



# 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 Fabriano*





<b>PROGRAMME</b>	LIFE 2014 – 2020 – Climate Change Adaptation
<b>PROJECT ACRONYM</b>	LIFE SEC ADAPT
<b>PROJECT CODE</b>	LIFE14/CCA/IT/000316
<b>TITLE</b>	Vulnerability and risk assessment analysis
<b>ACTION/TASK RELATED</b>	C.2
<b>DATE OF DELIVERY</b>	28/02/2018
<b>VERSION</b>	V1
<b>AUTHOR(S)</b>	Giovanni Vicentini Technical expert for the Municipality of Fabriano





## Sommario

Executive summary in English.....	5
Sintesi.....	8
1. Introduzione .....	12
1.1. Gli obiettivi del progetto LIFE SEC Adapt .....	12
1.2. Azione C.2: Analisi delle Vulnerabilità e dei Rischi .....	12
2. Effetti del cambiamento climatico sul Comune di Fabriano: valutazione preliminare d’impatto sui settori ..	13
3. Analisi di Vulnerabilità e Rischio per i settori del Comune di Fabriano .....	15
3.1. Approccio metodologico per l’analisi della Vulnerabilità e dei Rischi .....	15
3.2. Il settore Boschi e gli Incendi boschivi .....	16
3.2.1. Indice di esposizione.....	16
3.2.2. Indice di sensibilità .....	18
3.2.3. Indice di capacità adattiva .....	23
3.2.4. Valutazione della vulnerabilità.....	24
3.2.5. Il rischio incendi boschivi.....	25
3.3. Carenza idrica in agricoltura .....	28
3.3.1. Indice di esposizione.....	28
3.3.2. Indice di sensibilità .....	31
3.3.3. Indice di capacità adattiva .....	35
3.3.4. Analisi della Vulnerabilità .....	38
3.3.5. Il rischio siccità in agricoltura.....	39
3.4. Erosione dei suoli agricoli .....	42
3.4.1. Indice di esposizione.....	43
3.4.2. Indice di sensibilità .....	44
3.4.3. Indice di capacità adattiva .....	46
3.4.4. Analisi della Vulnerabilità: il fattore globale di erosività dei suoli (fattore E).....	47
3.4.5. Il rischio di erosione dei suoli agricoli.....	50
3.5. Dissesti idrogeologici .....	53
3.5.1. Il rischio idrogeologico.....	59
3.6. La riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale .....	61
3.6.1. Indice di esposizione.....	61
3.6.2. Indice di sensibilità .....	62





3.6.3.	Indice di capacità adattiva .....	63
3.6.4.	Analisi della Vulnerabilità .....	65
3.6.5.	Il rischio di riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale .....	65
3.7.	Le ondate di calore e gli effetti sulla salute .....	68
3.7.1.	Indice di esposizione.....	68
3.7.2.	Indice di sensibilità .....	68
3.7.3.	Indice di capacità adattiva .....	73
3.7.4.	Analisi della Vulnerabilità .....	77
3.7.5.	Il rischio delle ondate di calore per la salute dei cittadini .....	77
4.	Sintesi dei risultati.....	80
4.1.	Sintesi delle analisi di vulnerabilità.....	80
4.2.	Sintesi delle analisi dei rischi .....	85
	Bibliografia.....	89





## Executive summary in English

Below is a summary of the analysis of vulnerability and risks for the six analysed sectors. The calculation of the final value of the risk allows the Municipality to create a hierarchy of the priorities of intervention.

Impacts	Vulnerability	Risk
Forest fires	Medium	High
Drought in agriculture	Medium	High
Erosion of agricultural soils	Medium-high	High
Hydrogeological risk	-	Medium
Reduction of water availability in the industrial sector	Medium-low	Medium
Health problems due to heat waves	Medium-low	Medium-high

### Forest fires

The Municipality has a high sensitivity, mainly linked to the conformation of the territory (marked acclivity) and the extension of wooded areas, a significant part of which with high ecological and environmental value (presence of SCI and SPA areas). Exposure is on the average and not only determined by climatic factors, but mainly by the anthropic component; the high settlement sprawl has determined the development of a very branched infrastructural network, even in the most wooded areas, where the townships are located, thus increasing the possible trigger areas (malicious or negligent). The Municipality, in 2008, has drafted an Emergency Plan. The Plan highlights how the territory is well supplied with sources of water, distributed homogeneously. This determines a good adaptive capacity. However, this aspect will have to be adequately monitored over the time, as many water supply points could be affected by reduced water availability due to drought, and may therefore not be available for extinguishing fires in the future. The final map of the vulnerability highlights a situation of medium and high-diffused criticality. Even so, it is not possible to correctly quantify a global risk value, due to the limits in the predictive capacity of forest fires (strongly anthropogenic nature of the triggers); moreover, the geographical and damages forest fires databases are still not well improved. It was therefore decided to use, on one hand, the results of the detailed vulnerability map. On the other hand, for the dangerousness, were exploited the results of the analysis carried out by Regione Marche in the preparation of the "Regional Plan of the activities of forecasting and prevention and active fight against forest fires". The Region indicates, for the Municipality of Fabriano, the presence of high or extreme risk areas for about the 50% of the territory.

### Drought in agriculture

The Municipality of Fabriano has an average vulnerability in relation to the issue of drought in agriculture. The main element of vulnerability is related to the lack of adaptive capacity, mainly due to the still little pervasive use of micro-irrigation and the presence of farms still based on an old-fashioned business model (low recourse to forms of irrigation consultancies and limited access to IT / digital tools for the management of agriculture). From a climatic point of view, and therefore in terms of exposure to drought risk, the Municipality has an average vulnerability; the analysis was performed using the 3 months SPI and SPEI parameters. Lastly, the sensitivity of the agricultural system appears not so marked, due to a reduction in the weight of the sector in the local economy and for the high use of water sources from groundwater (less susceptible to variations in availability with respect





to surface waters). However, the crops cultivated in the territory are particularly vulnerable in terms of theoretical water consumption; it may therefore be necessary to start a process of gradual optimization of irrigation practices and possibly a progressive change of cultivated species. The risk analysis is based 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). The risk was also taking into account the frequency of drought phenomena detected in the last fifty years (through the analysis of the available climate data). The overall economic value obtained is low, due to the presence of non-high added value crops; the frequency of drought events is average (31 dry days per year), but with a marked tendency to increase, making the sector even more vulnerable in the coming decades. Following the above, we assume a high final risk.

### **Erosion of agricultural soils**

The erosivity rate is a synthetic indicator that can be used to assess the vulnerability of the territory (and in particular of the agricultural areas) to the risk of soil erosion. The soil erosion could impacts on the environmental, anthropic, economic and social dimensions of the analysed area. An acceptability rate of soil erosion should be taken into account for the definition of the vulnerability thresholds. The thresholds used in the analysis come from a study conducted by the Marche Region, taking into consideration the landscapes in the different pedological regions (the vulnerability is maximum when the removal of soil is greater than 20 tons per year per hectare). Calculating the weighted average of vulnerability, exclusively on the parts of municipal territory marked by an agricultural use according to the classification of the Corine Land Cover 2012, we obtain a global result of high vulnerability. For the risk analysis, we take into account the data of the economic value of the crops cultivated in the municipal territory and the frequency of climatic phenomena related to soil erosion, linked in particular to the increase in the erosive capacity of rainfalls. Taking into account the Standard Output values, which indicate for the Municipality of Fabriano an average value of 834 € / hectare and a total municipal value of 6.008.100 €, it is assumed that the level of dangerousness is low. The probability of occurrence (P) of the climatic phenomena is low (167 events between 1961 and 2008, with an annual average of 4 events). Therefore, a final high-risk value is assumed, combining vulnerability and dangerousness.

### **Hydrogeological risk**

The analysis of the hydrogeological risk inevitably has to take into account the analyses carried out within the existing Hydrogeological Plan. The plan already clearly identifies areas subject to risk in the municipal territory, through a precise mapping. Both the areas subject to landslide risk and flooding risk are assessed. Therefore, it is not necessary to proceed with the development of an ad hoc methodology, which would certainly be redundant with respect to the 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 Fabriano, for the sole purpose of comparing the results with the other analysed sectors. To calculate the synthetic risk indicator, the weighted average risk value was assessed in the "exposed" areas, i.e. those mapped by the Hydrogeological Plan. The weighting is based on the area extension. In addition, it is also important to bear in mind the extent itself of the areas at risk within the municipal territory. To give a correct evaluation, it was decided to assign the lowest risk value if the areas at risk cover a total of less than 10% of the municipal area. On the other hand, the maximum value is attributed if the area at risk concerned is more than 40% compared to the municipal one. The crossing of the two risk factors (medium level of risk exposure and extension of the areas at risk) shows for the territory of Fabriano a global synthetic factor of medium risk.





### **Reduction of water availability in the industrial sector**

The Municipality of Fabriano has a medium-low vulnerability concerning the reduction of water availability in the industrial sector. From a climatic perspective, and therefore in terms of risk exposure, the Municipality has an average vulnerability; the analysis was performed using the SPI parameters at 12 and 24 months. In terms of sensitivity, the Fabriano industrial sector is particularly vulnerable as it is highly specialized in water-intensive production cycles (in particular the paper supply chain). However, the presence of medium-large enterprises potentially guarantees a high adaptive capacity; the companies are structured with an internal research and development branch and the access to the credit market (or in any case to the existing sources of financing) is facilitated. Regarding the risk analysis, we can expect a stable trend of water consumption in the next decades, (forecast realized by the water supply organization), for the territory of ATO2. At the same time, the trend of the cumulative annual precipitation does not show a net reduction (which is however perceptible). Therefore, it is possible to say, in qualitative terms, that the probability that a prolonged drought event could affect the reduction of water supply is low. We can finally assume that the risk linked to the reduction of water availability, such as to induce a reduction of the water supply to the industrial sites in the Fabriano area, is medium.

### **Health problems due to heat waves**

The Municipality of Fabriano has a medium-low vulnerability to the heat waves in summer. The exposure to the climate phenomenon does not yet seem to be so marked; nevertheless, the heat waves are occurring with a frequency of 5 days at risk per year and the phenomenon is intensifying. As far as the sensitivity of the population is concerned, it appears even lower than exposure. The Municipality of Fabriano, in fact, has a medium-low population density (this is also valuable for the "weak" population, elderly people and very young people); also the settlement compactness presents similar values. The most critical factor is related to the presence / absence of green areas, which typically guarantee a mitigation of summer heat waves. Finally, as far as the adaptive capacity of the territory is concerned, it appears to be generally good (therefore the value of vulnerability is medium-low). In particular, the most constrained urban areas tend to be concentrated in the historical centre (rather limited in terms of spatial extension compared to other urban areas). Moreover, the building structures seem to have a good state of preservation, effectively increasing the resilience of the urban fabric to heat waves. The analysis of the risks related to heat waves in summer is closely linked to the effects of these intense climatic phenomena on people's health. The analysis therefore considers two crucial aspects: on the one hand, the percentage of the population in the weak band, i.e. with an age of less than 5 years or more than 65 years; on the other, the concentration of population in urban areas with low resilience to heat waves. In relation to the first aspect, the analysis of the demographic data of the Municipality of Fabriano highlights a problematic situation, since, in 2050, the percentage of the population in the weak band is expected to be even about 40%. In most of the main urban centre, the population in weak bands will range between 40% and 60% of the total. Some more peripheral villages will record even higher values, sometimes higher than 80%. The problematic nature of the phenomenon will therefore be correlated also to the typical settlement sprawl of this territory, which will make it more difficult to monitor the situations at risk. In relation to the number of inhabitants living in the census sections with the highest vulnerability indices, we obtained a medium-low weighted average value. By crossing the weighted average of the vulnerability with that related to the percentage of the population in the weak band, we obtain a final value of medium-high risk.





## Sintesi

Di seguito si propone una sintesi dei risultati dell'analisi della Vulnerabilità e dei Rischi per i sei impatti analizzati. Il valore finale del rischio permette al Comune di creare una gerarchia di priorità d'intervento; ciò dovrà trovare riscontro nel Piano di Adattamento, sebbene si debba anche considerare contestualmente la capacità effettiva di incidere sul settore da parte dell'Amministrazione Comunale.

Impatti	Valore Vulnerabilità	Valore Rischio
<b>Incendi Boschivi</b>	Medio	Alto
<b>Siccità in agricoltura</b>	Medio	Alto
<b>Erosione dei suoli agricoli</b>	Medio-alto	Alto
<b>Dissesti idrogeologici</b>	-	Medio
<b>Riduzione disponibilità idrica nell'industria</b>	Medio-basso	Medio
<b>Problemi di salute per ondate di calore</b>	Medio-basso	Medio-Alto

### Incendi boschivi

Il Comune ha una sensibilità abbastanza elevata, legata principalmente alla conformazione del territorio (marcate acclività) ed all'estesa presenza di aree boscate, di cui una parte rilevante con elevato valore ecologico ed ambientale (presenza di aree SIC e ZPS). L'esposizione è media e non determinata principalmente da fattori climatici, bensì dalla componente antropica; l'elevata dispersione insediativa del Comune di Fabriano ha determinato lo sviluppo di un network infrastrutturale molto ramificato, anche nelle aree più boscate, laddove sono localizzate le borgate, aumentando di conseguenza le possibili aree di innesco (doloso o colposo). Il Comune, nel 2008, in seguito ad eventi rilevanti di incendi boschivi, si è tuttavia dotato di un Piano di emergenza. Il Piano evidenzia come il territorio sia comunque ben provvisto di fonti di approvvigionamento idrico, distribuite in modo piuttosto uniforme. Ciò determina una buona capacità adattiva. Questo aspetto dovrà comunque essere adeguatamente monitorato nel tempo, poiché molti punti di approvvigionamento idrico potrebbero risentire della riduzione della disponibilità idrica, per effetto della siccità, e potrebbero quindi non essere disponibili per lo spegnimento degli incendi. La mappa finale della vulnerabilità del territorio mette in evidenza una situazione di criticità media e alta diffusa. In virtù della limitata capacità predittiva degli incendi boschivi (proprio per effetto della natura fortemente antropica degli inneschi) e per effetto di una banca dati geografica ancora molto limitata in termini temporali, non è possibile quantificare correttamente un valore globale di rischio. Si è deciso pertanto di utilizzare d'un lato i risultati della mappatura dettagliata delle aree a maggiore vulnerabilità e dall'altro (per la pericolosità) si è fatto riferimento ai risultati dell'analisi condotta da Regione Marche in occasione della redazione del "Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi", che indica, per il Comune di Fabriano, la presenza di aree a rischio alto o estremo per circa il 50% del territorio.

### Siccità in agricoltura

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità media in relazione al tema della siccità in agricoltura. Il principale elemento di vulnerabilità è legato alla mancanza di capacità adattiva, principalmente per effetto di un utilizzo ancora poco pervasivo di micro-irrigazione e per la presenza di centri aziendali ancora improntati ad un







modello imprenditoriale di vecchia concezione (basso ricorso a forme di consulenza irrigua e limitato accesso a strumenti informatici/digitali per la gestione dell'agricoltura). Da un punto di vista climatico, e quindi in termini di esposizione al rischio siccità, il Comune fa registrare un valore di vulnerabilità media; l'analisi è stata effettuata utilizzando i parametri di SPI e SPEI a 3 mesi. Infine, la sensibilità del sistema agricolo fabrianese appare non così accentuata, per effetto di una riduzione del peso del settore nelle dinamiche produttive e del lavoro caratterizzanti il tessuto economico locale e per un elevato ricorso a fonti di approvvigionamento idrico da acque sotterranee (meno suscettibili a variazioni di disponibilità rispetto alle acque superficiali). Tuttavia, le colture praticate nel territorio sono particolarmente vulnerabili sul fronte del consumo idrico teorico; potrebbe quindi rendersi necessario l'avvio di un processo di graduale ottimizzazione delle pratiche d'irrigazione ed eventualmente delle essenze coltivate (anche in termini di rotazioni pluriennali). L'analisi del rischio viene basata d'un lato sul valore economico del settore agricolo (si è preso in considerazione lo Standard Output, inserito nelle modifiche alla PAC del 2010, che esprime il valore di ogni coltura in Euro per ettaro) e dall'altro sulla frequenza dei fenomeni siccitosi rilevata negli ultimi cinquanta anni (attraverso l'analisi dei dati climatici a disposizione). Il valore economico globale ottenuto è basso, ciò per la presenza di colture a valore aggiunto non così elevato; la frequenza degli eventi siccitosi è media (31 giorni siccitosi l'anno), ma con una tendenza marcata all'incremento, tale da rendere il settore ancora più vulnerabile nei prossimi decenni. A seguito di quanto sopra esposto si assume un rischio finale alto.

9

### **Erosione dei suoli agricoli**

Il tasso di erosività è un indicatore di sintesi che può essere utilizzato per valutare la vulnerabilità del territorio fabrianese (ed in particolare delle aree agricole) al rischio di erosione dei suoli. Per una definizione delle soglie di vulnerabilità da adottare, occorre fare riferimento al tasso di accettabilità del rischio d'erosione idrica del suolo, che normalmente deve tenere in considerazione gli aspetti ambientali, antropici, economici e sociali propri dell'area analizzata. Le soglie utilizzate nell'analisi derivano da uno studio condotto dalla Regione Marche prendendo in considerazione i paesaggi e le aree gestionali omogenee nelle diverse regioni pedologiche (la vulnerabilità è massima quando l'asportazione di suolo è maggiore di 20 tonnellate l'anno per ettaro). Calcolando la media ponderata dei valori di vulnerabilità, esclusivamente sulle parti del territorio comunale contraddistinte da un uso del suolo agricolo secondo la classificazione del Corine Land Cover del 2012, si ottiene un valore globale di vulnerabilità alto. Per l'analisi dei rischi si prendono in considerazione i dati relativi al valore economico delle colture praticate sul territorio comunale ed alla frequenza dei fenomeni climatici connessi all'erosione dei suoli, legati in particolare all'incremento della capacità erosiva delle precipitazioni. Prendendo in considerazione i valori di Standard Output, che indicano per il Comune di Fabriano un valore medio di 834€/ettaro ed un valore totale comunale di 6.008.100€, si assume che il valore economico sia basso. La probabilità di avvenimento (P) del fenomeno climatico oggetto di studio è ugualmente bassa (167 eventi tra il 1961 ed il 2008, con una media annua di 4 eventi). Valutando contestualmente vulnerabilità del sistema e pericolosità dell'impatto, si assume un valore finale di rischio alto.

### **Rischio idrogeologico**

L'analisi del rischio idrogeologico passa inevitabilmente attraverso la lettura dei documenti di Piano già esistenti e nello specifico del Piano per l'Assetto Idrogeologico. Il piano 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 ad hoc, 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 per il comune di Fabriano, al solo scopo di poter comparare i risultati con gli altri settori analizzati. Per calcolare l'indicatore sintetico di rischio è stato valutato il valore medio ponderato del rischio nelle aree "esposte", ovvero quelle cartografate dal PAI. La ponderazione avviene sulla base dell'estensione areale. Oltre alla valutazione del





valore medio ponderato, è bene tenere presente anche l'estensione stessa delle aree a rischio all'interno del territorio comunale. Per dare una valutazione corretta, si è deciso di attribuire il valore più basso qualora le aree a rischio coprano 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. L'incrocio dei due fattori del rischio (livello medio di esposizione al rischio ed estensione delle aree a rischio) evidenzia per il territorio di Fabriano un fattore sintetico globale di rischio medio.

### **Riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale**

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità medio-bassa in relazione al tema della riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale. Da un punto di vista climatico, e quindi in termini di esposizione al rischio, il Comune fa registrare un valore di vulnerabilità media; l'analisi è stata effettuata utilizzando i parametri di SPI a 12 e 24 mesi. In termini di sensitività il settore industriale fabrianese è particolarmente vulnerabile poiché fortemente specializzato in cicli produttivi ad alta intensità idrica (in particolare la filiera della carta). Tuttavia, la presenza di centri di produzione di dimensioni medio-grandi determina potenzialmente un'elevata capacità di adattamento, in quanto le strutture di ricerca e sviluppo interne e le capacità di accesso al mercato del credito o comunque alle fonti di finanziamento esistenti è decisamente superiore rispetto alle realtà produttive dimensionalmente più piccole (PMI). Data la tendenziale stazionarietà dei consumi idrici previsionali nel territorio dell'ATO2 e l'assenza di un trend netto di riduzione della cumulata annua delle precipitazioni (che è comunque percettibile), è possibile stabilire in termini qualitativi che la probabilità che un evento di siccità prolungata incida sull'approvvigionamento idrico degli stabilimenti produttivi sia bassa. Incrociando i risultati dell'analisi della vulnerabilità, che mettono in evidenza come il territorio sia mediamente vulnerabile, con i risultati qualitativi dell'analisi probabilistica, si può assumere che il rischio legato alla riduzione della disponibilità idrica nel bacino idrografico, tale da indurre una riduzione dell'approvvigionamento idrico degli stabilimenti del territorio fabrianese a più alta intensità idrica, sia medio.

### **Problemi di salute per ondate di calore**

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità medio-bassa in relazione al tema delle ondate di calore nel periodo estivo. L'esposizione al fenomeno climatico non sembra ancora essere così marcata, nonostante le ondate di calore si verifichino annualmente con una media di 5 giorni a rischio ed il fenomeno si stia intensificando. Per quanto concerne la sensitività della popolazione, essa appare addirittura inferiore all'esposizione. Il Comune di Fabriano, infatti, presenta una densità abitativa medio-bassa (anche per quanto concerne la popolazione in fascia "debole"); anche la compattezza insediativa presenta valori analoghi. Il fattore più critico è quello che descrive la presenza/l'assenza di aree verdi, che tipicamente garantiscono una mitigazione delle ondate di calore estive. Per quanto concerne infine la capacità adattiva del territorio, essa appare tendenzialmente buona (quindi il valore di vulnerabilità è medio-basso). In particolare le aree urbane più vincolate sono tendenzialmente concentrate nel centro storico (piuttosto contenuto in termini di estensione spaziale rispetto alle altre aree urbane). Inoltre le strutture edilizie sembrano avere mediamente un buono stato di conservazione, aumentando di fatto la resilienza del tessuto urbano alle ondate di calore. L'analisi dei rischi connessi alle ondate di calore nel periodo estivo è legata strettamente agli effetti di questi fenomeni climatici intensi sulla salute delle persone. L'analisi considera pertanto due aspetti cruciali: d'un lato la percentuale di popolazione in fascia debole, ovvero con un'età inferiore a 5 anni o superiore a 65 anni; dall'altro la concentrazione di popolazione in aree urbane con bassa capacità resiliente alle ondate di calore. In relazione al primo aspetto, l'analisi dei dati demografici del Comune di Fabriano evidenzia una situazione problematica, poiché, al 2050, si prevede che la percentuale di popolazione in fascia debole sia pari addirittura al 40% circa. In gran parte del capoluogo la popolazione in fasce debole oscillerà tra il 40% ed il 60% del totale. Alcune borgate più periferiche faranno registrare valori anche superiori, talvolta maggiori dell'80%. La problematicità del fenomeno sarà quindi correlata anche alla dispersione insediativa tipica di questo





territorio, che potrà rendere più difficoltoso il monitoraggio delle situazioni a rischio. In relazione al numero di abitanti che vivono nelle sezioni censuarie con indice di vulnerabilità maggiore si è ottenuto un valore medio ponderato medio-basso. Incrociando il dato medio ponderato della vulnerabilità con quello legato alla percentuale di popolazione in fascia debole, si ottiene un valore finale di rischio medio-alto.





## 1. Introduzione

### 1.1. Gli 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 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", ed integrare 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. Azione C.2: Analisi delle Vulnerabilità e dei Rischi

L'obiettivo dell'azione C.2 è di fornire ai comuni coinvolti nel progetto una valutazione dettagliata dei rischi sui cambiamenti climatici e della vulnerabilità per i loro territori. Attraverso la valutazione degli impatti che i cambiamenti climatici avranno sui settori economici locali selezionati, individueranno le migliori azioni per limitare o ridurre i rischi e i relativi costi economici e sociali, quindi orientare meglio le loro strategie di adattamento future. Secondo la metodologia fornita da IDA, i comuni effettueranno l'analisi di vulnerabilità e la valutazione del rischio in due fasi consecutive. Il primo passo riguarda la valutazione della vulnerabilità a partire da fattori di esposizione, sensibilità e capacità di adattamento sui cambiamenti climatici in un periodo a lungo termine di ciascun settore chiave individuato. Questa valutazione consente ai comuni di determinare il livello di vulnerabilità (basso, medio o alto) di ciascun settore selezionato.

I risultati sono poi abbinati all'analisi della valutazione del rischio che, attraverso la valutazione delle conseguenze e della probabilità di un impatto sui cambiamenti climatici sugli stessi settori precedentemente analizzati, consente di stimare il rischio del sistema (alto, medio, basso).

Una matrice finale, che combina i risultati di vulnerabilità e rischio di ciascun sistema urbano analizzato, fornisce una chiara panoramica del settore più importante di interventi su cui la strategia di adattamento locale urbana dovrebbe concentrarsi per ridurre significativamente l'impatto dei cambiamenti climatici sul sistema urbano comunale.



## 2. Effetti del cambiamento climatico sul Comune di Fabriano: valutazione preliminare d'impatto sui settori

L'analisi dei dati climatici (temperature e precipitazioni) per il Comune di Fabriano ha portato all'identificazione dei principali impatti del cambiamento climatico sul territorio comunale. Di seguito si riporta una breve sintesi dei principali risultati dell'azione A1.

Indici climatici analizzati	Tau	p_value
RX 1 Day – Max 1 Day precip. amount	-0,022	0,814
R95p – Very Wet Days	-0,116	0,200
SDII – Simple Daily Intensity Index	0,089	0,327
CDD – Consecutive Dry Days	0,122	0,185
R20 – Very heavy precipitation days	-0,100	0,289
FD0 – Frost Days	0,141	0,122
SU25 – Summer Days	0,210	0,024
TR20 – Tropical Nights	0,135	0,155
TN10P – Cold Nights	0,114	0,214
TN90P – Warm Nights	0,147	0,116
TX10P – Cold Days	0,002	0,984
TX90P – Warm Days	0,290	0,002
SU30 – Hot Days	0,285	0,002
WSDI	0,281	0,003

La tabella elenca i risultati dei 14 indicatori climatici analizzati nella fase A1. Gli indicatori evidenziano una forte criticità per il Comune di Fabriano in relazione all'incremento delle temperature massime e minime (vedasi il valore di Tau per l'SU25, il TR20, il TN90P, il TX90P, l'SU30), con l'esclusione della stagione invernale per la quale si rileva viceversa un esacerbarsi delle ondate di gelo (vedasi l'indicatore FD0). Sul lato precipitazioni è evidente il prolungamento marcato delle stagioni siccitose (vedasi l'indicatore CDD) e la tendenziale riduzione delle precipitazioni intense (vedasi l'indicatore R20, RX1day). Nell'analisi dei dati climatici è bene valutare anche l'indice di affidabilità statistica (il p\_value) che evidenzia come i dati di temperatura siano tendenzialmente significativi, mentre i dati di precipitazione abbiamo un'attendibilità decisamente inferiore.

Grazie ai risultati dell'analisi A1 ed agli incontri avuti con l'Amministrazione Comunale è stato quindi possibile identificare i settori che verranno maggiormente interessati dagli effetti e dagli impatti del cambiamento climatico. I settori sono stati selezionati in base:

- alla loro rilevanza sociale, economica e ambientale all'interno del territorio comunale;
  - alla loro dipendenza dal fattore climatico;
  - alla capacità dell'Amministrazione Comunale di poter incidere sul loro adattamento al cambiamento climatico, anche solo attraverso politiche di comunicazione ed informazione rivolte ai principali stakeholder del territorio.
- Nella tabella seguente vengono riportati i settori analizzati nei paragrafi successivi ed i principali soggetti coinvolti dall'analisi e gli impatti attesi, in virtù del cambiamento delle condizioni climatiche:





Settori	Impatti	Variabile climatica	Indicatore fase A1
Boschi	Incendi boschivi	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento delle temperature massime	SU30/TX90P/SU25
Agricoltura	Erosione dei suoli	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento dell'intensità delle piogge	SDII <sup>1</sup>
	Siccità	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento delle temperature massime	SU30/TX90P/SU25/T R20/TN90P
Infrastrutture	Frane	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento dell'intensità delle piogge	SDII <sup>1</sup>
	Alluvioni	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
		Incremento dell'intensità delle piogge	SDII <sup>1</sup>
Industria	Riduzione disponibilità idrica	Incremento dei periodi siccitosi	CDD
Salute	Incremento allergie/malattie cardiocircolatorie	Incremento delle temperature massime	SU30/TX90P/SU25/T R20/TN90P

Per ogni settore è stata dapprima analizzata la Vulnerabilità, così come previsto dalla metodologia sviluppata da IDA, ovvero in funzione di tre componenti: (a) Esposizione; (b) Sensività; (c) Capacità Adattiva. Parallelamente è stata valutata la probabilità di accadimento dei fenomeni climatici causanti gli impatti indicati in tabella e la magnitudo degli impatti. L'incrocio di queste due variabili (vulnerabilità e pericolosità) determina il valore finale di rischio.

<sup>1</sup> Questo indicatore evidenzia un incremento dell'intensità delle precipitazioni medie. Gli indicatori che analizzano le precipitazioni estreme evidenziano una riduzione del fenomeno; tuttavia, le analisi svolte a scala regionale da ISPRA e la bassa attendibilità statistica delle serie storiche ci inducono ad assumere un atteggiamento prudentiale.





### 3. Analisi di Vulnerabilità e Rischio per i settori del Comune di Fabriano

#### 3.1. Approccio metodologico per l'analisi della Vulnerabilità e dei Rischi

La vulnerabilità viene calcolata come funzione di tre componenti: (a) Esposizione; (b) Sensitività; (c) Capacità Adattiva.

Per (a) esposizione si intende la natura ed il grado cui un sistema/un settore è esposto alla variazione di specifiche condizioni climatiche. Il settore analizzato può essere rappresentato da un'attività (economica, sociale, etc), un gruppo o un territorio. La (b) sensitività misura il livello di influenza esercitato dal cambiamento delle condizioni climatiche su un sistema/un settore (l'influenza può essere positiva o negativa). La somma di esposizione e sensitività determina la valutazione del potenziale impatto di un cambiamento climatico sul settore/sistema analizzato. La (c) capacità adattiva è l'abilità del sistema/del settore ad adattarsi al mutare delle condizioni climatiche, a trarre vantaggio da esse e a rispondere adeguatamente alle conseguenze del cambiamento climatico. Rappresenta in sostanza la resilienza del sistema/settore.

Ciascuna delle tre componenti analizzate è stata valutata attraverso l'utilizzo di un insieme di indicatori. Tutti gli indicatori sono stati valutati su una scala a cinque classi da 1 a 5 successivamente normalizzata in scala 0-1 o sono stati direttamente calcolati sulla scala normalizzata. Ad ogni indicatore è stato attribuito un peso specifico in funzione della sua importanza nel valutare il valore finale di vulnerabilità.

A lato viene rappresentato lo schema da seguire per la valutazione della vulnerabilità. La capacità adattiva, nello schema, contrappesa valori alti di sensitività e esposizione. Tuttavia, al fine di omogeneizzare i valori delle tre componenti della vulnerabilità e permettere la loro media aritmetica, la capacità adattiva è stata misurata sempre in termini "negativi"; essa è stata valutata alta attraverso l'attribuzione di un basso valore di vulnerabilità, mentre è valutata come bassa attraverso l'attribuzione di un valore alto di vulnerabilità.

Di seguito viene proposta l'analisi della vulnerabilità per tutti i settori indicati in tabella.

Per quanto concerne il calcolo del Rischio, esistono diverse formule per la sua definizione, ma, come già anticipato nella metodologia di "Vulnerability and Risk Assessment", esso può

essere generalmente definito 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 ( $R=V*H=V*P*E$ ). Per ogni impatto, l'effetto prodotto può essere identificato in base ai danni o alle conseguenze (negative o positive) conosciute o stimate; in tal senso il valore economico del bene esposto rappresenta un'informazione molto utile.



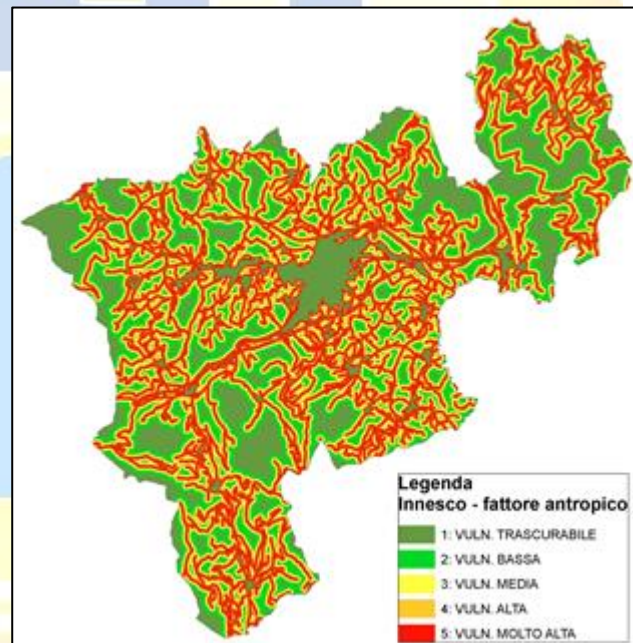
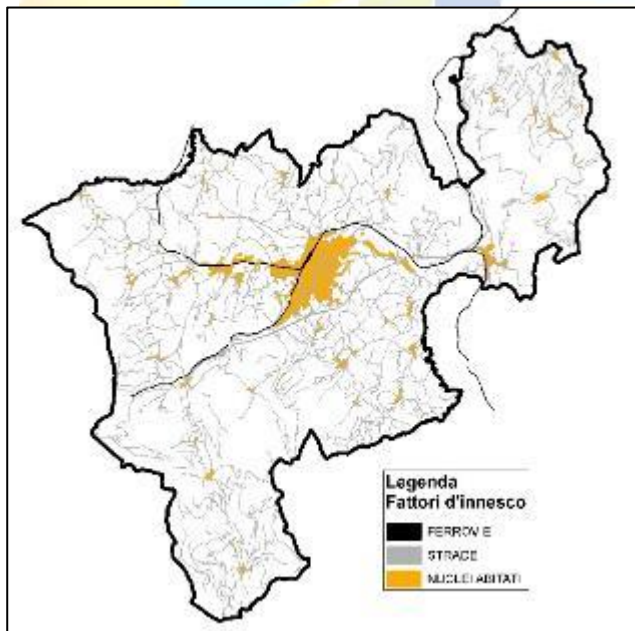


### 3.2. Il settore Boschi e gli Incendi boschivi

#### 3.2.1. Indice di esposizione

**A – Innesco incendi boschivi – il fattore antropico.** Gli incendi boschivi in Regione Marche sono principalmente dolosi. L'uomo ne è quindi il principale fattore d'innescio. Le cause principali sono legate al lancio di mozziconi di sigarette e le scintille provenienti dal barbecue. Nel caso specifico di Fabriano la causa dei principali incendi degli ultimi due decenni era legata alle scintille provocate dal passaggio del treno sui binari. Nonostante sia difficile modellizzare il comportamento dell'uomo (negligenza o piromania, etc.), 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 centri abitati. In questa analisi si assume che la vulnerabilità del territorio all'innescio di incendi boschivi sia massima in prossimità di strade (anche secondarie), ferrovie e centri abitati e che si riduca progressivamente all'allontanarsi dagli stessi. Si assume inoltre che oltre i 300 metri la vulnerabilità sia trascurabile. Nella tabella seguente vengono descritti i valori di vulnerabilità rappresentati cartograficamente.

Prossimità	Livello di vulnerabilità	
0 – 50 metri	Molto alta	5
50 – 100 metri	Alta	4
100 – 150 metri	Media	3
150 – 300 metri	Bassa	2
>300 metri	Trascurabile	1



Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Trascurabile	56,6	20,8%
Bassa	54,9	20,2%







Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
<b>Media</b>	36,1	13,3%
<b>Alta</b>	51,4	18,9%
<b>Molto alta</b>	73,0	26,8%
<b>SUP.TOTALE</b>	272	100%

Per quanto concerne i fattori d'innescò, il territorio di Fabriano presenta una vulnerabilità piuttosto marcata, legata principalmente alla diffusione di molteplici nuclei abitati, anche in posizioni periferiche rispetto al centro storico. Questo ha determinato la formazione di una fitta rete di infrastrutture stradali, principalmente di tipo secondario, ma comunque costituenti un elemento di vulnerabilità poiché possibili punti d'innescò di incendi dolosi. Il valore medio ponderato di vulnerabilità in relazione al fattore "innescò di origine antropica" è pari a 3,1, in una scala da 1 (trascurabile) a 5 (molto alta).

**B – Innesco incendi boschivi – il fattore climatico.** Dal punto di vista meteorologico, i fattori che influenzano maggiormente l'innescò degli incendi boschivi sono la temperatura e l'umidità relativa. C'è una correlazione positiva tra la probabilità d'innescò e la temperatura, mentre si rileva una correlazione negativa con l'umidità relativa (per esempio in caso di terreno umido per effetto di precipitazioni meteoriche si riduce la probabilità d'innescò). Per analizzare il fattore climatico sono quindi state utilizzate le serie storiche climatiche a disposizione dei Comuni marchigiani, già analizzate nella fase A1. In particolare i due indici climatici più rilevanti sono i Consecutive Dry Days (CDD) e i giorni consecutivi con temperatura massima maggiore del 90° percentile (WSDI).

Indici climatici	Tau	P_value	TS slope
<b>CDD</b>	0,122	0,185	0,067
<b>WSDI</b>	0,281	0,003	0,408

La tabella evidenzia come per entrambi gli indici presi in considerazione si rilevi un trend d'incremento del fenomeno. Ciò appare più marcato per l'indice WSDI, il quale, tra l'altro, presenta anche un'ottima significatività statistica. Questi indici tuttavia, nonostante evidenzino una situazione climatica in peggioramento rispetto al fenomeno degli incendi boschivi, non ci indicano la frequenza storica di giorni critici. Si è deciso pertanto di utilizzare le serie storiche a disposizione per evidenziare il numero di eventi critici per anno e la loro magnitudo, sia in relazione alla temperatura massima giornaliera, sia in relazione alla lunghezza dei periodi siccitosi. Per giorni critici sono stati considerati i casi con temperatura massima maggiore di 30°C e assenza di precipitazioni, queste condizioni verificatesi per almeno 5 giorni consecutivi. La serie storica presa in considerazione per il Comune di Fabriano è relativa agli anni 1961-2008.

Classe di esposizione	Durata evento	Numero eventi
<b>1</b>	5-7 giorni	45
<b>2</b>	8-14 giorni	41
<b>3</b>	15-21 giorni	22
<b>4</b>	22-28 giorni	10
<b>5</b>	>28 giorni	6
<b>TOTALE</b>	-	124

Classe di esposizione	Valore medio Tmax	Numero eventi
<b>1</b>	30-32 °C	14
<b>2</b>	32-34°C	75
<b>3</b>	34-36°C	32
<b>4</b>	36-38°C	3
<b>5</b>	>38°C	0
<b>TOTALE</b>	-	124





L'analisi degli eventi critici evidenzia un numero significativo di eventi con durata compresa tra 5 e 14 giorni e con temperatura media massima compresa tra 32 e 34°C. Calcolando il valore medio degli eventi critici su tutto l'arco della serie storica si ottiene un valore di esposizione "climatica" pari a 1,9, in una scala compresa tra 1 (trascurabile) e 5 (molto alta). Ciò tuttavia, come già evidenziato attraverso la lettura degli indici CDD e WSDI tenderà ad incrementarsi, in modo probabilmente significativo. Il fattore climatico si assume omogeneo su tutto il territorio comunale.

**Sintesi dei fattori di esposizione.** Per calcolare un fattore globale di esposizione del territorio comunale, sono stati calcolati dapprima i valori di vulnerabilità dei due parametri considerati, utilizzando la media ponderata sull'estensione superficiale delle cinque classi di vulnerabilità (ciò come detto non vale per il fattore climatico, che si considera omogeneo su tutto il territorio comunale). I parametri sono stati normalizzati su una scala 0-1. Successivamente sono stati utilizzati dei pesi per attribuire la corretta importanza ad ognuno dei due parametri. Il fattore che incide maggiormente nel calcolo dell'esposizione del territorio è certamente il fattore antropico. Questo fattore è fortemente imprevedibile e dipende, come detto, da comportamenti illeciti, legati a fenomeni anche di tipo sociale e di natura talvolta psichiatrica. Si tratta di un fattore scarsamente controllabile da parte dell'amministrazione pubblica e sul quale è possibile agire in modo limitato o comunque con azioni di medio-lungo periodo.

Parametri considerati	Valore esposizione [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Peso dei parametri
Fattore "antropico"	3,1	0,53	0,8
Fattore "climatico"	1,9	0,23	0,2
Fattore globale di esposizione	2,9	0,47	1,0

Globalmente, per il territorio comunale di Fabriano si assume che il valore di esposizione sia pari a 2,9, in una scala da 1 a 5. Riportando l'indicatore in una scala 0-1 il valore di sensibilità assume valore 0,47.

### 3.2.2. Indice di sensitività

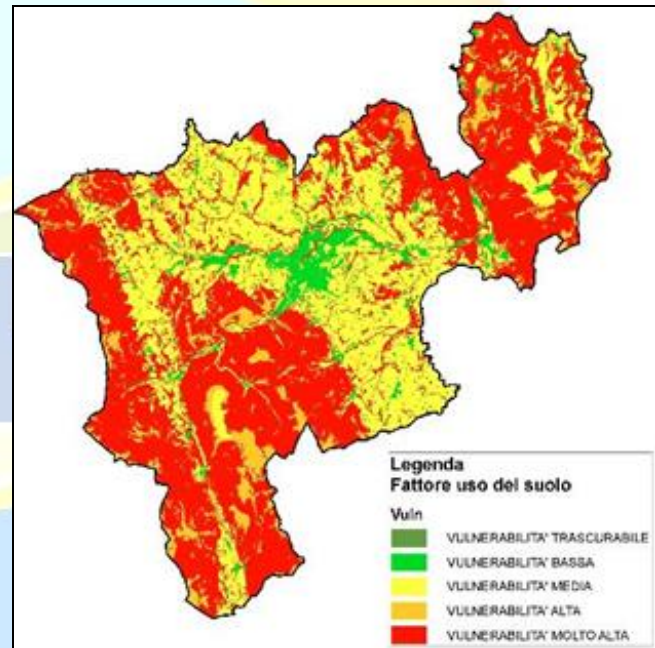
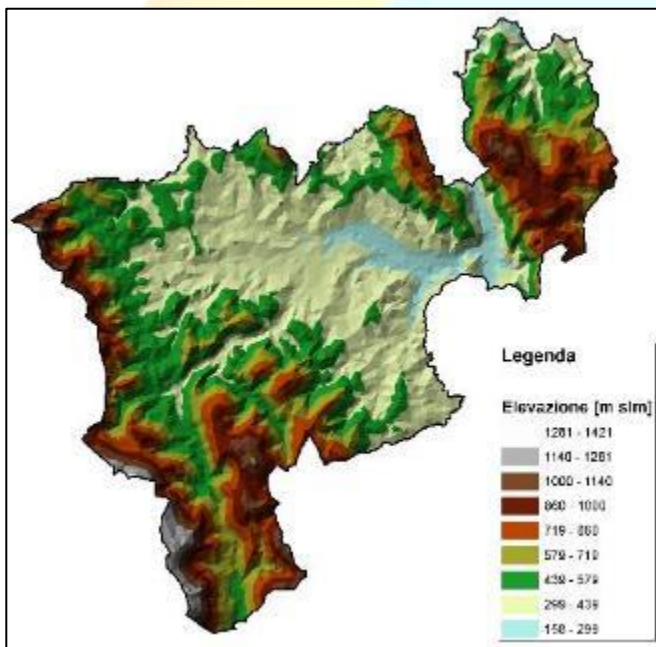
**A- Uso del suolo.** L'uso del suolo influisce significativamente sia nella facilità di ignizione dell'incendio boschivo, sia nella sua successiva propagazione. Le aree boscate (e principalmente quelle caratterizzate dalla presenza di conifere o di boschi misti) sono maggiormente vulnerabili poiché 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 (con aggiornamento del dato al 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.

Categoria di Uso del Suolo	Superficie [km <sup>2</sup> ]
Zone urbanizzate residenziali	7,7
Zone industriali, commerciali e infrastrutturali	5,1
Zone estrattive, cantieri e discariche	0,9
Zone verdi artificiali non agricole	1,4





Categoria di Uso del Suolo	Superficie [km <sup>2</sup> ]
Seminativi	83,1
Colture permanenti	2,0
Prati stabili	5,1
Zone agricole eterogenee	0,1
Zone boscate	140,1
Zone con veg. arbustiva/erbacea	26,1
Zone con veg. rada o assente	0,2
Acque continentali	0,1
SUP.TOTALE	272



Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Trascurabile	0,1	0,1%
Bassa	12,1	4,5%
Media	102,5	37,7%
Alta	26,5	9,8%
Molto alta	130,8	48,1%
SUP.TOTALE	272	100%

Nel territorio di Fabriano l'elevata estensione di aree boscate determina un'elevata vulnerabilità agli incendi boschivi. Si tratta di un parametro di valutazione che deve essere tenuto adeguatamente in considerazione nella definizione del Piano di Adattamento. Nelle aree boscate è bene per esempio che venga praticata una gestione forestale attenta e che vengano identificati percorsi tagliafuoco (in parte già presenti). Il valore medio ponderato di vulnerabilità in relazione al fattore "uso del suolo" è pari a 4,0, in una scala da 1 (trascurabile) a 5 (molto alta).

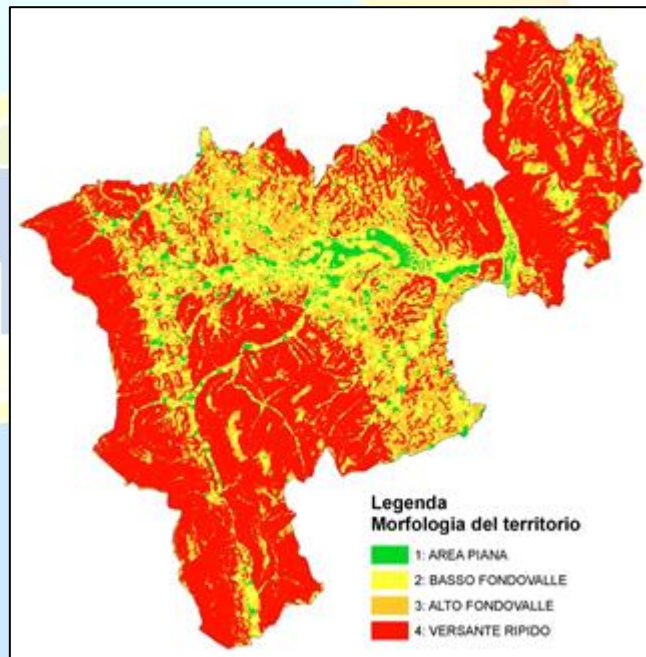
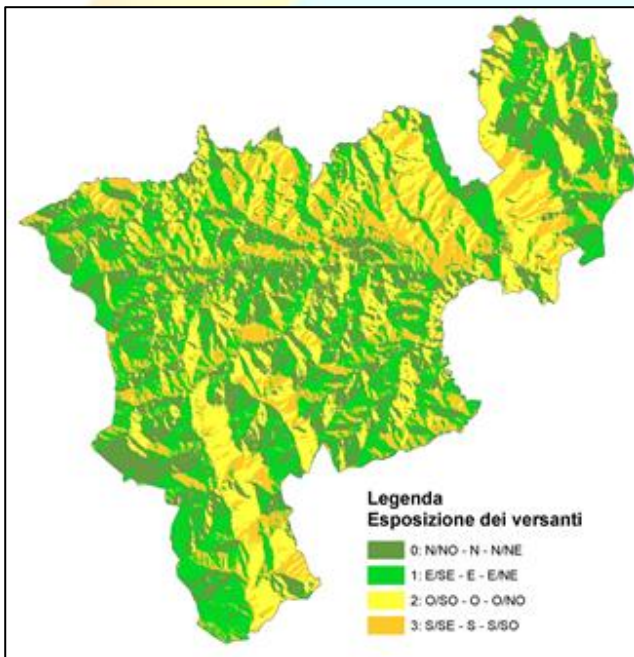
**B- Geomorfologia del territorio.** La topografia del luogo influenza i movimenti d'aria ed il micro-clima locale, intervenendo sulla frequenza d'innescio e sulla propagazione di un incendio boschivo. Pendenze marcate aumentano il ruscellamento superficiale, riducendo il livello di umidità latente del terreno ed esacerbando la

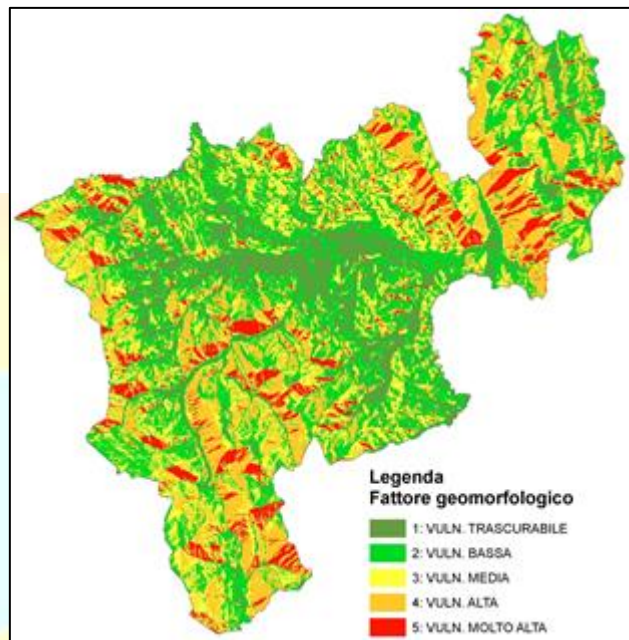
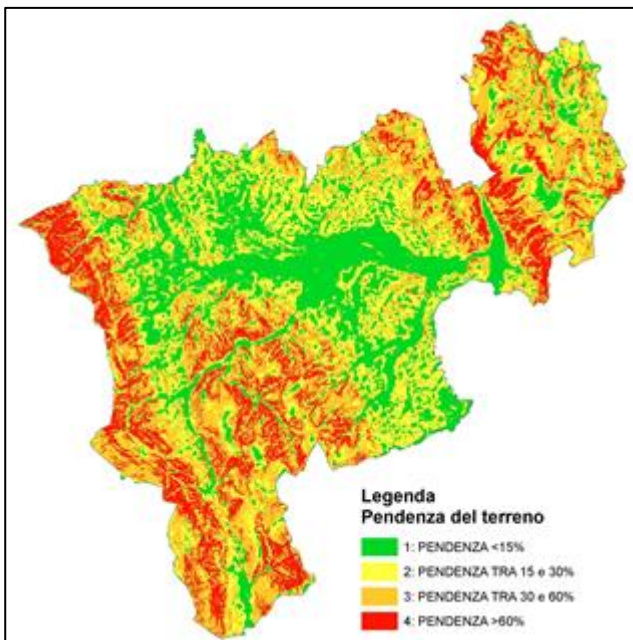


propagazione dell'incendio. L'esposizione di un versante influisce sulla quantità di radiazione solare incidente. Superfici esposte a sud raggiungono temperature superficiali molto maggiori rispetto ai versanti nord. La pendenza del terreno influenza la velocità di propagazione dell'incendio. Con pendenze maggiori aumenta la probabilità di bruschi "salti" dell'incendio e di accelerazione del fronte. I tre fattori geomorfologici (pendenza, esposizione, morfologia) vengono tra di loro combinati, secondo la seguente equazione: Fattore geomorfologico = 3 \* valore pendenza + (valore morfologia \* valore esposizione). In questo caso è possibile utilizzare il DTM con passo 20 metri messo a disposizione dalla Regione Marche.

Per quanto concerne la pendenza dei versanti, il valore massimo di vulnerabilità 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 ciò che concerne invece l'esposizione, il valore massimo di vulnerabilità è stato attribuito ai versanti esposti a sud, sud-est e sud-ovest, mentre il valore minimo è stato attribuito ai versanti esposti a nord.

Per quanto riguarda infine la morfologia del territorio il valore massimo di vulnerabilità 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%.



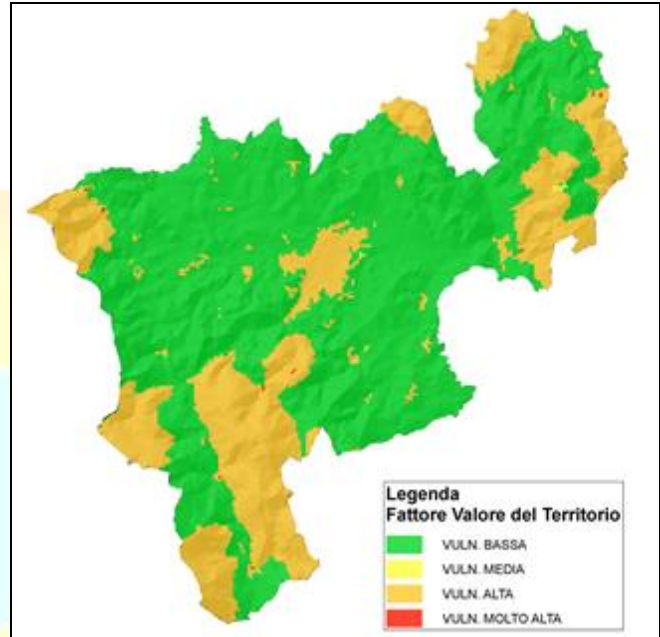
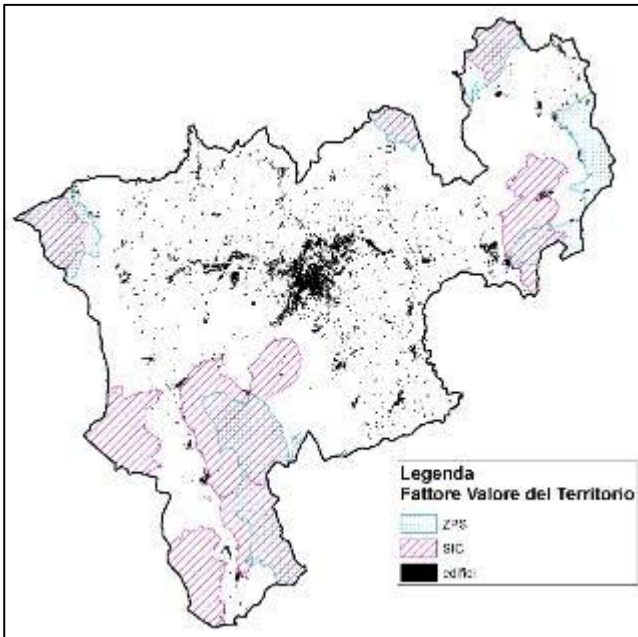


Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Trascurabile	41,3	15,2%
Bassa	89,4	32,9%
Media	65,8	24,2%
Alta	49,7	18,3%
Molto alta	25,8	9,5%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>272</b>	<b>100%</b>

Analizzando la vulnerabilità del territorio in funzione delle caratteristiche geomorfologiche, si evidenzia la presenza di aree con vulnerabilità “alta” o “molto alta” per circa un quarto della superficie comunale. Ciò è legato principalmente alla presenza di aree con pendenze significative nei versanti vallivi. Il valore medio ponderato di vulnerabilità in relazione al fattore “geomorfologico” è pari a 2,7, in una scala da 1 (trascurabile) a 5 (molto alta).

**C – 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. Per quanto concerne la densità della popolazione è possibile fare riferimento alla spazializzazione dei dati ISTAT per sezione censuaria. I dati ISTAT si riferiscono all’anno 2011. Per quanto concerne invece il valore delle aree forestali, viene presa in considerazione la presenza di aree ad elevato valore ecologico (aree SIC e/o ZPS) il cui danneggiamento sarebbe una grave perdita di valore ambientale. I valori vengono sommati al fine di calcolare il parametro globale. Per calcolare il fattore di vulnerabilità legato al valore del territorio, sono stati tra loro sommati i valori di vulnerabilità relativi rispettivamente al valore ecologico ed al valore “antropico”. Sono state successivamente individuate solo quattro classi, poiché in questo caso specifico non si può propriamente dire che esistano aree del territorio con vulnerabilità trascurabile.





Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Trascurabile	-	-
Bassa	191,5	70,4%
Media	0,2	0,07%
Alta	80,2	29,5%
Molto alta	0,2	0,03%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>272</b>	<b>100%</b>

Il fattore “valore del territorio” incide significativamente sul livello di vulnerabilità. Al di là della presenza di porzioni di territorio urbanizzate, si rileva un’elevata estensione di aree ad elevato valore ecologico ed ambientale, sia aree SIC che ZPS. Il valore medio ponderato di vulnerabilità in relazione al fattore “valore del territorio” è pari a 2,6, in una scala da 1 (trascurabile) a 5 (molto alta).

**Sintesi dei fattori di sensibilità.** Per calcolare un fattore globale di sensibilità del territorio comunale, sono stati calcolati dapprima i valori di vulnerabilità dei tre parametri considerati, utilizzando la media ponderata sull’estensione superficiale delle cinque classi di vulnerabilità. I parametri sono stati normalizzati su una scala 0-1. Successivamente sono stati utilizzati dei pesi per attribuire la corretta importanza ad ognuno dei tre parametri. Il fattore che incide maggiormente nel calcolo della sensibilità del territorio è l’uso del suolo. La presenza o meno di materiale combustibile gioca un ruolo cruciale nella capacità dell’incendio boschivo di attivarsi e successivamente propagarsi. Il fattore geomorfologico può aumentare ulteriormente la sensibilità del territorio ma non rappresenta una condizione sufficiente alla sua propagazione.





Parametri considerati	Valore sensitività [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Peso dei parametri
Fattore "uso del suolo"	4,0	0,75	0,5
Fattore "geomorfologico"	2,7	0,43	0,2
Fattore "valore del territorio"	2,6	0,40	0,3
Fattore globale di sensitività	3,3	0,58	1,0

Globalmente, per il territorio comunale di Fabriano si assume che il valore di sensitività sia pari a 3,3, in una scala da 1 a 5. Riportando l'indicatore in una scala 0-1 il valore di sensitività assume valore 0,58.

### 3.2.3. Indice di capacità adattiva

**A – Presenza di strumenti di lotta agli incendi boschivi.** Il Comune di Fabriano con Delibera di Giunta n.186 del 24/07/2008 ha approvato l'integrazione del Piano di emergenza comunale per la parte relativa al rischio incendi boschivi e d'interfaccia. 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.

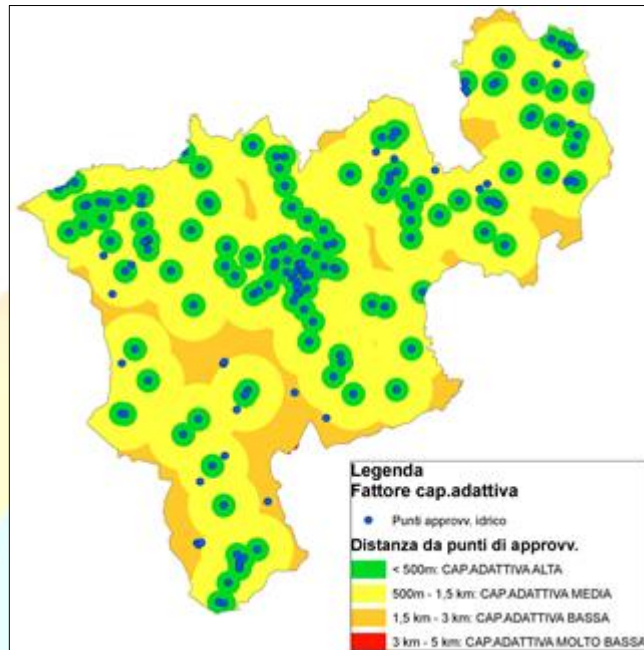
Il Comune ha provveduto alla costituzione del Centro Operativo Comunale (C.O.C) ed alla nomina dei responsabili delle funzioni di supporto. Il C.O.C. viene attivato direttamente dal Sindaco (o da un delegato) in caso di emergenza; il Sindaco (o un suo delegato) lo presiede. Il C.O.C. è costituito dai responsabili delle funzioni di supporto e dal responsabile di sala operativa.

Nel Piano 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'innescò, che di propagazione.

In questo caso specifico si è deciso di misurare la capacità adattiva del Comune in funzione della distribuzione sul territorio di fonti di approvvigionamento idrico utilizzabili in caso di incendio boschivo. 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).

La mappa individua sul territorio i punti di approvvigionamento idrico. Sono stati considerati come tali: 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. Le sorgenti sono state ugualmente mappate (punti di approvvigionamento idrico), ma su di esse non è stato effettuato il calcolo della prossimità, poiché si assume che le sorgenti possano non essere disponibili nei periodi estivi caratterizzati da maggiore siccità anche idrologica. Nessuna porzione del territorio comunale si trova ad una distanza superiore a 5km dal punto di approvvigionamento più vicino. Ciò determina l'assenza di aree con capacità adattiva nulla.





Per quanto concerne la capacità adattiva, si assume che maggiore essa sia, minore è il livello di vulnerabilità del sistema. Ciò comporta che ad un livello di capacità adattiva alta, si associ un valore di vulnerabilità basso. La classe capacità adattiva “molto alta” non viene utilizzata, poiché la presenza di fonti di approvvigionamento “locali” non garantisce sempre il sufficiente apporto d’acqua necessario allo spegnimento di incendi più vasti.

Livello capacità adattiva	Valore vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Trascurabile	5	0,01	0,1%
Bassa	4	32,4	11,9%
Media	3	167,6	61,6%
Alta	2	72,0	26,5%
Molto alta	1	-	-
<b>SUP.TOTALE</b>	-	272	100%

Globalmente, pesando i valori delle classi di vulnerabilità (da 1 a 5) per l’estensione delle aree coinvolte, si ottiene un valore medio ponderato di assenza di capacità adattiva pari a 2,9. Riportando l’indicatore in una scala 0-1 il valore di vulnerabilità per assenza di capacità adattiva assume valore 0,48.

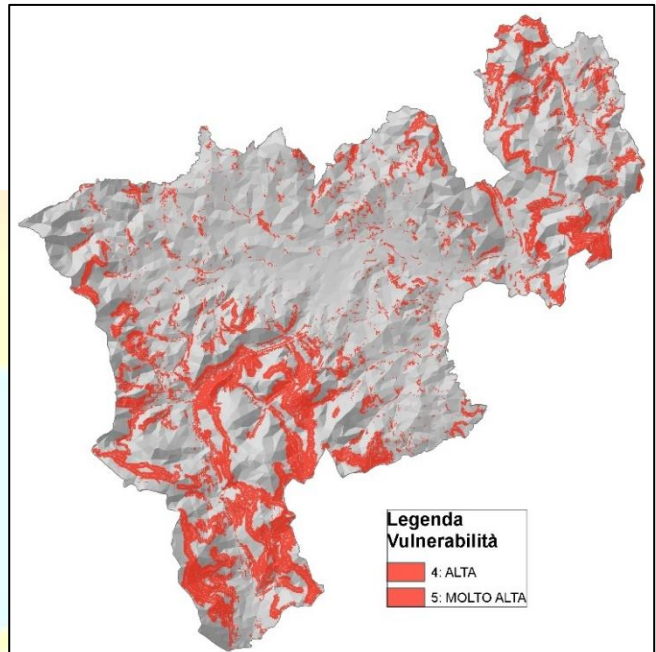
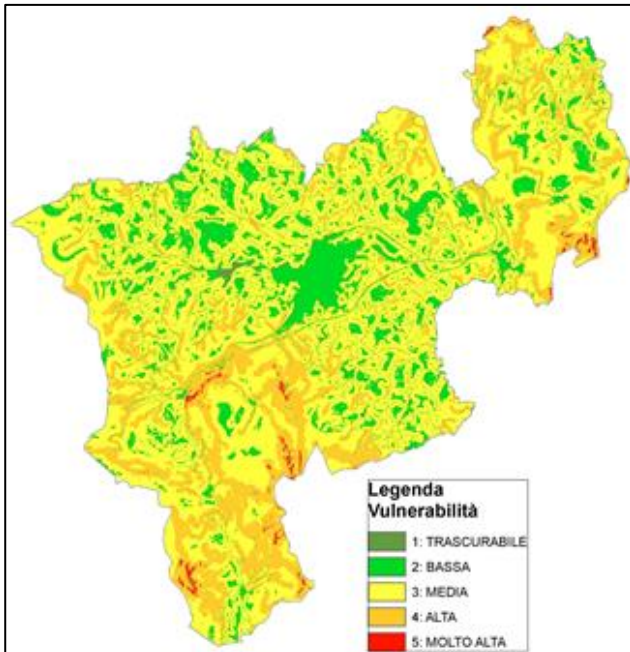
### 3.2.4. Valutazione della vulnerabilità

Sintetizzando i risultati emersi nell’analisi delle tre componenti della vulnerabilità, ovvero sensibilità, esposizione e capacità adattiva, emergono i seguenti risultati.

Componenti vulnerabilità	Valore [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]
Sensibilità	3,3	0,58
Esposizione	2,9	0,47
Capacità adattiva	2,9	0,48
<b>VULNERABILITA'</b>	3,0	0,51







Il Comune rileva una sensibilità abbastanza elevata, legata principalmente alla conformazione del territorio ed all'estesa presenza di aree boscate, di cui una parte rilevante con elevato valore ecologico ed ambientale (presenza di aree SIC e ZPS). L'esposizione è media e non determinata principalmente da fattori climatici, che sembrano incidere in misura limitata. Tuttavia gli indici climatici calcolati nella fase A1 evidenziano che il fattore climatico tenderà ad aumentare l'esposizione del territorio comunale al fenomeno degli incendi boschivi. L'esposizione è influenzata principalmente dalla componente antropica, che è la causa principale degli incendi boschivi in Regione; l'elevata dispersione insediativa del Comune di Fabriano ha determinato lo sviluppo di un network infrastrutturale molto ramificato, anche nelle aree più boscate, laddove sono localizzate le borgate. Ciò aumenta di conseguenza le possibili aree di innesco (doloso o colposo). Il Comune, nel 2008, in seguito ad eventi rilevanti di incendi boschivi, si è tuttavia dotato di un Piano di emergenza. Il Piano evidenzia come il territorio sia comunque ben dotato di fonti di approvvigionamento idrico, distribuite in modo piuttosto uniforme sul territorio. Ciò determina una buona capacità adattiva e quindi una vulnerabilità non così accentuata del sistema. Questo aspetto dovrà comunque essere adeguatamente monitorato nel tempo, poiché molti punti di approvvigionamento idrico potrebbero risentire della riduzione della disponibilità idrica, per effetto della siccità, e potrebbero quindi non essere disponibili per lo spegnimento degli incendi.

La mappa finale della vulnerabilità del territorio all'innesco e propagazione degli incendi boschivi mette in evidenza una situazione di criticità media e alta diffusa. Sembrano essere più contenute le aree a vulnerabilità molto alta. Nella mappa sulla destra vengono evidenziate solamente le aree del territorio comunale che presentano una vulnerabilità "Alta" e "Molto Alta".

### 3.2.5. Il rischio incendi boschivi

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

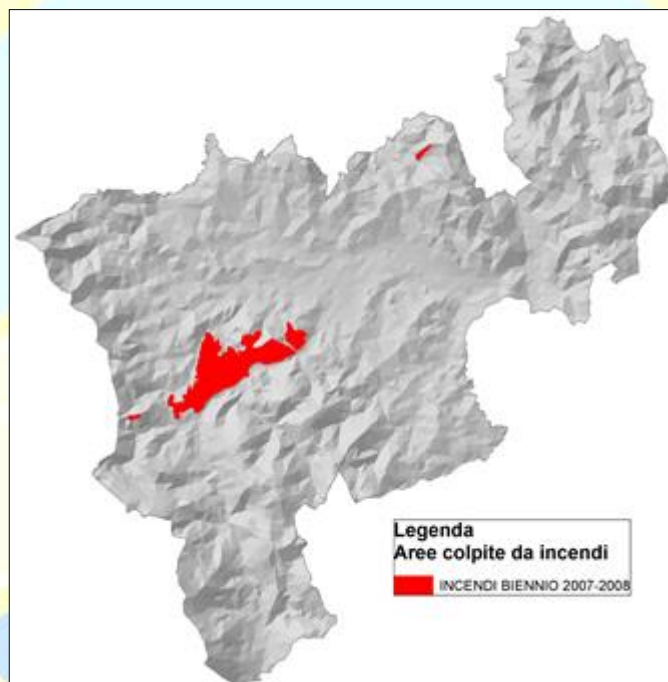




prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi". Nella DGR viene descritta la metodologia per la redazione della carta del rischio, attraverso la quale è stato possibile calcolare la percentuale del territorio regionale con rischio da trascurabile ad estremo. Nella tabella seguente si riporta un estratto per il Comune di Fabriano.

Rischio	Trascurabile	Basso	Medio	Alto	Estremo
% del territorio	0,4%	20,5%	24,7%	42,6%	11,9%

La tabella evidenzia la significatività del rischio incendi boschivi per il territorio di Fabriano. Oltre il 50% della superficie comunale ricade nelle categorie di rischio "Alto" ed "Estremo". Alla luce dell'elevato rischio cui è soggetto il territorio, il Comune, nel luglio del 2008, ha approvato, in Giunta Comunale, l'integrazione del Piano di emergenza comunale, per la parte relativa al rischio incendi boschivi e d'interfaccia. E' stato quindi realizzato all'uopo un catasto geo-riferito degli incendi boschivi avvenuti nel biennio subito precedente la redazione del Piano.



Gli incendi mappati si riferiscono in particolare al luglio del 2007. Da allora non si registrano eventi significativi (ciò emerge dalla mappatura degli incendi realizzata nell'ambito del progetto EFFIS, che mette a disposizione degli utenti gli areali delle aree impattate, a partire dal 2008)<sup>2</sup>. In precedenza non veniva effettuata una vera e propria mappatura cartografica degli eventi occorsi, ma solo una descrizione quali-quantitativa delle aree impattate e degli effetti dell'incendio. Tale documentazione non è in possesso dell'Amministrazione Comunale. Le aree mappate nella figura coprono un'areale complessivo di circa 6,1 km<sup>2</sup> (ovvero il 2,2% dell'intero territorio comunale). Le aree impattate sono principalmente boscate ed hanno interessato le località di Cancelli Varano, del Monte Civita - Vetralla, di Vallemontagnana, del valico Fossato - monte Civitella. Le cause principali di questi incendi avvenuti nel luglio del 2007 sono principalmente da imputare alla creazione di scintille incandescenti legate allo sfregamento del treno sulle rotaie; ciò conferma la natura tipicamente antropica degli inneschi. Tuttavia, gli eventi sono accaduti

<sup>2</sup> <http://effis.jrc.ec.europa.eu/>





proprio in un periodo climatico di forte siccità. La combinazione di questi due fattori, come già evidenziato nella relazione ha determinato il fenomeno dell'ennesco.

Alla luce di quanto sopra descritto, in virtù della limitata capacità predittiva degli incendi boschivi (proprio per effetto della natura fortemente antropica degli inneschi) e per effetto di una banca dati geografica ancora molto limitata in termini temporali, non è possibile quantificare correttamente un valore globale di rischio. Si è deciso pertanto di utilizzare d'un lato i risultati della mappatura dettagliata delle aree a maggiore vulnerabilità e dall'altro (pericolosità) si è fatto riferimento ai risultati dell'analisi condotta da Regione Marche in occasione della redazione del "Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi".

Vulnerabilità (V)	5	M	H	MA	MA	MA
	4	M	H	MA	MA	MA
	3	M	H	H	H	H
	2	B	M	M	M	M
	1	Trascurabile	B	B	B	B
		1	2	3	4	5
		Hazard level				





### 3.3. Carenza idrica in agricoltura

Tra i principali problemi legati al cambiamento climatico, nel settore agricolo, c'è sicuramente la riduzione della disponibilità idrica. Questo fenomeno sembra essere confermato dall'analisi climatologica delle serie storiche delle precipitazioni nei Comuni marchigiani, poiché sembrano aumentare i periodi di siccità prolungata (soprattutto nel periodo estivo) e parallelamente le precipitazioni sono concentrate in poche ore (aggravando ulteriormente la situazione, con il danneggiamento delle colture e l'asportazione di suolo fertile).

Per calcolare la vulnerabilità sono necessari dati di dettaglio sulle colture presenti a livello locale, sulle pratiche di irrigazione utilizzate e sulle principali caratteristiche dei centri aziendali agricoli. Questi dati possono essere ottenuti dai rilievi del *Censimento dell'Agricoltura* del 2010, che presenta uno spaccato molto dettagliato degli usi e delle pratiche agricole su base comunale. Interessante è anche il *progetto SIGRIA*, il Sistema Informativo Gestione Risorse Idriche in Agricoltura, progetto finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MIPAAF) nell'ambito dei Programmi Interregionali, che prevede che ogni Regione realizzi il proprio Sistema Informativo e che l'INEA ne curi il coordinamento e ne detti le linee guida.

28

#### 3.3.1. Indice di esposizione

**A – Gli indicatori di siccità SPI e SPEI.** La siccità meteorologica può essere valutata attraverso indici meteorologici (pluviometrici o termo-pluviometrici) che indicano sinteticamente attraverso delle scale standardizzate lo scostamento da condizioni considerate come la norma. Tra gli indici per il monitoraggio della siccità i più utilizzati nell'analisi del settore agricolo sono lo Standardized Precipitation Index (SPI)<sup>3</sup> e lo Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)<sup>4</sup>.

L'indice SPI (*Standardized Precipitation Index*), sviluppato da McKee et al. (1993) è uno degli indicatori maggiormente utilizzato a livello internazionale per il monitoraggio della siccità (meteorologica, idrologica e agricola). L'SPI esprime la rarità di un evento siccitoso (inteso come deficit di precipitazione) ad una determinata scala temporale, di solito dell'ordine dei mesi, sulla base dei dati storici.

L'indice SPI può essere calcolato per diverse scale temporali (3, 6, 12, 24 e 48 mesi) ed ognuna di esse riflette l'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), mentre la disponibilità di acqua in falda e nei fiumi tende a rispondere su scale temporali medio-lunghe (6-12 mesi, siccità idrologica) e quella negli invasi maggiori su tempi ancor più lunghi (24 e 48 mesi, siccità idrologica o socio-economica).

L'indice necessita, per il suo calcolo, dei dati di precipitazione cumulata nei mesi precedenti. Esso è calcolato considerando la deviazione della precipitazione rispetto al suo valore medio su una data scala temporale, divisa per la sua deviazione standard. Dato che la precipitazione non è normalmente distribuita, almeno su scale temporali minori dell'anno, viene eseguito un aggiustamento della variabile in modo che lo SPI abbia distribuzione gaussiana con media nulla e varianza unitaria. Avere un indice con media e varianza fissata, consente di rendere confrontabili i valori dell'indice calcolati per diverse regioni. Inoltre, esso consente di considerare periodi umidi e siccitosi nello stesso modo.

Il calcolo mensile dell'indice SPI è stato effettuato sulla serie storica della stazione di Fabriano; il periodo di riferimento climatologico è 1957-2008 normalizzato al CLINO 1971-2000.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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.





L'indice SPEI (*Standardized Precipitation Index*), sviluppato da Vicente-Serrano et al. (2010), nasce come estensione del più diffuso indice SPI: oltre alle precipitazioni, si considera anche l'evapotraspirazione potenziale di riferimento (ET0) come secondo elemento del bilancio idro-climatico. L'indice SPEI contempla anche l'effetto della componente evapo-traspirativa nel monitoraggio degli eventi siccitosi.

Analogamente all'SPI, il calcolo si può effettuare su più scale temporali, solitamente 1 o più mesi, considerando le cumulate di precipitazioni ed ET0. Il procedimento di calcolo è del tutto simile all'SPI, tranne per la scelta della distribuzione probabilistica che descrive i valori cumulati di bilancio idro-climatico (log-logistica), che è differente rispetto a quella usata nell'SPI per le cumulate di precipitazioni (gamma). L'utilizzo della distribuzione log-logistica, come descritto e suggerito dagli autori, è relativo anche al fatto che il bilancio idro-climatico può essere valori anche negativi. 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 giornaliera.

Nella definizione della Climate Baseline svolta a livello locale (Azione di progetto A1), tramite il pacchetto "Climpact2" del software R (WMO, 2014), sono stati calcolati sia l'indice SPI che l'indice SPEI per 3, 6, 12 e 24 mesi. Nella tabella che segue sono indicate le categorie di siccità in funzione dei valori dell'indice<sup>5</sup>:

Valore SPI e SPEI	Classe	Classe di esposizione
>2.00	Estremamente umido	1
1.5 / 1.99	Severamente umido	2
1.0 / 1.49	Moderatamente umido	
-0.99 / 0.99	Vicino al normale	3
-1.49 / -1.00	Moderatamente siccitoso	4
-1.50 / -1.99	Severamente siccitoso	
<-2.00	Estremamente siccitoso	5

Nelle tabelle seguenti sono, invece, riportati i risultati delle analisi condotte sulla serie storica 1957-2008 dei dati di precipitazioni e temperature degli indici SPI e SPEI calcolati a 3, 6, 12 e 24 mesi per il Comune di Fabriano.

Indice	Periodo (mesi)	Valore medio 1957-1990	Valore medio 1990-2008	Valore medio 1957-2008
SPI	3	0,22	-0,13	0,09
	6	0,32	-0,20	0,13
	12	0,45	-0,31	0,17
	24	0,65	-0,43	0,24
SPEI	3	0,26	-0,17	0,10
	6	0,36	-0,29	0,12
	12	0,47	-0,38	0,15
	24	0,66	-0,55	0,20

<sup>5</sup> World Meteorological Organization, 2012: *Standardized Precipitation Index User Guide* (WMO-No. 1090, World Meteorological Organization, ), Geneva, Switzerland.



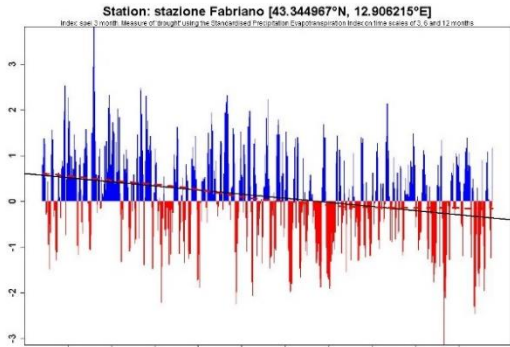
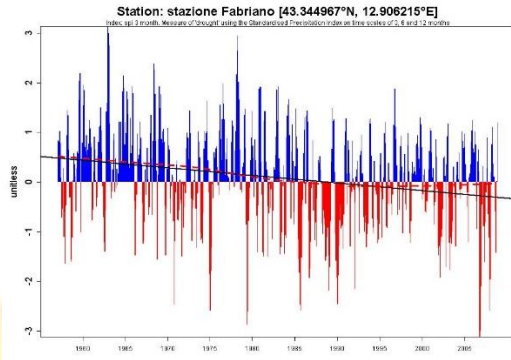


**Periodo**

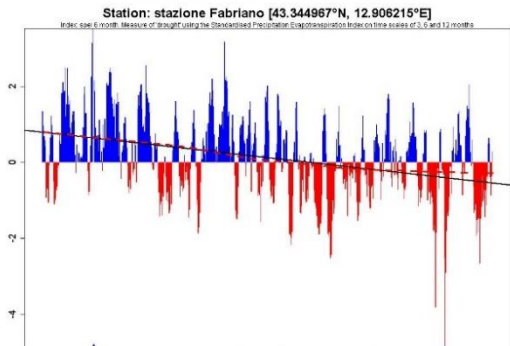
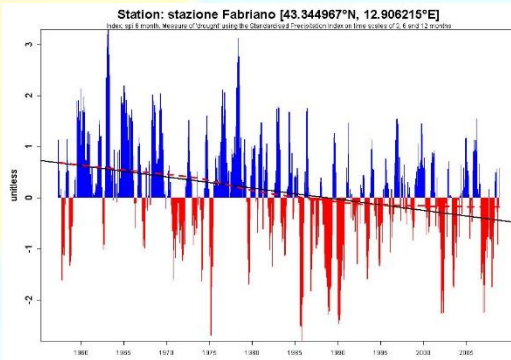
**SPI**

**SPEI**

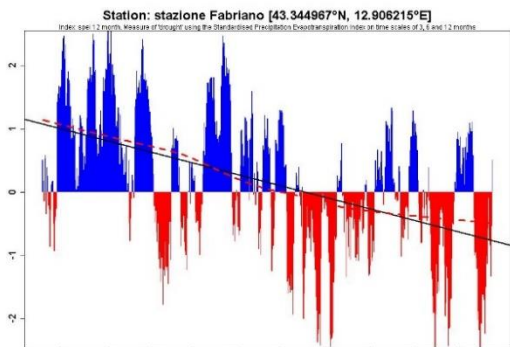
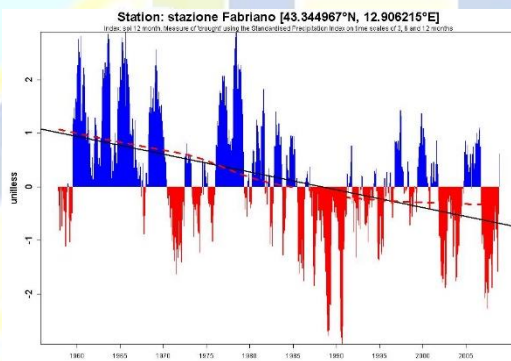
**3 mesi**



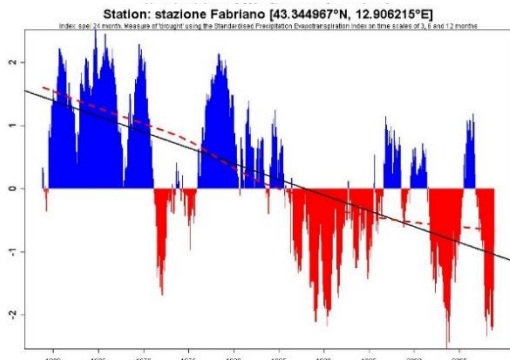
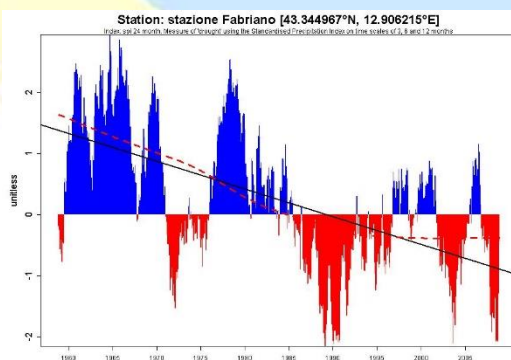
**6 mesi**



**12 mesi**



**24 mesi**





I trend degli indici estremi calcolati e sopra riportati, mostrano un buon livello di significatività (p-value prossimo a 0). Dagli “slope” relativi alle singole variabili analizzate a 3, 6, 12 e 24 mesi non si osservano tendenze ben definite ed accentuate. Per il territorio di Fabriano gli indici SPI e SPEI per tutti i periodi calcolati sembrerebbero avere una tendenza lievemente accennata (da -0,001 a -0,004) verso il campo dei valori negativi caratterizzante un clima siccitoso. Tale tendenza risulta più evidente nella seconda metà della serie storica esaminata (vedi valori medi periodo 1990-2008) rispetto alla prima metà (vedi valori medio periodo 1957-1990), tuttavia, pur considerando la media dell'intero periodo analizzato, il valore di tutti gli indici di siccità calcolati risulta compreso fra -0,99 e 0,99. Gli indici SPI e SPEI per il Comune di Fabriano nei periodi 3, 6, 12 e 24 mesi sono, quindi, compresi nella classe “Vicino al normale”, che, come da tabella sopra riportata, può essere assimilata ad un grado di esposizione medio pari a 3,0, in un intervallo da 1 a 5.

### 3.3.2. Indice di sensitività

**A – Superficie Agricola Utilizzata.** La superficie agricola utilizzata è la superficie che viene utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, escluse quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea). Dal computo della SAU sono escluse le superfici delle colture intercalari e quelle delle colture in atto (non ancora realizzate). La SAU comprende invece la superficie delle piantagioni agricole in fase di impianto. L'estensione di queste superfici può costituire un buon indicatore di sensitività, poiché maggiore è la SAU, maggiore è il peso del settore agricolo nell'economia locale e maggiori sono le aree del territorio che necessitano di processi di adattamento.

Località	SAU (estensione in ettari)	% SAU sul superficie territoriale
Fabriano	8.011	29%
Media regionale	470.510	50%

Il territorio comunale di Fabriano presenta un'estensione notevole (circa 27.000 ettari). Quasi un terzo del territorio è costituito da Superficie Agricola Utilizzata. Questa percentuale non è molto elevata se confrontata con la media o la mediana regionale. Questo perché altri Comuni di dimensioni tendenzialmente minori hanno un'incidenza di aree agricole decisamente maggiore. Da questo punto di vista il Comune presenta una vulnerabilità “relativa” bassa (la vulnerabilità è bassa quando il rapporto SAU/ST (Superficie Totale) è compreso tra il 20 ed il 40%). Se si analizza comunque l'estensione delle aree agricole utilizzate in termini assoluti (circa 8.000 ettari), il Comune rientra tra quelli che hanno l'estensione maggiore. In questi termini il Comune presenta un livello di esposizione molto alto. In questa analisi si è deciso di utilizzare il peso relativo della SAU sulla Superficie Totale; il Comune ottiene quindi un punteggio di 2 in una scala da 1 a 5.

**B – Consumo idrico medio.** Il consumo idrico medio viene calcolato come rapporto tra la domanda idrica delle colture agrarie presenti (censite nel Censimento) e la loro superficie utilizzata. La presenza di colture agrarie ad elevata intensità idrica aumenta la vulnerabilità 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. I dati di consumo idrico per ettaro non rappresentano la quantità d'acqua erogata alle colture indicate nella prima colonna, bensì la domanda idrica media che ciascuna coltura farebbe registrare se fosse irrigata. Si parla pertanto di un consumo idrico teorico, che mira a mettere in evidenza l'intensità idrica teorica delle colture praticate in un certo territorio.





Località	Consumo idrico medio [m <sup>3</sup> /ettaro]
Fabriano	3.023
Media regionale	2.810

Nel Comune di Fabriano questo fattore è particolarmente critico. Il parametro presenta infatti un livello di consumo idrico per ettaro utilizzato superiore al 75° percentile dei Comuni regionali. In termini assoluti, il Comune fa registrare un valore superiore a 3.000 metri cubi per ettaro (ma inferiore a 3.500 m<sup>3</sup>/ettaro); pertanto, la vulnerabilità in una scala da 1 a 5 è alta (valore 4). Per calcolare questo indicatore sono stati utilizzati i dati del Censimento Agricoltura, il quale fornisce la Superficie agricola utilizzata totale (SAU), la ripartizione per categorie di coltura (seminativi, vite, altre coltivazioni legnose agrarie, orti familiari, prati permanenti e pascoli) e la quantità d'acqua richiesta per coltura.

32

Colture praticate	Superficie utilizzata [ettari]	Consumo idrico medio [m <sup>3</sup> /ettaro]
Mais	15	3.621
Altri cereali	2.553	2.517
Legumi secchi	347	2.570
Patata	7	403
Colza e ravizzone	11	1.000
Girasole	66	3.280
Ortive	9	1.753
Altri seminativi	209	2.890
Foraggere avvicendate	1.999	3.693
Vite	52	1.253
Olivo	28	2.344
Fruttiferi	40	3.261
Prati permanenti e pascoli	2.057	3.514
Arboricoltura da legno	29	5.557
Terreni a riposo	272	-
<b>Totale</b>	<b>7.696</b>	<b>3.023</b>

**C – Fonte di approvvigionamento idrico.** La tipologia di fonte di approvvigionamento è molto importante nella valutazione della vulnerabilità dei centri aziendali. La dipendenza delle colture agricole dalle acque superficiali può essere molto problematica nel periodo estivo nella Regione Marche, poiché in assenza dello scioglimento dei ghiacciai (non presenti) o dei nevai (ugualmente non presenti) e in presenza di lunghi periodi siccitosi, le acque superficiali sono la prima fonte a venir meno (vulnerabilità pari a 5 in una scala da 1 a 5). Anche le acque sotterranee sono ugualmente vulnerabili, poiché l'effetto di prosciugamento e abbassamento delle falde è determinato da cause simili. In questo caso tuttavia, l'effetto è ritardato e diluito nel tempo e quindi la vulnerabilità







è inferiore (vulnerabilità pari a 3 in una scala da 1 a 5). La presenza di enti irrigui garantisce invece una vulnerabilità ancora più bassa poiché vi è un controllo ed una gestione più oculata della risorsa, anche attraverso la creazione di bacini artificiali per lo stoccaggio dell'acqua (vulnerabilità pari a 1 in una scala da 1 a 5).

Località	Acque sotterranee	Acque superficiali	Enti irrigui	Altro
<b>Fabriano</b>	97%	3%	0%	0%
<b>Media regionale</b>	39%	35%	18%	8%

Nel caso del Comune di Fabriano, i dati forniti dai centri aziendali nel censimento dell'agricoltura del 2010 evidenziano la quasi totale dipendenza dai prelievi da falda tramite pozzi. La vulnerabilità pertanto su una scala da 1 a 5 corrisponde a 3,1 (vulnerabilità media).

**D – Numero di occupati in agricoltura.** Il numero di occupati in agricoltura contribuisce al calcolo della vulnerabilità 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 del settore industriale). La vulnerabilità si misura pertanto, in questo caso, 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. Il numero di occupati viene desunto dal Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 2011 – <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx>.

Località	Numero totale di occupati	Numero di occupati nel settore agricolo	% occupati nel settore agricolo
<b>Fabriano</b>	12.633	273	2,2%
<b>Totale regionale</b>	649.593	28.025	4,3%

In termini relativi il Comune di Fabriano ha una percentuale di occupati nel settore agricolo più bassa del 25° percentile dei comuni marchigiani. La maggior parte degli occupati si registra pertanto nel settore industriale (tuttavia in forte calo) e nel settore terziario e terziario avanzato. In termini assoluti il Comune di Fabriano ha invece un numero di occupati significativamente alto rispetto agli altri Comuni marchigiani (ben oltre il 75° percentile). Il calcolo della vulnerabilità in questo caso viene realizzato sul dato relativo (percentuale degli occupati nel settore agricolo sul totale di occupati nel Comune); Fabriano fa registrare pertanto un valore di vulnerabilità pari a 1, in una scala da 1 a 5 (vulnerabilità molto bassa).

**E – Colture di pregio.** Un altro importante fattore di sensitività è la presenza di colture agricole di pregio tra quelle gestite dai centri aziendali localizzati nel territorio comunale. La presenza di colture di pregio aumenta la vulnerabilità, 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 fornisce dati su base comunale per le aziende aventi queste certificazioni.





Località	Superficie colture di pregio	% sulla SAU
<b>Fabriano</b>	2.347	30,5%
<b>Totale regionale</b>	86.983	18,4%

Per questo fattore il Comune di Fabriano evidenzia una vulnerabilità medio-bassa poiché in termini percentuali l'estensione di aree agricole con certificazione DOC e IGP è compresa tra il 20% ed il 40%. Ciò è evidentemente un punto di forza del territorio che a maggior ragione deve essere preservato attraverso l'identificazione di opportune misure di adattamento. In una scala da 1 a 5, il Comune ottiene il punteggio 2 (vulnerabilità bassa).

**F – Aree irrigabili.** L'estensione delle superfici irrigabili, dichiarate dalle aziende agricole nel Censimento, 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.

Località	SAU irrigabile (estensione in ettari)	% SAU sul superficie territoriale
<b>Fabriano</b>	28	0,4%
<b>Totale regionale</b>	41.708	8,8%

Il dato di aree irrigabili raccolto dal Censimento dell'Agricoltura per il territorio di Fabriano è molto basso. Appena lo 0,5% delle aree agricole utilizzate è apparentemente irrigabile (secondo la dichiarazione delle aziende agricole ivi stabilite). Prendendo evidentemente il dato con le relative cautele, è possibile tuttavia stabilire che il Comune di Fabriano presenta un dato di esposizione relativo all'estensione delle aree irrigabili molto basso sia in termini relativi (in relazione ai valori di percentile) sia in termini assoluti. Per questo fattore il Comune ottiene quindi un punteggio pari a 1, in una scala da 1 a 5 (vulnerabilità molto bassa).

**Sintesi dei fattori di sensibilità.** Per calcolare un fattore globale di sensibilità del territorio comunale, sono stati calcolati dapprima i valori di vulnerabilità dei sei parametri considerati. I parametri sono stati normalizzati su una scala 0-1. Successivamente sono stati utilizzati dei pesi per attribuire la corretta importanza ad ognuno dei sei parametri. Il fattore che incide maggiormente nel calcolo della sensibilità del territorio è il consumo idrico medio delle colture ivi praticate. E' evidentemente significativa anche la modalità con cui i centri aziendali si approvvigionano dell'acqua per l'irrigazione dei propri terreni. Gli altri parametri considerati sono stati considerati equivalenti in termini di peso specifico dell'indicatore.





Parametri considerati	Valore sensitività [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Peso dei parametri
Fattore "SAU"	2,0	0,25	0,1
Fattore "consumo idrico medio"	4,0	0,75	0,4
Fattore "approvvigionamento"	3,1	0,53	0,2
Fattore "occupati"	1,0	0,00	0,1
Fattore "colture di pregio"	2,0	0,25	0,1
Fattore "aree irrigabili"	1,0	0,00	0,1
Fattore globale di sensitività	2,8	0,46	1,0

Globalmente, per il territorio comunale di Fabriano si assume che il valore di sensitività sia pari a 2,8, in una scala da 1 a 5. Riportando l'indicatore in una scala 0-1 il valore di sensitività assume valore 0,46.

### 3.3.3. Indice di capacità adattiva

Il *Censimento* fornisce anche un dettaglio comunale sulla struttura dei centri aziendali. Questo aspetto, nonostante possa risultare secondario nel calcolo della vulnerabilità del territorio, non dovrebbe essere trascurato, poiché può incidere sulla resilienza del settore agricolo. Questo aspetto è stato toccato 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.

**A – Età del titolare del centro aziendale.** L'età media dei titolari dei centri aziendali, seppur non così rilevante nel definire la capacità adattiva del settore agricolo, può aiutare a descrivere la propensione delle aziende del territorio ad introdurre tecniche e metodi innovativi e quindi a modificare i paradigmi applicati dall'agricoltura tradizionale.

Località	Età > 59 anni
Fabriano	59%
Totale regionale	60%

Nel Comune di Fabriano si rileva un'elevata percentuale di "giovani" titolari di centri aziendali. Il dato è ampiamente superiore alla media regionale. Tuttavia, se si valuta parallelamente il numero di titolari con più di 59 anni, il dato è piuttosto allineato al valor medio regionale. La vulnerabilità del sistema viene calcolata proprio in funzione di questa percentuale. Il sistema aziendale fabrianese presenta un livello di vulnerabilità medio, in quanto la percentuale di over 59 è compresa tra il 40% ed il 60% del totale dei titolari d'impresa agricola (valore 3 in una scala da 1 a 5).

**B – Livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale.** Questo parametro deve essere letto insieme al precedente. Si tratta di due parametri di valutazione qualitativa della capacità adattiva. In questo caso viene indagato il livello di scolarizzazione del titolare del centro aziendale, che si distingue in due categorie: livello di scolarizzazione basso (nessun titolo, licenza elementare, licenza scuole medie); livello di scolarizzazione alto (licenza scuole superiori, laurea).





Località	Livello scolarizz. Basso	Livello scolarizz. Alto
<b>Fabriano</b>	71%	29%
<b>Totale regionale</b>	75%	25%

Anche in questo caso il livello di vulnerabilità del Comune di Fabriano è medio-alto, dato che solo il 30% circa dei titolari di centri aziendali possiede un titolo di studio superiore (il dato è comunque superiore alla media regionale). Il valore di vulnerabilità che viene attribuito al Comune di Fabriano è quindi pari a 4 in una scala da 1 a 5 (vulnerabilità alta).

**C – Livello di informatizzazione delle aziende agricole.** Questo fattore di vulnerabilità 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. Il censimento dell'agricoltura fornisce il valore percentuale delle aziende informatizzate al 2010. Questo parametro è influenzato dalla velocità del processo d'informatizzazione, che potrebbe aver già reso questo dato poco rappresentativo.

Località	Aziende informatizz.	Aziende non informatizz.
<b>Fabriano</b>	15%	85%
<b>Totale regionale</b>	15%	85%

Il Comune di Fabriano presenta un grado di informatizzazione dei propri centri aziendali, assolutamente in linea con la media regionale. Tuttavia, solo il 15% delle aziende risulta informatizzato; pertanto il valore di vulnerabilità attribuito al Comune è pari a 5 (vulnerabilità molto alta).

**D – Diritto reale sul terreno.** Questo fattore di vulnerabilità permette di valutare la propensione dell'azienda agricola a realizzare investimenti per adeguare da un punto di vista tecnologico le proprie infrastrutture (e nello specifico gli impianti di irrigazione utilizzati). La proprietà del terreno induce il titolare ad avere 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.

Località	Aziende in proprietà/uso misto con proprietà	Aziende in affitto/uso misto senza proprietà
<b>Fabriano</b>	78%	22%
<b>Totale regionale</b>	79%	21%

Buona parte dei centri aziendali localizzati nel Comune di Fabriano sono gestiti da proprietari. Quasi quattro quinti rientrano in questa casistica, assolutamente in linea con quanto si rileva nel territorio regionale. La vulnerabilità assume un valore 2 (vulnerabilità bassa), poiché la percentuale di aziende di proprietà è compresa tra il 60% e l'80% delle aziende site nel Comune.



**E – Tipologia di irrigazione.** La tipologia d'irrigazione utilizzata a livello locale permette di valutare in modo qualitativo la capacità adattiva del territorio. La presenza di sistemi di micro-irrigazione indica già una buona risposta alla riduzione della disponibilità idrica; viceversa, la presenza di un'irrigazione a pioggia comporta una maggiore vulnerabilità del sistema. In questo caso bisogna tener presente che non per tutte le tipologie colturali possono essere utilizzati tutti i sistemi di irrigazione. Il censimento ISTAT fornisce alcune informazioni utili al calcolo di un fattore di capacità adattiva legato alla tipologia di irrigazione praticata.

Località	Scorrimento /infiltrazione	Sommer sione	A pioggia	Micro-irrigazione	Altro
<b>Fabriano</b>	44%	0%	30%	26%	0%
<b>Totale regionale</b>	12%	0%	75%	9%	3%

37

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 nel calcolo della vulnerabilità sono i seguenti:

Scorrimento /infiltrazione	Sommer sione	A pioggia	Micro-irrigazione
4	5	3	1

In funzione dell'estensione dei terreni irrigati con una specifica tipologia/tecnica e del peso associato alla tipologia, si calcola l'indicatore di vulnerabilità attraverso il calcolo della media ponderata. Per il Comune di Fabriano il valore globale è pari a 2,9 (vulnerabilità media), indicante una situazione intermedia, determinata dalla presenza quasi equivalente di aree irrigate a scorrimento superficiale, a pioggia e con micro-irrigazione. Quest'ultimo dato (% micro-irrigazione è comunque molto alto rispetto agli altri comuni marchigiani).

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

Località	Superficie Aziende con consulente irriguo
<b>Fabriano</b>	0%
<b>Totale regionale</b>	0,6%

La presenza di aziende con consulente irriguo era, al 2010, ancora molto limitata. La situazione di rischio siccità, che di anno in anno si esacerba, sta aumentando probabilmente il ricorso a questo tipo di figure professionali. Si assume tuttavia che la vulnerabilità sia massima per questo specifico fattore. Il Comune assume pertanto un valore pari a 5 (vulnerabilità molto alta).





**Sintesi dei fattori di capacità adattiva.** Per calcolare un fattore globale di vulnerabilità associata alla mancanza di capacità adattiva per il territorio comunale, sono stati calcolati dapprima i valori di vulnerabilità dei sei parametri considerati. I parametri sono stati normalizzati su una scala 0-1. Successivamente sono stati utilizzati dei pesi per attribuire la corretta importanza ad ognuno dei sei parametri. Il fattore che incide maggiormente nel calcolo della capacità adattiva del territorio è sicuramente la tipologia di irrigazione utilizzata nei centri aziendali. Incide in modo significativo anche la tipologia di diritto reale esercitato sul centro aziendale; la proprietà del centro aziendale riduce sicuramente la vulnerabilità del sistema.

Parametri considerati	Valore cap. adattiva [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]	Peso dei parametri
Fattore "età dei titolari"	3,0	0,50	0,1
Fattore "livello istruzione"	4,0	0,75	0,1
Fattore "informatizzazione"	5,0	1,00	0,05
Fattore "proprietà"	2,0	0,25	0,2
Fattore "tipo irrigazione"	2,9	0,48	0,5
Fattore "consulenza irrigua"	5,0	1,00	0,05
<b>Fattore globale di capacità adattiva</b>	<b>3,1</b>	<b>0,51</b>	<b>1,0</b>

Globalmente, per il territorio comunale di Fabriano si assume che il valore di sensitività sia pari a 3,1, in una scala da 1 a 5. Riportando l'indicatore in una scala 0-1 il valore di sensitività assume valore 0,51.

### 3.3.4. Analisi della Vulnerabilità

Sintetizzando i risultati emersi nell'analisi delle tre componenti della vulnerabilità, ovvero sensitività, esposizione e capacità adattiva, emergono i seguenti risultati.

Componenti vulnerabilità	Valore [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]
Sensitività	2,8	0,46
Esposizione	3,0	0,50
Capacità adattiva	3,1	0,51
<b>VULNERABILITA'</b>	<b>3,0</b>	<b>0,50</b>

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità media in relazione al tema della siccità in agricoltura. Tutte e tre le componenti della vulnerabilità hanno valori attorno a 3, in una scala da 1 a 5. Il principale elemento di vulnerabilità è legato alla mancanza di capacità adattiva, principalmente per effetto di un utilizzo ancora poco pervasivo di micro-irrigazione e per la presenza di centri aziendali ancora improntati ad un modello imprenditoriale di vecchia concezione (basso ricorso a forme di consulenza irrigua e limitato accesso a strumenti informatici/digitali per la gestione dell'agricoltura). Da un punto di vista climatico, e quindi in termini di esposizione al rischio siccità, il Comune fa registrare un valore di vulnerabilità media; l'analisi è stata effettuata utilizzando i parametri di SPI e SPEI a 3 mesi. Infine, la sensitività del sistema agricolo fabrianese appare non così accentuata,





per effetto di una riduzione del peso del settore nelle dinamiche produttive e del lavoro caratterizzanti il tessuto economico locale e per un elevato ricorso a fonti di approvvigionamento idrico da acque sotterranee (meno suscettibili a variazioni di disponibilità rispetto alle acque superficiali). Tuttavia, le colture praticate nel territorio sono particolarmente vulnerabili sul fronte del consumo idrico teorico; su questo fronte, potrebbe rendersi necessario l'avvio di un processo di graduale ottimizzazione delle pratiche d'irrigazione ed eventualmente delle essenze coltivate (anche in termini di rotazioni pluriennali).

### 3.3.5. Il rischio siccità in agricoltura

In questo caso per determinare il valore economico del settore agricolo, da utilizzare nella quantificazione del valore di pericolosità, è stato preso in considerazione lo Standard Output (SO), inserito nelle modifiche alla PAC del 2010 come valore di riferimento nella determinazione delle dimensioni tecnico-economiche aziendali in base alle diverse tipologie colturali o allevamenti praticati.

Prendendo in considerazione i valori di Standard Output espressi in €/ettaro per ogni coltura praticata nella Regione Marche per l'anno 2010 (dati forniti dal CRA-INEA) è stato possibile determinare, sulla base delle tipologie colturali praticate e censite nel 2010 dall'ISTAT, il valore di SO assoluto per ogni Comune della Regione Marche e quello rapportato alla SAU (espresso in €/ha). Di seguito sono riassunti i risultati ottenuti per il Comune di Fabriano ed il dato regionale, mentre nella tabella successiva sono elencati i valori per ogni tipologia colturale praticata nel Comune di Fabriano.

Località	SAU (ha)	STANDARD OUTPUT TOTALE (€)	SO/SAU (€/ha)
<b>Fabriano</b>	7.205 <sup>6</sup>	€ 6.008.100	€ 834
<b>Totale regionale</b>	441.580	€ 747.239.301	€ 1.692

Colture praticate	Superficie utilizzata [ettari]	Valore economico [€]
<b>Cereali</b>	2.568,1	2.762.107
<b>Legumi</b>	347,1	423.884
<b>Patata</b>	7,1	59.191
<b>Piante industriali</b>	96,7	322.988
<b>Ortive</b>	9,3	112.667
<b>Foraggiere avvicendate</b>	1999,4	701.725
<b>Vite</b>	51,9	465.647
<b>Olivo</b>	28,3	70.762
<b>Fruttiferi</b>	40,4	337.332
<b>Prati permanenti e pascoli</b>	2.056,7	751.797
<b>Totale</b>	7.205	€ 6.008.100

In relazione al valore massimo di SO ottenuto per i Comuni della Regione Marche, pari a circa 20 mln di euro, sono state individuate 5 diverse classi di Valore Economico, di seguito elencate.

<sup>6</sup> Il dato non considera alcune tipologie colturali ricomprese nella SAU nel Censimento Agricoltura.





Classe valore economico (E)		Intervallo
1	Valore molto basso	< 4 MI €
2	Valore basso	4-8 MI €
3	Valore medio	8-12 MI €
4	Valore alto	12-16 MI €
5	Valore molto alto	>16 MI €

Pertanto, in base al dato di SO ottenuto per in Comune di Fabriano è possibile attribuirvi un valore economico (E) basso pari a 2,0.

La Pericolosità di un evento in genere viene stimata, anche, in base alla sua probabilità di avvenimento (P) che può dipendere da caratteristiche prettamente fisiche dell'evento stesso, dall'uso di dati storici o da previsioni future di accadimento. In questo caso, per la definizione della pericolosità della carenza idrica è stata svolta un'analisi sui dati giornalieri di temperatura e precipitazione dal 1961 al 2008 discretizzando gli eventi con giorni consecutivi di pioggia  $P < 1$  mm e temperatura  $T > 30^{\circ}\text{C}$ . Sono stati considerati solo gli eventi con durata almeno pari a 5 giorni consecutivi. Ne risulta che dal 1961 al 2008 si sono verificati nel Comune di Fabriano circa 124 eventi siccitosi con una durata prevalente compresa fra 5 e 7 giorni e una temperatura massima media compresa principalmente fra 32 e 34°C.

DURATA (giorni)	N. EVENTI	%
5-7	45	36,3
8-14	41	33,1
15-21	22	17,7
22-28	10	8,1
>28	6	4,8
TOT >5	124	100,0

TEMP. MEDIA MASSIMA SINGOLO EVENTO ( $^{\circ}\text{C}$ )	N. EVENTI	%
30-32	14	11,3
32-34	75	60,5
34-36	32	25,8
36-38	3	2,4
>38	0	0,0

Nella figura successiva sono stati indicati, in serie storica, dal 1961 al 2008, il numero di giorni siccitosi occorsi annualmente (per giorno siccitoso si intende il giorno con temperatura massima maggiore di 30°C e precipitazioni giornaliere inferiori al millimetro). Dalla figura si evince come il fenomeno climatico della siccità abbia una tendenza all'aumento, pari a circa un giorno in più ogni 3 anni.





Predisponendo delle classi di pericolosità sulla base di intervalli di frequenza (così come riportati nella tabella seguente) e considerando che in media dal 1961 al 2008 nel Comune di Fabriano sono stati registrati 31 giorni sicctosi all'anno, è possibile definire un grado di probabilità di accadimento (P) media (3,0).

Probabilità (P)	Frequenza (gg)
1	≤14
2	15-28
3	29-42
4	43-56
5	≥57

A seguito di quanto sopra esposto riguardo alla carenza idrica in agricoltura per il territorio di Fabriano e in considerazione della probabilità di accadimento (P=3,0) e dal valore economico dei beni esposti (E=2,0), ne risulta un grado di pericolosità (H) medio-basso pari a 2,5. Tale valore, se raffrontato con il grado di Vulnerabilità (V), precedentemente descritto, che risulta pari a 3,0, applicando la matrice sotto riportata si ottiene, per il presente settore, un rischio finale alto.

Vulnerabilità (V)	5	M	H	MA	MA	MA
	4	M	H	MA	MA	MA
	3	M	H	H	H	H
	2	B	M	M	M	M
	1	Trascurabile	B	B	B	B
		1	2	3	4	5
Hazard level						





### 3.4. Erosione dei suoli agricoli

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 e 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. Pertanto l’erosione idrica dei suoli è la principale minaccia di degrado di questi 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 dell’erosività delle piogge con 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. E’ 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 impatti<sup>7</sup>.

Pertanto, data la connotazione fortemente agricola del territorio comunale di Fabriano, si ritiene necessario approfondire l’analisi degli effetti del cambiamento climatico nei confronti di tale settore.

A tal scopo, per la definizione della vulnerabilità del settore agricolo al rischio di erosione dei suoli ci si è basati sull’applicazione del metodo RUSLE 2015 (Revised Universal Soil Loss Equation)<sup>8</sup>. In particolare sono stati utilizzati i dati raster a scala europea disponibili nel dataset dall’European Soil Data Center (ESDAC) del Joint Research Center<sup>9</sup>. L’estensione areale di questi dati ci permette, inoltre, di effettuare raffronti sia tra i comuni partner marchigiani che con i comuni partner croati.

L’erosione dei suoli dipende da diversi fattori, quali: (A) la capacità erosiva della pioggia (energia cinetica d’impatto), (B) dalle caratteristiche dei suoli (capacità di accettazione delle piogge, limiti di run-off), morfometria (zone di scorrimento, zone di deposizione, acclività), copertura dello strato pedologico (tipo di vegetazione presente) e (C) sistemi di gestione agricola e di regimazione delle acque (pratiche agricole di controllo del fenomeno e sistemazioni idraulico agrarie). Questi fattori sono inclusi nell’equazione universale di perdita del suolo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), che fornisce una valutazione quantitativa, espressa in tonnellate/ettaro per anno, della vulnerabilità di un territorio all’erosione. L’equazione è così definita:

$$E = R * K * LS * C * P$$

dove:

**E** = tonnellate/ettaro · anno di suolo asportato dall’erosione idrica

**R** = erosività delle precipitazioni

**K** = erodibilità del suolo

**LS** = lunghezza e pendenza del versante

**C** = fattore di copertura del suolo

**P** = pratiche di controllo dell’erosione

Sulla base di quanto sopra esposto possiamo considerare il fattore R come indice di esposizione, i fattori K, LS e C come indici di sensibilità ed il fattore P come indice di capacità adattiva. Di seguito verranno descritti ed illustrati i valori disponibili dal dataset della JRC di ognuno di questi indici dalla quale è stato ottenuto il valore finale di

<sup>7</sup> (JRC, EUR 22953 IT – 2007 – Implementazione a livello regionale della proposta di direttiva quadro sui suoli in Europa).

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> 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.





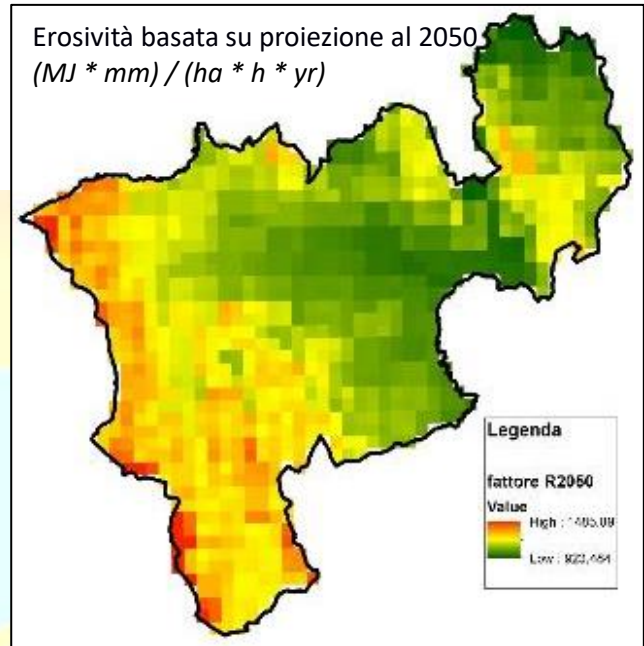
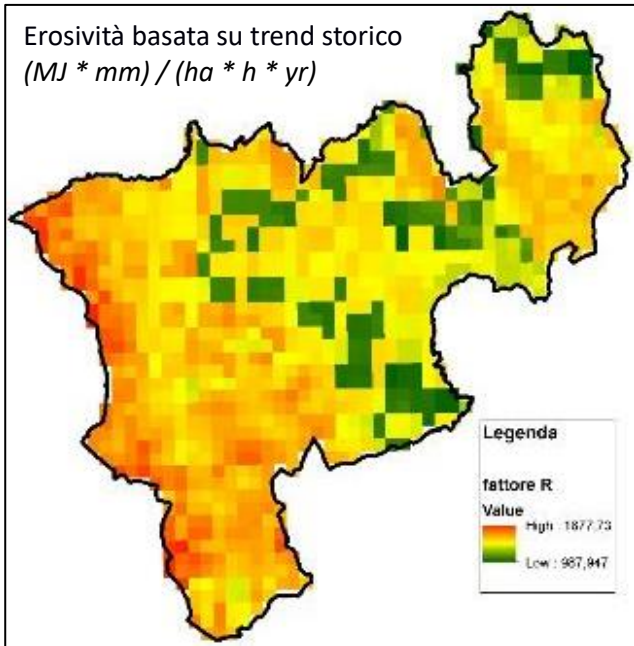
erosione del suolo espresso in ton/ha/anno e dalla quale sono state derivate le 5 classi di vulnerabilità previste dalla metodologia. Non è stata eseguita una normalizzazione dei valori dei suddetti indici per non alterare il risultato finale previsto già dalla metodologia RUSLE.

### 3.4.1. Indice di esposizione

**A - Fattore di 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'ESDAC 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 e è stato interpolato attraverso una procedura di regressione gaussiana per generare la mappe dell'erosività. I dati sono espressi in  $(MJ * mm) / (ha * h * yr)$ .

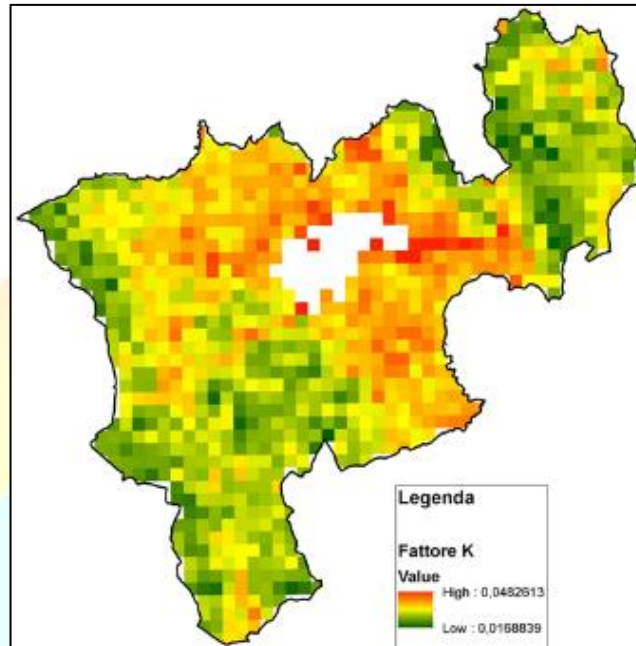
Dal trend storico di dati risulta che il territorio comunale di Fabriano presenta un valore medio di erosività delle piogge pari a  $1.475 (MJ * mm) / (ha * h * yr)$  rispetto ad un valore medio europeo (Svizzera inclusa) pari a  $722 (MJ * mm) / (ha * h * yr)$  e una media regionale pari a  $1.280 (MJ * mm) / (ha * h * yr)$ . Quasi per tutti i mesi dell'anno (con l'unica eccezione per il mese di settembre), il Comune di Fabriano registra un fattore R decisamente di alto della media regionale. 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 Fabriano, a seguito di una riduzione tendenziale delle piogge per l'intera area del Mediterraneo, si riduca a  $1.043 (MJ * mm) / (ha * h * yr)$  rispetto ad un valore medio europeo pari a  $857 (MJ * mm) / (ha * h * yr)$  e una media regionale pari a  $996 (MJ * mm) / (ha * h * yr)$ .

Mesi	Fattore R – media Comune Fabriano (MJ * mm) / (ha * h * yr)	Fattore R – media regionale (MJ * mm) / (ha * h * yr)	Differenza percentuale (Fabriano/Regione)
Gennaio	27,15	21,76	+24,7%
Febbraio	42,97	29,25	+46,9%
Marzo	40,44	31,00	+30,4%
Aprile	63,60	52,61	+20,9%
Maggio	122,26	96,04	+27,3%
Giugno	194,88	141,73	+37,5%
Luglio	151,55	145,05	+4,4%
Agosto	275,98	221,77	+24,4%
Settembre	206,24	264,80	-22,1%
Ottobre	137,87	119,13	+15,7%
Novembre	134,07	85,62	+56,6%
Dicembre	77,75	72,11	+7,8%
<b>TOTALE</b>	<b>1.475</b>	<b>1.280</b>	<b>+15,2%</b>



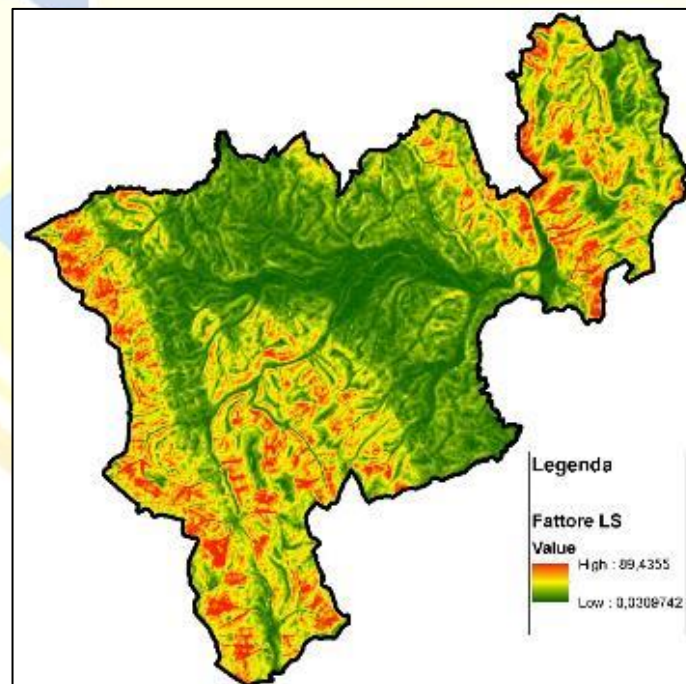
### 3.4.2. Indice di sensitività

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



I dati sono espressi in  
(ton suolo \* ha \* h) /  
(ha \* MJ \* mm).

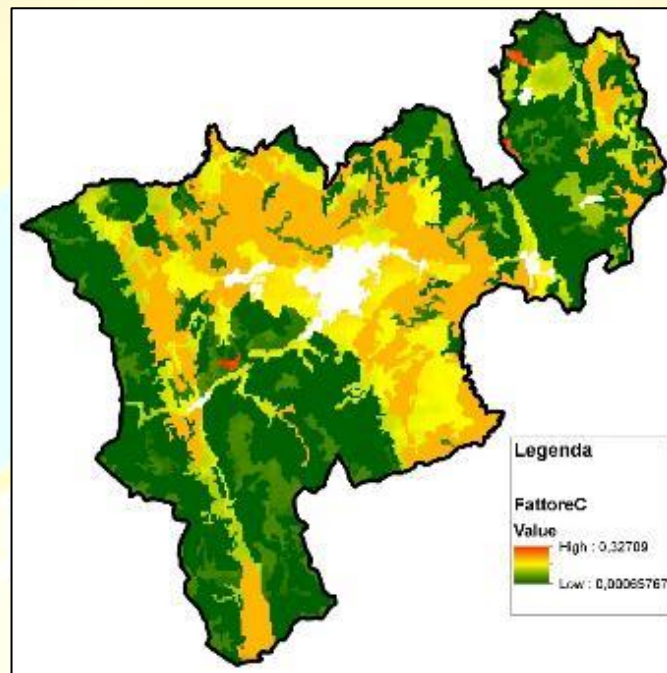
**B - Fattore lunghezza e pendenza del versante (Fattore LS).** Il fattore di lunghezza e pendenza dei versanti è calcolato tramite il rapporto tra la perdita di suolo in condizioni di riferimento e la situazione reale rilevata sul territorio attraverso un Modello Digitale del Terreno. Pendenze e lunghezze minori dei versanti determinano una riduzione del valore finale del fattore LS. Per il calcolo del fattore è stato utilizzato un Modello Digitale con risoluzione di 25 metri. Il fattore è stato calcolato a partire dall'equazione proposta da Desmet e Govers (1996).





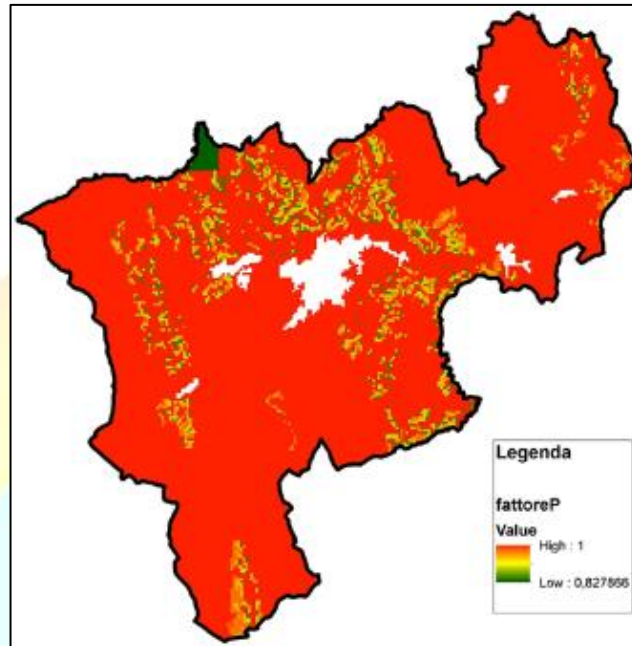
**C - Fattore di copertura del suolo (Fattore C).** Il fattore di copertura del suolo viene utilizzato per determinare la capacità dei suoli e delle colture ivi praticate nel prevenire l'erosione (e delle relative pratiche agricole). Si tratta di un rapporto tra la perdita di suolo attesa con una specifica coltura ed una coltura di riferimento. Nelle aree con seminativi, il fattore è stato stimato 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 è stato stimato attraverso una pesatura statistica dei valori derivanti da letteratura per le altre tipologie di copertura (rilevate a partire dai dati satellitari). L'applicazione di pratiche di gestione attente alla riduzione dei fenomeni erosivi riducono il valore del fattore C.

46



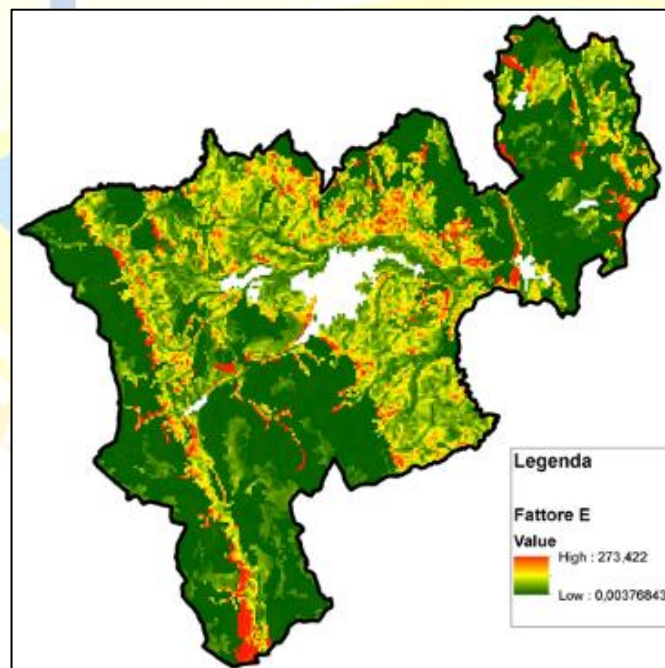
### 3.4.3. Indice di capacità adattiva

**A - Fattore delle pratiche di controllo dell'erosione (fattore P).** Il fattore P evidenzia gli effetti dell'attuazione di pratiche di controllo dell'erosione, realizzati al fine di ridurre l'intensità del ruscellamento superficiale. Esso è calcolato 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 pratiche. Il tematismo è stato realizzato su una griglia con risoluzione di 1 chilometro.



#### 3.4.4. Analisi della Vulnerabilità: il fattore globale di erosività dei suoli (fattore E).

Il tasso di erosività è un indicatore di sintesi che può essere utilizzato per valutare la vulnerabilità del territorio fabianese (ed in particolare delle aree agricole) al rischio di erosione dei suoli. Il dato presenta una risoluzione di 100 metri. Il dato rappresentato graficamente esprime la quantità di suolo in tonnellate che viene asportata annualmente per ettaro di superficie per effetto dell'erosione delle precipitazioni.





Per una definizione delle soglie di vulnerabilità da adottare per il fattore E, occorre fare riferimento al tasso di accettabilità del rischio d'erosione idrica del suolo, che normalmente deve tenere in considerazione gli aspetti ambientali, antropici, economici e sociali propri dell'area analizzata. Il Soil Conservation Service (USDA) americano fissa il limite di 11,2 ton/ha/anno entro cui l'erosione è ritenuta tollerabile per suoli profondi e a substrato rinnovabile. Tuttavia da uno studio condotto dalla Regione Marche prendendo in considerazione i paesaggi e le aree gestionali omogenee nelle diverse regioni pedologiche i limiti di accettabilità di erosione sono stati fissati come riportato nella tabella seguente:

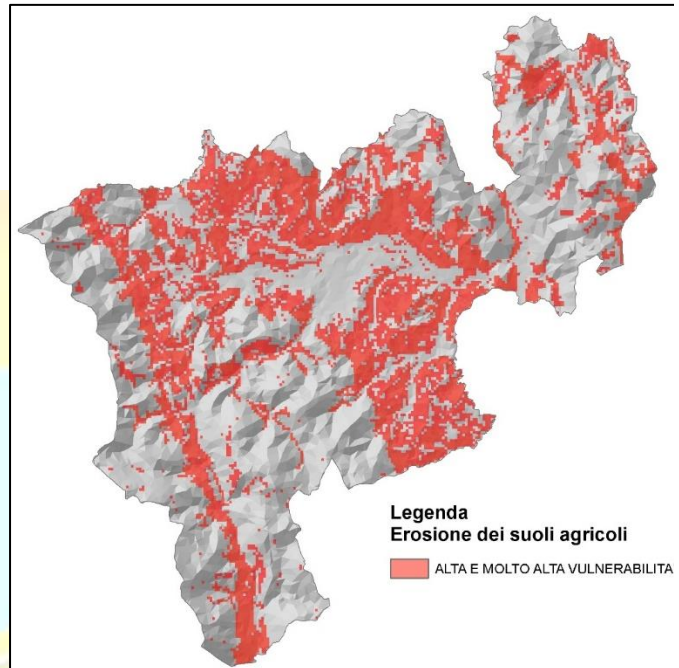
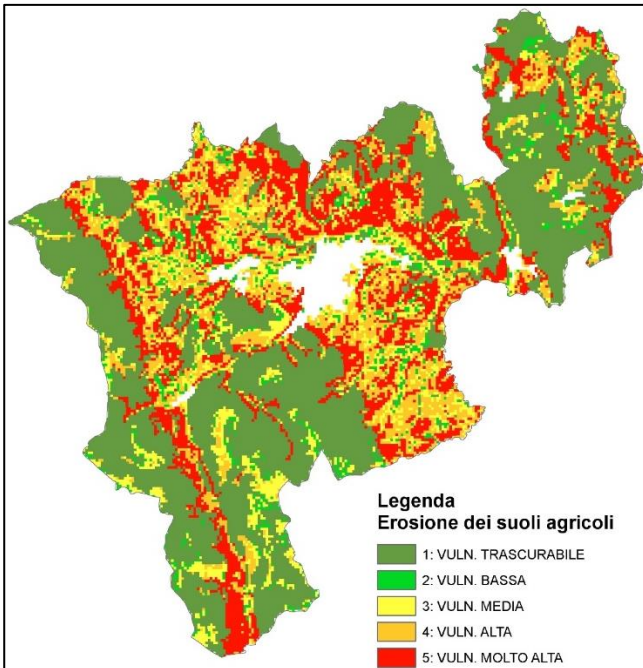
Regione pedologica	Accettabilità del rischio erosivo
1: Crinale Fumaiolo Alpe della Luna	Sino a 20 ton/Ha/anno
2: Montefeltro e Urbinate	Sino a 10 ton/Ha/anno
3: Dorsali montuose e bacini interni	Sino a 20 ton/Ha/anno
4: Alte colline interne tra Esino e Tronto	Sino a 20 ton/Ha/anno
5: Aree collinari esterne	Sino a 10 ton/Ha/anno

Risulta chiaro, quindi, che per la determinazione delle classi di vulnerabilità di tale settore, data la forte dipendenza dalle caratteristiche morfologiche, litologiche ecc., non sia possibile applicare il processo di normalizzazione tra il valore massimo ed il minimo previsto nella metodologia di analisi del rischio e della vulnerabilità.

Pertanto, sulla base delle considerazioni sopra esposte i valori soglia nella definizione delle classi di vulnerabilità per l'indice di esposizione di erosione dei suoli sono stati definiti come da tabella seguente:

Valore indice di Vulnerabilità	Fattore E (ton/ettaro/anno)
1	0-3
2	3-5
3	5-10
4	10-20
5	>20

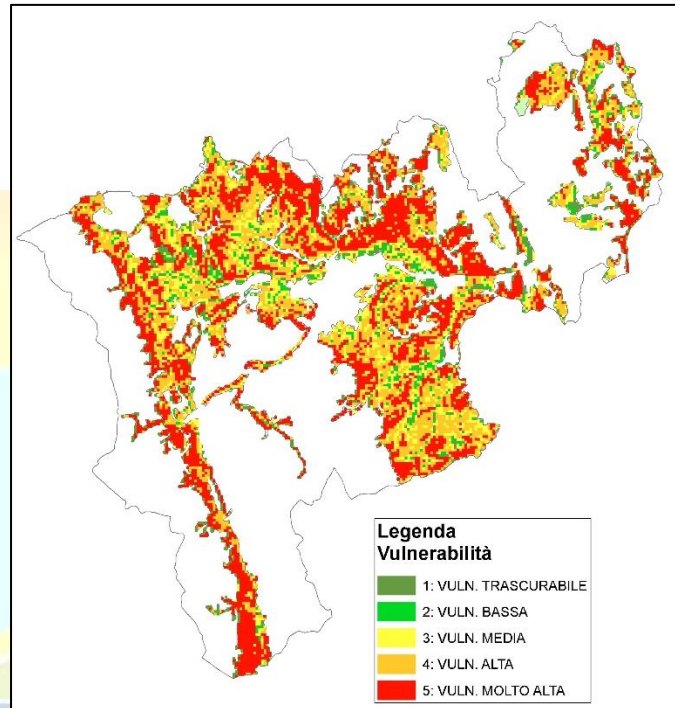
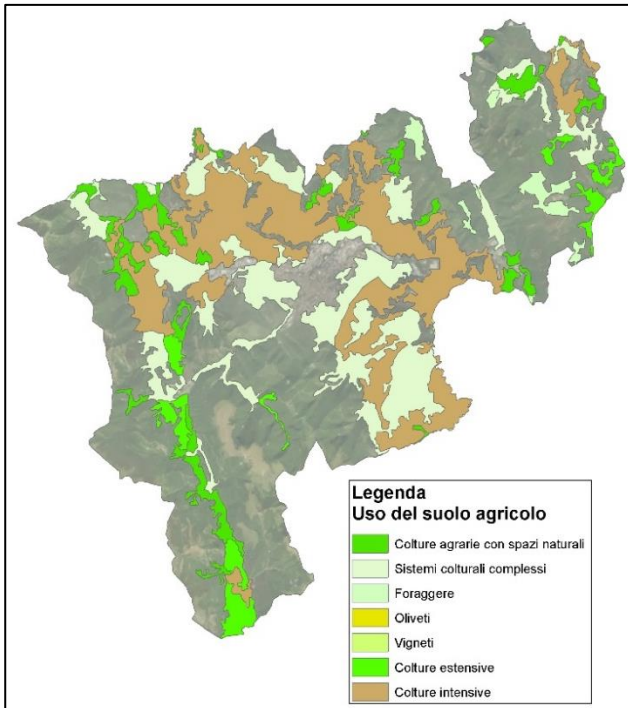




Livello VULNERABILITA	Area per classe di vulnerabilità - Comune Fabriano	Area per classe di vulnerabilità - Regione Marche
1	120,3 km <sup>2</sup> (45,9%)	13,4%
2	12,5 km <sup>2</sup> (4,8%)	5,9%
3	31,9 km <sup>2</sup> (12,2%)	19,1%
4	44,9 km <sup>2</sup> (17,1%)	31,8%
5	52,7 km <sup>2</sup> (20,0%)	29,7%

L'analisi sull'erosività dei suoli viene di seguito "limitata" spazialmente alle aree del territorio comunale caratterizzate da un uso del suolo agricolo. Ciò affinché il valore di erosività, calcolato come media ponderata sull'estensione superficiale delle varie classi di vulnerabilità, sia effettivamente correlato al settore analizzato, ovvero il settore agricolo.





Livello VULNERABILITA'	Area per classe di vulnerabilità - Aree agricole
1	8,3 km <sup>2</sup> (7,0%)
2	5,7 km <sup>2</sup> (4,8%)
3	18,1 km <sup>2</sup> (15,3%)
4	38,3 km <sup>2</sup> (32,5%)
5	47,5 km <sup>2</sup> (40,4%)

Calcolando la media ponderata dei valori di vulnerabilità, calcolata esclusivamente sulle parti del territorio comunale contraddistinte da un uso del suolo agricolo secondo la classificazione del Corine Land Cover del 2012, si ottiene un valore globale di vulnerabilità pari a 3,9 in una scala da 1 a 5 (vulnerabilità alta).

### 3.4.5. Il rischio di erosione dei suoli agricoli

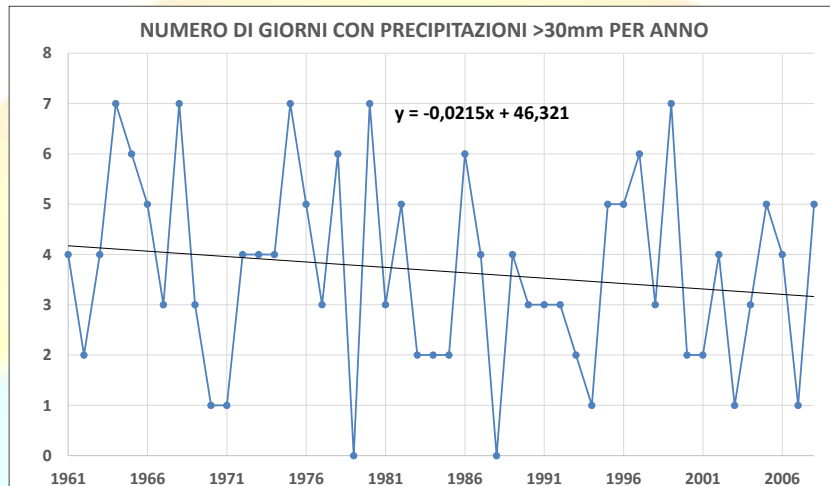
Analogamente a quanto già descritto nel paragrafo relativo al rischio di siccità prolungata nel settore agricolo, si prendono in considerazione i dati relativi al valore economico delle colture praticate sul territorio comunale ed alla frequenza dei fenomeni climatici connessi al rischio in oggetto, nel caso specifico, l'incremento della capacità erosiva delle precipitazioni.

Prendendo in considerazione i valori di Standard Output indicati nel paragrafo precedente, che indicano per il Comune di Fabriano un valore medio di 834€/ettaro ed un valore totale comunale di 6.008.100€, si assume che il valore economico (E) sia basso e pari a 2 in una scala da 1 a 5.





Dall'altro lato, per quantificare correttamente il livello di rischio, è necessario calcolare la probabilità di avvenimento (P) del fenomeno climatico oggetto di studio: nello specifico l'intensità delle precipitazioni e di conseguenza l'erosività delle piogge. In questo caso, per la definizione della pericolosità di erosività delle piogge è stata svolta un'analisi sui dati giornalieri di precipitazione dal 1961 al 2008 discretizzando gli eventi con precipitazioni  $P > 30$  mm. In generale, risulta che dal 1961 al 2008 si sono verificati nel Comune di Fabriano circa 167 eventi con precipitazione  $P > 30$  mm, distribuiti secondo quanto raffigurato nel grafico seguente.



Predisponendo delle classi di pericolosità sulla base dei periodi di frequenza riportati nella tabella seguente e considerato che in media dal 1961 al 2008 nel Comune di Fabriano sono stati registrati 4 giorni con  $P > 30$  mm all'anno è possibile definire un grado di probabilità di accadimento (P) bassa (2,0). È da notare tuttavia come il trend della retta interpolante indichi un tendenziale attenuamento del fenomeno.

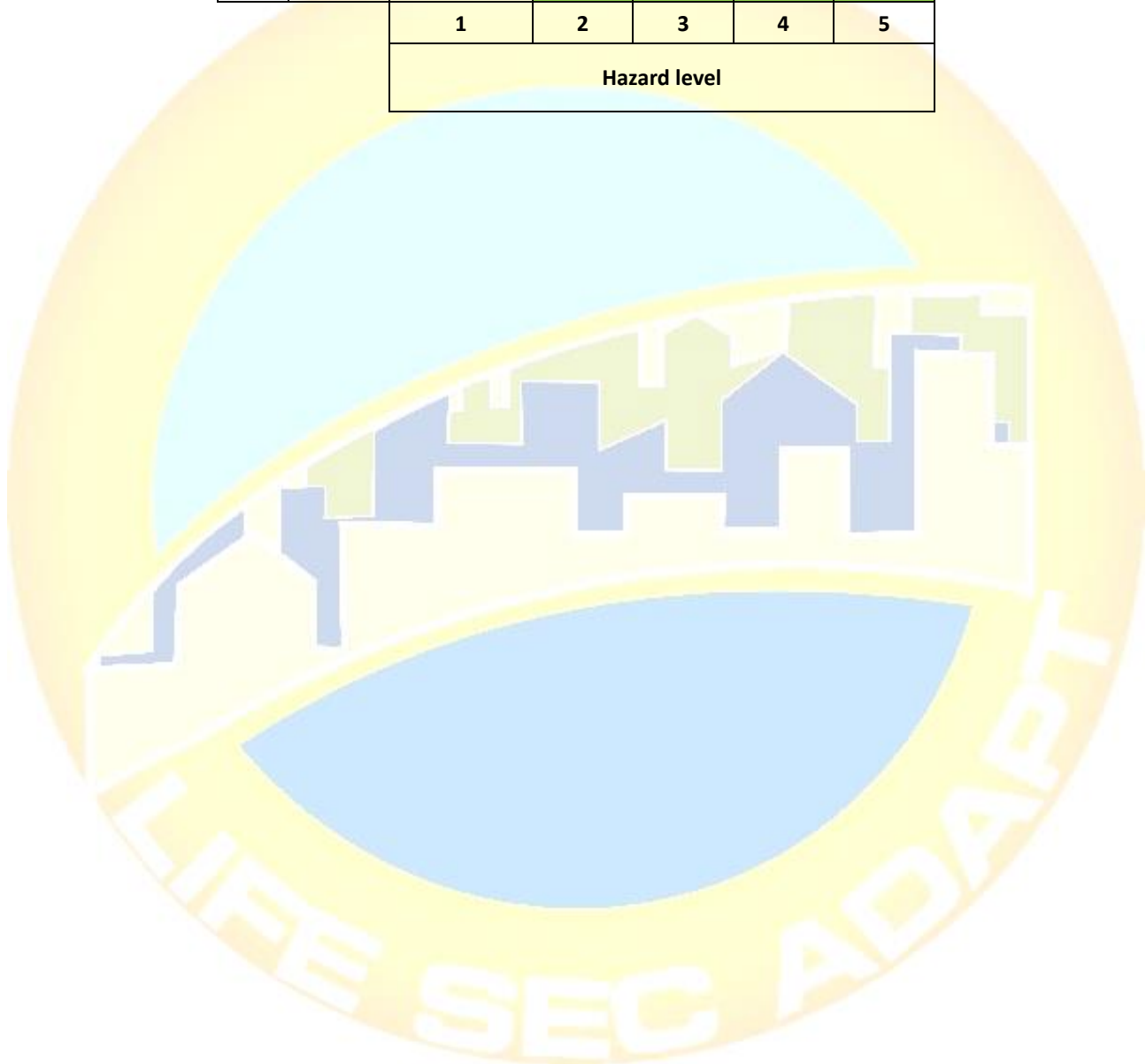
Probabilità (P)	Fasce di Frequenza (gg)
1	$\leq 2$
2	3-4
3	5-6
4	7-8
5	$> 8$

A seguito di quanto sopra esposto riguardo alla capacità erosiva delle precipitazioni in agricoltura per il territorio di Fabriano e in considerazione della probabilità di accadimento ( $P=2,0$ ) e dal valore economico dei beni esposti ( $E=2,0$ ), ne risulta un grado di pericolosità (H) basso pari a 2. Tale valore, se raffrontato con il grado di Vulnerabilità (V), precedentemente descritto, che risulta pari a 4,0, applicando la matrice sotto riportata si ottiene, per il presente settore, un rischio finale alto.





Vulnerabilità (V)	5	M	H	MA	MA	MA
	4	M	H	MA	MA	MA
	3	M	H	H	H	H
	2	B	M	M	M	M
	1	Trascurabile	B	B	B	B
		1	2	3	4	5
Hazard level						

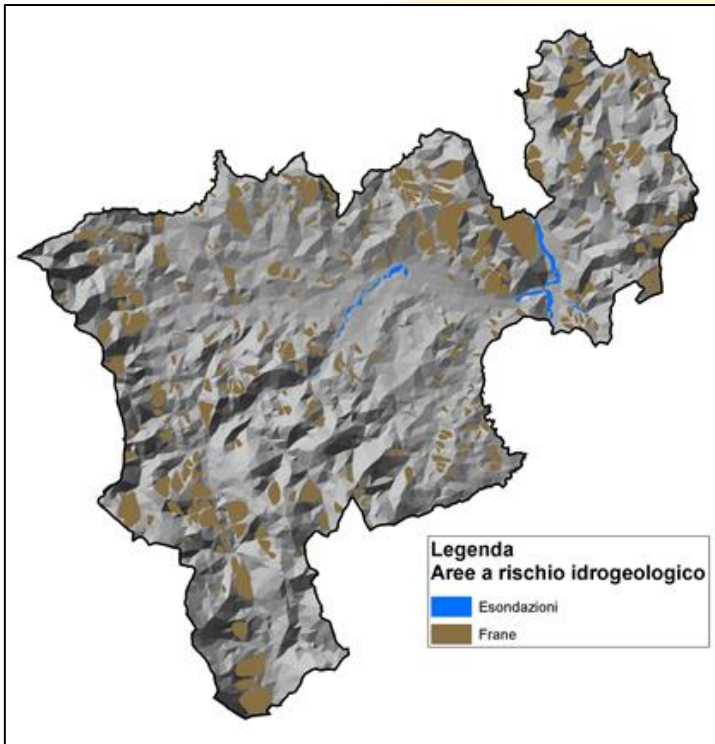




### 3.5. Dissesti idrogeologici

L'analisi della vulnerabilità del territorio, nel caso dei dissesti idrogeologici, è basata totalmente sul Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), aggiornato per la Regione Marche al 2016. Il Piano integra al suo interno la zonizzazione delle aree franose ed a rischio esondazione. La descrizione del rischio legato ai dissesti idrogeologici

viene realizzata 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 intesi, etc.). Questi fenomeni sono tra l'altro sempre più problematici anche in virtù della progressiva cementificazione dei territori dei bacini idrografici (per quanto concerne il rischio esondazioni) e dell'abbandono delle attività agricole nelle aree di versante (per quanto concerne il rischio frane). La combinazione dei due fattori, come per gli altri settori indagati, determina una crescente vulnerabilità dei territori. Nella figura seguente vengono rappresentate tutte le aree del PAI relative al territorio comunale di Fabriano.

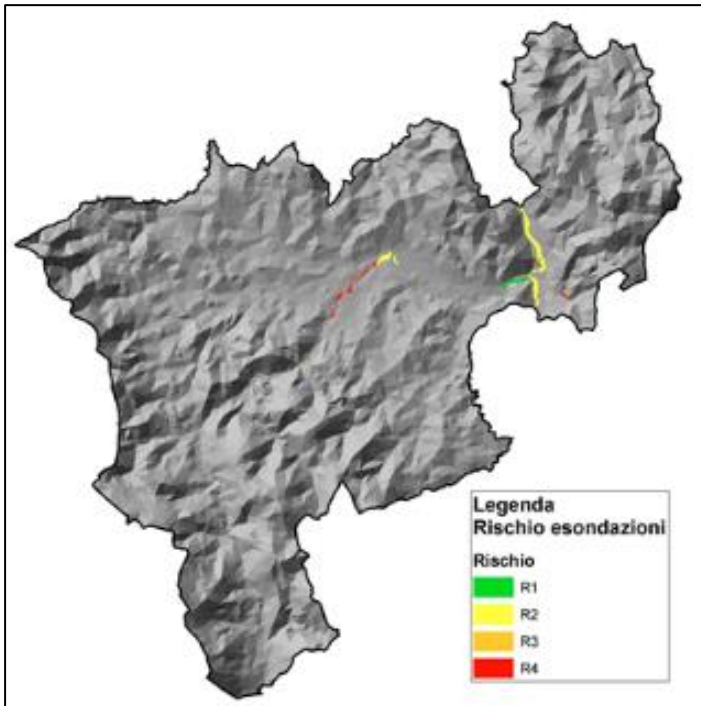


Superficie	Estensione (km <sup>2</sup> )	%
<b>Totale comunale</b>	272	100%
<b>Aree esondabili</b>	1,1	0,4%
<b>Aree franose</b>	36,1	13,3%

La tabella mette subito in evidenza il peso specifico delle due aree a rischio sul totale del territorio comunale. Nel caso delle aree esondabili esse sono piuttosto limitate, sia in virtù della particolare conformazione territoriale, piuttosto incassata, sia per il fatto che i corsi d'acqua sono in zona montana, con pendenze significative e portate ancora ridotte, rispetto ai tratti a valle. Per quanto concerne viceversa le aree franose, proprio per effetto della morfologia del territorio, esse sono numerose, piuttosto estese e molto diffuse. Si tratta pertanto di un elemento di vulnerabilità del territorio particolarmente significativo.

Aree esondabili. L'articolo 8 delle Norme di Attuazione del PAI indica che "la fascia fluviale è suddivisa in tronchi distinti in base ai livelli di rischio, [...], così denominati: AIN\_R4- Aree Inondabili a Rischio molto elevato, AIN\_R3- Aree Inondabili a Rischio elevato, AIN\_R2- Aree Inondabili a Rischio medio e AIN\_R1- Aree Inondabili a Rischio moderato. A tutte le aree perimetrate è associato un unico livello di pericolosità elevata- molto elevata." Le aree con livello di rischio 2 sono le principali. Da rilevare in particolare una fascia a rischio 4 in corrispondenza del centro abitato del capoluogo.





Superficie	Estensione (km <sup>2</sup> )	%
<b>Rischio 1</b>	0,15	13,1%
<b>Rischio 2</b>	0,75	65,9%
<b>Rischio 3</b>	0,03	2,6%
<b>Rischio 4</b>	0,21	18,4%

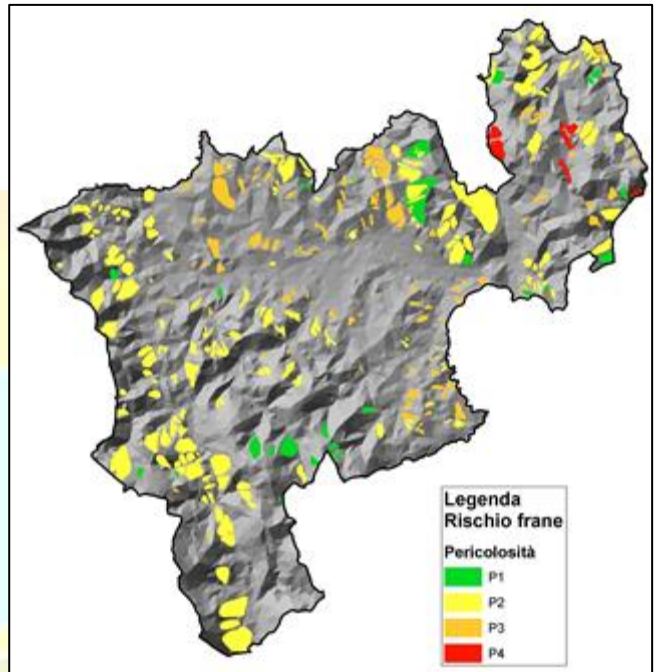
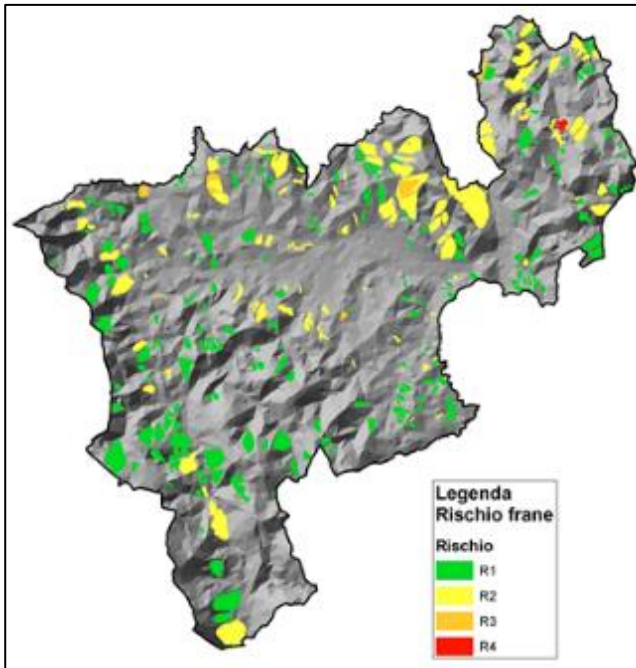
Aree franose. L'articolo 11 delle NdA indica, in relazione alle aree franose, quattro categorie "di pericolosità dei fenomeni gravitativi, distinti in AVD\_P4- Aree di Versante a Pericolosità molto elevata, AVD\_P3- Aree di Versante a Pericolosità elevata, AVD\_P2- Aree di Versante a Pericolosità media, AVD\_P1- Aree di Versante a Pericolosità moderata". Vengono definiti inoltre "differenti livelli di rischio, individuati dalla combinazione del livello di pericolosità dei fenomeni gravitativi e dal livello di interferenza dei fattori antropici o dal valore degli elementi esposti, in relazione alla vulnerabilità degli elementi stessi, e suddivisi in AVD\_R4- Aree di Versante in Dissesto a Rischio molto elevato, AVD\_R3- Aree di Versante in Dissesto a Rischio elevato, AVD\_R2- Aree di Versante in Dissesto a Rischio medio, AVD\_R1- Aree di Versante in Dissesto a Rischio moderato e AVV\_R4- Aree di Versante interessate da Valanghe a Rischio molto elevato."

Superficie	Estensione (km <sup>2</sup> )	%
<b>Rischio 1</b>	18,4	51,0%
<b>Rischio 2</b>	16,3	45,1%
<b>Rischio 3</b>	1,2	3,3%
<b>Rischio 4</b>	0,2	0,6%

Superficie	Estensione (km <sup>2</sup> )	%
<b>Pericolosità 1</b>	3,7	10,2%
<b>Pericolosità 2</b>	23,7	65,6%
<b>Pericolosità 3</b>	7,5	20,8%
<b>Pericolosità 4</b>	1,2	3,4%

Per quanto concerne i fenomeni franosi è subito evidente come il livello di pericolosità, che dipende come detto dai fenomeni gravitativi in atto e quindi fortemente legato alla pendenza dei versanti, alla copertura del suolo ed alla struttura litologica, sia molto più negativo del livello di rischio, che considera anche gli elementi esposti.



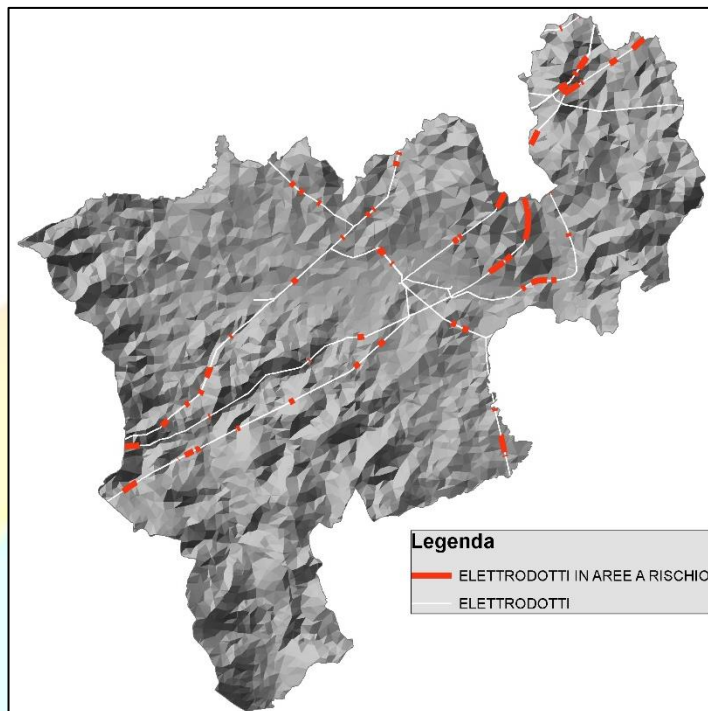


### ***Gli elementi del territorio nelle aree a rischio***

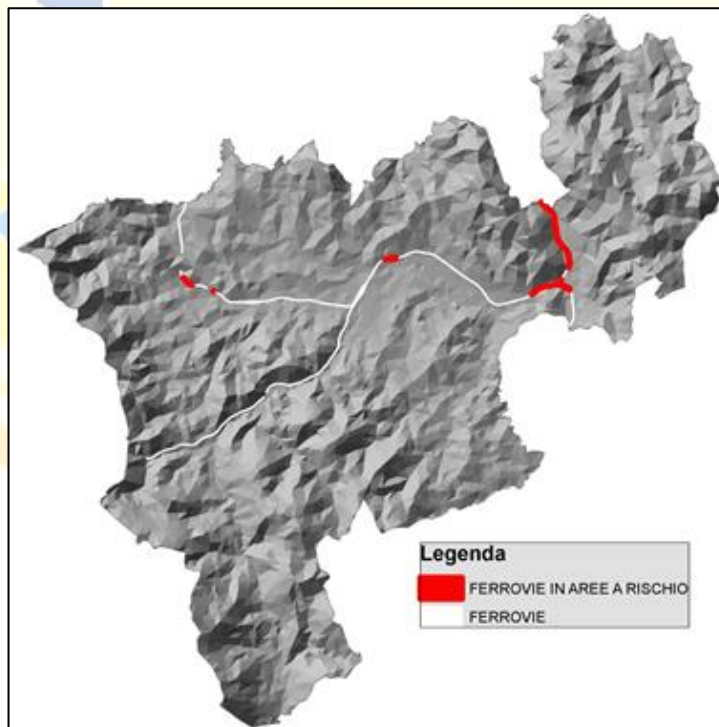
La presenza di aree soggette a rischio frane e a rischio esondazioni può costituire un serio problema per alcune infrastrutture lineari/puntuali e per gli immobili. Si è deciso pertanto di identificare la sovrapposizione geografica tra aree a rischio ed elementi a rischio, per identificare in modo più diretto gli elementi strategici del territorio che necessitano di particolari soluzioni di adattamento ai cambiamenti climatici. Vengono pertanto indagate le interazioni delle aree a rischio con: (a) gli elettrodotti; (b) le reti ferroviarie; (c) le strade; (d) gli immobili ad uso residenziale; (e) le aree SIC e ZPS.

***Gli elettrodotti.*** La rete degli elettrodotti è un'infrastruttura essenziale per il territorio fabrianese e per i comuni limitrofi. L'analisi evidenzia la presenza di circa 16 chilometri di infrastruttura in aree considerate a rischio. In questo caso la quasi totalità degli elettrodotti in aree a rischio ricade all'interno di aree franose.

Oggetto	Lunghezza totale (m)	In aree a Rischio frane (m)	In aree a Rischio esondazione (m)
Elettrodotti	101.847	14.907	1.020
	100%	14,6%	1%



Le reti ferroviarie. Nel caso delle linee ferroviarie, normalmente localizzate nei fondovalle, esse rilevano una sovrapposizione principalmente con le aree a rischio esondazione ed in particolare nel fondovalle tra Borgo Tufico e Genga stazione.



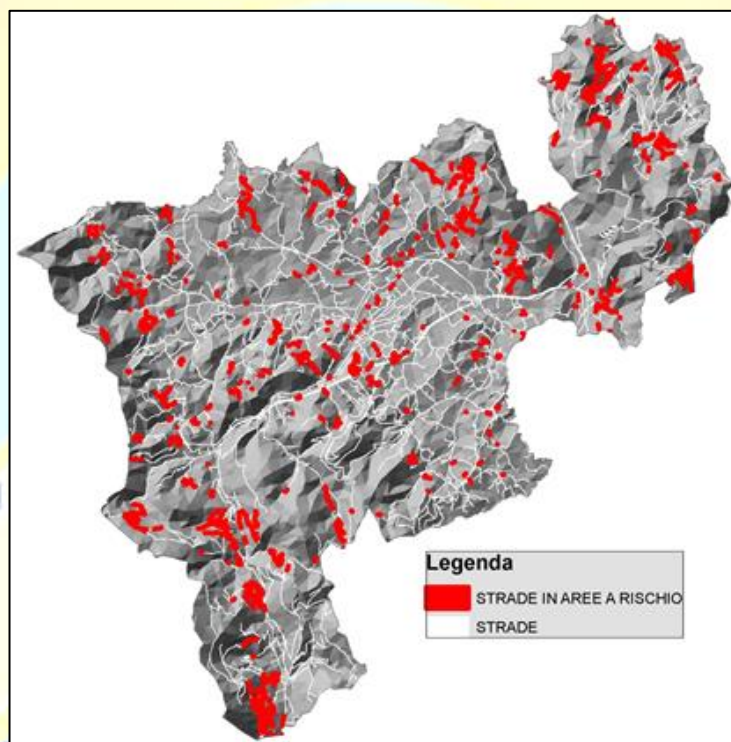




Oggetto	Lunghezza totale (m)	In aree a Rischio frane (m)	In aree a Rischio esondazione (m)
Ferrovie	53.972	709	4.039
	100%	1,3%	7,5% <sup>10</sup>

La rete stradale. L'elevata ramificazione della rete stradale fabrianese determina la presenza di una percentuale elevata di tratti in aree a rischio. In questo caso è il rischio frane ad incidere maggiormente, mentre è quasi trascurabile il rischio esondazioni.

57



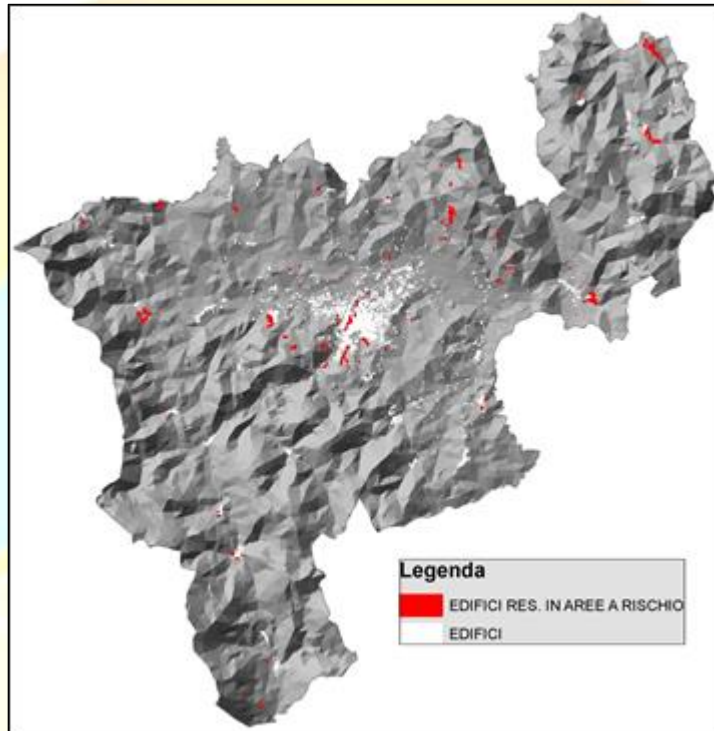
Oggetto	Lunghezza totale (m)	In aree a Rischio frane (m)	In aree a Rischio esondazione (m)
Strade	922.951	119.905	3.132
	100%	13,0%	0,3%

<sup>10</sup> La lunghezza dei tratti ferroviari in aree a rischio considera anche le parti dove la ferrovia tange l'area a rischio esondazione, senza esservi completamente ricompresa.





*Gli edifici ad uso residenziale.* L'analisi del numero di edifici residenziali localizzati in aree a rischio è basata sul numero teorico di abitanti per edificio. Ciò significa che il numero di abitanti indicato in tabella non può essere considerato come dato ufficiale, bensì come una stima calcolata a partire dalla popolazione residente per sezione censuaria, spalmata sugli edifici ad uso domestico presenti sul territorio, in funzione della loro volumetria. L'analisi evidenzia comunque una percentuale di abitanti in aree a rischio complessivamente poco superiore al 5%. Di nuovo, come per gli altri elementi vulnerabili, sono le aree a rischio frane ad essere più problematiche.



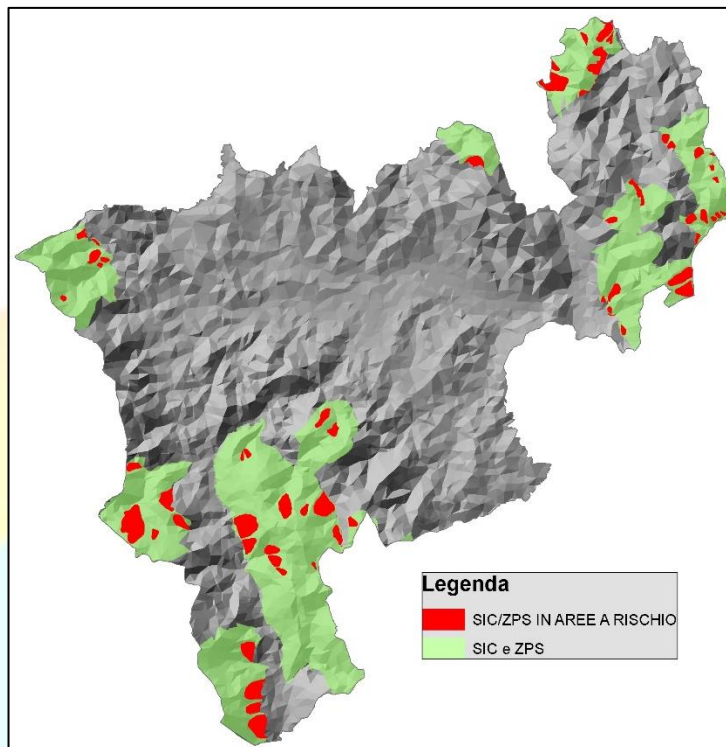
Oggetto	Numero di abitanti	In aree a Rischio frane (km <sup>2</sup> )	In aree a Rischio esondazione (km <sup>2</sup> )
<b>Edifici residenziali</b>	31.212 <sup>11</sup>	1.388	344
	100%	4,4%	1,1%

*Le aree ad elevato valore ecologico.* Il territorio comunale rileva una grande estensione di aree ad elevato valore ecologico, sia SIC che ZPS. Circa un terzo del territorio è infatti rappresentato da tali superfici. Un decimo circa delle aree ad elevato valore ecologico ricade all'interno di aree a rischio, principalmente di frane.

Oggetto	Superficie totale (km <sup>2</sup> )	In aree a Rischio frane (km <sup>2</sup> )	In aree a Rischio esondazione (km <sup>2</sup> )
<b>Aree ad elevato valore ecologico</b>	97,7	10,5	0,08
	100%	10,7%	0,1%

<sup>11</sup> Dati riferiti al 2016





### 3.5.1. Il rischio idrogeologico

L'analisi del rischio idrogeologico passa inevitabilmente attraverso la lettura dei documenti di Piano già esistenti e nello specifico del Piano per l'Assetto Idrogeologico. Il piano 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 ad hoc, 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 per il comune di Fabriano, al solo scopo di poter comparare i risultati con gli altri settori analizzati. Ciò permetterà all'amministrazione comunale di creare una corretta gerarchia dei settori a rischio, sulla quale costruire successivamente il Piano di Adattamento.

Per calcolare l'indicatore sintetico di rischio è stato valutato il valore medio ponderato del rischio nelle aree "esposte", ovvero quelle cartografate dal PAI. La ponderazione avviene sulla base dell'estensione areale. La scala di valutazione è quella del PAI, costituita da quattro classi da 1 (rischio moderato) a 4 (rischio molto elevato). Nella seconda colonna i risultati vengono riportati ad una scala a 5 classi, applicando le seguenti equivalenze:

Classe PAI	Classe LifeSECAdapt
1	2
2	3
3	4
4	5

Si ottengono i risultati espressi in tabella.





Rischio	Valore medio ponderato (scala 1-4)	Livello rischio aree esposte
Frane	1,5	2,5
Esondazioni	2,3	3,3
Valore sintetico globale	1,6	2,6

Oltre alla valutazione del valore medio ponderato, è bene tenere presente anche l'estensione delle aree a rischio all'interno del territorio comunale. Per dare una valutazione corretta in una scala da 1 a 5, si è deciso di attribuire il valore più basso qualora le aree a rischio coprano 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.

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

La somma di tutte le aree a rischio cartografate dal PAI è pari a 37,2 km<sup>2</sup>, pari al 13,7% della superficie totale comunale. Si può quindi attribuire un punteggio 2 alla valutazione della superficie esposta al rischio. L'incrocio dei due fattori del rischio (livello medio di esposizione al rischio ed estensione delle aree a rischio) rappresentato graficamente nella figura seguente, evidenzia per il territorio di Fabriano un fattore sintetico globale di rischio medio.

Estensione aree a rischio	5	M	H	MA	MA	MA
	4	M	H	MA	MA	MA
	3	M	H	H	H	H
	2	B	M	M	M	M
	1	Trascurabile	B	B	B	B
		1	2	3	4	5
Livello medio esposizione al rischio						





### 3.6. La riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale

Il sistema produttivo fabrianese è sicuramente uno dei più importanti del centro Italia. In particolare l'industria cartiera è storicamente insediata in questo territorio, fin dal Medioevo, quando importanti innovazioni tecnologiche sono state introdotte nella filiera. La storia dell'industria cartiera è oggi rappresentata dal Museo della Carta e della Filigrana e dal riconoscimento Unesco del 2013 quando Fabriano è divenuta Città Creativa UNESCO per la sezione Artigianato e Arti e Tradizioni popolari. Nel novecento la realtà industriale fabrianese è stata caratterizzata dalla nascita della fabbrica Merloni, produttrice di apparecchiature elettriche e non elettriche per uso domestico (nata come officina di bilance, allarga successivamente la produzione agli elettrodomestici ed alle bombole a gas). Oggi l'industria manifatturiera fabrianese sta sicuramente risentendo della crisi economica globale. Tuttavia, essa rimane un pilastro della vita socio-economica del territorio e necessita di adeguate strategie di adattamento al cambiamento climatico.

Notoriamente l'industria cartiera necessita di ingenti quantità d'acqua per il proprio ciclo produttivo. Di conseguenza la domanda idrica nel settore industriale è sempre un fattore di vulnerabilità, data la concorrenzialità esistente con gli altri usi (ed in particolare con quello umano, che ha prevalenza sugli altri). Da ciò nasce l'esigenza di valutare i possibili impatti del cambiamento climatico sul tema della riduzione della disponibilità idrica (in generale) ed in particolare le sue ripercussioni sul settore agricolo (già trattate in un capitolo specifico) e sul settore industriale.

#### 3.6.1. Indice di esposizione

**A- L'indicatore di siccità idrologica SPI.** Per calcolare il fattore di esposizione si è deciso di utilizzare la stessa metodologia già applicata al settore agricolo, per la valutazione della siccità agronomica. L'indice SPI (Standardized Precipitation Index), sviluppato da McKee et al. (1993) è infatti uno degli indicatori maggiormente utilizzato a livello internazionale per il monitoraggio della siccità (meteorologica, idrologica e agricola). L'SPI esprime la rarità di un evento siccitoso (inteso come deficit di precipitazione) ad una determinata scala temporale, di solito dell'ordine dei mesi, sulla base dei dati storici. Nel nostro caso è stato scelto di calcolare l'indice per 3, 6, 12 e 24 mesi.

Indice	Periodo (mesi)	Valore medio 1957-1990	Valore medio 1990-2008	Valore medio 1957-2008
SPI	3	0,22	-0,13	0,09
	6	0,32	-0,20	0,13
	12	0,45	-0,31	0,17
	24	0,65	-0,43	0,24

Ognuna delle scale temporali scelte riflette l'impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua. L'umidità del suolo risponde alle anomalie di precipitazione su scale temporali brevi, mentre l'acqua nel sottosuolo, fiumi e invasi tendono a rispondere su scale oggettivamente più lunghe. Nel primo caso quindi l'indice fornisce indicazioni circa la siccità agricola, mentre nel secondo caso abbiamo un'informazione che riguarda la siccità idrologica. Per valutare correttamente il fattore di esposizione del settore industriale si è deciso di utilizzare come riferimento i risultati dell'indice SPI per il periodo di 12 mesi e di 24 mesi, utilizzando i dati di precipitazione cumulata nel periodo 1957-2008.





Valore SPI	Classe	Classe di esposizione
>2.00	Estremamente umido	1
1.5 / 1.99	Severamente umido	2
1.0 / 1.49	Moderatamente umido	
-0.99 / 0.99	Vicino al normale	3
-1.49 / -1.00	Moderatamente siccitoso	4
-1.50 / -1.99	Severamente siccitoso	
<-2.00	Estremamente siccitoso	5

Utilizzando i riferimenti della tabella sopra riportata è possibile stabilire che nel Comune di Fabriano il valore di esposizione è pari a 3, vulnerabilità media, in una scala da 1 a 5. E' evidente comunque che, nel caso della siccità idrologica, il riferimento geografico è quello del bacino idrografico e non il confine amministrativo. Si assume tuttavia, che il dato comunale possa rappresentare un valore medio per l'intero bacino.

### 3.6.2. Indice di sensitività

I fattori di sensitività sono calcolati in funzione del peso specifico del comparto industriale nell'economia locale del territorio (e nello specifico del peso dei comparti a più alta intensità di consumo idrico). A tal fine è necessario utilizzare i dati del Censimento dell'Industria aggiornati al 2011.

**A - Quoziente di localizzazione in settori produttivi ad elevata intensità di consumo idrico.** Un parametro utile a quantificare la vulnerabilità del settore industriale fabrianese è il quoziente di localizzazione di settori produttivi ad elevata intensità di consumo idrico. Il quoziente di localizzazione è un indicatore particolarmente utile per confrontare l'area di analisi con un'area di riferimento (in questo caso la Regione Marche). L'unità di misura sono gli addetti (delle unità locali) per i settori ad elevata intensità idrica. Il quoziente di localizzazione è definito come il rapporto tra il numero di addetti del settore nell'area considerata sul numero di addetti totali dell'area e la quota settoriale dell'area di confronto.

Prima di calcolare il quoziente di localizzazione è necessario identificare i settori ad elevata intensità di consumo idrico. A tal fine è stato utilizzato il "Piano d'Ambito definitivo 2006-2030" redatto dall'Assemblea dell'Ambito Territoriale Ottimale n.2 della Regione Marche. Nel documento viene dettagliata la richiesta idrica media per usi produttivi per le differenti categorie produttive. Di seguito si riportano in ordine decrescente i dati di consumo idrico giornaliero (metri cubi d'acqua/giorno/addetto) per le categorie produttive che superano i 10 mc/giorno/addetto.

Categorie produttive	Mc/giorno
Metallurgia	41,7
Fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali	14,2
Fabbricazione della pasta-carta, della carta e del cartone e dei prodotti di carta	10,6
Industrie alimentari e delle bevande	10,0



Di seguito si presenta il calcolo dei quozienti di localizzazione delle quattro categorie produttive selezionate. Il Comune di Fabriano viene confrontato con la Regione Marche.

Categorie produttive	Quoziente localizz. Fabriano
Metallurgia	0,94
Fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali	0,36
Fabbricazione della pasta-carta, della carta e del cartone e dei prodotti di carta	2,88
Industrie alimentari e delle bevande	0,16
Tutte le categorie ad elevata intensità idrica	0,74

Nel caso in cui il valore del quoziente di localizzazione sia inferiore ad 1 ciò sta ad indicare che la categoria produttiva non ha una particolare specializzazione nel territorio preso in esame; viceversa mette in evidenza una specializzazione (che risulta forte in caso il valore sia maggiore di 2). Nello specifico, nelle quattro categorie considerate la fabbricazione della carta risulta fortemente specializzata, la metallurgia presenta un valore simile a quello regionale, mentre gli altri due settori sono poco significativi. Globalmente i settori ad elevata intensità idrica hanno un quoziente di localizzazione inferiore ad 1.

Quoziente di localizzazione	Classe vulnerabilità	Categorie
Inferiore a 0,5	Molto bassa	Fabbricazione di prodotti chimici e fibre sintetiche/ Industrie alimentari e delle bevande
Tra 0,5 e 1	Bassa	Metallurgia
Tra 1 e 1,5	Media	-
Tra 1,5 e 2	Alta	-
Superiore a 2	Molto alta	Fabbricazione della pasta-carta, della carta

Ipotizzando quattro classi di vulnerabilità, come rappresentate in tabella, risulta che la categoria produttiva della produzione della carta presenta un livello di vulnerabilità molto alta, il settore metallurgico presenta un livello basso, mentre gli altri due comparti presentano un livello molto basso. Calcolando un valore finale medio ponderato in funzione del numero di addetti per categoria produttiva, si ottiene un valore di vulnerabilità pari a 3,9 in una scala da 1 a 5.

### 3.6.3. Indice di capacità adattiva

Il livello di capacità adattiva di un'impresa o di un settore è legato, tra le altre cose, alla sua capacità di realizzare degli investimenti per adeguare il ciclo produttivo, alla variazione delle condizioni al contorno. Nelle imprese di più grandi dimensioni la presenza di un centro interno di Ricerca e Sviluppo e la possibilità di accedere più facilmente al mercato del credito, anche facendo leva sulla possibilità di rientrare più agevolmente dall'investimento, aumenta la resilienza. In virtù di queste premesse si è deciso di valutare la componente di vulnerabilità legata alla mancanza di capacità adattiva, attraverso l'analisi della dimensione media delle aziende





insediate nel territorio comunale. Anche in questo caso vengono considerate solo le aziende che ricadono nei comparti produttivi a più alta intensità idrica.

**A - Numero di addetti per unità: indice di dimensione media.** Per calcolare correttamente il valore di vulnerabilità del sistema produttivo in funzione del numero di addetti per unità è stato necessario dapprima calcolare i valori regionali per le categorie produttive ad alta intensità idrica. Successivamente è stato calcolato un valore medio ponderato. Il dato medio ponderato calcolato per il Comune di Fabriano è stato infine confrontato con il dato medio regionale per stabilire la classe di vulnerabilità.

Classe Ateco	Numero unità locali		Numero addetti		Addetti per unità	
	Regione	Fabriano	Regione	Fabriano	Regione	Fabriano
Metallurgia	129	5	2.063	90	16,0	18,0
Fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali	138	4	1.788	30	13,0	7,5
Fabbricazione della pasta-carta, della carta e del cartone e dei prodotti di carta	216	14	3.451	463	16,0	33,1
Industrie alimentari e delle bevande	2.011	24	12.256	89	6,1	3,7
<b>TOTALE</b>	<b>2.494</b>	<b>47</b>	<b>19.558</b>	<b>672</b>	<b>7,8</b>	<b>14,3</b>

I dati del Censimento dell'Industria mettono in evidenza una situazione molto particolare per il Comune di Fabriano. Il numero di addetti per unità (medio ponderato) è decisamente superiore alla media regionale. Ciò sta ad indicare che le unità produttive a più alta intensità idrica del presenti sul territorio comunale sono di grossa taglia. Si tratta quindi di realtà in grado di adattarsi più facilmente agli impatti del cambiamento climatico.

Addetti per unità	Classe vulnerabilità
< 3,9 (50% del valor medio)	Molto alta
Tra 3,9 e 6,2	Alta
+/- 20% intorno alla media regionale Tra 6,2 e 9,4	Media
Tra 9,4 e 11,7	Bassa
> 11,7 (150% del valor medio)	Molto bassa

Il Comune di Fabriano ricadendo all'interno dell'ultima fascia evidenzia una vulnerabilità molto bassa in relazione alla dimensione media dei centri produttivi. La vulnerabilità è quindi pari a 1 in una scala da 1 a 5.







### 3.6.4. Analisi della Vulnerabilità

Sintetizzando i risultati emersi nell'analisi delle tre componenti della vulnerabilità, ovvero sensitività, esposizione e capacità adattiva, emergono i seguenti risultati.

Componenti vulnerabilità	Valore [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]
Sensitività	3,9	0,73
Esposizione	3,0	0,50
Capacità adattiva	1	0,00
<b>VULNERABILITA'</b>	<b>2,6</b>	<b>0,41</b>

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità medio-bassa in relazione al tema della riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale. Da un punto di vista climatico, e quindi in termini di esposizione al rischio siccità, il Comune fa registrare un valore di vulnerabilità media; l'analisi è stata effettuata utilizzando i parametri di SPI a 12 e 24 mesi. In termini di sensitività il settore industriale fabrianese è particolarmente vulnerabile poiché fortemente specializzato in cicli produttivi ad alta intensità idrica (in particolare la filiera della carta). Tuttavia, la presenza di centri di produzione di dimensioni medio-grandi determina potenzialmente un'elevata capacità di adattamento, in quanto le strutture di ricerca e sviluppo interne e le capacità di accesso al mercato del credito o comunque alle fonti di finanziamento esistenti è decisamente superiore rispetto alle realtà produttive dimensionalmente più piccole (PMI).

### 3.6.5. Il rischio di riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale

La valutazione del rischio deriva dall'analisi congiunta della vulnerabilità del territorio e della probabilità che eventi climatici di siccità prolungata si manifestino con una frequenza crescente, tale da generare criticità nell'approvvigionamento idrico agli stabilimenti produttivi. L'analisi del rischio deve tenere conto inoltre della relativa perdita economica, correlabile per esempio alla riduzione della produzione annua, alla riduzione della produttività, etc. Data la complessità del settore e l'elevato numero di variabili in gioco, si è deciso di procedere con un'analisi qualitativa del rischio. Nello specifico sono state utilizzate due fonti informative: (a) le previsioni della domanda idrica futura (al 2030) inserite nel Piano d'Ambito dell'ATO2; (b) le previsioni climatiche sviluppate da ISPRA nell'ambito del report regionale redatto nel Working Package A1.

**A - Domanda idrica futura.** Per valutare l'evoluzione della domanda idrica futura per quanto concerne gli usi idrici (industriali, idropotabili ad uso umano ed agricoli) si fa riferimento al Piano d'Ambito per i Comuni dell'ATO2. In particolare si fa riferimento al documento di "Analisi della domanda attuale e futura dei servizi idrici". È importante valutare anche la domanda del settore idropotabile ad uso umano, poiché esso è prioritario rispetto agli altri e quindi un eventuale suo incremento si ripercuoterebbe sugli altri settori, che vedrebbero ridurre la propria disponibilità idrica.

L'idro-esigenza delle attività produttive non è certo trascurabile. Tuttavia, non ci sono condizioni al contorno certe su cui basare simulazioni o comunque ipotesi attendibili di sviluppo quantitativo e tipologico al 2030, del comparto produttivo, nell'area di studio (ATO2). Il fatto di considerare inalterata per tutto l'arco temporale di piano la consistenza attuale della componente produttiva, da un punto di vista della richiesta idrica è da ritenersi però come condizione cautelativa: la tendenza strutturale degli adeguamenti tecnologici, in generale per qualsiasi





tipologia produttiva, è quella infatti di operare un risparmio sempre più consistente di risorse, energetiche, idriche in ingresso e idriche in uscita. Il risparmio idrico derivante dall'adeguamento tecnologico normalmente compensa le maggiori richieste derivanti dall'aumento quantitativo degli insediamenti produttivi o dall'aumento di produttività di quelli esistenti. Per quanto riguarda l'attività agricola, non è prevedibile una sostanziale variazione tra le due situazioni (attuale/futura): al 2030 si avrebbe una diminuzione annua pari al 3% del valore calcolato per la situazione attuale (il Piano d'Ambito utilizza come baseline l'anno 2003). Nel bilancio idrico complessivo, quindi, la voce agricoltura può essere considerata costante nell'arco di tempo dello studio. Anche la richiesta idrica per l'attività zootecnica viene considerata costante nell'arco di piano dato che lo status quo può essere interpretato come equilibrio tra la tendenza in atto alla diminuzione della consistenza numerica complessiva del numero di capi e gli indirizzi della politica regionale che tende invece a contrastare questa diminuzione anche in un'ottica di recupero e salvaguardia degli ecosistemi.

Sulla base delle ipotesi di sviluppo demografico e turistico assunte, mantenendo, comune per comune, le dotazioni unitarie attuali nette (calcolate quindi sul volume effettivamente erogato), la domanda di risorsa idropotabile al 2030 risulta complessivamente di circa 36,4 milioni di metri cubi, corrispondente ad una produzione di circa 48,5 milioni, avendo assunto come obiettivo minimo quello di ridurre la perdita nel sistema al valore del 25% (del volume prodotto). Il volume complessivo necessario per coprire la domanda prevedibile al 2030 è in crescita, con un incremento pari al 3,8%. Tuttavia, sembra sufficiente una riduzione delle perdite attraverso la realizzazione di interventi di recupero funzionale delle strutture di distribuzione. La necessità di nuovi attingimenti risulta, per quantità, inversamente proporzionale al recupero di efficienza del sistema. In base a queste considerazioni, il Piano d'Ambito evidenzia una tendenziale stazionarietà della domanda idrica al 2030.

**B – Offerta idrica futura.** Per valutare correttamente l'offerta idrica sul territorio comunale è necessario allargare lo sguardo all'intero bacino idrografico cui il Comune appartiene. In assenza di tali analisi previsionali, sono stati utilizzati i risultati del lavoro svolto da ISPRA su base regionale. L'analisi è stata basata sulla proiezione di quattro modelli climatici regionali (RCM) impiegati nell'ambito Med-CORDEX ([www.medcordex.eu](http://www.medcordex.eu)), un'iniziativa internazionale focalizzata sulla regione del Mediterraneo. È stata esaminata l'evoluzione della precipitazione cumulata sulla regione, nel corso del 21° secolo, in due diversi scenari di sviluppo socio-economico globale e di emissione di gas climalteranti (Representative Concentration Pathway, RCP), come recentemente ridefiniti dall'IPCC: lo scenario più pessimistico RCP8.5, che considera un aumento continuo delle emissioni fino al 2100 e lo scenario RCP4.5, che assume un aumento delle emissioni fino al 2040 e una successiva diminuzione. Sono stati esaminati sia i valori medi che alcuni indici rappresentativi degli estremi.

Per quanto riguarda le proiezioni di precipitazione, il segnale climatico futuro risulta piuttosto incerto. Nello scenario RCP4.5, tre modelli su quattro prevedono in un secolo una debole diminuzione sulla regione, mentre un solo modello ne prevede un aumento. Complessivamente il range delle variazioni è compreso fra una diminuzione dell'11% e un aumento del 5%, con una riduzione dell'ensemble mean del 3% circa. Nello scenario RCP8.5 tale intervallo si allarga, risultando compreso tra una diminuzione del 25% e un aumento del 10%; l'ensemble mean mostra una riduzione delle precipitazioni del 7% circa.

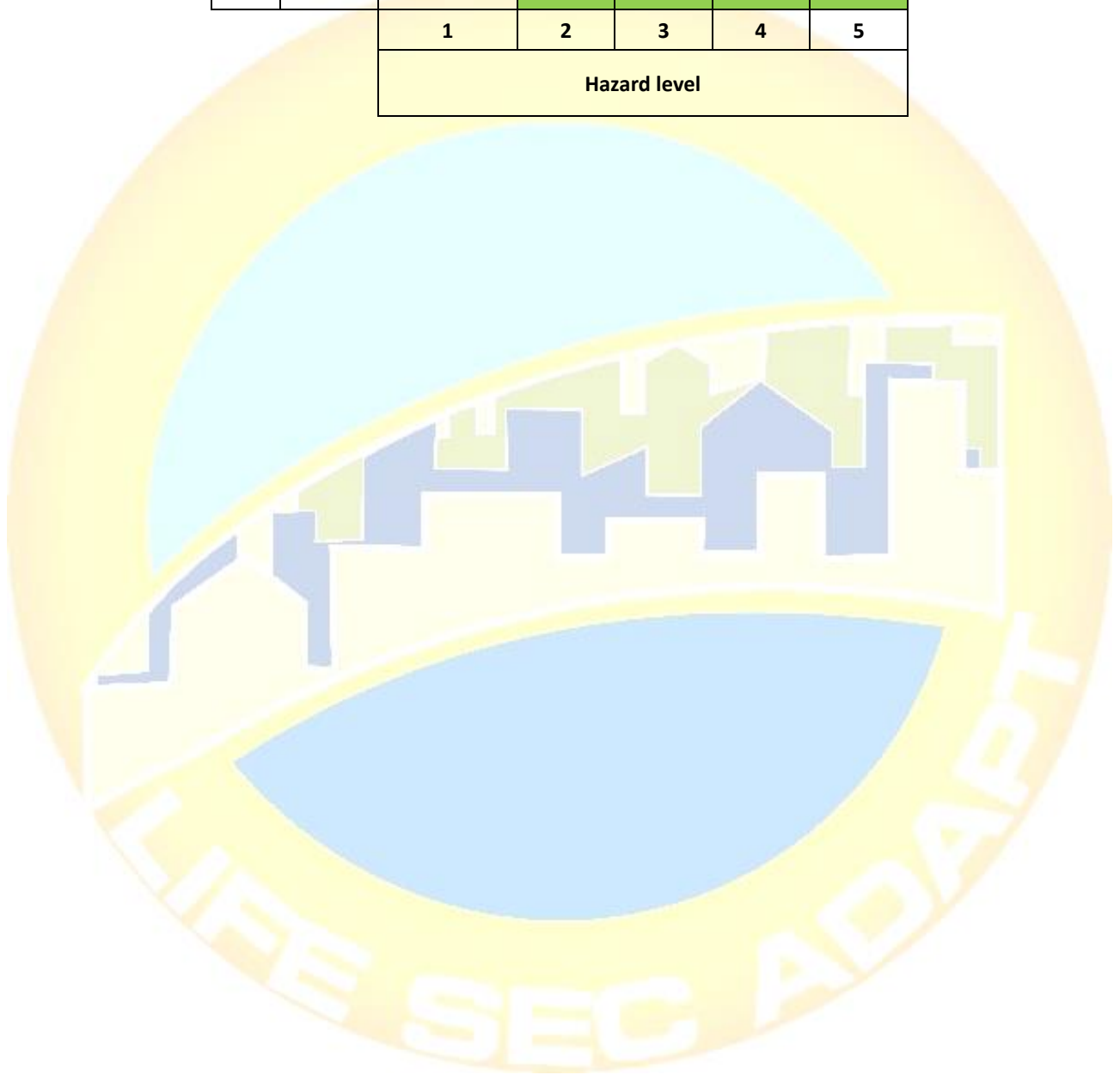
**Valutazioni finali.** Data la tendenziale stazionarietà dei consumi idrici previsionali nel territorio dell'ATO2 e l'assenza di un trend netto di riduzione della cumulata annua delle precipitazioni (che è comunque percettibile), è possibile stabilire in termini qualitativi che la probabilità che un evento di siccità prolungata incida sull'approvvigionamento idrico degli stabilimenti produttivi sia bassa.

Incrociando i risultati dell'analisi della vulnerabilità, che mettono in evidenza come il territorio sia mediamente vulnerabile, con i risultati qualitativi dell'analisi probabilistica, si può assumere che il rischio legato alla riduzione della disponibilità idrica nel bacino idrografico, tale da indurre una riduzione dell'approvvigionamento idrico degli stabilimenti del territorio fabrianese a più alta intensità idrica, sia medio.





Vulnerabilită (V)	5	M	H	MA	MA	MA
	4	M	H	MA	MA	MA
	3	M	H	H	H	H
	2	B	M	M	M	M
	1	Trascurabile	B	B	B	B
		1	2	3	4	5
Hazard level						





### 3.7. Le ondate di calore e gli effetti sulla salute

#### 3.7.1. Indice di esposizione

**A – Intensità delle ondate di calore.** L'analisi dell'esposizione alle ondate di calore (estive) deve tenere in considerazione il soggetto esposto, ovvero la popolazione del Comune di Fabriano ed in particolare le persone con età a rischio (bambini e anziani) e/o con problemi cardio-circolatori e respiratori tali da determinare effetti dannosi sulla salute. L'analisi dell'esposizione deve ugualmente tenere conto del fattore climatico che può indurre effetti sulla salute per ondate di calore, ovvero la temperatura e l'umidità relativa. Questi due fattori sono oggetto del Piano poiché entrambi stanno registrando delle variazioni tendenziali significative per effetto del cambiamento climatico in atto. Nella fase A1, è stato analizzato in particolare il trend della temperatura massima e minima registrata dalla centralina presente nel capoluogo comunale. Per valutare correttamente l'esposizione della popolazione alle ondate di calore si è deciso quindi di individuare dapprima gli eventi che possono averne le specifiche caratteristiche climatiche (giornate con temperatura minima maggiore di 20°C e temperatura massima maggiore di 30°C) e successivamente si è valutata l'intensità dell'esposizione, verificando quanto mediamente tali eventi fossero intensi. L'intensità è stata misurata solo sulla temperatura massima, che è quella che normalmente determina i maggiori rischi per la salute. Nella tabella seguente vengono riportati tutti gli eventi occorsi tra il 1961 ed il 2015 (serie storica analizzata nella fase A1).

Classe esposizione	Media T MAX Evento	N. eventi	%
1	30-32	59,00	21,8
2	32-34	78,00	28,8
3	34-36	86,00	31,7
4	36-38	41,00	15,1
5	>38	7,00	2,6
		271,00	100,00

La tabella mette in evidenza come mediamente si siano registrati quasi 5 eventi per anno (ovvero 5 giorni in cui la temperatura minima è stata superiore a 20°C e la temperatura massima è stata superiore a 30°C). La maggior parte degli eventi ricade nella terza classe di esposizione, con temperature massime comprese tra 34 e 36°C. Calcolando il valor medio dell'intensità degli eventi occorsi nella serie storica, si ottiene un valore di 2,5, in una scala da 1 a 5. L'esposizione della popolazione è quindi medio-bassa. Riportando il dato di esposizione i una scala 0-1, per omogeneità con le analisi condotte successivamente sulla sensibilità e sulla capacità adattiva, si ottiene un valore di esposizione pari a 0,38.

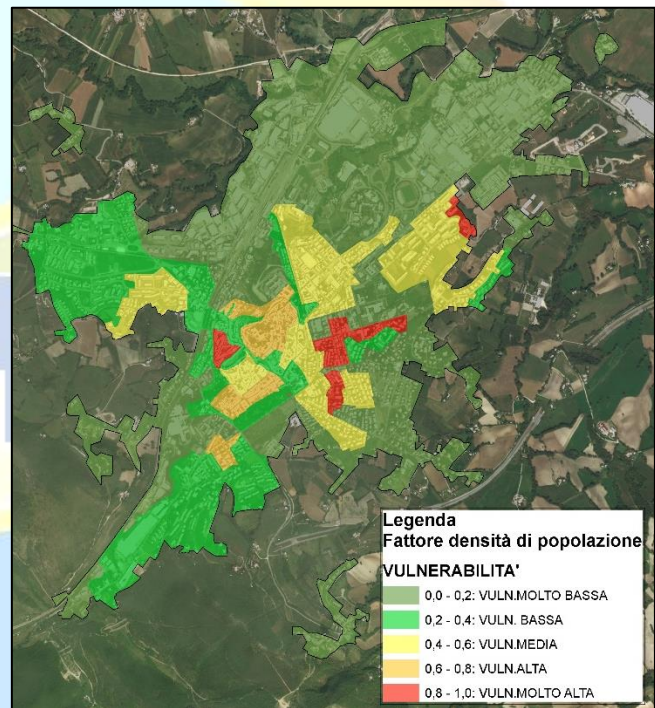
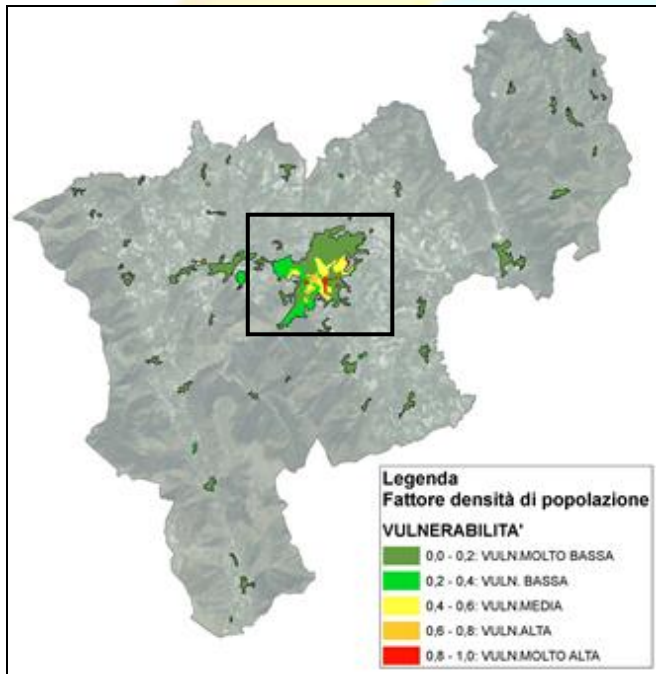
#### 3.7.2. Indice di sensibilità

Gli indicatori di sensibilità tendono ad integrare due livelli di informazione che incidono sul livello di vulnerabilità della popolazione. Il primo livello è relativo alla caratterizzazione della popolazione residente (densità, percentuale di popolazione in fascia debole); il secondo è relativo alla caratterizzazione strutturale della città, in funzione dei livelli di resilienza relativi ai fenomeni conseguenti agli stress termici stagionali (assenza di aree verdi e livello di compattezza urbana).





**A. Densità di popolazione per sezione censuaria.** Il numero di residenti per sezione censuaria e la relativa densità abitativa sono indicatori importanti di sensitività. Essi evidenziano le parti del territorio comunale dove si concentra maggiormente la popolazione residente e di conseguenza dove si possono manifestare, con maggiore probabilità, eventi di malessere o veri e propri problemi di salute legati alle ondate di calore estive. I dati sono stati ottenuti dal Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 2011, che fornisce il numero di residenti per sezione censuaria. Per ottenere un dato più significativo il numero di abitanti è stato normalizzato sull'estensione della sezione censuaria (abitanti/ettaro). Le immagini mettono in evidenza come il territorio di Fabriano sia molto esteso in confronto alla distribuzione geografica della popolazione residente, che si concentra nel capoluogo e, in modo diffuso nelle varie frazioni/borgate. Per calcolare il valore di vulnerabilità è stato applicato il seguente algoritmo:  $(pop_{norm\ i} - pop_{norm\ min}) / (pop_{norm\ max} - pop_{norm\ min})$ , per sezione censuaria. Il dato normalizzato su una scala 0-1 viene suddiviso in 5 classi equivalenti, come rappresentato in figura.



Livello vulnerabilità	Superficie [km²]	%
Molto bassa	8,5	72,6%
Bassa	1,8	15,4%
Media	1,0	8,5%
Alta	0,2	1,7%
Molto alta	0,2	1,8%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>11,7</b>	<b>100%</b>

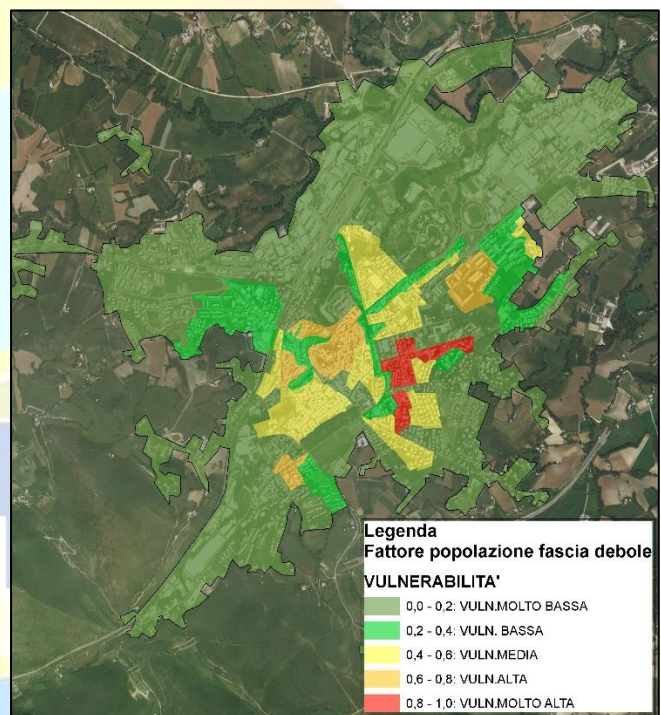
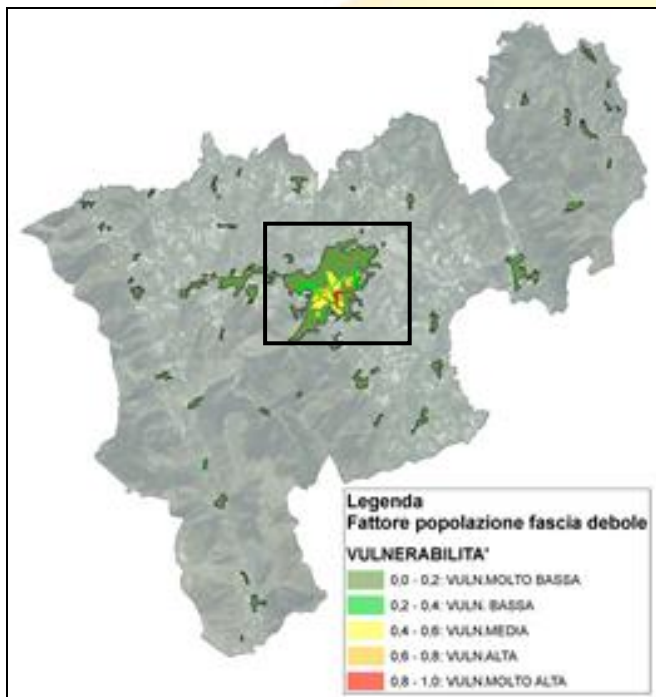
Analizzando i dati in tabella e guardando le figure si evince come il parametro relativo alla densità della popolazione non sia un fattore di vulnerabilità significativo nel Comune di Fabriano. La popolazione è piuttosto distribuita. Alcune aree a vulnerabilità maggiore sono presenti nel capoluogo. Calcolando un valore medio ponderato si ottiene un valore di vulnerabilità totale relativo al parametro in oggetto pari a 0,17 in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità molto bassa).

**B - La densità di popolazione in fasce debole (FD).** Un altro importante indicatore di vulnerabilità è la percentuale di popolazione in fascia debole, ovvero gli anziani (residenti con più di 65 anni) ed i bambini (con età inferiore a 5 anni). Questi soggetti sono particolarmente sensibili alle ondate di calore estive e quindi la loro distribuzione





geografica deve essere attentamente analizzata. L'indicatore è stato costruito a partire dai dati del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 2011. Il censimento fornisce infatti, per ciascuna unità censuaria, il numero di residenti per età. L'indicatore viene calcolato dividendo il numero di residenti con più di 65 anni e con meno di 5 anni per la superficie della sezione censuaria di appartenenza, creando pertanto un indicatore di densità di popolazione in fascia debole. Per calcolare il valore di vulnerabilità è stato applicato il seguente algoritmo:  $(\text{popFD}_{\text{norm i}} - \text{popFD}_{\text{norm min}}) / (\text{popFD}_{\text{norm max}} - \text{popFD}_{\text{norm min}})$ , per sezione censuaria. Il dato normalizzato su una scala 0-1 viene suddiviso in 5 classi equivalenti, come rappresentato in figura.



Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Molto bassa	9,8	83,8%
Bassa	0,7	6,0%
Media	0,7	6,0%
Alta	0,3	2,6%
Molto alta	0,2	1,6%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>11,7</b>	<b>100%</b>

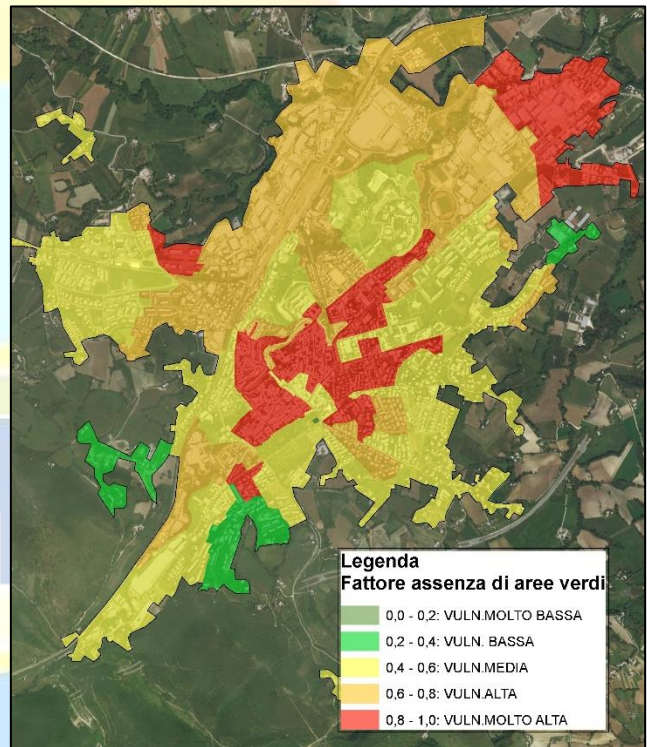
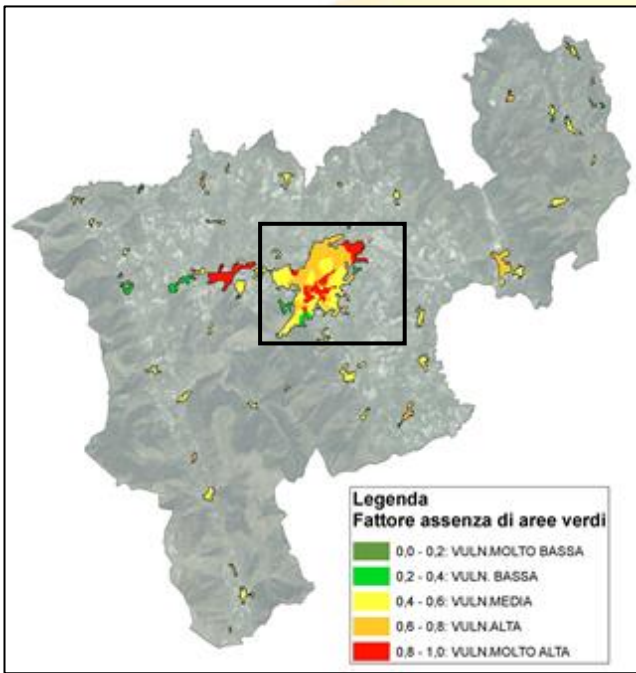
Analogamente a quanto già evidenziato nel parametro relativo alla densità della popolazione, se si focalizza l'attenzione sulla distribuzione geografica della popolazione in fascia debole, si nota come i tassi maggiori di densità abitativa sia nuovamente concentrati nel capoluogo di Fabriano. Rispetto al parametro precedente, tuttavia, la situazione appare tendenzialmente migliore, con una ridotta concentrazione di persone a rischio. Calcolando un valore medio ponderato si ottiene un valore di vulnerabilità totale relativo al parametro in oggetto pari a 0,15 in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità molto bassa).

**C – La presenza di aree verdi.** Il dibattito sulla valorizzazione, sulla dotazione, sulla manutenzione del verde urbano occupa una vastità di considerazioni e di studi; la presenza del verde garantisce un effetto di mitigazione delle ondate di calore estivo, rendendo le aree urbane più resilienti. Le aree verdi sono state identificate a partire da un dato raster relativo alla zonizzazione dell'uso del suolo realizzata nel 2012 da ISPRA con risoluzione spaziale molto elevata (passo 10 metri). Sono state considerate le seguenti destinazioni d'uso: colture intensive, colture estensive, prati stabili, sistemi colturali e particellari complessi, aree occupate da colture agrarie con spazi naturali





importanti, boschi, aree a pascolo naturale, aree aperte urbane, zone aperte con vegetazione rada o assente, corpi idrici). Sono state quindi tenute in considerazione tutte le aree verdi tipicamente urbane ma anche le aree verdi con destinazione produttiva, presenti nelle sezioni censuarie più periferiche, che comunque contribuiscono alla mitigazione del fenomeno delle ondate di calore. Le aree verdi sono state sommate tra loro per sezione censuaria e ne è stato calcolato il rapporto rispetto alla superficie della sezione stessa. Il dato è stato in seguito invertito, per omogeneità rispetto agli altri parametri considerati, poiché l'obiettivo dell'analisi di sensitività è la valutazione delle aree urbane più critiche. Il dato è stato infine normalizzato (scala 0-1).



Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Molto bassa	0,0	0,0%
Bassa	0,7	6,0%
Media	5,1	43,6%
Alta	4,0	34,2%
Molto alta	1,9	16,2%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>11,7</b>	<b>100%</b>

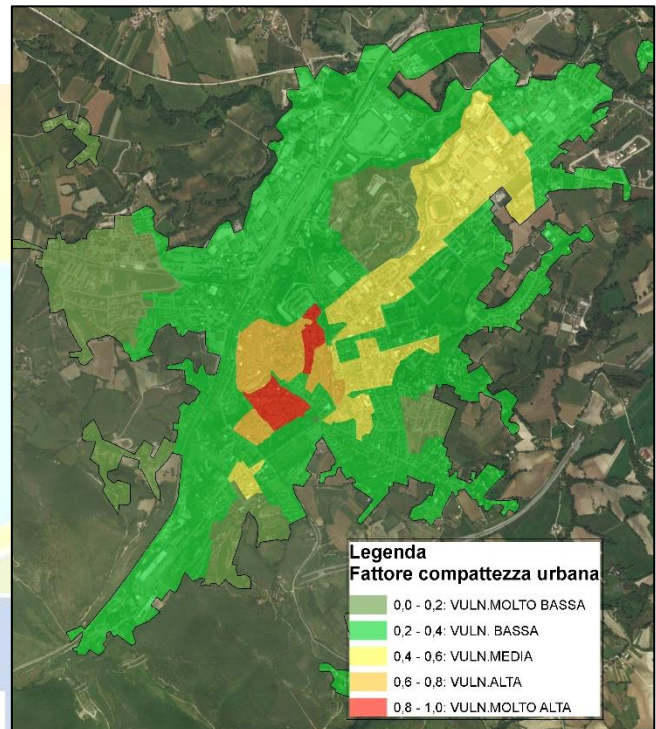
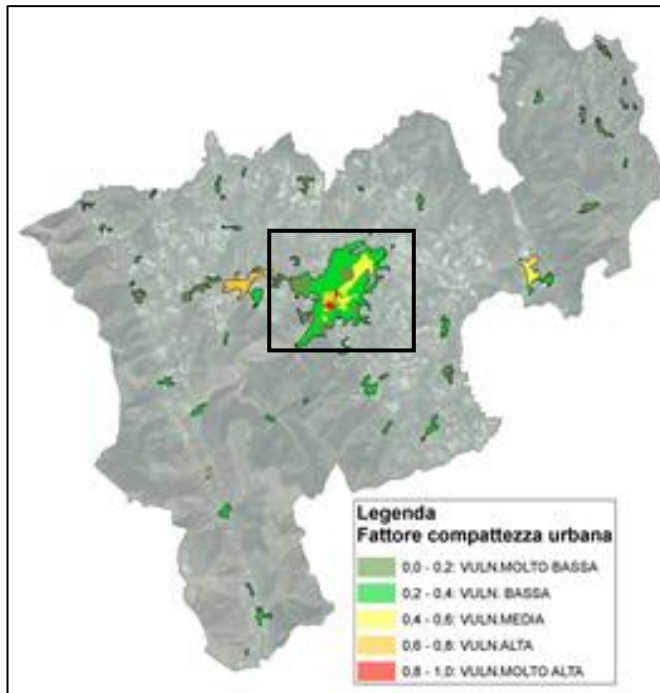
A differenza di quanto evidenziato con i due parametri descrittivi della popolazione, in questo caso si evidenzia una certa criticità legata ad una presenza non così significativa di aree verdi all'interno delle sezioni di censimento considerate nell'analisi. La situazione è ovviamente più critica nel capoluogo, laddove l'elevata densità edilizia (non solo residenziale) limita fortemente la presenza di spazi residuali. Calcolando un valore medio ponderato si ottiene un valore di vulnerabilità totale relativo al parametro in oggetto pari a 0,60 in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità medio-alta).

**D - La compattezza insediativa.** Un altro fattore rilevante nella valutazione della vulnerabilità del territorio in relazione alle ondate di calore nel periodo estivo è la compattezza insediativa. Questo fattore mette a confronto la superficie delle impronte a terra degli edifici e la superficie delle sezioni censuarie. Attraverso questo rapporto si calcola la compattezza insediativa. Maggiore è questo valore, maggiore è la vulnerabilità del territorio, poiché maggiore è la concentrazione di sorgenti di calore e maggiore è l'effetto isola di calore urbano. La vicinanza tra gli edifici crea anche effetti secondari tra i quali in particolare l'effetto rimbalzo della radiazione solare sulle superfici





verticali degli edifici. Questa radiazione rimane “intrappolata” negli spazi urbani interstiziali aumentando ulteriormente la quantità di calore riemesso dalle superfici. Il dato è stato infine normalizzato (scala 0-1).



Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Molto bassa	2,7	23,1%
Bassa	6,6	56,4%
Media	1,4	12,0%
Alta	0,9	7,7%
Molto alta	0,1	0,8%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>11,7</b>	<b>100%</b>

Le mappe rappresentate mettono in evidenza come tutta la zona del centro storico denoti livelli di compattezza molto alti, a differenza di altre nuove urbanizzazioni più periferiche che hanno indici insediativi decisamente più bassi e quindi livelli di compattezza urbana inferiori. In generale, questo criterio di valutazione mette in evidenza una situazione tendenzialmente positiva, di ridotta sensibilità al tema delle ondate di calore. Calcolando un valore medio ponderato si ottiene un valore di vulnerabilità totale relativo al parametro in oggetto pari a 0,31 in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità bassa).

**Sintesi dei fattori di sensibilità.** Per calcolare un fattore globale di sensibilità del territorio comunale, sono stati calcolati dapprima i valori di vulnerabilità dei quattro parametri considerati, utilizzando la media ponderata, sull'estensione superficiale, delle sezioni censuarie delle cinque classi di vulnerabilità. I parametri sono stati normalizzati su una scala 0-1. Ad ogni parametro è stato attribuito un peso pari ad 1.







Parametri considerati	Valore normalizzato [scala 0-1]	Peso dei parametri
Fattore "densità abitativa"	0,17	1,0
Fattore "densità pop. in FD"	0,15	1,0
Fattore "assenza aree verdi"	0,60	1,0
Fattore "compattezza"	0,31	1,0
Fattore globale di sensitività	0,31	-

Globalmente, per il territorio comunale di Fabriano si assume che il valore di sensitività sia pari a 0,31, in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità bassa).

### 3.7.3. Indice di capacità adattiva

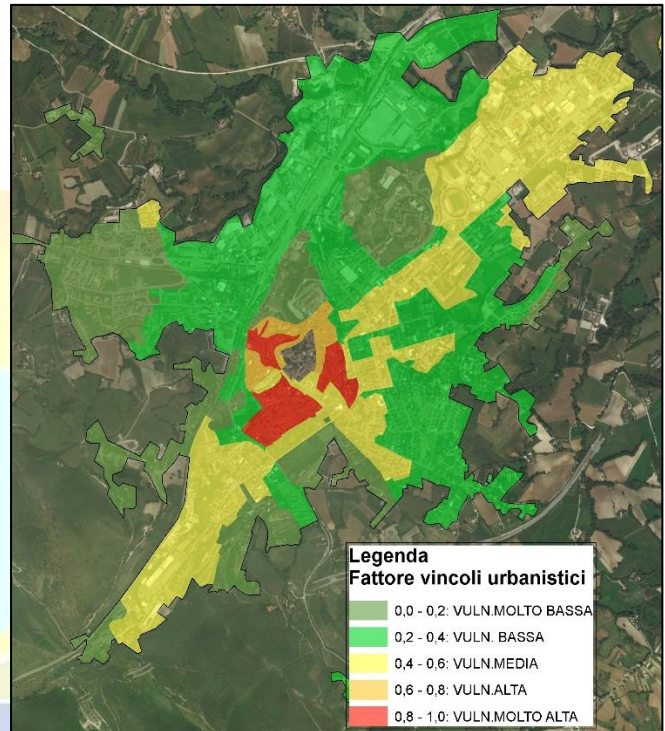
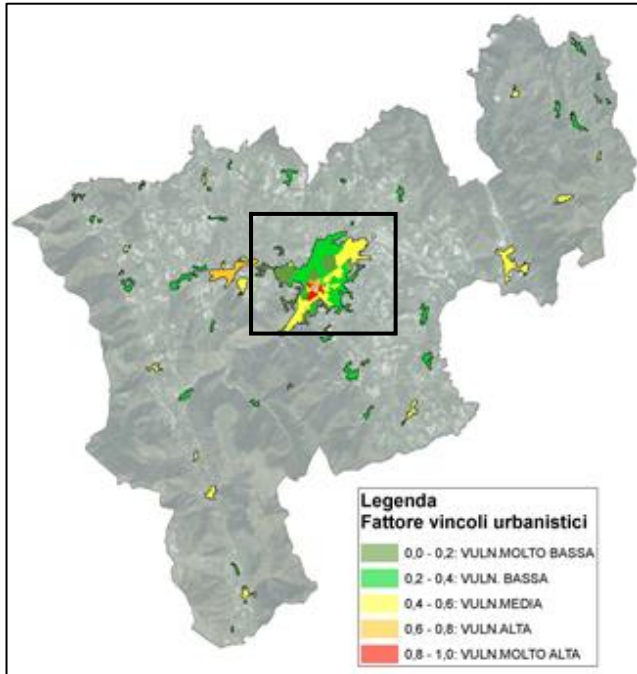
Nell'analisi della capacità adattiva si tengono in considerazione tre aspetti che incidono direttamente sul livello di resilienza dell'area urbana: i vincoli normativi imposti dalla regolamentazione tecnica comunale, lo stato di conservazione degli immobili ad uso abitativo, il livello di istruzione della popolazione residente. La combinazione dei tre fattori può evidenziare, in positivo, la presenza di aree caratterizzate da edifici di nuova costruzione, con elevate performance energetiche ed ambientali, l'assenza di vincoli sostanziali all'ulteriore riqualificazione e/o all'introduzione di nuove tecnologie per migliorare il livello di comfort ed una popolazione sensibile ai temi ambientali ed informata. Viceversa possono sussistere anche porzioni delle aree urbane ove si concentrano immobili particolarmente vetusti, l'impossibilità di intervenire per effetto di imposizioni vincolistiche di natura urbanistica ed edilizia e la presenza di una popolazione poco informata sui reali rischi delle ondate di calore estive e dei relativi impatti sulla salute delle persone in fascia debole (anziani e bambini).

**A – Vincoli urbanistici/edilizi esistenti alla riqualificazione degli edifici.** Il primo indicatore di capacità adattiva misura il grado di libertà di cui i proprietari di edifici dispongono all'interno delle aree urbane, in relazione alla riqualificazione edilizia ed energetica degli immobili. Il grado di libertà viene misurato in questo caso attraverso l'analisi della zonizzazione urbanistica del Piano Regolatore Comunale di Fabriano. La zonizzazione, come da DM n.1444 del 2 aprile 1968, ripartisce le aree urbane in sei Zone Territoriali Omogenee (zona A, zona B, zona C, zona D, zona E, zona F). Per ciascuna delle parti urbane sono ammesse determinate destinazioni d'uso e sono previsti specifici vincoli e parametri d'urbanizzazione. Ad esempio le zone A identificano "le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestano carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale...", mentre le zone B e C si riferiscono rispettivamente "le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A..." e "le parti del territorio destinate a nuovi complessi insediativi". Le zone A sono tipicamente quelle dove insistono i vincoli edilizi principali per le attività di manutenzione straordinaria, risanamento conservativo e riqualificazione edilizia. Viceversa, le zone C, non sono soggette a vincoli analoghi. L'analisi viene quindi realizzata attribuendo a ciascuna zona urbana uno specifico valore che quantifichi la limitazione alla capacità di riqualificazione del proprio edificio. I valori attribuiti a ciascuna zona sono descritti nella tabella a lato.

Zona	Valore
A	5
B	3
C	2
D	4
E-F	1

L'analisi viene realizzata, come nel caso degli indicatori di sensitività, per sezione censuaria. Il valore attribuito a ciascuna sezione è la media ponderata dei valori attribuiti a ciascuna ZTO, in funzione della loro estensione all'interno della sezione stessa. Il dato è stato infine normalizzato (scala 0-1).



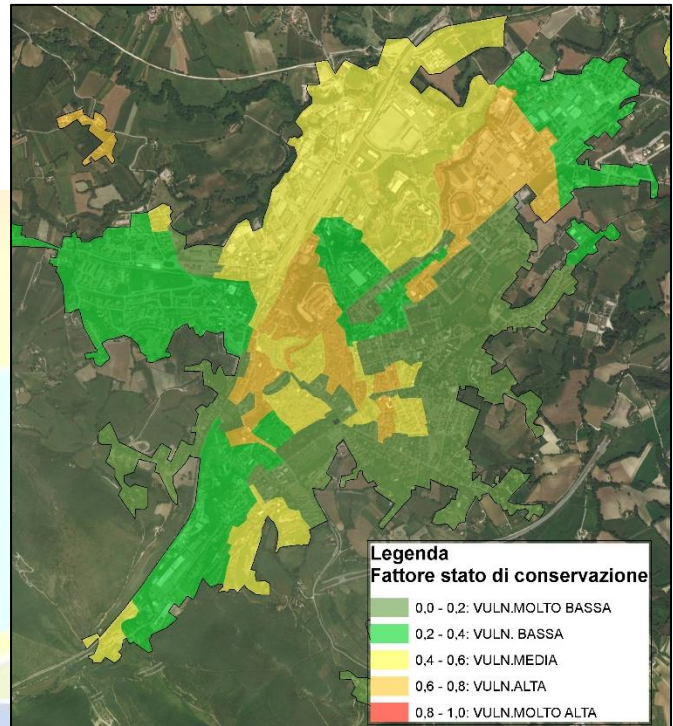
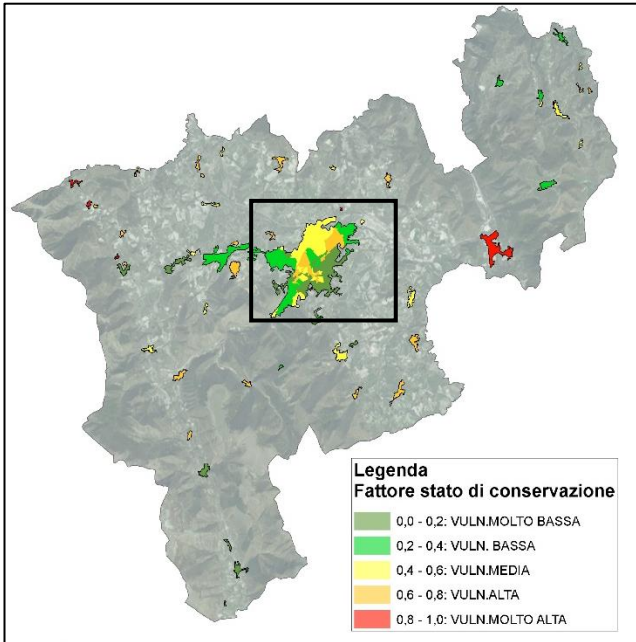


Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Molto bassa	2,0	17,1%
Bassa	4,8	41,0%
Media	3,8	32,5%
Alta	0,8	6,8%
Molto alta	0,3	2,6%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>11,7</b>	<b>100%</b>

Le mappe rappresentate mettono in evidenza come tutta la zona del centro storico denoti livelli di vulnerabilità molto alti, a differenza di altre nuove urbanizzazioni più periferiche che hanno valori decisamente più bassi. Ciò è evidente, poiché le zone del centro storico sono quelle maggiormente vincolate dal Piano Urbanistico (e dalle NTA), ma anche dalla sovrintendenza. Calcolando un valore medio ponderato si ottiene un valore di vulnerabilità totale relativo al parametro in oggetto pari a 0,37 in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità medio-bassa).

**B – Stato di conservazione degli edifici ad uso abitativo.** Tale indicatore tende a verificare lo stato di conservazione del fabbricato residenziale come evidenziato dalle rilevazioni ISTAT, tentando di dedurre anche in questo caso un’informazione numerica cartografabile attraverso una unità minima di riferimento (UC). La rilevazione ISTAT suddivide i fabbricati ad uso abitativo in quattro categorie in base allo stato di conservazione (ottimo, buono, mediocre, pessimo). L’indicatore parte dal presupposto che un edificio con uno stato di conservazione migliore dovrebbe garantire una maggiore resilienza alle ondate di calore estive. Si è deciso pertanto di attribuire a ciascun edificio un punteggio, in una scala da 0,5 a 2, dove il punteggio maggiore indica una maggiore vulnerabilità. L’indicatore globale della sezione censuaria viene calcolato attraverso la media ponderata degli edifici ivi presenti, in funzione della loro numerosità per ciascuna categoria di conservazione. Il dato è stato infine normalizzato (scala 0-1).





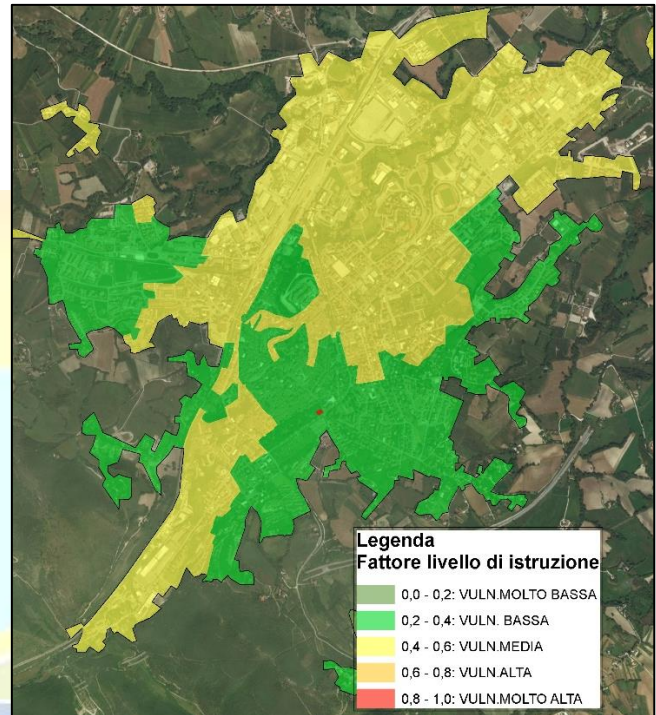
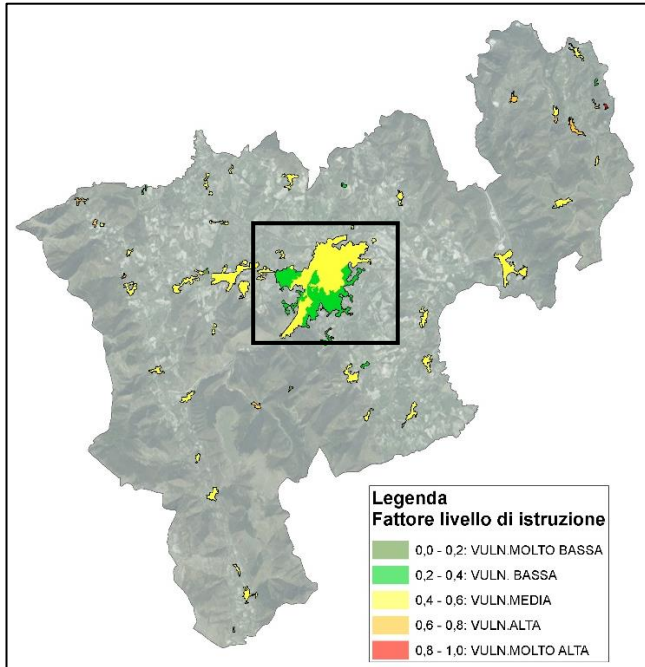
Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Molto bassa	2,7	23,1%
Bassa	3,2	27,4%
Media	2,9	24,8%
Alta	2,2	18,8%
Molto alta	0,7	6,0%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>11,7</b>	<b>100%</b>

Le mappe rappresentate mettono in evidenza come tutta la zona del centro storico denoti livelli di vulnerabilità molto alti, a differenza di altre nuove urbanizzazioni più periferiche che hanno valori decisamente più bassi. Ciò è evidente, poiché le zone del centro storico sono quelle maggiormente vincolate dal Piano Urbanistico (e dalle NTA), ma anche dalla sovrintendenza. Calcolando un valore medio ponderato si ottiene un valore di vulnerabilità totale relativo al parametro in oggetto pari a 0,40 in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità medio-bassa).

**C – Livello di istruzione della popolazione.** L'indicatore rappresenta un dato da relazionare alla consapevolezza e conoscenza dei cambiamenti climatici ed alle possibili forme di adattamento, in particolare in relazione a periodi di ondate di calore. Titoli di studio più elevati dovrebbero aumentare il livello di attenzione degli utenti ai rischi per la salute connessi al tema delle ondate di calore. Al di là della quantificazione numerica del numero di residenti per titolo di studio, dato fornito da ISTAT, attraverso il censimento della Popolazione e delle Abitazioni 2011, per sezione censuaria, l'indicatore vuole evidenziare il fatto che un'adeguata strategia di comunicazione sarà più efficace in un contesto culturalmente più avanzato. Il Piano Nazionale di Adattamento, individua nella comunicazione e nell'informazione un impegno fondamentale per gli amministratori locali. In particolare il Piano recita che *“la maggior parte dei Paesi europei [sviluppa] materiale di orientamento per i decisori che si occupano di adattamento. Strumenti interattivi dinamici in portali web sono potenzialmente una parte importante della “cassetta degli attrezzi” per coloro che sono di fronte alla sfida dell’adattamento ai cambiamenti climatici”*. Il dato di vulnerabilità deriva dalla media ponderata dei punteggi attribuiti in funzione del titolo di studio, in base al numero di abitanti per ciascuna categoria.

Titolo	Valore
Laurea	2
Diploma	3
Scuola media	4
Scuola elementare	5





Livello vulnerabilità	Superficie [km <sup>2</sup> ]	%
Molto bassa	0,1	0,9%
Bassa	2,9	24,8%
Media	8,2	70,1%
Alta	0,4	3,4%
Molto alta	0,1	0,9%
<b>SUP.TOTALE</b>	<b>11,7</b>	<b>100%</b>

In generale la situazione nel Comune di Fabriano, in relazione al tema del livello di istruzione della popolazione residente, è mediamente buona. Poche aree registrano valori di vulnerabilità alta o molto alta. Circa il 50% della popolazione complessiva comunale avente un titolo di studio, ha ottenuto almeno il diploma di scuola media superiore. Calcolando un valore medio ponderato si ottiene un valore di vulnerabilità totale relativo al parametro in oggetto pari a 0,45 in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità media).

**Sintesi dei fattori di capacità adattiva.** Per calcolare un fattore globale di capacità adattiva del territorio comunale (espresso in tabella in termini di assenza di fattori adattivi), sono stati calcolati dapprima i valori di vulnerabilità dei tre parametri considerati, utilizzando la media ponderata sull'estensione superficiale, delle sezioni censuarie, delle cinque classi di vulnerabilità. I parametri sono stati normalizzati su una scala 0-1. Ad ogni parametro è stato attribuito un peso pari ad 1.

Parametri considerati	Valore normalizzato [scala 0-1]	Peso dei parametri
Fattore "vincoli urbanistici"	0,37	1,0
Fattore "stato conservazione"	0,40	1,0
Fattore "livello istruzione"	0,45	1,0
<b>Fattore globale di capacità adattiva</b>	<b>0,41</b>	<b>-</b>





Globalmente, per il territorio comunale di Fabriano si assume che il valore di vulnerabilità associato alla mancanza di capacità adattiva sia pari a 0,41, in una scala da 0 a 1 (vulnerabilità media).

### 3.7.4. Analisi della Vulnerabilità

Sintetizzando i risultati emersi nell'analisi delle tre componenti della vulnerabilità, ovvero sensitività, esposizione e capacità adattiva, emergono i seguenti risultati.

Componenti vulnerabilità	Valore [scala 1-5]	Valore normalizzato [scala 0-1]
Sensitività	-	0,31
Esposizione	2,5	0,38
Capacità adattiva	-	0,41
<b>VULNERABILITA'</b>	-	0,36

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità medio-bassa in relazione al tema delle ondate di calore nel periodo estivo. L'esposizione al fenomeno climatico non sembra ancora essere così marcata, nonostante le ondate di calore si verifichino annualmente con una media di 5 giorni a rischio. Il trend dei dati di temperatura massima e minima, rilevati dalla stazione meteorologica, evidenziano tuttavia una crescita del fenomeno e quindi, a tendere, un incremento progressivo del valore di esposizione. Per quanto concerne la sensitività della popolazione, essa appare addirittura inferiore all'esposizione. Il Comune di Fabriano, infatti, presenta una densità abitativa medio-bassa (anche per quanto concerne la popolazione in fascia "debole"); anche la compattezza insediativa presenta valori analoghi. Ciò significa che la popolazione non è particolarmente concentrata in alcune parti del territorio comunale, riducendo di fatto il rischio che le ondate di calore si possano manifestare a causa di fattori edilizi-urbanistici. Il fattore più critico è quello che descrive la presenza di aree verdi, che tipicamente garantiscono una mitigazione delle ondate di calore estive. Ciò tuttavia non deve trarre in inganno, poiché l'indicatore è forzatamente alto in aree urbane, poiché esso acquisisce il valore più basso solo in assenza totale di aree urbanizzate (situazione evidentemente statisticamente poco rilevante nei centri abitati, dove viceversa si concentrano le strutture edilizie residenziali e non). Per quanto concerne infine la capacità adattiva del territorio, essa appare tendenzialmente buona (quindi il valore di vulnerabilità è medio-basso). In particolare le aree urbane più vincolate sono tendenzialmente concentrate nel centro storico (piuttosto contenuto in termini di estensione spaziale rispetto alle altre aree urbane). Inoltre le strutture edilizie sembrano avere mediamente un buono stato di conservazione, aumentando di fatto la resilienza del tessuto urbano alle ondate di calore, poiché una struttura edilizia in buono stato di conservazione aumenta la propria inerzia termica.

### 3.7.5. Il rischio delle ondate di calore per la salute dei cittadini

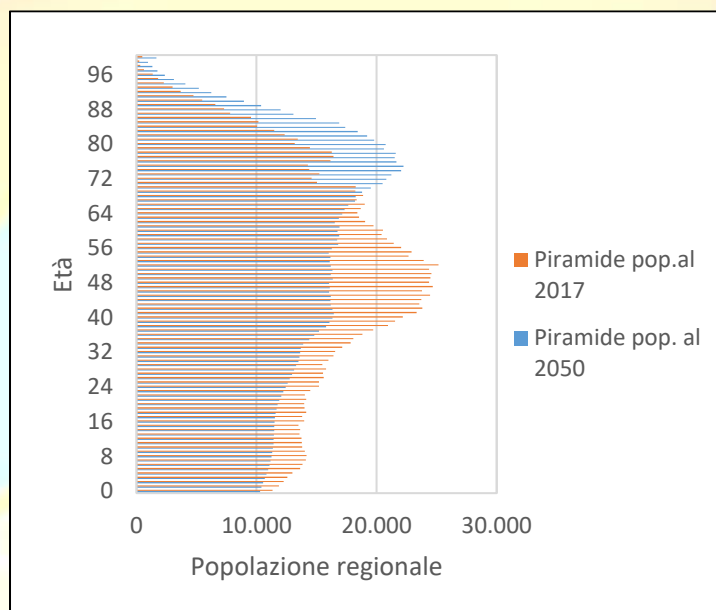
L'analisi dei rischi connessi alle ondate di calore nel periodo estivo è legata strettamente agli effetti di questi fenomeni climatici intensi sulla salute delle persone. L'analisi considera pertanto due aspetti cruciali: d'un lato la percentuale di popolazione in fascia debole, ovvero con un'età inferiore a 5 anni o superiore a 65 anni (sono le persone che risentono principalmente delle ondate di calore); dall'altro la concentrazione di popolazione in aree urbane con bassa capacità resiliente alle ondate di calore. In relazione al primo aspetto, l'analisi dei dati demografici del Comune di Fabriano<sup>12</sup> evidenzia una situazione già piuttosto problematica, poiché nel 2017 circa

<sup>12</sup> E' stata utilizzata come base dati il censimento annuo di ISTAT: <http://demo.istat.it/>



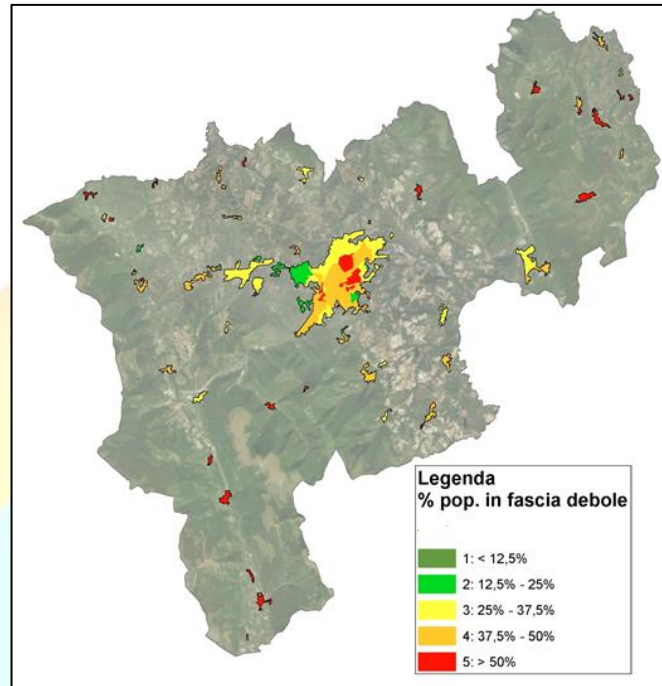


un terzo della popolazione residente rientra nella fascia debole (il 27,5%). Questa percentuale è destinata ad aumentare nei prossimi decenni, poiché il fenomeno dell'invecchiamento della popolazione viene esacerbato dall'allungamento della vita media e dal mancato ricambio generazionale. Per valutare la situazione demografica al 2050 (prospettiva di medio-lungo periodo), sono stati utilizzati i dati ISTAT previsionali, disponibili non su base comunale bensì su base regionale. Si assume tuttavia che il fenomeno dell'invecchiamento della popolazione possa considerarsi omogeneo su tutto il territorio regionale. E' stata quindi dapprima calcolata la percentuale di popolazione in fascia debole su base regionale al 2017 (27,1%) e la stessa percentuale nella proiezione demografica al 2050 (la percentuale sale al 38,5%).



L'incremento percentuale registrato tra il 2017 ed il 2050 (+42,3%) viene quindi applicato alla percentuale comunale di popolazione in fascia debole. Si ottiene quindi per il Comune di Fabriano, al 2050, una percentuale di popolazione in fascia debole pari al 39,2%. Si tratta evidentemente di un dato allarmante, poiché poco meno della metà della popolazione residente potrà risentire in modo più accentuato delle ondate di calore nel periodo estivo. Per valutare correttamente l'impatto dell'invecchiamento della popolazione sul territorio comunale di Fabriano si è deciso di applicare il tasso di incremento regionale alle singole sezioni censuarie e di calcolare quindi la percentuale di popolazione in fascia debole al 2050 per sezione. In questo modo è possibile mettere in evidenza le parti del territorio comunale che necessiteranno di un migliore sistema di allerta e di monitoraggio sanitario. In gran parte del capoluogo la popolazione in fasce debole oscillerà tra il 40% ed il 60% del totale. Alcune borgate più periferiche faranno registrare valori anche superiori, talvolta maggiori dell'80%. La problematicità del fenomeno sarà quindi correlata anche alla dispersione insediativa tipica di questo territorio, che potrà rendere più difficoltoso il monitoraggio delle situazioni a rischio. La tecnologia verrà sicuramente in aiuto. La percentuale di popolazione in fascia debole è stata utilizzata nell'analisi del rischio come valore probabilistico di manifestazione degli effetti delle ondate di calore sulla popolazione locale. Il dato percentuale di popolazione in fascia debole è stato suddiviso in cinque classi (si veda la figura). Per l'analisi del rischio è stato utilizzato il valore globale medio ponderato, utilizzando la popolazione residente per sezione censuaria come fattore di peso. Per quanto concerne questo parametro si ottiene un valore medio ponderato pari a 3,7, in una scala compresa tra 1 e 5.





In relazione al secondo aspetto indicato inizialmente, ovvero il numero di abitanti che vivono nelle sezioni censuarie con indice di vulnerabilità maggiore (e quindi con minor capacità resiliente), ci si è affidati interamente all'analisi spaziale tramite software GIS. E' stato sufficiente in questo caso incrociare il dato di popolazione residente (considerando la popolazione in tutte le fasce d'età), per sezione censuaria, con il valore finale di vulnerabilità ottenuto dalla sezione. In questo modo è stato possibile calcolare un valore globale medio ponderato della vulnerabilità, dove la popolazione residente è il fattore di ponderazione. Per quanto concerne questo parametro si ottiene un valore medio ponderato pari a 2,4, in una scala compresa tra 1 e 5.

Incrociando il dato medio ponderato della vulnerabilità con quello legato alla percentuale di popolazione in fascia debole, si ottiene un valore finale di rischio medio-alto.

Vulnerabilità (V)	5	M	H	MA	MA	MA
	4	M	H	MA	MA	MA
	3	M	H	H	H	H
	2	B	M	M	M	M
	1	Trascurabile	B	B	B	B
		1	2	3	4	5
Hazard level						





## 4. Sintesi dei risultati

### 4.1. Sintesi delle analisi di vulnerabilità

80

VULNERABILITA' DEL TERRITORIO AGLI INCENDI BOSCHIVI													
Descrizione del fattore	Indicatore	Scala		Valore osservato	Valore normalizzato	Peso	Totale	Impatto potenziale	Capacità adattiva	Vulnerabilità			
		Valore minimo	Valore massimo										
<b>Esposizione</b>													
1	Fattore climatico	Combinazione di Tmax>30°C e CDD*		1,9	0,23	0,2	0,47	0,52	0,48	0,51			
2	Fattore antropico	Prossimità alle infrastrutture/attività		3,1	0,53	0,8							
<b>Sensitività</b>													
1	Uso del suolo	Tipologia di uso del suolo		4,0	0,75	0,5	0,58						
2	Geomorfologia	Combinazione di fattori geomorfologici		2,7	0,43	0,2							
3	Valore del territorio	Valore ecologico+ valore antropico		2,6	0,40	0,3							
<b>Capacità adattiva</b>													
1	Strumenti di lotta agli incendi boschivi	Prossimità a fonti idriche utilizzabili all'uopo		2,9	0,48	1	0,48						

\* CDD = Consecutive Dry Days (giorni consecutivi siccitosi)







### VULNERABILITA' DELL'AGRICOLTURA ALLA SICCA'ITÀ

Descrizione del fattore	Indicatore	Scala		Valore osservato	Valore normalizzato	Peso	Totale	Impatto potenziale	Capacità adattiva	Vulnerabilità
		Valore minimo	Valore massimo							
<b>Esposizione</b>										
1	Indicatori siccità meteo	Analisi degli indici SPI e SPEI		1	5	3	0,50	1	0,50	
<b>Sensitività</b>										
1	SAU	Rapporto SAU/Sup. territoriale		1	5	2,0	0,25	0,1	0,46	0,48
2	Consumo idrico medio	Consumo idrico potenziale delle colture praticate		1	5	4,0	0,75	0,4		
3	Fonte di approvvigionamento idrico	Valutazione della provenienza della risorsa idrica impiegata		1	5	3,1	0,53	0,2		
4	Occupati in agricoltura	Occupati in agricoltura/occ.totali		1	5	1,0	0,00	0,1		
5	Colture di pregio	% colture di pregio/SAU totale		1	5	2,0	0,25	0,1		
6	Aree irrigabili	Estensione delle aree irrigabili sulla SAU tot.		1	5	1,0	0,00	0,1		
<b>Capacità adattiva</b>										
1	Età del titolare centro az.	Età media dei titolari		1	5	3	0,50	0,1	0,51	0,50
2	Livello scolarizzazione	Titolo di studio conseguito		1	5	4	0,75	0,1		
3	Informatizz. aziende	% di aziende informatizzate		1	5	5	1,00	0,05		
4	Diritto reale sul terreno	% aziende con terreno in proprietà		1	5	2	0,25	0,2		
5	Tipologia irrigazione	Tipologia di irrigazione utilizzata nelle colture		1	5	2,9	0,48	0,5		
6	Consulenza irrigua	% di aziende con consulenza irrigua attivata		1	5	5	1,00	0,05		





**VULNERABILITA' DELL'AGRICOLTURA ALL'EROSIONE DEI SUOLI PER PRECIPITAZIONI INTENSE**

Descrizione del fattore	Indicatore	Scala		Valore osservato	Valore normalizzato	Peso	Totale	Impatto potenziale	Capacità adattiva	Vulnerabilità			
		Valore minimo	Valore massimo										
<b>Esposizione</b>													
1	Erosività delle precipitazioni	Analisi del fattore R nel calcolo del RUSLE	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,73</b>			
<b>Sensibilità</b>													
1	Erodibilità dei suoli	Analisi del fattore K del modello RUSLE	-	-	-	-	-						
2	Lunghezza e pendenza dei versanti	Analisi del fattore LS del modello RUSLE	-	-	-	-	-						
3	Copertura del suolo	Analisi del fattore C del modello RUSLE	-	-	-	-	-						
<b>Capacità adattiva</b>													
1	Pratiche di controllo dell'erosione	Analisi del fattore P del modello RUSLE	-	-	-	-	-						





**VULNERABILITA' DEL SETTORE INDUSTRIALE ALLA RIDUZIONE DELLA DISPONIBILITA' IDRICA**

Descrizione del fattore	Indicatore	Scala		Valore osservato	Valore normalizzato	Peso	Totale	Impatto potenziale	Capacità adattiva	Vulnerabilità			
		Valore minimo	Valore massimo										
<b>Esposizione</b>													
1	Indicatori siccità meteo	Analisi dell'indice SPI	1	5	3	0,50	1	0,50	<b>0,61</b>	<b>0,00</b>	<b>0,41</b>		
<b>Sensibilità</b>													
1	Settori produttivi ad elevata intensità idrica	Calcolo del quoziente di localizzazione dei settori produttivi ad alta int. Idrica	1	5	3,9	0,73	1	0,73					
<b>Capacità adattiva</b>													
1	Indice di dimensione media	Numero di addetti per unità	1	5	1	0,00	1	0,00					





VULNERABILITA' DEL SETTORE SALUTE ALLE ONDATE DI CALORE ESTIVE										
Descrizione del fattore	Indicatore	Scala		Valore osservato	Valore normalizzato	Peso	Totale	Impatto potenziale	Capacità adattiva	Vulnerabilità
		Valore minimo	Valore massimo							
<b>Esposizione</b>										
1	Intensità delle ondate di calore	Analisi delle Tmax>30°C e Tmin>20°C	1	5	2,5	0,38	1	0,38		
<b>Sensibilità</b>										
1	Densità di popolazione per sezione censuaria	Numero di abitanti per sezione censuaria/Superficie	0	1	0,17	0,17	1	0,31	0,34	0,41
2	Densità di popolazione in fascia debole (>65 anni+<5 anni)/Superficie	Numero di abitanti in fascia debole (>65 anni+<5 anni)/Superficie	0	1	0,15	0,15	1			
3	Presenza di aree verdi	% di aree verdi per sezione censuaria	0	1	0,60	0,60	1			
4	La compattezza insediativa	Superficie impronta a terra edifici/Superficie sezione	0	1	0,31	0,31	1			
<b>Capacità adattiva</b>										
1	Vincoli alla riqualificazione	Vincoli legati alla zonizzazione urbanistica	0	1	0,37	0,37	1	0,41		
2	Stato di conservazione degli edifici	Media ponderata dello stato di conservazione degli edifici presenti per sezione	0	1	0,40	0,40	1			
3	Istruzione della popolazione	Titolo di studio conseguito	0	1	0,45	0,45	1			



## 4.2. Sintesi delle analisi dei rischi

Di seguito si propone una sintesi dei risultati dell'analisi della Vulnerabilità e dei Rischi per i sei impatti analizzati. Il valore finale del rischio permette al Comune di creare una gerarchia di priorità d'intervento; ciò dovrà trovare riscontro nel Piano di Adattamento, sebbene si debba anche considerare contestualmente la capacità effettiva di incidere sul settore da parte dell'Amministrazione Comunale.

Impatti	Valore Vulnerabilità	Valore Rischio
Incendi Boschivi	Medio	Alto
Siccità in agricoltura	Medio	Alto
Erosione dei suoli agricoli	Medio-alto	Alto
Dissesti idrogeologici	-	Medio
Riduzione disponibilità idrica nell'industria	Medio-basso	Medio
Problemi di salute per ondate di calore	Medio-basso	Medio-Alto

### Incendi boschivi

Il Comune ha una sensibilità abbastanza elevata, legata principalmente alla conformazione del territorio (marcate acclività) ed all'estesa presenza di aree boscate, di cui una parte rilevante con elevato valore ecologico ed ambientale (presenza di aree SIC e ZPS). L'esposizione è media e non determinata principalmente da fattori climatici, bensì dalla componente antropica; l'elevata dispersione insediativa del Comune di Fabriano ha determinato lo sviluppo di un network infrastrutturale molto ramificato, anche nelle aree più boscate, laddove sono localizzate le borgate, aumentando di conseguenza le possibili aree di innesco (doloso o colposo). Il Comune, nel 2008, in seguito ad eventi rilevanti di incendi boschivi, si è tuttavia dotato di un Piano di emergenza. Il Piano evidenzia come il territorio sia comunque ben provvisto di fonti di approvvigionamento idrico, distribuite in modo piuttosto uniforme. Ciò determina una buona capacità adattiva. Questo aspetto dovrà comunque essere adeguatamente monitorato nel tempo, poiché molti punti di approvvigionamento idrico potrebbero risentire della riduzione della disponibilità idrica, per effetto della siccità, e potrebbero quindi non essere disponibili per lo spegnimento degli incendi. La mappa finale della vulnerabilità del territorio mette in evidenza una situazione di criticità media e alta diffusa. In virtù della limitata capacità predittiva degli incendi boschivi (proprio per effetto della natura fortemente antropica degli inneschi) e per effetto di una banca dati geografica ancora molto limitata in termini temporali, non è possibile quantificare correttamente un valore globale di rischio. Si è deciso pertanto di utilizzare d'un lato i risultati della mappatura dettagliata delle aree a maggiore vulnerabilità e dall'altro (per la pericolosità) si è fatto riferimento ai risultati dell'analisi condotta da Regione Marche in occasione della redazione del "Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi", che indica, per il Comune di Fabriano, la presenza di aree a rischio alto o estremo per circa il 50% del territorio.

### Siccità in agricoltura

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità media in relazione al tema della siccità in agricoltura. Il principale elemento di vulnerabilità è legato alla mancanza di capacità adattiva, principalmente per effetto di un utilizzo ancora poco pervasivo di micro-irrigazione e per la presenza di centri aziendali ancora improntati ad un





modello imprenditoriale di vecchia concezione (basso ricorso a forme di consulenza irrigua e limitato accesso a strumenti informatici/digitali per la gestione dell'agricoltura). Da un punto di vista climatico, e quindi in termini di esposizione al rischio siccità, il Comune fa registrare un valore di vulnerabilità media; l'analisi è stata effettuata utilizzando i parametri di SPI e SPEI a 3 mesi. Infine, la sensibilità del sistema agricolo fabrianese appare non così accentuata, per effetto di una riduzione del peso del settore nelle dinamiche produttive e del lavoro caratterizzanti il tessuto economico locale e per un elevato ricorso a fonti di approvvigionamento idrico da acque sotterranee (meno suscettibili a variazioni di disponibilità rispetto alle acque superficiali). Tuttavia, le colture praticate nel territorio sono particolarmente vulnerabili sul fronte del consumo idrico teorico; potrebbe quindi rendersi necessario l'avvio di un processo di graduale ottimizzazione delle pratiche d'irrigazione ed eventualmente delle essenze coltivate (anche in termini di rotazioni pluriennali). L'analisi del rischio viene basata d'un lato sul valore economico del settore agricolo (si è preso in considerazione lo Standard Output, inserito nelle modifiche alla PAC del 2010, che esprime il valore di ogni coltura in Euro per ettaro) e dall'altro sulla frequenza dei fenomeni siccitosi rilevata negli ultimi cinquanta anni (attraverso l'analisi dei dati climatici a disposizione). Il valore economico globale ottenuto è basso, ciò per la presenza di colture a valore aggiunto non così elevato; la frequenza degli eventi siccitosi è media (31 giorni siccitosi l'anno), ma con una tendenza marcata all'incremento, tale da rendere il settore ancora più vulnerabile nei prossimi decenni. A seguito di quanto sopra esposto si assume un rischio finale alto.

### **Erosione dei suoli agricoli**

Il tasso di erosività è un indicatore di sintesi che può essere utilizzato per valutare la vulnerabilità del territorio fabrianese (ed in particolare delle aree agricole) al rischio di erosione dei suoli. Per una definizione delle soglie di vulnerabilità da adottare, occorre fare riferimento al tasso di accettabilità del rischio d'erosione idrica del suolo, che normalmente deve tenere in considerazione gli aspetti ambientali, antropici, economici e sociali propri dell'area analizzata. Le soglie utilizzate nell'analisi derivano da uno studio condotto dalla Regione Marche prendendo in considerazione i paesaggi e le aree gestionali omogenee nelle diverse regioni pedologiche (la vulnerabilità è massima quando l'asportazione di suolo è maggiore di 20 tonnellate l'anno per ettaro). Calcolando la media ponderata dei valori di vulnerabilità, esclusivamente sulle parti del territorio comunale contraddistinte da un uso del suolo agricolo secondo la classificazione del Corine Land Cover del 2012, si ottiene un valore globale di vulnerabilità alto. Per l'analisi dei rischi si prendono in considerazione i dati relativi al valore economico delle colture praticate sul territorio comunale ed alla frequenza dei fenomeni climatici connessi all'erosione dei suoli, legati in particolare all'incremento della capacità erosiva delle precipitazioni. Prendendo in considerazione i valori di Standard Output, che indicano per il Comune di Fabriano un valore medio di 834€/ettaro ed un valore totale comunale di 6.008.100€, si assume che il valore economico sia basso. La probabilità di avvenimento (P) del fenomeno climatico oggetto di studio è ugualmente bassa (167 eventi tra il 1961 ed il 2008, con una media annua di 4 eventi). Valutando contestualmente vulnerabilità del sistema e pericolosità dell'impatto, si assume un valore finale di rischio alto.

### **Rischio idrogeologico**

L'analisi del rischio idrogeologico passa inevitabilmente attraverso la lettura dei documenti di Piano già esistenti e nello specifico del Piano per l'Assetto Idrogeologico. Il piano 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 ad hoc, 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 per il comune di Fabriano, al solo scopo di poter comparare i risultati con gli altri settori analizzati. Per calcolare l'indicatore sintetico di rischio è stato valutato il valore medio ponderato del rischio nelle aree "esposte", ovvero quelle cartografate dal PAI. La ponderazione avviene sulla base dell'estensione areale. Oltre alla valutazione del





valore medio ponderato, è bene tenere presente anche l'estensione stessa delle aree a rischio all'interno del territorio comunale. Per dare una valutazione corretta, si è deciso di attribuire il valore più basso qualora le aree a rischio coprano 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. L'incrocio dei due fattori del rischio (livello medio di esposizione al rischio ed estensione delle aree a rischio) evidenzia per il territorio di Fabriano un fattore sintetico globale di rischio medio.

### **Riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale**

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità medio-bassa in relazione al tema della riduzione della disponibilità idrica nel settore industriale. Da un punto di vista climatico, e quindi in termini di esposizione al rischio, il Comune fa registrare un valore di vulnerabilità media; l'analisi è stata effettuata utilizzando i parametri di SPI a 12 e 24 mesi. In termini di sensitività il settore industriale fabrianese è particolarmente vulnerabile poiché fortemente specializzato in cicli produttivi ad alta intensità idrica (in particolare la filiera della carta). Tuttavia, la presenza di centri di produzione di dimensioni medio-grandi determina potenzialmente un'elevata capacità di adattamento, in quanto le strutture di ricerca e sviluppo interne e le capacità di accesso al mercato del credito o comunque alle fonti di finanziamento esistenti è decisamente superiore rispetto alle realtà produttive dimensionalmente più piccole (PMI). Data la tendenziale stazionarietà dei consumi idrici previsionali nel territorio dell'ATO2 e l'assenza di un trend netto di riduzione della cumulata annua delle precipitazioni (che è comunque percettibile), è possibile stabilire in termini qualitativi che la probabilità che un evento di siccità prolungata incida sull'approvvigionamento idrico degli stabilimenti produttivi sia bassa. Incrociando i risultati dell'analisi della vulnerabilità, che mettono in evidenza come il territorio sia mediamente vulnerabile, con i risultati qualitativi dell'analisi probabilistica, si può assumere che il rischio legato alla riduzione della disponibilità idrica nel bacino idrografico, tale da indurre una riduzione dell'approvvigionamento idrico degli stabilimenti del territorio fabrianese a più alta intensità idrica, sia medio.

### **Problemi di salute per ondate di calore**

Il Comune di Fabriano fa registrare una vulnerabilità medio-bassa in relazione al tema delle ondate di calore nel periodo estivo. L'esposizione al fenomeno climatico non sembra ancora essere così marcata, nonostante le ondate di calore si verifichino annualmente con una media di 5 giorni a rischio ed il fenomeno si stia intensificando. Per quanto concerne la sensitività della popolazione, essa appare addirittura inferiore all'esposizione. Il Comune di Fabriano, infatti, presenta una densità abitativa medio-bassa (anche per quanto concerne la popolazione in fascia "debole"); anche la compattezza insediativa presenta valori analoghi. Il fattore più critico è quello che descrive la presenza/l'assenza di aree verdi, che tipicamente garantiscono una mitigazione delle ondate di calore estive. Per quanto concerne infine la capacità adattiva del territorio, essa appare tendenzialmente buona (quindi il valore di vulnerabilità è medio-basso). In particolare, le aree urbane più vincolate sono tendenzialmente concentrate nel centro storico (piuttosto contenuto in termini di estensione spaziale rispetto alle altre aree urbane). Inoltre, le strutture edilizie sembrano avere mediamente un buono stato di conservazione, aumentando di fatto la resilienza del tessuto urbano alle ondate di calore. L'analisi dei rischi connessi alle ondate di calore nel periodo estivo è legata strettamente agli effetti di questi fenomeni climatici intensi sulla salute delle persone. L'analisi considera pertanto due aspetti cruciali: d'un lato la percentuale di popolazione in fascia debole, ovvero con un'età inferiore a 5 anni o superiore a 65 anni; dall'altro la concentrazione di popolazione in aree urbane con bassa capacità resiliente alle ondate di calore. In relazione al primo aspetto, l'analisi dei dati demografici del Comune di Fabriano evidenzia una situazione problematica, poiché, al 2050, si prevede che la percentuale di popolazione in fascia debole sia pari addirittura al 40% circa. In gran parte del capoluogo la popolazione in fasce debole oscillerà tra il 40% ed il 60% del totale. Alcune borgate più periferiche faranno registrare valori anche superiori, talvolta maggiori dell'80%. La problematicità del fenomeno sarà quindi correlata anche alla dispersione insediativa tipica di questo





territorio, che potrà rendere più difficoltoso il monitoraggio delle situazioni a rischio. In relazione al numero di abitanti che vivono nelle sezioni censuarie con indice di vulnerabilità maggiore si è ottenuto un valore medio ponderato medio-basso. Incrociando il dato medio ponderato della vulnerabilità con quello legato alla percentuale di popolazione in fascia debole, si ottiene un valore finale di rischio medio-alto.







## Bibliografia

Copernicus Europe's eyes on Earth (<http://land.copernicus.eu/global/about>)

Disaster Risk Analysis, Guidance for Local Governments, UNICEF, December 2013.

EC 2007. Council Directive 2007/60/EC of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. Official Journal of the European Union. European Commission.

EEA (20017) - Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. (<http://europa.eu>).

IPCC 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. In: FIELD, C. B., V. BARROS, T.F. STOCKER, D. QIN, D.J. DOKKEN, K.L. EBI, M.D. MASTRANDREA, K.J. MACH, G.-K. PLATTNER, S.K. ALLEN, M. TIGNOR, AND P.M. MIDGLEY. (ed.) A special report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

IPCC, Houghton, J.T.; Ding, Y.; Griggs, D.J.; Noguer, M.; van der Linden, P.J.; X. Dai, Maskell, and C.A. Johnson (eds.) 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

GIZ (2014), The Vulnerability Sourcebook - Concept and guidelines for standardized vulnerability assessments

GIZ (2014b), The Vulnerability Sourcebook Annex

Parry, M.L.; Canziani, O.F.; Palutikof, J.P.; van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (eds.) 2007: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

UNISDR (2009), International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, available at: [www.preventionweb.net/english/professional/terminology/?pid:6&pih:2](http://www.preventionweb.net/english/professional/terminology/?pid:6&pih:2)

University of Vienna (2013) - Seerisk: common risk assessment methodology for the Danube macro-region

Repository of Adaptation Indicators, GIZ, 2015 (<http://www.adaptationcommunity.net/knowledge/monitoring-evaluation-2/project-level-adaptation-me-2/>)

Local Vulnerability Indicators and Adaptation to Climate Change IDB, 2015 ([http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/idb01062016\\_local\\_vulnerability\\_indicators\\_and\\_adaptation\\_to\\_climate\\_change\\_a\\_survey.pdf](http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/idb01062016_local_vulnerability_indicators_and_adaptation_to_climate_change_a_survey.pdf))

Vulnerability indicators ClimWatAdapt project (<http://climwatadapt.eu/vulnerabilityindicators>)

Covenant of Mayors for Climate & Energy Reporting Guidelines - SECAP Template (<http://www.covenantofmayors.eu/Covenant-technical-materials.html>)





Urban vulnerability to climate change in Europe – an interactive map book – (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>)

Censimento della Popolazione e delle Abitazioni 2011, <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx>

Censimento dell'Industria e dei Servizi 2011, <http://dati-censimentoindustriaeservizi.istat.it/Index.aspx?lang=it>

Censimento dell'Agricoltura 2010, <http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/Index.aspx>

