serra	Sup. (ha)	1	41
	SO (208601 €/ha)	129.333	8.623.565
Prati avvicendati	Sup. (ha)	4.297	93.935
	SO (341 €/ha)	1.465.352	32.031.835
Erbaio di mais da foraggio	Sup. (ha)	74	1.598
	SO (1105 €/ha)	81.439	1.765.680
Altri erbai monofiti di cereali	Sup. (ha)	0	315
	SO (558 €/ha)	0	175.608
Altri erbai	Sup. (ha)	4	1.671
	SO (672 €/ha)	2.755	1.123.147
Vite per uva da vino di qualità (DOP e IGP)	Sup. (ha)	204	11.155
	SO (12474 €/ha)	2.544.197	139.146.472
Vite per uva da vino comune	Sup. (ha)	34	5.763
	SO (7438 €/ha)	252.966	42.861.847
Olive da tavola	Sup. (ha)	2	170
	SO (2829 €/ha)	6.733	479.742
Olive per olio	Sup. (ha)	35	13.345
	SO (2465 €/ha)	87.310	32.895.647
Agrumeti	Sup. (ha)	0	42
	SO (1597 €/ha)	0	66.834
Frutta fresca di origine temperata	Sup. (ha)	11	2.354
	SO (8173 €/ha)	90.965	19.235.564
Altra frutta fresca di origine subtropicale	Sup. (ha)	0	12
	SO (9646 €/ha)	0	111.315
Piccoli frutti	Sup. (ha)	2	375
	SO (18987 €/ha)	34.936	7.112.340
Frutta per frutta a guscio	Sup. (ha)	27	1.755
	SO (2298 €/ha)	61.196	4.032.691
Vivai fruttiferi	Sup. (ha)	0	39
	SO (23200 €/ha)	0	909.672
Vivai (semazai e piantonai)	Sup. (ha)	2	982
	SO (43573 €/ha)	74.074	42.810.037
Prati permanenti utilizzati	Sup. (ha)	153	12.724
	SO (366 €/ha)	55.852	4.657.032
Pascoli utilizzati	Sup. (ha)	656	43.584
	SO (366 €/ha)	239.961	15.951.718
Prati permanenti e pascoli non più destinati alla produzione	Sup. (ha)	0	1.208
	SO (165 €/ha)	0	199.374
SAU TOTALE (ha)		9.974	441.580
STANDARD OUTPUT TOTALE (€)		€ 10.862.663	€ 747.239.301
SO/SAU (€/ha)		€ 1.089,12	€ 1.692,00

Calcolo dello Standard Output (SO) relativo alle diverse tipologie culturali praticate nel Comune di Urbino (dati ISTAT, Censimento agricoltura 2010).



Bibliografia

- Commissione Europea (2016), Il Sistema europeo di indicatori per il turismo. Toolkit ETIS per la gestione sostenibile delle destinazioni. ISBN 978-92-79-55251-9
- McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist, 1993: The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17–22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society
- Vicente-Serrano, S.M., S. Begueria and J.I. Lopez-Moreno, 2010: A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23: 1696–1718
- ISTAT, 2010: 6° Censimento generale dell'agricoltura
- ISTAT, 2014: Utilizzo della risorsa idrica a fini irrigui in agricoltura
- L. De Gaetano, 2012: La tipologia economica delle aziende agricole nella UE: uno strumento per confronti tra agricolture diverse (Rivista di Statistica Ufficiale, No 2-3/2012)
- World Meteorological Organization, 2012: Standardized Precipitation Index User Guide (WMO-No. 1090, World Meteorological Organization,), Geneva, Switzerland
- IPCC, 2007 - "Fourth Assessment Report - AR4".
- INEA, 2009 – "Monitoraggio dei sistemi irrigui delle regioni centro settentrionali – Rapporto sullo stato dell'irrigazione nelle Marche" – a cura di R. Zucaro e A. Arzeni. pp 148.
- JRC, EUR 22953 IT – 2007 – Implementazione a livello regionale della proposta di direttiva quadro sui suoli in Europa
- Renard, K.G., et al., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Agricultural Handbook 703). US Department of Agriculture, Washington, DC, pp. 404.
- Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., & Alewell, C. (2015). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy*, 54, 438-447.
- Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rousseva, S., Tadic, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Beguería, S., Alewell, C. 2015. Rainfall erosivity in Europe. *Sci Total Environ*. 511: 801-814. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.008 . Download the article: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.008
- Panagos, P., Meusburger, K., Ballabio, C., Borrelli, P., Alewell, C. Soil erodibility in Europe: A high-resolution dataset based on LUCAS, *Science of Total Environment*, 479–480 (2014) pp. 189–200 Download the article (Open Access): 10.1016/j.scitotenv.2014.02.010
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K. (2015) A New European Slope Length and Steepness Factor (LS-Factor) for Modeling Soil Erosion by Water. *Geosciences*, 5: 117-126.
- Desmet, P., Govers, G., 1996. A GIS procedure for automatically calculating the ULSE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation* 51 (5), 427–433
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, C., Alewell, C., Lugato, E., Montanarella, L., 2015. Estimating the soil erosion cover-management factor at European scale. *Land Use policy journal*. 48C, 38-50





- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., van der Zanden, E.H., Poesen, J., Alewell, C. 2015. Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European Scale. *Environmental Science & Policy*, 51: 23-34.
- Pearson, M., D. Johnston, et al. (1998). Environmental indicators for national state of the environment reporting - Natural and Cultural Heritage. Australia: State of the Environment (Environmental Indicator Reports). Canberra, Department of the Environment.
- ISTAT, 2011: 15° Censimento della Popolazione e delle Abitazioni
- 2013, Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, decreto direttoriale n.86 del 16 giugno 2015
- Congedo L., 2018: From GIS to Remote Sensing - Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER
- UNESCO (2016), World Heritage and Tourism in a Changing Climate. ISBN UNESCO: 978-92-3-100152-9

