

RETICULA

RETI ECOLOGICHE, GREENING E GREEN INFRASTRUCTURE
NELLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO E DEL PAESAGGIO



SOMMARIO

L'EDITORIALE

Agricoltura e biodiversità: dalle nuove regole europee una alleanza che inizia dalla rete NATURA 2000 e dalle Aree Protette

S. D'Antoni2

I. Agricoltura, foreste e biodiversità: rischi, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici. L'esperienza del progetto Interreg Artacim

R. Donato, C. Saponeri, G. Quaglio, I. Mortari, I. Abate Daga5

II. Le attività dell'Alpine Biodiversity Board per una governance unitaria nella tutela della biodiversità

P. Angelini, P. Pigliacelli, E. Natalini, S. Chelo, S. D'Ambrogio16

III. Il valore ecosistemico degli alberi in città: il caso del parco Chico Mendez di Perugia

F. Ventura, C. Proietti, G. Meloni, M. Burnelli, L. Ruga, M. Fornaciari, A. Ranfa, F. Orlandi26

IV. Le funzioni degli orti e dell'agricoltura non professionali nei sistemi agroalimentari locali

S. Simeoni37

BOX - Il network per lo studio della diversità micologica

M. Diaco, P.M. Bianco, L. Campana, F. Floccia.....49

RETICULA NEWS.....51

CALL FOR PAPERS MONOGRAFIA RETICULA 2021

NBS – Nature Based Solutions e territorio: prendersi cura della Natura con la Natura62

AGRICOLTURA, FORESTE E BIODIVERSITÀ: RISCHI, VULNERABILITÀ E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI.

L'ESPERIENZA DEL PROGETTO INTERREG ARTACLIM

[Roberta Donato](#)¹, [Cinzia Saponeri](#)¹, [Giorgio Quaglio](#)¹, [Irene Mortari](#)², [Ilario Abate Daga](#)³

¹ SEACoop STP

² Città Metropolitana di Torino

³ libero professionista

Abstract: *L'articolo riporta il rapporto tra gli effetti causati dal cambiamento climatico ed i rischi e la vulnerabilità dei sistemi agricoli, delle foreste e della biodiversità allo scopo di ottenere una classificazione del territorio in base al rischio. Lo studio è stato condotto e finanziato all'interno del progetto [Interreg ARTACLIM](#), il cui obiettivo principale è favorire l'introduzione di [misure di adattamento ai cambiamenti climatici](#) nell'ambito della programmazione e pianificazione territoriale delle amministrazioni pubbliche transfrontaliere.*

Parole chiave: pianificazione territoriale, resilienza, cambiamenti climatici, vulnerabilità.

Agriculture, forests and biodiversity: risks, vulnerability and adaptation to climate change. The experience of the Interreg ARTACLIM project

The article describes the relationship between the effects of climate change and the risks and vulnerability of the agricultural systems, forests and biodiversity, with the aim of achieving a classification of the territory on the basis of risk. The study has been carried out and financed within the Interreg Artacim research-action project, whose main objective is to support the introduction of adaptation measures to climate change in the field of urban development planning of cross-border public administrations.

Key words: spatial planning, resilience, climate change, vulnerability.

INTRODUZIONE

Il progetto ARTACLIM ha ricevuto un co-finanziamento FESR nell'ambito del Programma INTERREG ALCOTRA 2014-2020 ASSE PRIORITARIO 2: Ambiente sicuro OBIETTIVO SPECIFICO 2.1: Migliorare la pianificazione territoriale da parte delle istituzioni pubbliche per

l'adattamento ai cambiamenti climatici Il progetto. Partner di progetto lato Italia sono: [SEACoop](#) (responsabile dell'azione oggetto del presente articolo), [Città Metropolitana di Torino](#) (Dipartimento territorio), [Dipartimento DIST \(Politecnico di Torino\)](#), [Isbee Italia R&D](#).

Le analisi condotte all'interno del progetto

ARTACLIM hanno consentito, a partire dagli scenari futuri di evoluzione climatica, di definire il pericolo climatico, attuale e futuro ed il livello di esposizione, di sensitività e di capacità adattiva dei diversi territori, dal cui rapporto derivano due indici: l'indice di vulnerabilità di un territorio e l'Indice globale di rischio (attuale e futuro).

Il rischio è stato descritto in funzione del pericolo, dell'esposizione e della vulnerabilità: $R = H \times E \times V$, dove la vulnerabilità è data dalla sensibilità e dalla capacità adattiva. La prima fase del progetto ha quindi riguardato l'individuazione degli scenari di cambiamento climatico.

Per lo studio della variabilità dei pericoli attesi sono stati presi in esame gli indicatori climatici i quali descrivono in letteratura l'entità e la frequenza degli eventi estremi; in particolare nello studio sono stati presi in considerazione quegli indicatori che descrivono l'andamento della precipitazione e della temperatura. Il calcolo delle anomalie di tali indicatori sul periodo futuro rispetto al valore sul periodo climatico di riferimento, ha permesso di comprendere se questo pattern atmosferico può o meno comportare una variazione. Ovviamente la descrizione in dettaglio della variazione del pericolo richiederebbe una valutazione tramite modelli specifici; tuttavia considerare questi indicatori per una valutazione dell'evoluzione della pericolosità all'interno di analisi del rischio è una prassi largamente utilizzata in letteratura per studi analoghi. In particolare, per il calcolo delle anomalie sono stati presi in esame due scenari emissivi IPCC (RCP4.5 e RCP8.5) per il periodo 2021-2050 e 2071-2100, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 (CMCC - ISIRES, 2019).

A partire dai rischi messi in evidenza dallo scenario tendenziale, ed in sintesi relativi ad un

aumento delle temperature medie con particolare aumento dei giorni $> 30^\circ$ che protratti nel tempo generano siccità, alternati da eventi piovosi brevi ed intensi che possono assumere le caratteristiche di eventi alluvionali, si è giunti ad una prima descrizione sintetica degli effetti descritti nei paragrafi successivi sui sistemi agricoli, delle foreste e della biodiversità.

METODOLOGIA GENERALE

Lo studio in esame intendeva addivenire ad una valutazione quantitativa della vulnerabilità intrinseca ai cambiamenti climatici per l'area pilota individuata ossia la [Zona Omogenea Pinerolese \(ZOP\)](#). Come riportato nelle schede statistico-territoriali delle zone omogenee del [Piano Territoriale Generale Metropolitano](#), si tratta di una zona di circa 130.000 abitanti. La zona va dai 239 ai 3.280 m s.l.m e comprendente 45 comuni per una superficie complessiva di circa 1.302 kmq. Per lo più a morfologia montana (64%), nelle tre vallate principali (la Val Pellice, la Val Germanasca e la Val Chisone) sono predominanti le superfici boscate, principalmente boschi naturali con pochi ettari di rimboschimenti composti da larici, abeti, e pino silvestre. Nell'area collinare sono prevalenti le aree agricole con limitate coltivazioni a vite, mentre l'area di pianura è caratterizzata da un'intensa attività agricola volta da un lato alla produzione frutticola (mele, pesche, kiwi) dall'altra alla coltivazione cerealicola (mais in particolare) e all'allevamento di bovini e suini.

La valutazione quantitativa è stata effettuata a partire dalla definizione di vulnerabilità enunciata dall'IPCC (IPPC, 2014) e facendo riferimento alle linee guida più recenti in materia, quali "Vulnerability Sourcebook - Concept and guidelines for standardised vulnerability

assessments” del German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development” (GIZ & EURAC, 2017) e “Linee Guida, principi e procedure standardizzate per l’analisi climatica e la valutazione della vulnerabilità a livello regionale” (LIFE MASTER-ADAPT, 2018).

In primo luogo, a cura della [Fondazione Centro Euro Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici \(CMCC\)](#), è stato delineato il profilo climatico della ZOP allo stato attuale e quello atteso negli scenari futuri come meglio specificato di seguito.

Successivamente, sono stati individuati ed elaborati gli indicatori relativi ai seguenti fattori (LIFE MASTER-ADAPT, 2018):

- Pericolo, definito come il potenziale verificarsi di eventi fisici che potrebbe causare perdita di vite umane, feriti, o altri impatti sulla salute, così come danni o perdite di proprietà, infrastrutture, mezzi di sussistenza, fornitura di servizi, ecosistemi e risorse ambientali;
- Esposizione, definita come la presenza di persone, mezzi di sussistenza, servizi e risorse ambientali, infrastrutture, beni economici, sociali, culturali, in luoghi che potrebbero essere negativamente colpiti;
- Sensitività, definita come grado in cui un sistema è affetto, sia negativamente sia positivamente, da stimoli di natura climatica;
- Capacità adattiva, abilità di un sistema di adeguarsi al cambiamento climatico, limitando i danni potenziali.

Per la definizione dei valori degli indicatori di pericolo climatico, ci si è avvalsi degli esiti del lavoro condotto dal CMCC e dall’[Istituto Italiano Ricerca e Sviluppo \(ISIRES\)](#) (CMCC - ISIRES, 2019).

Gli indicatori di pericolo climatico utilizzati nello studio di vulnerabilità in esame fanno

specificatamente riferimento allo scenario, convenzionalmente denominato RCP4.5, secondo il quale, entro il 2070, le emissioni di CO₂ dovrebbero scendere al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione atmosferica dovrebbe stabilizzarsi entro la fine del secolo a circa il doppio dei livelli pre-industriali. Tali indicatori di pericolo hanno fornito le necessarie indicazioni, a livello comunale, circa l’evoluzione attesa per l’anno 2050.

Per ognuno dei fattori esposizione, sensitività e capacità adattiva, così come suggerito dalla manualistica di riferimento, è stato identificato almeno un indicatore.

I dati utilizzati per consentire il calcolo degli indicatori sono stati di diverso tipo (es. puntuali, georeferenziati, etc.), ma dovevano rispondere ai medesimi requisiti (LIFE MASTER-ADAPT, 2018) di: adeguata risoluzione spaziale e temporale; continuità (assenza di dati mancanti nel database); accessibilità (dovevano provenire da database facilmente accessibili); aggiornamento delle informazioni fornite; affidabilità.

I singoli indicatori sono stati quindi aggregati per elaborare i quattro Indici Globali di Pericolo, Esposizione, Sensitività e Capacità adattiva. Dalla ulteriore, successiva aggregazione degli Indici Globali di Sensitività e di Capacità adattiva è scaturito l’Indice Globale di Vulnerabilità, (GIZ & EURAC, 2017; LIFE MASTER-ADAPT, 2018). Infine, con il prodotto tra gli Indici Globali di Pericolo, Esposizione e Vulnerabilità, è stato calcolato il Rischio attuale e futuro.

Per il calcolo del Rischio futuro, si è adeguatamente modificato l’Indice di Pericolo, procedendo al calcolo sulla base degli indicatori climatici attesi per il 2050, mentre si sono mantenuti invariati gli Indici di Esposizione e di

Vulnerabilità. Nello studio di vulnerabilità a cui si fa qui riferimento sono state prese in considerazione tre aree tematiche di agricoltura, foreste e biodiversità.

Considerando quanto le condizioni ecologiche correlate all'altitudine (clima, suoli, morfologia ecc.) costituiscano un fattore di caratterizzazione e di vincolo imprescindibile (ad es. per le colture praticabili, per i tipi forestali e le tipologie di habitat che si possono affermare), si è reso indispensabile suddividere i 45 comuni della ZOP in tre fasce altimetriche (pianura, collina, montagna) secondo la classificazione adottata da ISTAT. In questo modo è stato possibile confrontare i risultati ottenuti sul grado di vulnerabilità e sull'entità dei rischi del territorio facendo riferimento a contesti territoriali omogenei.

Per le tre aree tematiche selezionate, i pericoli naturali derivanti dai cambiamenti climatici presi in considerazione sono quelli riferibili alle

inondazioni e alla siccità, per i quali sono stati individuati i relativi pericoli climatici quantificati per mezzo di indicatori (Tabelle 1 e 2).

Al fine di agevolare l'interpretazione dei dati, i valori degli indicatori e degli indici globali sono stati attribuiti a classi correlate ad un gradiente cromatico e rappresentate in cartogrammi (Figura 1).

Di seguito schematicamente, si descrivono tre esempi (uno per ciascuna area tematica trattata) di valutazione della vulnerabilità del territorio e del rischio associato, per i pericoli naturali alluvioni e siccità.

EVENTI ALLUVIONALI E AGRICOLTURA

I danni più significativi che gli eventi alluvionali specificatamente esercitano a carico dell'agricoltura si possono sintetizzare come di seguito:

- perdita dei frutti pendenti e delle anticipazioni colturali;
- danni reversibili o irreversibili alle dotazioni

Tabella 1. Elenco degli indicatori di pericolo climatico connesso alle inondazioni (elaborazione degli Autori nell'ambito del progetto ARTA-CLIM).

PERICOLO: INONDAZIONI			
Pericolo climatico	Indicatore	Descrizione	Unità di misura
Aumento della frequenza delle precipitazioni	R10	giorni all'anno con precipitazione maggiore di 10 mm	n.
	R20	giorni all'anno con precipitazione maggiore di 10 mm	n.
	RR1	giorni all'anno con pioggia maggiore o uguale ad 1 mm	n.
Aumento dell'intensità delle precipitazioni	PRCPTOT	cumulata (somma) della precipitazione annuale per i giorni con precipitazione maggiore o uguale ad 1 mm	mm/anno
	SDII	precipitazione media giornaliera nei giorni con precipitazione maggiore o uguale ad 1 mm	mm
	RX1DAY	massimo di precipitazione giornaliera	mm/giorno
	RX5DAY	massimo di precipitazione su 5 giorni consecutivi su scala annuale	mm

Tabella 2. Elenco degli indicatori di pericolo climatico connesso alla siccità (elaborazione degli Autori nell'ambito del progetto ARTACLIM).

PERICOLO: SICCAITA'			
Pericolo climatico	Indicatore	Descrizione	Unità di misura
Variazione delle temperature	SU	giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 25°C	gg/anno
	TR	giorni all'anno con temperatura minima maggiore di 20°C	gg/anno
	HW	giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 35°C	gg/anno
	TXx	Valore massimo delle temperature massime giornaliere	°C
Variazione del regime delle precipitazioni	CDD	numero massimo di giorni consecutivi all'anno con precipitazione minore di 1 mm	gg/anno

infrastrutturali (viabilità, infrastrutture irrigue, impianti antigrandine e di sostegno, serre e altre protezioni per le colture...);

- danni reversibili o irreversibili agli edifici rurali (abitazioni, ricoveri zootecnici, ricoveri per macchine e attrezzature, depositi e magazzini per stoccaggio dei prodotti raccolti);
- morte per annegamento di animali allevati;
- alterazione delle condizioni fisico-chimiche dei suoli a causa del deposito di sedimenti, a cui consegue un'alterazione del grado di fertilità;
- alterazione della morfologia degli appezzamenti, di nuovo a causa del deposito di sedimenti, che impone l'esecuzione di lavori per il ripristino delle condizioni plano-altimetriche originarie;
- interruzione delle forniture di servizi di base (es. corrente elettrica, acqua potabile) che impediscono lo svolgimento di funzioni (mungitura, abbeverata, riscaldamento serre ecc.).

Gli indicatori di esposizione presi in esame sono i seguenti:

- aree allagabili P2 (Alluvioni poco frequenti con tempi di ritorno ≥ 100 -200 anni) e P3 (Alluvioni frequenti con tempi di ritorno di 20-50 anni)

secondo le mappe di pericolosità e rischio del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA);

- Superficie Agricola Utilizzata (S.A.U.) e superfici destinate a colture arboree da legno (nella maggior parte dei casi si tratta di impianti di cloni di pioppo) perché spesso situate in aree esondabili;
- numero degli allevamenti per comune localizzati nelle aree allagabili P2 e P3. Gli allevamenti risultano particolarmente esposti agli eventi alluvionali sia perché necessitano di un gran numero di strutture dedicate (ricoveri zootecnici, sili, concimaie, impianti di depurazione delle acque reflue) sia perché in caso di emergenza risulta particolarmente difficoltoso intervenire per la salvaguardia del bestiame allevato.

Quali indicatori di sensitività si è invece fatto riferimento a:

- S.A.U. afferente a suoli di Classe di Capacità d'uso I e II. Come si è detto uno dei danni più significativi originati dalle esondazioni a carico delle superfici agricole è rappresentato dal deposito di grandi quantità di sedimenti che

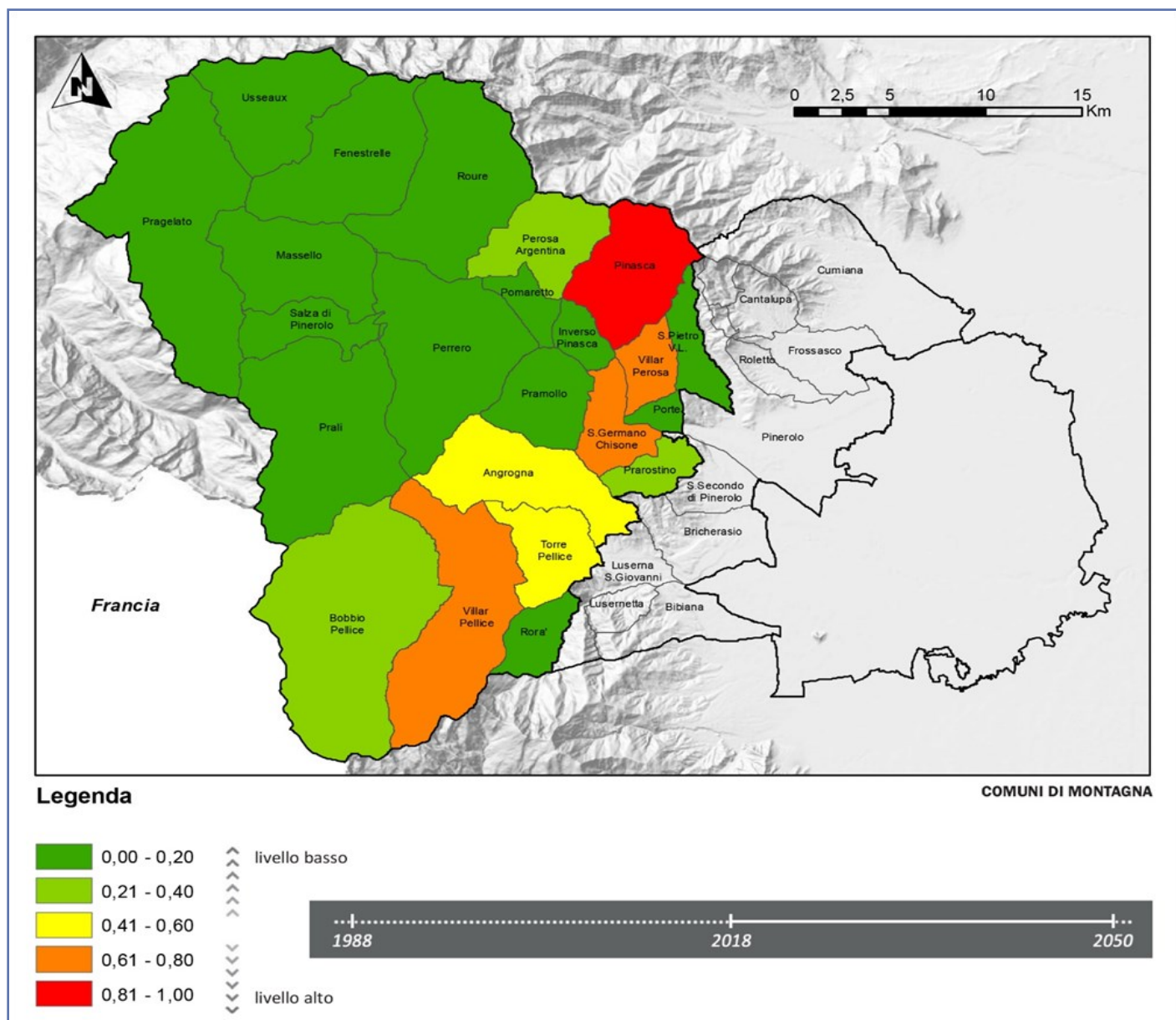


Figura 1. Cartogramma del rischio globale futuro per la componente foreste rispetto al pericolo naturale siccità nella fascia altimetrica montana (elaborazione degli autori nell'ambito del progetto ARTACLIM).

possono modificare le caratteristiche fisicochimiche dei suoli.

- Superficie destinata a frutteti e vigneti ricadente nelle fasce P2 e P3. La sensibilità di frutteti e vigneti è particolarmente elevata sia perché richiedono consistenti investimenti nella fase di impianto sia perché sono di norma dotati di attrezzature per il sostegno e/o l'irrigazione e/o la protezione da grandine che possono essere

fortemente danneggiati da eventi alluvionali.

- Senilità: Si è ritenuto ragionevole utilizzare come indicatore il numero di aziende i cui conduttori hanno superato i 65 anni di età considerando che, in questi contesti, eventi traumatici come sono quelli correlati agli eventi alluvionali possono mettere a rischio la sopravvivenza stessa delle aziende.

Per quanto concerne gli indicatori di capacità



Figura 2. Fenomeni alluvionali in ambito agricolo (foto da archivio del Parco Fluviale Gesso e Stura).

adattiva si sono considerati:

- l'adeguamento dei Piani Regolatori Comunali al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI): si tratta di un passaggio amministrativo cruciale perché determina l'instaurarsi di vincoli sugli usi e sulle modalità di gestione del territorio a livello comunale nelle aree considerate a rischio e ne riduce di conseguenza significativamente l'esposizione.
- Piani comunali di Protezione Civile post-2012. Nel 2012 è stata promulgata la legge 100/2012 che ha introdotto importanti aggiornamenti circa la modalità di analisi e gestione delle emergenze che dovrebbero essere recepite dai Piani di protezione civile.
- Assicurazioni: è stato preso in considerazione il numero di aziende che hanno sottoscritto polizze che presentano l'avversità Alluvione tra

quelle per le quali sono offerte garanzie.

Dalla lettura integrata degli indici di sensitività e capacità adattiva, si è stimato il livello di vulnerabilità a livello comunale, che esprime la propensione del sistema agricolo ad essere negativamente impattato dai cambiamenti climatici (inondazioni).

Infine l'Indice Globale di Rischio ha permesso di esprimere l'interazione tra probabilità che si verifichino condizioni climatiche correlabili agli eventi alluvionali, presenza di recettori afferenti al sistema agricolo e propensione del sistema agricolo ad essere negativamente impattato nel periodo 2021-2050, secondo lo scenario RCP 4.5. Si sono così individuati 4 territori comunali, tra i 45 esaminati, collocabili nella classe a "rischio alto".

EVENTI ALLUVIONALI E BIODIVERSITÀ

Gli effetti delle alluvioni sulla biodiversità sono di varia natura e possono manifestarsi sulle diverse componenti a livelli di scala alquanto differenti. Gli impatti più significativi che si sono previsti nel contesto territoriale della ZOP sono riconducibili a:

- massicci fenomeni di erosione con associato trasporto e deposito di sedimenti di diversa granulometria nelle aree adiacenti (dinamiche di incisione/sedimentazione);
- variazioni morfologiche e idrologiche dei corsi d'acqua con modificazioni a livello di substrato, microhabitat, mesohabitat e impatti a cascata a carico delle comunità biotiche associate (macrobenthos, ittiofauna, anfibi, macrofite, ecc.);
- modifiche strutturali o distruzione delle formazioni vegetali interessate dall'evento, con stravolgimento degli equilibri morfologici ed ecologici preesistenti;
- erosione e dilavamento del suolo, che rappresentano non solo la perdita di una risorsa preziosa, ma potenziale causa di trasporto e diffusione di fitofarmaci, sostanze e materiali inquinanti;
- veicolazione di specie vegetali o animali al di fuori dell'alveo fluviale, con possibili effetti negativi sull'equilibrio delle catene trofiche e delle comunità preesistenti (ad esempio: trasporto di ittiofauna verso bacini non ancora colonizzati o diffusione di specie animali e vegetali esotiche invasive).

Gli indicatori di esposizione presi in considerazione, con riferimento alle aree allagabili P2 e P3 definite dalle mappe di pericolosità e rischio del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), sono:

- la superficie agricola utilizzata (S.A.U), al fine di integrare all'interno dell'area tematica

biodiversità gli aspetti naturalistici dell'agroecosistema (ad esempio i prati o le siepi e i filari), in riferimento al ruolo ecologico ricoperto da queste superfici, soprattutto nel contesto delle fasce altimetriche inferiori.

- le aree a prevalente valenza pastorale ovvero le formazioni erbacee più o meno spontanee e i cespuglieti pascolabili;
- le altre coperture del suolo (tra cui, come meglio specificato di seguito: greti dei corsi d'acqua, bacini e invasi);
- le superfici forestali.

Per quanto riguarda gli indicatori di sensitività (sempre con riferimento alle fasce P2 e P3 del PGRA), sono stati presi in esame:

- i greti, in qualità di ambienti in stretto rapporto con l'ambiente prettamente fluviale;
- i bacini e gli invasi, in quanto le aree umide sono ecosistemi delicati e particolarmente vulnerabili a modificazioni di natura chimica, fisica e biologica;
- i prati, poiché le formazioni erbacee possono risentire particolarmente di eventuali ristagni d'acqua in quanto determinano asfissia radicale, denitrificazione e inibizione dell'attività microbica del terreno, dilavamento del suolo e apporto di sedimenti ed eventualmente di sostanze inquinanti.

Gli indicatori di capacità adattiva presi in considerazione sono:

- Superfici interessate da misure di adattamento ai cambiamenti climatici riportate all'interno di strumenti quali Piani di gestione e/o Misure di conservazione per Siti Rete Natura 2000 e/o Piani d'area per le aree protette;
- Superfici a saliceti e pioppeti ripari (fasce P2 e P3);
- Superfici ad Alneti pianiziali e montani (fasce P2 e P3);

- Superfici destinate ad impianti di pioppo (fasce P2 e P3).

In linea generale le formazioni vegetali sopra elencate ben sopportano periodiche inondazioni, presentano elevata resilienza ai loro effetti e fungono da barriera naturale che contribuisce a contenere l'entità dell'evento.

L'integrazione dei dati ha permesso il calcolo del livello di vulnerabilità con dettaglio comunale, al fine di valutare la propensione dei recettori correlati alla biodiversità ad essere negativamente affetti dai cambiamenti climatici, per quanto riguarda gli eventi alluvionali.

Infine, è stato possibile calcolare l'Indice Globale di Rischio. Si sono così individuati 3 territori comunali, tra i 45 esaminati, collocabili nella classe a "rischio alto".

FORESTE E SICCIÀ

Nello studio di vulnerabilità, per evitare sovrapposizioni con le valutazioni effettuate per il tema biodiversità, le foreste sono state considerate esclusivamente nella loro accezione produttiva ovvero come risorsa gestita a fini economici attraverso specifiche tecniche selvicolturali.

Inoltre, dalla valutazione della vulnerabilità e del rischio delle foreste correlato alla siccità, sono stati esclusi i comuni di pianura in quanto:

- nei comuni di pianura, in termini generali, le superfici boscate risultano estremamente modeste e quelle con destinazione produttiva e/o produttiva-protettiva sono in numero decisamente esiguo;
- nell'ambito delle superfici boscate con destinazione produttiva e/o produttiva-protettiva, i tipi forestali rappresentati nei comuni di pianura della ZOP non appartengono al gruppo di quelli individuati come sensibili (e riportati di seguito

quali indicatori di sensitività).

Fatte queste premesse, occorre anche ricordare che la siccità è una normale e ricorrente caratteristica del ciclo idrologico, valutata in relazione al bilancio locale tra la precipitazione e l'evapotraspirazione e rispetto all'intervallo temporale in cui si verifica. La persistenza nel tempo e l'estensione spaziale del fenomeno, sono i principali parametri che determinano l'entità degli impatti a carico delle cenosi forestali.

Tali impatti, diretti e indiretti, possono essere di varia natura. In particolare, in condizioni di siccità aumenta l'evapotraspirazione delle piante in quanto si manifesta la necessità di mantenere una adeguata temperatura delle lamine fogliari; contestualmente, l'acqua nel suolo viene persa per evaporazione. Lo squilibrio che ne consegue genera stress. La diversa reazione delle specie agli stress idrici comporta un'alterazione delle capacità competitive interspecifiche e intraspecifiche e di conseguenza una variazione delle composizioni forestali.

Gli indicatori di pericolo climatico utilizzati per il pericolo siccità sono elencati nella tabella precedente.

Per quanto riguarda gli indicatori di esposizione sono stati presi in considerazione:

- la superficie forestale con destinazione produttiva e produttiva-protettiva, in quanto l'unica ad assumere importanza nel settore primario;
- il numero di operatori forestali iscritti all'Albo delle Imprese Forestali del Piemonte.

Quali indicatori di sensitività si sono assunti:

- la superficie a faggeta, in quanto particolarmente sensibile alla siccità (Jump *et al.*, 2006) e di particolare importanza sotto il profilo selvicolturale;
- la superficie a castagneto, in quanto il castagno è una specie sensibile alla siccità (Waldböhr &

Oberhuber, 2009) ed occupa un posto di rilievo per l'interesse produttivo tra le specie forestali piemontesi;

- la superficie a pecceta e a rimboschimento di abete rosso, in quanto la specie risulta tra le più sensibili a prolungati periodi di siccità (Vitali *et al.*, 2017).

Quale indicatore di capacità adattiva si è considerata la superficie pianificata da Piani Forestali Aziendali con indicazioni gestionali per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Dalla lettura integrata degli indici di sensitività e capacità adattiva, si è stimato il livello di vulnerabilità a livello comunale.

Infine con l'Indice Globale di Rischio è stato possibile esprimere l'interazione tra: 1) probabilità che si verifichino condizioni climatiche correlabili alla siccità, 2) presenza di recettori afferenti al sistema forestale e 3) propensione del sistema forestale ad essere negativamente impattato nel periodo 2021-2050 secondo lo scenario RCP 4.5. Attraverso

questo percorso è stato possibile individuare 2 territori comunali collocabili nella classe a "rischio alto".

CONCLUSIONI

L'articolato processo descritto nel presente articolo trova conclusione e diffusione nell'applicativo [ARTACLIM_CLIMEAPP](#) quale supporto utile ad una pianificazione e gestione del territorio che rispetti i principi di tutela ambientale trasferibile ad altri contesti territoriali.

ARTACLIM_CLIMEAPP nasce dall'urgenza di capire quali effetti causati dal cambiamento climatico stanno provocando un progressivo aumento dei pericoli legati ad alluvioni, frane/valanghe, incendi e siccità in riferimento a sei aree tematiche: sistema insediativo, sistema infrastrutturale, sistema agricolo, foreste, biodiversità e turismo.

L'applicativo permette all'utente di valutare la variazione della pericolosità climatica attesa in maniera interattiva, nel periodo 2021-2050 e 2071-2100, secondo due scenari IPCC (RCP4.5 e RCP8.5), per la Città Metropolitana di Torino. Per queste aree

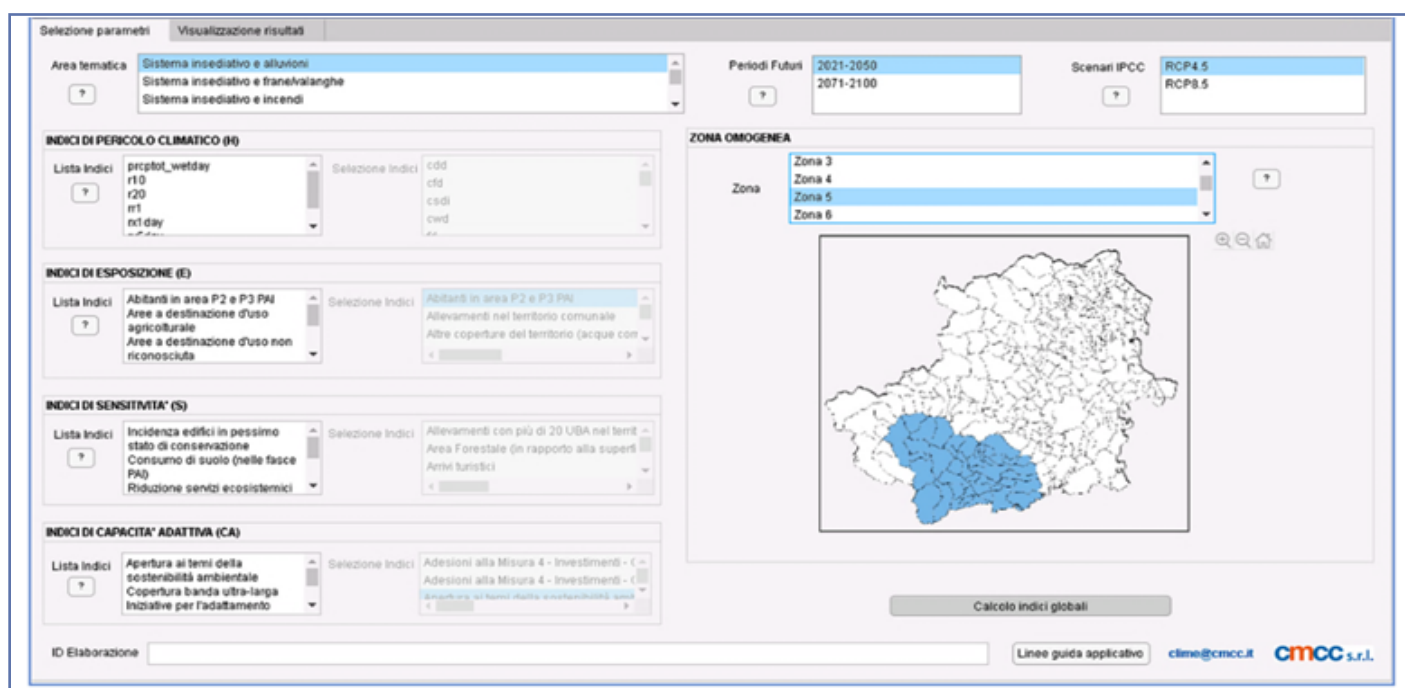


Figura 3. Interfaccia grafica della stand-alone application: [ARTACLIM_CLIMEAPP](#).

sono infatti identificati i pericoli attuali collegati alle caratteristiche di eventi meteo-climatici che potrebbero essere esacerbati per via del cambiamento climatico. La quantificazione del pericolo climatico avviene attraverso l'analisi di una serie di indicatori scelti come proxy ricollegabili alla situazione climatica locale.

In aggiunta, l'applicativo permette la valutazione dell'esposizione, della vulnerabilità (suddivisa in sensibilità e capacità adattiva) e del rischio per la zona omogenea del Pinerolese (ZOP 5), caso studio del progetto ARTACLIM. In questo caso, sono stati individuati ed elaborati indicatori specifici in grado di definire il livello di rischio in funzione del pericolo, dell'esposizione e della vulnerabilità a sua volta suddivisa in sensibilità e capacità adattiva ($R = H \times E \times V$). Grazie all'utilizzo di CLIMEAPP, pertanto, si può comprendere non solo come un determinato pericolo climatico possa variare nel tempo per effetto del cambiamento climatico, ma anche determinare a quali aree dare maggiori priorità di azione per aumentare la resilienza del territorio ai pericoli climatici attesi.

La metodologia utilizzata garantisce, inoltre, la riproducibilità dell'applicativo anche per altri territori e una certa flessibilità d'azione sugli indicatori. È possibile, infatti, creare nuove aree tematiche a scelta, così da permettere la valutazione della variazione della pericolosità climatica attesa per un ulteriore settore di interesse affine a quelli scelti dal progetto. Per quanto riguarda Esposizione, Sensibilità e Capacità Adattiva l'utente può, inoltre, aggiornare il contenuto dei file già esistente nella banca dati.

vulnerabilità del territorio della ZOP al cambiamento climatico. Final Report.

GIZ & EURAC, 2017. *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk.* Bonn, GIZ

IPCC, 2014. [*Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*](#) [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Jump, A.S., Hunt J.M., Peñuelas J., 2006. *Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*.* Global Change Biology, Volume 12, pp. 2163-2174.

LIFE MASTER-ADAPT, 2018. [*Linee guida, principi e procedure standardizzate per l'analisi climatica e la valutazione della vulnerabilità a livello regionale e locale.*](#)

Vitali V., Büntgen U., Bauhus J., 2017. *Silver fir and Douglas fir are more tolerant to extreme droughts than Norway spruce in south-western Germany.* Global Change Biology; Volume 23, pp. 5108–5119

Waldboth M., Oberhuber W., 2009. *Synergistic effect of drought and chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) on growth decline of European chestnut (*Castanea sativa*).* Forest Pathology, Volume 39, pp. 43–55.

BIBLIOGRAFIA

CMCC - ISIRES, 2019. *Elaborazione di uno studio di*



RETICULA rivista quadrimestrale di ISPRA
reticula@isprambiente.it

DIRETTORE DELLA RIVISTA
Luciano Bonci

COMITATO EDITORIALE
Serena D'Ambrogi, Michela Gori, Matteo Guccione, Luisa Nazzini

COMITATO SCIENTIFICO
Corrado Battisti, José Fariña Tojo (Spagna), Sergio Malcevschi, Patrizia Menegoni,
Jürgen R. Ott (Germania), Riccardo Santolini

La foto di copertina "Fiori di Borragine" è di Roberta Collu
[È terza classificata al Concorso Fotografico - Life Sic2Sic](#)

La revisione dei testi in lingua straniera è a cura di Daniela Genta.
È possibile iscriversi a Reticula compilando il [form di registrazione](#).

Le opinioni ed i contenuti degli articoli firmati sono di piena responsabilità degli Autori.
È vietata la riproduzione, anche parziale, di testi e immagini se non espressamente citati.
Le pagine web citate sono state consultate ad aprile 2021.

ISSN 2283-9232

Gli articoli pubblicati sono stati soggetti ad un procedimento di revisione tra pari a doppio cieco.
Questo prodotto è stato realizzato nel rispetto delle regole stabilite dal sistema di gestione
qualità conforme ai requisiti ISO 9001:2015 valutato da IMQ S.p.A.