

Verso un approccio quantitativo al supporto dei processi di pianificazione costiera *climate proof*.

Magni F.*,
Magnabosco G.*

* Dipartimento di Culture del Progetto, Università IUAV di Venezia
fmagni@iuav.it , gmagnabosco@iuav.it

Abstract

La pianificazione delle aree costiere, intese da sempre come un luogo di forte interesse per l'insediamento umano, l'attrattività economica e le peculiarità naturalistiche, costituisce per l'Italia un tema di particolare rilevanza a causa degli impatti che il cambiamento climatico (CC) avrà sul tessuto economico-produttivo, sulla popolazione e sulle infrastrutture insediate lungo i litorali. A causa della ridotta comprensione e quantificazione degli impatti del CC e delle sfide economiche ad esso connesse, le attuali capacità di adattamento delle coste sono ancora deboli. Il presente contributo ha come obiettivo generale quello di presentare delle linee guida operative per la quantificazione e il dimensionamento tipologico delle aree costiere coinvolte dagli impatti dei cambiamenti climatici (CC), in modo da supportare ed orientare processi di pianificazione *climate proof* della costa italiana. L'approfondimento svolto su 6 aree pilota, distinte per impatti costieri, geomorfologia, aspetti socioeconomici, demografici e per tipologia di contesto urbano è stato il primo tassello informativo per comprendere cosa comporti assumere la quantificazione degli impatti climatici (IC) all'interno di politiche e strumenti di governo del territorio, cercando di aggiornare lo stato delle conoscenze che contribuiscono ad accrescere la capacità di adattamento di un territorio costiero.

Parole chiave: *Adattamento costiero - Open data - Approccio quantitativo*

1. Cambiamenti climatici e aree costiere: una priorità per il contesto italiano

Il panorama scientifico internazionale appare concorde nel sottolineare che le aree costiere saranno particolarmente colpite dall'aumento, in termini di frequenza, distribuzione ed intensità, degli eventi estremi legati al CC. In questi contesti i CC avranno però un carattere regionale distinto a seconda delle condizioni ambientali, sociali, culturali ed economiche che si sono sviluppate nel tempo (Hoozemans et al., 1993; Nicholls et al., 1996, Klein e Nicholls, 1999; Lionello et al., 2006).

Se le coste del bacino del Mediterraneo sono ampiamente riconosciute come particolarmente vulnerabili ai CC (IPCC, 2018), in Italia più del 50% sono state trasformate in modo irreversibile¹. I rischi associati al CC sono però spesso evidenziati da parte dei media senza riconoscere che tale processo non è l'unico fattore che porta un rischio con cui cittadini, economie ed infrastrutture presenti nelle aree costiere dovranno confrontarsi nel prossimo futuro. In generale c'è una mancanza di consapevolezza, o più precisamente, manca una traduzione di questa all'interno delle politiche di sviluppo urbano e di pianificazione territoriale costiera.

2. Il gap informativo come fattore limitante dei processi di adattamento

La difficoltà ad attuare efficacemente processi di adattamento viene di solito riferita ad una serie di fattori limitanti² e di debolezza delle istituzioni pubbliche. Tale visione è stata però definita eccessivamente semplicistica ed è stata messa in discussione da alcuni studiosi (Culver et al., 2012; Vose et al. 2012) che dimostrano come, anche in paesi altamente sviluppati, lo Stato e le pubbliche

¹ 719,4 chilometri sono stati occupati da industrie, porti e infrastrutture, 918,3 sono stati colonizzati dai centri urbani e 1.653,3 (pari al 25% dell'intera linea di costa) hanno visto la diffusione di insediamenti a bassa densità (Zanchini et al. 2016).

² Fattori ecologici (vincoli naturali), economici (mancanza di risorse finanziarie), tecnologici (insufficiente conoscenza, indisponibilità della tecnologia adeguata)

amministrazioni non affrontano in maniera sistematico-sistemica le vulnerabilità dovute al CC. Questo ha contribuito a rafforzare l'idea che la combinazione di complessità dei dati climatici, molteplicità delle fonti di informazioni sull'adattamento, e la difficoltà di prendere decisioni alla luce di quest'incertezza, diviene una delle principali barriere per i processi di adattamento (Hauser e Jadin, 2012). Soprattutto a livello di pianificazione costiera, la mancanza di conoscenza tra le parti interessate su dove trovare informazioni scientificamente valide – che possono essere tradotte in formati comprensibili e utili per supportare la comunicazione e i processi decisionali – diviene un fattore altamente limitante (Brunner e Nordgren, 2012; Lebow et al., 2012).

3. *Verso un metodo quantitativo a supporto dei processi decisionali.*

Questa sperimentazione mira a costruire una metodologia di supporto ai processi di pianificazione per l'adattamento, esportabile a tutti gli ambiti costieri italiani.

Individuare e divulgare le peculiarità geo-morfologiche e insediative risulta fondamentale per promuovere progettualità e politiche *site-specific* per far fronte alla complessità degli IC. Questo ha reso necessario restringere il campo d'analisi ad una casistica specifica entro cui costruire un ragionamento condiviso a livello nazionale capace di favorire i processi di pianificazione sia a scala nazionale che a scala locale.

La strutturazione di un *open dataset* a scala italiana ha permesso, di costruire uno strumento di lettura territoriale semplice ed accessibile ad un vasto pubblico. Tale strumento, è caratterizzato dalla grande capacità comunicativa di mappe e supporti grafici, corredato da quadri quantitativi del problema.

Il lavoro di ricerca, parallelamente ad un'analisi scientifica dei fenomeni, ha dedicato particolare attenzione alla comunicabilità dei dati raccolti.

4. *La costa italiana in uno scenario di cambiamento climatico*

Una prima perimetrazione del campo d'analisi ha definito “area costiera” in ambito italiano, così da realizzare delle misurazioni utili ad un'analisi comparativa. La definizione di area costiera di Small & Nicholls la individua nei territori compresi tra i 100 km dalla linea di costa e ad un'altezza di 100 m sul livello del mare; questa mal si adatta al contesto italiano in quanto quasi tutto il territorio nazionale ricadrebbe all'interno di questa definizione. Si è pertanto deciso di osservare il territorio costiero in un'area *buffer* di 20 km dalla linea di costa, che permette di riscontrare efficacemente gran parte delle conformazioni geo morfologiche e insediative che in Italia riconosciamo come costiere.

Analizzando il territorio all'interno di questa fascia, è emerso – utilizzando strumenti cartografici e statistici quali *Corinne Land Cover* e *Rapporto ISTAT 2011* – come in queste aree si concentrino gli insediamenti principali e le densità più elevate di popolazione, ad ulteriore conferma delle potenziali vulnerabilità (soprattutto socioeconomiche) ai futuri IC, validando lo scenario previsto per il territorio Europeo per l'anno 2100 (Nicholls, 2004).

Per dare maggior definizione a questa realtà si è osservata la distribuzione insediativa di queste aree – utilizzando il livello 1.1 della *Corinne Land Cover* per gli insediamenti urbani e il database *Openstreetmap* per le infrastrutture – portando alla luce le relazioni insediative che intercorrono con le specificità geomorfologiche del territorio.

Successivamente, questi livelli informativi sono stati relazionati ai *driver* di impatto riconducibili ai CC. Sono state mappate quindi le principali ricadute spaziali degli impatti che colpiranno le aree costiere da qui al 2100: innalzamento medio marino (IMM) di +1 m s.l.m. ed erosione costiera³,

³ Elaborazione dell'autore utilizzando un modello digitale del terreno (DTM) a risoluzione 25 metri sulla base dei documenti forniti da ENEA per le previsioni dell'IMM previsto per il 2100.

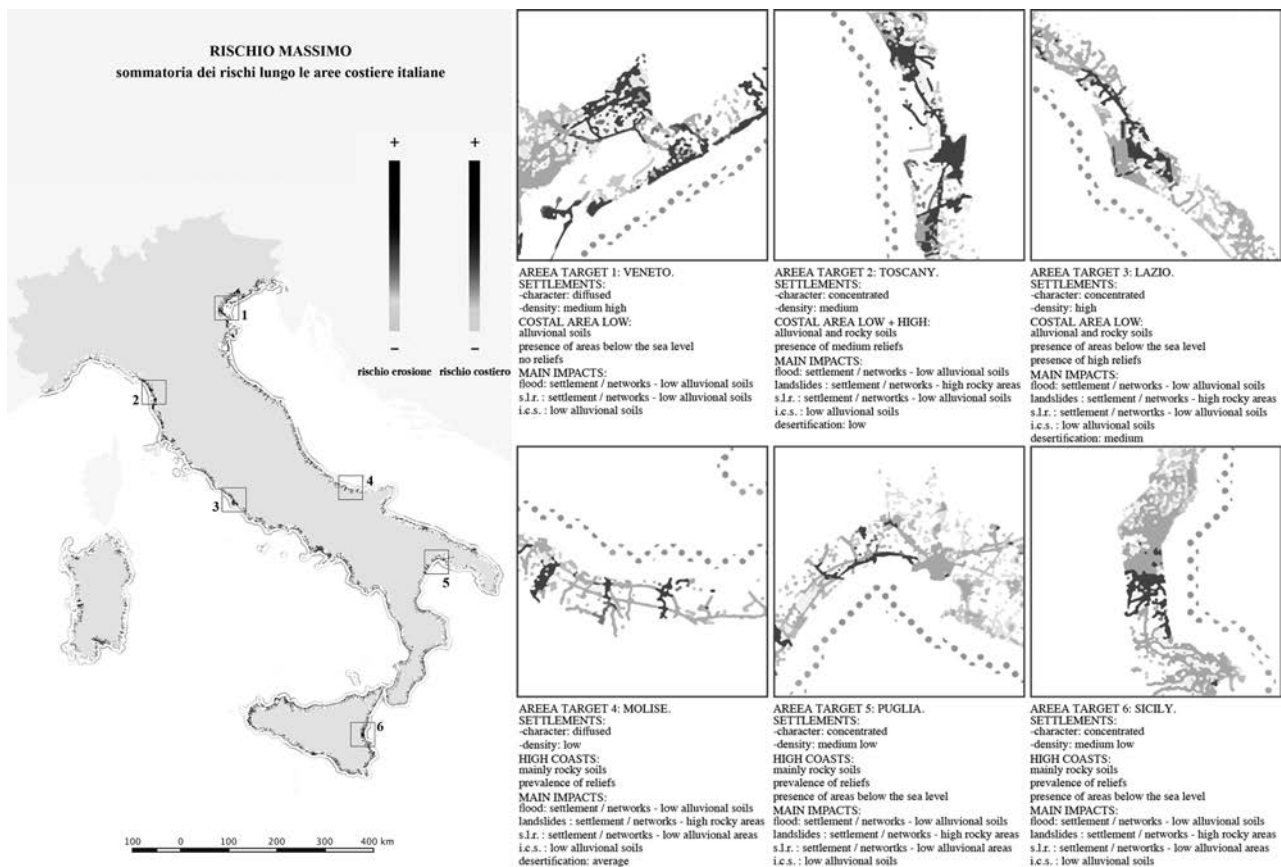


Figura 1. Mappatura del rischio in Italia e selezione delle 6 target areas.
Elaborazione IUAV.

intrusione del cuneo salino (ICS)⁴, alluvioni con tempo di ritorno (TR)⁵ 300 anni⁶, fenomeni franosi⁷ e desertificazione⁸.

Questo ha permesso di individuare un'ampia casistica di aree urbanizzate fortemente colpite dai fenomeni estremi. Per affinare il campo di analisi è stato effettuato un processo di riduzione e semplificazione tipologica dal livello nazionale, riducendo l'analisi a sei *target areas* rappresentative per i contesti specifici e virtualmente assimilabili alle varie tipologie di costa italiana (figura 1). Questa semplificazione è avvenuta utilizzando tre famiglie di criteri di selezione: forma e

⁴ ICS definisce il movimento di acqua di mare verso l'entroterra attraverso il o lungo i corpi idrici. Questo comporta la progressiva salinizzazione di suoli e corpi idrici, sconvolgendo interi ecosistemi e, in termini produttivi, diminuiscono la produttività dei territori adibiti ad agricoltura tradizionale. Sono stati mappati e territori a + 2 m s.l.m. per fornire un parametro di comparazione per tutto il territorio oggetto di studio. Elaborazione dell'autore utilizzando un DTM a risoluzione 25 metri.

⁵ È il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di pari entità; il TR è spesso utilizzato in sostituzione del concetto di probabilità di manifestarsi di un evento naturale.

⁶ È stato scelto il valore massimo di TR, in quanto a causa dell'imprevedibilità e mancanza di proiezione di questi fenomeni in un contesto di CC, si è preferito considerare tale valore come prudenziale. Fonte: Geoportale Nazionale.

⁷ Mappatura derivante dall'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) - (APAT. and Trigila 2007)

⁸ Mappatura derivante dall'Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione, scaricabile e consultabile dai servizi WMS del portale minambiente:
<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-wms/>

caratteristiche degli insediamenti (concentrati-diffusi); caratteristiche orografiche⁹ e geologiche della costa (costa alta-rocciosa e costa bassa-sabbiosa; facilmente e difficilmente erodibili¹⁰); distribuzione e compresenza degli IC, misurando l'intensità data dalla sovrapposizione di questi valori.

Successivamente si è seguita una analisi specifica per le sei *target areas*, dividendo gli impatti in due macrosistemi di osservazione. Il primo osserva le ricadute degli IC sugli usi del suolo urbanizzati¹¹, il secondo invece si concentra sugli impatti che coinvolgono aree agricole e ambiti naturali¹². Questa divisione è stata adottata per evidenziare in maniera rapida quali impatti e quanto insistessero su determinati sistemi escludendone altri; questo per fornire due ordini di lettura del territorio per individuare facilmente attori, strumenti e misure da mettere in campo nel processo di adattamento.

Il primo misura le ricadute spaziali di alluvioni, IMM, frane ed erosione costiera, mostrando come gli impatti colpiranno – all'interno del *buffer* di 20 km dalla linea di costa – il 21% delle aree urbane, il 7% della rete stradale e l'8% della rete ferroviaria.

Il secondo evidenzia come alluvioni, IMM, ICS, desertificazione e frane, colpiranno mediamente il 41% dei territori agricoli, il 35% dei territori naturali (con valori compresi tra il 25,9 e il 66,1%) e il 9% delle reti idriche (con valori compresi tra il 0,6 e il 43%).

5. Il caso toscano.

Il metodo d'analisi descritto è stato applicato a sei *target areas*, di cui qui proponiamo gli esiti del solo caso toscano a titolo esemplificativo (figura 2). In questa porzione di costa, situata nel litorale a confine con la Liguria, l'area costiera registra insediamenti concentrati caratterizzati da densità abitative medio-alte, collocate all'interno dei vallivi di natura alluvionale. Questa condizione si mostra predominante lungo la quasi totalità della linea di costa caratterizzata da una geo-morfologica di tipo basso-sabbiosa.

Per quanto riguarda il rischio alluvione locale, si registra un alto rischio – a fronte di un consumo di suolo complessivo di 288 kmq – per le aree urbanizzate e le infrastrutture, che riportano valori prossimi al 95%¹³. Per quanto riguarda i contesti rurali e naturalistici¹⁴ il rischio risulta altrettanto alto, rispettivamente dell'88% e del 34%.

Osservando i futuri fenomeni di IMM, si registrano valori altrettanto allarmanti, che vedono il 39% degli insediamenti e il 5-6% delle reti della mobilità soggette a questo fenomeno dove rimarranno virtualmente intatte solo le località site in aree di costa alta. Queste ultime saranno comunque soggette a fenomeni di erosione costiera, da tenere monitorati nel tempo, soprattutto se relazionate ad un probabile aumento dei fenomeni franosi.

⁹ È stato utilizzato un modello digitale del terreno (DTM) a risoluzione 25 m scaricabile dal Geoportale Nazionale per differenziare coste alte da coste basse.

¹⁰ Suoli facilmente erodibili: arenaceo marnoso, argilloso calcareo, depositi alluvionali, alluvionali terrazzati, depositi eolici, depositi glaciali, depositi lacustri e continentali. Suoli difficilmente erodibili: basalti, calcareo marnosi, cicli paleozoici, alpini, triassici, folditi tefriti, fonoliti, latiti trachiti, metamorfite prealpine, ofioliti, noliti, travertini. Per realizzare questa categorizzazione è stata utilizzata la carta litologica italiana scaricabile dal Geoportale Nazionale.

¹¹ Usi del suolo dedotti da *Corinne Land Cover 2012* e database *Openstreetmap*: urbanizzato totale, urbanizzato continuo, urbanizzato discontinuo, aree industriali e commerciali; rete stradale, rete ferroviaria.

¹² Usi del suolo dedotti da *Corinne Land Cover 2012* e database *Geoportale Nazionale*: terreni agricoli, terreni naturali; rete idrica.

¹³ Urbanizzato continuo 88%, urbanizzato discontinuo 94%, aree industriali e commerciali 100%, rete stradale 31%, rete ferroviaria 48%.

¹⁴ Individuati nei contesti ZPS, SIC e aree natura 2000.

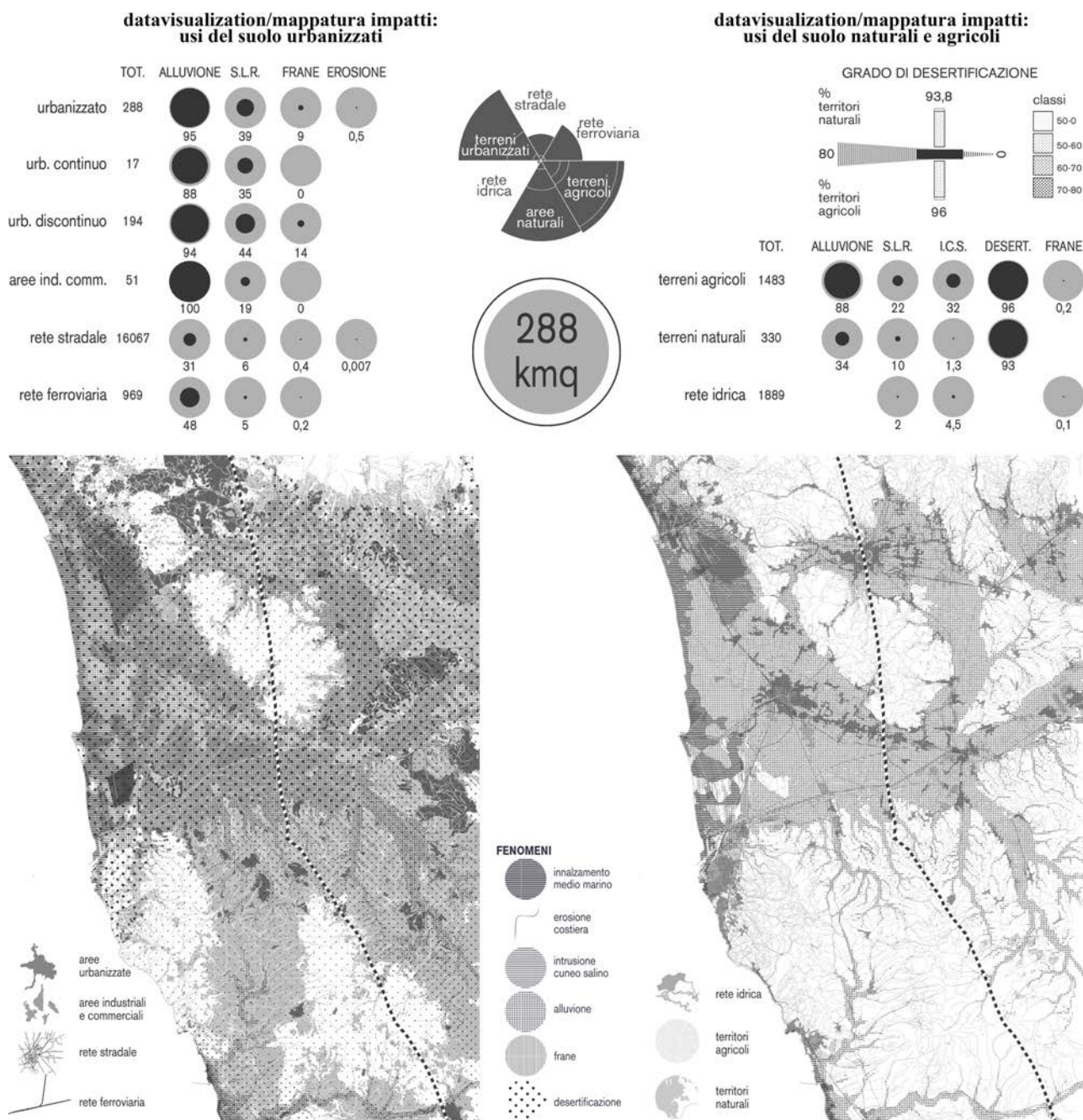


Figura 2. Mappatura del rischio in Toscana e datavisualization dell'estensione degli impatti. Elaborazione IUAV

Significative saranno anche le conseguenze su colture e ambiti naturali colpiti rispettivamente per 22% e 10%, mentre, forte della conformazione orografica, solo il 2% delle reti idriche subiranno perdite totali. Percentuale tuttavia in crescita se si osserva il fenomeno dal punto di vista del conseguente aumento dell'ICS, che "contaminerà" il 4,5% delle reti idriche, colpendo il 32 e 13% dei territori rurali e naturali. Sempre in questi ambiti si evidenzia come i fenomeni siccitosi aumenteranno di intensità ed estensione, seppur con una classe di desertificazione medio bassa¹⁵ ma con una copertura superiore al 90% dei territori.

Questo processo di mappatura costituisce un database di riferimento (tabella 1) per costruire quadri conoscitivi aggiornati con i principali IC futuri e supportare così un processo adattivo di pianificazione costiera.

¹⁵ Si veda "Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione", APAC.

I risultati infatti mostrano come le peculiarità geomorfologiche di questa *area target*, avranno una priorità di intervento alta rispetto alle restanti parti di territorio.

Usi del suolo ed elementi territoriali	Estensione totale	Alluvioni	IMM	ICS	Erosione costiera	Desertificazione	Frane
Urbanizzato tot.	288 kmq	274 kmq	113 kmq	-	1 kmq	-	27 kmq
Urbanizzato continuo	17 kmq	15 kmq	6 kmq	-	0 kmq	-	0 kmq
Urbanizzato discontinuo	194 kmq	183 kmq	86 kmq	-	0 kmq	-	27 kmq
Aree industriali e commerciali	51 kmq	51 kmq	10 kmq	-	0 kmq	-	0 kmq
Rete stradale	16067 km	4949 km	1027 km	-	1 km	-	78 km
Rete ferroviaria	969 km	464 km	44 km	-	0 km	-	2 km
Rete idrica	1889 km	-	41 km	86 km	-	-	2 km
Terreno agricolo	1483 kmq	1307 kmq	328 kmq	472 kmq	-	1420 kmq	171 kmq
Terreno naturale	330 kmq	110 kmq	32 kmq	45 kmq	-	309 kmq	-

Tabella 1. Database relativo alla target area Toscana.
Elaborazione IUAV.

6. Conclusioni

L'adattamento ai CC, nel suo approccio più teorico, prevede l'adozione di misure volte a contrastare gli effetti e le vulnerabilità presenti e future, così come la variabilità che si verifica in assenza di CC nel contesto di una società in continuo cambiamento (World Bank, 2011, 2015). Diviene però sempre più chiaro come questo concetto non possa solo significare protezione contro gli impatti negativi ma, in un'ottica virtuosa, rappresenti anche la predisposizione verso una maggiore flessibilità al cambiamento stesso, traendo vantaggio dai suoi possibili benefici (Galderisi, 2014).

In questo scenario, la scienza gioca un ruolo importante a supporto dei processi di *governance* climatica, in particolare in termini di scenario, di valutazione delle variazioni regionali di impatti, vulnerabilità e rischi, di individuazione delle conseguenti necessità di adattamento (in termini di opzioni prioritarie) e infine, in termini di valutazione dell'efficacia delle politiche realmente implementate (Ford, 2008; Tol, 2008). La ricerca qui presentata vuole contribuire al futuro processo di pianificazione costiera, in linea con questo approccio, sia per quanto riguarda l'analisi degli impatti dei CC, declinata a livello sub-regionale e locale, sia per la quantificazione di tali impatti, che ha richiesto una modellazione delle relazioni sui sottosistemi naturali e antropici. I risultati ottenuti dall'approfondimento sulle sei aree target enfatizzano la necessità di comprendere come i processi antropici costieri siano legati al sistema geomorfologico-territoriale su cui insistono, e alle interazioni che essi hanno con i CC.

La natura complessa del sistema costiero italiano, in combinazione con l'incertezza sugli IC futuri, è stato spesso un ostacolo, tanto per una comunicazione efficace dei rischi associati e delle conseguenti esigenze di adattamento, quanto per le decisioni da prendere in ottica di gestione costiera (Fowler e Wilby, 2007). Per tale motivo, nello sviluppo di questo processo analitico-comunicativo, la priorità è stata riposta nell'affrontare le incertezze quantitative degli impatti, integrando le conoscenze esistenti per supportare le future fasi di *decision-making* per l'adattamento costiero.

Riferimenti bibliografici

APAT., Trigila A. (2007), *Rapporto Sulle Frane in Italia : Il Progetto IFFI : Metodologia, Risultati e Rapporti Regionali*. APAT.

Brunner R., Nordgren J. (2012), *Climate adaptation as an evolutionary process: a white paper*. Kresge, Troy.

Covington W., William A.N., Starkey E., Walker J. (1993), *Ecosystem Restoration and Management*, in *Scientific Principles and Concepts*, p. 612

Burkett, V.R., Davidson, M.A. (2012). *Coastal Impacts, Adaptation and Vulnerability: A Technical Input to the 2012 National Climate Assessment*. Cooperative Report to the 2013 National Climate Assessment., p. 150.

Ford J. (2008), *Emerging trends in climate change policy: The role of adaptation*, in *International Public Policy Review* N° 3, pp. 5–16.

Fowler, H. J. and Wilby, R. L. (2007), *Beyond the downscaling comparison study*, in *J. Climatol* N° 27, p. 1543-1545.

Galderisi A. (2014), *Climate Change Adaptation. Challenges and Opportunities for Smart Urban Growth*, in *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment* N° 7, p. 43-67.

Hauser R., Jadin J. (2012), *Rural communities workshop*, in *Technical report to the 2013 National Climate Assessment* N°38, p.58

Hoozemans F. M. J., Marchand M., Pennekamp H. A., (1993) *A Global Vulnerability Analysis, Vulnerability Assessments for Population, in Coastal Wetlands and Rice Production on a Global Scale* N° 2. Delft Hydraulics and Rijkswaterstaat, Delft and the Hague.

Klein R. J. T., Nicholls R. J. (1999), *Assessment of coastal vulnerability to climate change*, in *Ambio* N° 28, p. 182-187.

Lebow B., Patel-Weynand T., Loveland T., Cantral R. (2012), *Land use and land cover national stakeholder workshop technical report*, in *National Climate Assessment*, p. 73.

Lionello P. et al., (2006), *The Mediterranean climate: an overview of the main characteristics and issues*. In *Mediterranean climate variability*, a cura di Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P., Boscolo, R. (Eds.). Elsevier, Amsterdam, p.1-26.

Nicholls R. J.(2004), *Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: Changes under the SRES climate and socio-economic scenarios*, in *Global Environmental Change* N°14, p. 69-86

Nicholls R.J.,Hoozemans F.M.J. (1996), *The Mediterranean: vulnerability to coastal implication of climate change*, in *Ocean and Coastal Management* N° 31, p. 105-132.

The World Bank (2011), *Guide to Climate Change Adaptation in Cities*. The World Bank.

The World Bank (2015), *Climate Change and Adaptation in Cities*. The World Bank.

Toly N. J. (2008), *Transnational municipal networks in climate politics*, in *From global governance to global politics*, in *Globalizations* N°9, p. 341-356.

Vose J., Peterson D.L., Patel-Weynand T. (2012), *National climate assessment—forest sector technical report*, in *Regions planning for climate adaptation* School of Public Affairs, University of Colorado Denver.

Zanchini E., Zampetti G., Venneri S. (2016) *Rapporto ambiente Italia 2016. Presente e futuro delle aree costiere italiane*, Edizioni Ambiente, Milano.

IPCC (2018), *Special report: Global warming of 1.5 °c*