

2015



Giovanni Vicentini



[METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SUL SISTEMA ENERGETICO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO]

Come valutare la variazione delle pressioni climatiche a livello locale? Quali impatti esse determinano sul territorio? Quali opzioni di adattamento possono essere implementate?

Sommario

Dal cambiamento climatico alle opzioni di adattamento	3
Premessa	3
Una metodologia su scala metropolitana?	3
La valutazione delle pressioni climatiche a livello locale	8
La valutazione degli impatti sul sistema energetico a livello locale.....	29
La correlazione di pressioni climatiche ed impatti.....	59
La correlazione tra impatti e danni	60
Le opzioni di adattamento	67

Dal cambiamento climatico alle opzioni di adattamento

Premessa

La mitigazione del cambiamento climatico

Il cambiamento climatico si sta già verificando a livello globale ed i suoi effetti hanno conseguenze a livello locale sia sui sistemi naturali che su quelli antropici. Per prevenire gli impatti più dannosi, il riscaldamento globale dovrebbe essere limitato entro i 2°C rispetto alla temperatura media precedente la rivoluzione industriale ed entro gli 1,2°C rispetto alla situazione attuale (inizio ventunesimo secolo). Per ottenere questo obiettivo le azioni di *mitigazione* sono necessarie. Esse mirano a ridurre le cause che determinano il surriscaldamento del pianeta, in particolare le emissioni di gas climalteranti quali la CO₂. L'Europa sta fortemente investendo in questa direzione, incoraggiando, allo stesso modo, altre regioni e nazioni ad adottare simili politiche. L'iniziativa del Patto dei Sindaci, lanciata nel 2008 dalla Commissione Europea, ha spinto molte amministrazioni locali a redigere Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile, per introdurre azioni di mitigazione nei processi di pianificazione locale, con un approccio tipicamente bottom-up.

L'adattamento al cambiamento climatico

E' apparsa fin da subito evidente la necessità di introdurre azioni di adattamento a fianco delle azioni di mitigazione, poiché alcuni impatti non sono più prevenibili. Nel 2013 la Commissione Europea ha quindi concepito una strategia di adattamento agli impatti del cambiamento climatico, considerando sia quelli che già si sono verificati, sia quelli che potrebbero verificarsi nel prossimo futuro e che quindi richiedono interventi preventivi. Le azioni di adattamento sono finalizzate alla protezione dei cittadini, degli edifici, delle infrastrutture, delle attività economiche e degli ecosistemi. A causa della grande variabilità e varietà degli impatti che si verificano nelle differenti regioni europee e delle differenti capacità e possesso di strumenti per affrontare il cambiamento climatico, l'Europa impone l'adozione a livello nazionale/locale delle azioni di adattamento. L'Europa svolge, in questo contesto, l'importante ruolo di coordinamento delle attività degli Stati Membri e di diffusione di una maggiore consapevolezza e informazione su queste tematiche, premendo affinché le azioni di adattamento rientrino nell'agenda politica di tutte le regioni europee. A fronte di questa necessità di un approccio locale, bottom-up, simile a quanto già portato avanti con l'iniziativa del Patto dei Sindaci, per la mitigazione, si è deciso di impostare una metodologia ad uso delle amministrazioni comunali.

Una metodologia su scala metropolitana?

Concetto di rischio

La valutazione del reale impatto a livello locale dei cambiamenti climatici avviene principalmente attraverso l'analisi dei rischi e della vulnerabilità del sistema territoriale. Il *rischio* può essere definito come la combinazione della probabilità che si verifichi un dato evento e la gravità degli impatti che tale evento determina sul territorio. Riducendo il significato alla sfera energetica esso rappresenta la probabilità che una pressione climatica possa incrementare la domanda di energia di un territorio o possa ridurre l'offerta. In entrambi i casi il danno è anche economico, perché accresce da un lato la

spesa energetica di famiglie e imprese e dall'altro riduce l'autonomia energetica del territorio, aumentandone la dipendenza dall'esterno.

Concetto di vulnerabilità

Nelle pubblicazioni relative al cambiamento climatico, la *vulnerabilità* è invece descritta come una funzione della sensibilità e resilienza di un territorio rispetto alle pressioni indotte da una variazione climatica. E' evidente che lo stesso impatto ha effetti diversi a seconda di dove si manifesta; in taluni casi le condizioni al contorno possono effettivamente tramutare l'impatto in un danno, mentre in taluni altri l'impatto viene facilmente "ri-assorbito" dal territorio.

In seguito a quale livello di stress il sistema si accorge della variazione climatica in atto? Il sistema è in grado di rispondere alle sollecitazioni della variazione climatica e oltre quale soglia ne subisce le conseguenze?. Queste domande possono essere poste nel momento in cui si indaga la vulnerabilità di un territorio. Anche le società possono incrementare la propria vulnerabilità, urbanizzando per esempio le aree costiere soggette a mareggiate, attraverso la deforestazione delle aree montane o collinari con forti pendenze o popolando aree a forte rischio di disastro naturale.

Normalmente l'analisi della vulnerabilità rappresenta il punto di partenza nella definizione di una strategia di adattamento.

In quali settori registriamo le maggiori vulnerabilità?

La vulnerabilità si può manifestare in differenti ambiti territoriali:

- Nel settore agricolo. Molte colture agricole sono in forte stagnazione (es. grano), mentre altre stanno beneficiando del cambiamento climatico e si stanno espandendo (il mais nel nord Europa). Entrambi questi fenomeni sono fortemente correlati a stagioni più miti e con più intensi fenomeni di siccità nei paesi del sud Europa. In generale, gli eventi climatici estremi, siccità e ondate di calore, hanno inciso negativamente sulla produttività delle colture agricole nel primo decennio del 21° secolo e l'effetto dovrebbe perdurare, se non peggiorare a causa dell'intensificarsi di questi fenomeni. Le colture agricole sono sottoposte a forti condizioni di stress, legate a variazioni della temperatura, del regime pluviometrico e della concentrazione di CO₂. Il cambiamento climatico potrà portare ad una contrazione o un'espansione delle colture, a seconda della loro tipologia e con forti differenze tra nord e sud Europa.
- Nelle aree urbane. Il report pubblicato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, dal titolo 'Urban adaptation to climate change in Europe' ne descrive in modo chiaro le caratteristiche, includendo molti indicatori e mappe tematiche, relative alle ondate di calore, alle esondazioni, alla capacità di adattamento alle pressioni indotte dal cambiamento climatico. La principale vulnerabilità è proprio correlata alle isole di calore urbane, ovvero ad innalzamenti della temperatura dell'aria, esacerbate dal tipo di materiali di cui le città sono costituite.
- Nelle reti idrografiche. I trend di lungo periodo sulle variazioni dei flussi nelle reti idrografiche, causati dal cambiamento climatico, sono difficili da stimare, a causa di una variabilità annua già di per sé molto accentuata e dai differenti usi dell'acqua (incremento dei prelievi, realizzazione di bacini di riserva, cambiamento nell'uso del suolo,ect). Tuttavia, l'incremento dei flussi idrici nel periodo invernale e l'estensione dei periodi di siccità nel periodo estivo vengono registrati fin dagli anni sessanta in molte parti d'Europa. Il cambiamento climatico dovrebbe incidere soprattutto nelle variazioni della stagionalità dei

flussi nelle reti idrografiche e negli eventi di picco, che possono portare ad esondazioni.

- Nelle aree forestali. La superficie coperta da foreste e altre aree boscate in Europa sta aumentando negli ultimi decenni. E' previsto tuttavia che l'aumento sia maggiore nel nord Europa, mentre il sud potrebbe subire una riduzione. La biomassa forestale sta ugualmente crescendo, così come il tasso di crescita annua. In alcune aree centrali e ad ovest d'Europa, tuttavia, la crescita delle foreste è stata ridotta da tempeste, incendi, parassiti infestanti e altri danni. Il cambiamento climatico e l'incremento delle concentrazioni di CO₂ in atmosfera incideranno notevolmente sulla distribuzione e composizione delle specie, sugli areali, sulla produttività vegetale e quindi, in generale, sulla biodiversità, incidendo in modo determinante sui beni e servizi che le aree forestali forniscono all'uomo.
- Nella distribuzione/composizione degli ecosistemi. Molte specie vegetali presenti in Europa hanno modificato la loro distribuzione spaziale spingendosi verso nord o verso altitudini più elevate. Questi cambiamenti sono stati correlati con la presenza di inverni più miti. Gli ecosistemi montani stanno subendo in molte parti d'Europa cambiamenti sensibili, non solo per lo spostamento verso altitudini maggiori di alcune specie, ma anche per la progressiva riduzione delle aree adatte alle specie adattate a regimi climatici più rigidi (con fenomeni di possibile estinzione). La velocità del cambiamento climatico potrebbe superare la capacità di adattamento delle specie e la loro abilità nel colonizzare nuovi territori. Questo fenomeno è particolarmente evidente nei territori che dispongono di paesaggi limitrofi disomogenei.

*Un decalogo per la
valutazione della
vulnerabilità*

Non esistono ancora metodologie di valutazione condivise, realizzate con un approccio olistico. Le attuali valutazioni hanno condotto all'identificazione di alcune raccomandazioni basilari nella redazione di una valutazione della vulnerabilità di un territorio. Di seguito vengono elencate le principali.

1. Distinguere chiaramente tra aspetti politici e tecnico-scientifici.
2. Coinvolgere i potenziali stakeholders in tutte le scelte metodologiche ed analitiche.
3. Fornire agli stakeholders tutte le informazioni disponibili e permettere loro di decidere quali utilizzare, suggerendo a priori i pesi che ciascuna dovrebbe avere nella valutazione finale.
4. Individuare degli indicatori di vulnerabilità semplici, trasparenti e facili da comunicare.
5. Esplicitare chiaramente lo scopo della valutazione di vulnerabilità e l'uso che ne verrà fatto
6. Considerare che la valutazione della vulnerabilità necessita importanti investimenti in termini di tempo, ma è solo uno degli step che portano alla redazione di un piano di adattamento.
7. Considerare le variabili trans-frontaliere.
 - Molti impatti diretti ed indiretti del cambiamento climatico hanno una natura trans-frontaliera. L'elaborazione di politiche di adattamento e di

valutazione del rischio a livello trans-frontaliero dovrebbero essere subordinate all'identificazione di minacce comuni.

- Un buon punto di partenza è rappresentato dall'identificazione di ambiti tradizionali di cooperazione (ad esempio relativi ai bacini idrografici o alle aree protette), coinvolgendo le autorità di gestione di questi ambiti nella politica di adattamento e di valutazione del rischio e delle vulnerabilità.
 - Investire nella cooperazione trans-frontaliera è una strategia per minimizzare i costi dell'adattamento e massimizzare i benefici identificando azioni sinergiche. Alcuni esempi in tal senso sono già stati adottati in alcune macro-regioni europee, tra le quali l'area dello Spazio Alpino. Tutte queste attività di cooperazione trans-frontaliera ricevono finanziamenti europei. In taluni casi, per specifiche politiche (per esempio in materia di esondazioni e di gestione del ciclo dell'acqua, viene espressamente richiesta la natura sovra-nazionale.
8. Adottare un approccio legato all'incertezza delle previsioni e alle carenze informative.
- In ogni processo decisionale l'incertezza e le lacune informative rappresentano una sfida decisiva, ancora più rilevante nell'ambito della valutazione dei rischi associati al cambiamento climatico, legati a variabili climatiche di difficile previsione. Questi limiti non possono comunque rappresentare dei fattori che portano il decisore politico all'inazione. La qualità delle informazioni sulla base delle quali la valutazione viene effettuata, così come le lacune conoscitive devono essere evidenziate.
 - La ricerca, l'apprendimento, lo scambio di buone pratiche e la cooperazione degli stakeholders possono aiutare a ridurre i fattori limitanti dei processi decisionali. In secondo luogo, le previsioni future non possono concretizzarsi solamente attraverso l'uso di interpolazioni lineari su serie storiche. Proprio per questo, una strategia di adattamento deve essere basata su molteplici scenari.
9. Individuare le specificità territoriali e definire una o più direzioni strategiche.
- A livello territoriale dovrebbe essere definita almeno una direzione strategica (un set di obiettivi e azioni di adattamento e di riduzione della vulnerabilità) rispetto agli impatti identificati. La direzione strategica dovrebbe essere temporalmente definita (opzioni di breve, medio e lungo periodo) e basata su fattori climatici e socio-economici analizzati in serie storica ed intrecciati al fine di individuare correlazioni.
 - Gli impatti da valutare ed affrontare prioritariamente riguardano:
 - fenomeni già visibili, che devono essere già affrontati
 - fenomeni che possono essere esacerbati dal cambiamento climatico
 - fenomeni che incidono su sistemi con lunghi periodi di vita o su infrastrutture strategiche (es. le infrastrutture dei trasporti)
 - fenomeni irreversibili

- fenomeni che si acuiranno anche per effetto di altre variabili non climatiche (ad esempio i problemi di salute incrementeranno sia per effetto del cambiamento climatico, sia per effetto dell'invecchiamento della popolazione).

10. Comparare i sistemi o i siti vulnerabili e creare una lista di priorità

*Fonti informative per
una strategia di
adattamento*

Tutte le informazioni disponibili sulle possibili minacce future e le opportunità derivanti dal cambiamento climatico, dovrebbero essere raccolte ed analizzate. Esistono numerose fonti informative, soprattutto a livello nazionale, nell'ambito di ricerche di settore, nonché all'interno del rapporto sugli impatti del cambiamento climatico in Europa e sulle vulnerabilità dei territori, redatto, nel 2012, dall'Agenzia Europea dell'Ambiente e nel quinto rapporto dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change's), relativo allo stato dell'arte delle informazioni disponibili a livello globale ed europeo.

Qualora le informazioni disponibili non fossero sufficienti per elaborare una strategia di adattamento, ulteriori approfondimenti si renderebbero necessari. Molti approcci per l'analisi dei rischi e delle vulnerabilità sono disponibili; tutti dovrebbero fornire almeno le seguenti informazioni:

- le serie storiche passate e future di alcune variabili climatiche (es. temperature medie, gradi giorno, eventi pluviometrici estremi, copertura nevosa, ect), basate su uno o più scenari climatici, tra i quali per esempio quelli elaborati dall'IPCC (Special Report Emissions Scenarios),
- una mappatura degli impatti attesi (minacce, opportunità) in funzione del danno determinato,
- l'identificazione di una scala temporale di riferimento, con una differenziazione degli impatti prevedibili nel breve periodo (entro il 2020), nel medio periodo (entro il 2050) e nel lungo periodo (2080-2100),
- un'indicazione del livello di confidenza (alto, medio, basso) per gli impatti identificati, chiarendo l'incertezza sui dati e sulle previsioni,
- una valutazione dell'andamento di alcune variabili che incidono sulla vulnerabilità di un sistema al cambiamento climatico.

1° step: la valutazione delle pressioni climatiche a livello locale

Quali pressioni considerare?

Nella metodologia che conduce all'identificazione degli impatti del cambiamento climatico e delle opzioni di adattamento, la valutazione delle pressioni climatiche costituisce il primo step. Quali pressioni climatiche possono determinare un reale impatto sul sistema energetico in senso lato, considerando sia la domanda che l'offerta, nel territorio metropolitano o ad una scala cosiddetta "locale"? Per selezionare adeguatamente le pressioni climatiche si deve fare riferimento alla probabilità che esse si verifichino nel medio - lungo periodo. Le pressioni climatiche sono quegli eventi meteorologici che assumono, in alcune parti del territorio o per alcuni periodi dell'anno, connotazioni "estreme". La probabilità che essi si verifichino si può desumere dalla raccolta dati in serie storica e dalle stime previsionali realizzate dalle Agenzie del territorio. I dati dovrebbero coprire lunghi lassi di tempo, per lo meno trentennali, per poter adeguatamente descrivere un'evoluzione temporale. Un'analisi delle pressioni climatiche su periodi brevi, soffre inevitabilmente della probabilità che un certo evento sia temporaneo e non rientri in un trend consolidato.

Ovviamente le pressioni da tenere in considerazione sono quelle che possono determinare impatti rilevanti sul territorio.

Quali pressioni vengono considerate in letteratura?

La piattaforma europea sul cambiamento climatico identifica alcuni impatti/danni, diretti ed indiretti, correlabili ad una serie di pressioni climatiche. Gli eventi meteorologici estremi principalmente riconducibili alla variazione del regime pluviometrico (violenti temporali,ect) determinano il 64% dei danni da eventi naturali registrati in Europa dal 1980 (si pensi alle inondazioni ed alle frane e smottamenti). In particolar modo, le inondazioni stanno colpendo milioni di persone in tutta Europa ogni anno: colpiscono la salute della popolazione (affogamento, infarti, ferite, infezioni, conseguenze psicologiche, effetti legati alla diffusione di inquinanti) ma soprattutto i servizi erogati da un territorio. Gli eventi climatici (temperature estreme, siccità) rappresentano un altro 20% (si pensi in questo caso al fenomeno degli incendi boschivi). I danni complessivi causati da eventi meteorologici estremi sono incrementati dai circa 9 miliardi di euro degli anni ottanta agli attuali 13 mld € (normalizzati sull'inflazione). E' ancora difficile determinare la proporzione dei danni economici attribuibili al cambiamento climatico; gli scienziati condividono, tuttavia, l'opinione che l'incremento degli eventi estremi, sia in intensità che in frequenza, conduca ad una progressiva crescita del peso del cambiamento climatico nei danni economici contabilizzabili in un territorio.

Le pressioni considerate

Alla luce delle considerazioni sviluppate a livello europeo dall'IPCC e dai centri di ricerca della Commissione, sono state individuate tre principali pressioni climatiche, la cui analisi, in serie storica, appare quanto mai urgente ed inderogabile:

A) maggiore frequenza delle precipitazioni concentrate in brevi periodi, intense e violente,

B) maggiore frequenza e durata dei periodi con siccità prolungata o con scarsità di precipitazioni (anche nevose),

C) incremento delle temperature medie e maggiore frequenza delle temperature estreme (ondate di calore) e dell'intensità della radiazione solare.

Indicatori per la valutazione delle pressioni climatiche

Per valutare l'andamento in serie storica delle tre pressioni climatiche e per provare ad individuare delle griglie di valutazione in proiezione futura è necessario selezionare dei parametri/indicatori, che vengono di seguito descritti.

Pressione A) - Precipitazioni intense e concentrate

- + Numero di giorni con precipitazioni >90° percentile: l'indicatore fornisce informazioni sul numero di giorni con precipitazione superiore al 90° percentile nel periodo di riferimento e nell'anno in esame. Inoltre fornisce l'anomalia, ossia la differenza tra il numero di giorni dell'anno in esame e il numero di giorni del periodo di riferimento. [numero di giorni]
- + Eventi temporaleschi intensi: l'indicatore fornisce informazioni sul numero di eventi temporaleschi intensi avvenuti sulla regione sulla base delle precipitazioni osservate (almeno 30 mm di pioggia nelle sei ore), associate ad un predefinito numero di fulmini (almeno 1 fulmine nelle sei ore), su intervalli di sei ore. [numero di temporali forti]
- + Precipitazioni: l'indicatore misura i volumi d'acqua affluiti sul bacino attraverso il ragguaglio spaziale delle piogge misurate ai pluviometri. L'indicatore, per essere utilizzabile, deve permettere il confronto tra anni o periodi pluriennali successivi [mm, %]
- + Portate fluviali: l'indicatore misura il volume d'acqua che attraversa una data sezione di un corso d'acqua nell'unità di tempo. Come per l'indicatore precedente, per essere utilizzabile, deve garantire il confronto tra due periodi successivi [m³/s, %]

Pressione B) - Assenza prolungata di precipitazioni

- + Indice di siccità meteorologica: l'indicatore fornisce informazioni sulla percentuale di territorio in cui si sono verificate condizioni di siccità meteorologica per più di 3 mesi su un anno, in base alle precipitazioni registrate e al clima locale. [%]
- + Giorni consecutivi senza pioggia: l'indicatore rappresenta il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia nell'anno in esame; l'anomalia viene calcolata rispetto al periodo di riferimento. Valori elevati evidenziano periodi siccitosi. [numero di giorni]
- + Precipitazioni nevose: l'indicatore fornisce informazioni sul totale delle precipitazioni nevose (Hn) e sul numero di giorni nevosi (Gn) riferiti a 12 stazioni nivometriche rappresentative dei settori alpini piemontesi e confronto con periodo di riferimento (1981/2010). I valori di Hn sono calcolati come differenza di neve al suolo tra giorni consecutivi, per garantire omogeneità temporali e spaziali delle variabili analizzate. [cm, % per confronto]
- + Indice standardizzato di anomalia (SAI): l'indicatore fornisce informazioni sulla quantità di neve fresca (Hn). SAI positivo indica una quantità di neve superiore alla media, mentre un indice negativo è legato ad un deficit. L'indice SAI esprime l'entità delle anomalie in termini di multipli di deviazione standard. [indice adimensionale]
- + Precipitazioni: l'indicatore misura i volumi d'acqua affluiti sul bacino attraverso il ragguaglio spaziale delle piogge misurate ai pluviometri. [mm, %]

- + Portate fluviali: l'indicatore misura il volume d'acqua che attraversa una data sezione di un corso d'acqua nell'unità di tempo. [m³/s, %]

Pressione C)- Incremento nella frequenza delle temperature estreme

- + Temperature medie: temperatura media annua, mensile, giornaliera. Calcolare mediando i valori medi giornalieri. [°C]
- + Giorni di caldo intenso: l'indicatore fornisce informazioni sulle condizioni di rischio meteorologico dovute a temperature elevate che si verificano quando la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile. Inoltre viene calcolata l'anomalia rispetto al periodo di riferimento. [Numero di giorni]
- + Anomalia delle temperature estreme: le anomalie delle temperature estreme (Tmin e Tmax) sono calcolate come la differenza tra i valori osservati nell'anno in esame e i valori medi del periodo climatico di riferimento. I valori di riferimento sono calcolati mediando i valori massimi o minimi giornalieri a livello annuo partendo dai valori giornalieri. [°C]
- + Gradi giorno di raffrescamento: i gradi giorno (GG) sono un parametro empirico utilizzato per il calcolo del fabbisogno termico di un edificio e rappresentano la somma delle differenze tra la temperatura desiderata nell'ambiente interno (convenzionalmente 26°C) e la temperatura media esterna; la differenza viene conteggiata solo se negativa. [°C]
- + Radiazioni non ionizzanti - indice UV: l'indicatore valuta l'intensità della radiazione UV. È un numero compreso tra 1 e 12. [numero]
- + Radiazione solare: l'indicatore valuta l'intensità della radiazione solare al suolo [MJ/mq]

Le fonti informative A ciascun indicatore devono corrispondere dei valori, osservati sul territorio per un certo lasso di tempo. Per il territorio della Città Metropolitana di Torino possono essere utilizzati i dati forniti dalle stazioni automatiche di ARPA Piemonte, nelle quali sono presenti alcuni sensori e rilevatori di variabili meteorologiche o idrologiche (valori di temperatura, precipitazioni, neve, umidità, radiazione, velocità e direzione del vento). I dati forniti dalle stazioni vengono raccolti su base giornaliera ed aggregati successivamente su base settimanale, mensile ed annua, dando origine alla *banca dati meteorologica ed idrologica*.

La banca dati meteorologica Nella banca dati meteorologica sono disponibili i seguenti dati, sia su base giornaliera che su base mensile:

- ✓ precipitazioni dalle 9 alle 9 (mm)
- ✓ precipitazioni dalle 0 alle 0 (mm)
- ✓ temperatura media (°C)
- ✓ temperatura massima (°C)
- ✓ temperatura minima (°C)
- ✓ velocità media del vento (m/s)
- ✓ raffica (m/s): massimo valore giornaliero
- ✓ durata della calma (min): con velocità inferiore a 0,3 m/s

- ✓ settore prevalente: direzione prevalente del vento secondo una suddivisione in sedici settori
- ✓ tempo di permanenza (min): numero di minuti in cui la direzione di provenienza permane nel settore prevalente
- ✓ radiazione totale (MJ/mq): misura della radiazione solare diretta
- ✓ neve fresca (cm): altezza delle neve nelle ultime 24 ore, misurata alle 8
- ✓ neve al suolo (cm): altezza assoluta della neve al suolo misurata alle 8
- ✓ neve altezza massima (cm): altezza massima giornaliera

Nella banca dati esiste anche una sezione riguardante gli eventi estremi, denominata "precipitazioni intense", nella quale vengono riepilogati, per ogni anno disponibile, i giorni durante i quali sono stati registrati questi eventi.

ARPA PIEMONTE - Banca dati meteorologica
<http://www.arpa.piemonte.it/banca-dati-meteorologica>

Banca Dati Meteorologica

BANCA DATI METEOROLOGICA

Localizzazione

Anagrafica stazione
 Tipo stazione IDRO-TERMOPLUVIOMETRICA
 Codice stazione 415
 Quota sito (metri) 540
 Comune LANZO TORINESE
 Provincia TO
 Bacino STURA DI LANZO
 Localita' SAN ROCCO
 Inizio pubblicazione 2001-03-23
 Fine pubblicazione ATTIVA

Precipitazioni di massima intensita' registrate per periodi consecutivi

Giornalieri Mensili Precipitazioni intense

Anno	Max_10...	Data_max_10min	Ora_max_10min	Max_20min	Data_max_20min	Ora_max_20min	Max_30min	Data_max_30min
2001								
2002	21,2	31/07/2002	06:54	30,8	31/07/2002	07:01	42,6	31/07/2002
2003	23,3	02/06/2003	17:47	33,2	02/06/2003	17:49	36,9	02/06/2003
2004	26,4	06/08/2004	19:25	46,3	06/08/2004	19:28	55,6	06/08/2004
2005	12,9	02/08/2005	10:42	21,1	09/09/2005	08:16	25,6	09/09/2005
2006	14,6	08/09/2006	00:25	20,8	08/09/2006	00:26	24,6	08/09/2006
2007	21,1	31/08/2007	00:17	30,1	28/05/2007	04:38	36,0	28/05/2007
2008	12,1	13/09/2008	16:48	17,2	13/09/2008	16:58	19,8	13/09/2008
2009	17,1	09/05/2009	14:52	27,8	09/05/2009	14:58	30,8	09/05/2009
2010	29,1	12/06/2010	13:47	43,5	12/06/2010	13:50	57,6	12/06/2010

BANCA DATI METEOROLOGICA


Localizzazione

Anagrafica stazione
 Tipo stazione IDRO-TERMOPLUVIOMETRICA
 Codice stazione 415
 Quota sito (metri) 540
 Comune LANZO TORINESE
 Provincia TO
 Bacino STURA DI LANZO
 Localita' SAN ROCCO
 Inizio pubblicazione 2001-03-23
 Fine pubblicazione ATTIVA

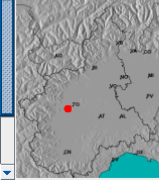
Valori aggregati mensili

Giornalieri Mensili Precipitazioni intense

Parametro	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dic
Precipitazione dalle 9 alle 9 (mm)		24,0	300,2	47,2	100,2	50,0	69,8	71,8	43,2	
Giorni piovosi pioggia dalle 9 alle 9		5	16	7	6	7	7	4	5	
Precipitazione dalle 0 alle 0 (mm)		39,2	285,0	47,2	100,2	72,4	47,4	71,8	43,2	
Giorni piovosi pioggia dalle 0 alle 0		4	17	8	6	8	7	4	5	
Temperatura media (°C)								14,7	6,3	
Temperatura media dei massimi (°C)								18,8	10,3	
Temperatura media dei minimi (°C)								11,9	3,1	
Temperatura massima (°C)								22,8	17,8	
Temperatura minima (°C)								6,6	0,0	

<ul style="list-style-type: none"> - AVIGLIANA - BALME - BARCENISIO - BARDONECCHIA MELEZET - BARDONECCHIA PIAN DEL SOLE - BARDONECCHIA PRANUDIN - BAUDUCCHI - BEAULARD DORA DI BARDON - BELMONTE - BERTODASCO - BOBBIO PELLICE - BORGOFRANCO D'IVREA 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">Anagrafica stazione</td></tr> <tr><td>Tipo stazione</td><td>TERMOIGRO-PLUVIOBAROANEMOMETRICA DI TEMPO PI</td></tr> <tr><td>Codice stazione</td><td>S3238</td></tr> <tr><td>Quota sito (metri)</td><td>1585</td></tr> <tr><td>Comune</td><td>BARDONECCHIA</td></tr> <tr><td>Provincia</td><td>TO</td></tr> <tr><td>Bacino</td><td>DORA RIPARIA</td></tr> <tr><td>Localita'</td><td>PIAN DEL SOLE</td></tr> <tr><td>Inizio pubblicazione</td><td>2003-02-07</td></tr> <tr><td>Fine pubblicazione</td><td>ATTIVA</td></tr> </table>	Anagrafica stazione		Tipo stazione	TERMOIGRO-PLUVIOBAROANEMOMETRICA DI TEMPO PI	Codice stazione	S3238	Quota sito (metri)	1585	Comune	BARDONECCHIA	Provincia	TO	Bacino	DORA RIPARIA	Localita'	PIAN DEL SOLE	Inizio pubblicazione	2003-02-07	Fine pubblicazione	ATTIVA	<p>Localizzazione</p> 
Anagrafica stazione																						
Tipo stazione	TERMOIGRO-PLUVIOBAROANEMOMETRICA DI TEMPO PI																					
Codice stazione	S3238																					
Quota sito (metri)	1585																					
Comune	BARDONECCHIA																					
Provincia	TO																					
Bacino	DORA RIPARIA																					
Localita'	PIAN DEL SOLE																					
Inizio pubblicazione	2003-02-07																					
Fine pubblicazione	ATTIVA																					

Valori aggregati giornalieri				
Giornalieri	Mensili	Precipitazioni intense		
e dalle 0 alle ...	Neve Fresca (cm)	Neve al Suolo (cm)	Neve Altezza Massima (cm)	Temperatura media (°C)
0,0	0	105		3,2
0,0	0	105		3,2
0,0	0	102		4,2
0,0	0	99		4,2
0,0	0	95		8,2
0,0	0	92		8,2
0,0	0	86		8,2
0,2	0	43		5,2
0,0	0	42		0,2
0,0	0	42		-2,2
0,8	1	43		-0,2
0,0	0	38		3,2

BANCA DATI METEOROLOGICA																						
<ul style="list-style-type: none"> - SESTRIERE BORGATA - SETTEPANI - SPINETO SCRIVIA - TORINO ALENIA - TORINO BUON PASTORE - TORINO GIARDINI REALI - TORINO ITALGAS - TORINO REISS ROMOLI - TORINO VALLERE - TORINO VIA DELLA CONSOLAZIONE - TREISO - VERCELLI 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">Anagrafica stazione</td></tr> <tr><td>Tipo stazione</td><td>TERMOIGRO-ANEMOMETRICA CON RADIOMETRO</td></tr> <tr><td>Codice stazione</td><td>S4294</td></tr> <tr><td>Quota sito (metri)</td><td>320</td></tr> <tr><td>Comune</td><td>TORINO</td></tr> <tr><td>Provincia</td><td>TO</td></tr> <tr><td>Bacino</td><td>DORA RIPARIA</td></tr> <tr><td>Localita'</td><td>CORSO MARCHE 41</td></tr> <tr><td>Inizio pubblicazione</td><td>2005-06-01</td></tr> <tr><td>Fine pubblicazione</td><td>ATTIVA</td></tr> </table>	Anagrafica stazione		Tipo stazione	TERMOIGRO-ANEMOMETRICA CON RADIOMETRO	Codice stazione	S4294	Quota sito (metri)	320	Comune	TORINO	Provincia	TO	Bacino	DORA RIPARIA	Localita'	CORSO MARCHE 41	Inizio pubblicazione	2005-06-01	Fine pubblicazione	ATTIVA	<p>Localizzazione</p> 
Anagrafica stazione																						
Tipo stazione	TERMOIGRO-ANEMOMETRICA CON RADIOMETRO																					
Codice stazione	S4294																					
Quota sito (metri)	320																					
Comune	TORINO																					
Provincia	TO																					
Bacino	DORA RIPARIA																					
Localita'	CORSO MARCHE 41																					
Inizio pubblicazione	2005-06-01																					
Fine pubblicazione	ATTIVA																					

Valori aggregati giornalieri				
Giornalieri	Mensili	Precipitazioni intense		
Raffica (m/s)	Durata Calma (min)	Settore Prevalente	Tempo Permanenza (min)	Radiazione totale (MJ/mq)
11,7	0	NNE	670	14
7,3	70	N	420	22
4,7	80	NNW	230	16
7,9	60	NNE	350	22
5,6	170			26
11,8	110	NNE	860	26
11,5	90	ENE	260	30
8,2	10	NNE	290	27
10,5	20	NNE	470	22
6,5	30	SSW	240	31
7,5	60	NNE	300	21
6,5	40	N	330	20
7,5	30	NNE	670	14
7,9	130	NNE	800	6
5,6	120	SSW	310	28
5,9	110	N	350	29
7,8	90	N	260	26

La banca dati idrologica

Nella banca dati idrologica vengono invece messi a disposizione degli utenti alcuni dati relativi al deflusso idrico superficiale dei principali corsi d'acqua e di alcuni corsi minori del territorio, sia su base giornaliera che su base mensile. Tra i principali dati scaricabili si elencano i seguenti:

- ✓ portata fluviale (mc/s) - su base giornaliera: volume d'acqua che passa attraverso la sezione di un fiume, durante l'unità di tempo
- ✓ portata massima mensile (mc/s) - su base mensile
- ✓ portata media mensile (mc/s) - su base mensile
- ✓ portata minima mensile (mc/s) - su base mensile
- ✓ portata specifica media mensile (l/s km²) - su base mensile: portata rapportata al bacino idrografico
- ✓ livello idrometrico del fiume (m) - su base giornaliera: altezza d'acqua del fiume rispetto ad un riferimento fisso, denominato zero idrometrico
- ✓ afflusso meteorico (mm) - su base mensile: altezza di precipitazione rapportata al bacino idrografico
- ✓ deflusso (mm) - su base mensile: rapporto tra volume d'acqua defluito e superficie del bacino idrografico

- ✓ coefficiente di deflusso - su base mensile: rapporto tra deflusso e afflusso

Nella banca dati vengono riportate anche due sezioni relative rispettivamente alla curva di durata delle portate ed alla scala numerica delle portate. Nel primo caso si considera il numero di giorno nell'anno nei quali si è verificata una portata non inferiore a quella indicata; nel secondo caso si traduce analiticamente la relazione intercorrente tra le portate e le altezze idrometriche rilevate nella sezione di misura.

Per alcune stazioni di rilevamento dati vengono messi a disposizione dati qualitativi, quali il ph, la quantità di ossigeno disciolto, la temperatura, ect. Questi dati, non essendo direttamente utilizzabili ai fini della presente metodologia, verranno in parte tralasciati.

ARPA PIEMONTE - Banca dati idrologica
<http://www.arpa.piemonte.it/banca-dati-idrologica>

BANCA DATI IDROLOGICA E DI QUALITÀ A

Localizzazione

Anagrafica stazione
 Tipo stazione IDROMETRICA DI QUALITÀ'
 Corso d'acqua SANGONE
 Codice stazione 365
 Quota sito (metri) 239
 Comune MONCALIERI
 Provincia TO
 Bacino PO
 Località PONTE CORSO ROMA
 Superficie bacino 267

Durata delle portate

Giornalieri	Mensili	Durata	Scala
Giorni	Portata (mc/s)		
10	25,50		
30	13,10		
60	10,30		
91	4,89		
135	3,44		
182	2,12		
274	0,96		
355	0,31		

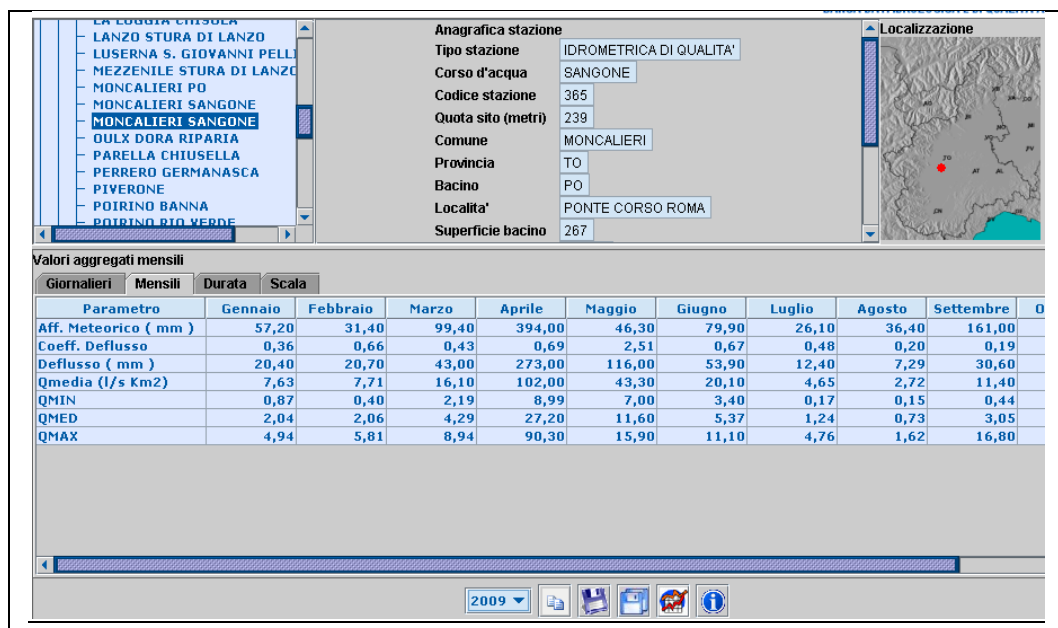
BANCA DATI IDROLOGICA E DI QUALITÀ A

Localizzazione

Anagrafica stazione
 Tipo stazione IDROMETRICA DI QUALITÀ'
 Corso d'acqua SANGONE
 Codice stazione 365
 Quota sito (metri) 239
 Comune MONCALIERI
 Provincia TO
 Bacino PO
 Località PONTE CORSO ROMA
 Superficie bacino 267

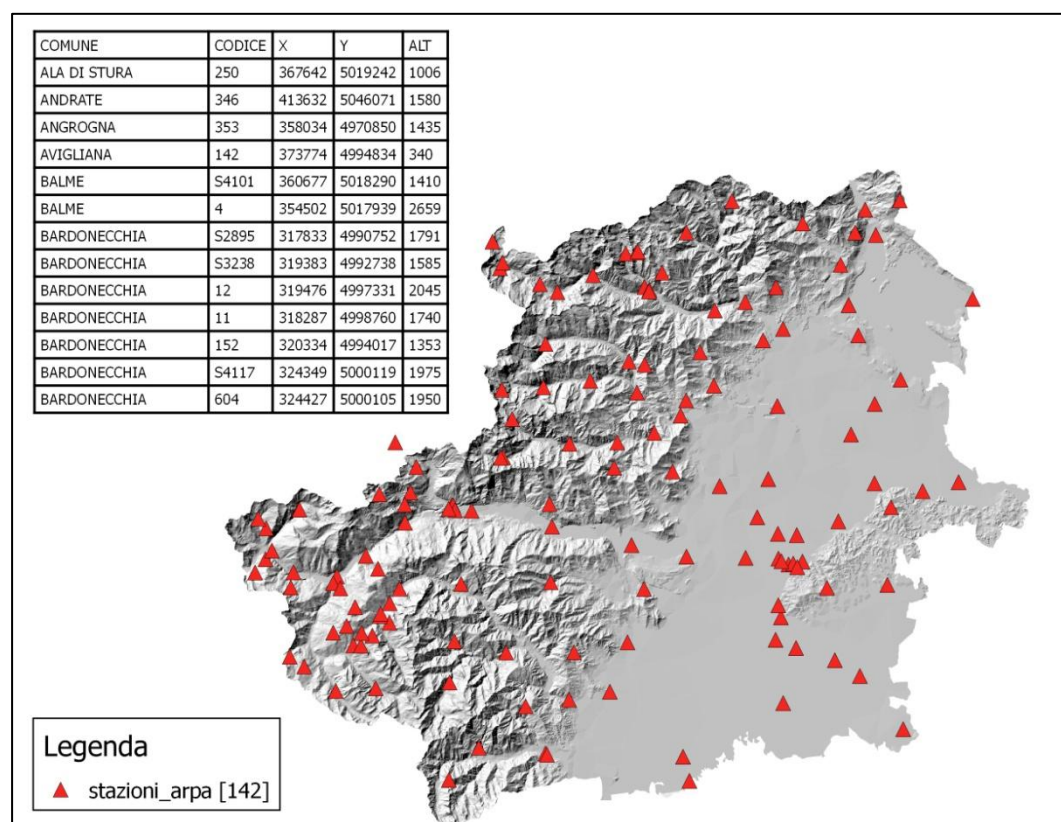
Scala numerica delle portate

Giornalieri	Mensili	Durata	Scala
Data inizio	Data fine	Livello (m)	Portata (mc/s)
01/01/2009	31/12/2009	0,64	0,00
01/01/2009	31/12/2009	0,67	0,07
01/01/2009	31/12/2009	0,71	0,26
01/01/2009	31/12/2009	0,74	0,57
01/01/2009	31/12/2009	0,77	1,00
01/01/2009	31/12/2009	0,80	1,53
01/01/2009	31/12/2009	0,84	2,17
01/01/2009	31/12/2009	0,87	2,91
01/01/2009	31/12/2009	0,90	3,77
01/01/2009	31/12/2009	0,93	4,72
01/01/2009	31/12/2009	0,97	5,78
01/01/2009	31/12/2009	1,00	6,94
01/01/2009	31/12/2009	1,03	8,20
01/01/2009	31/12/2009	1,07	9,56



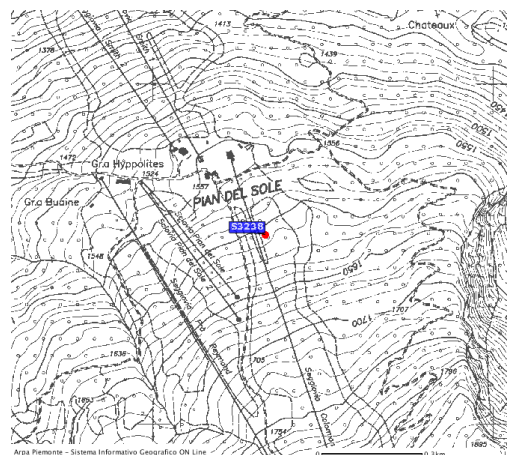
La rete di stazioni di ARPA Piemonte

La rete di stazioni di ARPA Piemonte viene rappresentata in figura. La capillarità delle stazioni è tale da permettere una buona analisi su base territoriale. E' da sottolineare tuttavia il fatto che non tutte le stazioni rilevano tutti i dati sopra esposti e che alcune di esse sono state interrotte o hanno cominciato a rilevare i dati solo negli ultimi dieci anni. Il trattamento dei dati necessita pertanto di una pre-valutazione.



Di seguito vengono riportate alcune informazioni sulla stazione di Bardonecchia - Pian del Sole. Per ciascuna stazione è disponibile la foto ed il numero di parametri che vengono da essa rilevati.

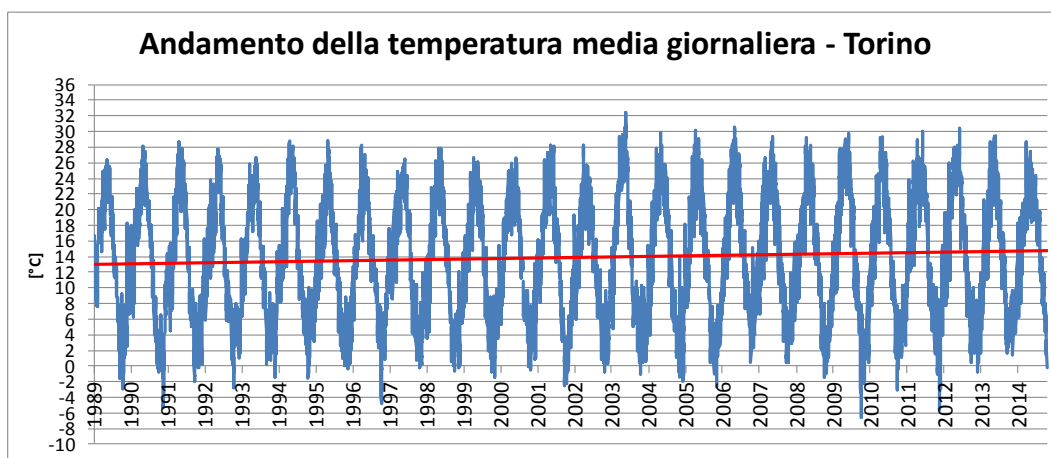
Esempio. Stazione Bardonecchia Pian del Sole



Tipo stazione: termo-igro-pluvio-baro-anemometrica con sensori nivologici e raggi gamma e nefo-ipsometro
Quota sito: 1.791 metri slm
Inizio pubblicazione: 2003

Esempi di analisi dei dati

A partire dai dati a disposizione, è possibile realizzare un elevato numero di analisi, focalizzate su alcuni specifici parametri, sia per un insieme limitato di centrali (si pensi alla valutazione dell'incremento delle temperature medie in ambito urbano) o estese a tutto il territorio metropolitano. E' evidente che l'analisi dei dati prevede già una riflessione ex-ante sulle tipologie di impatti attesi dall'esacerbarsi delle pressioni climatiche. Questo tema verrà comunque approfondito nel paragrafo successivo.

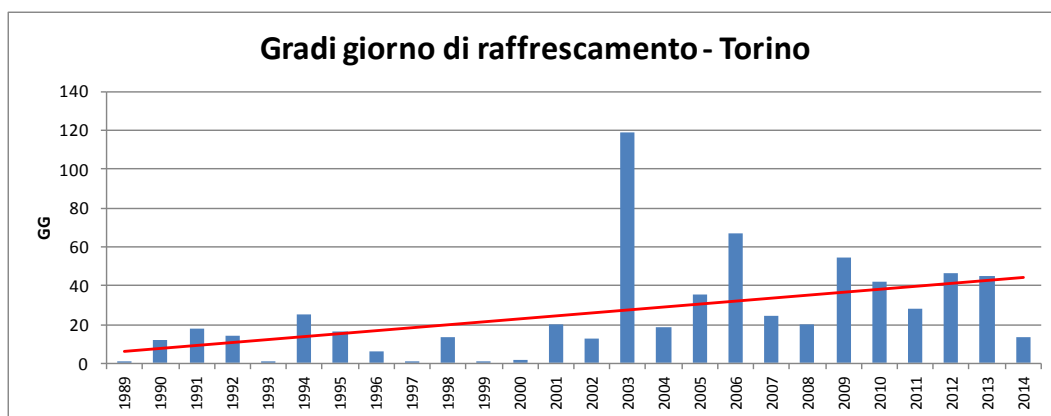


Stazione ARPA utilizzata: Torino Buon Pastore - Torino via della Consolata

Serie storica utilizzata: 1/06/1989 - 30/09/2014

Tipologia di dato acquisito: Temperatura media giornaliera [°C]

Andamento medio osservato nella serie storica: **+2°C in 20 anni**

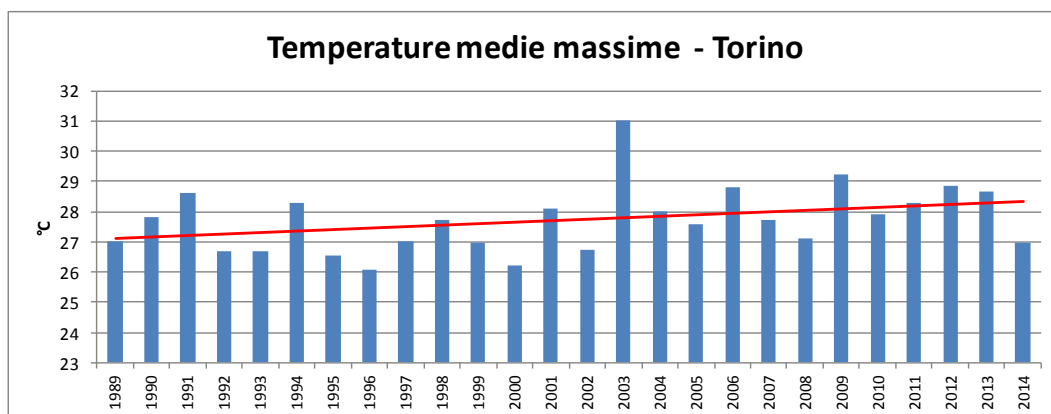


Stazione ARPA utilizzata: Torino Buon Pastore - Torino via della Consolata

Serie storica utilizzata: 1/06/1989 - 30/09/2014

Tipologia di dato acquisito: Delta tra temperatura media giornaliera e temperatura prescelta (26°C); analisi condotta solamente nel periodo giugno-settembre [-]

Andamento medio osservato nella serie storica: **+30 GG in 20 anni**

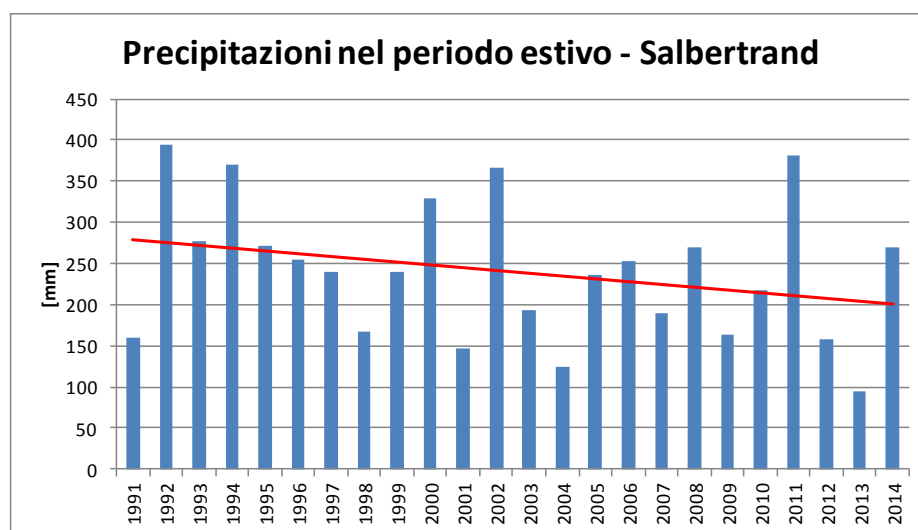


Stazione ARPA utilizzata: Torino Buon Pastore - Torino via della Consolata

Serie storica utilizzata: 1/06/1989 - 30/09/2014

Tipologia di dato acquisito: Temperatura media massima giornaliera; giugno-settembre [°C]

Andamento medio osservato nella serie storica: **+1°C in 20 anni**

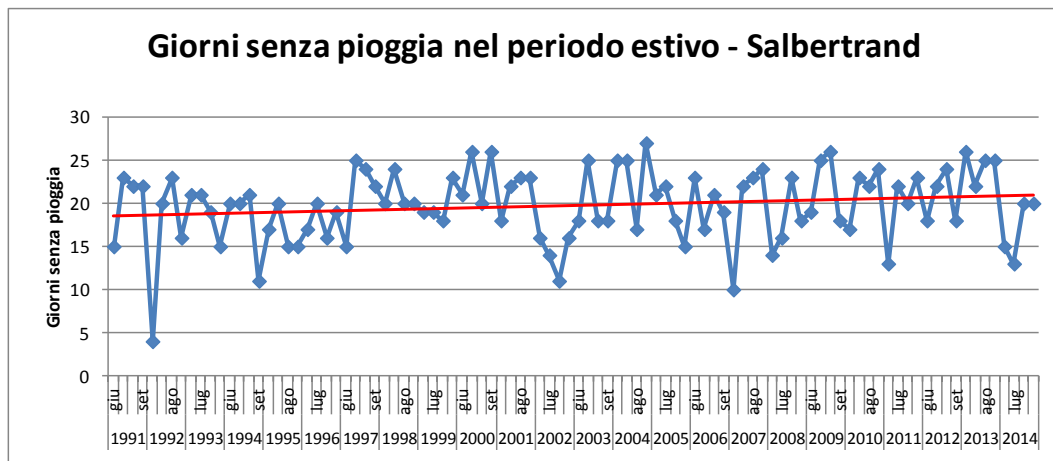


Stazione ARPA utilizzata: Salbertrand

Serie storica utilizzata: 1/06/1991 - 30/09/2014

Tipologia di dato acquisito: Precipitazioni cumulate nel periodo giugno-settembre [mm]

Andamento medio osservato nella serie storica: **-70 mm in 20 anni**

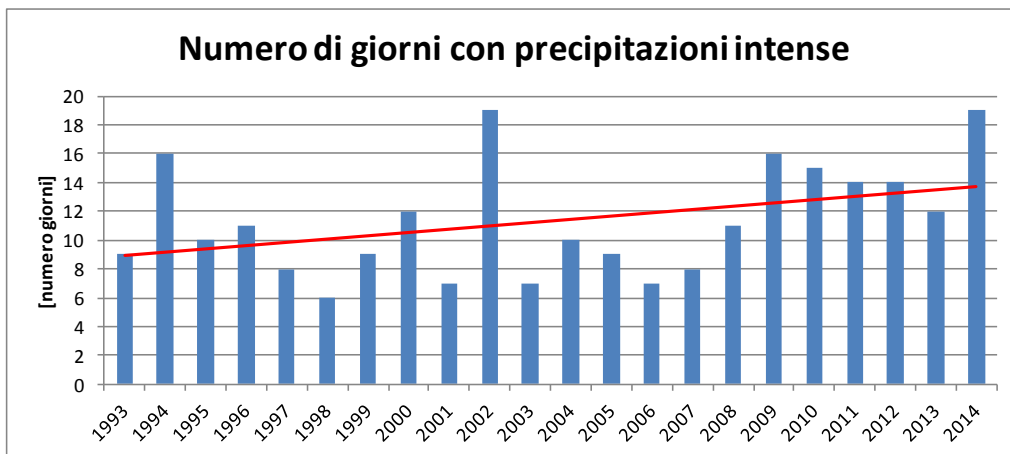


Stazione ARPA utilizzata: Salbertrand

Serie storica utilizzata: 1/06/1991 - 30/09/2014

Tipologia di dato acquisito: Numero di giorni senza precipitazioni nei mesi estivi giugno-settembre [numero di giorni cumulati]

Andamento medio osservato nella serie storica: **+3 giorni in 20 anni**



Stazione ARPA utilizzata: Carmagnola

Serie storica utilizzata: 10/06/1993 - 31/12/2014

Tipologia di dato acquisito: Numero di giorni con precipitazioni maggiori di 30mm

Andamento medio osservato nella serie storica: **+4 giorni in 20 anni**

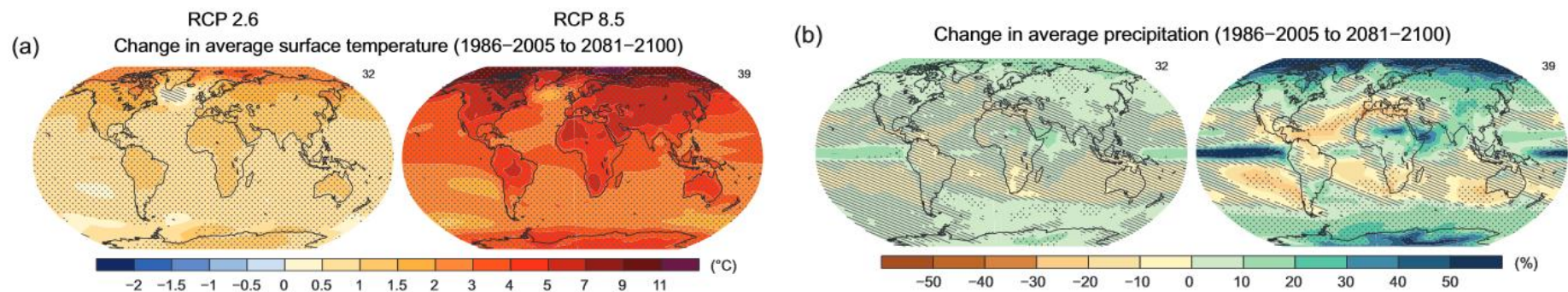
Le proiezioni climatiche future Utilizzare i dati esistenti nelle banche dati locali è fondamentale per cominciare a tracciare alcuni andamenti tendenziali delle pressioni climatiche. Gli esempi sopra esposti servono proprio a tal fine ed ovviamente non ambiscono a descrivere in modo completo delle dinamiche che necessitano di ben altre informazioni e di approfondimenti a scala territoriale. E' evidente tuttavia l'importanza nel realizzare stime previsionali future, per comprendere al meglio ed in anticipo la situazione climatica nei prossimi 50-80 anni. Per quale motivo è necessario adottare una prospettiva di così lungo periodo? Il processo di adattamento delle strutture urbane, socio-economiche ed ambientali di un territorio è molto lungo e prevede investimenti, talvolta rilevanti, e un generale cambio di mentalità e di abitudini. Questo tipo di interventi o di azioni necessitano di prospettive di pluri-decennali.

Il quinto rapporto dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) del 2015, sul cambiamento climatico, ha tracciato alcune traiettorie principali relativamente alle dinamiche future osservabili a scala globale e locale/regionale.

"Le proiezioni dei cambiamenti sono realizzate utilizzando una gerarchia di modelli climatici che spaziano da modelli climatici semplici, a modelli di complessità intermedia, o più alta a Modelli del Sistema Terra. Questi modelli simulano i cambiamenti sulla base di una serie di scenari di forzanti antropogenici. Un nuovo set di scenari, i Representative Concentration Pathways (RCP), è stato utilizzato per le nuove simulazioni del modello climatico realizzate nell'ambito del Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) del Programma mondiale di ricerca sul clima (World Climate Research Programme). In tutti gli scenari RCP, le concentrazioni atmosferiche di CO₂ sono più alte nel 2100 rispetto ai livelli attuali per effetto di un ulteriore aumento delle emissioni cumulative di CO₂ in atmosfera nel corso del XXI secolo. Le proiezioni di questa Sintesi per i Decisori Politici riguardano la fine del XXI secolo (2081-2100) rispetto al periodo 1986-2005, se non diversamente indicato." (5° rapporto IPCC - Sintesi per i decisori politici, <http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/italian/ar5-wg1-spm.pdf>)

Fenomeno e tendenza	Valutazione che i cambiamenti si siano verificati (dal 1950 se non diversamente specificato)	Valutazione del contributo umano ai cambiamenti osservati	Probabilità di ulteriori cambiamenti	
			Inizio XXI secolo	Fine XXI secolo
Giorni e notti più caldi e/o meno freddi sulla maggior parte delle aree terrestri	Molto probabile [2.6]	Molto probabile (10.6)	Probabile {11.3}	Virtualmente certo [12.4]
	Molto probabile Molto probabile	Probabile Probabile		Virtualmente certo Virtualmente certo
Giorni e notti più caldi e/o caldi più frequentemente sulla maggior parte delle aree terrestri	Molto probabile [2.6]	Molto probabile (10.6)	Probabile {11.3}	Virtualmente certo [12.4]
	Molto probabile Molto probabile	Probabile Probabile (solo notti)		Virtualmente certo Virtualmente certo
Periodi caldi/Ondate di calore. Aumento della frequenza e/o della durata sulla maggior parte delle aree terrestri	Confidenza media su scala globale Probabile in gran parte di Europa, Asia e Australia [2.6]	Probabile ^a (10.6)	Non accertato formalmente ^b {11.3}	Molto probabile [12.4]
	Confidenza media in molte (ma non in tutte le) regioni Probabile	Non accertato formalmente Più probabile che no		Molto probabile Molto probabile
Eventi di forte precipitazione. Aumento di frequenza, intensità, e/o quantità di forti precipitazioni	Probabile più aree terrestri con incrementi che con decrementi ^c [2.6]	Confidenza media (7.6, 10.6)	Probabile su molte aree terrestri {11.3}	Molto probabile sulla maggior parte delle masse terrestri alle medie latitudini e sulle regioni umide tropicali [12.4]
	Probabile più aree terrestri con incrementi che con decrementi Probabile sulla maggior parte delle aree terrestri	Confidenza media Più probabile che no		Probabile su molte aree terrestri Molto probabile sulla maggior parte delle aree terrestri
Aumento d'intensità e/o durata dei periodi di siccità	Confidenza bassa su scala mondiale Probabili cambiamenti in alcune regioni ^d [2.6]	Confidenza bassa (10.6)	Confidenza bassa ^e {11.3}	Probabile (confidenza media) su scala regionale e globale ^h [12.4]
	Confidenza media in alcune regioni Probabile in molte regioni, dal 1970 [*]	Confidenza media ⁱ Più probabile che no		Confidenza media in alcune regioni Probabile ^g

Fonte: 5°rapporto IPCC, Eventi meteorologici e climatici estremi



Fonte: 5°rapporto IPCC, Variazione della temperatura superficiale media annuale (a) e variazione media % delle precipitazioni medie annuali (b)

Per il Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC, la comunità scientifica ha definito un set di 4 nuovi scenari, denominati Representative Concentration Pathways (RCP). I quattro scenari RCP comprendono uno scenario di mitigazione che porta a un livello molto basso del forzante (RCP2.6), due scenari di stabilizzazione (RCP4.5 e RCP6.0), e uno scenario con emissioni di gas serra molto alte (RCP8.5). In confronto all'assenza di politiche climatiche del Rapporto Speciale sugli Scenari di Emissione (SRES), utilizzato nel Terzo e nel Quarto Rapporto di Valutazione, gli scenari RCP possono pertanto rappresentare un ventaglio di politiche climatiche per il XXI secolo.

Una griglia di valutazione per le pressioni climatiche

Alla luce degli scenari futuri indicati a livello globale e regionale dall'IPCC, è corretto supporre che le serie storiche analizzate per il territorio della Città Metropolitana di Torino possano subire ulteriori cambiamenti nei prossimi decenni. L'esacerbarsi di alcune pressioni climatiche potrà determinare impatti proporzionalmente crescenti. Proprio alla luce della crescente variabilità climatica è necessario fissare una griglia di probabilità che valuti se certi fenomeni climatici (identificati in questo paragrafo come pressioni sul sistema territoriale) si possono manifestare e con quale intensità. Nella successiva tabella a doppia entrata, la pressione climatica viene di volta in volta valutata in relazione alla probabilità che essa si concretizzi sul territorio indagato e alla sua estensione temporale e spaziale. E' evidente che per la variabile *probabilità* si dovrà far riferimento ad una proiezione delle serie storiche a disposizione (analizzate per ciascun sito di rilevamento dati - ad esempio le stazioni ARPA), mentre per la variabile *estensione* si dovrà valutare il numero di stazioni di rilevamento dati che presentano la stessa incidenza probabilistica e la perduranza nel tempo di quella condizione.

PROBABILITA'					
Molto probabile		3		4	
Probabile					
Poco probabile		1		2	
Improbabile					
		Limitato spazialmente e temporalmente	Limitato spazialmente, esteso temporalmente	Limitato temporalmente, esteso spazialmente	Esteso temporalmente e spazialmente
		ESTENSIONE			

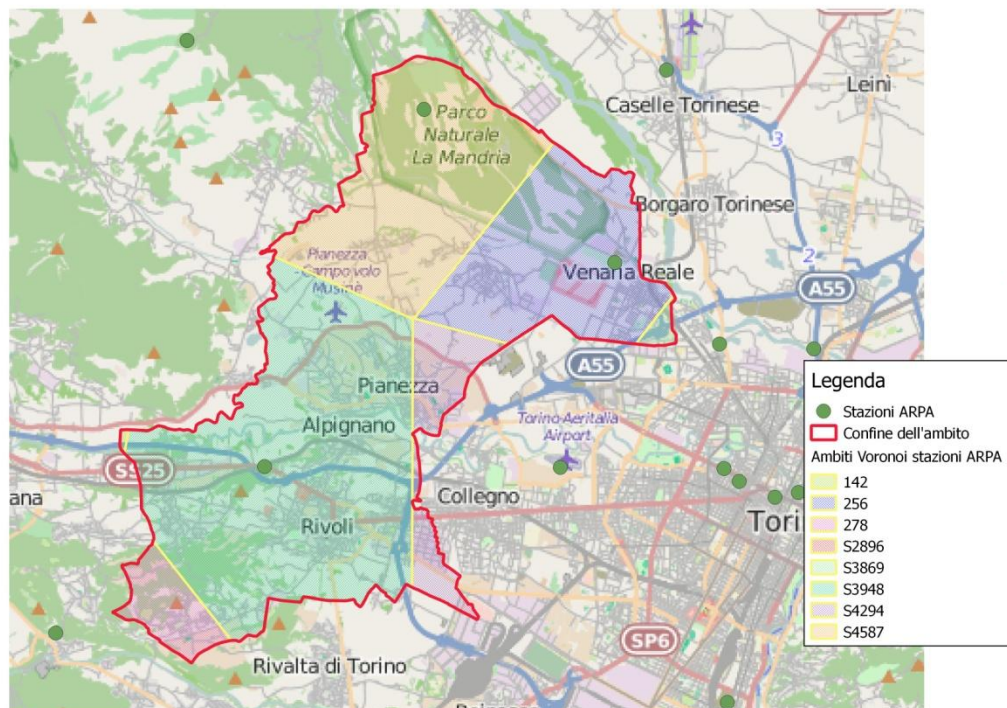
L'utilizzo della griglia di valutazione porta alla definizione di quattro macro-classi di "gravità" della pressione climatica, come indicate in figura. La pressione deve essere valutata in differenti momenti storici, ed almeno in una prospettiva di breve (2030), medio (2050) e lungo periodo (2080). E' probabile che la traiettoria tendenziale porterà progressivamente il territorio dalla classe 1 verso la classe 4. Ciascuna delle tre valutazioni che viene svolta dovrà essere geo-riferita, per poter essere successivamente incrociata con la mappa degli impatti. Se, infatti, una pressione si manifesta, anche con un'elevata probabilità, in un ambito territoriale nel quale non si riscontra alcun possibile impatto, essa perderà di interesse ai fini del presente lavoro.

L'applicazione del modello su scala locale

Nell'esempio di seguito esposto sono stati analizzate le informazioni disponibili sulla banca dati ARPA relativamente ad alcuni Comuni del Patto Territoriale Ovest, che nell'ambito del progetto SEAP_Alps hanno redatto il proprio PAES, includendo principalmente azioni di mitigazione.

I Comuni coinvolti nella breve analisi sono i seguenti:

- Alpignano
- Druento
- Pianezza
- Rivoli
- Rosta
- San Gillio
- Venaria Reale
- Villarbasse



Nell'ambito considerato (confine rosso), applicando l'algoritmo di Voronoi ai singoli punti costituenti la rete delle stazioni ARPA (in verde), si ottengono degli areali di riferimento. Nel caso specifico possono essere utilizzati i dati di 8 stazioni ARPA, elencate in legenda nella figura. Per ciascun areale, tutti i punti possono essere rappresentati dal valore della stazione ARPA corrispondente.

Per ciascuna stazione ARPA vengono evidenziati l'intervallo di raccolta dati disponibili e l'estensione dell'area di riferimento, utile per calcolare successivamente la media ponderata sull'intero ambito.

a/ Avigliana: 1991-2014 [sup = 123.244 m² = 0,1% sul totale]

b/ Caselle: 2003-2014 [sup = 41 m² = praticamente 0% sul totale]

c/ Rivoli: 2004-2014 [sup = 60.630.209 m² = 45% sul totale]

d/ Torino Alenia: 2005-2014 [sup = 8.312.957 m² = 6% sul totale]

e/ Torino Reiss Romoli: 2003-2014 [sup = 831.723 m² = 0,6% sul totale]

f/ Trana: 2000-2014 [sup = 5.640.781 m² = 4%]

g/ Venaria Ceronda: 1997-2014 [sup = 26.066.299 m² = 19%]

h/ Venaria La Mandria: 2006-2014 [sup = 32.626.654 m² = 25,3%]

Per utilizzare questi dati sul territorio indagato esistono due possibili varianti:

- 1- procedere con la media ponderata dei valori nel caso in cui i dati delle differenti stazioni coprano solamente alcuni anni, e non gli stessi intervalli di tempo;
- 2- elaborare i dati mantenendo la ripartizione nei differenti areali, nel caso in cui tutte le stazioni coprano all'incirca lo stesso intervallo di tempo.

Nelle simulazioni che verranno proposte di seguito si procederà con la prima opzione, considerando anche l'omogeneità del territorio indagato. Gli esempi non possono in alcun modo essere utilizzati per descrivere in modo compiuto il verificarsi o l'esacerbarsi di una determinata pressione climatica, ma sono funzionali alla descrizione della metodologia.

Pressione A) - Precipitazioni intense e concentrate

Per analizzare dovutamente la pressione climatica A) è necessario verificare a livello di bacino idrografico l'andamento delle precipitazioni, focalizzandosi in particolare sugli eventi estremi, con precipitazioni superiori ai 20/30 mm su base giornaliera. Nel caso specifico si è deciso di utilizzare i dati di portata media giornaliera registrati a valle del bacino idrografico della Dora Riparia e della Stura di Lanzo, nelle rispettive stazioni idrometriche. I Comuni del territorio indagato si trovano infatti all'interno dei due bacini, verso valle, ovvero verso la confluenza con il fiume Po.

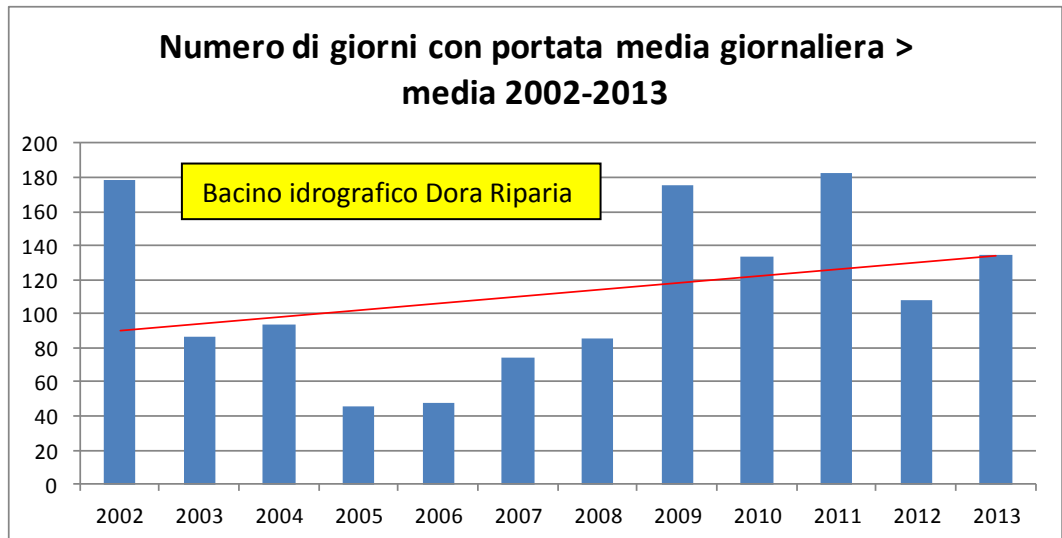
Per ciascuno dei due bacini idrografici è stata calcolata la portata media su base pluriennale (2002-2013).

Stazione idrometrica di Torino sulla Dora Riparia = 23 m³/s

Stazione idrometrica di Torino sulla Stura di Lanzo = 22 m³/s

Nei due grafici seguenti è stato riportato su base annuale il numero di giorni con portata media giornaliera superiore alla portata media pluriennale. L'andamento, in entrambi i casi, è di crescita piuttosto sostenuta, pari rispettivamente al 50% ed al 45%.

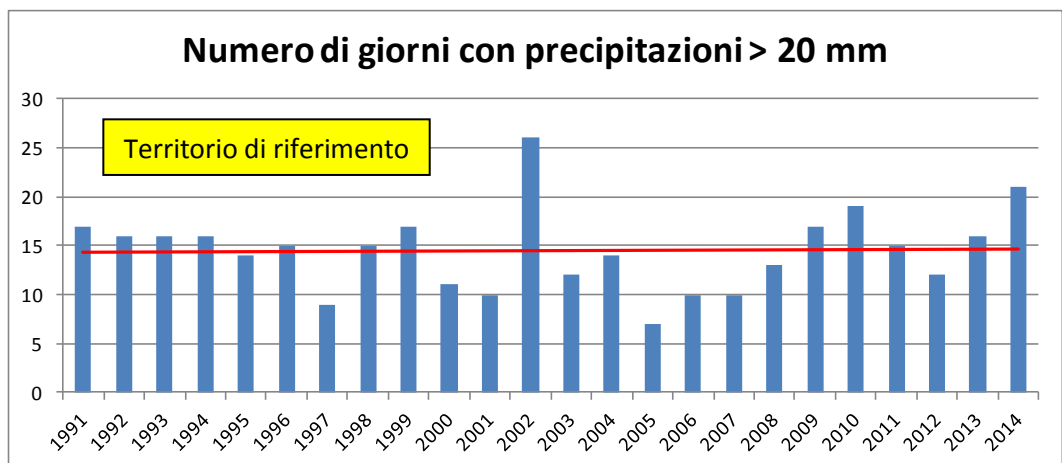
Nel terzo grafico è stato rappresentato invece il numero di giorni con precipitazioni superiori ai 20 millimetri, considerando esclusivamente le stazioni ARPA localizzate nell'ambito territoriale di riferimento. In questo caso l'andamento è piuttosto stazionario. E' necessario premettere che la serie storica indagata per i bacini idrografici è molto limitata e non permette quindi una reale valutazione di trend tendenziale. Bisogna inoltre sottolineare nuovamente che questo tipo di pressione climatica assume una significatività solo se analizzato a scala di bacino idrografico e idrogeologico, poiché si devono considerare le dinamiche di deflusso idrico superficiale e sotterraneo.



Variatione percentuale registrata sulla retta interpolatrice = **+50%**



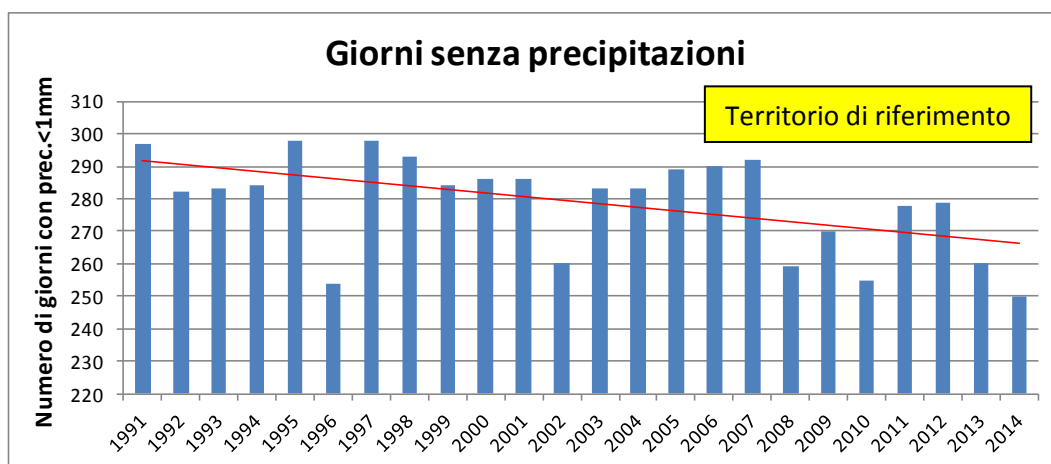
Variatione percentuale registrata sulla retta interpolatrice = **+45%**



Variatione percentuale registrata sulla retta interpolatrice = **+3%**

Pressione B) - Assenza prolungata di precipitazioni

La rappresentazione della tendenza all'incremento dei giorni con assenza di precipitazioni passa proprio attraverso la raccolta dei dati pluviometrici nelle varie stazioni ARPA. Nel database, su base giornaliera, vengono indicate le precipitazioni in millimetri. Nel grafico seguente, sono stati selezionati solamente i giorni che hanno fatto registrare precipitazioni inferiori ad 1 mm (assimilabili ad assenza di precipitazioni). Come si evince dall'andamento della retta interpolatrice, sembra che questa pressione climatica non si sia manifestata nel territorio oggetto d'indagine. E' bene tuttavia ricordare, che, come per la pressione A) l'analisi deve essere comparata con la situazione generale a livello di bacino idrografico e idrogeologico, poiché le dinamiche di ricarica delle falde acquifere, dipende da entrambe le scale territoriali, locale e di bacino.

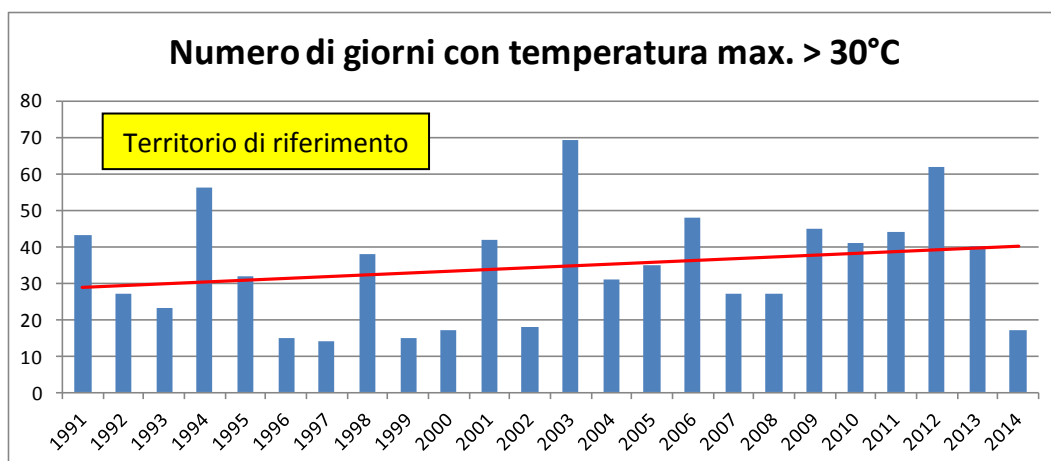


Variatione percentuale registrata sulla retta interpolatrice = **-8,5%**

Pressione C)- Incremento nella frequenza delle temperature estreme

Per provare a rappresentare l'andamento della terza pressione climatica sono stati utilizzati i dati relativi alle temperature massime rilevate su base giornaliera nelle stazioni ARPA di riferimento. Questa pressione climatica presenta infatti delle caratteristiche molto locali, a differenza delle precedenti pressioni, per le quali, oltre alla variabile locale, deve essere considerata la variabile alla scala di bacino idrografico.

Nel caso specifico sono stati conteggiati i giorni con temperatura massima superiore a 30°C. L'andamento presenta notevoli oscillazioni, con dei picchi nel 2003 e nel 2012 e dei minimi nei bienni '96-'97, '99-'00 e nel 2014. Applicando una linea di tendenza al grafico si evince un trend di crescita pari al 38% tra il 1991 ed il 2014.



Variazione percentuale registrata sulla retta interpolatrice = **+38%**

La griglia di valutazione delle pressioni climatiche

Di seguito viene valutata la probabilità che si verifichino le tre pressioni climatiche individuate inizialmente, utilizzando come riferimento i dati trattati per l'ambito territoriale di riferimento. Si tratta, come detto, di un'analisi funzionale alla descrizione del processo metodologico.

Si farà riferimento allo scenario temporale intermedio, ovvero 2050, proiettando i trend storici in funzione degli scenari evidenziati dallo studio dell'IPCC. Come già sottolineato in precedenza, l'analisi dovrebbe essere realizzata con almeno tre scenari temporali di riferimento, il breve periodo (10-20 anni), il medio periodo (30-50 anni) ed il lungo periodo (80-100 anni). Le scelte di pianificazione dei processi di adattamento devono infatti orientare le modalità di utilizzo del territorio, prevenendo innanzitutto usi e abusi con effetti tendenzialmente irreversibili.

La variabile d'ingresso "estensione" che fa riferimento sia alla dimensione spaziale che a quella temporale deve essere di volta in volta ri-scalata sull'ambito d'indagine. E' evidente che più si restringe l'ambito, più si tende a rilevare o meno una certa pressione climatica; la coesistenza delle due condizioni tende progressivamente a scomparire. Dal punto di vista temporale, invece, l'estensione non dipende dalla dimensione dell'ambito oggetto di indagine.

A) Precipitazioni intense e concentrate

PROBABILITA'					
Molto probabile	3			4	
Probabile					
Poco probabile	1			2	
Improbabile					
		Limitato spazialmente e temporalmente	Limitato spazialmente, esteso temporalmente	Limitato temporalmente, esteso spazialmente	Esteso temporalmente e spazialmente
ESTENSIONE					

Sulla valutazione hanno inciso i seguenti parametri:

- la pressione mostra già segni di esacerbazione nel territorio di riferimento, con un incremento molto marcato dei giorni con portate di deflusso idrico superficiale superiori al valor medio annuale;
- il rapporto IPCC indica la pressione climatica come "molto probabile sulla maggior parte delle aree terrestri alle medie latitudini" entro la fine del XXI secolo;
- l'estensione temporale non è così evidente, poiché la pressione si concentra in due-tre mesi dell'anno, ma l'estensione spaziale è piuttosto netta, poiché l'ambito è innervato da numerosi corsi d'acqua, anche di grossa portata.

B) Assenza prolungata di precipitazioni (anche nevose)

PROBABILITA'				
Molto probabile	3			4
Probabile				
Poco probabile	1			2
Improbabile				
	Limitato spazialmente e temporalmente	Limitato spazialmente, esteso temporalmente	Limitato temporalmente, esteso spazialmente	Esteso temporalmente e spazialmente
	ESTENSIONE			

Sulla valutazione hanno inciso i seguenti parametri:

- la pressione non mostra apparentemente segni di incremento d'intensità. Viceversa, i pochi dati a disposizione, disegnano un trend di riduzione del numero di giorni con assenza di precipitazioni;
- l'aumento della siccità viene dato per probabile dal rapporto IPCC alla fine del XXI secolo ma appare poco probabile in funzione della posizione geografica dell'ambito, a ridosso dell'arco alpino;
- l'estensione temporale è estesa sia temporalmente, poiché la pressione tenderebbe a manifestarsi sia nel periodo estivo che in quello invernale sia spazialmente, poiché l'assenza di precipitazioni ha carattere d'area vasta e presenta segni di omogeneità in relazione alle dimensioni dell'ambito indagato.

C) Incremento nella frequenza delle temperature estreme

PROBABILITA'				
Molto probabile	3			4
Probabile				
Poco probabile	1			2
Improbabile				
	Limitato spazialmente e temporalmente	Limitato spazialmente, esteso temporalmente	Limitato temporalmente, esteso spazialmente	Esteso temporalmente e spazialmente
	ESTENSIONE			

Sulla valutazione hanno inciso i seguenti parametri:

- la pressione climatica mostra segni di evidenza con un incremento del numero di giorni con temperatura massima superiore ai 30°C pari al 40% circa;
- il rapporto IPCC certifica come virtualmente certo l'incremento delle temperature giornaliere e notturne alle fine del XXI secolo e molto probabile il manifestarsi delle ondate di calore estivo;
- l'estensione spaziale è evidentemente estesa, poiché gran parte dell'ambito indagato presenta forme di urbanizzazione densa e di cementificazione diffusa. Viceversa, il fenomeno ha carattere temporale limitato, presentandosi tendenzialmente nei mesi di luglio e agosto.

Open questions La metodologia intende fornire degli strumenti di lavoro per le amministrazioni locali, per identificare eventuali incrementi nell'intensità di alcune pressioni climatiche. Molti aspetti non sono state adeguatamente approfonditi e possono essere oggetto di "open questions" da sviluppare in seguito:

- *Quali pressioni climatiche devono realmente essere tenute in considerazione a scala locale?*

Nella relazione sono state presentate tre pressioni climatiche, citate tipicamente nei rapporti scientifici sui cambiamenti climatici e valide, nello specifico, per il territorio della Città Metropolitana di Torino.

- *Come quantificare l'intensità di una pressione climatica?*

L'analisi dell'evoluzione di una pressione climatica in serie storica, sebbene possa mettere in evidenza alcuni trend "negativi" per il sistema energetico, non è sufficiente per quantificarne l'intensità. Alcuni specifici parametri o soglie devono essere individuati per valutare l'esistenza di criticità territoriali, sia nel breve che nel lungo periodo.

- *Quali fattori intervengono sulle pressioni climatiche a livello locale?*

Alcune pressioni climatiche potrebbero essere accresciute da specificità territoriali che devono essere valutate a priori. Si pensi ad esempio alla canalizzazione dei venti ed alle condizioni meteorologiche "anomale" riscontrabili in alcune aree montane e frutto, per lo più di fattori geomorfologici.

- *Quali dati sono necessari per descrivere l'andamento di una pressione climatica su un territorio? Con quale cadenza devono essere raccolti e quale densità informativa si deve possedere?*

La valutazione delle pressioni climatiche è fortemente correlata all'esistenza di una banca dati ufficiale, estesa sia spazialmente che temporalmente. Tuttavia, quali dati dovrebbero essere realmente? E con quale densità? La valutazione del cambiamento climatico a scala locale rientra tra le finalità di un sistema articolato di raccolta dati?

- *Di quali dati si ha bisogno per ricostruire degli scenari previsionali di medio, lungo periodo a scala locale?*

Come si è messo in evidenza nella relazione, la ricostruzione degli scenari previsionali è assolutamente essenziale, poiché alcune pressioni che oggi non

determinano effetti considerevoli, potrebbero aggravarsi progressivamente. Ma quali dati devono essere considerati a scala locale per svolgere una simile analisi? Come internalizzare in questi modelli le azioni di mitigazione realizzate dalle amministrazioni locali?

2° step: la valutazione degli impatti sul sistema energetico a livello locale

La selezione delle pressioni climatiche che possono esercitare un'influenza a livello locale è funzionale alla successiva identificazione dei possibili impatti sul territorio e, nello specifico, sul sistema energetico.

Dalle pressioni climatiche agli impatti Gli impatti possono riguardare il lato della domanda di energia, aumentandone il fabbisogno, o dell'offerta, riducendone la quantità prodotta sul territorio ed aumentando conseguentemente la dipendenza dall'esterno. Si tratta in questi casi di impatti diretti e sono tendenzialmente riconducibili a dei danni, poiché si verificano solamente con effetti negativi.

Alcuni impatti possono invece colpire sfere tematiche apparentemente distanti, avendo tuttavia ricadute positive sulla componente energetica. In questi casi, indicati nella tabella che segue come opportunità, il tema energia entra in gioco solamente nelle opzioni di adattamento proposte, coinvolgendo soprattutto il lato dell'offerta energetica.

(tra parentesi tonde il tipo di impatto: danno o opportunità?; tra parentesi quadre la numerazione progressiva degli impatti individuati)

Pressioni climatiche	Domanda di energia	Offerta di energia
A. Precipitazioni violente e concentrate		[1] > frequenza inondazioni (danno/ opportunità) [2] > frequenza dissesto idrog. (danno/opportunità)
B. Siccità/scarse precipitazioni	[5] > concentrazione inquinanti (opportunità) [4] < disponibilità nevosa (danno)	[3] > frequenza incendi boschivi (opportunità) [4] < disponibilità idrica (danno/opportunità) [6] > stress idrico per la vegetazione (danno/opportunità)
C. Incremento temperature/ Ondate di calore	[4] < disponibilità nevosa (danno) [7] > stress termico popolazione (danno)	[3] > frequenza incendi boschivi (opportunità) [6] > stress termico vegetazione (danno/opportunità)

Sintetizzando, le pressioni climatiche possono determinare 7 macro-impatti correlabili alla sfera energetica:

- 1/ l'incremento della frequenza delle inondazioni,
- 2/ l'incremento della frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico,
- 3/ l'incremento della frequenza degli incendi boschivi,
- 4/ la riduzione della disponibilità idrica e nevosa,
- 5/ l'incremento della concentrazione di inquinanti in atmosfera,
- 6/ l'incremento dello stress termico/idrico per la vegetazione,
- 7/ l'incremento dello stress termico per la popolazione.

Perché parlare di impatti sul sistema energetico?

Maggiore frequenza delle inondazioni

L'incremento del numero di inondazioni o dell'estensione delle aree soggette ad esondazione, pone notevoli problemi nella gestione delle infrastrutture e delle

urbanizzazioni ivi insediate. Con la redazione dei PAI (Piani di Assetto Idrogeologico) sono stati redatti programmi di delocalizzazione dei fabbricati e delle attività, che, tuttavia, stentano a decollare. Questi terreni sono, talvolta, preda addirittura di nuovi insediamenti. Essi devono quindi essere ri-convertiti o mantenuti in terreni agricoli. Questi terreni possono diventare un bacino di produzione energetica (bio-energia ed idroelettrico in primis). In quest'ottica, l'incremento del numero di inondazioni, può diventare un'opportunità per aumentare la produzione di energia da fonti rinnovabili nel territorio.

La maggiore frequenza delle inondazioni coinvolge direttamente anche le infrastrutture energetiche, soprattutto gli impianti termoelettrici, localizzati abitualmente in prossimità di corsi d'acqua, per garantire il soddisfacimento del fabbisogno idrico per il raffreddamento del processo produttivo. In questi casi si verifica un impatto diretto sul sistema energetico, riducendo potenzialmente la quantità di energia offerta dal territorio ed incrementando la dipendenza dall'esterno. Per ovviare a questa criticità si può optare per la messa in sicurezza della centrale o nei casi di maggiore vetustà dell'impianto, nel soddisfacimento del fabbisogno energetico con altre fonti rinnovabili.

Maggiore frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico

Questa categoria d'impatto affligge principalmente il sistema viabilistico e le reti di distribuzione dell'energia (in primis la rete elettrica). L'evento franoso colpisce direttamente l'offerta di energia quando vengono interrotte le reti di distribuzione (è successo negli ultimi anni in Regione Liguria, con interi abitati privi di corrente elettrica per alcuni giorni). In questo caso, l'adattamento dei territori consiste nel rendersi autonomi nell'approvvigionamento energetico, prediligendo forme di autoproduzione da fonti rinnovabili, che, in ambito montano, hanno un buon rendimento (si pensi ad esempio all'idroelettrico, al mini/micro idroelettrico, alla biomassa, all'eolico, al solare, ect).

I fenomeni di dissesto idrogeologico colpiscono anche le reti di collegamento viario. L'opportunità è insita nella predilezione di forme di mobilità meno vulnerabili (infrastrutture con maggiore resilienza, con investimenti per l'adeguamento da concentrare sul trasporto pubblico) o comunque alla riduzione dei centri di vulnerabilità (meno infrastrutture, dedicate per lo più al trasporto collettivo).

Maggiore frequenza degli incendi boschivi

L'incremento della frequenza degli incendi boschivi non affligge direttamente la componente energetica del territorio; non determina una crescita della domanda di energia e non incide sulla riduzione dell'offerta presente. Tuttavia, la biomassa forestale costituisce da sempre una fonte di energia primaria, che, in particolare negli ultimi anni, ha visto crescere notevolmente la propria diffusione sia a livello domestico (stufe a pellet, stufe a legna, ect), sia in centrali a biomassa per la produzione di energia elettrica e talvolta con recupero di calore per teleriscaldamento.

Il crescente numero degli incendi boschivi può quindi essere correlato ad uno sfruttamento pianificato della biomassa, che consenta da un lato di produrre energia (ed aumentare di conseguenza il valore del territorio) e dall'altro di ridurre la vulnerabilità, rimuovendo la materia secca e diradando il bosco nelle aree più sensibili. Questo

impatto deve essere quindi colto unicamente come opportunità, come stimolo a pianificare il territorio con una duplice finalità.

Riduzione della disponibilità idrica e nevosa

La riduzione della disponibilità idrica e nevosa, in alcuni periodi dell'anno, determina una serie di impatti correlabili alla sfera energetica. La riduzione della disponibilità nevosa porta inevitabilmente a criticità per il turismo invernale, con la necessità di ripensarne complessivamente i confini ed i contenuti. L'assenza di neve fresca o comunque il suo più rapido scioglimento viene compensato con la produzione di neve artificiale, che rappresenta un consumo energetico di non poco conto, impattando anche sulla sostenibilità economica degli stessi impianti sciistici. Questo impatto incide direttamente sulla domanda energetica del territorio.

La riduzione delle precipitazioni determina anche minori afflussi idrici superficiali ed in falda, limitando la produzione di energia di alcuni impianti che dell'acqua fanno la loro forza: gli impianti idroelettrici, soprattutto nelle aree montane, gli impianti termoelettrici, a valle, in prossimità dei principali corsi d'acqua (per il raffreddamento del processo produttivo), gli impianti geotermici qualora utilizzino l'acqua di falda. L'impatto sul sistema energetico è in questo caso relativo all'offerta del territorio, la cui riduzione determina una maggiore dipendenza dall'esterno.

Incremento degli inquinanti in atmosfera

L'incremento degli inquinanti in atmosfera non determina alcun impatto diretto sul sistema energetico. Tuttavia, le principali cause antropiche di tale impatto, ovvero la mobilità privata ed il riscaldamento degli edifici residenziali e terziari, sono anche le principali voci di domanda energetica del territorio. Questa combinazione di fattori non può che portare ad un generale ripensamento del sistema dei trasporti, per favorire il trasporto pubblico o i mezzi alternativi all'auto privata (soluzioni che in ambito urbano, se adeguatamente promosse, possono portare a buoni risultati in termini di split modale) e spingere verso l'efficientamento degli immobili e degli impianti o verso la conversione dalle fonti fossili (gasolio, GPL, olio combustibile) verso le fonti rinnovabili o con fattore GWP¹ più basso (solare termico, geotermia, gas).

Incremento dello stress idrico e termico della vegetazione

Lo stress idrico e termico della vegetazione può costituire un impatto diretto per la componente energetica del territorio in ambito urbano, riducendo la capacità di mitigazione della calura estiva del verde ed aggravando ulteriormente il fenomeno dell'isola di calore. Le variazioni climatiche e meteorologiche impattano in modo trasversale, sia sul periodo vegetativo dell'essenza arborea, sia sulla diffusione di nuovi agenti patogeni che minacciano talvolta la sopravvivenza di alcune specie in areali anche molto estesi. Negli ultimi anni molte specie vegetali, in ambito urbano, anche nella Città di Torino, hanno subito condizioni di stress termico ed idrico, compromettendo talvolta

¹ GWP= Global Warming Potential: esprime il contributo all'effetto serra di un gas serra relativamente all'effetto della CO₂, il cui potenziale di riferimento è pari a 1. Ogni valore di GWP è calcolato per uno specifico intervallo di tempo (in genere 20, 100 o 500 anni).

la loro sopravvivenza². Diventa quindi essenziale la scelta di specie vegetali arboree ed arbustive maggiormente adattate agli inquinanti urbani, e che possano al contempo incrementare la percentuale di CO₂ assorbita e l'effetto ombreggiamento nel periodo estivo (prediligendo specie con chiome più folte).

Lo stress della vegetazione affligge anche le aree agricole, riducendone la produttività e quindi la capacità di generare reddito per gli agricoltori. Sono sempre più diffusi i casi di abbandono di terreni agricoli per depauperamento delle caratteristiche fisico-chimiche e per eccessivo impoverimento e riduzione della materia organica. In questo caso, la necessità di individuare forme di reddito alternative può spingere i decisori locali a promuovere forme di produzione di energia da biomassa, prediligendo le colture a bassa intensità idrica e resistenti alle ondate di calore estive. In questo modo la risorsa energetica non entra direttamente in competizione con la produzione agro-alimentare per l'uso del suolo ma costituisce una forma di tutela del territorio, sia sul fronte ambientale, che su quello socio-economico.

Incremento dello stress termico della popolazione

A differenza di altri impatti, lo stress termico sulla popolazione incide direttamente sulla componente energetica del territorio, aumentando la domanda di energia richiesta per climatizzare gli ambienti, sia nel settore residenziale, che nel terziario. Questa pressione incide quasi esclusivamente nelle aree urbane dense, dove, oltre all'effetto canyon della radiazione solare, che "riflettendo" sulle facciate degli edifici prospicienti si converte progressivamente in energia termica, si registrano livelli di albedo molto bassi, con la prevalenza di materiali costruttivi a bassa riflessione ed ad alto assorbimento (con conseguente ri-emissione nella lunghezza d'onda dell'infrarosso). In questo caso specifico l'impatto viene esacerbato dalla presenza di tecnologie per la climatizzazione estiva sempre più a buon mercato, che ne facilita la diffusione presso gli utenti finali e aumenta la correlazione tra domanda di energia elettrica e andamento della temperatura esterna nel microclima urbano. L'effetto isola di calore urbano incide anche sulla fruizione degli spazi aperti, riducendone la "desiderabilità" e spingendo molti cittadini a prediligere ambienti chiusi climatizzati.

Dove si manifestano gli impatti?

Gli impatti si manifestano in ambiti talvolta sovrapposti (es. isola di calore e incremento degli inquinanti principali e secondari), ma principalmente in contesti diversi. E' quindi fondamentale cercare di delimitare in macro-zone i luoghi in cui essi si verificano per consentire alle amministrazioni comunali di identificare le principali criticità cui possono essere soggette nel medio-lungo periodo.

Maggiore frequenza delle inondazioni

Nel territorio metropolitano le aree soggette ad inondazioni sono state mappate nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), nel quale sono rappresentate tre fasce intorno ai corsi d'acqua. La fascia A rappresenta l'area di deflusso della piena; la fascia B è la fascia di esondazione, mentre la fascia C individua le aree esondabili in caso di piena straordinaria. Le fasce sono soggette a modifiche in funzione dei nuovi eventi alluvionali.

²<http://www.regione.piemonte.it/archivio/agri/quaderni/agri/comunicazione/quaderni/num60/dwd/33.pdf>

Tenendo in considerazione la prospettiva di lungo periodo di un Piano di Adattamento, la fascia da considerare nell'analisi dei rischi e delle vulnerabilità è la fascia C. E' ugualmente probabile che, nel lungo periodo, a fronte di eventi pluviometrici estremi e della progressiva antropizzazione dei corsi d'acqua (rettificazione, cementificazione, ect), le fasce subiscano un progressivo "allargamento".

REGIONE PIEMONTE - Difesa del suolo

<http://www.regione.piemonte.it/difesasuolo/pianificazione/tempai.htm> (punto 3)

home > la pianificazione > pai > Scarico temi PAI Nel sistema di RIFERIMENTO UTM WGS84

- Fasi di aggiornamento
- Stato di aggiornamento
- Procedure di approvazione
- Varianti al PAI
- Conferenze programmatiche

Norme di attuazione del Pai

- Relazione generale
- Quaderno opere tipo

Servizio di Consultazione cartografica del PAI >>

Scarico dati

Scarico temi PAI nel sistema di riferimento UTM-WGS84

1 - QUADRO DEL DISSESTO AGGIORNATO

Dissesti PAI	Scarico dati	Metadato dissesti puntuali	Metadato dissesti lineari	Metadato dissesti areali
Dissesti derivanti da aggiornamento di strumenti urbanistici approvati	Scarico dati	Metadato dissesti puntuali	Metadato dissesti lineari	Metadato dissesti areali
Dissesti dei comuni esonerati dall'adeguamento PAI (Classe A)	Scarico dati	Metadato dissesti puntuali	Metadato dissesti lineari	Metadato dissesti areali

2 - DISSESTI PAI STORICO

Dissesti PAI originale successivamente sostituiti da adeguamento PRG (vedi riquadro 1)	Scarico dati	Metadato dissesti puntuali	Metadato dissesti lineari	Metadato dissesti areali
----------------------------------------------------------------------------------------	--------------	----------------------------	---------------------------	--------------------------

3 - FASCE FLUVIALI E AREE INONDABILI

Fasce fluviali derivanti dal PAI vigente e successive integrazioni	Scarico dati	Metadato
Fasce fluviali derivanti da progetti di varianti e varianti al PAI adottate con D.C.I. dell'ADB	Scarico dati	Metadato

4 - PERIMETRAZIONE AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO (RME)

Perimetrazione RME	Scarico dati	Metadato
--------------------	--------------	----------

IE 5.5 NN 7.0 RG 6.85 K B00x600 e-mail: DirezioneB14@regione.piemonte.it

REGIONE PIEMONTE - Difesa del suolo

<http://www.regione.piemonte.it/disuw/main.php>

REGIONE PIEMONTE DIFESA DEL SUOLO

FUNZIONI DI BASE FUNZIONI AVANZATE AIUTO

mappa 1 - WGS84 - CTR R. Piemonte (ANNO 2005+storico)

Legenda dati vettoriali

Dissesti perimetrali comuni in classe A

- Frana attiva - Fa
- Frana quiescente - Fq
- Frana stabilizzata - Fs
- Conoide attivo non protetto - Ca
- Conoide attivo parzialmente protetto - Cp
- Conoide non recentemente attivatosi - Cn
- Esondazione a pericolosità molto elevata - Ee
- Esondazione a pericolosità elevata - Eb
- Esondazione a pericolosità media o moderata - Em
- Valanga a pericolosità molto elevata o elevata - Va
- Valanga a pericolosità media o elevata - Vm

Dissesti non perimetrali (lineari) comuni in classe A

- Esondazione a pericolosità molto elevata - Ee
- Esondazione a pericolosità elevata - Eb
- Esondazione a pericolosità media o moderata - Em
- Valanga a pericolosità molto elevata o elevata - Va
- Valanga a pericolosità media o moderata - Vm

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO - PTCP Tavola del Dissesto Idrogeologico

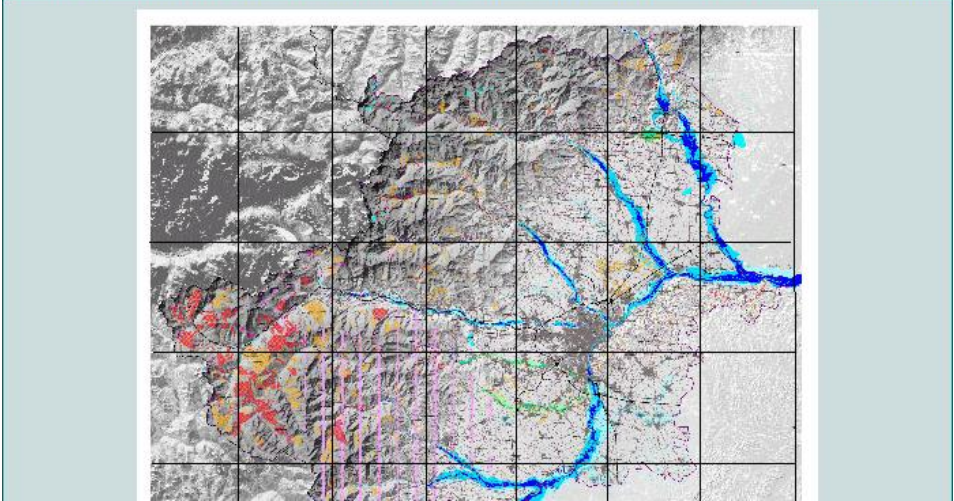
http://www.sistemapiemonte.it/territorio/ptcp/tavc/tavola_c.shtml

Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Torino

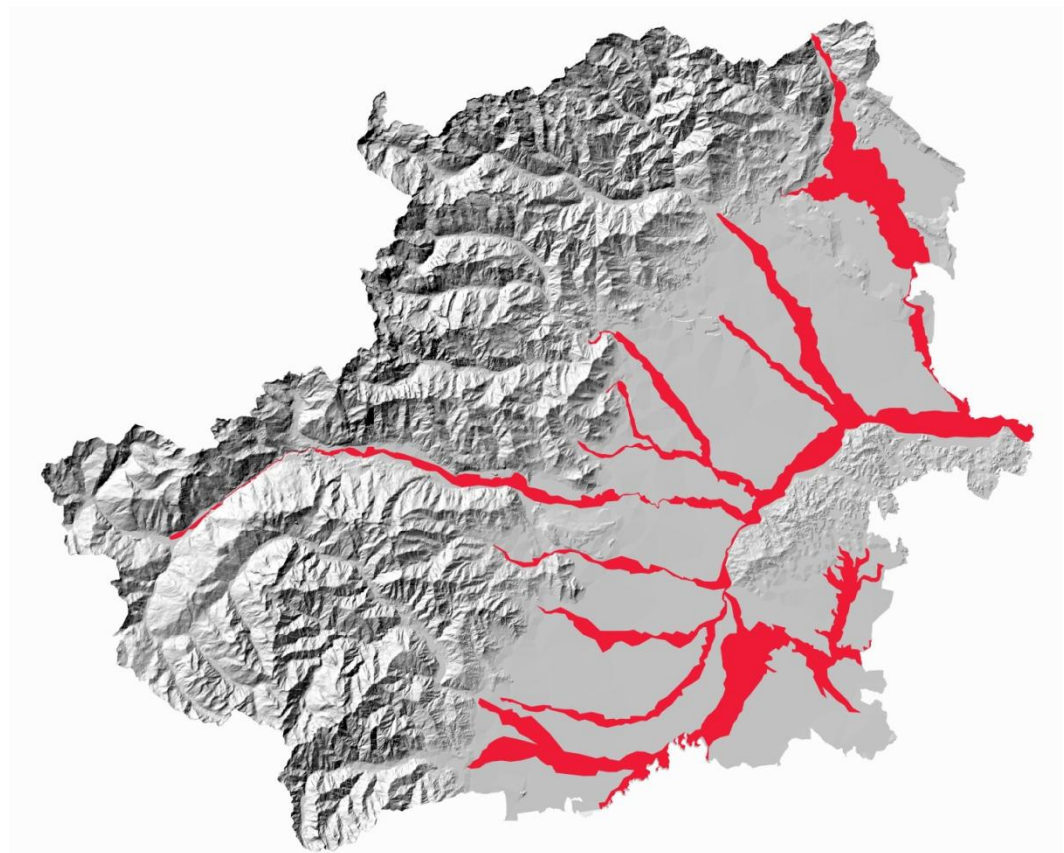
home servizi help contatti

Tavola C: Dissesto idrogeologico

Cliccando su ciascun riquadro si apre l'ingrandimento della sezione e si ha la possibilità di scaricare la mappa in versione pdf.



Utilizzando i dati cartografici messi a disposizione dalla Regione Piemonte è stata possibile la mappatura delle aree soggette ad esondazione, nelle quali, l'impatto "incremento della frequenza delle inondazioni" può verificarsi.



Nella figura sono rappresentate le tre fasce PAI (fascia A+ fascia B + fascia C)

Parametri per la valutazione dell'impatto

Area in fascia C = 622 km²

Area totale Città Metropolitana = 6.827 km²

% area metropolitana soggetta all'impatto = 9,1%

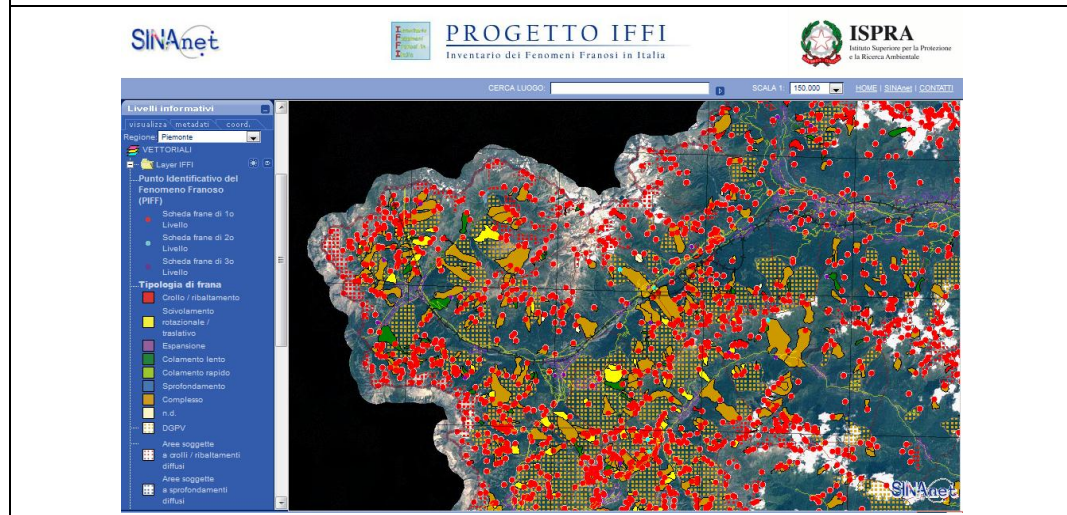
Numero di Comuni potenzialmente coinvolti = 172

Maggiore frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico

I dissesti idrogeologici si manifestano principalmente nelle aree montane o collinari con medie-forti pendenze del terreno. Ovviamente essi dipendono anche dalla litologia, dalla copertura vegetale e da altri fattori geologici e climatici. Esiste comunque una cartografia di ricognizione dei fenomeni di dissesto per tipologia, redatta da ISPRA, nell'ambito del progetto IFFI, e da ARPA, nel proprio sistema informativo.

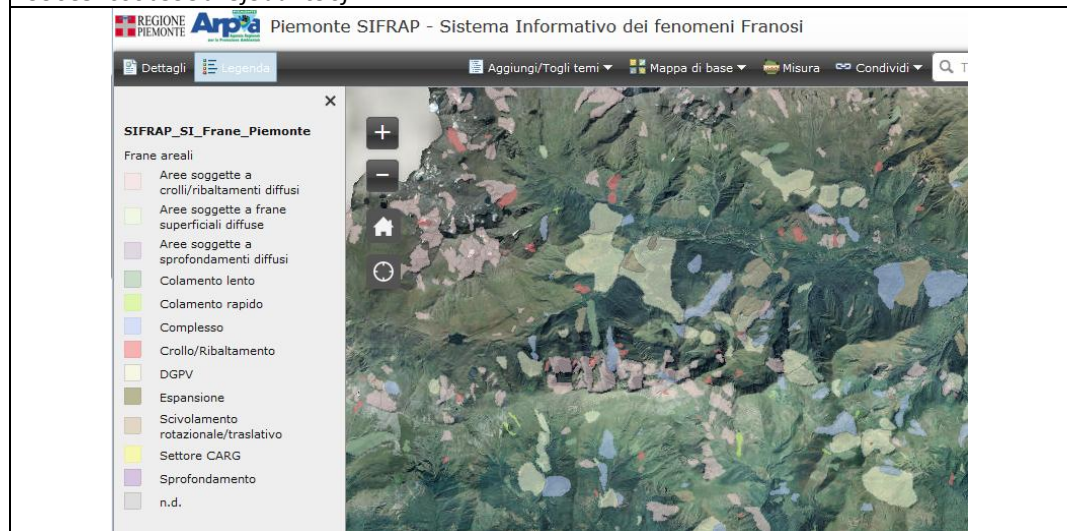
ISPRA - Progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia)

<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/iffi-inventario-dei-fenomeni-franosi-in-italia>

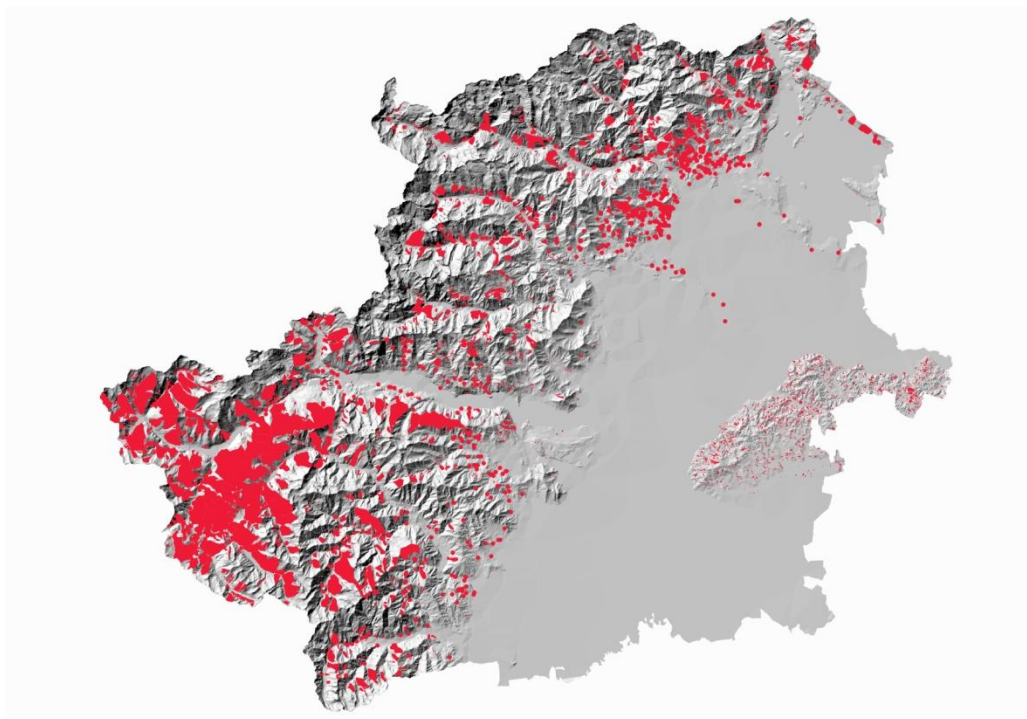


ARPA PIEMONTE - Sistema Informativo dei fenomeni franosi

http://webgis.arpa.piemonte.it/basicviewer_arpapreg_webapp/index.html?webmap=ea8bbb2990e34c00b595b48f9ad2c90f



Utilizzando i dati forniti dal progetto IFFI sono state cartografate tutte le aree soggette a dissesto idrogeologico (sia in forma areale che in forma puntuale). La selezione è stata realizzata solamente per fasce d'intorno rispetto alla rete viaria pari a 500 metri, per tenere in considerazione l'eventuale impatto sulle stesse infrastrutture o sulle reti di trasmissione/distribuzione dell'energia, localizzate normalmente in prossimità delle sedi stradali.



Nella figura sono rappresentati i dissesti areali e puntuali rilevati dal progetto IFFI localizzati in prossimità delle strade (500 m buffer).

Parametri per la valutazione dell'impatto

Area soggette a dissesto idrogeologico = 610 km²

Area totale Città Metropolitana = 6.827 km²

% area metropolitana soggetta all'impatto = 8,9%

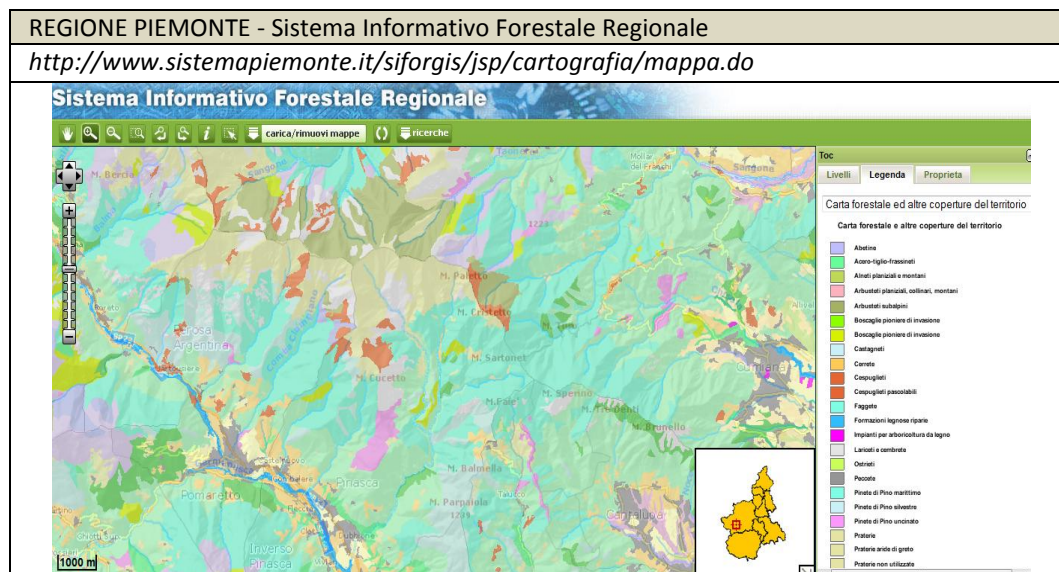
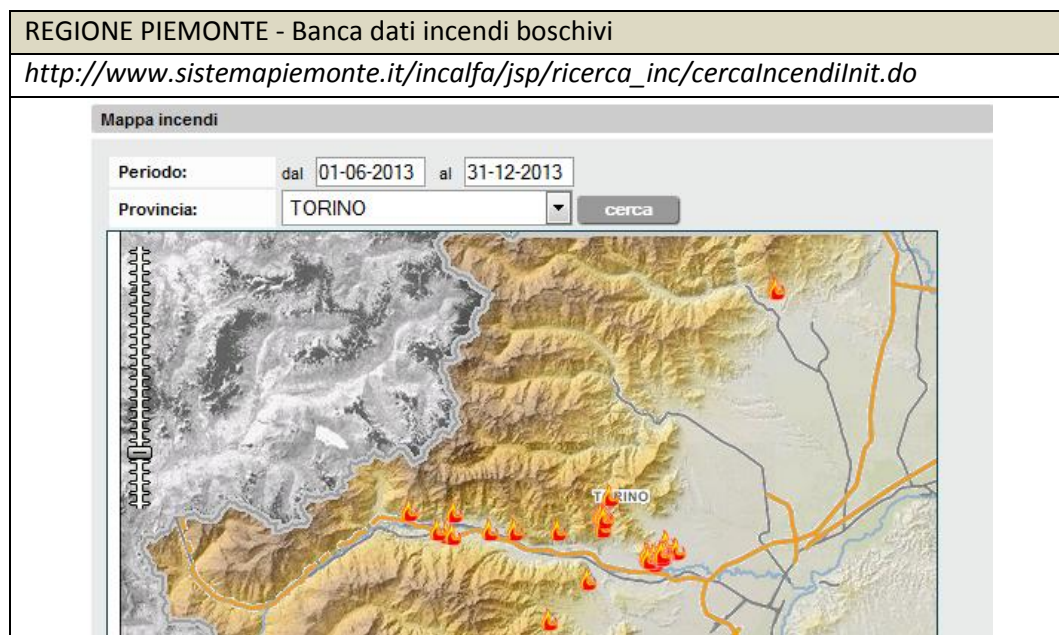
Numero di Comuni potenzialmente coinvolti = 199

Maggiore frequenza degli incendi boschivi

Il rischio incendi si manifesta principalmente nelle aree boscate, dove la presenza di materiale combustibile ne permette lo sviluppo e la diffusione, ed in particolare in prossimità di attività antropiche, dato che la maggior parte degli eventi ha un'origine dolosa. La topografia è un altro fattore rilevante (il rischio è maggiore in aree con pendenza elevata e con esposizione a sud). La Regione Piemonte aggiorna periodicamente una banca dati cartografica nella quale vengono localizzati e caratterizzati tutti gli incendi boschivi (con dettaglio dell'estensione raggiunta).

Nella valutazione dell'impatto assume un peso decisivo la tipologia arborea ed arbustiva, rappresentata per areali nel Sistema Informativo Forestale Regionale. Per il calcolo della

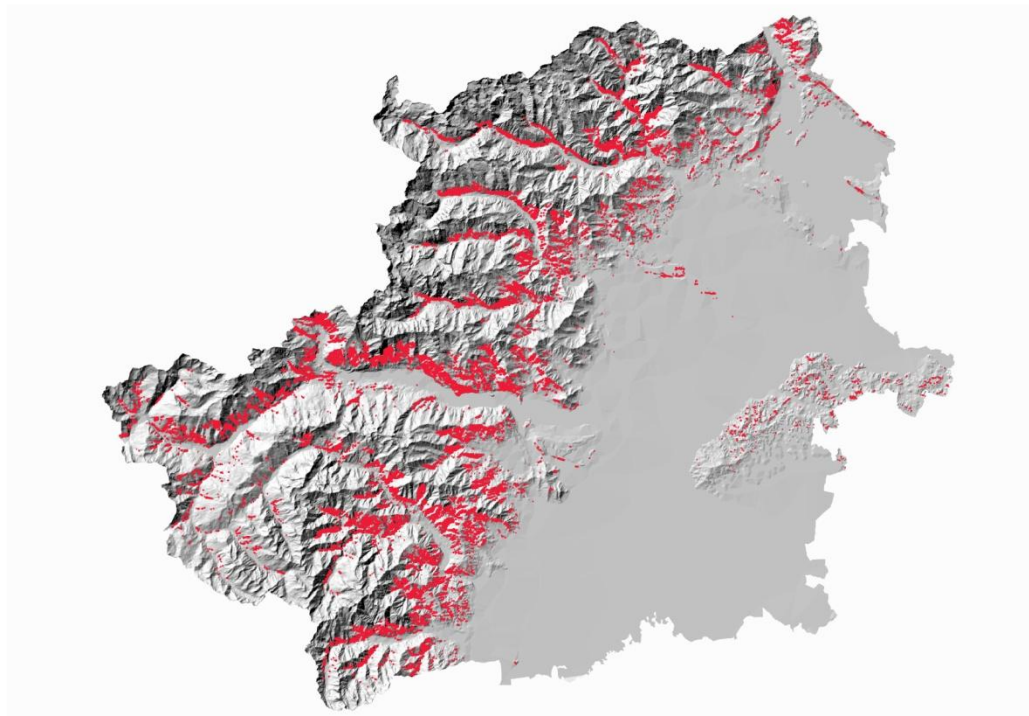
pendenza del terreno e dell'esposizione è necessario utilizzare un DTM, messo a disposizione dalla Regione Piemonte con passo pari a 50 metri³.



La rappresentazione degli areali soggetti a fenomeni d'incendio boschivo può assumere due connotazioni: la prima riguarda la delimitazione degli incendi storicamente avvenuti. Si tratta in questo caso di una rappresentazione statica di tipo descrittivo. Può essere utile per capire l'incidenza del fattore antropico ed il comportamento dell'incendio al verificarsi di certe condizioni. Essendo i fenomeni di incendio boschivo poco prevedibili, poiché dipendenti da variabili multiple, soggette ad un'elevata alea (direzione e intensità del vento, percentuale di necromassa, continuità della superficie boscata, umidità

³ Un modello digitale del terreno (anche noto come DTM, dall'inglese Digital Terrain Model) è la rappresentazione della distribuzione delle quote di un territorio in formato digitale. Il modello digitale di elevazione viene in genere prodotto in formato raster associando a ciascun pixel l'attributo relativo alla quota assoluta.

dell'aria e della fitomassa, ect), può essere più interessante la rappresentazione degli areali a più alta vulnerabilità, nei quali la probabilità che si verifichi l'innesco è maggiore.



In figura sono state rappresentate le aree a maggiore vulnerabilità: pendenza del terreno > 35°, esposizione sud, sud-est, sud-ovest 137-222° (con 0° a Nord), presenza di aree boscate (da Corine Land Cover), buffer 500 metri intorno alle strade. In mappa sono state cartografate solamente le aree dove più alta è la probabilità che si verifichi l'innesco dell'incendio.

Parametri per la valutazione dell'impatto

Aree ad elevata vulnerabilità = 60 km²*

Area totale Città Metropolitana = 6.827 km²

% area metropolitana soggetta all'impatto = 0,9%

Numero di Comuni potenzialmente coinvolti = 210

* Si tratta dell'area di possibile innesco dell'incendio e non di propagazione.

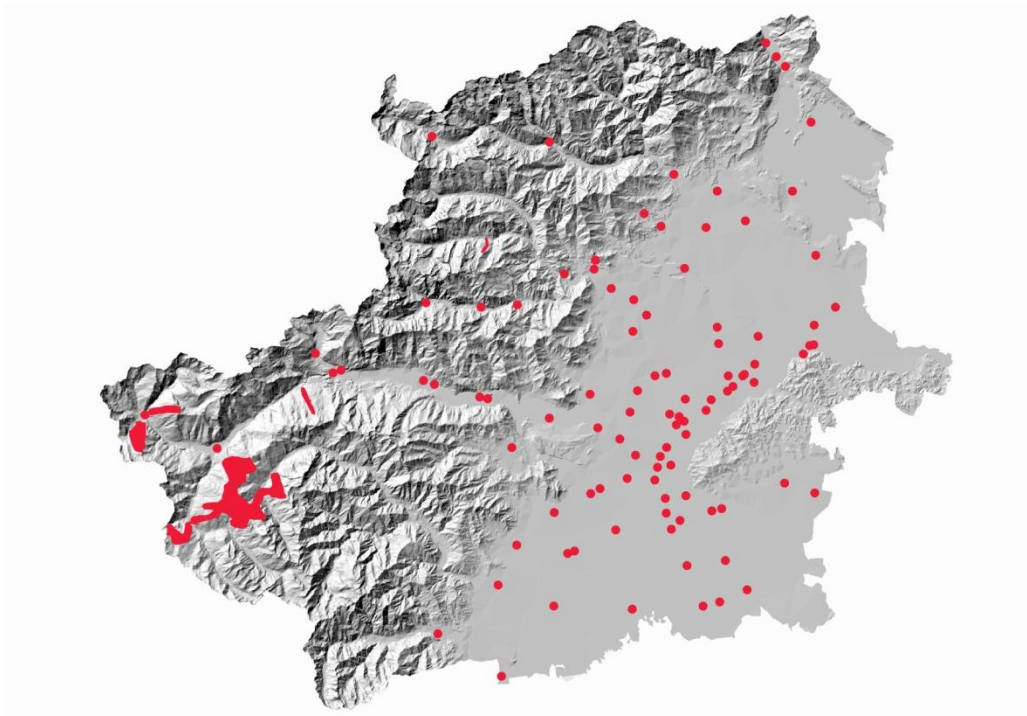
Riduzione della disponibilità idrica e nevosa

La riduzione della disponibilità idrica si manifesta in generale su tutto il territorio metropolitano, con un'incidenza ovviamente minore in ambito montano, laddove i moti ascensionali delle brezze e le correnti d'aria ed i venti che si formano nelle valli facilitano l'incontrarsi di masse d'aria a temperature e con tassi d'umidità diversi. *E' evidente che l'analisi di questo impatto deve essere condotta a livello di bacino imbrifero, poiché a fronte di zone montane con piovosità elevate, si possono registrare deflussi notevoli nei corsi d'acqua a valle.*

In ambito montano è da tenere in considerazione anche la riduzione della disponibilità nevosa, soprattutto laddove la neve fresca è considerata un bene primario (si pensi ad esempio agli impianti sciistici). La mappatura delle aree maggiormente soggette alla riduzione della disponibilità idrica può essere ottenuta direttamente dalla banca

meteorologica e idrologica di ARPA Piemonte, facendo ovviamente riferimento ai bacini imbriferi nel loro complesso.

In generale, la rappresentazione degli ambiti soggetti all'impatto, a differenza dei casi precedenti, è correlata direttamente alla localizzazione degli impianti che necessitano di un apporto idrico/nevoso. Nello specifico vengono rilevati gli impianti sciistici e le centrali termo-elettriche, di varia taglia. Dalla figura emerge chiaramente come gli impianti termo-elettrici siano localizzati in prossimità dei corsi d'acqua.



In figura sono state rappresentate tutte le centrali elettriche ed i principali impianti sciistici del territorio.

Parametri per la valutazione dell'impatto

Aree vulnerabili per la riduzione disponibilità idrica e nevosa = 73 km² *

Area totale Città Metropolitana = 6.827 km²

% area metropolitana soggetta all'impatto = 1,1%

Numero di Comuni potenzialmente coinvolti = 75

* sono escluse ovviamente dal computo le centrali che hanno una natura puntuale

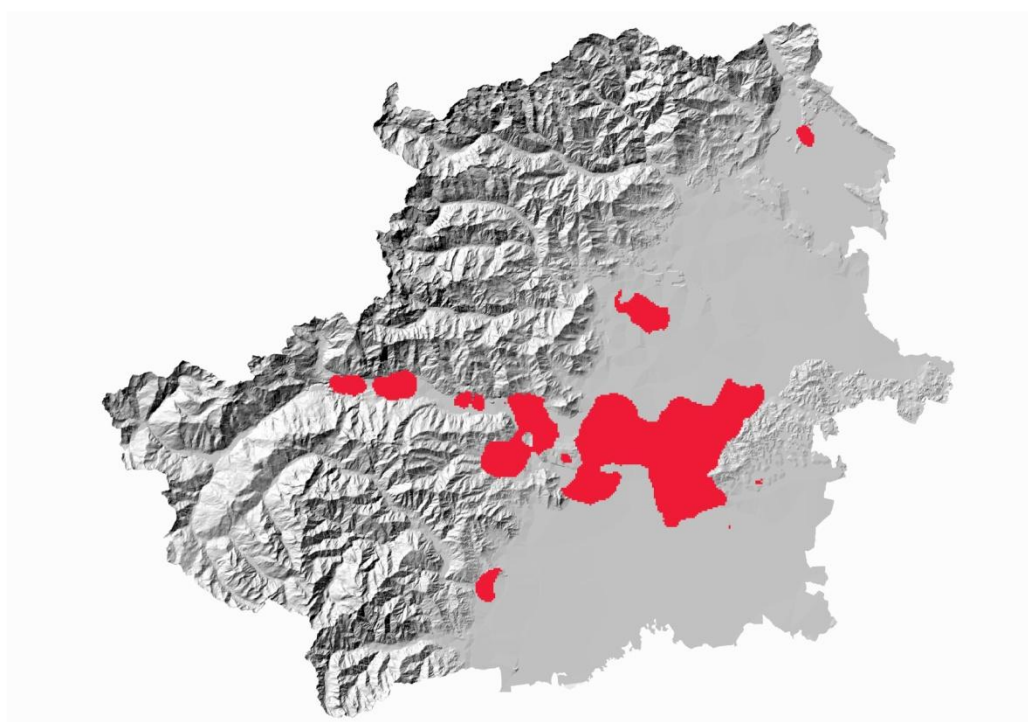
Incremento degli inquinanti in atmosfera

L'incremento della concentrazione di alcuni inquinanti (prevalentemente il PM10) avviene soprattutto in ambiente urbano perché strettamente connessa alla mobilità privata, alle industrie ed all'inefficienza/inadeguatezza di alcuni sistemi utilizzati per il riscaldamento invernale degli ambienti. Anche alcuni inquinanti secondari, quali l'ozono, presentano notevoli problemi nei contesti urbanizzati, poiché le reazioni chimiche che li determinano vengono a manifestarsi soprattutto in presenza di inquinanti primari. La Città Metropolitana di Torino redige annualmente un rapporto sulla qualità dell'aria, dal

quale emergono le principali criticità a livello urbano. Il rapporto viene elaborato sulla base dei dati provenienti dalle centraline ARPA dislocate sul territorio⁴.

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO - Qualità dell'aria nella Città Metropolitana di Torino				
http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/inquinamento/eventi/sguardo				
				
Anno 2005 (formato pdf 3,4 MB)	Anno 2006 (formato pdf 2,7 MB)	Anno 2007 (formato pdf 2,9 MB)	Anno 2008 (formato pdf 10,4 MB)	Anno 2009 (formato pdf 2,1 MB)
				
Anno 2010 (formato pdf 5 MB)	Anno 2011 (formato pdf 2,5 MB)	Anno 2012 (formato pdf 11 MB)	Anno 2013 (formato pdf 3,6 MB)	

La mappatura degli areali soggetti all'impatto è stata elaborata a partire dal dato sull'impronta a terra degli edifici. In particolare è stato eseguito un calcolo di densità dei centroidi. La densità edilizia comporta da un lato elevate emissioni di inquinanti per il riscaldamento degli ambienti e dall'altro, incidendo sui flussi di traffico e sulla concentrazione degli inquinanti, elevate emissioni correlate al settore dei trasporti.



In figura sono state rappresentate le aree calcolate attraverso una mappa di densità dei centroidi degli edifici (densità superiore a 150 centroidi per pixel; pixel di 250 m²).

⁴ <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/aria/aria>

Parametri per la valutazione dell'impatto

Area vulnerabile per incremento inquinanti in atmosfera= 449 km²

Area totale Città Metropolitana = 6.827 km²

% area metropolitana soggetta all'impatto = 6,6%

Numero di Comuni potenzialmente coinvolti = 71

Incremento dello stress idrico e termico della vegetazione

E' evidente che nel caso dell'impatto sulla vegetazione lo stress idrico si manifesta soprattutto nelle aree agricole con un alto fabbisogno d'acqua a scopo irriguo. La vegetazione boschiva risente in misura molto inferiore di questo fattore di stress.

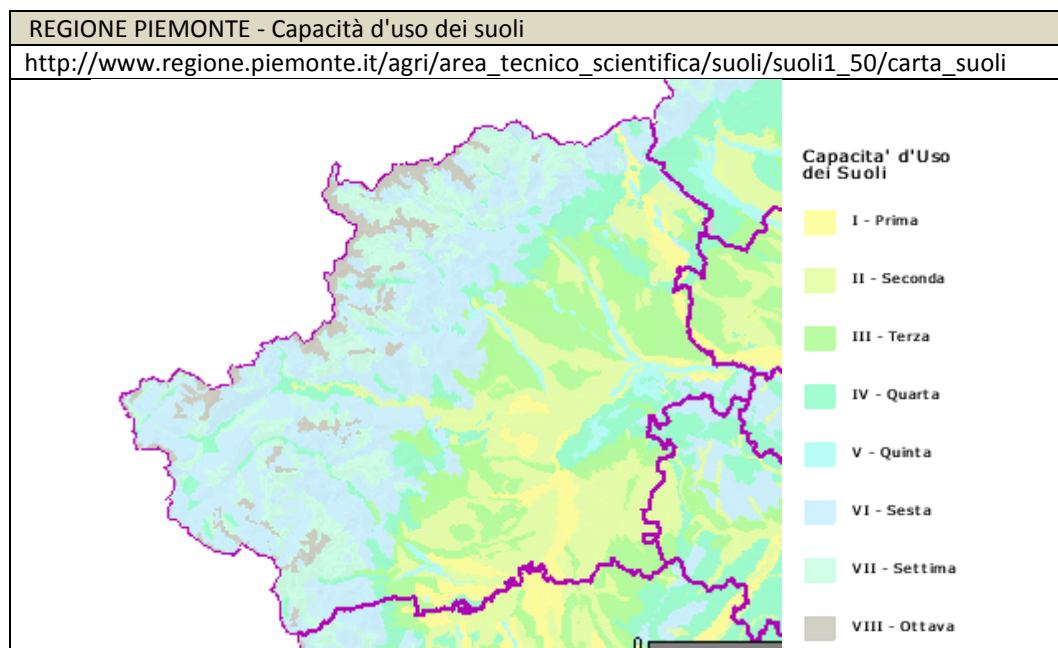
Lo stress termico affligge invece, in modo diretto (incremento della radiazione e dei raggi UV) o indiretto (inquinanti secondari, malattie delle piante, ect), la vegetazione urbana, le aree agricole e le aree boscate. Lo stress determinato dalla presenza di inquinanti secondari è principalmente associabile all'ambiente urbano, mentre l'incremento dell'intensità della radiazione solare e l'eventuale sorgere di nuove malattie ha un carattere più esteso, fortemente legato alle differenti tipologie arboree ed arbustive (ciascuna ha una diversa sensibilità alle variazioni climatiche). ISTAT, attraverso il proprio censimento dell'agricoltura, indica per ciascun territorio la superficie dedicata ad una specifica coltura e la produzione in quintali. Il rapporto tra i due fattori può aiutare nella valutazione della produttività. Di più difficile valutazione è l'impatto sulla vegetazione urbana, per il quale si possono utilizzare le fonti informative del Comune di Torino, relative al censimento arboreo ed al tasso di incidenza di nuove malattie e di moria della vegetazione. Ci si concentrerà in questa sede sulla valutazione dell'impatto nelle aree agricole, essendo il secondo decisamente meno rilevante in relazione agli usi energetici.

ISTAT - Censimento dell'agricoltura				
http://www.istat.it/it/censimento-agricoltura/agricoltura-2010				
→ Territorio	Torino			
→ Misura	valori assoluti			
→ Annata agraria fine	2011			
→ Tipo variabile	superficie totale - ettari	superficie in produzione - ettari	produzione totale - quintali	produzione raccolta - quintali (migliaia di unità foraggere per i gruppi erbai, prati e pascoli)
→ Tipo	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼
coltivazione				
cereali	91 645	91 645	7 810 791	7 810 787
legumi secchi	339	339	7 967	7 967
pianze da tubero	190	190	42 700	42 700
ortaggi in piena aria	748	748	146 436	146 436
coltivazioni industriali	1 718	1 718	27 060	27 060
frutta fresca	2 617	2 387	557 995	557 995
vite	2 184	2 176	129 027	128 227
vino	86 741	..
olivo	63	10	298	298
erbai	9 953	9 953	4 195	79 522
prati avvicendati	27 066	27 066	6 708	105 454
prati	12 596	12 596	850	12 238
pascoli	247 081	242 394	4 095	47 566
ortaggi in serra	371.94	371.94	114 107	114 107

Dati estratti il 26 gen 2015, 13h46 UTC (GMT), da I.Stat

La mappatura degli areali soggetti all'impatto non può essere scissa dalla valutazione della vulnerabilità, ovvero dei terreni agricoli con minor capacità d'uso del suolo, che

potranno essere soggetti, in una prospettiva di medio-lungo periodo ad abbandono per ulteriore depauperamento.



Suoli adatti all'agricoltura

- 1 Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture.
- 2 Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative.
- 3 Suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative.
- 4 Suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.

Suoli adatti al pascolo ed alla forestazione

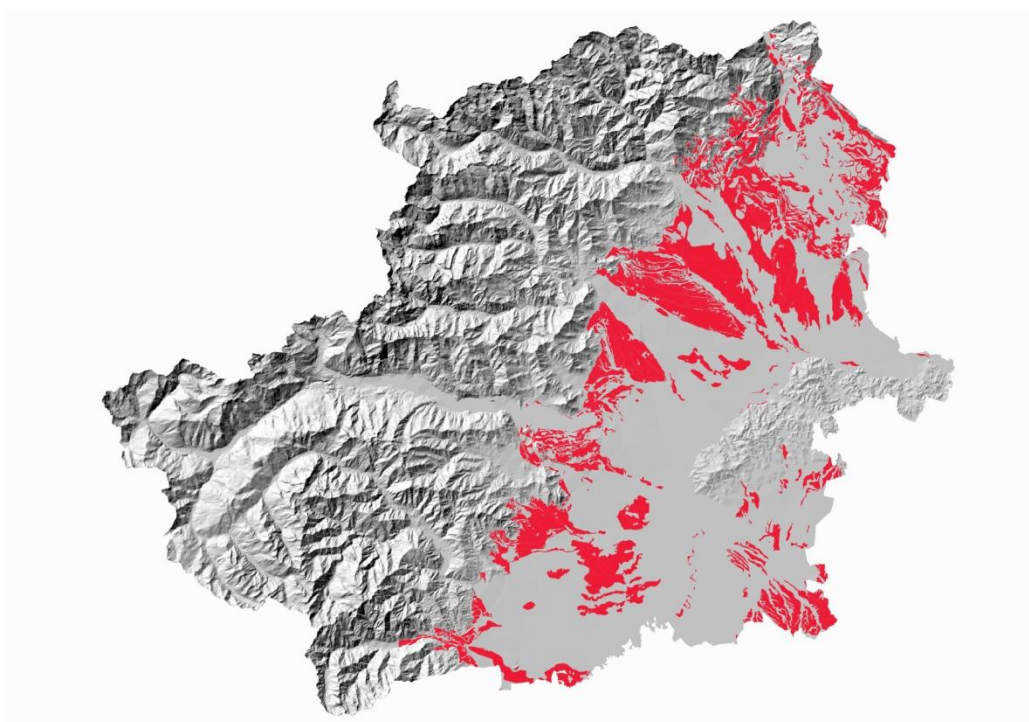
- 5 Suoli che pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale.
- 6 Suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderli inadatti alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale.
- 7 Suoli che presentano limitazioni severissime, tali da mostrare difficoltà anche per l'uso silvo pastorale.

Suoli inadatti ad utilizzazioni agro-silvo-pastorali

- 8 Suoli che presentano limitazioni tali da precludere qualsiasi uso agro-silvo-pastorale e che, pertanto, possono venire adibiti a fini creativi, estetici, naturalistici, o come zona di raccolta delle acque. In questa classe rientrano anche zone calanchive e gli affioramenti di roccia.

La mappatura degli areali a maggiore vulnerabilità deriva dalla carta della capacità d'uso dei suoli; nello specifico sono state selezionate le classi 3 e 4, poiché le classi 1 e 2 presentano alti livelli di produttività e devono essere necessariamente mantenute funzionali alla produzione agricola, anche di qualità (es. produzioni DOCG), mentre le classi superiori alla quinta non sono tendenzialmente adatte all'agricoltura, neanche per la produzione di biomassa ad uso energetico. Le classi 3 e 4, presentando

rispettivamente " limitazioni severe " e "limitazioni molto severe", possono essere nel medio-lungo periodo soggette ad abbandono, in caso di ulteriore depauperamento e quindi declassazione.



In figura sono state rappresentate le aree agricole con capacità d'uso del suolo 3 e 4, adatte all'agricoltura ma con severe limitazioni (classe 3) o con limitazioni molto severe (classe 4).

Parametri per la valutazione dell'impatto

Area vulnerabili per incremento stress idrico-termico= 797 km²

Area totale Città Metropolitana = 6.827 km²

% area metropolitana soggetta all'impatto = 11,7%

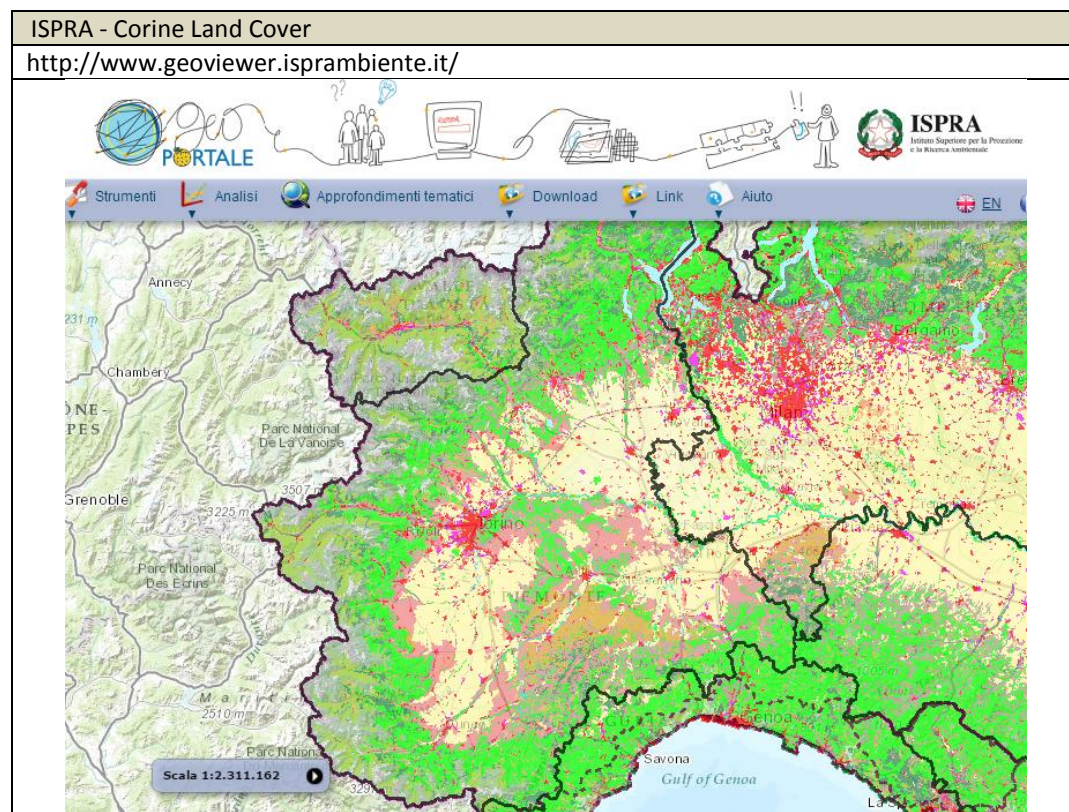
Numero di Comuni potenzialmente coinvolti = 214

Incremento dello stress termico della popolazione

Lo stress termico della popolazione è dovuto principalmente ad elevate temperature dell'aria, abbinato a tassi di umidità prossimi alla saturazione. E' evidente innanzitutto che la condicio sine qua non è la presenza di strutture urbane ad alta densità abitativa, nelle quali la prevalenza di coperture del suolo bituminose favorisce la re-immissione in atmosfera di radiazione infrarossa e la presenza di edifici prospicienti "ingabbia" la radiazione luminosa, aumentandone la riflessione e l'assorbimento. Questo stress è quindi circoscrivibile all'area metropolitana torinese (nel senso fisico-urbanistico del termine) ed ad alcuni centri abitati del territorio. All'interno degli stessi centri urbani vi sono aree a differente grado di vulnerabilità, a seconda dei livelli di albedo e della presenza di aree di mitigazione (nello specifico aree verdi o corsi e/o specchi d'acqua). Per identificare gli areali soggetti all'impatto si è deciso di ricorrere alla fonte informativa di Corine Land Cover. Il progetto Corine Land Cover (CLC) è nato a livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di

copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela ambientale. La prima realizzazione del progetto CLC risale al 1990 (CLC90), mentre gli aggiornamenti successivi si riferiscono all'anno 2000 tramite il progetto Image & Corine Land Cover 2000. L'iniziativa, cofinanziata dagli Stati membri e dalla Commissione Europea, ha visto nel 2000 l'adesione di 33 paesi tra i quali l'Italia, dove l'Autorità Nazionale per la gestione del progetto è stata identificata nell'APAT, in quanto punto focale nazionale della rete europea EIONet.

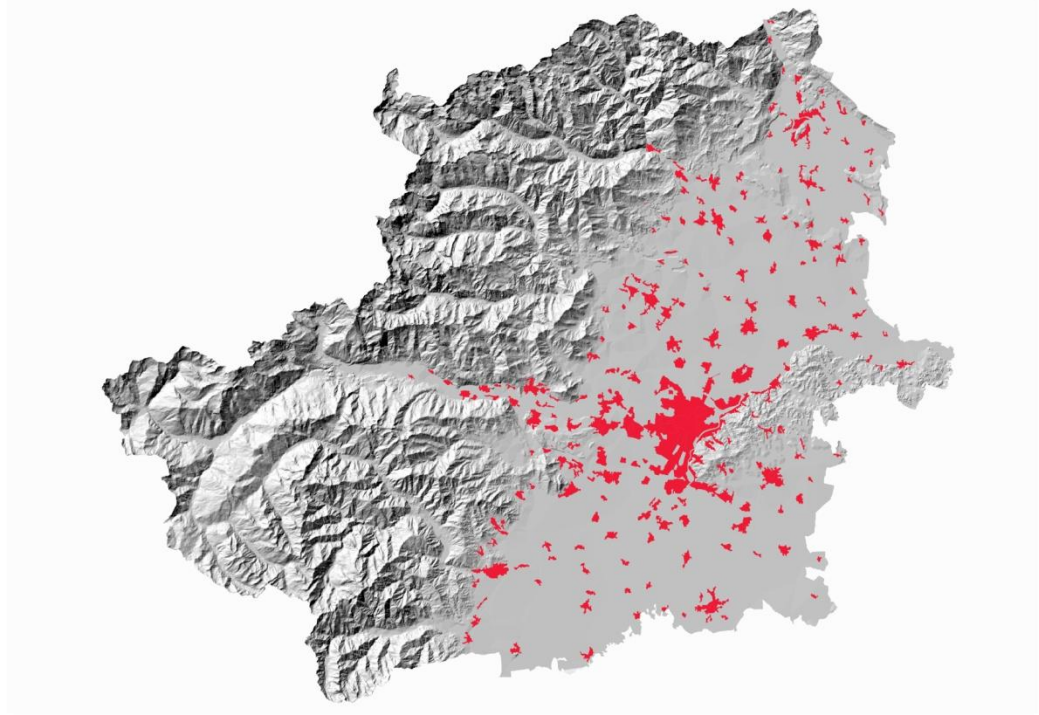
Nel Novembre del 2004 il Management Board dell'AEA, a seguito delle discussioni tra gli Stati Membri, l'Unione Europea e le principali istituzioni della stessa (DG ENV, EEA, ESTAT e JRC), ha valutato la possibilità di aumentare la frequenza di aggiornamento del Corine Land Cover ed ha avviato un aggiornamento del CLC, riferito all'anno 2006 e sviluppato nell'ambito dell'iniziativa Fast Track Service on Land Monitoring (FTSP) del programma Global Monitoring for Environment and Security (GMES). Con questo progetto si è inteso realizzare un mosaico Europeo all'anno 2006 basato su immagini satellitari SPOT-4 HRVIR, SPOT 5 HRG e/o IRS P6 LISS III, ed è stata derivata dalle stesse la cartografia digitale di uso/copertura del suolo all'anno 2006 e quella dei relativi cambiamenti.



Il Corine Land Cover suddivide il territorio in:

- superfici artificiali (zone urbanizzate di tipo residenziale; zone industriali, commerciali ed infrastrutturali; zone estrattive, cantieri, discariche e terreti artefatti ed abbandonati; zone verdi artificiali non agricole)
- superfici agricole utilizzate (seminativi, colture permanenti, prati stabili, zone agricole eterogenee)

- territori boscati e ambienti semi-naturali (zone boscate, zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea, zone aperte con vegetazione rada o assente)
- zone umide (zone umide interne, zone umide marittime)
- corpi idrici (acque continentali, acque marittime)



In figura sono state selezionate le categorie 111 ed 112 del Corine Land Cover 2012, ovvero rispettivamente "zone residenziali a tessuto continuo" e "zone residenziali a tessuto discontinuo". L'analisi è stata inoltre limitata ai soli Comuni della fascia climatica E nella Città Metropolitana di Torino.

Parametri per la valutazione dell'impatto

Area vulnerabili per effetto UHI = 303 km²

Area totale Città Metropolitana = 6.827 km²

% area metropolitana soggetta all'impatto = 4,5%

Numero di Comuni potenzialmente coinvolti = 184

Quando si manifestano gli impatti?

Oltre alla definizione degli areali nei quali gli impatti potrebbero verificarsi è necessario individuare gli intervalli temporali durante i quali essi possono manifestarsi; gli impatti potranno infatti essere limitati al periodo invernale (es. riduzione della disponibilità nevosa nei comprensori sciistici) o al periodo estivo (es. effetto isola di calore urbano) o possono essere più estesi.

Maggiore frequenza delle inondazioni

Il periodo in cui temere maggiormente il Po ed i propri affluenti è compreso tra ottobre e novembre. Il bacino idrografico padano è caratterizzato comunque da due massimi di precipitazione, uno primaverile e l'altro autunnale; è proprio in concomitanza di quest'ultimo in cui storicamente si sono verificati più frequentemente gli eventi estremi

che hanno dato vita alle grandi piene e conseguenti alluvioni. E' evidente che precipitazioni violente e molto concentrate incrementano, in tempi ristretti, il normale deflusso di un corso d'acqua, aumentando notevolmente il rischio di straripamento.

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	1	2	2	1	1	1	1	1	3	3	1

Legenda probabilità

1 = *bassa*

2 = *media*

3 = *alta*

Maggiore frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico

Le precipitazioni intense e concentrate in alcuni periodi dell'anno aumentano la vulnerabilità dei terreni, riducendone la capacità di assorbimento (la permeabilità) e di filtro. Aumentano in questi casi i fenomeni di ruscellamento superficiale e di erosione del terreno, che determinano successivamente l'evento franoso vero e proprio. Come per le alluvioni, per la Città Metropolitana di Torino, i periodi dell'anno a più alta probabilità di manifestazione dell'impatto sono quello primaverile e l'autunnale, con un picco statistico nei mesi di ottobre e novembre.

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	1	2	2	1	1	1	1	1	3	3	1

Legenda probabilità

1 = *bassa*

2 = *media*

3 = *alta*

Maggiore frequenza degli incendi boschivi

Il rischio incendi si manifesta in particolare nel periodo estivo, quando la temperatura dell'aria è molto elevata e l'umidità della biomassa è ridotta, in particolare quando le precipitazioni sono assenti o molto limitate per un certo intervallo di tempo. Incide ovviamente in modo notevole lo stato della vegetazione: quando la percentuale della necromassa è molto alta è maggiore il rischio di una diffusione più rapida dell'incendio. Essendo, a queste latitudini, prevalente l'origine dolosa, il rischio si manifesta con maggiore probabilità quando vi è una fruizione antropica, principalmente nel periodo maggio-ottobre.

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	1	1	1	1	2	3	3	2	1	1	1

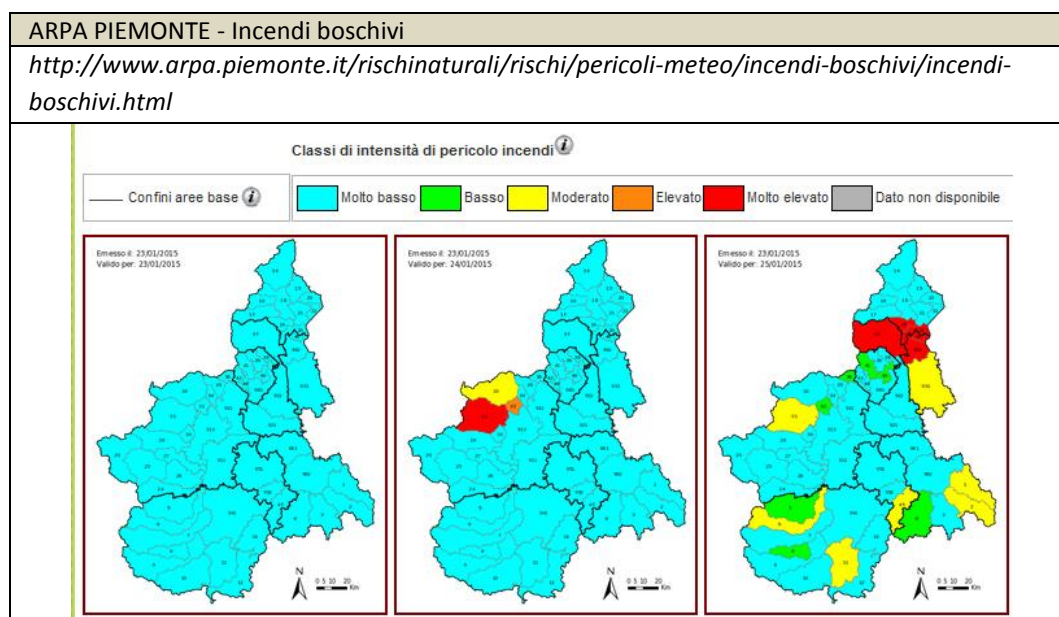
Legenda probabilità

1 = *bassa*

2 = *media*

3 = *alta*

L'ARPA Piemonte, nell'ambito del progetto ALP FFIRS, indica quotidianamente, per ciascuna macrozona in cui è stato diviso il territorio regionale, le classi di intensità del pericolo incendio.



Come si evince dalla figura, rappresentativa della situazione al 25 gennaio, il pericolo può essere elevato anche nel periodo invernale, nonostante la probabilità che l'incendio si propaghi sia notevolmente inferiore.

Riduzione della disponibilità idrica e nevosa

La riduzione della disponibilità idrica si manifesta principalmente nel periodo estivo, quando le precipitazioni segnano il proprio minimo annuo, riducendo significativamente i deflussi idrici superficiali. La riduzione della disponibilità nevosa si riscontra invece nel periodo invernale, tra dicembre e febbraio, per effetto sia del minor apporto di neve fresca, sia per il più rapido scioglimento della neve caduta al suolo. A differenza della riduzione della piovosità in estate, con un allungamento dei periodi di siccità, che viene semplicemente esacerbata dal cambiamento climatico, la riduzione della nevosità agisce al contrario, opponendosi alla normalità climatica del periodo.

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2	2	1	1	2	2	3	3	2	1	1	2

Legenda probabilità

- 1 = bassa
- 2 = media
- 3 = alta

Incremento degli inquinanti in atmosfera

Le elevate concentrazioni di inquinanti in atmosfera si registrano sia nel periodo invernale che in quello estivo, con caratteristiche diverse: in estate si hanno alte concentrazioni di ozono, poiché questo inquinante ha origine da processi chimici che necessitano di temperature estive, luce solare diretta e strato atmosferico statico. In

inverno, l'inquinamento è principalmente causato da PM10 ed ossidi di azoto, poiché essi non riescono a disperdersi nell'ambiente, ma rimangono prossimi al suolo. In inverno, infatti, le temperature al suolo sono a volte più basse di quelle negli strati atmosferici superiori, inducendo l'aria a rimanere vicino alla terra. In tutti e due i casi l'assenza di precipitazioni per certi periodi di tempo amplificano il problema, poiché gli inquinanti rimangono in sospensione nell'aria e non vengono dilavati. La Regione Piemonte ha realizzato un sistema per la restituzione dei valori degli inquinanti nel territorio regionale, provenienti dai rilievi delle centraline.

REGIONE PIEMONTE - Qualità dell'aria in Piemonte
<http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/consultadati.shtml>

The screenshot shows the website interface for air quality monitoring in Piedmont. It includes a navigation menu, a search bar, and a main content area with a map and data input fields. The map is color-coded from green (low) to red (high). The search form is set to January 21st and PM10. The sidebar provides options for advanced searches, including daily data for specific stations like PROV. TORINO.

Anche ARPA Piemonte pubblica settimanalmente un bollettino sulle emissioni di PM10, limitato al periodo invernale, quando il livello di questo inquinante diventa critico.

ARPA PIEMONTE - Bollettino dei dati settimanali del PM10
<http://www.arpa.piemonte.it/bollettini/elenco-bollettini-1/bollettino-dei-dati-settimanali-di-pm10>

Fornisce per il PM₁₀ i valori della media giornaliera, della media annuale ed il numero di superamenti del valore limite giornaliero relativi alla settimana precedente, elaborati sulla base delle stime calcolate sulle aree dei comuni dell'agglomerato urbano torinese ed ai capoluoghi della Città Metropolitana. Viene emesso nel periodo autunno-inverno (da novembre ad aprile), nella giornata di martedì entro le ore 14.

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
3	3	1	1	1	2	3	3	2	1	1	2

Legenda probabilità

- 1 = bassa
- 2 = media
- 3 = alta

Incremento dello stress idrico e termico della vegetazione

Lo stress legato alla presenza di inquinanti secondari ed all'intensità crescente della radiazione solare (e dei raggi UV) è fortemente concentrato nel periodo estivo. In

particolare l'ozono, in ambiente urbano, è un fattore limitante per la vegetazione anche a partire da basse concentrazioni. Le malattie che affliggono alcune specie vegetali, soprattutto in agricoltura, si diffondono, viceversa, nel periodo invernale, per effetto in particolare della riduzione delle gelate. Lo stress termico si denota pertanto sia nel periodo estivo che in quello invernale, ma con caratteristiche diverse. Lo stress idrico si manifesta invece esclusivamente nel periodo estivo.

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2	2	1	1	1	2	3	3	2	1	1	2

Legenda probabilità

1 = *bassa*

2 = *media*

3 = *alta*

Incremento dello stress termico della popolazione

Lo stress termico della popolazione si manifesta esclusivamente nel periodo estivo e limitatamente ad alcuni giorni/settimane nei quali si registrano vere e proprie ondate di calore, durante i quali cresce la radiazione captata dalle superfici e la perdurante assenza di precipitazioni mantiene elevata l'umidità dell'aria. In questi periodi normalmente svolge un ruolo decisivo la presenza di anticloni di origine sub-tropicale. In questi casi pertanto la componente locale dell'effetto isola di calore si compenetra con la componente globale, di natura prettamente meteorologica, ma fortemente condizionata dal cambiamento climatico in atto.

ARPA Piemonte pubblica nel periodo estivo un bollettino per le ondate di calore.

ARPA PIEMONTE - Bollettino ondate di calore	
http://www.arpa.piemonte.it/bollettini/elenco-bollettini-1/bollettino-ondate-di-calore	
Sistema di bollettini dedicati alla prevenzione dei danni alla salute derivanti da condizioni di caldo-umido. Contengono informazioni e previsioni di tipo meteorologico e sanitario per i tre giorni successivi che consentono, in particolare ai soggetti più sensibili, di adottare comportamenti e precauzioni per difendersi dagli effetti dannosi del caldo e alle istituzioni di mettere in atto tempestivamente le misure e gli interventi preventivi più efficaci per la tutela della salute.	

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	1	1	1	1	2	3	3	2	1	1	1

Legenda probabilità

1 = *bassa*

2 = *media*

3 = *alta*

Quali indicatori per la valutazione degli impatti?

Per valutare correttamente il verificarsi di un impatto sul territorio è necessario ricorrere a dei parametri di valutazione, ad indicatori, esattamente come avviene per le pressioni climatiche.

Maggiore frequenza delle inondazioni

Per correlare l'impatto alla pressione climatica è necessario valutare l'incidenza simultanea, o leggermente differita nel tempo, dei due fenomeni. Per la pressione climatica è sufficiente utilizzare le fonti informative ed i parametri già selezionati; per l'impatto è possibile utilizzare i dati di deflusso idrico superficiale, tratti dal bollettino idrologico, confrontandoli con la capacità massima dei corsi d'acqua analizzati. Esiste un sistema informativo del CNR sulle catastrofi idrogeologiche. Il sito di ARPA Piemonte mette a disposizione anche un bollettino di allerta meteo-idrologica.

ARPA PIEMONTE - Bollettino di allerta meteo-idrologica						
http://www.arpa.piemonte.it/bollettini/elenco-bollettini-1/bollettino-di-allerta-meteoidrologica						
Documento previsionale emesso dal Centro Funzionale del Piemonte tutti i giorni, rivolto al sistema di Protezione Civile. Il bollettino contiene una previsione dei fenomeni meteorologici e degli effetti al suolo attesi per il rischio idrogeologico ed idraulico, differenziati per zone di allerta. Le condizioni di criticità idrogeologica ed idraulica sono segnalate all'interno del bollettino con tre livelli: uno di ordinaria criticità; il secondo di moderata criticità ed il terzo di elevata criticità associati all'avviso meteo del rispettivo fenomeno.						
  						
ALLERTA METEOIDROLOGICA						
BOLLETT. N°	DATA EMISSIONE	VALIDITÀ	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO TERRITORIALE	
19/2015	19/01/2015 ore 13:00	36 ore	20/01/2015 ore 13:00	Arpa Centro Funzionale	Regione Piemonte	
Zone di Allerta	VIGILANZA METEOROLOGICA			RISCHIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO / NEVICATE		
	Prossime 36 ore		Oltre 36 ore	Prossime 36 ore		Effetti sul territorio
	Livelli di vigilanza	Fenomeni rilevanti	Quota neve	Fenomeni rilevanti	Livello di criticità	
A	SITUAZIONE ORDINARIA	-	500 - 600	-	-	-
B	SITUAZIONE ORDINARIA	-	600 - 700	-	-	-
C	SITUAZIONE ORDINARIA	-	600 - 700	-	-	-

Frequenza delle inondazioni: numero di inondazioni per anno suddivise per grado di pericolo [numero]

Danni economici alle infrastrutture: costo economico sostenuto dalla comunità locale per riportare un sistema alle condizioni pre-alluvionali. I costi devono essere distinti tra danni alle cose e persone (infrastrutture, edifici, ect) e investimenti necessari per la messa in sicurezza. [euro]

Maggiore frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico

La pressione climatica, come nel caso precedente, è valutabile attraverso i dati forniti da ARPA con la propria rete di stazioni diffuse sul territorio. L'impatto può essere invece valutato attraverso il sistema informativo del CNR sulle catastrofi idrogeologiche ed i bollettini di allerta meteo-idrologica di ARPA Piemonte. La mappatura delle nuove frane viene inoltre costantemente aggiornata da ISPRA.

Aree in frana: estensione e distribuzione dei fenomeni franosi. [km², % sulla superficie montuosa/collinare]

Siti monitorati per frana: numero di siti monitorati della rete strumentale di controllo movimenti franosi di Arpa [numero siti]

Frequenza delle frane: numero di nuovi fenomeni di dissesto su base annua [numero]

Danni economici alle infrastrutture: costo economico sostenuto dalla comunità locale per riportare un sistema alle condizioni precedenti al verificarsi di un fenomeno di dissesto idrogeologico (frana). I costi devono essere distinti tra danni alle cose e persone (infrastrutture, edifici, ect) e investimenti necessari per la messa in sicurezza. [euro]

Maggiore frequenza degli incendi boschivi

La correlazione di pressione ed impatto può essere sperimentata attraverso la sovrapposizione della mappa degli incendi censiti dalla Regione Piemonte, attraverso i dati forniti dalle Associazioni Incendi Boschivi del territorio, con la mappa delle temperature dell'aria, del numero di giorni senza precipitazioni e dell'umidità relativa del suolo. E' evidente che la componente dolosa non può essere correlata in alcun modo al cambiamento climatico, ma semmai ad un cambiamento di comportamento dei fruitori delle aree montane.

Incendi boschivi: estensione della superficie boscata percorsa dal fuoco e numero di incendi [ettari, numero]

Riduzione della disponibilità idrica e nevosa

La correlazione della pressione climatica e degli impatti si può effettuare in modi diversi, a seconda dell'impatto analizzato: nel caso dell'incremento dell'innevamento artificiale, possono essere incrociati i dati di nevosità o di temperatura dell'aria (banca dati meteorologica) con i dati di domanda elettrica (dal distributore). Nel caso della riduzione dell'offerta energetica del territorio per effetto della minore disponibilità idrica è possibile utilizzare d'un lato la banca dati meteorologica ed idrologica (facendo anche valutazioni a livello di bacino imbrifero) e dall'altro i dati di produzione elettrica dai principali operatori del territorio.

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO - Database produzione di energia impianti idroelettrici/termoelettrici					
Database interno					
<i>Pnom [kW]</i>	<i>Pmedia [kW]</i>	<i>Cogen.</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Descrizione</i>	<i>salto[m]</i>
240.000	26.076	26	Venaus	S: (serbatoio)	1097,7
3.200	1.088	25	Susa	F: (acqua fluente)	10,66
2.524	2.524	14	Mompantero	B: (bacino)	113,58
22.000	6.435	2	Bardonecchia	S: (serbatoio)	656,33
5.000	2.140	13	Melezet	B: (bacino)	203,7
2.400	920	9	Dietro La Torre	S: (serbatoio)	335
6.000	2.331	16	Pian Sulè	B: (bacino)	543,5
17.000	7.781	8	Crot	B: (bacino)	499,18
14.000	7.456	12	Lemie	B: (bacino)	348,9
11.000	7.015	10	Fucine	F: (acqua fluente)	170,36
3.500	2.061	21	Porte di Viù	F: (acqua fluente)	42,05
5.100	4.258	11	Funghera Viù	F: (acqua fluente)	143,1
2.450	2.453	17	Piansoletti	F: (acqua fluente)	106,6
2.450	2.555	6	Chiampernotto	F: (acqua fluente)	106,33
2.450	2.561	23	Rusà	F: (acqua fluente)	106,52

Produzione idroelettrica e termoelettrica: produzione di energia elettrica negli impianti idroelettrici e termoelettrici [GWh]

Portate dei corsi d'acqua: volume d'acqua che attraversa una data sezione di un corso d'acqua nell'unità di tempo [m³/s, %]

Disponibilità idrica in falda: l'indicatore quantifica le riserve idriche nella falda superficiale e il tasso di rigenerazione [m³, m³/a]

Giorni di permanenza neve al suolo: numero di giorni di presenza di manto nevoso, in rapporto alla media stagionale del periodo di riferimento '81-'10, su 12 stazioni nivometriche rappresentative dell'arco alpino piemontese [numero giorni, %]

Innevamento artificiale: domanda di energia nei comprensori sciistici per la produzione di neve artificiale [GWh]

Incremento degli inquinanti in atmosfera

La pressione climatica, ovvero l'assenza prolungata di precipitazioni, può essere facilmente indagata e mappata utilizzando i dati delle stazioni meteorologiche di ARPA Piemonte. L'impatto, ovvero l'elevata concentrazione di inquinanti, può essere desunto dalla rete di centraline per la valutazione della qualità dell'aria, di ARPA Piemonte, i cui dati vengono analizzati per il territorio metropolitano per la redazione dei rapporti annuali sulla qualità dell'aria.

Ozono - superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana: calcolo della massima concentrazione media giornaliera su 8 ore, utilizzando i dati misurati dalle stazioni della rete di monitoraggio [numero giorni]

Ozono - AOT40: somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ rilevate da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno fra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale, avvalendosi dei dati misurati dalle stazioni della rete di monitoraggio. Utilizzato per l'impatto sulla vegetazione. [µg/m³*h]

Particolato PM10 - superamenti limite giornaliero: numero medio di superamenti del limite giornaliero del materiale particolato (PM₁₀) misurati dalle stazioni della rete di monitoraggio [numero di giorni]

Incremento dello stress idrico e termico della vegetazione

La Regione Piemonte, attraverso il proprio bollettino agro-meteorologico (<http://www.regione.piemonte.it/cgi-bin/agri/meteo/fe/febam.cgi?a=2>), indica per alcune località del territorio metropolitano, i livelli di umidità, temperatura e disponibilità idrica del terreno, aiutando nella correlazione tra produttività agricola e pressione climatica. La pressione climatica può essere valutata anche attraverso la banca dati meteorologica di ARPA Piemonte. La produttività agricola può essere valutata attraverso il censimento dell'agricoltura o ulteriori dati messi a disposizione a livello regionale nelle "Statistiche Agricole Congiunturali", nel Sistema Piemonte, che fornisce per ogni anno dati congiunturali annuali per coltivazione di dettaglio.

Per la correlazione della pressione climatica alla struttura delle aree boscate, è possibile usufruire della mappatura periodica realizzata nell'ambito del progetto "Corine Land Cover". E' disponibile inoltre una mappatura di estremo dettaglio realizzata da IPLA e pubblicata sul Sistema Piemonte, nel portale GREASE.

REGIONE PIEMONTE - Statistiche agricole congiunturali	
http://www.sistemapiemonte.it/fedwagr/filtri.jsp	
Dati congiunturali annuali per coltivazione di dettaglio	
Coltura	
Descrizione coltura - Agristat	1120.07 - Cereali per granella - Frumento tenero 1123.07 - Frumento Tenero Autunnale (old) 1130.07 - Cereali per granella - Frumento duro 1133.07 - Frumento Duro Autunnale (old)
Riferimento territoriale	
Regione	PIEMONTE
Provincia	TORINO
Zona Altimetrica	PIANURA
Regione Agraria	BASSO PELLICE PIANURA PIANURA CANAVESANA OCCIDENTALE PIANURA CANAVESANA ORIENTALE
Riferimento temporale	
Anno	1959 1960 1961 1962

Quantità di prodotti agricoli: produzione annua di alcuni prodotti agricoli [tonnellate]

Tasso di crescita/tasso di mortalità della vegetazione urbana: misura dello sviluppo di biomassa nella vegetazione urbana (es. chioma) e del numero di piante decedute per anno [volume, numero]

Evoluzione degli areali delle aree boscate per tipologia arborea: attraverso la mappatura che viene elaborata nell'ambito del progetto CORINE LAND-COVER [km2, altezza sul livello del mare degli areali]

Incremento dello stress termico della popolazione

Se da un lato la pressione climatica può essere valutata utilizzando le banche dati di ARPA Piemonte (in particolare la banca dati meteorologica), soprattutto per la valutazione della temperatura dell'aria e, quando disponibile, dell'umidità, per la valutazione dell'impatto è necessario valutare la percezione dello stress da parte della popolazione (utilizzando per esempio l'indicatore heat stress index) ed indirettamente l'incremento dei consumi elettrici per climatizzazione. In quest'ultimo caso, non è sempre facile riuscire ad ottenere una ripartizione così dettagliata degli usi finali (utilizzando i dati forniti dai distributori di energia); è pertanto possibile utilizzare altre strade, meno raffinate, quali la diffusione di impianti di climatizzazione (dati ISTAT o dati dei produttori/rivenditori) o procedendo per differenza rispetto ad un profilo d'uso energetico tradizionale (senza climatizzazione) sia per la residenza che per il terziario.

Temperatura dell'aria in ambiente urbano nel periodo estivo: andamento delle temperature medie giornaliere in ambiente urbano. [°C]

Heat stress index: stima il disagio fisiologico della popolazione dovuto all'esposizione a condizioni meteorologiche caratterizzate da temperature e livelli igroscopici dell'aria elevati rispetto alla climatologia di riferimento. [decile]

click here for (F°)		RELATIVE HUMIDITY (%)												
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
T E M P E R A T U R E (C°)	27	27	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	31
	28	28	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	35
	29	29	29	29	30	31	32	32	33	34	36	37	38	39
	30	30	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	44
	31	31	32	33	34	35	37	38	39	41	43	45	47	49
	32	33	33	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53	56
	33	34	36	37	38	41	42	44	47	49	52	55	58	
	34	36	38	39	41	43	46	48	51	54	57			
	36	38	40	42	44	47	49	52	56					
	37	41	43	45	47	51	53	57						
	38	43	46	48	51	54								
	39	46	48	51	54									
	40	48	51	55										
	41	51	54											
42	54													
43	58													

Caution	Extreme Caution	Danger	Extreme Danger
Fatigue possible	Sunstroke, muscle cramps, and/or heat exhaustion possible	Sunstroke, muscle cramps, and/or heat exhaustion likely	Heat stroke or sunstroke likely

Consumi di energia elettrica per raffrescamento estivo: valutazione, su base annua, dell'andamento dei consumi elettrici esclusivamente legati al raffrescamento estivo degli ambienti (sia nel residenziale, che nel terziario). [MWh]

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO - Database dei consumi di energia negli usi finali
<i>Database interno</i>
La raccolta dei dati dal 2000 i dati di consumo di energia elettrica sugli usi finali. La raccolta dati avviene su base biennale e coinvolge i distributori di energia che agiscono sul territorio. Il dettaglio della banca dati potrebbe ricondurre anche ad un eventuale split dei consumi correlati al raffrescamento degli ambienti.

I fattori coadiuvanti I sette macro-impatti che sono stati individuati vengono esacerbati dalla presenza di pressioni climatiche in tendente peggioramento. Tuttavia, affinché essi si manifestino, devono verificarsi contemporaneamente altre condizioni/fattori, che possono essere definiti coadiuvanti, in un'accezione ovviamente negativa. Non tener conto di questi fattori significa impedire all'amministrazione comunale che intende implementare azioni di adattamento, di ottenere pienamente il risultato sperato. Per ciascun impatto i fattori coadiuvanti possono essere distinti in antropici e naturali: nel primo caso essi saranno correlati al comportamento ed alle attività dell'uomo, mentre nel secondo caso i fattori esprimeranno condizioni ambientali specifiche. Questa distinzione non è irrilevante, poiché, se nel primo caso le azioni di adattamento possono prevedere l'interruzione di una certa attività "dannosa", nel secondo caso, i fattori naturali non possono essere modificati, ma devono tendenzialmente considerarsi variabili fisse. Spesso, tuttavia, anche le azioni dell'uomo diventano irreversibili; in questi casi, la condizione di partenza non può essere ripristinata in alcun modo.

Maggiore frequenza delle inondazioni

Antropiche

- + Modifica delle caratteristiche dei corsi d'acqua (riduzione capacità di deflusso dell'alveo del fiume/torrente, cementificazione alveo, rettificazione, ect)
- + Abbandono di aree agricole terrazzate o di prati/pascoli
- + Disboscamento
- + Riduzione della permeabilità del terreno (es. cementificazione)
- + Urbanizzazione di aree a rischio
- + Cattiva progettazione o realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica (es. cedimento argini)

Naturali

- + Precipitazioni intense e concentrate (**PRESSIONE CLIMATICA**)
- + Caratteristiche del bacino imbrifero (pendenza, litologia, forma, copertura vegetale, tipologia di corsi d'acqua che compongono la rete idrografica, ect)

Maggiore frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico

Antropiche

- + Abbandono dei versanti
 - + Disboscamento, scavi, appesantimento dei versanti, ect
- Urbanizzazione di aree a rischio

Naturali

- + Precipitazioni intense e concentrate (**PRESSIONE CLIMATICA**)
- + Fattori geologici (tipo di roccia)
- + Fattori idrogeologici (permeabilità delle formazioni rocciose)
- + Fattori morfologici (pendenza)
- + Fattori strutturali (presenza di fratture/faglie)
- + Fattori geologico-tecnici (resistenza alle sollecitazioni di taglio)
- + Fattori vegetazionali (la presenza di vegetazione ostacola l'azione degli eventi atmosferici)

Maggiore frequenza degli incendi boschivi

Antropiche

- + Accensioni dolose o colpose

Naturali

- + Assenza di precipitazioni per un certo periodo di tempo (**PRESSIONE CLIMATICA**)
- + Elevata temperatura dell'aria in superficie (**PRESSIONE CLIMATICA**)
- + Basso livello di umidità del suolo e della biomassa
- + Intensità e direzione del vento
- + Caratteristiche della vegetazione (infiammabilità/velocità di combustione)
- + Morfologia del terreno (pendenza, esposizione)

Riduzione della disponibilità idrica e nevosa

Antropiche

- + Incremento delle pressioni antropiche nei comprensori sciistici (uso delle piste, livello della qualità della neve sulla pista, ect)

- ✚ Incremento/variazione degli usi idrici e dei punti di prelievo (incremento demografico, sviluppo economico, espansione urbana, ect)

Naturali

- ✚ Riduzione delle precipitazioni (**PRESSIONE CLIMATICA**)
- ✚ Elevata temperatura dell'aria in superficie (**PRESSIONE CLIMATICA**)

Incremento degli inquinanti in atmosfera

Antropiche

- ✚ Incremento dei veicoli circolanti (incidenza delle auto diesel)
- ✚ Incremento della produzione industriale
- ✚ Incremento del numero di edifici residenziali/terziari
- ✚ Riduzione della diffusione ed estensione delle aree verdi
- ✚ Incremento delle emissioni dei precursori dell'ozono (metano, ossidi di azoto, composti organici volatili, monossido di carbonio)

Naturali

- ✚ Forte irraggiamento solare ed alte temperature (ozono) (**PRESSIONE CLIMATICA**)
- ✚ Assenza prolungata di precipitazioni (**PRESSIONE CLIMATICA**)

Incremento dello stress idrico e termico della vegetazione

Antropiche

- ✚ Uso intensivo e mono-colturale dei terreni
- ✚ Incremento/variazione degli usi idrici e dei punti di prelievo (incremento demografico, sviluppo economico, espansione urbana, ect)

Naturali

- ✚ Forte irraggiamento solare/raggi UV ed alte temperature (**PRESSIONE CLIMATICA**)
- ✚ Assenza prolungata di precipitazioni (**PRESSIONE CLIMATICA**)

Incremento dello stress termico della popolazione

Antropiche

- ✚ Incremento della cementificazione o della bitumazione del suolo
- ✚ Riduzione dell'estensione delle aree mitigatrici (aree verdi, specchi d'acqua, ect)
- ✚ Incremento del livello di comfort desiderato
- ✚ Disposizione/orientamento degli edifici e sbagliato utilizzo delle componenti trasparenti

Naturali

- ✚ Forte irraggiamento solare ed alte temperature (**PRESSIONE CLIMATICA**)
- ✚ Assenza prolungata di precipitazioni (**PRESSIONE CLIMATICA**)

L'applicazione del modello su scala locale

Per poter applicare il modello sull'ambito già analizzato nel capitolo relativo alle pressioni climatiche è necessario valutare l'incidenza spaziale dei sette impatti. A partire dalla mappatura realizzata per la Città Metropolitana di Torino è sufficiente eseguire dei "tagli" sull'ambito indagato, usufruendo di uno strumento informativo geografico (GIS). Nella tabella seguente, è stata riportata l'incidenza dei sette impatti. Valgono ovviamente, anche in questo caso, tutte le considerazioni già fatte singolarmente per ciascun impatto.

COMUNE	Frequenza inondazioni	Frequenza dissesti idrogeologici	Frequenza incendi	Riduzione disponibilità idrica/nevosa	Incremento inquinanti in atmosfera	Stress idrico/termico vegetazione	Stress termico popolazione	Legenda
	Alpignano	2	1	1	2	3	2	
Druento	2	1	1	2	1	2	1	
Pianezza	1	1	1	2	2	2	2	
Rivoli	1	1	1	2	3	2	2	
Rosta	2	1	1	1	1	2	1	
San Gillio	2	1	1	1	1	2	1	
Venaria Reale	2	1	1	2	2	2	2	
Villarbasse	1	1	1	1	2	2	1	

La tabella si limita a mettere in evidenza la vulnerabilità dei territori alle sette categorie d'impatto, esclusivamente da un punto di vista spaziale. Non viene tenuta in considerazione l'incidenza temporale e le previsioni sviluppate dall'IPCC sul medio e lungo periodo. E' pertanto necessario utilizzare un nuovo parametro di valutazione che includa le tre variabili sopra evidenziate: estensione temporale, estensione spaziale e tendenza sul lungo periodo. Un esempio di applicazione del modello viene riportato di seguito; la valutazione è stata simulata per l'intero ambito.

Maggiore frequenza delle inondazioni

VULNERABILITA'			
Alta		3	
Media	1	2	
Bassa			
	Limitato spazialmente e temporalmente	Limitato spazialmente, esteso temporalmente	Limitato temporalmente, esteso spazialmente
	ESTENSIONE		

Maggiore frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico

VULNERABILITA'			
Alta		3	
Media	1	2	
Bassa			
	Limitato spazialmente e temporalmente	Limitato spazialmente, esteso temporalmente	Limitato temporalmente, esteso spazialmente
	ESTENSIONE		

Maggiore frequenza degli incendi boschivi

VULNERABILITA'			
Alta		3	
Media	1	2	
Bassa			
	Limitato spazialmente e temporalmente	Limitato spazialmente, esteso temporalmente	Limitato temporalmente, esteso spazialmente
	ESTENSIONE		

Riduzione della disponibilità idrica e nevosa

VULNERABILITA'			
Alta			
Media	1	2	3
Bassa			
	<i>Limitato spazialmente e temporalmente</i>	<i>Limitato spazialmente, esteso temporalmente</i>	<i>Limitato temporalmente, esteso spazialmente</i>
		<i>Esteso temporalmente e spazialmente</i>	
ESTENSIONE			

Incremento degli inquinanti in atmosfera

VULNERABILITA'			
Alta			
Media	1	2	3
Bassa			
	<i>Limitato spazialmente e temporalmente</i>	<i>Limitato spazialmente, esteso temporalmente</i>	<i>Limitato temporalmente, esteso spazialmente</i>
		<i>Esteso temporalmente e spazialmente</i>	
ESTENSIONE			

Incremento dello stress idrico e termico della vegetazione

VULNERABILITA'			
Alta			
Media	1	2	3
Bassa			
	<i>Limitato spazialmente e temporalmente</i>	<i>Limitato spazialmente, esteso temporalmente</i>	<i>Limitato temporalmente, esteso spazialmente</i>
		<i>Esteso temporalmente e spazialmente</i>	
ESTENSIONE			

Incremento dello stress termico della popolazione

VULNERABILITA'			
Alta			
Media	1	2	3
Bassa			
	<i>Limitato spazialmente e temporalmente</i>	<i>Limitato spazialmente, esteso temporalmente</i>	<i>Limitato temporalmente, esteso spazialmente</i>
		<i>Esteso temporalmente e spazialmente</i>	
ESTENSIONE			

La valutazione, come già evidenziato nel paragrafo relativo alle pressioni climatiche, è semplificata e non tiene in considerazione di molte variabili citate nella presente relazione. Si tratta principalmente di una presentazione dell'approccio metodologico da seguire per giungere ad una classificazione degli impatti e ad una loro gerarchizzazione.

La correlazione di pressioni climatiche ed impatti

Pressioni climatiche ed
impatti

Il verificarsi di uno o più dei sette impatti dipende da una serie di variabili, principalmente endogene al territorio indagato. Queste variabili sono state definite "elementi di vulnerabilità", poiché il loro manifestarsi determina un incremento delle probabilità che l'impatto si manifesti effettivamente. A titolo esemplificativo, se, un territorio è soggetto a rischio di stress termico per la popolazione, l'impatto avrà maggiore probabilità di verificarsi in assenza di aree verdi mitigatrici o in presenza di strutture edilizie mal progettate, con la presenza di ampie superfici trasparenti sul lato sud e assenza di schermature solari.

Tuttavia, oltre alle variabili endogene, anche le variabili esogene incidono in modo non irrilevante; per variabili esogene si intendono le variabili climatiche (già indagate nel paragrafo relativo alle pressioni). Tornando all'esempio precedente, la presenza di estati con temperature più alte, elevati tassi di umidità e assenza prolungata di precipitazioni aumenta considerevolmente la probabilità che l'impatto (ovvero lo stress termico per la popolazione) si possa verificare. Le variabili esogene sono soggette inoltre ad un tendenziale aggravamento nel corso degli anni, come messo in evidenza dal quinto rapporto dell'IPCC.

Da qui nasce l'importanza del correlare adeguatamente le pressioni climatiche e gli impatti. Incrociando le tabelle delle probabilità (che si verifichino le pressioni climatiche) e delle vulnerabilità (dei territori nei confronti degli impatti) si ottiene una gerarchia degli impatti a scala territoriale. E' evidente che lo stesso approccio può essere applicato anche al singolo Comune, con una gerarchia diversa, poiché taluni impatti possono verificarsi in un territorio e non in un altro.

Si riepiloga nella tabella seguente la classe di probabilità per le pressioni climatiche e di vulnerabilità per gli impatti, applicate nello specifico al caso studio dell'ambito ad ovest di Torino.

Pressioni climatiche	Probabilità	Impatti	Vulnerabilità
A. Precipitazioni violente e concentrate	4	(1) > Freq inondazioni	2
		(2) > Freq. dissesti idrogeologici	1
B. Siccità/scarse precipitazioni	2	(3) > Freq. incendi boschivi	1
		(4) < disponibilità idrica/nevosa	2
		(5) > concentrazione inquinanti in atmosfera	3
		(6) > Stress idrico per la vegetazione	2
C. Incremento temperature/ Ondate di calore	4	(3) > Freq. incendi boschivi	1
		(4) < disponibilità nevosa	2
		(6) > Stress termico per la vegetazione	2
		(7) > Stress termico per la popolazione	2

Attraverso la correlazione di pressioni climatiche ed impatti si ottiene quindi la tabella delle priorità.

Impatti	Probabilità *Vulnerabilità	Gerarchia
(1) > Freq. inondazioni	8	I
(2) > Freq. dissesti idrogeologici	4	III
(3) > Freq. incendi boschivi	3	IV
(4) < disponibilità idrica/nevosa	6	II
(5) > concentrazione inquinanti in atmosfera	6	II
(6) Stress idrico/termico per la vegetazione	8	I
(7) Stress termico per la popolazione	8	I

Nell'ambito utilizzano come caso studio, ad ovest della Città di Torino, gli impatti che possono arrecare maggior danno, d'un lato in relazione alla probabilità che le pressioni climatiche che li generano si esacerbino e dall'altro per la vulnerabilità specifica del territorio, sono la maggior frequenza delle inondazioni, lo stress termico per la popolazione e lo stress termico ed idrico per talune aree agricole. Se nel secondo caso l'impatto si manifesta principalmente nelle aree urbane, a maggior densità, nel primo e nel terzo l'impatto è correlabile principalmente ad aree poco urbanizzate (aree agricole e aree perifluviali), nelle quali gli effetti del cambiamento climatico possono essere limitati attraverso processi di adattamento che incrementano il valore del territorio, in questo caso da un punto di vista meramente energetico.

La correlazione tra impatti e danni

Per ciascuna delle sette categorie d'impatto è necessario identificare degli indicatori di monitoraggio che permettano di quantificare i danni correlabili al settore energetico, sia per effetto di un incremento della domanda, sia per la riduzione dell'offerta del territorio. Ciascun Comune o ambito può essere afflitto da un differente tipo di impatto e l'estensione dell'area coinvolta può variare considerevolmente.

Impatti diversi possono inoltre provocare danni con valori economici ed ambientali nettamente differenti. E' pertanto fondamentale che il territorio quantifichi ex ante (in forma previsionale) ed ex post (in forma consuntiva) il valore economico del danno che si trova a dover gestire e a cui doversi adattare. Di seguito vengono proposti sette casi ipotetici. Il valore che ne risulta non è applicabile in modo esteso su tutto il territorio metropolitano, bensì deve essere calcolato specificatamente per ciascun Comune afflitto dall'impatto.

Maggiore frequenza delle inondazioni

- Danno alle infrastrutture energetiche (riduzione dell'offerta energetica)
Indicatori
 - Numero di giorni di inattività [-]
 - Quantità di energia non immessa in rete [MWh]
 - Valorizzazione economica dell'energia non immessa [€/MWh, €]
- Valorizzazione delle aree da delocalizzare (incremento dell'offerta energetica)
Indicatori
 - Superfici soggette a delocalizzazione [km²]
 - Quantità di biomassa estraibile a fini energetici [ton]
 - Quantità di energia producibile [MWh]
 - Valorizzazione economica [€/MWh, €]

Esempio 1.

Centrale di Moncalieri

Produzione elettrica netta 2013 = 3.882.438 MWh

Produzione termica 2013 = 1.818.497 MWh (escluse caldaie integrazione/riserva)

Evento: interruzione produzione.

Durata: 1 giorno di inattività

Produzione elettr. media giornal./ energia non immessa in rete = 10.637 MWh

Valorizzazione economica dell'energia non immessa = 0,08 €/kWh (Prezzo Unico

Nazionale) = **851.000€/giorno**

Non si calcola il valore dell'energia termica, poiché, a fronte di una minore produzione della centrale, potrebbero essere attivate le caldaie di integrazione/riserva.

Maggiore frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico

- Danno alle infrastrutture viarie
Indicatori
 - Metri lineari di danno [ml]
 - Costo ripristino funzionalità al metro lineare [€]
- Danno alle infrastrutture energetiche (riduzione dell'offerta energetica)
Indicatori
 - Numero di utenze interessate [-]
 - Consumi non soddisfatti [MWh]
 - Valorizzazione economica dei consumi [€/MWh, €]

Esempio 2.

Centro abitato di Usseglio

Abitanti = 225

Consumo di energia elettrica 2012 = 1.077 MWh

Fabbisogno termico annuo non soddisfatto dalla rete del gas e quindi non soggetto a questo rischio.

Evento: interruzione rete elettrica.

Durata: 7 giorni di interruzione.

Fabbisogno elettrico non soddisfatto = 21 MWh

Valorizzazione economica del fabbisogno non soddisfatto = 0,19 €/kWh (Prezzo medio per utente domestico da AEEG) = **3.990€/7 giorni**

Non si calcola il valore dell'energia termica, poiché, il Comune non è metanizzato.

Maggiore frequenza degli incendi boschivi

- Superfici interessate da incendi (incremento dell'offerta energetica)

Indicatori

- Biomassa estraibile per riduzione vulnerabilità [ton]
- Energia producibile dalla biomassa [MWh]
- Valorizzazione economica dell'energia da biomassa [€/MWh, €]

Esempio 3.

Centro abitato di Ala di Stura

Evento: prevenzione del rischio d'incendio

Area interessata dal rischio = 551.905 m² (1,2% del territorio comunale)

Provvigione biomassa legnosa per m² = 17kg/m² (dato medio Città Metropolitana)

Provvigione biomassa legnosa = 9.380 ton

Massa prelevabile per usi energetici = 703 ton (7,5% dato medio Città Metropolitana)

Energia producibile = 2.210 MWh (rendimento delle stufe 90%)

Valore economico equivalente al gasolio sostituito = **331.000 €**

Si assume un rendimento della caldaia a gasolio sostituita pari all'80%.

Riduzione della disponibilità idrica e nevosa

- Riduzione della produzione elettrica (riduzione dell'offerta energetica)

Indicatori

- Energia non immessa in rete [MWh]
- Valorizzazione dell'energia non immessa in rete [€/MWh, €]

- Incremento della neve artificiale nelle piste (incremento della domanda energetica)

Indicatori

- Quantità di neve artificiale prodotta annualmente [m³]
- Energia necessaria per la produzione della neve [kWh/m³]
- Costo dell'energia per la produzione della neve artificiale [€/MWh, €]

Esempio 4.

Centrale idroelettrica di Pont-Ventoux - Venaus (ipotesi senza ripompaggio)

Capacità produttiva (ENEL) = 350.000 MWh

Capacità produttiva giornaliera = 960 MWh/giorno

Evento: riduzione produzione del 50%

Durata: 30 giorni di siccità nel periodo estivo

Quantità di energia non immessa in rete = 14.400 MWh

Valorizzazione economica dell'energia non immessa = 0,08 €/kWh (Prezzo Unico Nazionale) = **1.152.000€/30 giorni**

Incremento degli inquinanti in atmosfera

- Extra consumi nella flotta veicolare privata (riduzione della domanda energetica)

Indicatori

- Numero di veicoli circolanti Euro 0, 1, 2 [-]
- Delta consumo chilometrico medio tra veicolo Euro 0,1,2 ed Euro 6 [kWh/km]
- Numero di chilometri mediamente percorsi in un anno [-]
- Delta consumo [MWh]
- Valorizzazione economica del delta consumo [€/MWh, €]

- Extra consumi per il riscaldamento negli edifici (riduzione della domanda energetica)

Indicatori

- Numero di utenze con caldaie a gasolio, GPL, vecchi modelli a gas [-]
- Delta consumo per metro cubo riscaldato rispetto a nuovi modelli [kWh/mc]
- Metri cubi mediamente riscaldati da un generatore di calore [mc]
- Delta consumo [MWh]
- Valorizzazione economica del delta consumo [€/MWh, €]

Esempio 5.

Comune di Venaria Reale

Evento: superamento dei limiti di PM10

Consumi termici settore residenziale = 187.000 MWh

Ipotesi: numero di alloggi con caldaie a condensazione = 20%

Ipotesi: efficienza di conversione caldaie a condensazione = 90%

Ipotesi: numero di alloggi con caldaia tradizionale = 80%

Ipotesi: efficienza di conversione caldaie tradizionali = 80%

Energia utile con ripartizione condensazione/tradizionali 20-80 = 153.340 MWh

Consumi termici con ripartizione condensazione/tradizionali 80-20 = 174.250 MWh

Delta energia primaria = 12.750 MWh

Valorizzazione economica = 0,9€/mc gas naturale = **1.275.000€**

Incremento dello stress idrico e termico della vegetazione

- Riduzione della produzione agricola tradizionale (incremento dell'offerta energetica)

Indicatori

- Superfici vulnerabili [km²]
- Quantità di biomassa estraibile a fini energetici [ton]
- Quantità di energia producibile [MWh]
- Valorizzazione economica della biomassa [€/MWh, €]

Esempio 6.

Comune di Alpignano

Evento: prevenzione dell'abbandono dei terreni agricoli

Area soggetta al rischio= 4.351.952 m²

Tipologia di coltura energetica idonea = girasole

Produttività = 2,5 ton/ha

Produzione sull'area soggetta al rischio = 1.090 ton

Olio di girasole ricavabile = 330 ton (indice di spremitura 30%)

Valorizzazione energetica olio di girasole = 10,5 kWh/kg = 3.465 MWh

Rendimento produzione elettrica = 40%

Energia elettrica immessa in rete = 1.386 MWh

Valorizzazione economica dell'energia non immessa = 0,08 €/kWh (Prezzo Unico Nazionale) = **111.000€/anno**

Incremento dello stress termico della popolazione

- Incremento consumi raffrescamento estivo (incremento della domanda energetica)

Indicatori

- Numero di utenze interessate [-]
- Incremento consumi per raffrescamento estivo [%, MWh]
- Costo energia elettrica per raffrescamento estivo [€/MWh, €]

Esempio 7.

Centro abitato di Torino

Evento: incremento consumi elettrici per climatizzazione per calura estiva (+10%).

Durata: 10 giorni

Numero di famiglie = 446.000

Numero di famiglie con climatizzazione = 13,3% (dato medio regionale ISTAT) = 59.000

Consumo medio climatizzatore annuo = 600 kWh

Consumo per climatizzazione domestico = 35.400 MWh

Consumo energia elettrica terziario = 1.500 GWh

Percentuale spazi climatizzati sul totale = 80% = 1.200 GWh

Peso percentuale climatizzazione = 32% = 384.000 MWh

Consumo per climatizzazione settore civile = 420.000 MWh (17% dei consumi elettrici)

Incremento consumi per calura estiva = 4.600 MWh

Valorizzazione economica del fabbisogno = 0,19 €/kWh (Prezzo medio per utente domestico da AEEG) = **870.000€/10 giorni**

Nella tabella seguente è stato attribuito un valore economico a ciascuna delle sette categorie d'impatto, con l'ulteriore suddivisione nelle varie declinazioni dell'impatto. Il valore economico, come già ricordato in precedenza, può essere relativo ad un danno vero e proprio (incremento della domanda o riduzione dell'offerta) o ad un'opportunità (incremento dell'offerta o riduzione della domanda).

Impatti	Tipologie di impatti	Valore economico sul tema energia			
		1	2	3	4
(1) > Freq. inondazioni	Danni a infr.energetiche				X
	Valorizzaz. terreni		X		
(2) > Freq. dissesti idrogeologici	Danno a infr.energetiche		X		
	Danno a infr.viarie		X		
(3) > Freq. incendi boschivi	Superfici interessate			X	
(4) < disponibilità idrica/nevosa	Rid.prod.elettrica				X
	Incremento neve art.		X		
(5) > concentrazione inquinanti in atmosfera	Extra consumi flotta veicolare			X	
	Extra consumi imp.termici				X
(6) > Stress idrico/termico per la vegetazione	Rid. produzione agricola		X		
(7) > stress termico per la popolazione	Incremento raffr.estivo				X

La stima del valore (danno o opportunità) non può prescindere dagli impatti sugli altri sistemi territoriali (sanità, biodiversità, produttività delle colture, ect). E' necessario pertanto aggiungere un nuovo campo, che identifichi sommariamente il valore dei danni generati dagli impatti sopraelencati su altre sfere tematiche.

Impatti	Sistemi impattati	Valore economico su altre sfere			
		1	2	3	4
(1) > Freq. inondazioni	Sanità				
	Competitività economica				X
(2) > Freq. dissesti idrogeologici	Sanità		X		
	Sicurezza				
(3) > Freq. incendi boschivi	Biodiversità			X	
	Sicurezza				
(4) < disponibilità idrica/nevosa	Attrattività dei territori		X		
	Competitività economica				
(5) > concentrazione inquinanti in atmosfera	Sanità				
	Biodiversità			X	
	Produttività agricola				
(6) > stress idrico/termico per la vegetazione	Biodiversità		X		
	Produttività agricola				
(7) > stress termico per la popolazione	Sanità		X		

Incrociando nuovamente la probabilità che una pressione climatica si estremizzi nel tempo e la vulnerabilità del territorio ad un determinato impatto e aggiungendo come terza variabile il possibile danno o l'opportunità economica conseguente a quell'impatto, è possibile ricostruire una griglia del "valore" degli effetti del cambiamento climatico su scala metropolitana, con una'attenzione particolare al sistema energetico, ma senza dimenticare gli impatti su altri sistemi territoriali. Lo stesso tipo di approccio può essere adottato a livello comunale.

Impatti	Indicatore finale del valore *
(1) > Freq. inondazioni	10
(2) > Freq. dissesti idrogeologici	2
(3) > Freq. incendi boschivi	3
(4) < disponibilità idrica/nevosa	4
(5) > concentrazione inquinanti in atmosfera	7
(6) > stress idrico/termico per la vegetazione	4
(7) > stress termico per la popolazione	7

* scala 1-10

La tabella permette di identificare una gerarchia del valore tenuto conto di quattro variabili:

a/ la probabilità che una data pressione climatica si manifesti con tale intensità da determinare degli impatti sul sistema locale;

b/ la vulnerabilità del territorio, ovvero la probabilità che un dato impatto possa determinare delle conseguenze;

c/ il danno economico o l'opportunità determinati da un certo impatto sul sistema energetico;

d/ il danno determinato da un certo impatto su altri sistemi.

Nell'attribuzione di un valore a ciascuna categoria d'impatto si è deciso di relativizzare la valutazione rispetto al territorio indagato, ovvero di attribuire il punteggio massimo alla voce con punteggio più alto.

Le opzioni di adattamento

In risposta all'eventuale esistenza di elementi di vulnerabilità, un sistema può attuare alcune delle opzioni di adattamento indicate di seguito. Ciascuna opzione afferisce ad uno dei sette impatti descritti nel paragrafo precedente:

- 1/ maggiore frequenza delle inondazioni,
- 2/ maggiore frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico,
- 3/ maggiore frequenza degli incendi boschivi,
- 4/ riduzione della disponibilità idrica e nevosa,
- 5/ incremento degli inquinanti in atmosfera,
- 6/ incremento dello stress idrico e termico della vegetazione,,
- 7/ incremento dello stress termico della popolazione.








Tutte le opzioni fanno ovviamente riferimento alla componente energetica del territorio e possono avere una triplice natura:





A/ scelte comunali/locali con ricadute solo sul territorio municipale



B/ scelte comunali/locali ma con ricadute sull'area vasta












C/ scelte sovra-comunali con ricadute sull'area vasta













Nella tabella, a fianco di ciascuna opzione, viene indicata la tipologia ed il settore d'attività influenzato dalla scelta.





Possibili impatti	Opzioni di adattamento		Settore
> Freq. inondazioni	1. Progettazione delle nuove infrastrutture del trasporto pubblico con opzioni di adattamento (infrastrutture resilienti)	C	
	2. Priorità al trasporto pubblico nel ripristino delle infrastrutture danneggiate	C	
	3. Protezione dalle inondazioni delle reti sotterranee (es. metropolitana)	A	
	4. Programmazione delle opere pubbliche (impianti per la produzione energia) con valutazione del rischio - sia in termini localizzativi che di opportunità	C	
	5. Sfruttamento energetico degli areali a rischio (biomassa, idroelettrico) per incentivare la delocalizzazione delle attività	B	
	6. Adeguamento e messa in sicurezza delle centrali termoelettriche localizzate in aree a rischio	B	
	7. Introduzione della gestione del rischio climatico per le grandi centrali (assicurazioni, ect)	B	


Possibili impatti	Opzioni di adattamento	Settore
> Freq. dissesto idrogeologico	1. Spinta all'autonomia energetica, con produzione di energia da fonti rinnovabili (con alto potenziale territoriale) per i centri urbani più periferici (nelle aree vallive).	A 
	2. Progettazione delle nuove infrastrutture del trasporto pubblico con opzioni di adattamento (infrastrutture resilienti)	B C 
	3. Priorità al trasporto pubblico nel ripristino delle infrastrutture danneggiate	C 
	4. Riduzione della domanda di nuove infrastrutture e quindi della vulnerabilità del sistema trasportistico attraverso il ri-orientamento modale (da trasporto privato a pubblico)	B C 




Possibili impatti	Opzioni di adattamento	Settore
> Freq. incendi boschivi	1. Incentivazione per gli interventi di diradamento (ceduazione), asportazione di biomassa instabile, deperente o secca, anche per la produzione di energia e la creazione di una filiera locale	B C 
	2. Introduzione di popolamenti forestali più adatti alle nuove condizioni micro-climatiche, preferendo popolamenti a ceduo per garantire una maggiore sostenibilità alla manutenzione delle aree boschive	C 

Possibili impatti	Opzioni di adattamento	Settore
>disponibilità idrica e nevosa	1. Misure di programmazione: adattare l'apertura e la durata della stagione invernale; analisi costi-benefici dei comprensori sciistici	A 
	2. Scelta delle zone più adatte per la permanenza delle condizioni di innevamento	C 
	3. Introduzione di innovazioni tecniche di adeguamento degli impianti sciistici laddove redditizio per ridurre i consumi da innevamento artificiale (ect. dry slopes per collegare le funivie)	A 
	4. Individuazione delle fonti rinnovabili con maggiore potenziale per soddisfare la crescente domanda di energia elettrica	A C 
	5. Incremento della capacità d'immagazzinamento di bacini e serbatoi artificiali	B 
	6. Introduzione dell'opzioni di ri-pompaggio dell'acqua nei bacini/serbatoi	B 
	7. Valutazione del potenziale dell'idroelettrico su acquedotto nelle aree con pendenze del terreno (collina, montagna)	A 
	8. Recupero, manutenzione e sfruttamento dei piccoli salti dei sistemi idraulico-agrari per produzione mini-idroelettrica	A 
	9. Sostituzione delle turbine con modelli meno esigenti in termini di potenza nominale	B 
	10. Introduzione della gestione del rischio climatico per le grandi centrali (assicurazioni, ect)	B 
	11. Introduzione di sistemi innovativi che riducano il fabbisogno d'acqua per raffreddamento nelle centrali termo-elettriche (da sistemi a circuito aperto a sistemi a circuito chiuso, con raffreddatori ad aria, con pompe addizionali o con torri di raffreddamento)	B 

Possibili impatti	Opzioni di adattamento		Settore
< disponibilità idrica e nevosa	12. Distribuzione del calore di processo in reti di teleriscaldamento	A	
	13. Gestione dei deflussi pluviali per il raffreddamento delle centrali termo-elettriche	A	
	14. Localizzazione delle nuove centrali in funzione della disponibilità idrica	C	
	15. Eventuale riduzione della produzione o sospensione degli impianti termo-elettrici nel periodo estivo	C	
	16. Diversificazione delle fonti energetiche e impulso alla generazione distribuita, con l'introduzione di sistemi di stoccaggio, per aumentare la flessibilità del sistema	C	
	17. Promozione delle smart grid con gestione ottimizzata della domanda per ridurre i picchi	A C	
	18. Utilizzo di sistemi di trasmissione dell'energia elettrica in corrente alternata per rendere i flussi più controllabili	C	
	19. Utilizzo di contratti che favoriscano l'interrompibilità del servizio	C	
	20. Campagne d'informazione e sensibilizzazione per aumentare la consapevolezza dei cittadini e delle imprese sul tema (riduzione dei consumi e/o auto-produzione di energia)	A	
	17. Progettazione di edifici e quartieri ad elevate prestazioni energetiche (ridotti consumi e autoproduzione di energia): attenzione alla disposizione degli edifici (superfici disponibili sulle coperture esposte a sud), alla loro reciproca posizione (ombreggiamento/canalizzazione dei venti), all'uso del verde (schermature, tetti e facciate verdi, ect)	A	
	18. Miglioramento dei modelli previsionali sulla disponibilità idrica in falda per il rilascio delle concessioni all'uso energetico	C	
	19. Introduzione di meccanismi di scambio e di trasferimento temporaneo delle concessioni di prelievo	C	

Possibili impatti	Opzioni di adattamento		Settore
> concentrazione degli inquinanti in atmosfera	1. Riduzione della mobilità privata e potenziamento del trasporto pubblico in ambito urbano (anche in specifici periodi dell'anno)	A	
	2. Incentivazione al miglioramento tecnologico dei sistemi di riscaldamento (in particolare quelli a biomassa), incrementandone allo stesso tempo l'efficienza	A	
	3. Eventuale limitazione all'accensione di taluni sistemi di riscaldamento	A	
	4. Realizzazione di reti di teleriscaldamento nei centri urbani	A	

Possibili impatti	Opzioni di adattamento	Settore
> stress termico/Idrico per la vegetazione	1. Diversificazione delle attività agricole e degli usi forestali (inserimento di nuove colture, anche energetiche), per stabilizzare i redditi aziendali o in caso di elevata vulnerabilità dell'areale	A C 

Possibili impatti	Opzioni di adattamento	Settore
> stress termico per la popolazione	1. Progettazione di edifici e quartieri ad elevate prestazioni energetiche (contro-bilanciamento della maggiore domanda di energia): attenzione alla disposizione degli edifici (superfici disponibili sulle coperture esposte a sud), alla loro reciproca posizione (ombreggiamento/canalizzazione dei venti), all'uso del verde (schermature, tetti e facciate verdi, ect)	A 
	2. Incremento della dotazione di verde urbano (anche tramite orti), il mantenimento/ripristino di aree naturali e semi-naturali e la presenza di specchi e corsi d'acqua non interrati per la riduzione dell'effetto isola di calore urbano	A 
	3. Impiego di materiali riflettenti (con valutazione dell'abbagliamento) o altri con specifiche prestazioni tecnologiche, negli spazi pubblici e nel tessuto edificato	A 
	4. Campagne d'informazione e sensibilizzazione per aumentare la consapevolezza dei cittadini e delle imprese sul tema (riduzione dei consumi e/o auto-produzione di energia)	A 