

L'ITALIA E L'AMBIENTE

Stato, Prospettive e Scenari

L'ITALIA E L'AMBIENTE

Stato, Prospettive e Scenari

SOMMARIO

■	Presentazione	6
■	Finalità e articolazione del documento	8
CAMBIAMENTI CLIMATICI		15
■	Quadro di riferimento: politiche e normative	16
	<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative internazionali ed europee</i>	17
	<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative nazionali</i>	20
■	Stato, Prospettive e Scenari	24
	<i>Cambiamenti climatici in sintesi</i>	24
■	Clima in Italia	28
■	Gli Impatti	30
■	La Mitigazione	34
■	Industria energetica e trasporti: verso la mitigazione	38
■	L'Adattamento	42
ECONOMIA CIRCOLARE		47
■	Quadro di riferimento: politiche e normative	48
	<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative internazionali ed europee</i>	48
	<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative nazionali</i>	49
■	Stato, prospettive e scenari	52
	<i>Economia circolare in sintesi</i>	52
■	Produzione e Consumo	56
■	Gestione dei Rifiuti	60
■	Materie Prime Secondarie	66
■	Competitività e Innovazione	70
■	Sostenibilità globale e Resilienza	72
■	Prospettive per raddoppiare il tasso di circolarità	76
	<i>Scenario 1: Potenziamento del recupero/riciclo di materia</i>	77
	<i>Scenario 2: Aumento dell'efficienza delle risorse</i>	79
	<i>Scenario 3: Mitigazione dei cambiamenti climatici</i>	80
	<i>Scenari combinati</i>	82

VERSO L'INQUINAMENTO ZERO 87

■ Quadro di riferimento: politiche e normative	88
<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative internazionali ed europee</i>	88
<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative nazionali</i>	95
■ Stato, prospettive e scenari	100
<i>Verso l'inquinamento zero in sintesi</i>	100
■ L'inquinamento atmosferico: da dove arriva e su chi impatta	104
■ L'uso dei pesticidi: strategie per il contenimento dei rischi	108
■ Acque superficiali: lo stato dei fiumi e dei laghi italiani	112
■ Lo stato delle acque sotterranee: la principale fonte di ciò che beviamo	116
■ Lo stato delle acque marino costiere e di balneazione	120
■ Un problema sulle spiagge come sui fondali profondi: i rifiuti	124

BIODIVERSITÀ E CAPITALE NATURALE 127

■ Quadro di riferimento: politiche e normative	128
<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative internazionali</i>	131
<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative europee</i>	136
<i>Quadro di riferimento delle politiche e normative nazionali</i>	144
■ Stato, prospettive e scenari	150
<i>Biodiversità e capitale Naturale in sintesi</i>	150
■ Il patrimonio faunistico e floristico nazionale	154
■ Le aree protette: un patrimonio da tutelare	158
■ Conservazione di specie e <i>habitat</i> di interesse comunitario	160
■ Le specie aliene: una minaccia per la biodiversità	164
■ La frammentazione del territorio e del paesaggio	166
■ Degrado e consumo di suolo	170
■ Il patrimonio forestale e il ruolo chiave "in negativo" degli incendi	174
■ Indice delle figure e delle tabelle	178
■ Riferimenti bibliografici	180
■ Note	183
■ Contributi e Ringraziamenti	188



PRESENTAZIONE



Presentazione

Con il nuovo piano triennale di azione 2022-2024, ISPRA conferma il suo ruolo istituzionale, autonomo e imparziale, per la protezione dell'ambiente, combinando la ricerca con il mandato di produzione e diffusione delle informazioni ambientali.

Nell'ambito di questa specifica missione, oltre alla produzione continua di dati derivante dalla propria attività sia di monitoraggio ambientale, sia di ricerca finalizzata, ogni anno ISPRA aggiorna il proprio *core set* indicatori (Banca dati Indicatori Ambientali) in linea con i nuovi obblighi di legge, con le più recenti evoluzioni metodologiche dei principali *core set* internazionali, nonché, con le più importanti esperienze di *reporting* ambientale a livello nazionale, comunitario e internazionale. Inoltre, approfondisce l'utilizzo di strumenti metodologici idonei all'analisi integrata degli indicatori. In ciò si sostanzia la "doppia anima" di ISPRA.

Con il presente documento ISPRA vuole rispondere alle seguenti domande: *"Qual è la situazione dell'ambiente in Italia?"* e *"Si sta andando nella direzione ambientalmente auspicata?"*

Disponiamo oggi di una mole di informazioni, serie storiche, indicatori e metriche, frutto di anni di raccolta ed elaborazione dati, idonea a rispondere a queste due domande. Questa pubblicazione rappresenta l'opportunità per valorizzare il *corpus* di dati ambientali di ISPRA e restituire, a un ampio pubblico di cittadini, tecnici, osservatori e decisori politici, un'interpretazione, basata su evidenze empiriche, dell'andamento rispetto agli obiettivi fissati.

Nella proliferazione multilivello di politiche, strategie, piani, programmi, leggi a tutela di ambiente ed ecosistemi – in altre parole, la *governance* – e nell'urgenza di valutare l'efficacia degli sforzi compiuti, è necessario uno strumento di navigazione della complessità: il monitoraggio.

Occorre mettere a fuoco le informazioni sullo stato dell'ambiente del Paese sotto la lente dei principali quadri di riferimento delle *policies* e normative, a livello internazionale, europeo e nazionale, facendo perno specialmente sulle iniziative della galassia ONU, *Green Deal*, VIII Pro-

gramma d'Azione per l'Ambientale europeo e Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile. Ogni capitolo, ciascuno dedicato a un macrotema ambientale, è infatti introdotto da un *excursus* sul contesto politico-normativo, prima di fornire una fotografia dello stato attuale, delle prospettive e degli scenari utilizzando indicatori, anche compositi, e metriche selezionate.

Le tematiche ambientali di cui si dà conto sono quelle emergenti dall'VIII Programma d'Azione per l'Ambiente europeo: Cambiamenti climatici, Economia circolare, Verso l'inquinamento zero; Biodiversità e capitale naturale. Sono queste le sfide ambientali che bussano con insistenza alla porta del mondo e necessitano di un potenziamento e un coordinamento degli sforzi internazionali per la loro risoluzione. Malgrado molti degli obiettivi 2020 non siano stati centrati, i traguardi fissati per il 2030 e il 2050 sono ancora raggiungibili, a patto si operi un mutamento profondo dei sistemi di produzione e di consumo alla base del nostro stile di vita, quali alimentazione, energia e mobilità. I grandi progressi compiuti dall'Europa, continente-faro delle politiche ambientali negli ultimi dieci anni, non sono ancora sufficienti a raggiungere l'obiettivo di sostenibilità "vivere bene entro i limiti del pianeta" e le prospettive future non sono rosee. Qui la differenza la può fare, oltre alla volontà politica, il ruolo chiave degli istituti di ricerca come ISPRA, in qualità di supporto scientifico ai *policy-makers*, attraverso l'analisi rigorosa e puntuale dell'informazione ambientale.

La rottura dell'equilibrio nella relazione uomo-ambiente innesca fenomeni che stanno già avendo profonde ripercussioni sulla salute dell'uomo stesso e della biosfera nel suo complesso. Solo una consapevolezza ambientale basata su dati e informazioni oggettive, affidabili e confrontabili, quindi condivise, consentirà all'Europa di raggiungere l'ambizioso traguardo del 2050. Insieme a questo volume intendo estendere non un augurio, ma una promessa: svolgere i compiti istituzionali con maggior vigore e responsabilità per rispondere tempestivamente alle sfide all'orizzonte e valorizzare una cultura ambientale di salvaguardia e tutela sempre più concreta, nel rispetto delle generazioni future e del diritto alla vita stessa.

Il Direttore Generale
Maria Siclari

■ Finalità e articolazione del documento

Il documento *L'ITALIA E L'AMBIENTE: Stato, Prospettive e Scenari* vuole fornire una lettura complessiva, indicandone anche la direzione, dello stato dell'ambiente in Italia osservato con la lente delle principali strategie economico-ambientali, *European Green Deal* e VIII Programma d'Azione per l'ambiente europeo. Segnala, infatti, i risultati raggiunti e raggiungibili, le criticità e l'efficacia delle politiche messe in atto attraverso una prima analisi delle serie storiche dei principali indicatori presenti nella Banca dati Indicatori Ambientali di ISPRA (<https://indicatoriambientali.isprambiente.it/>).

Finalità non secondaria del documento è quella di semplificare la comunicazione di dati e tendenze a un pubblico non esperto, e monitorare l'efficacia delle politiche.

La scelta degli indicatori e delle tematiche ambientali sui quali si declina il documento è basata proprio sulle recenti politiche ambientali in essere, in particolare su *European Green Deal* e VIII Programma d'Azione per l'Ambiente europeo; politiche integrate che hanno come reciproca "stella polare" l'Agenda 2030 e i relativi *Sustainable Development Goals*. Infatti, l'VIII Programma d'Azione per l'Ambiente europeo (VIII PAA) al 2030 mira ad accelerare la transizione verde e a garantire un'azione incisiva per proteggere e ripristinare l'ambiente, perseguendo gli obiettivi del *Green Deal* europeo, ossia la strategia di *crescita verde* dell'UE volta a realizzare un'economia circolare climaticamente neutra, efficiente sotto il profilo delle risorse, priva di sostanze tossiche, resiliente e competitiva in maniera giusta e inclusiva.

Un monitoraggio coerente delle principali tendenze mediante indicatori appropriati è fondamentale per garantire che l'Italia progredisca insieme all'Europa verso il conseguimento dei propri obiettivi ambientali e climatici. Per sostenere e rafforzare un approccio integrato, l'VIII PAA predispone un meccanismo di *governance* e affida alla Commissione il compito di istituire un nuovo quadro di monitoraggio che misuri i progressi compiuti verso il conseguimento dei suoi obiettivi prioritari, ossia il quadro di monitoraggio dell'VIII PAA: la sua base di partenza è costituita da un numero limitato di indicatori chiave, che comprendono indicatori sistemici riguardanti il nesso ambiente-società e ambiente-economia, così da

consentire all'UE di monitorare i progressi compiuti verso la transizione verde. In un contesto di complesse crisi economiche e geopolitiche, tra cui l'aggressione dell'Ucraina da parte della Russia, l'VIII PAA rispecchia la salda volontà dell'Unione Europea e dei suoi Stati Membri di affrontare le crisi del clima, della biodiversità e dell'inquinamento, nonché di rendere l'Unione Europea più resiliente di fronte a futuri *shock*. L'VIII PAA stabilisce un obiettivo prioritario a lungo termine per il 2050, ossia vivere bene entro i limiti del nostro pianeta, e sei obiettivi tematici prioritari. Comprende altresì un quadro ambizioso di 34 "condizioni favorevoli" al conseguimento di tali obiettivi, in linea con l'impegno a "non nuocere" del *Green Deal* europeo e con una transizione equa e giusta.

Per tali motivi sono stati individuati 4 macrotemi: Cambiamenti climatici; Economia circolare; Verso l'inquinamento zero; Biodiversità e capitale naturale.

Il rapporto prevede una parte introduttiva (Finalità e articolazione del documento) e quattro capitoli, dedicati ai macrotemi sopracitati.

La parte introduttiva fornisce una chiave di lettura del documento supportata anche da un Quadro sinottico degli indicatori ambientali utilizzati per descrivere i 4 macrotemi corredati dai simboli di riferimento ai *core set* di appartenenza (*Green Deal*, VIII Programma d'azione ambientale, SDGs).

Ciascun capitolo è strutturato in due parti:

1. la prima di contesto politico-legislativo, dedicata a descrivere le principali politiche e normative ambientali vigenti relative al tema trattato;
2. la seconda parte che si prefigge di esaminare stato, prospettive e scenari, corredata da un'analisi sintetica del macrotema anche con l'ausilio di un indicatore composito rappresentativo della tendenza della tematica. Questa contiene diverse schede che descrivono, attraverso un linguaggio, meno tecnico e più divulgativo, l'evoluzione del fenomeno oggetto di studio coerentemente al quadro politico di riferimento, cercando di rispondere alle domande "Come stiamo e dove stiamo andando". Ogni scheda contiene una parte testuale corredata da uno o più grafici, prevalentemente descrittivi del *trend* del fenomeno e, ove possibile, con un confronto rispetto a tutte le politiche ambientali associate, affiancate da un messaggio chiave. Per alcuni macrotemi viene offerta anche una analisi di scenari coerenti con gli obiettivi politici da raggiungere.

Nel quadro sinottico seguente sono riportati gli indicatori utilizzabili per descrivere lo stato e il *trend* delle quattro tematiche ambientali alla base dell'VIII PAA.

Sono altresì rappresentati i simboli relativi ai *core set* di appartenenza dei vari indicatori utilizzati, ovvero i simboli relativi ai vari *Goal* degli SDG dell'Agenda 2030, all'VIII PAA e alle tre dimensioni che suddividono i *key indicators* di Eurostat per l'*European Green Deal*.

Quadro sinottico degli indicatori ambientali

Macro tema	Scheda	Indicatore	"Contributo" all'indicatore composito	SDG/VIII PAA/EGD
Cambiamenti climatici	Clima in Italia	Temperatura media	X	
		Precipitazione cumulata	X	
	Gli impatti	Bilancio di massa dei ghiacciai	X	
		Temperatura acque marine		
		Livello del mare		
		Crescita del livello medio del mare a Venezia (ICLMM)		
		Internal flow		
		Produzione di energia idroelettrica		
		Stato di salute delle popolazioni di uccelli migratori	X	
	La mitigazione	Emissioni di gas serra (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCS, PFCS, SF ₆): Disaggregazione settoriale	X	 REDUCING our climate impact VIII PAA
		Emissioni di gas serra (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCS, PFCS, SF ₆): trend e proiezioni		
	Industria energetica e trasporti: verso la mitigazione	Emissioni di gas serra da processi energetici per settore economico		
		Consumi finali e totali di energia per settore economico		 REDUCING our climate impact VIII PAA
		Consumi totali di energia per fonti primarie		 REDUCING our climate impact
		Dipendenza energetica		
		Quota di energia da fonti rinnovabili nei consumi finali	X	 REDUCING our climate impact VIII PAA
		Intensità energetiche finali settoriali e totale	X	 REDUCING our climate impact
		Certificati Bianchi	X	 REDUCING our climate impact
		Emissioni di gas serra dai trasporti		 REDUCING our climate impact
		Domanda e intensità del trasporto passeggeri		 REDUCING our climate impact VIII PAA

Macro tema	Scheda	Indicatore	"Contributo" all'indicatore composito	SDG/VIII PAA/EGD
Cambiamenti climatici	Industria energetica e trasporti: verso la mitigazione	Domanda e intensità del trasporto merci		 REDUCING our climate impact
	L'adattamento	Perdite economiche dovute a eventi estremi legati al clima	X	 VIII PAA
		Impatti della siccità sugli ecosistemi		VIII PAA
		Percentuale del territorio italiano soggetto a deficit e surplus di precipitazione		
Economia circolare	Produzione e consumo	Produttività delle risorse		 VIII PAA
		Material footprint	X	
		Produzione totale di rifiuti		VIII PAA  PROTECTING our planet and health
		Produzione totale di rifiuti per DMC		
		Produzione totale di rifiuti per GDP		
		Spreco alimentare		
	Gestione dei rifiuti	Tasso di riciclaggio dei rifiuti trattati (esclusi minerali)		
		Tasso di riciclaggio dei rifiuti urbani		
		Tasso di riciclaggio di flussi specifici		
	Materie prime secondarie	Commercio internazionale di materia prima da riciclo (Eurostat)		
		Tasso di circolarità	X	 ENABLING a green and just transition VIII PAA
	Competitività e innovazione	Occupazione, investimenti e valore aggiunto del settore dell'economia circolare (Eurostat)		
		Innovation index (Commissione Europea)		
	Sostenibilità globale e resilienza	Consumption footprint (Commissione Europea - JRC)	X	
		Carbon footprint	X	
		Dipendenza dalle importazioni		
Verso l'inquinamento zero	L'inquinamento atmosferico: da dove arriva e su chi impatta	Emissioni di particolato (PM10): trend e disaggregazione settoriale		
		Emissioni di particolato fine (PM2,5): trend e disaggregazione settoriale		
		Qualità dell'aria: PM10		

Macro tema	Scheda	Indicatore	"Contributo" all'indicatore composito	SDG/VIII PAA/EGD
Verso l'inquinamento zero	L'inquinamento atmosferico: da dove arriva e su chi impatta	Qualità dell'aria: PM _{2,5}		
		Esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici outdoor - PM _{2,5}		
		Esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici outdoor - PM ₁₀		
		Esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici outdoor - NO ₂		
		Esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici outdoor - ozono		
	L'uso dei pesticidi: strategie per il contenimento dei rischi	Qualità delle acque inquinamento da pesticidi		
		Uso e rischio dei prodotti fitosanitari chimici		
		Aziende agricole che aderiscono a misure ecocompatibili e che praticano agricoltura biologica		 VIII PAA
	Acque superficiali: lo stato dei fiumi e dei laghi italiani	Stato chimico delle acque superficiali interne		
		Stato ecologico delle acque superficiali interne		
	Lo stato delle acque sotterranee: la principale fonte di ciò che beviamo	Stato chimico delle acque sotterranee (SCAS)		
		Stato quantitativo delle acque sotterranee (SQUAS)		
		Nitrati nelle acque sotterranee (NO ₃)		  VIII PAA
	Lo stato delle acque marino costiere e di balneazione: una risorsa per il benessere dei cittadini	Classificazione delle acque di balneazione		 
		Concentrazione <i>Ostreopsis ovata</i>		
		Stato chimico delle acque marino costiere		
		Stato ecologico delle acque marino costiere		
	Un problema sulle spiagge come sui fondali profondi: i rifiuti	Monitoraggio strategia marina - rifiuti marini spiaggiati		
		Monitoraggio strategia marina - microrifiuti nello strato superficiale della colonna d'acqua		

Macro tema	Scheda	Indicatore	"Contributo" all'indicatore composito	SDG/VIII PAA/EGD
Biodiversità e capitale naturale	Il patrimonio faunistico e floristico nazionale: consistenza e livello di minaccia	Consistenza e livello di minaccia di specie animali		 
		Consistenza e livello di minaccia di specie vegetali		
	Le aree protette: un patrimonio da tutelare	Aree protette marine	X	
		Aree protette terrestri	X	
		Rete Natura 2000		
	Conservazione di specie e habitat di interesse comunitario	Stato di conservazione degli habitat terrestri di direttiva 92/43/CEE		
		Stato di conservazione delle specie di direttiva 92/43/ CEE		
	Le specie aliene: una minaccia per la biodiversità	Diffusione di specie alloctone animali e vegetali	X	
	La frammentazione del territorio e del paesaggio	Frammentazione del territorio naturale e agricolo	X	
	Il patrimonio forestale e il ruolo chiave "in negativo" degli incendi	Entità degli incendi boschivi	X	
		Superfici di ecosistemi forestali percorse da incendi: stato e variazioni		
		Contributo delle foreste nazionali al ciclo globale del carbonio	X	
		Certificazione di gestione forestale sostenibile	X	
	Degrado e consumo di suolo	Degrado del suolo		
		Impermeabilizzazione e consumo di suolo	X	

CAMBIAMENTI CLIMATICI

■ Quadro di riferimento: politiche e normative

In base all'ultima pubblicazione dell'*International Panel on Climate Change* (IPCC) "*Sixth Assessment Report Synthesis Report: Climate Change 2023*" emerge come le temperature, a livello mondiale, siano già salite di 1,1°C rispetto ai livelli preindustriali, una conseguenza, di oltre un secolo, dell'utilizzo dei combustibili fossili, nonché dell'uso disuguale e insostenibile dell'energia e del suolo. Ciò ha portato a eventi meteorologici estremi più frequenti e intensi che hanno causato impatti sempre più pericolosi sulla natura e sulle persone in ogni parte del mondo. Si prevede che l'insicurezza alimentare e idrica dovuta al clima cresca con l'aumento del riscaldamento. Inoltre, quando i rischi si combinano con altri eventi avversi, come pandemie o conflitti, diventano ancora più difficili da gestire.

Il Rapporto IPCC afferma che la soglia di 1,5°C al di sopra dei livelli preindustriali, impone in questo decennio riduzioni profonde, rapide e sostenute delle emissioni di gas serra in tutti i settori. Le emissioni devono diminuire nell'immediato ed essere dimezzate entro il 2030 affinché questo obiettivo abbia qualche possibilità di essere raggiunto. La soluzione proposta dall'IPCC è uno "sviluppo resiliente al clima", che prevede l'integrazione delle misure per l'adattamento ai cambiamenti climatici con azioni per ridurre o evitare le emissioni di gas serra in modi che forniscano benefici più ampi.



Quadro di riferimento delle politiche e normative internazionali ed europee

L'Intergovernmental *Panel on Climate Change* (IPCC), istituito nel 1988 da due organismi delle Nazioni Unite, l'Organizzazione Meteorologica mondiale (WMO) ed il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) allo scopo di studiare il riscaldamento globale, nel suo primo *report*, nel 1990, evidenziò il rischio di un riscaldamento globale con effetti sul clima a causa dell'aumento delle emissioni antropogeniche di gas serra, causato principalmente dall'uso di combustibile fossile. Da questo presupposto discende la necessità di ridurre le emissioni antropogeniche di gas serra, soprattutto per i paesi più industrializzati. Alla fine del 1990, l'Unione Europea adottò l'obiettivo di stabilizzare le emissioni di anidride carbonica entro il 2000 al livello registrato nel 1990, richiedendo agli stati membri di pianificare e implementare iniziative per la protezione dell'ambiente e per l'efficienza energetica. Gli obiettivi prefissati dall'UE sono stati alla base delle negoziazioni della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (*United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC).

La Convenzione Quadro sui cambiamenti climatici è un accordo ambientale internazionale prodotto dalla Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED, *United Nations Conference on Environment and Development*), informalmente conosciuta come Summit della Terra, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992. L'accordo fu aperto alle ratifiche il 9 maggio 1992 ed entrò in vigore il 21 marzo 1994.

L'accordo ha come obiettivo la stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche dei gas serra, ad un livello tale da prevenire interferenze antropogeniche pericolose con il sistema climatico terrestre. L'accordo non pone limiti obbligatori per le emissioni di gas serra alle nazioni individuali; si tratta quindi di un accordo legalmente non vincolante. Invece, esso includeva previsioni di aggiornamenti (denominati protocolli) che avrebbero posto obiettivi di riduzione delle emissioni.

Fondamentale, ai fini dell'accordo e della comunicazione sull'implementazione della convenzione, quanto prescritto nell'art. 12. In particolare, i paesi industrializzati devono trasmettere regolari *report* in cui sono elencate le politiche e misure adottate per la riduzione delle emis-

sioni di gas serra; devono altresì comunicare, annualmente, l'inventario nazionale delle emissioni e degli assorbimenti di gas serra non controllati dal protocollo di Montreal, con le stime ottenute con metodologie comparabili. La Convenzione quadro sui cambiamenti climatici è stata ratificata in Italia nel 1994, con la legge n. 65 del 15/01/1994. L'ISPRA è responsabile della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni di gas serra, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati. Le metodologie utilizzate per la stima delle emissioni e degli assorbimenti sono state quelle redatte dall'IPCC ed ufficialmente approvate dall'UNFCCC, coerentemente con quanto richiesto dalla convenzione e dalle successive decisioni delle conferenze delle parti (COP).

Il Protocollo di Kyoto, sottoscritto nel 1997 da più di 160 paesi in occasione della COP3 dell'UNFCCC, è entrato in vigore il 16 febbraio 2005. A differenza della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici che può essere definita come un accordo legalmente non vincolante, il relativo Protocollo di Kyoto fissa obiettivi di riduzione delle emissioni per i paesi industrializzati e con economie in transizione. Per tutti i paesi membri dell'Unione Europea, il Protocollo di Kyoto stabilisce una riduzione dell'8% delle emissioni di gas serra rispetto al 1990 entro il 2012 (termine del primo periodo d'impegno). Il Protocollo di Kyoto è stato adottato (dicembre 1997), stabilendo degli obiettivi di riduzione delle emissioni per i paesi industrializzati e con economie in transizione. In Italia il Protocollo di Kyoto è stato ratificato con la legge 120 del 2002, in cui veniva prescritta la preparazione di un Piano di Azione Nazionale per la riduzione delle emissioni.

L'8 dicembre 2012 è stato adottato l'Emendamento di Doha al Protocollo di Kyoto, nel quale sono stati fissati gli obiettivi da perseguire nel secondo periodo d'impegno (2013-2020). L'Unione Europea e i suoi stati membri (insieme all'Islanda) hanno stabilito di ridurre le proprie emissioni collettive del 20% al 2020, rispetto ai valori del 1990.

Nel dicembre 2015, in occasione della Conferenza sui cambiamenti climatici tenutasi a Parigi (COP21), le Parti della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) hanno adottato l'Accordo di Parigi, finalizzato a regolare ulteriormente le emissioni di gas ad effetto serra individuate quali maggiori responsabili dell'aumento della temperatura del pianeta. L'Accordo definisce come obiettivo di lungo ter-



mine il contenimento dell'aumento della temperatura media globale ben al di sotto dei 2°C e il perseguimento degli sforzi per limitare l'aumento a 1,5°C, rispetto ai livelli preindustriali. L'Italia ha firmato l'accordo il 22 aprile 2016 e lo ha ratificato l'11 novembre 2016. L'Accordo di Parigi, entrato in vigore il 4 Novembre 2016, si applica dal 2021. L'Accordo prevede, accanto alle misure di mitigazione, ovvero di riduzione delle emissioni, anche la messa in atto di misure per l'adattamento al cambiamento climatico, finalizzate ad accrescere la capacità dei Paesi di adattarsi agli effetti avversi dei cambiamenti climatici. I flussi finanziari a supporto di tali azioni dovranno essere orientati in

modo da essere coerenti con un percorso di sviluppo sostenibile a basse emissioni e resiliente ai mutamenti del clima. I Paesi firmatari dovranno puntare a raggiungere il picco globale delle emissioni quanto prima e ad effettuare rapide riduzioni al fine di raggiungere l'equilibrio globale tra emissioni e assorbimenti nella seconda parte del secolo.

Al momento dell'adesione all'Accordo, ogni Paese predispone e comunica il proprio "Contributo determinato a livello nazionale" (NDC - *Nationally Determined Contribution*) con l'obbligo di perseguire misure per la sua attuazione. Ogni successivo contributo nazionale dovrà costituire un avanzamento in termini di ambizione rispetto al contributo precedentemente presentato, intraprendendo, così, un percorso di ambizione crescente che dovrebbe condurre le Parti al raggiungimento dell'obiettivo collettivo.

Rispetto al Protocollo di Kyoto e al suo emendamento (Emendamento di Doha), che prevedono impegni di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra da parte dei Paesi industrializzati, rispettivamente, nei periodi 2008-2012 e 2013-2020, l'Accordo di Parigi rappresenta un cambio di paradigma nell'approccio alla lotta ai cambiamenti climatici. L'approccio *bottom up* basato su Contributi Determinati a livello Nazionale ad ambizione crescente nel tempo prevede un impegno di tutte le Parti dell'accordo verso il raggiungimento degli obiettivi comuni, abbandonando la distinzione tra Paesi industrializzati e non.

È stato inoltre adottato, nel 2018, il regolamento attuativo (*Paris rule-book*) dell'Accordo di Parigi, che include le informazioni necessarie per la revisione degli NDC e per la contabilizzazione degli impegni adottati, nonché l'insieme di regole condivise per la trasparenza delle azioni e del supporto, che implementano l'articolo 13 dell'Accordo di Parigi, archiviando la tradizionale differenziazione degli obblighi (la cosiddetta "biforcazione") tra paesi industrializzati ed in via di sviluppo, con l'adozione di regole comuni e la previsione di flessibilità per quei Paesi in via sviluppo che ne necessitano in base alle proprie capacità.

Quadro di riferimento delle politiche e normative nazionali

Le politiche ambientali nazionali sono fortemente intrecciate al quadro strategico europeo, alle direttive e ai regolamenti. Nel 2012, è stato raggiunto un accordo tra le Parti circa la prosecuzione del protocollo di Kyoto attraverso l'emendamento di Doha, che fissa impegni di riduzione dei Paesi industrializzati per il periodo 2013-2020. Gli Stati Membri dell'Unione Europea hanno informato il segretariato UNFCCC di voler adempiere ai propri impegni relativi al secondo periodo d'impegno del Protocollo di Kyoto congiuntamente.

Il Consiglio Europeo nella primavera del 2007 aveva sancito la necessità che l'Unione avviasse una transizione verso un'economia a basso contenuto di carbonio attraverso un approccio integrato tra le politiche attuate per la riduzione dei gas a effetto serra e le politiche energetiche.

Il Consiglio si è, pertanto, impegnato a raggiungere, entro il 2020, i seguenti obiettivi:

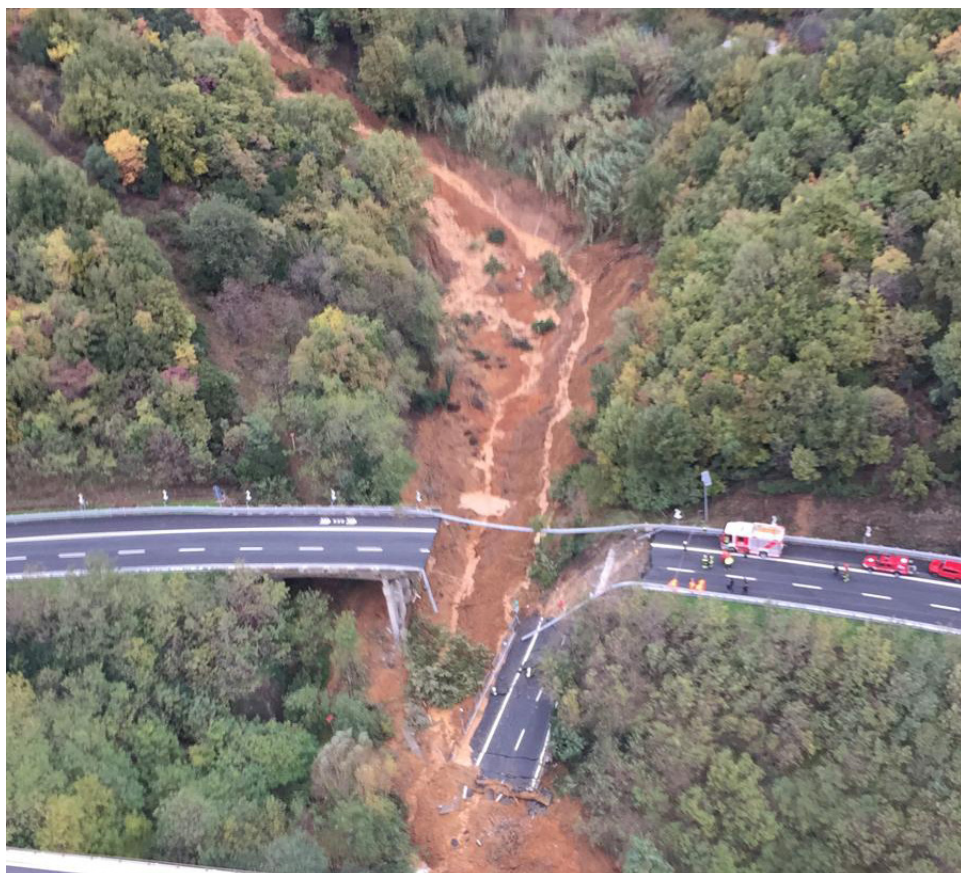
- riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra del 20% rispetto ai livelli del 1990;
- riduzione dei consumi energetici del 20% rispetto allo scenario *business as usual*;
- produzione di energia da fonti rinnovabili pari al 20% dei consumi energetici dell'Unione europea;
- uso dei biocombustibili per il 10% della quantità di combustibile utilizzato nel settore dei trasporti.

A seguito delle conclusioni del Consiglio, è stato approvato il cosiddetto "Pacchetto clima-energia 2020", ossia un insieme di provvedimenti legislativi finalizzati a dare attuazione agli impegni assunti. I provvedimenti più rilevanti in materia di gas serra sono la direttiva *Emissions Trading* e la decisione 406/2009/UE *Effort Sharing*.

L'obiettivo di riduzione dell'Unione Europea successivo al 2020 e inviato all'UNFCCC come contributo dell'Unione (NDC) all'Accordo di Parigi prevede la riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 40% a livello europeo rispetto all'anno 1990, senza utilizzo di meccanismi di mercato internazionali.

Al fine di raggiungere tale obiettivo, l'UE ha quindi adottato un pacchetto di provvedimenti, il cosiddetto "Pacchetto clima-energia 2030", volto a ottenere, oltre alla riduzione di almeno il 40% delle emissioni, il raggiungimento di una quota di energie rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 pari ad almeno il 32% e la riduzione dei consumi di energia primaria del 32,5% rispetto all'andamento. Una parte dell'obiettivo di riduzione delle emissioni è ripartito tra i settori soggetti all'Emissions Trading System (ETS), per i quali è richiesta a livello europeo una riduzione del 43% rispetto ai livelli del 2005. Per la quota rimanente, non soggetta ad ETS, è invece richiesta una riduzione complessiva del 30% rispetto ai livelli del 2005, ai sensi del regolamento (UE) 2018/842 (noto come *Effort Sharing*) che ha stabilito specifici obiettivi di riduzione per ciascuno Stato Membro. In tale quadro va anche ricordato il regolamento (UE) 2018/841 che definisce gli impegni per il settore *Land use, Land-Use Change, and Forestry* (LULUCF).

Per conciliare i temi della riduzione delle emissioni climalteranti con quelli della sicurezza energetica e dello sviluppo del mercato interno dell'energia, l'UE ha adottato il regolamento (UE) 2018/1999 (di seguito regolamento *Governance*) che istituisce un sistema di *Governance* dell'Unione dell'Energia e mira a pianificare e tracciare le politiche e



misure messe in atto dagli Stati membri. In tale contesto, l'Italia ha definito il proprio Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), con il quale vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di gas serra. Nell'ambito del *Green Deal* europeo, nel settembre 2020 la Commissione ha proposto di elevare l'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2030 ad almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990, includendo anche gli assorbimenti del settore LULUCF, nell'ottica di raggiungere la neutralità emissiva entro il 2050 come stabilito nella recente *Long*

Term Strategy della Commissione Europea. Il nuovo obiettivo al 2030 è stato riportato anche nell'aggiornamento dell'NDC inviato dall'UE all'UNFCCC nel dicembre 2020. In tale contesto, si collocano anche le Strategie nazionali di decarbonizzazione, come la Strategia nazionale di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra (LTS) trasmessa dall'Italia nel 2021.

Successivamente la Commissione europea, al fine di conseguire il nuovo NDC, ha presentato il pacchetto di proposte legislative noto come *Fit for 55*, che si pone l'obiettivo di riformare profondamente l'insieme di direttive e regolamenti che a tutt'oggi stabiliscono gli obiettivi in materia di ETS, ESR, LULUCF, efficienza energetica e rinnovabili per gli Stati Membri. L'obiettivo europeo di riduzione delle emissioni è di almeno il 55% entro in 2030, rispetto ai livelli del 1990. Informazioni dettagliate sull'implementazione del *Fit for 55* a livello nazionale, con particolare riferimento ai Regolamenti *Effort Sharing* e LULUCF, sono disponibili nel rapporto ISPRA Le emissioni di gas serra in Italia: obiettivi di riduzione e scenari emissive.

Parallelamente alle misure di mitigazione, l'Italia sta predisponendo strumenti per far fronte agli impatti già in atto e attesi dei cambiamenti climatici. A tal fine è stato elaborato il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, nato dal Decreto direttoriale n.86 "Strategia Nazionale di adattamento ai Cambiamenti Climatici"), attualmente sottoposto a procedura di VAS. Il PNACC ha come obiettivo principale quello di fornire un quadro di indirizzo nazionale per l'implementazione di azioni finalizzate a ridurre al minimo possibile i rischi derivanti dai cambiamenti climatici, a migliorare la capacità di adattamento dei sistemi socioeconomici e naturali, nonché a trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.

È importante, dunque, il ruolo decisionale e proattivo svolto dall'Italia in Europa e la coerenza nell'implementazione del quadro nazionale. Tuttavia, il rispetto del quadro normativo europeo ad oggi presenta ancora diversi casi di criticità e inadempienze. È fondamentale che queste vengano superate, non solo per non incorrere in ulteriori sanzioni, ma soprattutto perché l'Italia, come tutto il bacino del Mediterraneo, è considerata una degli hotspot più vulnerabili ai cambiamenti climatici.

■ Stato, Prospettive e Scenari

Cambiamenti climatici in sintesi

Un'attenta valutazione dei progressi verso i cambiamenti climatici è fondamentale per capire come le diverse componenti di questa politica si sviluppino nel tempo e se il cambiamento va nella direzione desiderata. È utile, inoltre, per comprendere l'efficacia delle diverse azioni attuate. La messa a punto di appropriati strumenti conoscitivi riguardanti lo stato del clima e la sua evoluzione costituisce la base informativa indispensabile per la valutazione della vulnerabilità e degli impatti dei cambiamenti climatici.

L'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) riporta, a livello mondiale, un aumento di temperatura media globale di almeno 1,15°C, nel 2022, rispetto all'età preindustriale e registra gli ultimi 8 anni, a partire dal 2015, come i più caldi di sempre.

Un aumento di 2°C rispetto alla temperatura dell'epoca preindustriale è associato a gravi impatti negativi sull'ambiente naturale e sulla salute e il benessere umani, compreso un rischio molto più elevato di cambiamenti pericolosi e potenzialmente catastrofici nell'ambiente globale. Per questo motivo la comunità internazionale ha riconosciuto la necessità di mantenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto dei 2°C e di proseguire gli sforzi per limitarlo a 1,5°C. L'Italia registra, negli ultimi trenta anni, valori di anomalia della temperatura media spesso superiori a quello medio globale sulla terraferma. Sulla base dei dati preliminari, il 2022 risulta essere l'anno più caldo di tutta la serie dal 1961, con una marcata anomalia della temperatura media di 1,12°C rispetto alla media climatologica 1991-2020, superiore di quasi 0,5°C rispetto al precedente record assoluto del 2018, e superiore al valore del 2021 di quasi 0,9°C.

La causa principale dei cambiamenti climatici è l'incremento della temperatura provocato dall'aumento della concentrazione in atmosfera dei gas serra, in particolare: l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O) e i gas fluorurati (F-gas), derivanti dalle attività umane.

Nel corso del 2021, in Italia le emissioni di gas serra sono in gran parte quelle di anidride carbonica (80,8% delle emissioni totali in CO₂ equivalente), dovute principalmente all'utilizzo dei combustibili fossili. Contribuiscono alle emissioni totali nazionali anche il metano (11,3%), le cui emissioni sono legate principalmente all'attività di allevamento zootecnico, allo smaltimento dei rifiuti e alle perdite nel settore energetico, e il protossido di azoto (4,2%) derivante soprattutto dalle attività agricole e dal settore energetico, inclusi i trasporti. Il contributo generale all'effetto serra dei gas fluorurati (HFCs, PFCs, SF₆, NF₃) è minore rispetto ai suddetti inquinanti (varia da meno dello 0,01% al 4% delle emissioni totali) e la loro presenza deriva essenzialmente da attività industriali e di refrigerazione.

I cambiamenti climatici interessano tutte le regioni del mondo. L'Italia per la sua collocazione è soggetta ai rischi tipici dell'Europa Mediterranea e, come riporta IPCC, alcuni sono dovuti alla peculiarità del cambiamento climatico, altri alla particolare vulnerabilità di ecosistemi e settori produttivi. Le peculiarità del cambiamento climatico sono legate all'attesa diminuzione delle precipitazioni (con conseguenze sulla disponibilità di risorse idriche) e alla particolare intensità del riscaldamento estivo.

I cambiamenti climatici sono stati al centro di molte riflessioni poiché, per l'Italia, da una stima provvisoria, il 2022 oltre che l'anno più caldo risulta anche il più secco dal 1961, con un valore di anomalia di precipitazione cumulata annuale pari a -21% rispetto alla media climatologica 1991-2020.

Severe e persistenti condizioni di siccità hanno interessato l'Italia centro settentrionale. Sebbene le stime per il 2022 siano ancora in corso di validazione, si è rilevato che il deficit di precipitazione e la persistenza di elevate temperature hanno di fatto ridotto la disponibilità delle riserve idriche per i diversi usi (civile, agricolo, industriale) e per il sostentamento degli ecosistemi e dei servizi che essi erogano. Nell'ultimo trentennio climatologico 1991-2020, con un valore medio annuo che ammonta a più di 440 mm, la disponibilità di acqua è diminuita del 20% rispetto al valore di riferimento storico (1921-1950) di 550 mm. Anche le stime sul lungo periodo (1951-2021) evidenziano una riduzione significativa: circa il 16% in meno rispetto al valore annuo medio storico.

Altro tema di interesse è l'arco alpino. Dai dati disponibili su alcuni ghiacciai relativi al bilancio di massa netto per l'anno idrologico 2021-2022 emergono perdite di massa annua da record: ad esempio, nelle Alpi centrali, il Caresèr e, nelle Alpi Occidentali, il Ciardoney, registrano una perdita annua di massa di circa 4 metri di acqua equivalente, mentre il Vedretta Pendente (Alpi Orientali) ha una perdita di 3,5 metri di acqua equivalente. I pericoli legati agli eventi meteorologici estremi, come ondate di calore, forti precipitazioni e siccità, rappresentano un rischio per la salute umana e possono portare a notevoli perdite economiche. L'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA) stima che tra il 1980 e il 2020, gli estremi meteorologici e climatici hanno rappresentato circa l'80% delle perdite economiche totali causate da calamità naturali negli Stati Membri dell'AEA, pari a 487 miliardi di euro. Ciò equivale a 11,9 miliardi di euro all'anno.

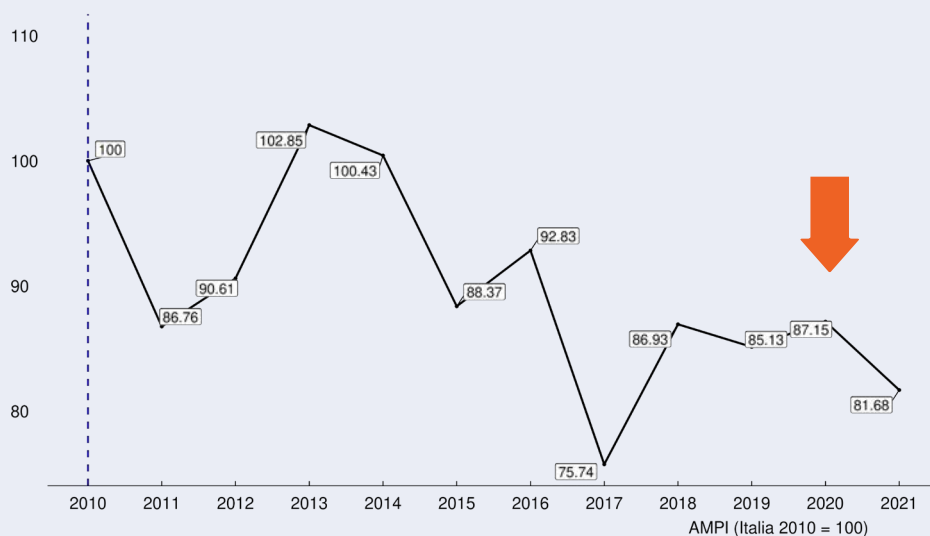
Lo scenario che emerge in merito ai cambiamenti climatici e alle loro conseguenze è oramai ampio e la soluzione, come raccomanda il Sesto Rapporto di Valutazione dell'IPCC, risiede nello "sviluppo resiliente al clima. Ciò comporta l'integrazione di misure di adattamento ai cambiamenti climatici con azioni volte a ridurre o evitare le emissioni di gas serra, in modo da fornire benefici più ampi." (IPCC, 2023). Per valutare le politiche messe in atto a livello nazionale per fronteggiare la crisi climatica e il rispetto degli impegni di riduzione delle emissioni previsti dagli accordi internazionali ed europei, è fondamentale monitorare l'andamento delle emissioni dei gas serra. In Italia, dall'ultimo inventario nazionale delle emissioni di gas serra relativo al periodo 1990-2021, si rileva che le emissioni tornano ad aumentare del 8,5% rispetto al 2020, dopo la battuta d'arresto dovuta essenzialmente al periodo pandemico. Si registra comunque una diminuzione complessiva delle emissioni del 19,9% rispetto al 1990, grazie alla crescita della produzione di energia da fonti rinnovabili (idroelettrico ed eolico), all'incremento dell'efficienza energetica nei settori industriali e al passaggio all'uso di combustibili a minor contenuto di carbonio.

Le categorie che contribuiscono maggiormente alle emissioni totali di gas serra sono quelle del Settore energetico (80%), di cui le industrie energetiche insieme ai trasporti sono responsabili di circa la metà delle emissioni nazionali di gas climalteranti. Nel 2021, rispetto al 1990, calano le emissioni provenienti dal Settore delle industrie energetiche del 37,2%, mentre crescono dell'1,1% quelle dei trasporti.

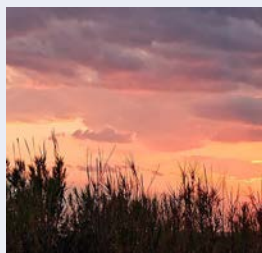
Dall'analisi degli scenari emissivi, in continuo aggiornamento per le esigenze di pianificazione nazionale, emerge che, al fine di contribuire adeguatamente al raggiungimento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni nette stabilito per l'Unione Europea (-55% al 2030) e in particolare raggiungere gli obiettivi nazionali al 2030 contenuti nei regolamenti UE, è necessario adottare delle politiche aggiuntive. Infatti, le proiezioni a politiche correnti (ovvero considerando l'effetto delle politiche adottate fino al 31 dicembre 2021, incluse quelle definite dal PNRR), comunicate da ISPRA alla Commissione Europea a marzo 2023 nell'ambito del Meccanismo di Monitoraggio europeo delle emissioni totali nette dei gas serra al 2030, mostrano un decremento di circa il 28%, ovvero una riduzione non sufficiente per raggiungere l'obiettivo di riduzione del 43,7%, incluso nella revisione del Regolamento ES di recente adozione.

Utilizzando la sintesi analitica offerta dagli indicatori compositi, nel grafico sottostante è possibile osservare l'andamento registrato dal tema oggetto d'analisi, caratterizzato da un evidente peggioramento dal 2013, nonostante sia presente il contributo positivo dovuto a una riduzione delle pressioni (emissioni gas serra) e a un miglioramento delle risposte dato da un incremento delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica.

Figura 1: Indicatore composito "Cambiamenti climatici"



Fonte: ISPRA



Clima in Italia

L'aumento della temperatura media registrato in Italia negli ultimi trenta anni è stato spesso superiore a quello medio globale sulla terraferma. È stato stimato, mediante un modello di regressione lineare semplice, un aumento significativo ($\alpha=0,05$) della temperatura media in Italia di circa $0,37^{\circ}\text{C}$ per decade nel periodo 1981-2021. Dalla stima provvisoria emerge che per l'Italia, il 2022 risulta l'anno più caldo e il più secco dal 1961, registrando un'anomalia della temperatura media di $1,12^{\circ}\text{C}$ e un'anomalia di precipitazione cumulata annuale pari a -21% entrambi rispetto alla media climatologica 1991-2020.

La storia della Terra è da sempre stata caratterizzata da cambiamenti delle condizioni climatiche. La messa a punto di appropriati strumenti conoscitivi riguardanti lo stato del clima e la sua evoluzione costituisce la base informativa indispensabile per la valutazione della vulnerabilità e degli impatti dei cambiamenti climatici. Il riconoscimento e la stima delle tendenze delle variabili climatiche devono essere effettuati attraverso l'elaborazione statistica delle serie temporali di dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio presenti sul territorio.

A tal fine l'ISPRA ha realizzato, nell'ambito dei propri compiti di sviluppo e gestione del sistema informativo nazionale ambientale, il Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA). Esso risponde all'esigenza di armonizzare e standardizzare i metodi di elaborazione e rendere disponibili indicatori utili alla valutazione dello stato del clima e della sua evoluzione.

L'aumento della temperatura media registrato in Italia negli ultimi trenta anni è stato spesso superiore a quello medio globale sulla terraferma. A partire dal 2000 le anomalie rispetto alla media climatologica 1961-2020 sono state sempre positive, ad eccezione di quattro anni.

Il 2022, sulla base delle elaborazioni preliminari risulta essere l'anno più caldo di tutta la serie dal 1961, con una marcata anomalia della temperatura media per l'Italia di $1,12^{\circ}\text{C}$ rispetto alla media climatologica 1991-2020, superiore di quasi $0,5^{\circ}\text{C}$ rispetto al precedente record assoluto del 2018, e superiore al valore del 2021 di quasi $0,9^{\circ}\text{C}$.

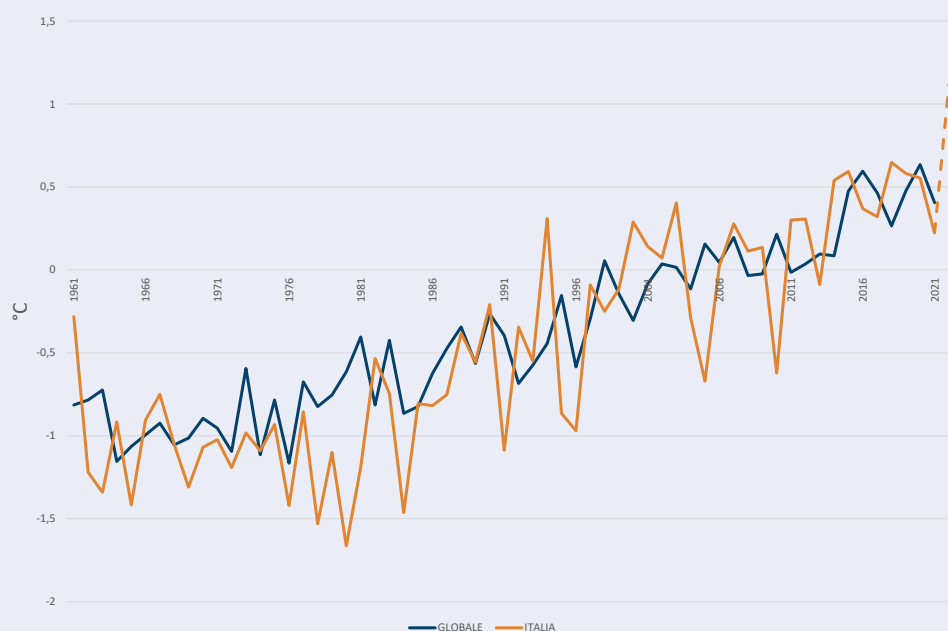
Da una stima provvisoria emerge che il 2022, per l'Italia oltre che l'anno più caldo risulta il più secco dal 1961, con un valore di anomalia di precipitazione cumulata annuale

pari a -21% rispetto alla media climatologica 1991-2020. Al secondo e al terzo posto tra gli anni meno piovosi della serie dal 1961 si collocano, rispettivamente, il 2001 e il 2017, con valori di anomalia prossimi a quelli del 2022.

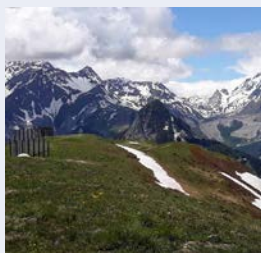
Le precipitazioni sono state inferiori alla media climatologica su gran parte del territorio nazionale, con le anomalie negative più marcate nel Nord Italia - specialmente sulla parte occidentale - e in Sardegna, Sicilia e Puglia. Anomalie superiori alla media, di debole entità, sono state registrate in Campania, in alcune zone del Centro e del Nord.

Tutte le stagioni sono state meno piovose della media; la primavera è stata la stagione più secca (-35%), seguita dall'inverno (-32%) e dall'autunno (-12%).

Figura 2: Serie delle anomalie medie annuali della temperatura media sulla terraferma, globale e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1991-2020



Fonte: NCDC/NOAA e ISPRA



In Italia i segnali di cambiamento climatico sono evidenti:

- *L'ambiente alpino presenta palesi tendenze alla deglaciazione;*
- *Rischio della siccità;*
- *Variazioni annue di temperatura superficiale del mare e l'innalzamento del livello del mare;*
- *Numerose specie animali e vegetali stentano ad adattarsi.*

Gli Impatti

L'Italia si trova al centro del bacino del Mediterraneo, dove gli impatti dei cambiamenti climatici saranno presumibilmente più intensi e potenzialmente disastrosi a causa dell'elevata vulnerabilità dell'area: riduzione della durata e dello spessore della neve, scarsità di acqua, perdita di biodiversità, aumento del dissesto del territorio, erosione costiera potranno essere alcune tra le possibili conseguenze, con ripercussioni significative sul benessere della popolazione e sull'economia del nostro Paese. Il cambiamento climatico influisce sulla salute delle persone in molti modi, anche attraverso ondate di caldo, inondazioni e la diffusione di malattie infettive. Emergono alcuni segnali molto significativi in merito ai cambiamenti in atto sulle risorse naturali del nostro territorio.

L'ambiente alpino e i mari italiani sono oggetto di particolare attenzione al fine del monitoraggio dei possibili effetti dei cambiamenti climatici.

L'ambiente alpino presenta evidenti tendenze alla deglaciazione. A causa dell'effetto combinato delle elevate temperature estive e della riduzione delle precipitazioni invernali, si registra una perdita costante di massa. In particolare, dal 1995 al 2021, per sei corpi glaciali italiani, il bilancio cumulato mostra perdite significative che ammontano da un minimo di oltre 20 metri di acqua equivalente per il ghiacciaio del Basòdino a un massimo di oltre 43 metri per il ghiacciaio di Caresèr, per una perdita di massa media annua pari a oltre un metro di acqua equivalente. Nel 2022, i ghiacciai hanno dovuto fare i conti con un'estate caldissima, caratterizzata da intense ondate di calore, record di temperature per il Nord Italia e siccità estrema. In ciascuno dei tre settori alpini (occidentale, centrale e orientale) i ghiacciai registrano un arretramento: i più piccoli, alle quote meno elevate, stanno perdendo il loro "status" di ghiacciaio, riducendosi ad accumuli

di neve e ghiaccio o poco più. Dai dati disponibili per l'anno idrologico 2021-2022 relativi al bilancio di massa netto di alcuni ghiacciai, emergono perdite di massa annua da record: nelle Alpi centrali, il Caresèr e, nelle Alpi Occidentali, il Ciardoney, registrano una perdita annua di massa di circa 4 metri di acqua equivalente, mentre il Vedretta Pendente (Alpi Orientali) ha una perdita di 3,5 metri di acqua equivalente.

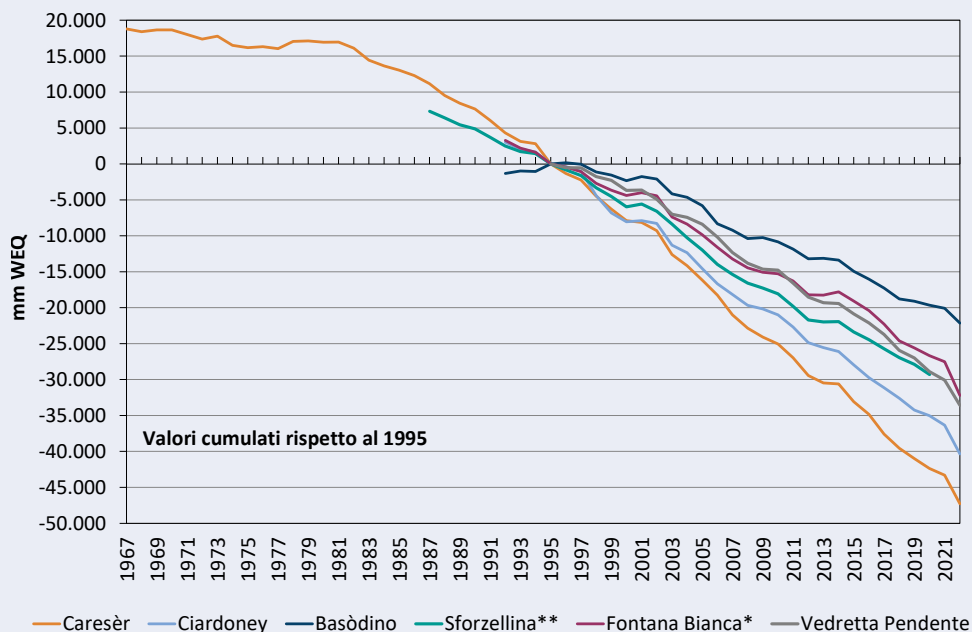
Ci sono poi cambiamenti anche per quanto riguarda le variazioni annue della temperatura superficiale del mare. Nel periodo 2008-2022, le variazioni annue della temperatura superficiale mostrano incrementi in tutti i mari italiani, con alterazioni marcate nel mar Ligure, mar Adriatico e alto Ionio e valori meno pronunciati nel canale di Sicilia e basso Ionio.

Oltre all'innalzamento delle temperature, è necessario monitorare anche le variazioni del livello del mare: queste sono impercettibili all'occhio umano ma costituiscono fonte di preoccupazione per le conseguenze che l'innalzamento potrà avere sulle coste. Gli incrementi, dell'ordine di pochi millimetri, sono rilevabili in gran parte dei mari italiani, con alterazioni marcate nel mar Adriatico.

Quando si parla di innalzamento del livello del mare, una città in particolare va monitorata e protetta: Venezia, dove è presente un fenomeno combinato di eustatismo e subsidenza. Se nel lungo periodo (1872-2021) il tasso di innalzamento del livello medio mare si attesta mediamente sui 2,5 mm/anno, si ritiene opportuno evidenziare che dal 1993 al 2021, l'innalzamento del livello medio mare è raddoppiato attestandosi sui 4,9 mm/anno.

Accanto agli impatti dei cambiamenti climatici sopramenzionati, emerge, nel corso del 2022, il tema della siccità e della crisi idrica. Le stime per il 2022 sono ancora in corso di validazione, ma è evidente che il *deficit* di precipitazione, liquida e solida, e la persistenza di elevate temperature, hanno di fatto ridotto la disponibilità delle riserve idriche per i diversi usi (civile, agricolo, industriale) e per il sostentamento degli ecosistemi e dei servizi che essi erogano. Nell'ultimo trentennio climatologico 1991-2020, con un valore medio annuo che ammonta a più di 440 mm, la disponibilità di acqua diminuisce del 20% rispetto al valore di riferimento storico (1921-1950) di 550 mm.

Figura 3: Bilancio di massa cumulato di alcuni ghiacciai italiani



Fonte: Comitato Glaciologico Italiano, Comitato Glaciologico Trentino SAT, Meteotrentino, Dip. Ingegneria Civile e Ambientale Università di Trento, Museo delle Scienze di Trento, Dip.ti TeSAF e Geoscienze dell'Università di Padova (Caresèr); Società Meteorologica Italiana (Ciardoney); G. Kappenberger (Basòdino); Comitato Glaciologico Italiano (Sforzellina), Ufficio idrografico della Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige (Fontana Bianca, Vedretta Pendente)

Note:* Dal 2018, Il dato di massa è stimato in base alle misure su solo 3 paline di monitoraggio (paline P9, P10 e P16)

** Dal 2021 non viene effettuato il rilievo per la determinazione del bilancio in quanto la quasi totale copertura detritica rende il bilancio glaciologico di terreno complicato da realizzare e poco attendibile.

Anche le stime sul lungo periodo (1951–2021) evidenziano una riduzione significativa: circa il 16% in meno rispetto al valore annuo medio storico. Questa riduzione, dovuta in gran parte agli impatti dei cambiamenti climatici, è da attribuire non solo alla diminuzione delle precipitazioni, ma anche all'incremento dell'evaporazione dagli specchi d'acqua e dalla traspirazione dalla vegetazione, per effetto dell'aumento delle temperature (ISPRA, Comunicato stampa del 22 marzo 2023, Giornata mondiale dell'acqua).

La grave siccità che ha colpito l'Italia nel 2022 ha causato anche un crollo record della generazione di energia idroelettrica, pari – in base ai dati provvisori TERNA – a -37,7% in un solo anno: infatti si è fermata a meno di 30 TWh, tornando ai livelli degli anni '50, quando però la capacità produttiva era un terzo di quella di oggi. Questo ha portato l'idroelettrico a contribuire alla generazione elettrica nazionale solo per il 10%.

I cambiamenti climatici si stanno verificando a ritmi talmente veloci che numerose specie animali e vegetali stentano ad adattarsi. Gli impatti diretti comprendono i cambiamenti della fenologia (comportamento e ciclo di vita delle specie animali e vegetali), l'abbondanza e la distribuzione delle specie, la composizione della comunità, la struttura dell'*habitat* e i processi ecosistemici. Evidenze dimostrano che la biodiversità sta già reagendo ai cambiamenti climatici e continuerà a farlo, come emerge, ad esempio, dallo studio dello "Stato di salute delle popolazioni di uccelli migratori" in cui le specie che non si sono adattate al riscaldamento globale anticipando in maniera significativa la data di migrazione, versano in cattivo stato di conservazione.

L'analisi mostra un anticipo biologicamente significativo della data di migrazione primaverile per sei delle dieci specie considerate: Codiroso, Forapaglie, Lui verde, Rigogolo, Stiaccino e Beccafico, specie che quindi sembrano manifestare un certo grado di resilienza al riscaldamento globale.

Al contrario, Cannaiola comune, Usignolo, Canapino maggiore e Balia nera presentano un anticipo della data di migrazione primaverile nullo o troppo lento (1 giorno ogni 9+ anni), non rispondendo probabilmente in maniera adeguata ai cambiamenti ambientali che scaturiscono dall'aumento delle temperature primaverili.



Nel 2021, le emissioni di gas serra in Italia dopo la battuta d'arresto dovuta essenzialmente al periodo pandemico mostrano un incremento dell'8,5% rispetto al 2020, pur registrando una diminuzione del 19,9% rispetto al 1990. Le emissioni che ricadono nel campo di applicazione del regolamento "Effort sharing" (EU) 2018/842 nel 2030, secondo lo scenario a politiche correnti, si riducono del 28,5% rispetto ai livelli del 2005, a fronte di un obiettivo di riduzione del 43,7%.

La Mitigazione

Negli ultimi trent'anni le emissioni di gas serra prodotte dall'Italia si sono ridotte di circa un quinto rispetto al 1990. Nello specifico, le emissioni nazionali di gas serra sono passate da 521 a 418 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente dal 1990 al 2021, riducendosi del 19,9%.

Tale tendenza è stata determinata principalmente dal settore energetico e quindi dalle emissioni di CO₂, che rappresentano in media l'80% delle emissioni totali lungo l'intero periodo 1990-2021.

Dal 1990 al 2021 le emissioni del settore energetico sono diminuite del 21,8%. In particolare, il settore dei trasporti (31,0% del totale delle emissioni di energia) ha registrato un incremento dell'1,1%; si è inoltre osservato un aumento (pari allo 6,4%) delle emissioni negli altri settori, incluso il residenziale, che nel 2021 rappresentano il 25,0% del totale delle emissioni settoriali. Le emissioni relative al settore processi industriali (7,6% del totale delle emissioni di gas serra) hanno mostrato una diminuzione del 18,9% dovuta, principalmente alla riduzione nel settore della chimica e delle emissioni della produzione di minerali e metalli.

Per l'agricoltura (7,8% del totale delle emissioni di gas serra) le emissioni si riferiscono principalmente ai livelli di CH₄ e N₂O; la diminuzione (-13,2%) è principalmente dovuta alla riduzione delle emissioni di CH₄ da fermentazione enterica (-14,2%), e alla diminuzione di N₂O dai suoli agricoli (-7,8%).

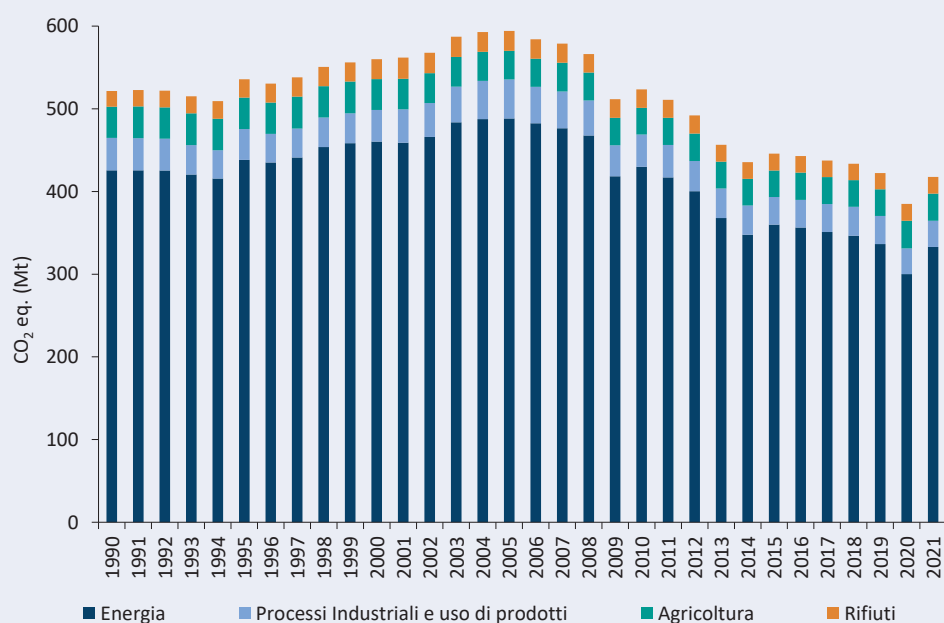
Infine, le emissioni del settore rifiuti (4,8% del totale delle emissioni di gas serra) sono aumentate del 6,3%, principalmente a causa dell'aumento delle emissioni da smaltimento in discarica (14,7%), che rappresentano il 77,6% delle emissioni dei rifiuti.

Negli stessi anni è anche aumentata la quantità di anidride carbonica assorbita dalle foreste e dai suoli, contribuendo

a contrastare i cambiamenti climatici. Considerando nei totali nazionali anche le stime e gli assorbimenti dal settore LULUCF (*Land Use, Land-Use Change and Forestry*), le emissioni totali di gas serra diminuiscono del 24,7% dal 1990 al 2021. Il consistente aumento degli assorbimenti di CO₂ è dovuto, essenzialmente, all'aumento della superficie forestale (+24% dal 1990) e dal conseguente aumento di sequestro di carbonio nella biomassa forestale.

Nel 2021, il settore è responsabile di assorbimenti netti pari a 27,5 Mt CO₂ eq. principalmente grazie alle foreste e ai prati, pascoli e altre terre boscate. Bisogna comunque considerare che gli assorbimenti totali del settore LULUCF mostrano un'elevata variabilità interannuale, condizionata dalle emissioni relative agli incendi e ai disturbi.

Figura 4: Trend delle emissioni totali di gas serra



Fonte: ISPRA

La riduzione delle emissioni, riscontrata in particolare dal 2008, è una conseguenza sia della riduzione dei consumi energetici sia delle produzioni industriali, a causa della crisi economica e della delocalizzazione di alcune produzioni, ma anche della crescita della produzione di

energia da fonti rinnovabili e dell'incremento dell'efficienza energetica. L'aumento delle emissioni rilevato nel 2021 rispetto al 2020, dovuto soprattutto alla ripresa della mobilità e delle attività economiche dopo l'interruzione pandemica, si stima continui anche nel 2022.

A livello europeo, nel contesto della procedura che ha stabilito l'obiettivo del 55%, è stata conferita forza di legge all'obiettivo della neutralità emissiva entro il 2050, prevedendo la definizione di una traiettoria, a livello europeo, per il periodo successivo al 2030. In tale contesto si collocano le Strategie nazionali di decarbonizzazione al 2050 (*Long Term Strategies, LTS*) che gli Stati Membri devono adottare ai sensi del Regolamento UE 2018/1999. L'Italia ha adottato la propria Strategia nazionale di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra nel gennaio 2021.

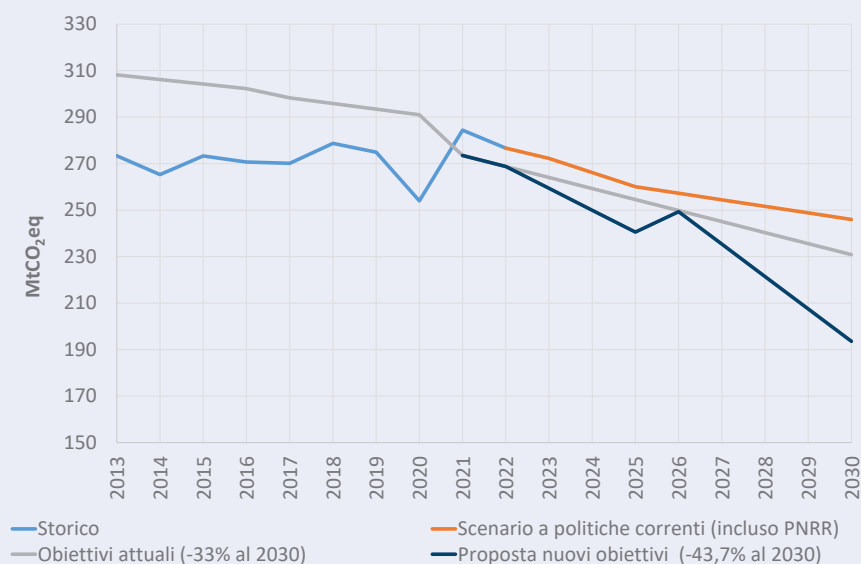


Gli obiettivi di riduzione dei gas ad effetto serra in capo all'Italia sono quelli relativi alla riduzione delle emissioni dei settori inclusi nel Regolamento *Effort Sharing* e gli obiettivi derivanti dal Regolamento (UE) 2018/841 per il settore LULUCF.

Per i settori inclusi nel Regolamento *Effort sharing* (Trasporti, Edilizia, Agricoltura, Industria non soggetta al sistema di scambio delle emissioni (ETS) e Rifiuti), lo scenario di riferimento, comunicato da ISPRA alla Commissione Europea a marzo 2023 nell'ambito del Meccanismo di Monitoraggio europeo, mostra che è necessario adottare politiche e misure aggiuntive per raggiungere l'obiettivo di riduzione del 43,7% al 2030 rispetto ai livelli del 2005.

Per il settore LULUCF, lo scenario di riferimento prevede che sia raggiunto l'obiettivo di neutralità climatica al 2025, così come previsto dal Regolamento UE 2018/841; gli assorbimenti del settore al 2030, secondo lo scenario di riferimento pari a -34,9 MtCO₂eq, si avvicinano all'obiettivo per il settore LULUCF pari a -35,8 MtCO₂eq. contenuto nel pacchetto "Fit for 55".

Figura 5: Trend e proiezioni delle emissioni di gas serra soggette al regolamento "Effort Sharing"



Fonte: ISPRA

Note: Lo scenario di riferimento è quello comunicato da ISPRA alla Commissione Europea a marzo 2023 nell'ambito del Meccanismo di Monitoraggio



Nel 2021, responsabili di circa la metà delle emissioni nazionali di gas climalteranti rimangono i settori della produzione di energia e dei trasporti.

Nel 2021 rispetto al 1990, calano le emissioni provenienti dal settore delle industrie energetiche del 37%, mentre crescono dell'1,1% quelle dei trasporti.

■ Industria energetica e trasporti: verso la mitigazione

Le categorie che contribuiscono maggiormente alle emissioni totali di gas serra sono quelle del Settore Energetico (80%), di cui le industrie energetiche insieme ai trasporti sono responsabili di circa la metà delle emissioni nazionali di gas climalteranti.

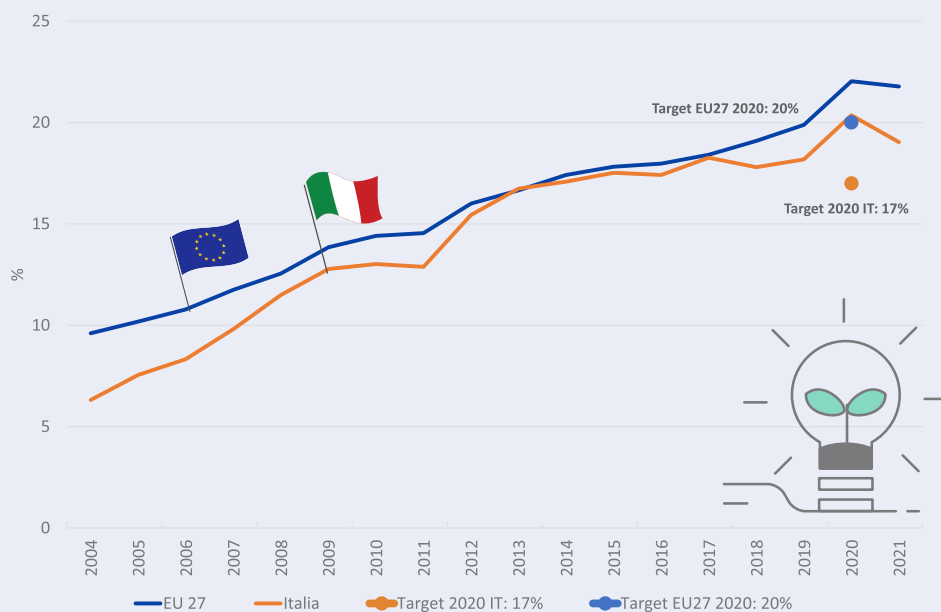
In Italia, da una valutazione nel lungo termine del settore della produzione di energia, emerge che, pur permanendo una significativa dipendenza dalle fonti estere (74,9% nel 2021), continua la transizione, in corso da alcuni anni, verso un sistema energetico più efficiente e a minor intensità di carbonio. Dal 1990 al 2021 diminuiscono le emissioni provenienti dalle industrie energetiche del 37%, a fronte di un aumento della produzione di energia termoelettrica (da 178,6 TWh - a 189,7 TWh) e dei consumi di energia elettrica (da 218,7 TWh a 300,9 TWh).

Dal 2005 è iniziata una fase di riduzione della domanda di energia primaria principalmente condizionata dalle crisi economiche attraversate a partire dal 2008 e dalle politiche di risparmio energetico derivanti dagli obiettivi ambientali del pacchetto "20-20-20", adottato sia a livello europeo sia a livello nazionale. Nel 2021 la domanda di energia primaria è pari a 150 Mtep, con un decremento medio annuo del 2% circa dal 2005.

Le fonti rinnovabili, grazie alle politiche di incentivazione attuate, sono cresciute da 14 Mtep del 2005 a 29 Mtep del 2021, raggiungendo circa il 20% del mix energetico del paese. Contestualmente, la domanda di energia da fonti fossili ha registrato una contrazione complessiva di circa 60 Mtep e un decremento medio annuo del 3%, con riduzioni del petrolio e carbone molto più sensibili rispetto a quelle registrate dal gas naturale.

Un ruolo di primo piano nel sistema energetico nazionale è svolto dalle fonti rinnovabili. Seppur ancora lontana dal *target* fissato al 2030, nel 2020 la quota di energia rinnovabile, pari al 20% del consumo finale lordo, ha superato l'obiettivo del 17% previsto per lo stesso anno, ed è più che triplicata rispetto al 2004, quando rappresentava il 6,3% del consumo finale lordo di energia. Nel 2021 tale quota è scesa al 19%.

Figura 6: Quota di energia da fonti rinnovabili rispetto ai consumi finali



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Eurostat

L'intensità energetica primaria presenta un *trend* decrescente, restando più bassa della media europea; ciò è dovuto all'incremento dell'efficienza energetica nel settore dell'industria, ma soprattutto alla variazione del sistema produttivo, con una quota crescente dei consumi finali localizzata nel settore dei servizi, caratterizzato da intensità energetica di gran lunga inferiore al settore dell'industria. Di particolare rilievo ai fini della diminuzione dell'intensità energetica appaiono le misure volte all'incremento dell'efficienza energetica di cui i Certificati Bianchi (CB) ne rappresentano una parte rilevante.

Nel corso del 2021 il quadro delle politiche comunitarie è cambiato rapidamente, stabilendo ambiziose tabelle di marcia verso l'appunta-

mento intermedio del 2030, in vista della neutralità climatica del 2050. L'Italia sta provvedendo a una riformulazione delle proprie strategie e dei propri obiettivi sul risparmio energetico, sulle fonti rinnovabili e sull'efficienza energetica, adattando le proprie potenzialità ai profili del mutato scenario.



Il settore dei trasporti, nel 2021, con un incremento dell'1,1% in termini di CO₂ equivalente rispetto al 1990, ha contribuito complessivamente per il 24,7% al totale nazionale delle emissioni di gas serra, di cui il trasporto stradale costituisce la fonte maggioritaria (93% del settore dei trasporti).

L'impatto emissivo è legato alla composizione del parco veicolare stradale italiano, che, oltre ad aver registrato negli anni una notevole espansione, è tuttora caratterizzato da veicoli a combustione interna e ad alimentazione convenzionale, fondamentalmente benzina e gasolio.

In particolare, nel 2021, il 93% del trasporto passeggeri avviene su strada, con il restante coperto da treni (5%) e navigazione aerea (2%). Tale composizione risulta non in linea con gli obiettivi di sviluppo e promozione di *shift* intermodale contenute negli ultimi strumenti di pianificazione nazionali, nei quali si prevede un ulteriore ampliamento della quota del fabbisogno di mobilità privata coperto dal trasporto pubblico e/o condiviso.

Se si analizza la composizione percentuale per modalità di trasporto merci dal 2006 al 2021, si nota una contrazione per l'autotrasporto di circa 8 punti percentuali, a fronte di un aumento della quota del trasporto marittimo. Tale andamento, pur in linea con le indicazioni contenute negli ultimi strumenti di pianificazione nazionali, non può considerarsi soddisfacente. La ripartizione modale necessita ancora di un maggior equilibrio tra trasporto ferroviario e marittimo e di un ridimensionamento, in termini di quota percentuale, di quello stradale.





In termini assoluti, l'Agenzia Europea dell'Ambiente specifica che le maggiori perdite economiche dovute a eventi estremi legati al clima nel periodo 1980-2020, sono state registrate in Germania, seguita dalla Francia e poi dall'Italia. Le maggiori perdite pro capite in Svizzera, Slovenia e Francia, mentre, per unità di superficie in Svizzera, Germania e Italia.

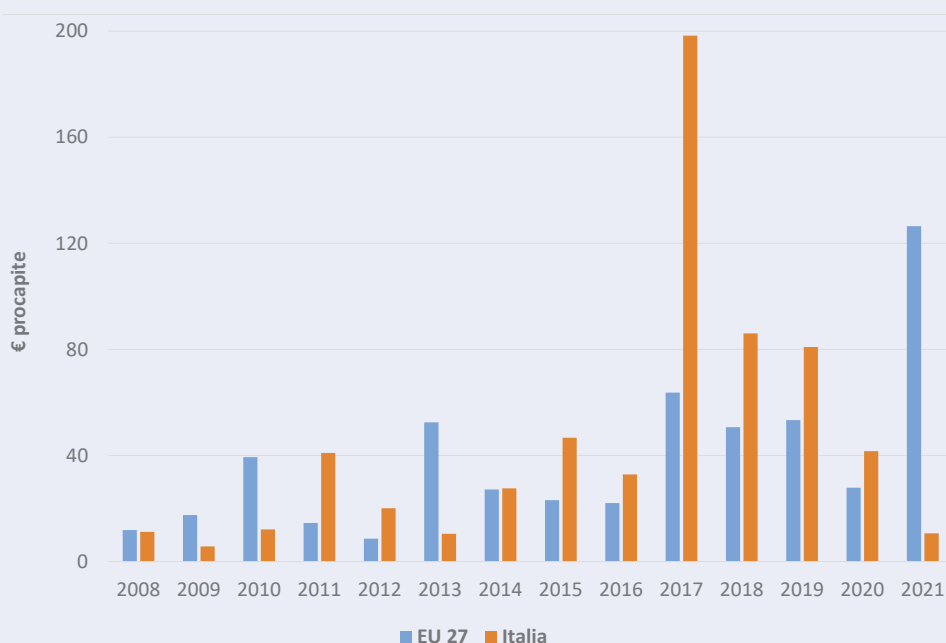
L'Adattamento

I pericoli legati agli eventi estremi, come temperature estreme, forti precipitazioni e siccità, rappresentano un rischio per la salute umana e possono portare a notevoli perdite economiche. L'Agenzia Europea dell'Ambiente stima che, tra il 1980 e il 2020, gli estremi meteorologici e climatici hanno rappresentato circa l'80% delle perdite economiche totali causate da calamità naturali negli Stati Membri dell'AEA, pari a 487 miliardi di euro. Ciò equivale a 11,9 miliardi di euro all'anno.

L'IPCC prevede che gli eventi estremi legati al clima diventeranno ancora più frequenti in tutto il mondo. Ciò potrebbe interessare più settori e causare fallimenti sistemici in tutta Europa, portando a notevoli perdite economiche. Tuttavia, il costo futuro dei pericoli legati al clima dipende non solo dalla frequenza e dalla gravità degli eventi, ma anche da numerosi altri fattori, come la dimensione delle popolazioni e il valore dei beni esposti. Pertanto, è necessario un approccio globale e integrato per adattarsi e gestire i rischi. Migliorare la resilienza della società ai cambiamenti climatici concentrandosi su prevenzione, preparazione, risposta e recupero sarà fondamentale per la strategia di adattamento riveduta dell'UE.

L'indicatore *headline* dell'VIII PAA "Perdita economica legata al clima", finalizzato a monitorare le perdite monetarie totali derivanti da eventi meteorologici legati al clima, varia considerevolmente da un paese all'altro. In termini assoluti, l'Agenzia Europea dell'ambiente specifica che le maggiori perdite economiche nel periodo 1980-2020 sono state registrate in Germania, seguita dalla Francia e poi dall'Italia. Le maggiori perdite *pro capite* sono state registrate in Svizzera, Slovenia e Francia, mentre, per unità di superficie, in Svizzera, Germania e Italia.

Figura 7: Perdite economiche dovute a eventi estremi legati al clima



Fonte: AEA

Il nostro territorio è inoltre notoriamente soggetto ai rischi naturali (fenomeni di dissesto idrogeologico, alluvioni, erosione delle coste, carenza idrica) e già oggi è evidente come l'aumento delle temperature e l'intensificarsi di eventi estremi connessi ai cambiamenti climatici (siccità, ondate di caldo, venti, piogge intense, ecc.) tendano ad amplificarli con impatti economici, sociali e ambientali destinati ad aumentare nei prossimi decenni. Nel corso del 2022 diversi sono stati gli eventi meteo-climatici significativi:

- Il 3 luglio l'enorme crollo verificatosi nel ghiacciaio della Marmolada ha provocato una valanga di neve, ghiaccio e rocce che ha causato 11 vittime. L'incidente, verificatosi per una serie di condizioni il cui peso relativo non è di facile determinazione, è legato anche all'aumento delle temperature che hanno influito sullo stato del ghiaccio¹;
- Intorno alla metà di agosto, piogge intense, grandine e forti venti, con velocità massima fino a 110 km/h, hanno colpito parte dell'Italia setten-

trionale e centrale, causando frane, caduta di alberi, danni a edifici, interruzione di strade;

- Tra il 15 e il 16 settembre una violenta ondata di maltempo abbattutasi nelle Marche, fra le province di Ancona e di Pesaro e Urbino ha avuto un esito disastroso, provocando allagamenti ed esondazioni di diversi corsi d'acqua e la conseguente perdita di vite umane. L'evento ha avuto precipitazioni cumulate che hanno superato localmente i 400 mm;
- Il 26 novembre l'isola di Ischia è stata colpita da intense piogge, i cui effetti, amplificati dalla fragilità del territorio, hanno provocato una frana, ingenti danni e anche qui la perdita di vite umane.



L'altro indicatore *headline* adottato dalla Commissione al fine di monitorare l'obiettivo di adattamento previsto dall'VIII PAA è "l'impatto della siccità sugli ecosistemi". La siccità è un problema globale: tra il 2000 e il 2021 l'UE è stata colpita da gravi siccità, con impatti significativi nel 2003, 2012, 2018, 2019 e 2020. Nel periodo esaminato, in media il 4,5% del territorio dell'UE (circa 146.000 km²) è stato colpito ogni anno da siccità dovuta a scarse precipitazioni, elevata evaporazione e ondate di caldo. Gli impatti più elevati si registrano nelle terre coltivate e nelle

foreste, in cui risultano colpiti, rispettivamente, circa 62 e 52 mila km² in media ogni anno.

In Italia, nel periodo 2000-2020, la superficie media annua di territorio colpito da siccità è pari al 3,3%, e nel 2021 è stato riscontrato un impatto dalla siccità superiore del 2,6% alla media del periodo 2000-2020 (EEA, 2023 A).



La percentuale di territorio italiano soggetto a condizioni di siccità estrema espresso mediante lo *Standardized Precipitation Index* rileva che dagli inizi degli anni '50 tale valore tende a aumentare in linea con quanto riscontrato anche a livello europeo.



ECONOMIA CIRCOLARE

■ Quadro di riferimento: politiche e normative²

Quadro di riferimento delle politiche e normative internazionali ed europee

Nel 2019 l'Agenzia europea dell'ambiente tratteggiava nel *report The European Environment – state and outlook 2020*³ un quadro molto chiaro in cui collocava l'Europa di fronte a sfide ambientali senza precedenti per urgenza e portata. Tali sfide riguardano diverse tematiche ambientali, quali biodiversità, uso delle risorse, cambiamenti climatici. I trend a livello globale comportano pressioni aggiuntive sull'ambiente europeo. In particolare, la crescita della popolazione mondiale darà luogo a un'ulteriore crescita nell'uso delle risorse naturali fino quasi a raddoppiare dal 2017 al 2060⁴.

In questo contesto la Commissione Europea ha lanciato l'*European Green Deal*⁵ alla fine del 2019, un programma ambizioso per rispondere a queste sfide attraverso *“una nuova strategia di crescita mirata a trasformare l'UE in una società giusta e prospera, dotata di un'economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva che nel 2050 non genererà emissioni nette di gas a effetto serra e in cui la crescita economica sarà dissociata dall'uso delle risorse.”*

L'*European Green Deal*, inoltre, si collega al contesto globale indicando la necessità di agire a tutti i livelli per attuare l'Agenda 2030 e gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite.

Fra le numerose politiche abbracciate dall'*European Green Deal*, è chiara l'attenzione all'economia circolare e all'efficienza delle risorse, in rapporto diretto e indiretto con le altre politiche. Il nuovo Piano d'azione per l'economia circolare⁶, pubblicato a marzo 2020, è quindi una delle componenti principali dell'*European Green Deal*. Il Piano della Commissione Europea presenta iniziative da sviluppare secondo la prospettiva dell'intero ciclo di vita dei prodotti, dal *design*, ai processi produttivi, fino al consumo sostenibile e la prevenzione dei rifiuti. Se confrontato con il primo Piano d'azione (dicembre 2015), il secondo Piano si distingue per un approccio più marcatamente rivolto alle filiere produttive e per spostare l'azione dai rifiuti ai prodotti, fermo restando l'obiettivo

primario di conservare il valore dei prodotti, dei materiali e delle risorse naturali il più a lungo possibile nel sistema economico.

Inoltre, il Piano d'azione per l'economia circolare 2020 fissa obiettivi specifici a livello europeo per:

- il disaccoppiamento fra la dinamica dell'economia e quella dell'uso delle risorse;
- limitare l'uso delle risorse entro i limiti del pianeta;
- ridurre gli impatti ambientali dei consumi;
- raddoppiare il tasso di circolarità nel prossimo decennio;
- ridurre la produzione di rifiuti.

L'economia circolare è ora al centro delle politiche europee e, a parte il Piano d'azione, il tema trapela da numerose altre strategie, come quella dell'industria e della bioeconomia. Inoltre, sinergie fra economia circolare, mitigazione dei cambiamenti climatici e arresto della perdita di biodiversità sono sempre più riconosciute e studiate, ad esempio in ambito OECD⁷, Commissione Europea⁸ e Agenzia Europea dell'Ambiente⁹.

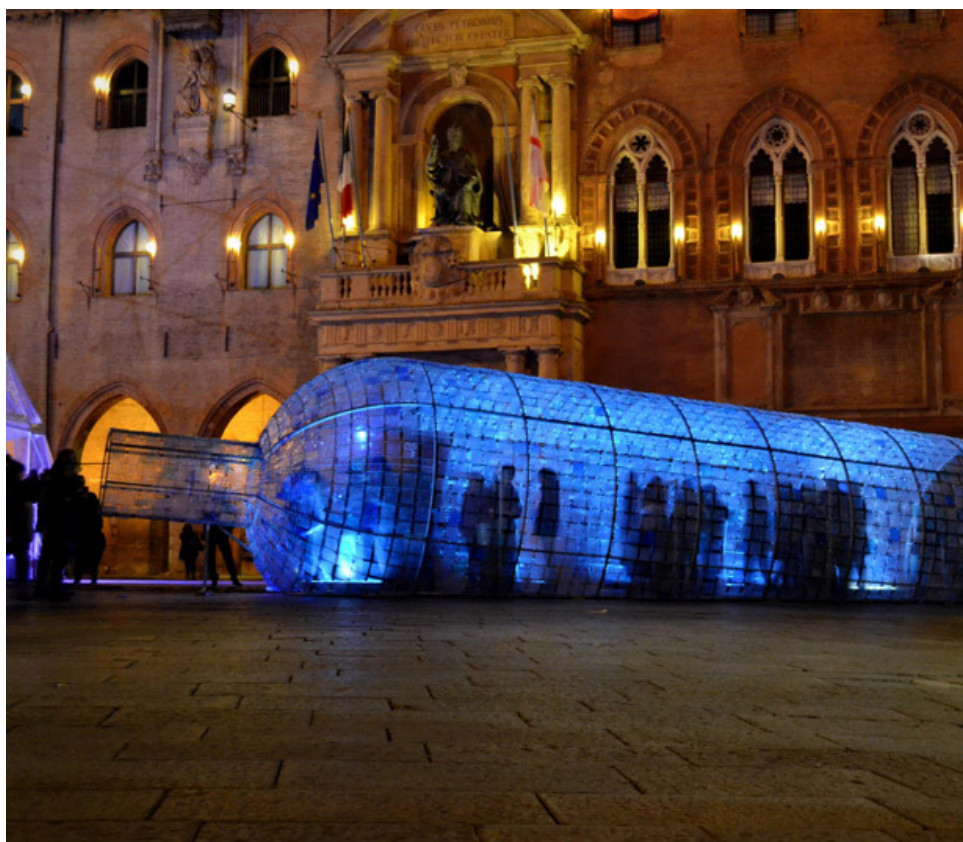
Quadro di riferimento delle politiche e normative nazionali

In Italia, la Strategia nazionale per l'economia circolare è stata adottata a giugno 2022, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. In particolare, la Strategia è inserita nella componente del Piano che riguarda investimenti e riforme relativi alla gestione dei rifiuti, all'economia circolare, al sostegno alle filiere agroalimentari e alla transizione ecologica¹⁰.

La Strategia prevede un nuovo sistema di tracciabilità digitale dei rifiuti, incentivi fiscali a sostegno delle attività di riciclo e utilizzo di materie prime secondarie, una revisione del sistema di tassazione ambientale, il diritto al riutilizzo e alla riparazione dei prodotti, la riforma del sistema di responsabilità estesa del produttore e dei relativi consorzi¹¹, il sostegno agli strumenti normativi esistenti – quali la legislazione sulla cessazione della qualifica di rifiuto e i criteri ambientali minimi nel quadro degli appalti verdi – e il sostegno alla simbiosi industriale.

La Strategia individua obiettivi generali e specifici da raggiungere entro il 2035.

A tali obiettivi si fa riferimento in Tabella 3, nella scheda “Prospettive per raddoppiare il tasso di circolarità”. Su come raggiungerli è attualmente in corso un programma di assistenza tecnica sviluppato dall’OECD e finanziato dalla Commissione Europea, delle cui raccomandazioni in tema di strumenti di *policy* e di misurazione dell’economia circolare l’Italia terrà conto in fase di attuazione e monitoraggio della Strategia. Il progetto si concluderà ad agosto 2023.



Una fotografia del contesto italiano viene fornita dal *Country profile on Circular Economy*¹² redatto nel 2022 per la Commissione europea dall’Agenzia europea dell’ambiente e dal Gruppo Eionet “Economia circolare e uso delle risorse”¹³. Il *Country profile* offre un panorama aggiornato delle politiche attuate a livello nazionale, con particolare attenzione agli aspetti innovativi e peculiari rispetto al quadro comunitario.

Particolarmente interessanti sono gli elementi di economia circolare inseriti in altre iniziative politiche, quali il Programma nazionale per la gestione dei rifiuti, gli Acquisti verdi, il Catalogo dei sussidi ambientalmente dannosi e dei sussidi ambientalmente favorevoli, i Titoli di Stato *Green*, le diverse edizioni del Rapporto sullo stato del capitale naturale.

Raggiungere gli obiettivi “verso l’economia circolare”, così profondi e trasformativi in termini di uso delle risorse, richiede una sistematica analisi delle sinergie e dei *trade-off* affinché venga assicurata coerenza fra le politiche. Sinergie e *trade-off*, nonché le interconnessioni fra le risorse naturali e il loro uso, sono colti dal concetto di *resource nexus*¹⁴.

Il caso dei veicoli elettrici è esemplare. Essi sono presentati come una delle soluzioni per ridurre le emissioni in atmosfera nei trasporti. Senza dubbio la loro diffusione implicherà una riduzione della domanda di combustibili fossili e benefici per la salute dei cittadini per il contemporaneo miglioramento della qualità dell’aria nelle aree urbane.

Allo stesso tempo la diffusione dei veicoli elettrici implicherà una maggiore domanda di materie prime – minerali metalliferi e non metalliferi – in quanto tali veicoli richiedono mediamente un *input* di risorse minerali sei volte maggiore di un veicolo tradizionale, principalmente per la produzione di batterie¹⁵. Inoltre, la successiva produzione di rifiuti derivante da batterie e infrastrutture per la produzione di energia rinnovabile (ad esempio turbine eoliche, pannelli solari e fotovoltaici) mostra sia sfide sia opportunità¹⁶: da una parte si prevede una crescita nella produzione di questi rifiuti di 30 volte superiore nei prossimi dieci anni, dall’altra si ha l’occasione per ridurre i consumi di risorse scarse con il recupero e riciclo di materiali metalliferi e altre risorse preziose.

Le schede seguenti presentano, dopo una valutazione complessiva della politica, come le risorse e i materiali da esse derivati sostengano i processi di produzione e consumo e alimentino i beni e i servizi che tutti i cittadini richiedono per necessità fondamentali, quali servizi abitativi, alimentari, *shopping* e mobilità; qual è il grado di circolarità del sistema economico e il ruolo fondamentale che può svolgere un sistema innovativo e competitivo. Infine, si indaga su alcuni scenari sul tasso di circolarità.

Stato, prospettive e scenari

Economia circolare in sintesi

Un'attenta valutazione dei progressi verso un'economia circolare è fondamentale per capire come le diverse componenti di questa politica si sviluppino nel tempo e se il cambiamento va nella direzione desiderata. È utile, inoltre, per comprendere l'efficacia delle diverse azioni attuate, e costituisce una base analitica per individuare nuove priorità. A livello europeo, lo sviluppo della misurazione dell'economia circolare – in cui si tenga conto anche delle connessioni e delle sinergie, come quelle con le politiche per la neutralità climatica e per la riduzione dell'inquinamento – è esplicitamente richiesto dai due Piani d'azione pubblicati dalla Commissione Europea a dicembre 2015 e marzo 2020.

Non esiste un indicatore onnicomprensivo per misurare la circolarità di un'economia, anche perché non sarebbe in grado di coglierne la complessità e le diverse dimensioni. Infatti, il *monitoring framework* della Commissione Europea tematizza cinque aspetti chiave della circolarità¹⁷. Le dimensioni individuate sintetizzano i diversi settori di attività e le aree di intervento prioritarie: i) produzione e consumo; ii) gestione dei rifiuti; iii) materie prime secondarie; iv) competitività e innovazione; v) sostenibilità globale e resilienza (Figura 8)¹⁸.

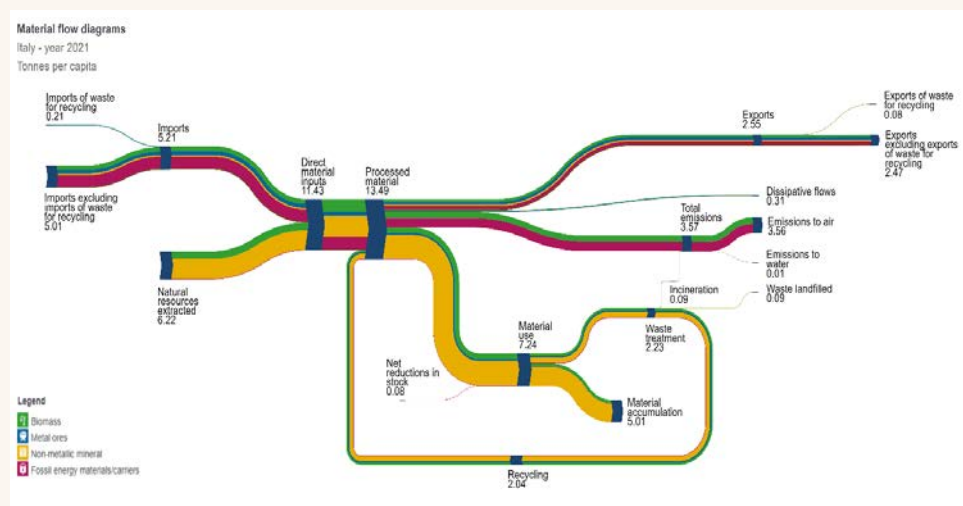
Figura 8: Nuovo monitoring framework per l'economia circolare della Commissione Europea



La circolarità delle economie europee è dunque misurata dal lato dei suoi *input* materiali (terza dimensione: materie prime secondarie), delle attività che coinvolgono produttori e utilizzatori finali (prima dimensione: produzione e consumo), di parte dei suoi *output* (seconda dimensione: gestione dei rifiuti), della sua efficienza presente e futura (quarta dimensione: competitività e innovazione), e attraverso la valutazione del contributo della circolarità ad altri temi ambientali, nonché la sua resistenza a *shock* esterni (quinta dimensione: sostenibilità globale e resilienza).

Il diagramma di flusso della Figura 9, nonostante fornisca una fotografia solo in termini fisici, è ricco di tante interrelazioni, è in grado di cogliere la trasversalità dell'economia circolare e presenta in modo efficace le cinque dimensioni, mostrando i materiali che entrano nel sistema economico, che hanno un percorso interno al sistema e, alla fine, ne fuoriescono.

Figura 9: Flussi di materia dell'economia italiana nel 2021



Fonte: Eurostat¹⁹

*Nota: unità di misura: tonnellate pro capite

Legenda: biomasse: verde; minerali metalliferi: blu; minerali non metalliferi: senape; combustibili fossili: bordeaux

I materiali sono estratti dall'ambiente o importati dall'estero, per la produzione ed il consumo di beni e *asset* o per scopi energetici; sono quindi accumulati in *stock* di beni quali edifici, infrastrutture e beni durevoli, o restituiti al sistema naturale in forme modificate, o esportati verso altre economie. La circolarità è rappresentata dai prodotti che non seguono il classico percorso lineare verso l'ambiente, ma vengono riutilizzati per produrre materie prime secondarie (sommandosi agli *input* in entrata) o per altri scopi (*backfilling*). In questo modo l'estrazione delle risorse naturali viene limitata.

Nel 2021, delle 13,5 tonnellate *pro capite* (t/p) di materiali che entrano nei processi di produzione e consumo dell'economia italiana (indicati come '*Processed materials*' in Figura 9), 5,2 t/p sono importate (3,6 t/p la media europea). Ciò indica la dipendenza dall'estero per i materiali necessari a soddisfare la domanda interna ed estera di beni e servizi (per approfondimenti si veda indicatore 'dipendenza dalle importazioni nella sezione 'Sostenibilità globale e resilienza').

Poco più della metà dei *processed material* entrati nell'economia, pari a 7,2 t/p (10,6 t/p per l'UE), viene destinato ad usi non energetici (*material use*) e 2,5 t/p (1,6 t/p per l'UE) viene esportato.

Guardando l'*output* del sistema economico e i processi interni al sistema stesso, si nota che la maggior parte dei materiali immessi nell'economia – circa due terzi sia per l'Italia sia per la media europea – diventa o emissioni in atmosfera (3,6 t/p per l'Italia e 5,6 t/p per l'UE, principalmente derivanti dagli usi energetici), o materiali che annualmente si aggiungono allo *stock* di beni manufatti che restano a lungo nell'economia (*material accumulation*, pari a 4,9 t/p per l'Italia e 6,6 t/p per l'UE, principalmente infrastrutture, edifici, macchinari).

Questa articolazione in termini fisici del sistema antropico italiano, che può esser visto come un organismo caratterizzato da un vero e proprio metabolismo²⁰, riesce a restituire ai processi produttivi 2,0 t/c (1,7 t/p per l'UE) di materiali.

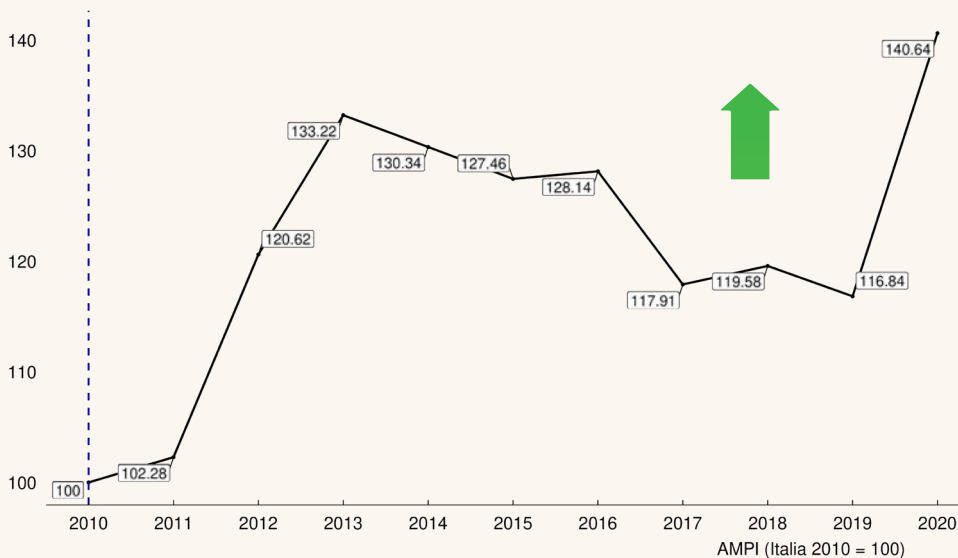
È dunque evidente la presenza di almeno due vincoli strutturali sui quali intervenire, che precludono l'incremento del recupero di materiali: la quota dei materiali che annualmente si aggiunge allo *stock* di beni manufatti che restano a lungo nell'economia; la quota delle risorse de-

stinata ad usi energetici, trasformata dopo i processi di combustione in flussi di materia non più recuperabile.

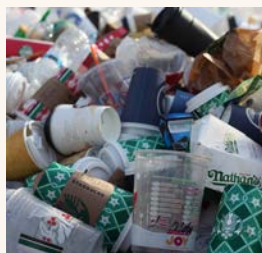
Utilizzando la sintesi analitica offerta dagli indicatori compositi, nel grafico sottostante è possibile osservare l'andamento registrato dal tema oggetto d'analisi, caratterizzato da un complessivo miglioramento nel periodo considerato, nonostante periodi di flessione seguiti da parziali recuperi negli anni tra il 2013 e il 2019 e un deciso incremento nell'ultimo anno considerato.

Si osservi che l'indicatore è stato costruito tenendo in considerazione solo quattro degli indicatori precedentemente analizzati, ponendo attenzione essenzialmente agli impatti ambientali dei consumi (*Consumption footprint*), alle pressioni sull'uso delle risorse (*Material footprint*), alle emissioni in atmosfera causate dal sistema produttivo (*Carbon footprint*), e infine al contributo dei materiali riciclati riutilizzati per la produzione in sostituzione dell'estrazione di risorse naturali (Tasso di circolarità).

Figura 10: Indicatore composito "Economia circolare"



Fonte: ISPRA



A fronte di risultati positivi nella produttività delle risorse e nel material footprint, spiegati soprattutto dalla caduta dell'attività economica delle costruzioni, la produzione di rifiuti per unità di PIL e per unità di CMI segnalano una minor efficienza dell'economia italiana.

Produzione e Consumo

Misurare le fasi della produzione e del consumo ponendo al centro il funzionamento di un'economia è essenziale per comprendere i progressi verso un'economia circolare. Nel lungo periodo la transizione può contribuire ad aumentare l'autosufficienza di determinate materie prime per i processi produttivi. Indagare cosa accade allo spreco alimentare è utile per conoscere un flusso di materia importante anche in relazione agli stili di vita.

Dal 2000 al 2021 la produttività delle risorse – rapporto fra il prodotto interno lordo (PIL) e il consumo materiale interno (CMI)²¹ – dell'economia italiana aumenta di circa il 45% (circa dieci punti percentuali in più rispetto alla media europea; Figura 11).

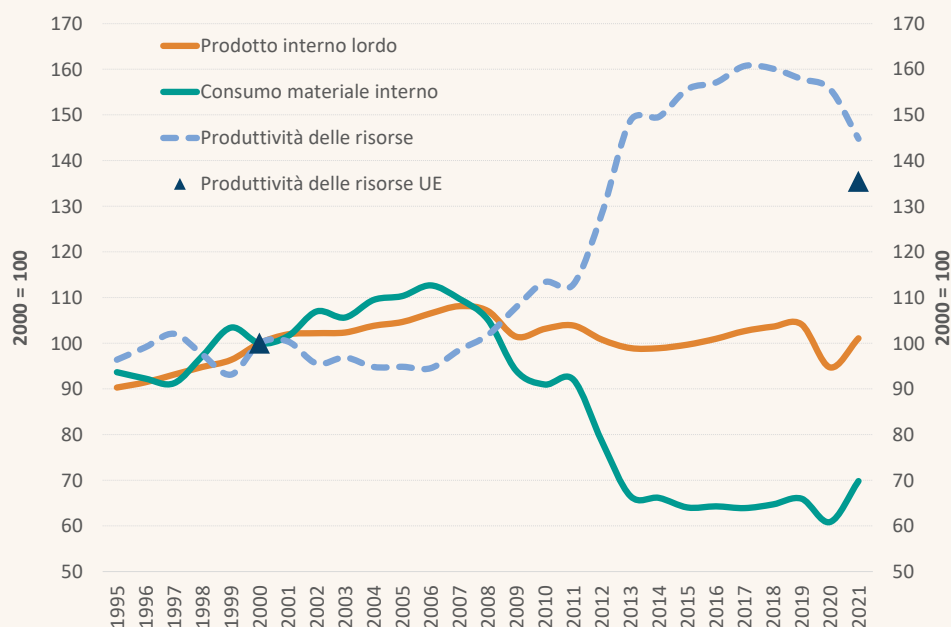
Tuttavia, questo incremento non si è verificato in modo costante. Fino al 2006 la produttività delle risorse non manifesta variazioni significative, con un valore medio del 2,14 euro per kg dal 1995 al 2006. A partire dagli anni successivi, caratterizzati dalla crisi economica e finanziaria, la crescita esplode fino a raggiungere 3,28 euro per kg nel 2013 e 3,54 euro per kg nel 2017.

Il 2017 è l'anno in cui questa tendenza si inverte, con una diminuzione fino al 2021 di circa il 10%. L'analisi delle componenti della produttività delle risorse fa luce sull'evoluzione di questo indicatore nel periodo 1995-2021.

Prima del 2006 e dopo il 2013, il prodotto interno lordo e il consumo materiale interno mostrano un forte accoppiamento.

Nel periodo 2009-2021, a una tenuta del prodotto interno lordo corrisponde la caduta del consumo materiale interno.

Figura 11: Produttività delle risorse in Italia ed UE



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Istat e Eurostat²²

Oltre che per la produttività delle risorse, l'Italia mostra forti miglioramenti in un altro indicatore fondamentale per quest'area dell'economia circolare. Il *material footprint*²³ – che quantifica l'estrazione di risorse naturali (biomasse, minerali metalliferi, minerali non metalliferi e combustibili fossili) a livello globale dovuta ai consumi finali e agli investimenti dell'economia italiana – scende di circa il 30% dal 2010 al 2020 fino a 10,6 tonnellate *pro capite* (13,7 tonnellate *pro capite* il dato UE nel 2020, -7,5% dal 2010)²⁴.

Queste differenze rispetto all'UE sono spiegate dalla caduta più accentuata rispetto alla media europea nel consumo apparente di minerali non metalliferi in conseguenza del declino dell'attività economica delle costruzioni, dal lato dell'offerta, e parallelamente degli investimenti nel settore abitativo e delle infrastrutture, dal lato della domanda, all'indomani della crisi economico e finanziaria.

Al contrario, la produzione di rifiuti primari (rifiuti totali meno rifiuti secondari)²⁵, indicatore anch'esso condizionato dai materiali delle attività

delle costruzioni e demolizioni, aumenta per l'Italia dal 2010 al 2020 da 2,4 a 2,5 tonnellate *pro capite*, dove per l'UE si riduce da 4,8 a 4,5 tonnellate *pro capite*, risultando più sensibile alla crisi pandemica.



La produzione di rifiuti denota per l'Italia una forte dipendenza dai suoi *driver* economici, sia monetari (livello dell'attività economica) sia materiali (uso delle risorse materiali). Infatti, si nota che l'intensità dell'economia italiana nella produzione di rifiuti (produzione di rifiuti per unità di prodotto interno lordo generato) e l'efficienza nell'uso delle risorse (produzione di rifiuti per unità di consumo materiale interno) mostrano andamenti meno favorevoli in confronto a quelli registrati per la media complessiva europea²⁶.

Infine, lo spreco alimentare – rifiuti prodotti nelle diverse fasi della filiera alimentare (produzione primaria; trasformazione e fabbricazione; vendita al dettaglio e altre forme di distribuzione degli alimenti; risto-

ranti e servizi di ristorazione; famiglie) – costituisce una forte preoccupazione a livello europeo ed è collegato con la pressione ambientale su risorse naturali limitate, sull'ambiente e sui cambiamenti climatici. Non è trascurabile anche l'impatto da una prospettiva meramente finanziaria.

Questo aspetto dell'economia circolare costituisce una priorità per il *Circular Economy Action Plan* e il suo monitoraggio è rilevante anche nel contesto dell'Agenda 2030 dell'ONU per lo sviluppo sostenibile che si propone di *dimezzare entro il 2030 lo spreco pro capite globale di rifiuti alimentari nella vendita al dettaglio e dei consumatori e ridurre le perdite di cibo lungo le filiere di produzione e fornitura, comprese le perdite post-raccolto* (obiettivo 12.3).

Nel 2020 le quantità di rifiuti alimentari in Italia ammontano a 146 chilogrammi *pro capite* (131 kg *pro capite* il dato medio europeo), di cui quasi tre quarti attribuibili ai consumi delle famiglie (mentre per l'UE oltre la metà)²⁷.





L'Italia è fra i leader europei per le attività di riciclo, sia in generale sia per alcuni flussi specifici quali i materiali da imballaggio e i rifiuti da attività di costruzione e demolizione.

Gestione dei Rifiuti

Questo aspetto dell'economia circolare riguarda la parte dei rifiuti trattati che sono recuperati e riciclati, cioè quelle risorse materiali che rientrano nei circuiti di produzione e consumo e che continuano a creare valore. Gli indicatori principali presentati per il monitoraggio dei progressi generali nel recupero di materiali sono il "tasso di riciclaggio dei rifiuti trattati esclusi i principali rifiuti minerali" e "il tasso di riciclaggio dei rifiuti urbani", quest'ultimo oggetto di *target* obbligatori in ambito europeo. Inoltre, alcuni flussi di rifiuti specifici rivestono particolare importanza in quanto anch'essi oggetto di obiettivi vincolanti e di esplicita attenzione da parte del Piano di azione sull'economia circolare del 2020 della Commissione Europea.

Il rapporto tra quantitativi di rifiuti riciclati rispetto alla quantità totale dei rifiuti trattati, esclusi i principali rifiuti minerali (ad esempio quelli provenienti dal settore delle costruzioni e demolizioni) cresce di oltre dieci punti percentuali dal 2010 al 2020 (Figura 12). Nel 2020 il tasso si attesta al 72,4% collocando l'Italia tra i *leader* del riciclo a livello europeo, dove in media questo tasso mostra un ritmo di crescita più lento, e comunque sotto il 60% nel 2020.

La Figura 12 confronta inoltre il tasso di riciclaggio dei rifiuti trattati esclusi i principali rifiuti minerali con quello dei soli rifiuti urbani.

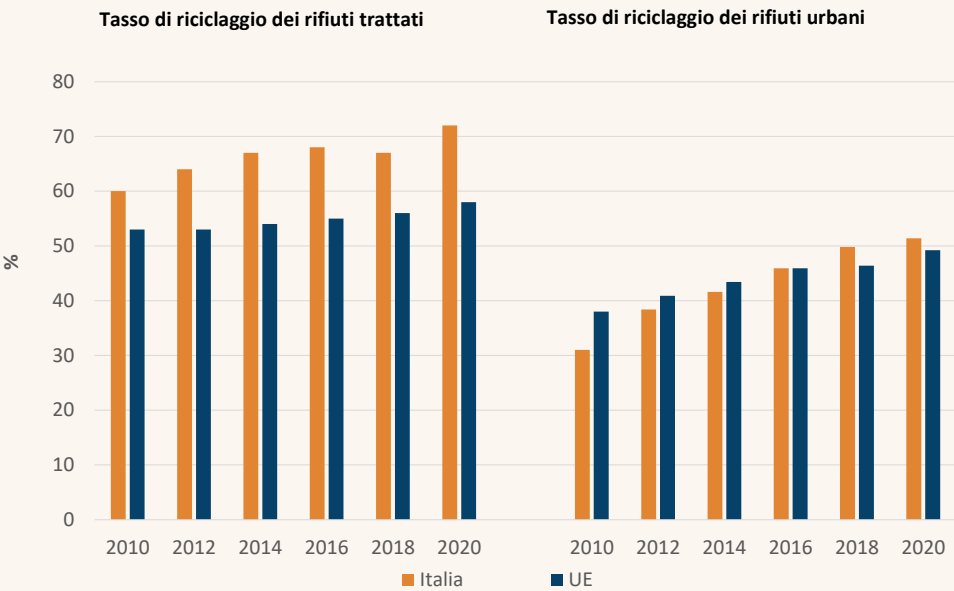
Mentre il primo tasso si riferisce ai rifiuti totali riciclati provenienti dalla produzione e dal consumo, il secondo tasso si riferisce ai soli rifiuti urbani generati dai consumi delle famiglie e da altre fonti che producono rifiuti assimilabili per tipologia e composizione a quelli delle famiglie.

Nonostante la quota dei rifiuti urbani sia relativamente bassa sul totale dei rifiuti prodotti, la loro eterogeneità

comporta un notevole sforzo nella gestione dei rifiuti. Perciò tale tasso di riciclo costituisce un indicatore del sistema complessivo di gestione dei rifiuti.

Inoltre, viene usato per misurare i progressi verso gli obiettivi europei: 50% in termini di peso al 2020, fino al 65% entro il 2035. L'Italia raggiunge l'obiettivo 2020 con il 51,4% dei rifiuti urbani riciclati, recuperando rispetto alla media europea che registra tassi più alti fino al 2014.

Figura 12: Tasso di riciclaggio dei rifiuti trattati esclusi i principali rifiuti minerali e tasso di riciclaggio dei rifiuti urbani



Fonte: ISPRA e Eurostat²⁸

La normativa europea prevede obiettivi di riciclaggio ambiziosi al 2025 e al 2030 per i rifiuti di materiali da imballaggio²⁹ che rappresentano uno dei principali flussi monitorati.

Nel 2021 il riciclaggio di tali rifiuti rappresenta oltre il 70% dei quantitativi immessi al mercato, superando di quasi sette punti percentuali l'obiettivo del 65% al 2025. Rispetto agli altri paesi dell'UE, l'Italia è ai primi posti come tasso di riciclaggio dei rifiuti d'imballaggio, molto al di sopra della media europea.

Gli obiettivi previsti per il 2025 sono praticamente già raggiunti per tutte le frazioni di imballaggio, ad eccezione della plastica. Per incrementarne il riciclaggio si prevede di sviluppare nuove tecnologie di trattamento, soprattutto per quelle tipologie di rifiuti che sono al momento difficilmente recuperabili mediante processi di tipo meccanico. È, inoltre, necessario ridurre i divari territoriali del Paese. Per questo misure importanti sono contenute sia nel Programma Nazionale di Gestione dei Rifiuti (PNGR)³⁰ sia nel Programma Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

La Tabella 1, estratta dal PNGR, presenta il quadro riassuntivo dei *target* europei e lo stato a scala nazionale. L'Italia si colloca in linea con gli obiettivi europei, tranne per alcune filiere – rifiuti tessili, veicoli fuori uso, apparecchiature elettriche ed elettroniche e batterie – che presentano punti di debolezza nella raccolta differenziata, spesso con divari territoriali significativi.

Tabella 1: Quadro riassuntivo dei target europei e stato a scala nazionale

Obiettivo	Fonte	Target europeo	Target Nazionale (se recepito diversamente)	Stato Italia al 2021 (dove non diversamente indicato)	Stato
Preparazione per il riutilizzo, riciclaggio e recupero dei rifiuti urbani	Art. 11 Direttiva 2008/98/CE (recepito nell'art.181 D.lgs. 152/2006)	55% in peso entro il 2025 60% in peso entro il 2030 65% in peso entro il 2035		48,1%	
Raccolta differenziata dei rifiuti urbani	Art. 205 D.lgs. 152/2006 L. 27 dicembre 2006, n. 296		35% entro il 31 dicembre 2006 45% entro il 31 dicembre 2008 65% entro il 31 dicembre 2012	Dato nazionale: 64,0%, di cui Nord: 71,0%, Centro: 60,4% Sud: 55,7%	
Rifiuti tessili	Art 11, comma 1 direttiva 2008/98/CE modificata dalla direttiva 2018/851/UE (art. 205 D.lgs. 152/2006)	Istituire la raccolta differenziata dei rifiuti tessili entro il 2025	Istituire la raccolta differenziata entro il 1° gennaio 2022 (art. 205 D.lgs. 152/2006)	Percentuale di Comuni che hanno raccolto rifiuti tessili Dato nazionale: 72%, di cui Nord: 74% Centro: 79% Sud: 66%	

Obiettivo	Fonte	Target europeo	Target Nazionale (se recepito diversamente)	Stato Italia al 2021 (dove non diversamente indicato)	Stato
Rifiuti organici	Art. 22 Direttiva 2008/98/CE (recepito nell'art. 182-ter d.lgs. 152/2006)	Raccolta differenziata e riciclaggio alla fonte entro il 31 dicembre 2023		Percentuale di Comuni che hanno raccolto rifiuti organici Dato nazionale: 96%, di cui Nord: 97% Centro: 95% Sud: 94%	
Rifiuti domestici pericolosi	Art. 20 Direttiva 2008/98/CE - sostituito dall'art. 1 par. 17 direttiva 2018/851/UE	Raccolta differenziata delle frazioni di rifiuti domestici pericolosi entro il 1 gennaio 2025	-	Percentuale dei Comuni che hanno raccolto rifiuti urbani pericolosi Dato nazionale (2020): 89,9%, di cui Nord: 98,5% Centro: 86,7% Sud: 6,5%	
Riciclaggio dei materiali da imballaggio	Art. 6 della direttiva 94/62/CE modificato dall'articolo 1, paragrafo 5 della direttiva 2018/852/UE (recepito nell'Allegato E, parte IV d.lgs. 152/2006)	Entro il 31 dicembre 2025: 50 % plastica, 25 % legno, 70 % materiali ferrosi, 50 % alluminio, 70 % vetro, 75 % carta e cartone 65 % in peso di tutti i rifiuti di imballaggio		55,6% plastica, 64,7% legno, 71,9% acciaio, 67,4% alluminio, 76,6% vetro 85,1% carta 73,3% in peso di tutti i rifiuti di imballaggio	
		Entro il 31 dicembre 2030: 55 % plastica, 30 % legno, 80 % materiali ferrosi, 60 % alluminio, 75 % vetro, 85 % carta e cartone 70 % in peso di tutti i rifiuti di imballaggio			

Obiettivo	Fonte	Target europeo	Target Nazionale (se recepito diversamente)	Stato Italia al 2021 (dove non diversamente indicato)	Stato
Tasso di raccolta dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)	Direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche e elettroniche (RAEE) (recepito all'art. 14 d.lgs. 49/2014)	Tasso minimo di raccolta pari a: 65% del peso medio delle AEE immesse sul mercato nei 3 anni precedenti o, in alternativa 85 % del peso dei RAEE prodotti nel territorio dello Stato membro		25,6%	
Riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente	Direttiva 2019/904/UE (recepito all'art.9 d.lgs. 196/2021)	Livello minimo di raccolta differenziata per il riciclo delle bottiglie in plastica individuate alla parte F dell'allegato: Entro il 31 dicembre 2025 77 %, in peso, di tali prodotti di plastica monouso immessi sul mercato in un determinato anno Entro il 31 dicembre 2029 90 %, in peso, di tali prodotti di plastica monouso immessi sul mercato in un determinato anno		Dato statistico ufficiale non ancora disponibile	
Discariche	Direttiva 1999/31/CE modificata dalla direttiva 2018/850/UE	Entro il 31 dicembre 2035 limitare la quota di rifiuti urbani collocati in discarica al 10%		19%	

Obiettivo	Fonte	Target europeo	Target Nazionale (se recepito diversamente)	Stato Italia al 2021 (dove non diversamente indicato)	Stato
Veicoli fuori uso	Direttiva 2000/53/CE modificata dalla direttiva 2018/850/UE	Entro il 1° gennaio 2015 - percentuale di reimpiego e di recupero almeno 95 % del peso medio per veicolo - percentuale di reimpiego e di riciclaggio pari almeno 85 % del peso medio per veicolo e per anno.		84,7% (dato 2020) 84,7% (dato 2020) Il dato di recupero totale e di riciclaggio sono uguali perché in Italia si adotta il recupero energetico.	
Rifiuti di costruzione e demolizione	Art. 11 della direttiva 2008/98/CE (recepito all'art.181 D.Lgs. 152/2006))	entro il 31 dicembre 2020 70% percentuale di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio e recupero di materiali		79,9% (dato 2020)	
Batterie	Art. 10 Direttiva 2006/66/CE	entro il 30 settembre 2016 45% tasso di raccolta delle batterie portatili		43,9% (dato 2019)	

Fonte: Programma nazionale per la gestione dei rifiuti 2022-2028. Tabella aggiornata al 2021 con dati ISPRA

Legenda:

Stato rispetto al target

- Positivo
- Negativo
- Intermedio
- Non valutabile



Il tasso di circolarità italiano presenta una maggiore dinamicità rispetto a quello UE nel periodo 2004-2021. Nel 2021 il suo livello è 7 punti percentuali superiore alla media europea. Inoltre, si importano materiali riciclabili per due terzi da paesi UE e se ne esportano tre quinti verso paesi extra-UE.

Materie Prime Secondarie

Per chiudere il cerchio dell'economia circolare, una parte dei materiali e dei prodotti che attraversano i processi di produzione e consumo devono alla fine essere reintrodotti nell'economia. Uno degli indicatori che meglio sintetizza questo aspetto è il tasso di circolarità, che quantifica la capacità del sistema di produrre materia prima secondaria in sostituzione dell'estrazione di risorse naturali a livello globale. Tale capacità richiede la creazione di condizioni favorevoli di mercato interne e internazionali. Per queste ultime, il monitoraggio del commercio internazionale di materia prima secondaria è altrettanto importante.

Una valutazione di otto mercati delle materie prime secondarie a livello europeo conclude che solo tre – alluminio, carta e vetro – possono dirsi come ben funzionanti, cioè aperti, internazionali e con una quota di mercato significativa.

Mentre una valutazione negativa si riscontra per i mercati di cinque materiali – legno, plastiche, materia organica, materiali da costruzione e demolizione, tessile – per i quali le dimensioni ridotte, la mancanza di indicazioni tecniche specifiche, quali i criteri per la cessazione della qualifica di rifiuto e la presenza di sostanze pericolose nei materiali recuperati, e una minor fiducia nell'efficacia di tali prodotti, costituiscono un freno al loro sviluppo³¹.

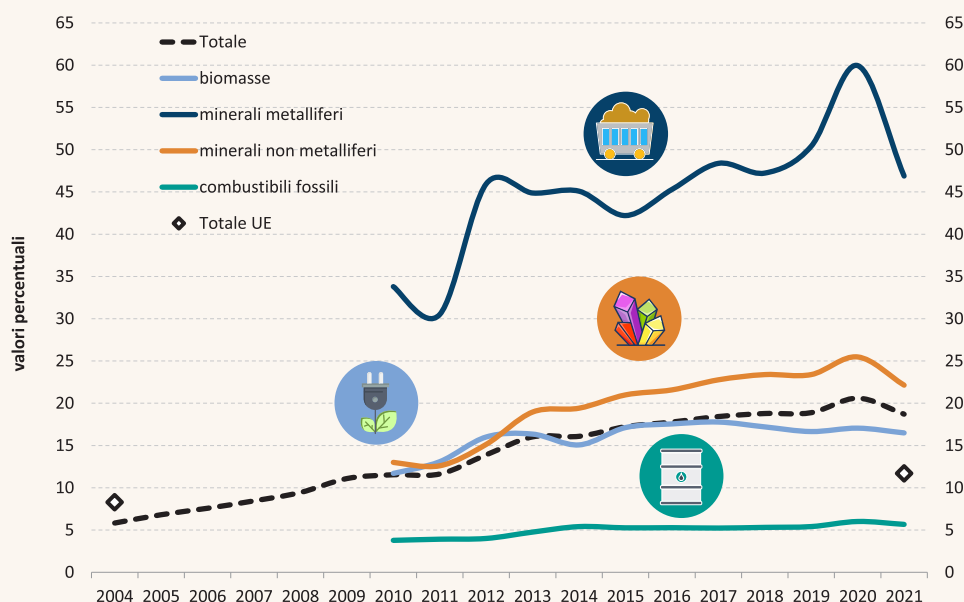
Per contro, in Italia i dati sulle ingenti quantità di rifiuti riciclati (si veda la scheda precedente) testimoniano di un settore industriale consistente.

Il tasso di circolarità conferma l'importanza per l'Italia delle materie prime secondarie rispetto alle risorse complessivamente utilizzate (Figura 13) e la maggiore dinamicità rispetto alla media europea. Per l'Italia il tasso nel

2021 è pari a 18,7% (11,7% per l'UE), con uno scatto rispetto al 2004 di quasi tredici punti percentuali (solo +3,4 per l'UE).

A livello di categoria di materiale sono evidenti grandi differenze fra le categorie, ad esempio fra i minerali metalliferi e i combustibili fossili.

Figura 13: Tasso di circolarità totale e per categoria di materiale di Italia e UE

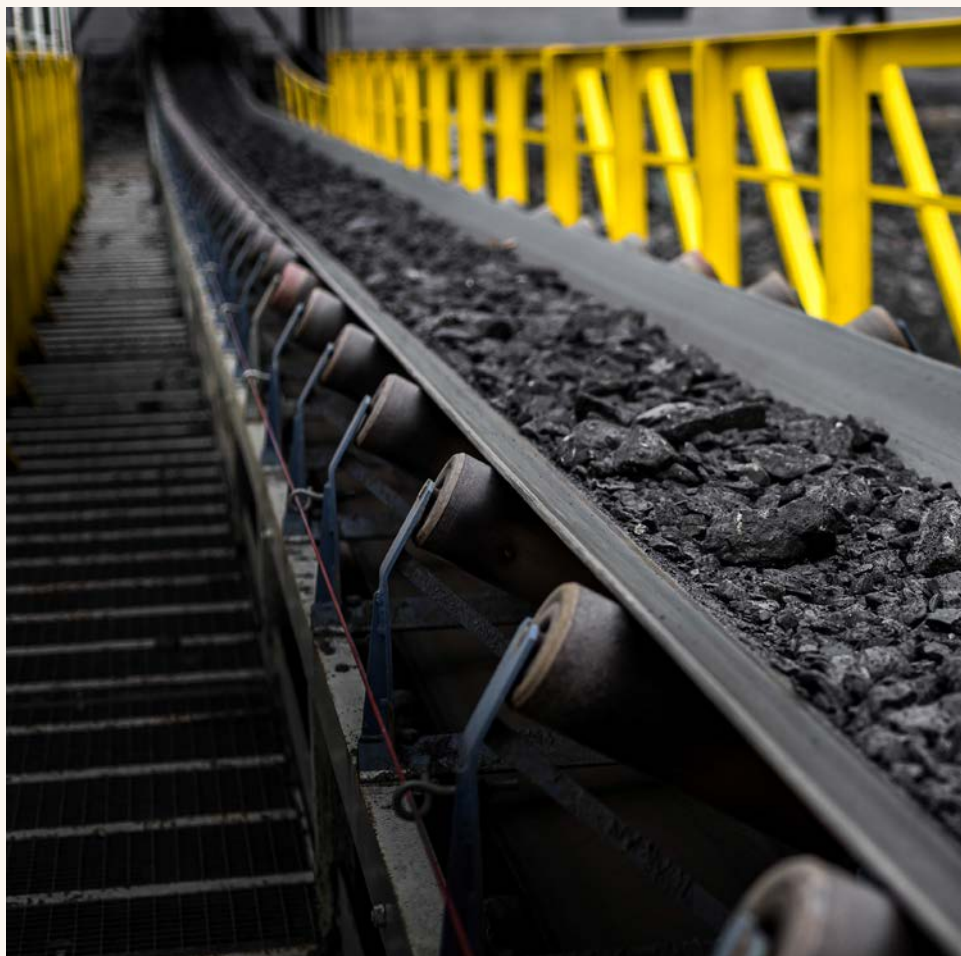


Fonte: ISPRA ed Eurostat³²

Tuttavia, per le risorse energetiche fossili gli impieghi energetici influiscono sul livello di circolarità generale, non rendendo possibile la chiusura del cerchio, ad eccezione delle quantità trasformate in materie plastiche e di pochi altri impieghi non energetici.

La decarbonizzazione si rende pertanto necessaria anche per aumentare il tasso di circolarità dell'economia; il passaggio dalle fonti energetiche fossili a quelle rinnovabili è dunque un prerequisito importante in direzione della circolarità.

Per un'interpretazione del livello elevato del tasso di circolarità delle risorse metallifere (45% in media nel periodo 2010-2021) si consideri che, in generale, i prodotti importati ed esportati (flussi diretti) richiedono per la loro produzione l'estrazione e l'impiego di materiali che non sono in essi fisicamente contenuti (flussi indiretti).



Per i minerali metalliferi il rapporto fra flussi indiretti e flussi diretti importati ed esportati è molto elevato. Pertanto, in una prospettiva di tipo *life-cycle*, il tasso di circolarità delle risorse metallifere sarebbe pari a poco meno del 20% in media dal 2010 al 2021, se i loro consumi (denominatore del rapporto che origina il tasso) comprendessero tutte le quantità di materia prelevate dall'ambiente naturale a livello globale (flussi diretti e indiretti) per essere incorporate nei prodotti.

Anche se il tasso di circolarità sottostima gli *input* secondari – in quanto non include i materiali di scarto al di fuori dell’ambito normativo dei rifiuti che sono scambiati fra stabilimenti industriali per essere riutilizzati (simbiosi industriale) – tale indicatore sembra mostrare una lunga transizione verso un’economia circolare, in quanto l’attività di recupero di materiali è solo un aspetto dell’economia circolare.

Fra le componenti del tasso di circolarità figurano le importazioni e le esportazioni di rifiuti destinati al recupero. Per costruzione, l’indicatore del tasso di circolarità premia l’impegno di un paese nella raccolta di rifiuti destinati al recupero (sottraendo le importazioni e sommando le esportazioni) ed evidenzia il suo contributo all’offerta globale di materia prima secondaria e alla riduzione di risorse naturali estratte³³.

Un quadro ulteriormente preciso delle materie prime secondarie scambiate a livello internazionale viene fornito dalle quantità importate ed esportate di rifiuti e sottoprodotti riciclabili³⁴ (indicate anche in Figura 9). Nel periodo 2010-2021 si tratta di quote intorno al 3,5% delle importazioni e delle esportazioni totali italiane, per livelli nel 2021 pari a 12,3 milioni di tonnellate per le importazioni di materiali riciclabili e 4,6 milioni di tonnellate per le esportazioni di materiali riciclabili.

Negli ultimi dieci anni le importazioni di materiali riciclabili provengono per circa due terzi da paesi UE.

Sono inoltre costituite per circa la metà da scarti e rifiuti di metalli ferrosi, per circa un terzo da rifiuti e sottoprodotti di materia organica di origine animale e vegetale, e meno del 10% da scarti e rifiuti di rame, alluminio e nickel; le restanti tipologie di materiali riciclabili importate sono plastiche, gomma, carta e cartone, metalli preziosi, tessuti e vetro.

Le esportazioni di materiali riciclabili sono destinate per circa il 60% verso paesi extra-UE; esse si compongono di quote importanti di scarti e rifiuti di carta e cartone (circa il 30% nel 2021), di scorie, ceneri e rifiuti di minerali (circa un quarto del totale nel 2021, ma in calo rispetto agli anni precedenti), di metalli ferrosi e non ferrosi (circa un quarto del totale nel 2021, in crescita rispetto agli anni precedenti), di materiale organico, principalmente di origine vegetale (poco più del 10% del totale nel 2021).



Nel 2022, l'Italia si colloca nel gruppo dei paesi UE leader per l'eco-innovazione. Il settore dell'economia circolare, ancora molto sottostimato statisticamente, copre una quota del PIL pari a poco più dell'1%.

Competitività e Innovazione

In un'economia circolare la durata dei prodotti può aumentare migliorandone il *design*, incrementando il riuso, la riparabilità e promuovendo processi industriali e modelli di consumo innovativi.

Gli indicatori per il monitoraggio di questi aspetti dell'economia circolare sono l'*eco-innovation index*³⁵, informazioni economiche e occupazionali del settore dell'economia circolare, i brevetti per il riciclo e le materie prime secondarie.

L'*eco-innovation index* si riferisce allo sviluppo di beni e servizi nuovi o migliorati in misura significativa tali che l'uso di risorse e le sostanze pericolose sia ridotto lungo l'intera filiera produttiva. Oltre ai benefici ambientali, l'eco-innovazione contribuisce a rafforzare l'economia e a creare occupazione.

La Figura 14, riferita all'anno 2022, mostra differenze sostanziali fra i paesi UE.

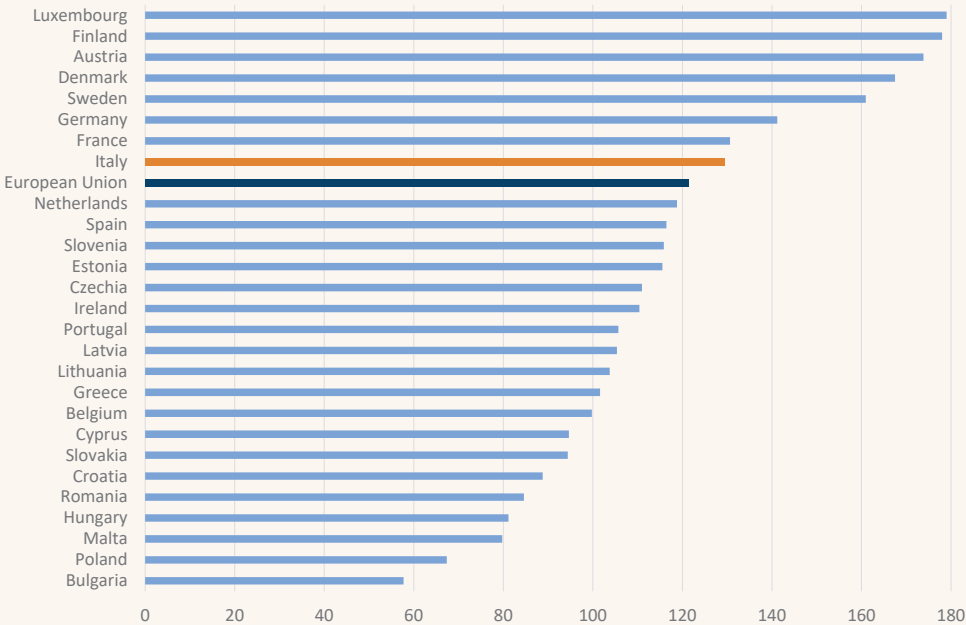
L'Italia si colloca fra i paesi più innovatori e registra un progresso di oltre il 25% rispetto al 2013. L'indicatore copre cinque aree tematiche: *input* produttivi (fra cui gli investimenti); grado di dinamicità dell'attività; *output* (fra cui brevetti e letteratura scientifica); efficienza delle risorse, anche in termini di intensità delle emissioni di gas serra; aspetti socioeconomici.

L'economia circolare può contribuire in maniera significativa alla creazione di occupazione e crescita economica. Quest'informazione è derivabile dalle attività economiche che adottano l'approccio circolare.

La definizione statistica del settore dell'economia circolare non è tuttavia facile, considerata la trasversalità della politica. Al momento si è in grado di fornire dati di

attività il cui contributo è più diretto ed evidente, quali quelle di riciclo, riparazione e riuso. Pertanto, quanto si presenta è una sottostima di un settore che ha sicuramente un impatto maggiore nell'economia.

Figura 14: Eco Innovation Scoreboard europeo (2022)



Fonte: Commissione Europea

Nel 2019 il settore dell'economia circolare è in grado di produrre valore aggiunto per 20,6 miliardi di euro, pari all'1,14% del prodotto interno lordo (percentuale piuttosto stabile dal 2008). Gli investimenti valgono in media nello stesso periodo lo 0,13% del PIL e l'occupazione impiegata dal settore dell'economia circolare costituisce poco più del 2% di quella totale. Queste percentuali sono in linea con la media europea³⁶.



Il consumption footprint mostra modelli di consumo alimentare con un forte impatto ambientale negli ultimi dieci anni. In aggiunta, nel 2021 l'Italia supera i planetary boundary per impatti dei consumi sui cambiamenti climatici, sull'ecotossicità per l'ambiente acquatico di acqua dolce, sulle emissioni di particolato e, in misura inferiore, sull'uso delle risorse abiotiche.

Sostenibilità globale e Resilienza

La quinta dimensione dell'economia circolare mostra il nesso dell'economia circolare con la neutralità climatica, con la sostenibilità globale e il suo grado di resilienza. Quest'ultimo aspetto scaturisce dalla recente crisi pandemica che ha sottoposto a *shock* esterni l'economia globale.

Il *consumption footprint*³⁷ stima gli impatti dei consumi dell'UE e dei suoi Stati Membri combinando dati sull'intensità dei consumi e sugli impatti ambientali di gruppi di prodotti rappresentativi (Figura 15). Lo scopo è dunque monitorare l'evoluzione degli impatti ambientali dei consumi, cogliendone le variazioni dei modelli di consumo a livello di prodotto. L'indicatore copre cinque aree di consumo: elettrodomestici, alimentari, prodotti per le famiglie, abitazioni, trasporti. Come gli altri indicatori di tipo *footprint*, il *consumption footprint*³⁸ considera le catene del valore globali dei beni e servizi importati, prodotti e consumati. I risultati sono espressi con un punteggio che aggrega 16 impatti ambientali³⁹. Inoltre, l'indicatore è in grado di valutare gli impatti ambientali innescati dai consumi finali in rapporto ai *planetary boundary*⁴⁰.

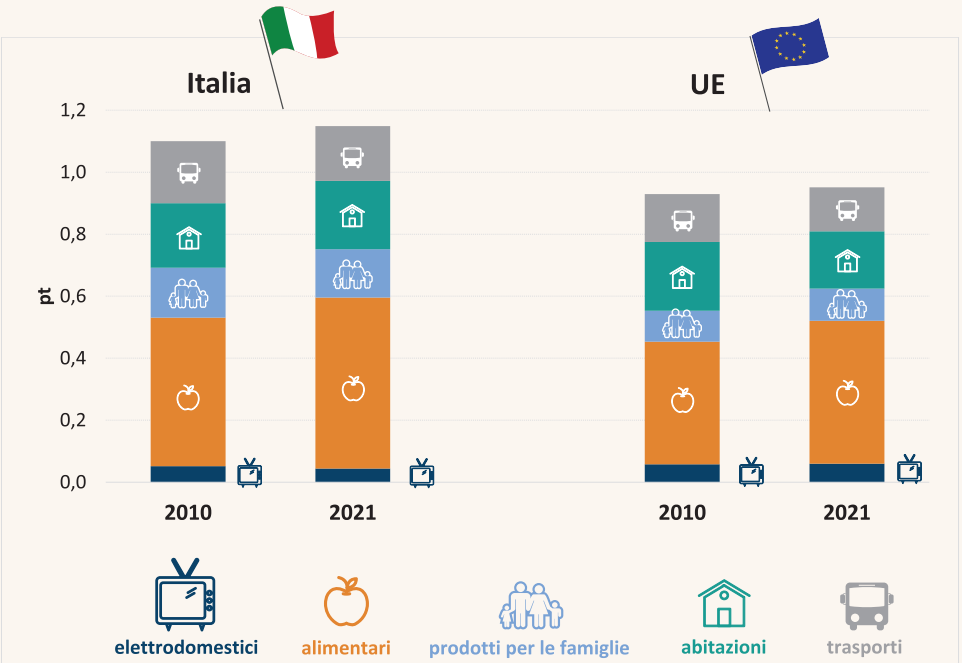
Nel 2021, gli impatti ambientali dei consumi italiani mostrano una crescita del 4,4% rispetto al 2010 (+2,3% per la media europea). Il livello degli impatti italiani è superiore a quello UE sia nel 2010 sia nel 2021 (Figura 15). In entrambi gli anni, sia per l'Italia che per l'UE, l'impatto più elevato deriva dai consumi alimentari (45 prodotti, fra cui carne, pesce, uova, legumi, frutta, verdura, bevande e prodotti confezionati), seguiti dai consumi per le abitazioni (una classificazione di 30 tipologie di edifici residenziali), poi i trasporti (34 tipologie di veicoli), e i prodotti per le famiglie (37 prodotti, dai detersivi ai prodotti sanitari, ai mobili, all'abbigliamento e ai prodotti in plastica). I consumi per elettrodomestici e apparecchiature (18 prodotti, fra cui

lavatrice, frigorifero, lavastoviglie, televisione, illuminazione) registrano l'impatto ambientale più basso.

I risultati del *consumption footprint* mostrano quindi modelli di consumo piuttosto stabili a distanza di un decennio e in lieve peggioramento in merito ai loro impatti ambientali.

Non è una notizia confortante, anche considerato che nel 2021 le soglie di sicurezza entro cui le attività umane devono mantenersi per permettere ancora sopravvivenza e prosperità dei popoli sono state superate per l'Italia – in misura maggiore che per la media europea – dagli impatti dei consumi sui cambiamenti climatici, sull'ecotossicità per l'ambiente acquatico di acqua dolce, sulle emissioni di particolato e, in misura inferiore, sull'uso delle risorse abiotiche. Le strategie e le misure per l'economia circolare possono avere un effetto positivo andando a modificare i modelli di produzione e consumo attuali e il profilo ambientale dei prodotti.

Figura 15: Contributo al consumption footprint per gruppo di prodotti (2010, 2021)



Fonte: Commissione Europea (Joint Research Centre)

Accanto all'informazione del *consumption footprint* sugli impatti ambientali dei consumi, è utile conoscere anche le pressioni ambientali attivate dagli impieghi finali interni dell'economia, cioè consumi delle famiglie e dell'amministrazione pubblica, e gli investimenti intrapresi dalle imprese.

Dopo aver trattato il *material footprint* (quindi le pressioni sull'uso delle risorse) nella scheda "Produzione e consumo"; ora si accenna al *carbon footprint*, cioè l'anidride carbonica emessa in atmosfera per produrre beni e servizi destinati agli impieghi finali dell'economia, incluse le emissioni derivate dall'uso degli *input* produttivi intermedi e le emissioni evitate grazie alle importazioni di ulteriori *input* necessari ai processi produttivi e di prodotti finali.



Nel periodo 2010-2020 il *carbon footprint* italiano⁴¹ è stimato in media a 6,7 tonnellate *pro capite* (7,0 la media europea per gli anni disponibili 2014-2019), con una quota di emissioni di CO₂ evitate dalle importazioni che passa da due quinti a un terzo delle emissioni totali dovute alla domanda finale interna dell'economia italiana.



In tema di resilienza, l'indicatore che stima la dipendenza dalle importazioni⁴² racconta per l'Italia di un'economia molto dipendente dalle materie prime importate.

Tale dipendenza estera, derivata come quota dei *direct material inputs*⁴³, può essere calcolata per tipo di materiale o a livello complessivo. Dal 1995 al 2021, la dipendenza del totale dei materiali passa da poco più di un terzo dell'*input* materiale diretto nei primi anni del periodo a circa la metà negli anni più recenti.

A livello di materiali, l'economia italiana si mostra autosufficiente solo per i materiali da costruzione; le biomasse passano nello stesso periodo da una dipendenza di circa un quarto del totale a circa il 40% negli ultimi anni. La dipendenza dalle risorse importate è pressoché totale per i minerali metalliferi e i combustibili fossili.

■ Prospettive per raddoppiare il tasso di circolarità

Nel 2021 l'economia italiana usa 8,9 tonnellate *pro capite* di materiali⁴⁴ (14,1 il dato medio europeo), di cui il 18,7% viene reimmesso nei processi di produzione e consumo (tasso di circolarità⁴⁵). È interessante, dopo aver valutato lo stato e gli andamenti passati dell'economia circolare in Italia, indagare le prospettive italiane verso l'obiettivo (non vincolante) del raddoppio del tasso di circolarità nel prossimo decennio stabilito dal Piano d'azione per l'economia circolare dell'Unione Europea per contenere l'uso di risorse naturali nei limiti del pianeta⁴⁶.

Si può ipotizzare di applicare tale *target* all'Italia a partire dal livello del 2021, pari a 18,7%, con l'obiettivo di raggiungere il 37,4% nel 2030⁴⁷. Considerando che il tasso di circolarità italiano è aumentato in media di circa mezzo punto percentuale per anno negli ultimi dieci anni (nel 2012 era pari al valore 13,9%), nei prossimi dieci anni dovrebbe registrare incrementi superiori per raggiungere l'obiettivo molto impegnativo del raddoppio.

L'*European Green Deal* e il Piano d'azione per l'economia circolare dell'Unione Europea introducono politiche sull'uso sostenibile dei prodotti, sul diritto alla riparazione dei prodotti, sulla circolarità nei processi produttivi, su un ambiente edificato sostenibile, sulla riduzione dei rifiuti alimentari, sulla gestione dei rifiuti e relativi *target* più stringenti, sui consumi sostenibili, sulla neutralità climatica al 2050.

Quest'ultima politica andrà a incidere sul *mix* dei materiali delle economie europee, rendendole meno dipendenti dai combustibili fossili e modificandone i consumi di minerali metalliferi e non metalliferi, e delle biomasse per produrre energia da risorse rinnovabili e beni e servizi più sostenibili.

In riferimento al tasso di circolarità, le politiche appena citate possono essere tradotte in alcuni scenari esplorativi per l'Italia, anche in riferimento alle politiche e misure della Strategia nazionale per l'economia circolare, costruiti analizzando – *ceteris paribus* – l'effetto di queste politiche sul tasso di circolarità. Tali scenari riguardano: i) l'aumento delle quantità di materiali riciclati; ii) la riduzione dell'uso di materiali,

sia per scelta sia per un migliore *design* di prodotto, che portano a incrementi di efficienza nell'uso delle risorse, a un uso più intensivo dei materiali nei prodotti esistenti e a una vita dei prodotti più lunga; iii) il raggiungimento dei *target* climatici⁴⁸ attraverso l'azzeramento graduale del consumo dei combustibili fossili.

Inoltre, l'intensità di tali effetti dipende da fattori quali il grado di funzionamento e crescita dei mercati della materia prima secondaria, le tecnologie per il riciclaggio, i modelli di consumo, il grado di innovazione, le dinamiche dello *stock* di materiale antropogenico (i materiali necessari per l'ambiente costruito e la sua manutenzione), il ritardo temporale nella disponibilità per il riciclo di prodotti con una vita più lunga. Si tratta di fattori che incidono direttamente sul tasso di circolarità.

Scenario 1: Potenziamiento del recupero/riciclo di materia

Misure quali un miglior *design* di prodotto per la loro riparabilità e scomponibilità, l'utilizzo di minori sostanze pericolose, sviluppi tecnologici per una raccolta e selezione dei materiali, l'introduzione di incentivi per il riciclo, potrebbero permettere il recupero di una quota maggiore di materiali contenuti nei rifiuti trattati, quest'ultima già molto alta in Italia (oltre quattro quinti del totale dei rifiuti trattati), nonché la più alta fra i 27 paesi dell'Unione Europea.

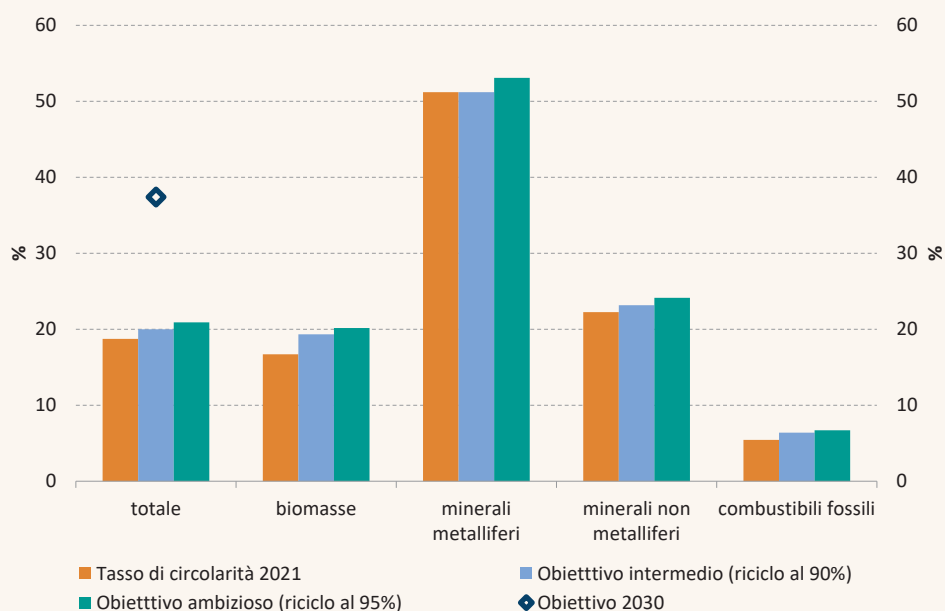
Si tratta di misure e obiettivi compresi nella Strategia nazionale per l'economia circolare e nel Piano d'azione per l'economia circolare UE (Tabella 3). Questo scenario esplora come varierebbe il tasso di circolarità se:

- Il 90% dei rifiuti trattati fosse riciclato/recuperato (obiettivo intermedio al 2030);
- Il 95% dei rifiuti trattati fosse riciclato/recuperato (obiettivo ambizioso al 2050).

Potenzialmente, con tassi di recupero di materiali come quelli prospettati si può attendere una maggiore disponibilità di materia prima secondaria in sostituzione dell'estrazione di risorse naturali.

Tuttavia, un tale effetto di sostituzione non è automatico. *Rebound effect*⁴⁹ e *downcycling* (cioè il riciclaggio dei rifiuti in cui il materiale riciclato è di qualità e funzionalità inferiori rispetto al materiale originale) sono esempi di conseguenze potenziali che agiscono in direzione contraria rispetto a quanto si aspetterebbe da tassi di circolarità più elevati.

Figura 16: Scenario 1 - Crescita potenziale del tasso di circolarità grazie all'incremento delle attività di recupero/riciclo (obiettivo intermedio e ambizioso). Italia



Fonte: Elaborazione ISPRA

Lo scenario 1 in Figura 16 mostra un incremento del tasso di circolarità dal 18,7% al 20,0% con l'obiettivo intermedio, fino ad arrivare a 20,9% con un livello di riciclo ancora più ambizioso (95%).

Il solo potenziamento del riciclo non è dunque sufficiente a incrementare la circolarità dell'economia.

Scenario 2: Aumento dell'efficienza delle risorse

Fra le misure strategiche dell'*European Green Deal*, del Piano d'azione per l'economia circolare UE e della Strategia nazionale per l'economia circolare, quelle tese a incrementare l'efficienza delle risorse riguardano la durata dei prodotti più estesa; il miglioramento del loro riutilizzo e riparabilità; l'uso in condivisione; criteri di *eco-design*; incentivi fiscali (ad esempio, tasse su prodotti o materiali, deduzioni per prodotti riciclabili o riparabili, imposte indirette più basse per servizi di riparazione); il supporto finanziario per misure di ricerca e sviluppo che mirano ad aumentare la circolarità (come tecnologie per il riciclo, infrastrutture, sviluppo di mercati per i materiali riciclati); approcci cooperativi, ad esempio fra i diversi attori economici (o fra gli stessi e il mondo della ricerca) lungo le filiere di prodotto o di materiale; la formazione in ambito lavorativo mirata alle attività di riparazione, manutenzione e smontaggio.

Allo stesso tempo, dal lato della domanda, pari importanza va data al mondo del *consumer behaviour*. Scelte di consumo consapevole possono potenzialmente condizionare le filiere produttive, sia a monte (ad esempio, per l'uso di materiali e per il *design* di prodotto) sia a valle delle filiere (ad esempio con il riciclo o con il riuso). I fattori che influenzano le scelte dei consumatori sono di tipo economico (prezzi e costi associati), l'adeguatezza fra bisogni e offerta (disponibilità, qualità, caratteristiche dei beni e dei servizi), l'informazione per scegliere, le preferenze e le convinzioni, fattori di tipo sociale. Gli ultimi tre aspetti sono quelli su cui le politiche possono incidere con maggiore difficoltà.

Le misure esposte portano ad un uso di risorse inferiore da parte dell'economia, risultante in una riduzione dell'indicatore del consumo materiale interno (si veda anche la Tabella 3). L'efficienza con cui le risorse sono utilizzate da un'economia è espressa dalla produttività delle risorse, definita come rapporto fra il prodotto interno lordo e il consumo materiale interno, nel 2021 pari a 3,19 euro per chilogrammo in Italia⁵⁰.

Si ipotizzano, a partire dal 2021, incrementi progressivi dell'efficienza nei prossimi anni, fino al 2030 e fino al 2050⁵¹:

- obiettivo intermedio al 2030: incremento della produttività delle risorse di oltre il 20% rispetto al 2021 (pari a una riduzione del consumo materiale interno di circa il 20%);

- obiettivo ambizioso al 2050: incremento della produttività delle risorse di oltre il 90% rispetto al 2021 (pari a una riduzione del consumo materiale interno di circa il 45%).

La Tabella 2 presenta i risultati del secondo scenario.

Tabella 2: Aumento dell'efficienza delle risorse (Scenario 2)

Indicatore	Situazione attuale (2021)	Obiettivo intermedio (2030)	Obiettivo ambizioso (2050)
		20 % riduzione del consumo materiale interno rispetto al 2021	45 % riduzione del consumo materiale interno rispetto al 2021
Produttività delle risorse (euro/kg)	3,19	3,92	6,18
Tasso di circolarità (%)	18,7 %	21,6 %	29,3 %

Fonte: Elaborazione ISPRA

In questo scenario il tasso di circolarità aumenterebbe nel 2030 di circa 3 punti percentuali dall'attuale 18,7% (obiettivo intermedio), e nel 2050 di oltre 10 punti percentuali (obiettivo ambizioso). Entrambi gli obiettivi non porterebbero a un raddoppio del tasso di circolarità.

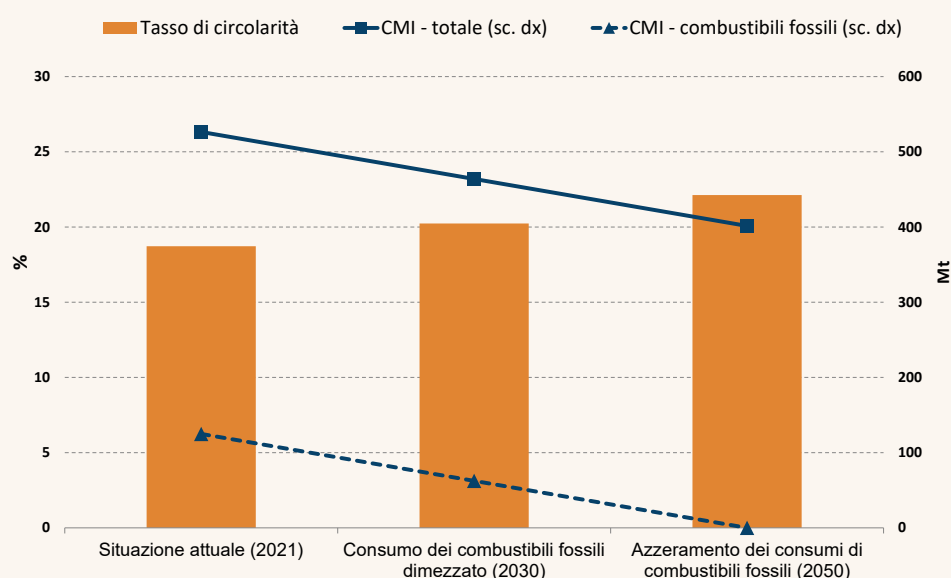
Scenario 3: Mitigazione dei cambiamenti climatici

Le politiche del *Fit for 55 package* mirano alla riduzione entro il 2030 delle emissioni nette dei gas serra del 55% rispetto al 1990, verso la neutralità climatica al 2050. Ciò si traduce nella necessità di una graduale fuoriuscita dall'uso energetico dei combustibili fossili. Questo scenario ipotizza che il consumo di tale categoria di materiali sia dimezzato in un primo obiettivo intermedio, e successivamente portato a zero in un obiettivo più ambizioso.

Quest'ultima ipotesi considera che gli usi non energetici dei combustibili fossili (ad esempio per la produzione di materie plastiche) siano anch'essi non più contemplati nei processi produttivi.

Si noti, inoltre, che la domanda aggiuntiva per materiali derivanti da altre categorie di risorse (ad esempio i minerali metalliferi in seguito alla diffusione delle energie rinnovabili, o biomasse nell'ambito delle costruzioni) non è presa qui in considerazione.

Figura 17: Scenario 3 - Fuoriuscita dall'uso dei combustibili fossili e implicazioni per il tasso di circolarità



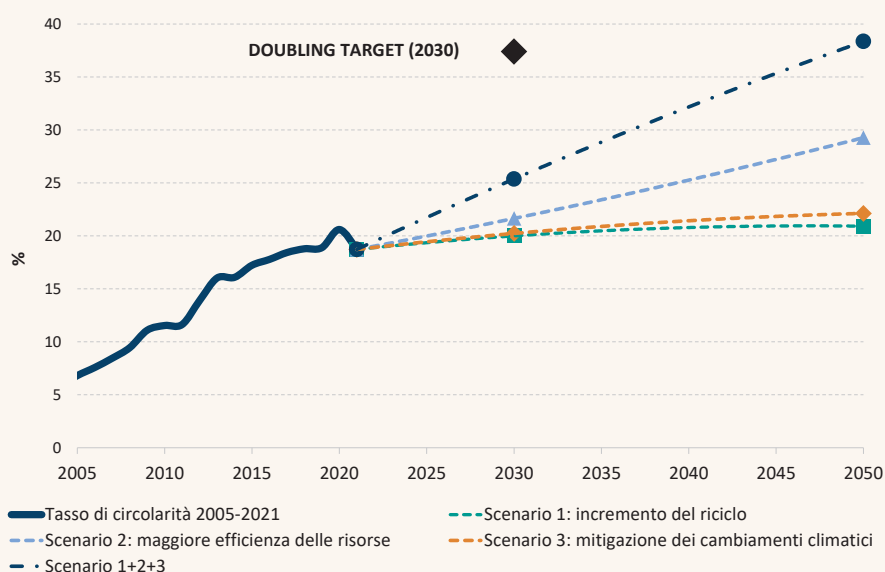
Fonte: Elaborazione ISPRA

L'obiettivo intermedio prevede una riduzione del consumo di combustibili fossili da 124,9 milioni di tonnellate del 2021 a 62,4 milioni di tonnellate nel 2030, per poi azzerarsi nello scenario più ambizioso del 2050. Tali obiettivi implicano tassi di circolarità in aumento di 1,5 e 3,4 punti percentuali rispetto al 18,7% del 2021 (Figura 17). La transizione energetica e le politiche climatiche ad essa collegate sono certo una leva importante per incoraggiare l'economia circolare, ma da sole non sono sufficienti al raddoppio del tasso di circolarità.

Scenari combinati

Quest'ultima sezione presenta la combinazione degli scenari precedenti (Tabella 3) per ottenerne un'indicazione sull'effetto potenziale derivante dall'integrazione delle politiche per raggiungere l'obiettivo di tassi di circolarità più elevati. La Figura 18 mostra il risultato dell'integrazione delle tre politiche, insieme ai valori del tasso di circolarità per il periodo 2005-2021 e i valori raggiunti nei singoli scenari.

Figura 18: Variazioni del tasso di circolarità in base a tre scenari differenti e alla loro combinazione. Italia



Fonte: Elaborazione ISPRA

L'integrazione degli scenari al 2030 ipotizza un sistema produttivo in cui il 90% dei rifiuti trattati sia riciclato; una maggiore efficienza delle risorse che implichi una riduzione del 20% dei consumi di materia rispetto al 2021; l'uso dei combustibili fossili venga dimezzato. Il risultato dell'integrazione di queste politiche comporta un tasso di circolarità che resta 12 punti percentuali al di sotto del *doubling target*.

L'obiettivo ambizioso che combina i tre scenari al 2050 – integrando il riciclaggio fino al 95%; la riduzione del 45% del consumo materiale interno rispetto al 2021; l'azzeramento dei consumi delle risorse fossili – dà luogo a un tasso di circolarità del 38,4%, di poco superiore al

target fissato dal Piano d'azione per l'economia circolare per l'Unione Europea.

Tabella 3: Panoramica degli obiettivi dell'European Green Deal (EGD), del Piano d'azione per l'economia circolare UE (CEAP) e della Strategia nazionale per l'economia circolare (SEC), e scenari corrispondenti per il tasso di circolarità

Scenario	Politica/ Strategia	Situatione attuale e trend passato	Variazioni ipotizzate nello scenario		Parametro del tasso di circolarità modificato
		2021	Obiettivo intermedio - 2030	Obiettivo ambizioso - 2050	
1. Potenziamento del recupero/riciclo di materia: SEC: • creare le condizioni per un mercato delle materie prime seconde in sostituzione delle materie prime tradizionali; • rafforzare e consolidare il principio di Responsabilità Estesa del Produttore; • sviluppare una fiscalità favorevole alla transizione verso l'economia circolare; • rafforzare le azioni mirate all'upstream della circolarità (<i>ecodesign</i>, estensione della durata dei prodotti, riparabilità e riuso, etc.); • sviluppare e diffondere metodi e modelli di valutazione del ciclo di vita dei prodotti e dei sistemi di gestione dei rifiuti e dei relativi effetti ambientali complessivi; • migliorare la tracciabilità dei flussi di rifiuti; CEAP: Titolo 3: Principali catene di valore dei prodotti	SEC, CEAP	Nel 2021 circa l'83 % dei rifiuti trattati è destinata al recupero/riciclo (circa +10 punti percentuali rispetto al 2010)	90% dei rifiuti trattati viene recuperato/riciclato	95% dei rifiuti trattati viene recuperato/riciclato	Uso circolare dei materiali*

Scenario	Politica/ Strategia	Situazione attuale e trend passato	Variazioni ipotizzate nello scenario		Parametro del tasso di circolarità modificato
		2021	Obiettivo intermedio - 2030	Obiettivo ambizioso - 2050	
2. Aumento dell'efficienza delle risorse: SEC: - educare e creare competenze nell'ambito pubblico e privato in materia di economia circolare; - prevedere strumenti e servizi per supportare le imprese, soprattutto le PMI, nell'implementazione di tecnologie, metodologie e approcci finalizzati alla gestione efficiente e sostenibile dei prodotti; - porre le condizioni per l'estensione della durata del prodotto attraverso una sua progettazione ispirata ai principi di modularità e riparabilità. In questa direzione vanno le proposte commerciali di condivisione, di noleggio e di leasing; - potenziare ricerca e sviluppo nel settore dell'eco-efficienza, migliorare la tracciabilità dei beni e risorse nel loro ciclo di vita, così come integrare e rafforzare gli indicatori per misurare il grado di circolarità dell'economia secondo le metodologie LCA, il Carbon Footprint e, in una logica di valutazione dell'economicità di processo, attraverso <i>Key performance indicator</i>; CEAP: Titolo 2: Un quadro strategico in materia di prodotti sostenibili	SEC, CEAP	Nel 2021 la produttività delle risorse è pari a 3,19 euro per kg (in aumento di un fattore 1,4 dal 2000)	Produttività delle risorse pari a 3,92 euro per kg	Produttività delle risorse pari a 6,18 euro per kg	Consumo materiale interno*

Scenario	Politica/ Strategia	Situazione attuale e trend passato	Variazioni ipotizzate nello scenario		Parametro del tasso di circolarità modificato
		2021	Obiettivo intermedio - 2030	Obiettivo ambizioso - 2050	
3. Mitigazione dei cambiamenti climatici: SEC: sviluppare una fiscalità favorevole alla transizione verso l'economia circolare, da realizzarsi sia con la graduale eliminazione dei sussidi dannosi all'ambiente, sia con forme positive di incentivazione delle attività di riparazione dei beni, sia per una loro progettazione più sostenibile; EDG: <i>Fit for 55 package</i>: riduzione del 55% delle emissioni nette di gas serra rispetto al 1990 entro il 2030 e neutralità climatica entro il 2050; CEAP: Titolo 6.1: La circolarità come presupposto per la neutralità climatica	SEC, EGD, CEAP	Circa 125 milioni di tonnellate di combustibili fossili sono consumate nel 2021 (circa il 30% in meno rispetto al 2000)	Riduzione del consumo di combustibili fossili del 50% rispetto al 2021	Consumo di combustibili fossili pari a zero	Consumo materiale interno dei combustibili fossili

* il tasso di circolarità è dato dal rapporto U/M , con U : uso circolare dei materiali; M : uso complessivo di materiali, pari al consumo materiale interno più U

**VERSO
L'INQUINAMENTO ZERO**

■ Quadro di riferimento: politiche e normative

L'obiettivo "inquinamento zero" è trasversale: contribuisce all'Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile e integra l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050 in sinergia con gli obiettivi dell'economia pulita e circolare e del ripristino della biodiversità. È parte integrante del *Green Deal* europeo e di altre iniziative e la Commissione continuerà a inserirlo nelle future iniziative politiche.

Il Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea (TFUE) sancisce i quattro principi su cui è fondata la politica e l'azione ambientale europea, che i Paesi membri devono impegnarsi a rispettare: principi di precauzione e di azione preventiva, principio della correzione in via prioritaria alla fonte del danno, nonché il principio "chi inquina paga" (*polluter pays*). L'assegnazione di un giusto prezzo all'inquinamento e la creazione di incentivi per promuovere le alternative, come previsto proprio da quest'ultimo principio, sono fattori chiave per promuovere una produzione e un consumo più puliti⁵². A questi si aggiunge, il principio DNSH, acronimo di *do not significant harm* (non arrecare danno significativo): introdotto dal Regolamento (UE) 2020/852, il cd. "Regolamento Tassonomia", che mira a coniugare crescita economica e tutela degli ecosistemi⁵³.

Quadro di riferimento delle politiche e normative internazionali ed europee

Aria pulita

La normativa e le politiche dell'UE in materia di aria pulita richiedono un significativo miglioramento della qualità dell'aria dell'UE per potersi avvicinare ai livelli di qualità raccomandati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e ridurre le emissioni dei principali inquinanti atmosferici.

L'inquinamento atmosferico e i suoi effetti sugli ecosistemi e sulla biodiversità dovrebbero essere ulteriormente ridotti con l'obiettivo a lun-

go termine di non superare carichi e livelli critici. Ciò richiede il potenziamento degli sforzi per raggiungere il pieno rispetto della normativa dell'UE sull'aria pulita e la definizione di obiettivi strategici e azioni per il 2030 e oltre. A livello internazionale l'OMS stabilisce gli *standard* di qualità dell'aria globali, basati su considerazioni sanitarie per una serie di inquinanti atmosferici, che sono poi tradotti in impegni di riduzione delle emissioni a livello regionale e di singolo paese.

Gli obiettivi per il 2030 del piano d'azione europeo per l'inquinamento zero consistono nel ridurre del 55% gli impatti dell'inquinamento atmosferico sulla salute e del 25%, rispetto al 2005, gli ecosistemi dell'UE minacciati da inquinamento atmosferico.

Le disposizioni a cui si deve fare riferimento sono racchiuse nella Direttiva 2008/50/CE, per la quale è prevista la valutazione della qualità dell'aria su basi comuni e ottenere informazioni sullo stato della qualità dell'aria assicurando la disponibilità pubblica delle informazioni e promuovendo la cooperazione tra gli Stati Membri, integrata successivamente dalla Decisione 2011/850/EU. Esse fanno riferimento alla concentrazione di quattro sostanze chiave nel determinare la qualità dell'aria: particolato PM₁₀, particolato fine PM_{2,5}, biossido di azoto NO₂ e ozono troposferico O₃.

Per quanto riguarda le emissioni di particolato, vi sono ulteriori riferimenti normativi da considerare per una visione settoriale: la Direttiva (UE) 2015/2193 riguardo alle emissioni originate da impianti di combustione medi stabilisce norme anche per il controllo delle emissioni atmosferiche al fine di ridurre i rischi potenziali per la salute umana e per l'ambiente; la Direttiva 2010/75/UE indica i valori limite di emissione di particolato per combustibili solidi, liquidi e gassosi nei grandi impianti di combustione; il Regolamento CE 715/2007 riguardo all'omologazione ed emissioni di veicoli passeggeri e commerciali leggeri Euro 5 e 6; e il Regolamento CE 595/2009 relativo all'omologazione dei veicoli a motore e dei motori riguardo alle emissioni dei veicoli pesanti.

Infine, la nuova Direttiva NEC 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici (recepita in Italia con il D.Lgs 81/2018), definisce gli impegni nazionali di riduzione delle emissioni rispetto al 2005, applicabili al periodo 2020-2029 e a partire dal 2030.

A queste si aggiungono diversi programmi concernenti il miglioramento della qualità dell'aria come il Programma "Aria pulita" per l'Europa (Bruxelles, 18.12.2013 COM (2013) 918 final), "Un'Europa che protegge: aria pulita per tutti" (Bruxelles, 17.5.2018 COM (2018) 330 final) e "Un percorso verso un pianeta più sano per tutti" Piano d'azione dell'UE: "Verso l'inquinamento zero per l'aria, l'acqua e il suolo" (Bruxelles, 12.5.2021 COM (2021) 400 final).

A fine ottobre 2022 è stata pubblicata, ed è attualmente in fase di negoziato, la proposta al Consiglio di una profonda revisione delle Direttive Europee che prevede in particolare il rispetto entro il 2030 di limiti significativamente più severi di quelli attuali, sia pure ancora leggermente più alti dei valori di riferimento dell'OMS.

Nelle sue valutazioni l'OMS non stabilisce un valore al di sotto del quale non vi sia rischio, ma individua come limite inferiore di esposizione dei valori definiti "Air quality guideline level", termine che può essere inteso come "livello raccomandato a cui tendere": è il livello più basso per il quale è stato osservato un incremento della mortalità totale, di quella per cause cardiopolmonari, e di quella per cancro del polmone, con una confidenza migliore del 95%.

L'OMS ha anche definito degli "*interim target*", cioè dei livelli più alti da considerare, nelle aree particolarmente inquinate, come obiettivi da raggiungere in step successivi, attraverso l'implementazione di politiche di risanamento della qualità dell'aria.

I programmi dell'UE per l'aria pulita hanno stabilito che l'obiettivo a medio-lungo termine si conformi alle linee guida dell'OMS sulla qualità dell'aria, che sono molto più rigorose degli *standard* fissati dalle direttive sulla qualità dell'aria dell'UE e si basano su quanto è ritenuto necessario per garantire la protezione della salute umana. Il pacchetto di politiche per l'aria pulita e il Piano d'azione per l'inquinamento zero mirano a ridurre il numero di decessi prematuri collegati all'inquinamento atmosferico di oltre la metà entro il 2030 rispetto al 2005.

Sostanze chimiche

Il tema delle sostanze chimiche tocca trasversalmente acqua, aria e suolo. La legislazione europea in materia di sostanze chimiche fornisce

una tutela di base per la salute umana e ambientale e garantisce stabilità e prevedibilità alle imprese che operano nel mercato interno.

Nello specifico, il Regolamento REACH 1907/2006/CE concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche, entrato in vigore nel 2007. Si prefigge di colmare le lacune conoscitive sulle sostanze, di promuovere la sostituzione di quelle maggiormente preoccupanti per la salute umana e l'ambiente mediante alternative più sicure e di rendere più efficiente la gestione del rischio. Questo viene fatto in primo luogo assegnando l'onere della sicurezza alle imprese che hanno l'obbligo di fabbricare, immettere sul mercato o utilizzare sostanze che non arrechino danno alla salute umana o all'ambiente.



Il Regolamento 1272/2008/CE relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele pericolose (CLP), entrato in vigore a gennaio del 2009, si basa sul sistema mondiale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche (GHS) delle Nazioni Unite e ha lo scopo di garantire un elevato livello di protezione della salute e dell'ambiente, nonché la libera circolazione di sostanze, miscele e articoli.

La Direttiva 2009/128/CE regola il monitoraggio dei pesticidi nelle acque, al fine di acquisire informazioni sullo stato di qualità della risorsa idrica, di individuare eventuali effetti non previsti adeguatamente nella fase di autorizzazione e non adeguatamente controllati nella fase di utilizzo. I pesticidi, da un punto di vista normativo, comprendono i prodotti fitosanitari (Regolamento 1107/2009/CE), utilizzati per la protezione delle piante e per la conservazione dei prodotti vegetali, e i biocidi (Regolamento 528/2012/UE) impiegati in vari campi di attività (disinfettanti, preservanti, pesticidi per uso non agricolo, ecc.). Il monitoraggio si inserisce nel quadro più ampio della disciplina per la tutela delle acque che, con la Direttiva 2000/60/CE e le direttive derivate, stabilisce *standard* di qualità ambientale per le acque superficiali e sotterranee.

La normativa di riferimento relativa alle specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato chimico delle acque è rappresentata dalla Direttiva 2009/90/CE la quale fissa criteri minimi di efficienza per i metodi di analisi e stabilisce le regole per comprovare la qualità dei risultati delle analisi. L'analisi delle tendenze di contaminazione risponde a quanto predisposto dalla Direttiva 2009/128/CE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi e che definisce un Piano di azione nazionale.

Per quanto riguarda i prodotti fitosanitari chimici, i riferimenti al loro utilizzo e rischio sono contenuti nel quadro del *Green Deal* europeo (COM(2019) 640 final), con cui la Strategia *Farm to Fork* è stata emanata con la Comunicazione della Commissione (COM(2020) 381 final) al Parlamento, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. La Strategia pone due obiettivi di riduzione dei pesticidi chimici in ambito agricolo da perseguire entro il 2030. Al fine di misurare i progressi verso il loro raggiungimento di riduzione, la Commissione ha sviluppato due indicatori: andamento dell'uso e del rischio dei pesticidi chimici e andamento dell'uso dei pesticidi più pericolosi. La procedura per il calcolo si basa sulla metodologia utilizzata per l'indicatore di rischio armonizzato (HRI-1) stabilito con la Direttiva (EU) 2019/782 (Indicatori di rischio armonizzato (HRI)). I pesticidi più pericolosi sono prodotti fitosanitari contenenti una o più sostanze attive approvate come "candidate alla sostituzione" ai sensi dell'Articolo 24 del Regolamento 1107/2009/CE ed elencati nella parte E dell'allega-

to del Regolamento di esecuzione 540/2011/UE, o contenenti una o più sostanze attive elencate nell'allegato del Regolamento di esecuzione 2015/408/UE.

L'UE intende garantire che le sostanze chimiche siano prodotte e impiegate con modalità in grado di ridurre al minimo gli effetti negativi significativi sulla salute umana e sull'ambiente. Nell'ottobre 2020 la Commissione ha pubblicato la Strategia in materia di sostanze chimiche sostenibili, dal titolo "Verso un ambiente privo di sostanze tossiche"⁵⁴, che ha portato ad alcuni cambiamenti sistemici nella legislazione dell'UE che le disciplina. La strategia persegue l'ambizione dell'UE di conseguire l'obiettivo "inquinamento zero", un impegno chiave del *Green Deal* europeo.

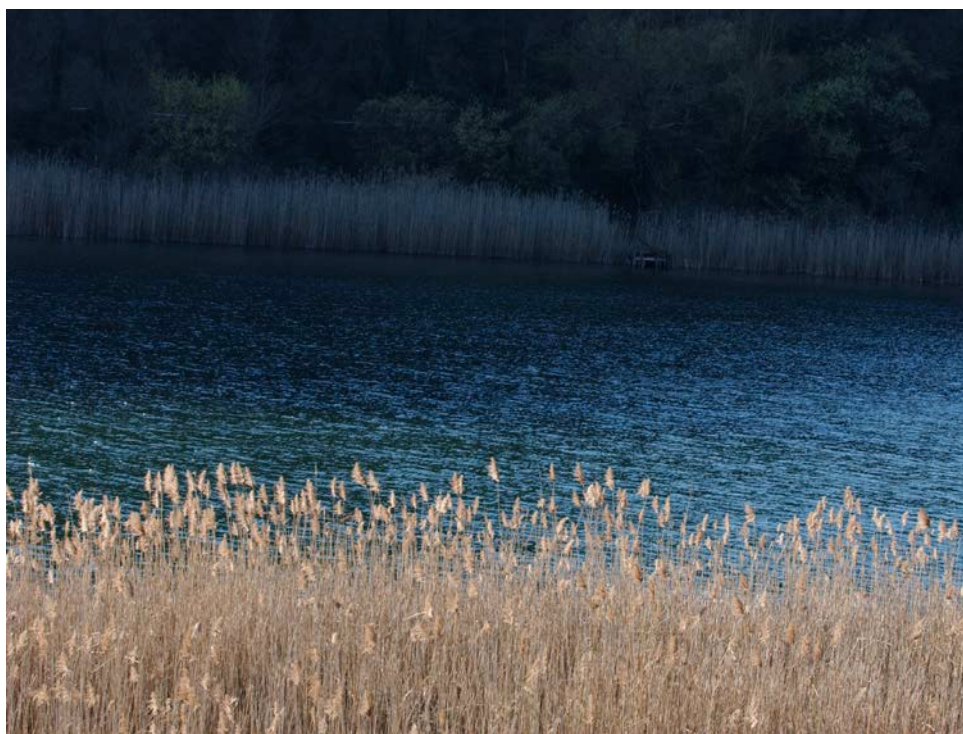
Qualità e gestione delle risorse idriche

La normativa e le politiche dell'UE in materia impongono una notevole diminuzione dell'impatto delle pressioni sulle acque superficiali interne, di transizione, marino costiere e sotterranee. Raggiungere e mantenere un buono stato dei corpi idrici come definito dalla Direttiva quadro sulle acque, oppure migliorarlo, garantirà ai cittadini dell'UE la possibilità di beneficiare di *standard* elevati per l'acqua potabile, le acque di balneazione, e per la qualità di tutte le acque in generale così come una gestione del ciclo dei nutrienti (azoto e fosforo) più sostenibile ed efficiente sotto il profilo delle risorse.

La Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE costituisce l'elemento portante della politica europea in materia di acque, successivamente aggiornata dalla Direttiva 2013/39/UE per quanto riguarda le sostanze prioritarie, la quale ne aggiunge 12 da considerare per la valutazione dello stato chimico delle acque al 2027.

Per una visione più ampia della materia, è necessario considerare anche la Direttiva sui limiti di qualità per la protezione delle acque sotterranee (Direttiva 2014/80/UE) che modifica l'allegato II della Direttiva 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento; le Direttive sugli *standard* di qualità ambientale per le acque superficiali 2008/105/CE e 2013/39/UE; la Direttiva sulle alluvioni 2007/60/CE; la Direttiva sulle acque di balneazione 2006/7/CE; la Direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane 91/271/CEE;

la Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino 2008/56/CE; la Direttiva sulle emissioni industriali (IED) 2010/75/UE; il nuovo Regolamento sulle prescrizioni minime per l'utilizzo dell'acqua 2020/741/UE. Infine, la nuova Direttiva sull'acqua potabile 2020/2184/UE mira a introdurre norme per la protezione della salute umana dagli effetti negativi derivanti dalla contaminazione delle acque destinate al consumo umano, garantendone "la salubrità e la pulizia". Essa promuoverà una maggiore tutela della salute umana grazie a *standard* di qualità dell'acqua più rigorosi, contrastando gli inquinanti che destano preoccupazioni, quali gli interferenti endocrini e le microplastiche, il che comporterà la disponibilità per tutti di acqua corrente potabile e una minore necessità di utilizzare acqua commerciale in bottiglia di plastica.



Per giunta è necessario considerare parte integrante della protezione e della qualità dell'acqua la Direttiva sui nitrati 91/676/CEE, che tratta il tema della protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole e gli orientamenti applicativi della medesima.

Tutte queste normative definiscono il quadro europeo per una gestione idrica sostenibile e integrata, che mira a un elevato livello di protezione delle risorse idriche, alla prevenzione di un ulteriore deterioramento e al ripristino del buono stato ambientale.

Di fatto, l'azione cruciale consisterà quindi in un'attuazione rigorosa da parte dei Paesi membri della normativa in materia di acque. La Commissione intende in particolare assicurare che gli Stati Membri promuovano un consumo idrico sostenibile ed efficiente, scoraggino l'inquinamento idrico e adottino una fatturazione idrica socialmente equa a tutti gli utenti e a tutti coloro che inquinano le risorse idriche, ivi comprese l'industria, l'agricoltura e i consumatori domestici, utilizzando al meglio le entrate per investimenti sostenibili.

Quadro di riferimento delle politiche e normative nazionali

Aria pulita

Nonostante in Italia le emissioni dei principali inquinanti siano diminuite in modo significativo e la crescita del PIL sia proseguita, la qualità dell'aria in Italia continua a destare profonde preoccupazioni e le stime dell'Agenzia europea dell'ambiente continuano a registrare decine di migliaia decessi prematuri attribuibili alle concentrazioni di particolato fine, ozono e biossido di azoto⁵⁵.

La normativa nazionale di riferimento per la tutela dell'aria e la riduzione delle emissioni in atmosfera è il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 ("Norme in materia ambientale", parte quinta). Il Decreto è stato successivamente aggiornato dal D.Lgs.128/2010 e ha subito ulteriori modifiche a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 4 marzo 2014, n. 46 sugli impianti industriali, che attua la direttiva 2010/75/CE. La nuova Direttiva NEC 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio (recepita con il Decreto legislativo 81 del 2018), concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, definisce gli impegni nazionali di riduzione delle emissioni rispetto al 2005, applicabili dal 2020 al 2029 e a partire dal 2030: rispettivamente del 10% e del 40%.

Relativamente alla qualità dell'aria, il D.Lgs 155/2010 recepisce a livello nazionale la Direttiva 2008/50/CE. Tale Decreto consente a regioni e province autonome la valutazione e la gestione della qualità dell'aria. I valori di tale atto normativo rappresentano gli obiettivi di qualità dell'aria da perseguire per prevenire, evitare, e ridurre gli effetti nocivi per la salute umana nel suo complesso e per la salvaguardia dell'ambiente.

I valori di riferimento per il PM10 ammontano, per il periodo di mediazione di 24 ore, a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il periodo di mediazione di un anno civile.

Per il PM2,5, per il periodo di mediazione di un anno civile il valore limite è di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per il NO_2 , per il periodo di mediazione di un'ora il valore limite è di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile, e per il periodo di mediazione di un anno civile il valore limite è di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per l' O_3 , l'obiettivo a lungo termine è di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La Commissione Europea ha dato seguito alle violazioni persistenti degli *standard* della qualità dell'aria, che hanno gravi effetti negativi sulla salute dell'uomo e sull'ambiente, attraverso l'attivazione di diverse procedure di infrazione nei confronti dell'Italia⁵⁶. L'obiettivo è la messa in atto di misure appropriate per assicurare la conformità di tutte le zone agli *standard* di qualità dell'aria. A tal proposito, gli accordi tra governo e le regioni per la gestione dell'inquinamento atmosferico sono considerati uno degli strumenti più efficienti in materia. Il Paese si è avvalso del programma LIFE e del progetto integrato PrepAIR, che valuta la qualità dell'aria nella Pianura Padana.

Per il conseguimento degli *standard* prefissati, sono state individuate le seguenti azioni prioritarie:

- intraprendere azioni nel quadro del programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico al fine di ridurre le emissioni;
- garantire il pieno rispetto degli *standard* di qualità dell'aria dell'UE, mantenere la riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici, ridurre gli impatti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla salute e sull'economia al fine di conseguire in futuro i valori guida dell'OMS;
- accelerare la ratifica del Protocollo modificato di Göteborg, del protocollo sui metalli pesanti e del protocollo sugli inquinanti organici

persistenti ai sensi della Convenzione sull'inquinamento atmosferico della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE).

Sostanze chimiche

Il monitoraggio dei pesticidi nelle acque viene eseguito nel rispetto dei compiti stabiliti dal Piano di Azione Nazionale (Decreto ministeriale n. 35 del 22 gennaio 2014) ai sensi della Direttiva 2009/128/CE sull'uso sostenibile dei pesticidi, al fine di acquisire informazioni sullo stato di qualità della risorsa idrica, di individuare eventuali effetti non previsti adeguatamente nella fase di autorizzazione e non adeguatamente controllati nella fase di utilizzo.

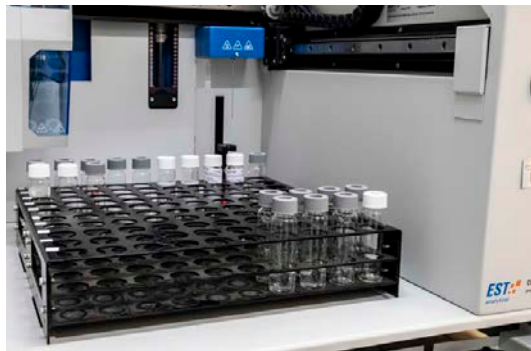
I pesticidi, da un punto di vista normativo, comprendono i prodotti fitosanitari (Regolamento CE 1107/2009), utilizzati per la protezione delle piante e per la conservazione dei prodotti vegetali e i biocidi (Regolamento. UE 528/2012) impiegati in vari campi di attività (disinfettanti, preservanti, pesticidi per uso non agricolo, ecc.). In alcuni casi i due tipi di prodotti utilizzano gli stessi principi attivi. Il monitoraggio si inserisce nel quadro più ampio della disciplina per la tutela delle acque, che con la Direttiva 2000/60/CE e le direttive derivate, stabilisce *standard* di qualità ambientale per le acque superficiali (Direttiva 2008/105/CE e Direttiva 2013/39/UE, recepita in Italia con il D.Lgs. 172/15) e i limiti di qualità per la protezione delle acque sotterranee (Direttiva 2006/118/CE recepita con il D.Lgs. 30/09).

La normativa di riferimento relativa alle specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato chimico delle acque è rappresentata dalla Direttiva 2009/90/CE (recepita in Italia con il D.Lgs. 260/2010), la quale fissa criteri minimi di efficienza per i metodi di analisi e stabilisce le regole per comprovare la qualità dei risultati delle analisi.

L'analisi delle tendenze di contaminazione risponde a quanto predisposto dalla Direttiva 2009/128/CE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi e che definisce un Piano di azione nazionale. Il Piano, attuato con Decreto Ministeriale n. 35 del 22 gennaio 2014, prevede una serie di indicatori, tra cui alcuni specifici per la tutela dell'ambiente acquatico, a cui si fa riferimento. Gli indicatori sono contenuti nel Decreto Interministeriale del 15 luglio

2015 che definisce le modalità di raccolta ed elaborazione dei dati per l'applicazione degli indicatori previsti dal Piano d'Azione nazionale.

Le norme principali di riferimento relative alla sicurezza nella gestione delle sostanze chimiche sono il Regolamento REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) e il Regolamento CLP (*Classification, Labelling and Packaging*). L'Italia ha attuato le strategie di applicazione dei Regolamenti REACH e CLP, la cui verifica spetta al Ministero della Salute, alla Direzione Generale della prevenzione sanitaria, nonché alle regioni e province autonome. Di norma, le violazioni del Regolamento REACH sono classificate come reati amministrativi ambientali gravi o molto gravi. Se l'infrazione è sufficientemente grave, l'autorità competente può decidere di irrogare ulteriori sanzioni oltre alle ammende e, nel caso fosse necessario, disporre il sequestro provvisorio di beni e documenti.



In Italia il D.Lgs. 133/2009 regola la disciplina sanzionatoria del Regolamento REACH 1907/2006/CE; tra i Paesi europei l'Italia ha una delle percentuali più basse di casi di non conformità⁵⁷.

Qualità e gestione delle risorse idriche

La normativa nazionale ha come riferimento principale il Decreto Legislativo 152/2006 ss.mm.ii. che recepisce la Direttiva 2000/60 e Direttive successive che la modificano in parte ed è relativa alle acque superficiali interne, di transizione, marino costiere e sotterranee.

Con particolare riguardo alle acque sotterranee bisogna fare riferimento anche al D.Lgs. 30/2009, che attua la Direttiva 2006/118/CE, fissando gli *standard* di protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

Il D.Lgs. 219/2010 attua la Direttiva 2008/105/CE relativa agli *standard* di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, introducen-

do specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.

La Direttiva Alluvioni viene recepita in Italia dal D.Lgs. 49/2010 riguardante la valutazione e la gestione del rischio; la Direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione è recepita dal D.Lgs. 116/2008 e attuata con Decreto del Ministero della Salute 30 marzo 2010; la Direttiva che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino è recepita dal Decreto Legislativo 190/2010.

La prevenzione e riduzione dell'inquinamento da emissioni industriali nelle acque è contenuta nel D.Lgs. 53/2014. Per quanto riguarda invece la nuova Direttiva sull'acqua potabile, è stata recepita dal D.Lgs. 18/2023 finalizzato a stabilire i concetti di igiene per i materiali che entrano in contatto con le acque potabili, per i reagenti chimici e materiali filtranti attivi o passivi, introdurre un approccio di valutazione e gestione del rischio efficace ai fini della prevenzione sanitaria, migliorare l'accesso equo per tutti all'acqua potabile sicura e assicurare la comunicazione tra le autorità competenti.

Per quanto riguarda la Direttiva Nitrati viene attuata da D.Lgs. 152/2006. Inoltre, il Decreto Ministeriale 25 febbraio 2016 "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue, nonché per la produzione e l'utilizzazione agronomica del digestato", apporta un ulteriore contributo al suo rispetto e realizzazione.

Le azioni prioritarie individuate per la gestione delle risorse idriche sono:

- valutare le nuove modifiche fisiche dei corpi idrici in linea con l'art.4, paragrafo 7, della Direttiva quadro sulle acque esaminando le opzioni alternative e le opportune misure di mitigazione;
- proseguire gli sforzi tesi a ridurre ulteriormente l'inquinamento delle acque sotterranee causato dai nitrati da fonti agricole e includere stazioni di monitoraggio delle acque sotterranee inquinate o a rischio e delle zone che scaricano in acque eutrofiche quando la pressione agricola è significativa;
- ultimare l'attuazione della direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane per tutti gli agglomerati costruendo le infrastrutture necessarie.

■ Stato, prospettive e scenari

Verso l'inquinamento zero in sintesi

La normativa e le politiche in materia di aria pulita richiedono un significativo miglioramento della qualità dell'aria per potersi avvicinare ai livelli di qualità raccomandati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità e ridurre le emissioni dei principali inquinanti atmosferici.

In Italia negli ultimi anni le emissioni dei principali inquinanti atmosferici sono diminuite significativamente (1990-2021: PM10 -41,9%; PM2,5 -37%), con conseguente miglioramento della qualità dell'aria; ciononostante, i problemi di qualità dell'aria persistono a causa delle concentrazioni di inquinanti atmosferici ancora troppo elevate.

L'obiettivo ad oggi è ridurre i livelli dei principali inquinanti in modo sostanziale cercando di allinearci, entro il 2030, agli ambiziosi traguardi indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Tra il 2012 e il 2021 la concentrazione di PM10 è diminuita in media del 2,3% annuo. Nel 2021, è stato registrato un superamento del valore limite annuale, nello 0,2% dei casi, e il valore limite giornaliero nel 22% dei casi. Mentre risultano superati nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio sia il valore di riferimento annuale dell'OMS (91% dei casi), sia quello giornaliero (91% dei casi).

Le stime sanitarie più accreditate attribuiscono una porzione significativa di morti premature e riduzione della speranza di vita legate all'esposizione agli inquinanti atmosferici. Da un'analisi dei dati della popolazione esposta ai diversi inquinanti è risultato che, nel 2020 il 96% è stato esposto a livelli superiori del valore guida dell'OMS fissato per il PM10; il 100% è stato esposto a livelli superiori al valore guida dell'OMS fissato per il PM2,5 l'83% è stato esposto a livelli superiori al valore guida dell'OMS fissato per il NO₂; il 100% è stato esposto a livelli superiori al valore guida dell'OMS fissato per l'ozono.

La situazione resta critica, nonostante, si evidenzia tra il 2016 e 2020, per tutti e 4 gli inquinanti una tendenza alla riduzione dei livelli di esposizione non attribuibile agli effetti del *lockdown* ma legata principalmente alla riduzione delle emissioni da traffico.

In tema di sostanze chimiche, l'UE intende garantire, che siano prodotte e impiegate con modalità in grado di ridurre al minimo gli effetti negativi significativi sulla salute umana e sull'ambiente.

Tra queste troviamo i prodotti fitosanitari (noti anche come pesticidi) che proteggono le colture agricole da parassiti e da malattie. Una volta immessi nell'ambiente i pesticidi possono migrare nel suolo, nell'acqua e nell'aria, contribuendo all'inquinamento ambientale e mettendo a rischio gli ecosistemi e la biodiversità.



Nel 2021, in Italia sono state immesse in commercio circa 116,4 mila tonnellate di prodotti fitosanitari, con una sensibile diminuzione rispetto al 2011, dovuta a un più cauto impiego delle sostanze chimiche in agricoltura, dell'adozione di tecniche di difesa fitosanitaria a minore impatto e dell'aumento dell'agricoltura biologica.

Un ulteriore problema dell'uso dei pesticidi è il loro ritrovamento nelle acque superficiali e sotterranee. Nel 2020 le concentrazioni misurate di pesticidi hanno superato i limiti di qualità ambientale previsti dalle normative (30,5% dei siti di monitoraggio per le acque superficiali e 5,4% di quelli per le acque sotterranee).

La normativa e le politiche dell'UE in materia di acqua impongono una notevole diminuzione dell'impatto delle pressioni sulle acque di transizione, costiere, superficiali e sotterranee.

Il terzo ciclo di monitoraggio delle acque (2016-2021) per quanto riguarda i fiumi, mostra, a livello nazionale, un aumento, rispetto al sessennio precedente (2010-2015), dei corpi idrici classificati in stato chimico buono (78%), e una forte diminuzione della percentuale dei corpi idrici non classificati (9%). Per i laghi la situazione è simile ai fiumi: crescita netta dei corpi idrici in stato buono (69%), e diminuzione dei corpi idrici non classificati (20%).

A livello nazionale, lo stato ecologico delle acque superficiali interne - fiumi e laghi - raggiunge l'obiettivo buono e superiore per il 43% dei corpi idrici, solo il 10% dei corpi idrici è ancora in uno stato sconosciuto.

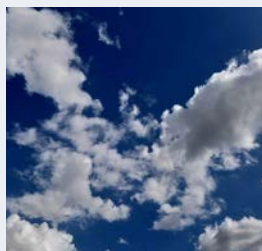


Relativamente ai corpi idrici sotterranei, nel sessennio 2016-2021, il 70% è in stato chimico “buono”, mentre il 27% risulta “scarso” e solo un’esigua percentuale di corpi idrici ancora risulta “non classificata”.

Si definisce, invece, un corpo idrico sotterraneo in stato quantitativo buono se il livello delle acque sotterranee è tale che la media annua dei prelievi per attività antropiche a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili, non vi siano danni alle acque superficiali e agli ecosistemi connessi e non si verifichi intrusione salina o contaminazione di altro genere. Il 79% dei corpi idrici sotterranei è in buono stato quantitativo, il 19% è “scarso” e solamente il 2% non è ancora classificato, percentuale in forte diminuzione rispetto al precedente sessennio (24,6%).

Lo stato chimico delle acque marino costiere italiane, nel sessennio 2016-2021, è risultato in stato buono nel 51% dei corpi idrici marino costieri, non raggiungendo ancora l’obiettivo previsto dalla normativa e risultando eterogeneo a livello territoriale. Tale disomogeneità si esprime sia a livello di numero di corpi idrici identificati per distretto sia per classificazione.

Ai fini del raggiungimento del “Buono Stato Ambientale”, la Strategia Marina indica che i rifiuti marini devono essere a un livello tale da non provocare rilevanti impatti sull’ecosistema costiero e marino (20 rifiuti totali ogni 100 m). In Italia, nel 2021, tale valore è risultato pari a 273 (valore mediano), in calo rispetto agli anni precedenti ma ancora nettamente superiore agli obiettivi prefissati.



Nel 2021, nel quadro del piano di azione europeo "verso l'inquinamento zero per l'aria, l'acqua e il suolo" la Commissione Europea ha proposto l'obiettivo di ridurre di oltre il 55% gli impatti sulla salute dell'inquinamento atmosferico entro il 2030 e di allineare gli attuali standard di qualità dell'aria alle più stringenti raccomandazioni dell'OMS.

Nel quadro europeo, l'Italia con il bacino padano, rappresenta ancora una delle aree dove l'inquinamento atmosferico è più rilevante.

L'inquinamento atmosferico: da dove arriva e su chi impatta

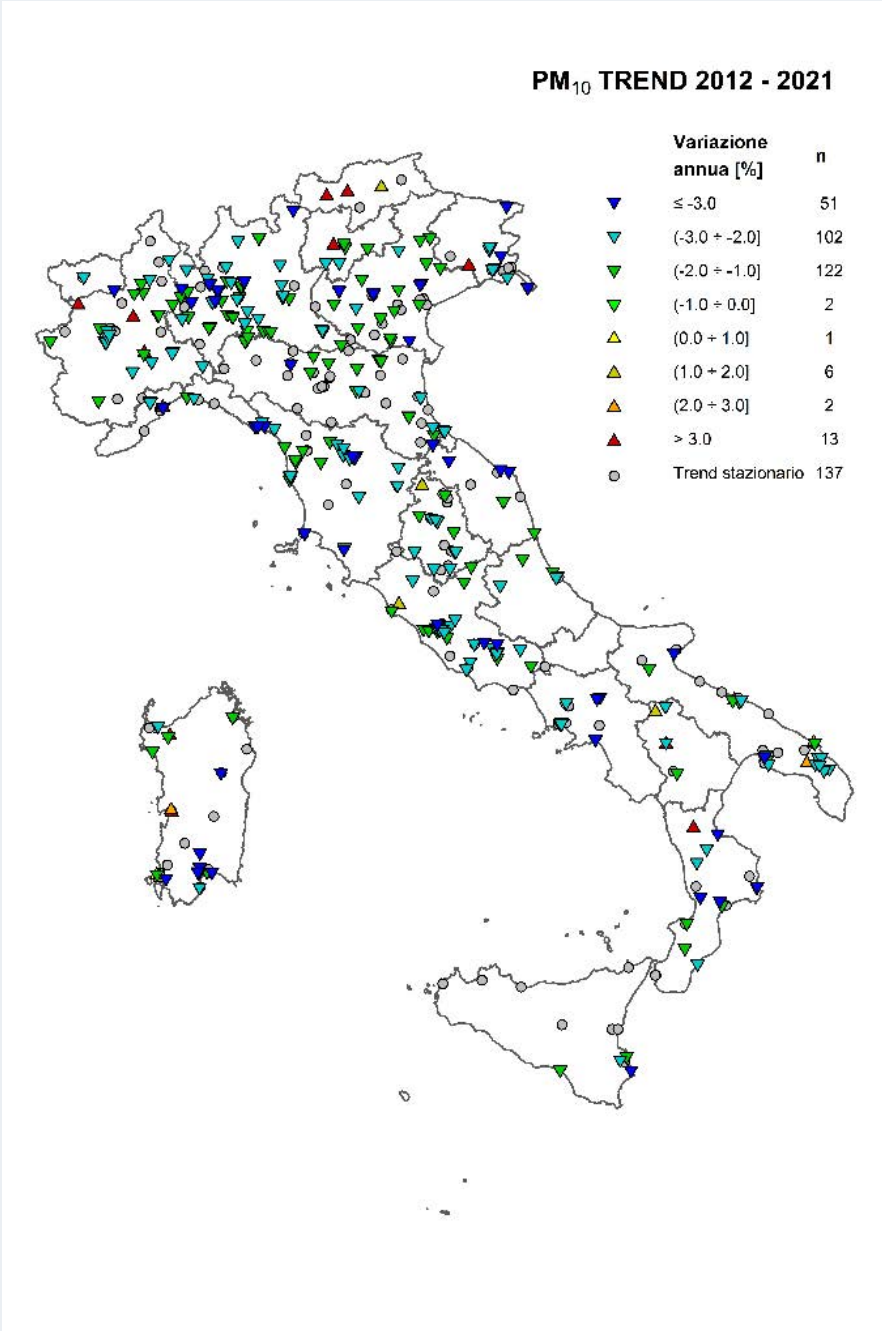
L'inquinamento atmosferico, insieme a dieta e fumo di tabacco, rappresenta uno dei principali fattori di rischio ambientale per la salute umana.

È stato dimostrato che sussiste una relazione causale tra i livelli di esposizione e la mortalità generale, l'insorgenza di patologie cardio-respiratorie acute e croniche, l'insorgenza del tumore polmonare.

Gli inquinanti di grande interesse per la salute pubblica, ritenuti dunque prioritari, tenendo conto dei loro effetti e dell'entità delle loro emissioni in atmosfera, sono alcuni gas (biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio, ozono), una grande varietà di composti organici volatili e l'aerosol, una sospensione di particelle solide o liquide disperse in aria, di diversa dimensione e composizione in funzione della loro origine (PM10 e PM2,5).

L'inquinamento atmosferico danneggia sia la salute umana sia l'ambiente. In Italia, le emissioni di molti inquinanti atmosferici sono diminuite notevolmente negli ultimi decenni, come le emissioni di particolato PM10 che dal 1990 al 2021, si sono ridotte del 41,9%, seguite dalle emissioni di PM2,5 (-37%) con conseguente miglioramento della qualità dell'aria; tuttavia, le concentrazioni di inquinanti atmosferici sono ancora troppo elevate e i problemi di qualità dell'aria persistono. Questo si verifica anche perché il rapporto tra emissioni (ciò che esce dai tubi di scappamento delle automobili o dai camini di case e industrie) e le concentrazioni in atmosfera degli inquinanti (che descrivono la qualità dell'aria che effettivamente respiriamo) non è generalmente diretto e lineare: la concentrazione di tali inquinanti dipende infatti, oltre che dal carico emissivo, da altri fattori, quali il tempo atmosferico o le reazioni chimiche fra altre specie inquinanti.

Figura 19: PM10 - Variazione percentuale media annua stimata della concentrazione presso le 436 stazioni analizzate (2012-2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati SNPA

L'obiettivo oggi è ridurre i livelli dei principali inquinanti in modo sostanziale, ben al di sotto degli attuali limiti di legge, cercando di avvicinare entro il 2030 gli ambiziosi traguardi indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nella recente revisione delle linee guida sul tema. Tra il 2012 e il 2021 la concentrazione di PM10 (particolato di dimensioni pari o inferiori a 10 *micron*) è diminuita in quasi tre quarti delle stazioni di monitoraggio, con una riduzione media annuale del 2,3%. Nel 2021, è stato registrato un superamento del valore limite annuale (pari allo 0,2% dei casi).

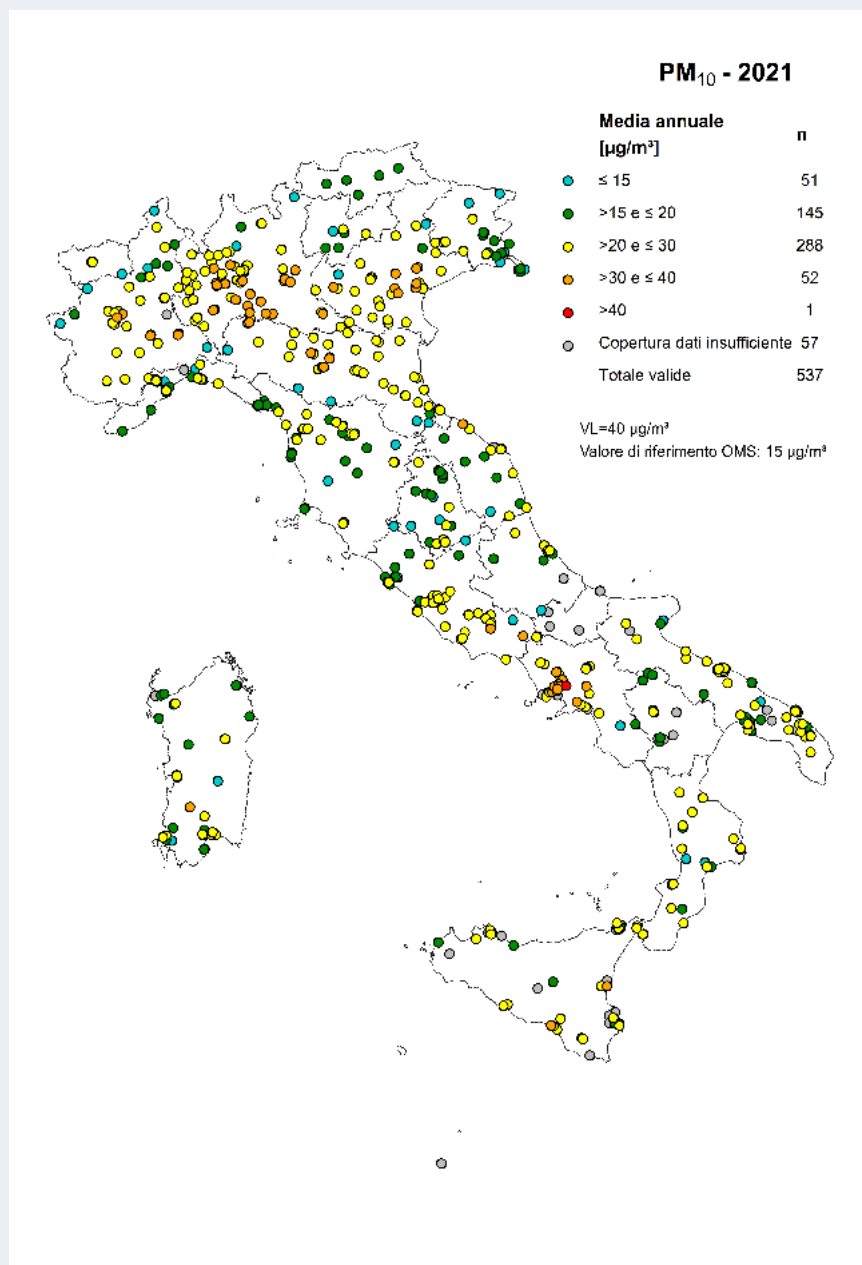
Il valore limite giornaliero è stato superato in 118 stazioni (pari al 22% dei casi) in larga parte situate nel bacino padano e in alcune aree urbane del Centro - Sud. Risultano infine superati nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio sia il valore di riferimento annuale dell'OMS (91% dei casi), sia quello giornaliero (91% dei casi).

Le stime sanitarie più accreditate attribuiscono una porzione significativa di morti premature e riduzione della speranza di vita legate all'esposizione agli inquinanti atmosferici. Da un'analisi dei dati, nel 2020, della popolazione esposta ai diversi inquinanti è risultato che: per il PM10 il 96% della popolazione è stata esposta a livelli superiori del valore guida dell'OMS (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); per il PM2,5 il 100% della popolazione è stato esposto a livelli superiori al valore guida dell'OMS (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); per il NO₂ l'83% della popolazione è stato esposto a livelli superiori al valore guida dell'OMS (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); per l'ozono il 100% della popolazione è stato esposto a livelli superiori al valore guida dell'OMS (60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media della distribuzione dei massimi giornalieri delle medie mobili di 8 ore nel periodo che va da aprile a settembre).

Nonostante si evidenzino per tutti e 4 gli inquinanti nel periodo 2016- 2020 una tendenza alla riduzione dei livelli di esposizione non attribuibile agli effetti del *lockdown*, ma legata principalmente alla riduzione delle emissioni da traffico, la situazione resta critica.

I settori su cui i piani nazionali e internazionali prevedono di agire sono quelli della produzione energetica, del riscaldamento civile, dei trasporti, dell'efficienza energetica degli edifici, dell'agricoltura e della zootecnia. È fondamentale che le azioni individuate per ridurre l'inquinamento atmosferico siano coerenti e sinergiche con quelle necessarie per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici e siano perseguite sia a livello locale sia regionale e nazionale.

Figura 20: PM₁₀ - Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute (2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati SNPA



La percentuale delle irregolarità dei residui di prodotti fitosanitari nelle matrici alimentari si mantiene al di sotto dell'1% nei campioni analizzati. Nel rapporto del Ministero della Salute del 2023, su dati del 2020, emerge che su 8.410 campionamenti, il 67 % non presenta alcun residuo e una percentuale di questi, molto esigua (0,96%) è risultata non conforme, contro il 3,6% della media europea. Tutti regolari sono risultati i cibi per la prima infanzia.

L'uso dei pesticidi: strategie per il contenimento dei rischi

I prodotti fitosanitari (noti anche come pesticidi) proteggono le colture agricole da parassiti e da malattie causate da patogeni. Oltre ai prodotti fitosanitari impiegati in agricoltura, i pesticidi comprendono anche i biocidi, i quali, in alcuni casi utilizzano le stesse sostanze attive.

Essendo concepiti per combattere organismi ritenuti dannosi, i pesticidi possono comportare effetti negativi per tutte le forme di vita. Una volta immessi nell'ambiente, in funzione delle caratteristiche molecolari, delle condizioni di utilizzo e di quelle del territorio, i pesticidi possono migrare nel suolo, nell'acqua e nell'aria, contribuendo all'inquinamento ambientale e mettendo a rischio gli ecosistemi e la biodiversità.

Possono quindi essere compromessi servizi ecosistemici importanti come la fertilità dei suoli, l'impollinazione, o la fitodepurazione delle acque. Inoltre, la presenza di residui di pesticidi nei prodotti agricoli, ma anche nei prodotti derivati dagli animali da allevamento e nell'acqua potabile, può rappresentare un rischio per la salute dell'uomo.

Poiché si tratta di sostanze che svolgono una funzione importante nel garantire la produzione e la qualità dei prodotti agricoli, ma possono costituire un rischio per la salute dell'uomo e per gli ecosistemi, con un impatto nell'immediato e a lungo termine, il loro uso si fonda su un difficile compromesso ed è regolato da normative europee molto stringenti.

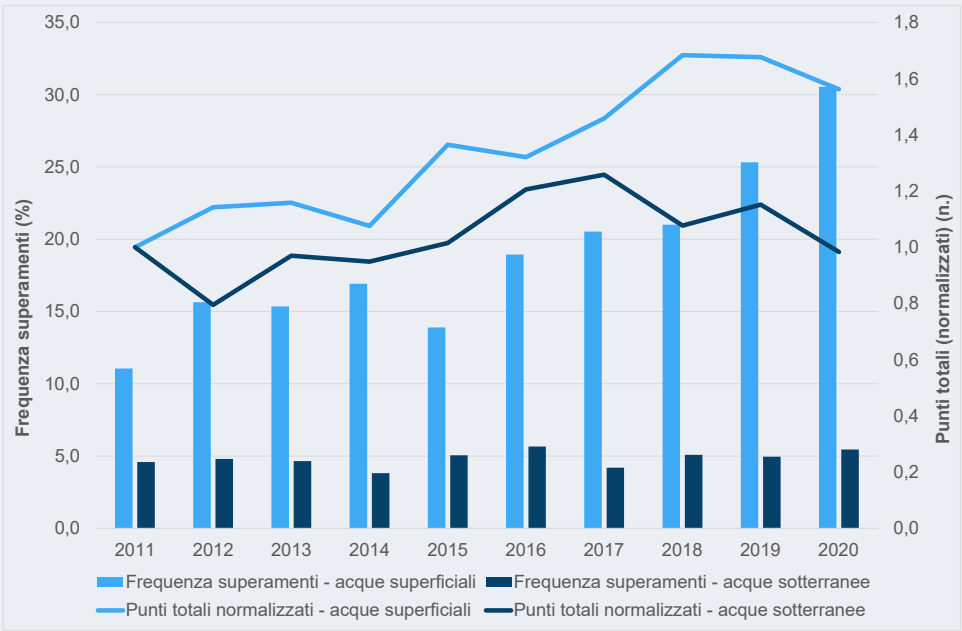
Nel 2021, in Italia sono state immesse in commercio circa 116,4 mila tonnellate di prodotti fitosanitari, con un contenuto di principi attivi pari a circa 50,3 mila tonnellate, i cui quantitativi distribuiti per unità di superficie trattabile a livello nazionale sono circa 3,5 kg di fungicidi per

ettaro, 0,5 kg/ha di insetticidi e acaricidi, 0,6 kg/ha di erbicidi e 1,1 kg/ha di vari.

Dal 2011 al 2021 si è verificata una sensibile diminuzione delle quantità messe in commercio, indice di un più cauto impiego delle sostanze chimiche in agricoltura, dell'adozione di tecniche di difesa fitosanitaria a minore impatto e dell'aumento dell'agricoltura biologica.

Un problema importante dell'utilizzo dei pesticidi è il loro ritrovamento nelle acque superficiali e sotterranee.

Figura 21: Superamenti degli Standard di Qualità Ambientali (SQA) nei punti di monitoraggio



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle Regioni, Province autonome, ARPA/APPA

Note: La frequenza dei superamenti rappresenta la percentuale dei punti di monitoraggio in cui la concentrazione media dei pesticidi supera gli SQA. Il numero dei punti di monitoraggio è normalizzato all'anno di inizio del trend e corrisponde a 1.176 per le acque superficiali, 2.595 per le acque sotterranee

Nel 2020 le concentrazioni misurate di pesticidi hanno superato i limiti di qualità ambientale previsti dalle normative nel 30,5% dei siti di monitoraggio per le acque superficiali e nel 5,4% di quelli per le acque sotterranee. La contaminazione rilevata è ancora sottostimata, a causa delle difficoltà tecniche e metodologiche, anche se negli anni l'efficacia del monitoraggio sta migliorando in relazione alla copertura territoriale, al numero di campioni analizzati e alle sostanze cercate.



Un "forte impulso a transitare verso un'agricoltura più sostenibile" è individuato nell'ambito del *Green Deal* europeo da due strategie chiave: "Biodiversità 2030" e "Dal produttore al consumatore" (*Farm to fork*), e dal "Piano d'azione verso l'inquinamento zero". La Commissione si è impegnata ad agire per ridurre del 50% l'uso e il rischio complessivo dei pesticidi chimici entro il 2030 e ridurre del 50% l'uso dei pesticidi più pericolosi.

Nel 2020, gli indicatori finalizzati a misurare i progressi compiuti verso tali obiettivi di riduzione segnalano nell'UE una diminuzione dell'uso e del rischio dei pesticidi chimici del 14% rispetto al periodo di riferimento 2015-2017, mentre per l'Italia tale riduzione ammonta al 27%. Per quanto riguarda l'uso dei pesticidi più pericolosi l'andamento mostra una riduzione del 26% per l'UE e del 21% per l'Italia, rispetto al triennio 2015-2017.



In linea generale le proposte a livello europeo hanno come obiettivo comune:

- ridurre l'uso e i rischi dei pesticidi chimici, in particolare quelli che contengono sostanze attive più pericolose;
- incrementare l'applicazione e il rispetto della difesa integrata;
- promuovere l'uso di alternative meno pericolose e non chimiche per il controllo delle specie nocive.

L'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari è quindi complementare alla promozione dell'agricoltura biologica e al raggiungimento dell'obiettivo della Strategia "Dal produttore al consumatore" di destinare almeno il 25% della superficie agricola dell'Unione ad agricoltura biologica entro il 2030.

In particolare, secondo l'ultima revisione Eurostat, nel 2021 l'Italia si pone con il 16,8% di superficie agricola destinata a biologico al 4° posto nell'Europa (27), mentre nel complesso l'UE 27 detiene circa il 10%.



Sia a livello nazionale sia di distretto, per quanto riguarda i fiumi e laghi, si registra un generale aumento, rispetto al ciclo precedente, dei corpi idrici classificati in stato chimico buono e una riduzione dei corpi idrici non classificati. Rimangono comunque, per qualche distretto, percentuali significative di corpi idrici in stato chimico non buono e non ancora classificati.

■ Acque superficiali: lo stato dei fiumi e dei laghi italiani

Le acque dolci sono una risorsa di straordinaria importanza, poiché sono essenziali sia per molti ecosistemi naturali sia per moltissime attività umane. Circa i 2/3 della superficie terrestre sono ricoperti di acqua, elemento costitutivo di ogni organismo vivente, compreso l'essere umano. Ma sono anche una risorsa da tempo "sotto pressione". L'Italia è caratterizzata da circa 6.900 corpi idrici fluviali e quasi 350 corpi idrici lacustri.

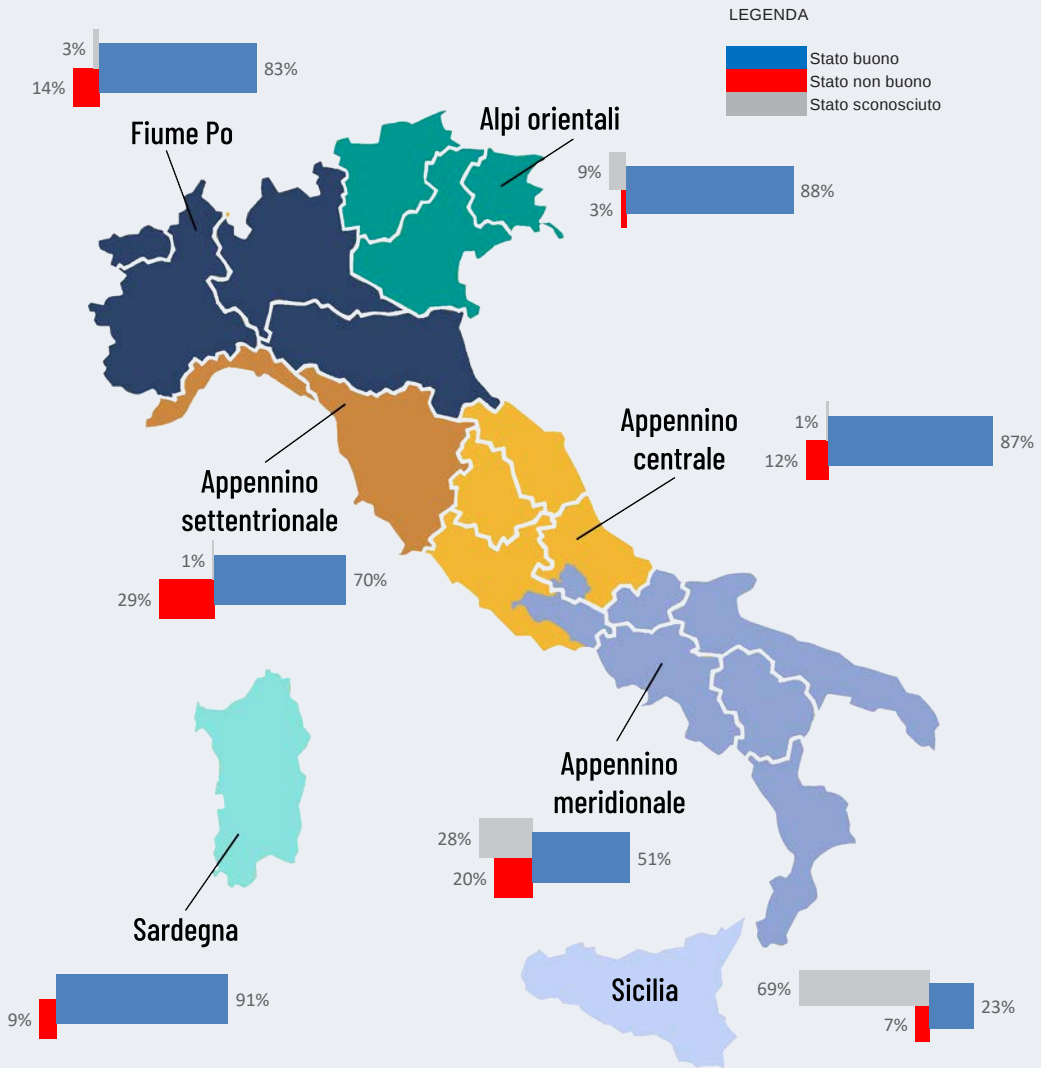
L'artificializzazione del territorio e le conseguenti modifiche all'assetto dei corpi idrici, insieme all'uso intensivo delle risorse, hanno modificato la circolazione idrica superficiale e sotterranea, con impatti rilevanti sugli ecosistemi e sui servizi a essi legati, come ad esempio la fornitura di acqua potabile, il potere auto-depurativo delle acque, la naturale capacità di mitigazione delle alluvioni.

Negli ultimi decenni si è assistito a un decisivo abbattimento dei carichi organici e di taluni inquinanti, come atrazina e DDT, e al conseguente miglioramento della qualità delle acque.

Tuttavia, lo stato dei corpi idrici è in generale ancora a rischio a causa di una gestione troppo invasiva e di una conoscenza ancora parziale delle pressioni e dei loro effetti cumulativi.

Con il Decreto Legislativo 152/2006, l'Italia ha recepito la Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (*Water Framework Directive, WFD*) il cui obiettivo principale è quello di garantire una quantità sufficiente di acqua di buona qualità, per soddisfare i bisogni dei cittadini e dell'ambiente, imponendo agli Stati Membri il raggiungimento del buono stato di tutti i corpi idrici superficiali e sotterranei.

Figura 22: Stato chimico dei corpi idrici superficiali - fiumi - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)

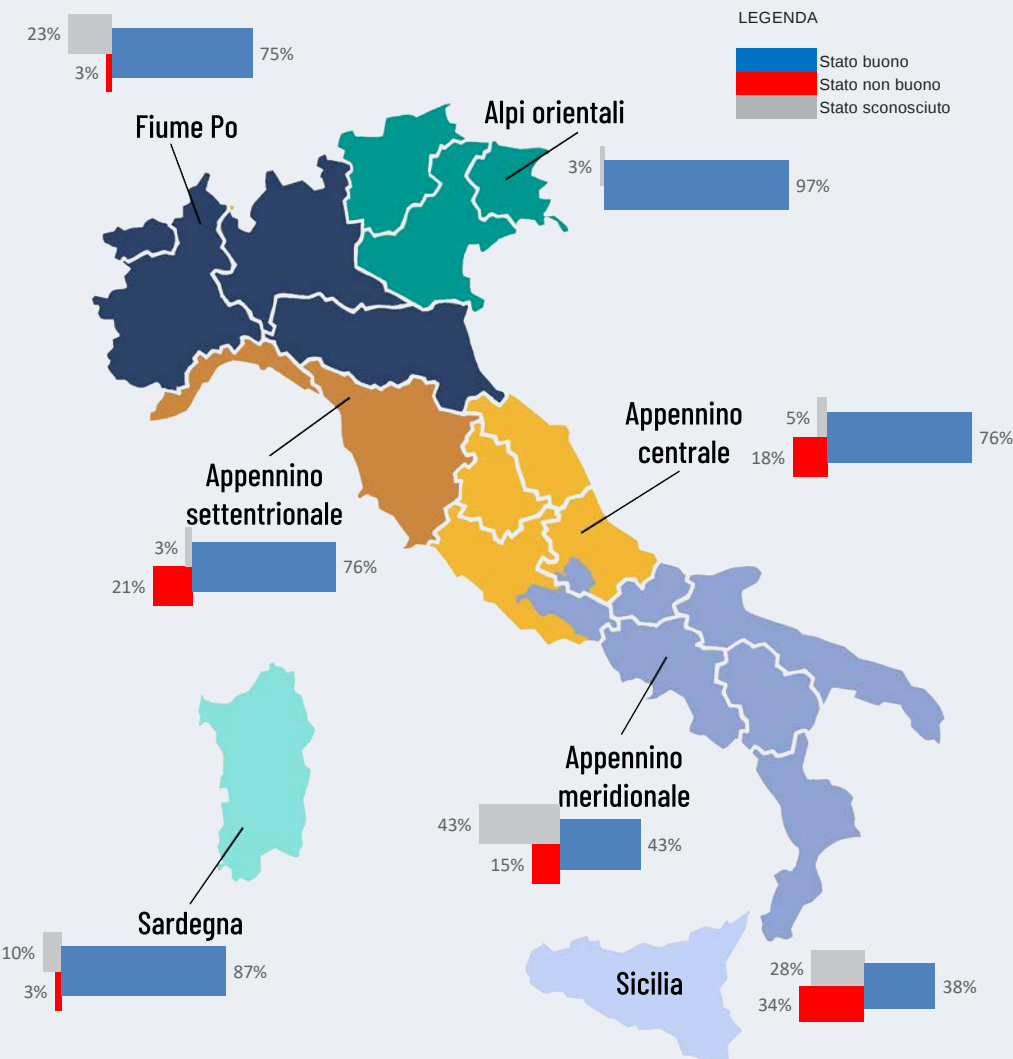
Per controllare se fiumi e laghi sono in “Buono Stato Ambientale”, occorre valutare lo stato chimico e lo stato ecologico delle acque. Un “Buono Stato Chimico” si ottiene quando le concentrazioni delle sostanze prioritarie monitorate, così definite a livello europeo, restano al di sotto degli *standard* di qualità ambientale (SQA) stabiliti dalla Direttiva 2013/39/UE che integra e sostituisce la Direttiva 2008/105/CE, mentre il raggiungimento o meno del “Buono Stato Ecologico” viene stabilito valutando la salute degli ecosistemi in termini di elementi di qualità biologica di inquinanti specifici, e di parametri idromorfologici e chimico-fisici.

La Direttiva Quadro Acque prevede cicli di monitoraggio della durata di sei anni ciascuno. Per il terzo ciclo (2016-2021), a livello nazionale, per quanto riguarda i fiumi (Figura 22), si registra un aumento, rispetto al sessennio precedente (2010-2015) dei corpi idrici classificati in stato chimico buono, che salgono al 78%, mentre i corpi idrici in stato non buono si attestano al 13%. Dimezzata, invece, la percentuale di corpi idrici non classificati, che scende al 9%. Per i laghi (Figura 23) si evidenzia una crescita netta dei corpi idrici in stato buono, che raggiunge il 69%, mentre la percentuale di corpi idrici in stato non buono resta sostanzialmente invariata, e i corpi idrici non classificati scendono al 20%.

Lo stato ecologico, che un corpo idrico assume in risposta alle pressioni a cui è sottoposto, è misurato dallo stato di alcuni suoi “elementi” indicativi (per esempio, macroinvertebrati, pesci, ecc.) rispetto agli stessi in condizioni indisturbate (ad esempio, assenza di prelievi, scarichi, opere). A livello nazionale, lo stato ecologico delle acque superficiali interne – fiumi e laghi – raggiunge l’obiettivo buono e superiore per il 43% dei corpi idrici, solo il 10% dei corpi idrici è ancora in uno stato sconosciuto.

Per mantenere o migliorare lo stato dei corpi idrici occorre attuare una serie di misure di gestione sostenibile, come l’uso efficiente delle risorse, la riconnessione dei fiumi da monte a valle e con le piane inondabili, il rilascio dei deflussi ecologici, ritenute strategiche anche per il recupero della biodiversità, il potenziamento dell’attività di monitoraggio e di valutazione dello stato dei fiumi e dei laghi, così come delle pressioni su di essi agenti, per poter poi predisporre adeguate ed efficaci misure di tutela e miglioramento.

Figura 23: Stato chimico dei corpi idrici superficiali - laghi - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)



In tutti i distretti idrografici i corpi idrici sotterranei in stato chimico sconosciuto sono in netta riduzione rispetto al ciclo precedente, con la totalità di corpi idrici classificati nei Distretti Alpi Orientali, Appennino Meridionale e Sicilia.

■ Lo stato delle acque sotterranee: la principale fonte di ciò che beviamo

Le acque sotterranee sono la principale fonte di acqua potabile del nostro Paese, ma sono sottoposte a diverse pressioni. In generale, sono soggette a prelievi ingenti che ne mettono a rischio la rinnovabilità e ne riducono la capacità di diluizione e trasporto degli inquinanti, sia di origine agro-zootecnica (fertilizzanti e fitosanitari), sia legati alla presenza e cattiva gestione di impianti industriali, di siti contaminati o di discariche. Nelle aree costiere il prelievo eccessivo favorisce l'intrusione salina, che riduce ulteriormente l'utilizzabilità dell'acqua.

I corpi idrici sotterranei nazionali sono 1.009, molto diversi fra loro per caratteristiche geochimiche e idrogeologiche e quindi, per la risposta alle pressioni a cui sono sottoposti. Molte sostanze indesiderate presenti nelle acque sotterranee sono di origine naturale, come, ad esempio, ferro e manganese, altre invece sono di origine antropica quali: pesticidi, microinquinanti organici, nitrati ecc.

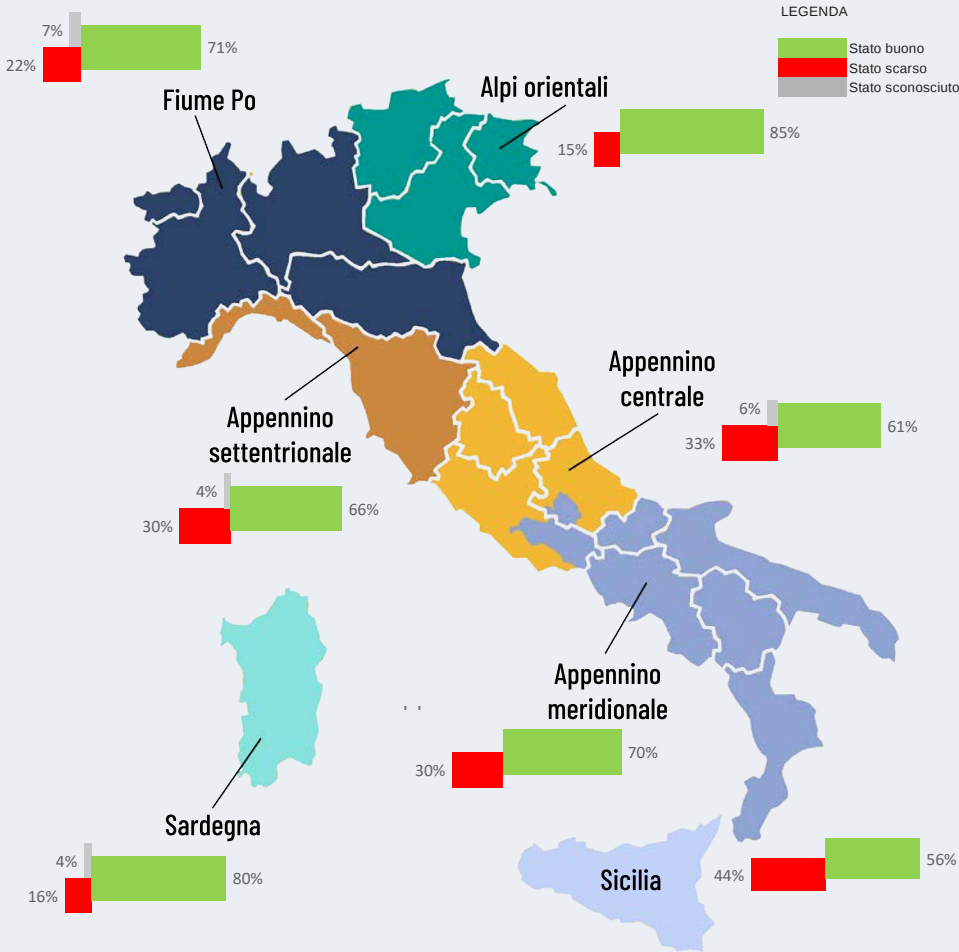
Nel quadriennio 2016-2019 il 68% dei siti di monitoraggio ha presentato una concentrazione di nitrati inferiore alla soglia di significatività di 25 mg/l.

Per la classificazione delle acque sotterranee si fa riferimento a quanto specificato nell'allegato II della Direttiva 2006/118/CE (aggiornato dalla Direttiva 2014/80/UE).

Lo stato chimico delle acque sotterranee misura la presenza di sostanze chimiche contaminanti derivanti dalle attività umane. Lo stato è definito "buono" se tali sostanze sono presenti in concentrazioni inferiori a determinate soglie limite (in Italia, specificate nel D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii.), poiché diversamente si comprometterebbero i suoi usi, come il prelievo di acqua potabile e la sussistenza degli ecosistemi dipendenti. Nel sessennio 2016-2021

il 70% dei corpi idrici sotterranei è in stato chimico “buono” mentre il 27% risulta “scarso” e solo un’esigua percentuale di corpi idrici ancora risulta non classificata.

Figura 24: Stato chimico dei corpi idrici sotterranei - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)

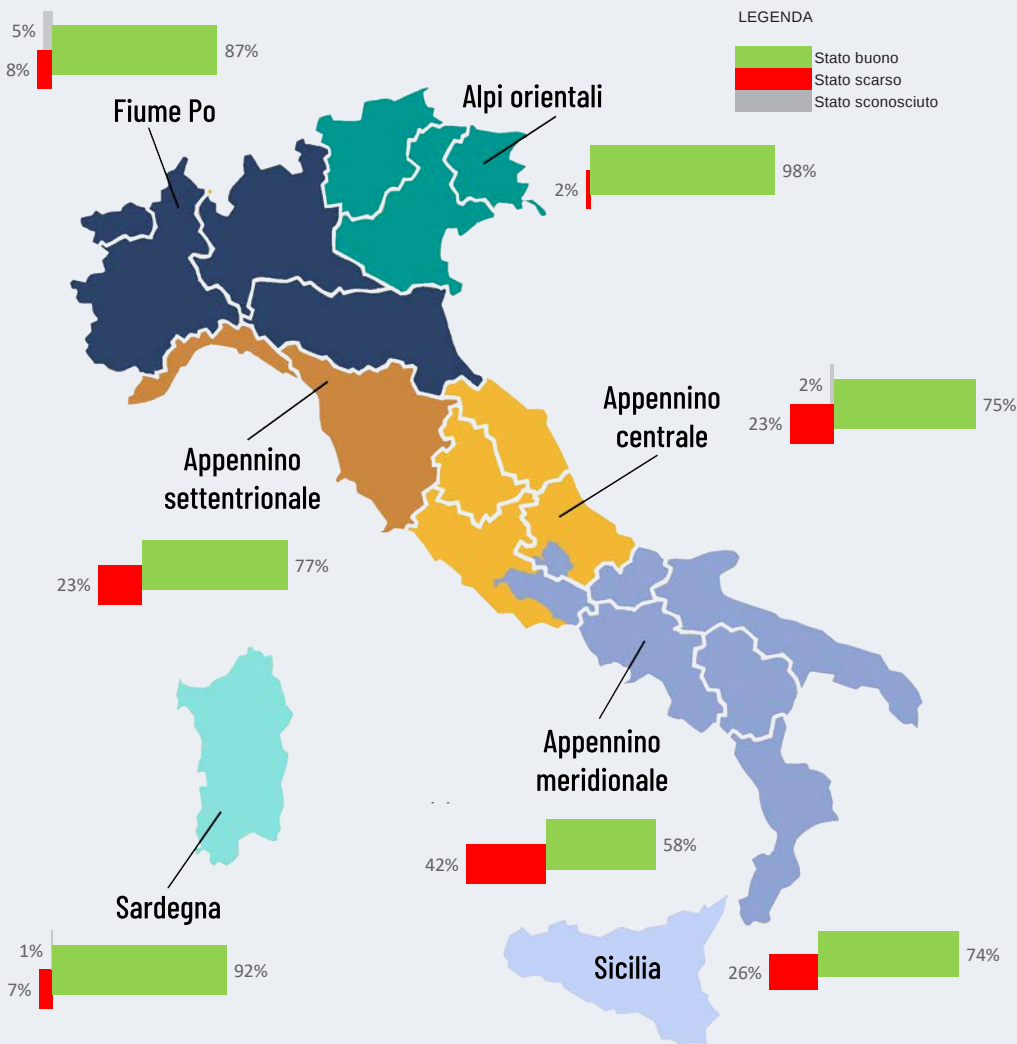
Si parla invece di “Buono Stato Quantitativo” delle acque sotterranee quando la quantità di risorsa idrica sotterranea disponibile non è superata dalla media annuale di captazione sul lungo periodo.



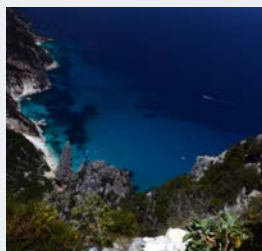
Lo stato quantitativo delle acque sotterranee misura la sostenibilità dei prelievi rispetto alla capacità di ricarica del corpo idrico nel lungo termine. Esso misura anche gli effetti indotti dalle attività umane sui processi di ricarica delle acque sotterranee. Il 79% dei corpi idrici sotterranei risulta in buono stato quantitativo, il 19% è “scarso” e solamente il 2% non è ancora classificato, percentuale in forte diminuzione rispetto al precedente sessennio (24,6%).

Per determinare lo stato quantitativo occorre effettuare il bilancio idrogeologico di ciascun corpo idrico, schematizzandolo attraverso un modello utile anche a valutare le direzioni preferenziali della circolazione dell’acqua e della diffusione degli inquinanti e individuare così le più efficaci strategie di tutela, conservazione delle risorse sotterranee e del loro utilizzo efficiente e sostenibile.

Figura 25: Stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)



L'analisi delle acque marino costiere a livello nazionale mostra che i corpi idrici in stato ecologico buono ed elevato sono più del 66% (291 corpi idrici su 394 totali), pertanto si sta avvicinando all'obiettivo previsto dalla normativa vigente.

Il 51% dei corpi idrici marino costieri è nello stato chimico buono.

■ Lo stato delle acque marino costiere e di balneazione: una risorsa per il benessere dei cittadini

L'acqua è essenziale in moltissime attività umane, le quali però possono essere causa di inquinamento. Tutto ciò ha reso necessaria l'emanazione di una serie di norme, in cui sono stati stabiliti *standard* e obiettivi in materia di scarichi di sostanze pericolose, acqua potabile, zone di pesca, acque destinate alla molluschicoltura, acque di balneazione e sotterranee, per proteggere l'ambiente e la salute umana.

Oggi in Italia più della metà degli 8.300 chilometri di costa è destinata alla balneazione e le acque vengono controllate mediante due indicatori di contaminazione fecale (*Escherichia coli* ed *Enterococchi intestinali*) e alla presenza della microalga *Ostreopsis cf. ovata* che contribuisce alla valutazione ambientale delle acque di balneazione.

Durante la stagione balneare 2021 la salute dei bagnanti è stata tutelata grazie al continuo monitoraggio delle acque di balneazione. Su circa 6.400 chilometri di costa, marina e fluviale, sono state identificate 5.486 acque di balneazione e prelevati oltre 25.000 campioni di acqua. I risultati delle analisi oltre a garantire durante la stagione l'assenza di rischi igienico sanitari hanno anche permesso di classificare le acque.

A livello nazionale la maggior parte delle acque è in classe eccellente (88%), tuttavia permangono ancora delle criticità dovute alle presenze di acque in classe scarsa (2% circa) e non classificabili (1% circa), per le quali non è possibile esprimere un giudizio di qualità.

L'*Ostreopsis cf. ovata*, microalga bentonica potenzialmente tossica, con fioriture che possono dare luogo a fe-

nomeni di intossicazione umana e a effetti tossici su organismi marini bentonici (stati di sofferenza o mortalità), nel 2021, è risultata essere presente in 11 regioni costiere e assente lungo le coste dell'Emilia-Romagna, Molise, Veneto.

Figura 26: Stato chimico dei corpi idrici delle acque marino costiere - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)

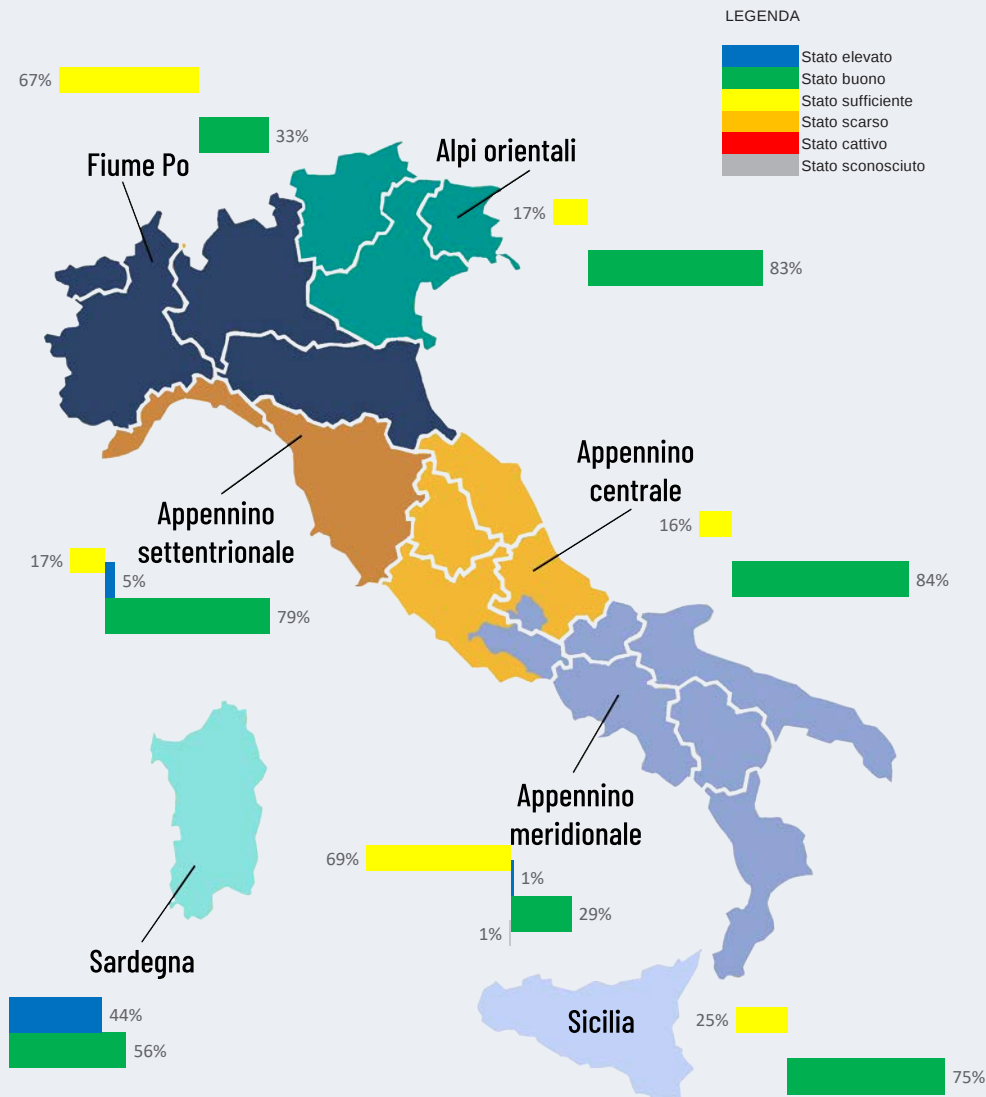
Le acque marino costiere sono "le acque superficiali situate all'interno rispetto a una retta immaginaria distante, in ogni suo punto, un miglio nautico sul lato esterno dal punto più vicino della linea di base che serve da riferimento per definire il limite delle acque territoriali e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione" (Comma 1 dell'articolo 74 del D.Lgs. 152/2006). La normativa (D.Lgs. 152/2006) impone il raggiungimento del "buono" stato dei corpi idrici (chimico + ecologico) entro specifiche date fissate dalla stessa. Al mancato raggiungimento degli obiettivi ambientali conseguono le misure di risanamento.

In base all'analisi dei dati riportati dai Distretti nel 3° *Reporting* alla Commissione Europea relativo al sessennio 2016-2021 (3° Piano di Gestione - PdG), lo stato chimico delle acque marino costiere italiane risulta eterogeneo. Tale disomogeneità si esprime sia a livello di numero di corpi idrici identificati per distretto sia per classificazione. Mentre il Distretto della Sicilia e il Distretto dell'Appennino Meridionale con oltre il 60% dei corpi idrici in stato chimico non buono e i Distretti delle Alpi Orientali e del Fiume Po con la totalità dei corpi idrici in stato chimico non buono evidenziano una situazione critica, i Distretti dell'Appennino Settentrionale, Appennino Centrale e della Sardegna registrano, invece, una situazione decisamente migliore rispettivamente con più del 50%, più del 90% e più dell'80% di corpi idrici in stato chimico buono.

Dal confronto tra il 2° PdG (2010-2015) e il 3° PdG emerge che nel 2° PdG i corpi idrici con stato chimico sconosciuto erano il 26% (147 corpi idrici su 561 totali), mentre nel 3° PdG un solo corpo idrico è in stato sconosciuto. In termini generali, i corpi idrici nello stato chimico buono sono comparabili nei due PdG, rispettivamente il 52% e il 51%, mentre sono aumentati i corpi idrici nello stato chimico non buono nel 3° PdG (49%).

Anche lo stato ecologico delle acque marino costiere italiane, monitorato nel sessennio 2016-2021 mostra analoghe disomogeneità. I Distretti delle Alpi Orientali, Appennino Settentrionale, Appennino Centrale, Sicilia e della Sardegna presentano una percentuale di corpi idrici in stato buono ed elevato maggiore o uguale al 70%. Il Distretto della Sardegna è quello con la percentuale più alta di corpi idrici in stato ecologico elevato (44%), mentre il Distretto del Fiume Po e dell'Appennino Meridionale hanno rispettivamente il 67% (2 corpi idrici su 3 totali) e il 69% (100 corpi idrici su 145 totali) in stato ecologico sufficiente.

Figura 27: Stato ecologico dei corpi idrici marino costieri - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)



I rifiuti legati al fumo (SMOKE) nel 2021 sono risultati più abbondanti nella Sottoregione Mar Ionio e Mediterraneo centrale (16 oggetti/100 m). La percentuale di microrifiuti per il 2021 è la più bassa finora registrata (2,4%).

■ Un problema sulle spiagge come sui fondali profondi: i rifiuti

I rifiuti che troviamo in mare provengono principalmente da terra, attraverso i fiumi, o perché abbandonati lungo i litorali o gettati nei tombini. E ogni giorno il mare ci restituisce qualcosa di quello che gli riversiamo dentro.

Un altro problema dei nostri mari sono i microrifiuti (microparticelle con dimensioni inferiori di 5 mm) che si riversano nello strato superficiale della colonna d'acqua e vengono ingeriti dagli animali marini danneggiando l'ecosistema costiero e marino.

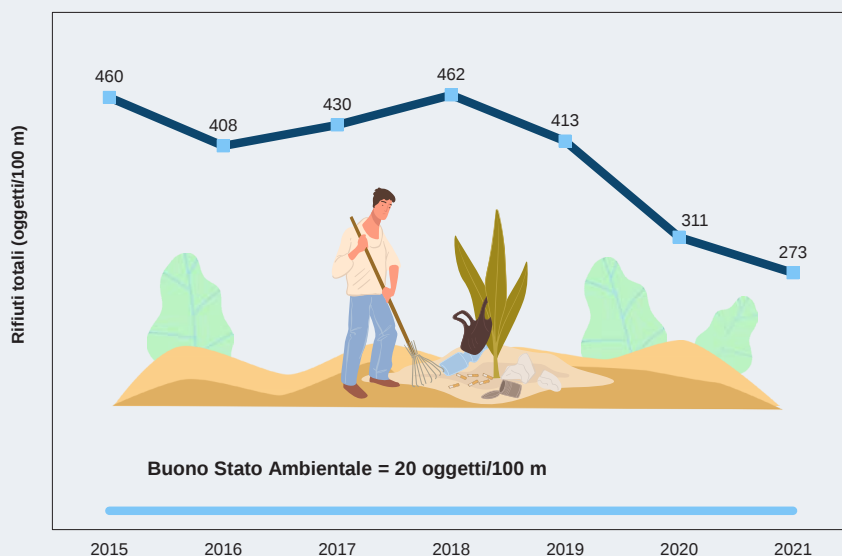
Ai fini del raggiungimento del Buono Stato Ambientale (Direttiva Strategia Marina 2008/56/CE) i rifiuti marini devono essere a un livello tale da non provocare rilevanti impatti sull'ecosistema costiero e marino, verificando il graduale avvicinamento al valore soglia di 20 rifiuti totali ogni 100 m definito a livello europeo.

In Italia, nel 2021, tale valore è risultato pari a 273 (valore mediano), in calo rispetto agli anni precedenti (si contavano mediamente 462 oggetti ogni 100 m nel 2018, 413 nel 2019 e 311 nel 2020) ma ancora nettamente superiore agli obiettivi prefissati. La maggior flessione ha riguardato i rifiuti legati alla pesca e acquacoltura (*FISH*) e le borse e sacchetti di plastica (*BAG*), le cui densità mediane si sono dimezzate rispetto l'inizio della serie storica (2015). È leggermente diminuita anche la densità delle plastiche monouso (*SUP*) che, nel 2021, scende per la prima volta sotto una mediana di 100 oggetti/100 m, continuando a rappresentare comunque la categoria più abbondante (31% del totale dei rifiuti). I rifiuti legati al fumo (*SMOKE*), invece, non tendono a diminuire, attestandosi intorno a un valore mediano di 10 oggetti/100 m, dato rilevante considerato che il filtro delle sigarette è costituito da acetato di cellulosa, un materiale che si degrada molto lentamente e che dopo la combustione della sigaretta diventa un concentrato di sostanze tos-

siche. Le spiagge con le minori densità di rifiuti si trovano nella Sottoregione Mar Ionio e Mediterraneo centrale (170 oggetti/100 m). L'Adriatico è interessato da elevate densità di rifiuti legati alla pesca e acquacoltura (FISH), con una densità mediana di 37 oggetti/100 m.

Relativamente alla densità delle microparticelle presenti nelle superfici dei nostri mari, nel periodo 2015-2021, sono state rinvenute in media 0,04 per m² (valore mediano), ossia 40.000 microparticelle per km² (valore mediano). La concentrazione territoriale dei microrifiuti mostra una distribuzione pressoché omogenea nelle sottoregioni Mar Adriatico e Mar Mediterraneo occidentale (rispettivamente 39% e 34%), mentre risulta inferiore la concentrazione nel Mar Ionio e Mediterraneo centrale (27%). Nel Mar Adriatico, nel 2021 la concentrazione dei microrifiuti presenta una flessione rispetto all'anno precedente, pari al 12%. Nel Mar Ionio e Mediterraneo centrale, il dato più evidente è il forte decremento registrato prima nel 2020 rispetto al 2019 pari al 70% e confermato nel 2021 con un ulteriore calo del 30% rispetto al 2020.

Figura 28: Valori medi della densità dei rifiuti totali (oggetti/100 m) presenti lungo le coste italiane sulla base dei monitoraggi realizzati nell'ambito della Strategia Marina (2015-2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA

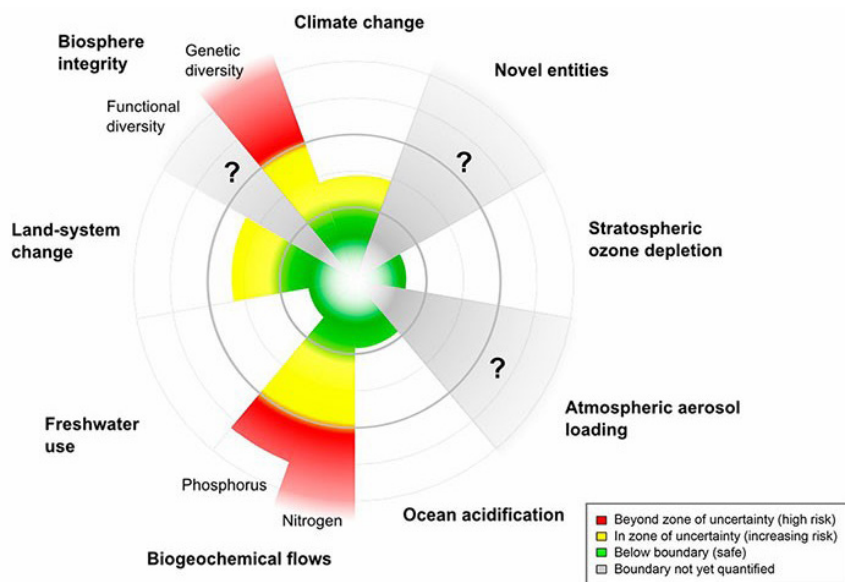
Legenda: Mediana del numero di rifiuti totali per 100 m di litorale. Il grafico riporta il valore di densità che corrisponde al Buono Stato Ambientale, come definito a livello europeo

BIODIVERSITÀ E CAPITALE NATURALE

■ Quadro di riferimento: politiche e normative

Vi è consenso scientifico attorno al fatto che il tasso globale di estinzione delle specie è oggi almeno 10-100 volte più alto di quanto non lo sia stato, in media, negli ultimi 10 milioni di anni (IPBES, 2019). Si parla di una sesta estinzione di massa in corso, a causa delle pressioni antropiche: *in primis* distruzione e frammentazione di *habitat* naturali. Ciò produce effetti a cascata sulla salute planetaria, effetti molto complessi e ancora non del tutto noti. I modelli dell'*equipe* dello scienziato ambientale J. Rockstrom dello *Stockholm Resilience Centre* mostrano che lo stato di integrità della biosfera⁵⁸ (*biosphere integrity* nella figura in basso) ha abbondantemente superato la sua soglia di sicurezza o *planetary boundary*, trovandosi oltre la zona di incertezza (la fascia in giallo) e risultando difatto il rischio ambientale più pericoloso nell'ambito dei nove limiti planetari⁵⁹.

Figura 29: Diagramma dei limiti planetari



Fonte: Steffen, et al., 2015

Sarebbe un errore pensare che la definizione di capitale naturale si riduca alla parte vivente del patrimonio ambientale (o, in termini scientifici,

biotica, cioè l'insieme di flora e fauna che costituisce la biodiversità e gli ecosistemi marini e terrestri): anche la parte non-vivente (abiotica) ossia le risorse naturali quali l'acqua, l'aria, i minerali, i metalli, le fibre tessili, gli idrocarburi, l'energia solare ed eolica, le terre rare, i principi attivi biochimici – elementi questi che, insieme al cibo, rientrano nella definizione di servizi ecosistemici di approvvigionamento (*provisioning services*) – è compresa nella gamma del capitale naturale⁶⁰.

Il valore di questi *assets* è tipicamente esprimibile tramite grandezze monetarie che ne segnalano la fungibilità per i sistemi antropici. Non solo: anche le funzioni ecologiche, equivalenti ai servizi ecosistemici di regolazione (per esempio regolazione del clima, purificazione dell'acqua, impollinazione, ecc.) sono capitale naturale, insieme ai servizi di supporto (*supporting services*) quali la formazione del suolo e il ciclo dei nutrienti. Infine, si potrebbero considerare parte del patrimonio naturale non solo i biomi (una foresta, un deserto roccioso, una palude di mangrovie, ecc.) e il loro contenuto (piante, animali, suolo e sottosuolo), ma anche i servizi culturali non tangibili che scaturiscono dall'esistenza di tali beni pubblici ambientali, che nell'uomo provocano una reazione ricreativo-estetica e persino spirituale-religiosa⁶¹.

Emerge quindi una prima criticità: se una parte di beni e servizi del capitale naturale è scambiata regolarmente sul mercato e il meccanismo di domanda e offerta ne determina un prezzo che ci segnala, più o meno grossolanamente, il loro valore economico⁶², una grossa parte di beni e servizi (funzioni) ambientali esiste in un regime di accesso libero, in qualità di bene pubblico puro (locale, come un ghiacciaio, o globale, come l'atmosfera). Quest'ultimo non avendo formalmente (legalmente) un proprietario non può essere reclamato né ceduto, non si arriva a determinare un prezzo di scambio attraverso il mercato e soprattutto viene meno l'incentivo economico a proteggerlo. La conseguenza è un sovrautilizzo, che ne comporta l'esaurimento e/o l'inquinamento.

Da qui le varie tecniche e metodologie per arrivare a stabilire il valore economico totale (*Total Economic Value, TEV*), composto da valore intrinseco o di non-uso⁶³, oltre a quello estrinseco o d'uso, di beni e servizi ecologici. Il mondo della ricerca e della prassi internazionale si sta da tempo esercitando nella costruzione di approcci *standard* statistico-contabili: in ambito internazionale si ricorda il *System of Envi-*

ronmental-Economic Accounting (SEEA) che promuove metodologie per la contabilità ambientale fisico-monetaria satellite, la quale orbita attorno al sistema di contabilità nazionale tradizionale (per esempio PIL, metriche macroeconomiche) e la sua sotto-unità *Experimental Ecosystems Accounting (EEA)*, che sta lavorando in particolare alla standardizzazione di metodologie per la contabilità degli ecosistemi (*assets*) e servizi ecosistemici (*flows*) – a questo proposito a marzo 2021 la 52^o sessione della Commissione Statistica delle Nazioni Unite ha dato lo *status* di “*standard* statistico internazionale” ai primi sette capitoli del nuovo SEEA-EA e lanciato il nuovo quadro statistico “*Making Nature Count*”. Una delle ultime stime del valore economico totale dei servizi forniti dagli ecosistemi del pianeta, evolutasi a partire dal lavoro seminale del gruppo di ricerca di R. Costanza del 1997⁶⁴, oscilla tra i 125 mila e 145 mila miliardi di dollari l’anno.

Una codificazione del concetto di Capitale Naturale si fa risalire al lavoro di H. E. Daly e R. Costanza del 1992, *Natural Capital and Sustainable Development*⁶⁵, un lavoro teoretico di sistematizzazione del concetto di capitale naturale contrapposto al capitale “manufatto” o fisico, cioè lo *stock* di manufatti costruiti dall’uomo (per esempio macchinari, utensili, infrastrutture, edifici, strade).

A differenza di quest’ultimo, che genera un singolo flusso di reddito, economicamente misurabile e apprezzabile dal mercato, lo *stock* naturale, genera due distinti flussi: uno, comunque, economicamente misurabile come oggetto di mercato (ossia l’estrazione di risorse naturali nel tempo); un altro non catturato dal meccanismo di segnale dei prezzi di mercato, quindi non immediatamente riducibile a una metrica economico-monetaria (ossia i servizi ecosistemici).

Corollario fondamentale del pensiero di Daly e Costanza è che, a differenza di quanto sosteneva Hartwick con la celebre *Hartwick’s rule*⁶⁶, il capitale naturale *non* è perfettamente sostituibile, qualitativamente, con il capitale manufatto: qualcosa si perde nella conversione. Quel qualcosa, tra l’altro, sono proprio le funzioni ecologiche di approvvigionamento, supporto e regolazione della vita, umana e non.

Quadro di riferimento delle politiche e normative internazionali

Sul piano internazionale, sono molti gli attori istituzionali, le agenzie, le ONG, i *think tank* e i centri di ricerca che si occupano di politiche e misure a tutela di capitale naturale e biodiversità. In questa sede si citano le risoluzioni delle ultime Conferenze delle Parti di due delle tre *Rio Conventions* (CBD e CCD) delle Nazioni Unite e la *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN), un'organizzazione indipendente.

La Convention on Biological Diversity e il Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework

Dalla quinta edizione del *report Global Biodiversity Outlook* delle Nazioni Unite (*Secretariat of the Convention on Biological Diversity*, 2020) emerge che da parte della comunità internazionale non sono stati raggiunti i 20 obiettivi del Piano strategico mondiale per la Biodiversità per il periodo 2011-2020, siglato ad Aichi (Nagoya, Giappone). La *Conference Of the Parties* di Kunming-Montreal (COP15) ha rappresentato dunque un momento di riflessione collettiva su questo fallimento e insieme l'occasione per inaugurare un nuovo corso.

Risultato storico dell'ultima COP della Convenzione sulla Biodiversità (*Convention on Biological Diversity*, CBD) delle Nazioni Unite è stato l'accordo, da parte dei 188 rappresentanti di governo confluiti a Montreal nel dicembre 2022, su un pacchetto di misure per arrestare la perdita di biodiversità e il degrado degli ecosistemi globali: il *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework* (GBF). Il GBF prevede quattro "goal" e 23 "target", da raggiungere entro il 2030. Il sistema di obiettivi e *targets* di Kunming-Montreal si pone in continuità con gli "*Aichi targets*", che hanno costituito l'agenda internazionale della CBD per lo scorso decennio di programmazione. Tra i *targets* più significativi del nuovo periodo "*post-Aichi*", si ricordano:

- la conservazione e gestione efficace di almeno il 30% delle terre, acque interne, zone costiere e oceani del mondo, con particolare enfasi sulle aree di singolare importanza per la biodiversità e i servizi ecosistemici - riconoscendo i territori e le pratiche indigene e tradizionali. Attualmente il 17% e il 10% delle aree terrestri e marine del mondo sono protette, rispettivamente;

- il ripristino totale o parziale di almeno il 30% degli ecosistemi terrestri, delle acque interne, costiere e degli ecosistemi marini degradati a livello globale;
- ridurre a (quasi a) zero la perdita di aree ad alto tasso di biodiversità;
- dimezzare l'eccesso di nutrienti disperso nell'ambiente e il rischio complessivo rappresentato da pesticidi e agenti chimici;
- cancellare o riformare i sussidi che danneggiano la biodiversità di almeno 500 miliardi di dollari ogni anno, al contempo potenziando gli incentivi per la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità;
- impedire l'introduzione di nuove specie aliene invasive classificate come prioritarie, dimezzare l'introduzione di altre specie aliene note o potenzialmente invasive, eradicare o almeno controllare la popolazione di specie aliene su isole o altri territori vulnerabili;
- mobilitare almeno 200 miliardi di dollari l'anno in fondi pubblici e privati per la protezione nazionale e internazionale della biodiversità;
- vincolare le grandi compagnie internazionali e le istituzioni finanziarie alla rendicontazione pubblica dei rischi, dei rapporti di dipendenza e degli impatti sulla biodiversità che le loro operazioni comportano⁶⁷.

Viene ribadita la necessità di una mobilitazione massiva di risorse finanziarie, umane e intellettuali per chiudere progressivamente la lacuna nella tutela della biodiversità, ammontante a 700 miliardi di dollari all'anno. Tutti i flussi finanziari dovrebbero allinearsi al *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework* e alla Visione al 2050 per la Biodiversità.

I Paesi firmatari sono obbligati al monitoraggio dell'attuazione dei loro impegni e a rendicontarli, ogni cinque anni, facendo uso di un ampio set di indicatori.

Convention to Combat Desertification (UNCCD)

La Convenzione delle Nazioni Unite contro la desertificazione (UNCCD) è stata istituita nel 1994 per proteggere e ripristinare la terra e i suoli da deterioramento e siccità. L'UNCCD è l'unico quadro di riferimento giuridicamente vincolante istituito per affrontare la desertificazione e gli effetti della siccità. Ne fanno parte 196 paesi più l'Unione Europea nella sua interezza. La Convenzione - basata sui principi della partecipazione, del partenariato e del decentramento - è un impegno multilaterale per mitigare l'impatto del degrado del suolo e proteggere la terra in modo da poter fornire sostegno alla vita, cibo, acqua, riparo e opportunità economiche a tutte le persone. Tra le iniziative-faro della UNCCD: il Programma di Definizione degli Obiettivi per la *Land Degradation Neutrality (LDN)*, la *Drought Initiative*, la *Great Green Wall Initiative*.



L'ultima Conferenza delle Parti (COP), la quindicesima, si è svolta ad Abidjan, in Costa d'Avorio, nel maggio 2022. Dopo due settimane di discussioni e negoziati ad alto livello, i delegati hanno adottato 38 decisioni per migliorare la resilienza alla siccità (soprattutto per le popolazioni che dipendono strettamente dalla terra), ridurre il degrado del

suolo, investire negli sforzi di ripristino del territorio e migliorare le sinergie con le convenzioni sui cambiamenti climatici e sulla biodiversità.

Convenzione di Ramsar

La Convenzione relativa alle zone umide di importanza internazionale, in particolare quali *habitat* degli uccelli acquatici, è stata firmata nella città iraniana di Ramsar, il 2 febbraio 1971. Ad oggi sono 172 i paesi che hanno sottoscritto la Convenzione e sono stati designati 2.433 siti Ramsar per una superficie totale di 255 milioni di ettari.

L'atto è stato sottoscritto nel corso della "Conferenza Internazionale sulla Conservazione delle Zone Umide e sugli Uccelli Acquatici", promossa dall'Ufficio Internazionale per le Ricerche sulle Zone Umide e sugli Uccelli Acquatici (IWRB-*International Waterfowl and Wetlands Research Bureau*) con la collaborazione dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN -*International Union for the Nature Conservation*) e del Consiglio Internazionale per la protezione degli uccelli (ICBP -*International Council for Bird Preservation*).

Oggetto della Convenzione di Ramsar è la tutela e lo studio della grande varietà di zone umide, delle quali adotta una definizione molto ampia: tutti i laghi e i fiumi, le falde acquifere sotterranee, le paludi e gli acquitrini, le praterie umide, le torbiere, le oasi, gli estuari, i delta e le piane tidali, le foreste di mangrovie e altre zone costiere, le barriere coralline e tutti i siti di produzione umana come gli stagni ittici, risaie, serbatoi e saline, quando tali zone hanno importanza come *habitat* degli uccelli acquatici, ecologicamente dipendenti da esse. Uno dei lavori più rappresentativi della Convenzione è l'individuazione di zone umide di importanza internazionale, la "*Ramsar List*".

Durante l'ultima Conferenza delle Parti (COP), la quattordicesima, svoltasi congiuntamente tra Wuhan e Ginevra nel novembre 2022, i delegati hanno adottato 21 risoluzioni, molte delle quali volte ad aumentare la portata e la diversità dell'impegno nei lavori della Convenzione sulle zone umide. Tra questi, la promozione del ruolo delle popolazioni indigene e delle comunità locali nella gestione delle zone umide. Tra queste si ricordano: l'affermazione della gestione delle zone umide come *nature-based solution*, l'educazione dei giovani e il rafforzamento della Convenzione tramite i giovani, l'istituzione del Centro Internazionale per le

Mangrovie e l'espansione delle sinergie e della cooperazione con altri accordi ambientali multilaterali.

La Convenzione di Ramsar è stata ratificata e resa esecutiva dall'Italia con il DPR 13 marzo 1976, n. 448 e con il successivo DPR 11 febbraio 1987, n. 184 che riporta la traduzione non ufficiale in italiano, del testo della Convenzione internazionale di Ramsar. Le zone umide d'importanza internazionale riconosciute e inserite nell'elenco della Convenzione di Ramsar per l'Italia sono ad oggi 57, distribuite in 15 regioni, per un totale di circa 74.000 ettari. Inoltre, sono stati emanati i Decreti Ministeriali per l'istituzione di ulteriori 9 aree e, al momento, è in corso la procedura per il loro riconoscimento internazionale.

IUCN e la Lista rossa delle specie minacciate

La IUCN conta oggi oltre 1.000 membri tra stati, agenzie governative, agenzie non governative e organizzazioni internazionali: in Italia ne fanno parte la Direzione per la Protezione della Natura del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, le principali organizzazioni non governative per la protezione dell'ambiente, enti di ricerca e alcune aree protette. Alla IUCN è affiliata una rete di oltre 10.000 ricercatori che contribuiscono come volontari alle attività scientifiche e di conservazione. La realizzazione e l'aggiornamento periodico della IUCN *Red List of Threatened Species* o Lista Rossa IUCN delle Specie Minacciate⁶⁸ è l'attività più influente condotta dalla *Species Survival Commission* della IUCN. Avviata nel 1964, la Lista Rossa IUCN è il più completo inventario del rischio di estinzione delle specie a livello globale. Dal 1994 le valutazioni sono basate su un sistema di categorie e criteri quantitativi e scientificamente rigorosi, la cui ultima versione risale al 2001. Queste categorie e criteri, applicabili a tutte le specie viventi a eccezione dei microorganismi, rappresentano lo *standard* mondiale per la valutazione del rischio di estinzione.

Il "barometro della vita", come è altrimenti definito, fornisce informazioni sulla diffusione delle specie, sulle dimensioni di popolazione e degli *habitat*, sull'ecologia, sull'uso ed eventuale commercializzazione delle specie, sulle minacce sulle azioni di conservazione che aiutano a informare le decisioni di conservazione.

Nella IUCN lavorano numerose commissioni, tra cui la *Commission on Environmental, Economic and Social Policy* (CEESP).

I circa 1.465 membri della CEESP agiscono insieme come gruppo autorevole di esperti impegnati sui fattori socio-economici che investono le risorse naturali e la diversità biologica e sviluppano orientamenti politici per la conservazione e l'utilizzo sostenibile delle risorse naturali. La CEESP lavora per identificare, analizzare e condividere politiche e pratiche sostenibili delle comunità umane, con particolare attenzione alle popolazioni indigene e alle comunità locali.

Quadro di riferimento delle politiche e normative europee

La natura europea è in allarmante stato di deterioramento. Secondo il rapporto *State of Nature in the EU* dell'*European Environmental Agency* circa l'80% degli *habitat* protetti è in condizioni ecologiche insufficienti, e solo un quarto delle specie presenta uno stato "buono" di conservazione: tra i gruppi faunistici che preoccupano maggiormente si segnalano molte specie di uccelli, pesci e anfibi, mentre una ogni tre specie di insetti impollinatori è a rischio (EEA, 2020). La protezione della natura è uno dei capisaldi dell'UE e viene declinato in strategie, programmi, piani e reti di intervento. Nuovo stimolo alle politiche di tutela della biodiversità e capitale naturale è stato dato con l'adozione del *Green Deal* e con l'approvazione dei diversi piani di ripresa e resilienza nazionali post-pandemici; a mantenerli coesi provvede l'VIII PAA europeo.

VIII Programma d'Azione per l'Ambiente

Il Programma d'Azione per l'Ambiente (PAA) è il documento programmatico proposto dalla Commissione che indica la via da seguire per le politiche e legislazioni ambientali europee. L'ultima edizione, l'ottava, esprime una visione al 2030, a sostegno degli obiettivi del *Green Deal*, e riconosce che il benessere e la prosperità umani dipendono da ecosistemi sani, all'interno dei quali è necessario operare, in altre parole: "vivere bene entro i limiti planetari". Uno dei sei obiettivi prioritari riguarda proprio la protezione, la preservazione e il ripristino della biodiversità e il rafforzamento del capitale naturale – in particolare l'aria, l'acqua, il suolo e le foreste, le acque dolci, le zone umide e gli ecosistemi marini.

Per tenere traccia dell'andamento rispetto agli obiettivi previsti, l'VIII PAA suggerisce di istituire un nuovo quadro di monitoraggio. A luglio 2022, la Commissione ha adottato una lista di indicatori chiave (*headli-*

ne indicators), che saranno tenuti aggiornati dalla Commissione stessa, di concerto con l'European Environment Agency (EEA) e l'European Chemicals Agency (ECHA).

Strategia europea sulla biodiversità al 2030

La strategia sulla biodiversità è un documento di *policy framework* che l'UE prepara a cadenza decennale. A gennaio 2020, conclusosi il periodo di validità della precedente strategia, l'UE ha avviato una procedura di consultazione pubblica per concertare con la società civile nuovi obiettivi di ripristino e tutela della natura. Cinque mesi dopo è stata pubblicata la Strategia al 2030, un documento complesso e ambizioso che vuole fare dell'Europa, come peraltro già è per altri settori ambientali, la regione che guiderà lo sforzo mondiale per invertire la tendenza al collasso ecosistemico generalizzato.

La Strategia europea rappresenta inoltre il contributo più sostanziale ai negoziati internazionali.

Vengono individuate quattro fonti di minaccia per la società umana legate allo stato di salute di biodiversità ed ecosistemi:

- gli effetti dei cambiamenti climatici (ad esempio, su produzione agricola e disponibilità idrica);
- gli incendi boschivi, specie nell'Europa meridionale;
- l'insicurezza alimentare;
- le zoonosi.

Tra le azioni messe in campo per realizzare l'obiettivo generale vi sono:

- il rafforzamento e l'estensione della rete di aree protette terrestri e marine (CDDA e Natura 2000), dando priorità alle zone identificate come ad alto coefficiente di biodiversità, raggiungendo un 30% di protezione di qui al 2030;
- una riforma della *governance* per la biodiversità;
- il ripristino degli ecosistemi degradati e la loro gestione sostenibile. Quest'ultimo aspetto è confluito nella proposta della Commissione Europea di una legge sul ripristino della natura;
- miglioramento dello stato di conservazione per almeno il 30% di *habitat* e specie che attualmente sono in uno stato non favorevole.

Strategia europea per il suolo al 2030

La nuova Strategia dell'UE per il suolo al 2030⁶⁹, adottata nel novembre 2021, delinea un quadro di misure concrete per proteggere e ripristinare i suoli e garantire che siano utilizzati in modo sostenibile. Definisce una visione per la salute dei suoli europei al 2050, con obiettivi intermedi e azioni concrete entro il 2030. Annuncia inoltre una nuova legge sulla salute del suolo entro il 2023.

La Strategia per il suolo è figlia della Strategia sulla biodiversità e contribuirà a centrare gli obiettivi del *Green Deal*.

La Strategia si pone i seguenti obiettivi:

- tutti gli ecosistemi dei suoli dell'UE siano sani e più resilienti e possano quindi continuare a offrire i loro servizi fondamentali;
- non si edifichi più su nuove aree e che inquinamento e degrado del suolo siano ridotti a livelli non più dannosi per la salute delle persone o per gli ecosistemi;
- la protezione dei suoli, la loro gestione sostenibile e il ripristino dei suoli degradati diventino pratiche standardizzate a livello comunitario.

Le azioni previste per perseguirli, sono:

- formulare una proposta legislativa dedicata sulla salute del suolo entro il 2023 per consentire la realizzazione degli obiettivi della Strategia dell'UE per il suolo e ottenere buoni risultati sulla salute del suolo entro il 2050;
- far sì che la gestione sostenibile del suolo diventi lo *standard*, proponendo ai proprietari terrieri un programma gratuito di analisi del suolo, promuovendo la gestione sostenibile del suolo attraverso la Politica Agricola Comune e condividendo le buone pratiche;
- prendere in considerazione l'ipotesi di proporre obiettivi giuridicamente vincolanti per limitare il prosciugamento delle zone umide e dei suoli organici e per ripristinare le torbiere gestite e prosciugate;
- studiare i flussi dei terreni scavati e valutare la necessità e il potenziale di un "passaporto del suolo" giuridicamente vincolante per promuovere l'economia circolare e migliorare il riutilizzo del suolo pulito;
- ripristinare i suoli degradati e bonificare i siti contaminati;

- prevenire la desertificazione e il degrado del suolo sviluppando una metodologia di valutazione comune;
- incrementare le ricerche, i dati e il monitoraggio del suolo;
- mobilitare l'impegno sociale e le risorse finanziarie necessarie.

I lavori della Commissione sulla Strategia sono legati al lavoro scientifico e divulgativo svolto dall'Osservatorio Europeo sul Suolo (*EU Soil Observatory*, EUSO).



Strategia europea per le foreste al 2030

Anch'essa figlia della Strategia per la biodiversità, la Strategia europea per le foreste, pubblicata a luglio 2021, è uno dei fiori all'occhiello del *Green Deal*. La Strategia concorre al raggiungimento degli obiettivi europei sulla salvaguardia della biodiversità e di decarbonizzazione al 2030 e al 2050. Essa riconosce il ruolo centrale e multifunzionale delle foreste, dei gestori e manutentori delle foreste europee (per esempio corpi forestali dello Stato), nonché dell'intera catena del valore legata al comparto forestale, in qualità di volano per la prosperità sociale, economica e ambientale delle aree rurali.

Cuore della Strategia è l'impegno di piantare tre miliardi di alberi su suolo europeo entro il 2030. Più in generale, essa mira a fare delle foreste europee un modello di resilienza, protezione e ripristino, adattando il patrimonio forestale comunitario alle nuove condizioni poste dagli eventi meteorologici estremi e dallo stato di permanente variabilità e vulnerabilità dovuto alla crisi climatica. Il ruolo dell'adattamento è centrale per far sì che le foreste continuino a esercitare le loro funzioni socio-economiche (per esempio bioeconomia) ed ecologiche, assicurando così un futuro prospero alle popolazioni che da esse dipendono, direttamente e indirettamente.

Tra le azioni messe in campo per conseguire gli obiettivi prefissati vi sono:

- la promozione della bioeconomia forestale sostenibile e certificata per prodotti in legno di lunga durata;
- la garanzia dell'utilizzo sostenibile e certificata delle risorse legnose per la bioenergia;
- la promozione dell'ecoturismo forestale;
- lo sviluppo delle competenze per la bioeconomia forestale sostenibile;
- la protezione delle ultime foreste primarie dell'UE (*old-growth forests*);
- il ripristino delle foreste degradate, unitamente alla gestione sostenibile per l'adattamento climatico e per la resilienza;
- la riforestazione e afforestazione di foreste biodiverse, compresa la piantumazione di 3 miliardi di alberi supplementari entro il 2030;
- la fornitura di incentivi finanziari per i proprietari e i gestori forestali per migliorare la quantità e la qualità delle foreste dell'UE.

La Strategia si concentra inoltre su:

- la raccolta dei dati delle foreste, il monitoraggio strategico e la rendicontazione sullo stato e dinamiche del patrimonio forestale;
- lo sviluppo di un'agenda incisiva di ricerca e innovazione per migliorare la conoscenza delle foreste;
- l'attuazione di un quadro di *governance* forestale dell'UE inclusivo e coerente.

Strategia “Farm to Fork”

L’approvvigionamento di cibo e fibre è uno dei servizi ecosistemici che più di tutti ricorda la dipendenza della specie umana dal buono stato di salute del capitale naturale.

La strategia “Farm to Fork” è il piano decennale messo a punto dalla Commissione Europea per guidare la transizione verso un sistema agro-alimentare equo, sano e rispettoso dell’ambiente, che al contempo garantisca la sicurezza alimentare. Altro pilastro del *Green Deal*, la Strategia prevede l’adozione di pratiche agricole sostenibili, la riduzione dell’utilizzo di pesticidi e la promozione di un’alimentazione equilibrata basata su alimenti di origine europea. Inoltre, si concentra anche sulla trasparenza delle informazioni fornite ai consumatori sulla provenienza e la produzione degli alimenti. Questa Strategia è strettamente connessa alla Politica Agricola Comune (PAC) e fa parte degli sforzi dell’UE per raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite e contribuire a un futuro più verde e sostenibile per l’Europa.

La Strategia non è vincolante di per sé, tuttavia i Paesi membri, nel momento in cui adottano altre norme e leggi o quando si allineano a politiche comunitarie già esistenti (come la Politica Agricola Comune), saranno vincolati a rispettare gli obiettivi stabiliti dalla Commissione. Con la *Farm to Fork*, è la prima volta che l’UE cerca di progettare una politica agro-alimentare a largo spettro, che proponga misure e obiettivi che coinvolgono l’intera filiera, dalla produzione al consumo, passando per la distribuzione.

Centrale all’interno della *Farm to Fork* è il principio di multifunzionalità dell’agricoltura. L’obiettivo è salvaguardare un modello agricolo europeo che tenga unite tutte le realtà, a partire da quelle più fragili, che svolgono un importante ruolo come presidio del territorio e custodia dell’ambiente e delle sue componenti biodiverse.

La Strategia nasce anche dalla consapevolezza che i sistemi agro-alimentari non possono essere resilienti a shock esogeni, come la pandemia di Covid-19, se non sono sostenibili. I nostri sistemi agro-alimentari rappresentano circa un terzo delle emissioni globali di gas serra, consumano grandi quantità di risorse naturali, causano perdita di biodiversità e impatti negativi sulla salute (dovuti sia alla denutrizione sia alla sovra-

nutrizione) e non permettono rendite economiche eque e redditi per tutti gli attori, in particolare per i produttori primari.

Schematizzando, la Strategia punta all'accelerazione verso un sistema di produzione e consumo del cibo che:

- abbia un impatto positivo o al più neutro;
- aiuti a mitigare gli effetti della crisi climatica e ad adattarsi agli impatti;
- arrestare e invertire la perdita di biodiversità;
- garantire la sicurezza alimentare, la nutrizione e la salute pubblica, assicurandosi che ognuno abbia accesso a cibo sufficiente, sicuro, nutritivo e sostenibile;
- garantire l'economicità del cibo assicurando al tempo stesso un più congruo ritorno economico ai produttori nazionali e una competizione più equa con i produttori stranieri (*fair trade*).



La Strategia si estrinseca in strumenti regolatori e non regolatori, con le politiche agricole e di pesca comunitarie a fare da supporto di *policy*. Una proposta per un quadro di riferimento legislativo verrà avanzata in Commissione, insieme a un piano di contingenza per assicurare la continuità nella fornitura e accesso al cibo anche in caso di crisi, sulla scorta degli insegnamenti della pandemia.

EU Nature Restoration Law

La proposta di Legge sul Ripristino della Natura della Commissione Europea, di giugno 2022, è la prima proposta di Regolamento di questo

tipo a livello comunitario. L'importante novità consiste nella presenza di obiettivi vincolanti di ripristino, specie per gli ecosistemi con il più alto potenziale di sequestro e immagazzinamento di carbonio e per quelli che mitigano l'impatto dei disastri naturali ed eventi meteorologici estremi.

Gli obiettivi sono:

- rafforzare il sistema di protezione già in vigore per tutti i tipi di *habitat*;
- arrestare il declino delle popolazioni degli insetti impollinatori;
- migliorare la gestione degli ecosistemi forestali, in particolare del legno morto (*deadwood*), delle foreste di età non uniforme, potenziando la connettività forestale (corridoi ecologici), la presenza di uccelli boschivi comuni e l'immagazzinamento del carbonio;
- mettere a dimora 3 miliardi di alberi su suolo europeo;
- arrestare la perdita netta di spazi verdi urbani entro il 2030 e aumentarli progressivamente nel 2040 e 2050;
- aumentare lo *stock* di carbonio organico nei terreni minerali da coltura e la quota di terreno agricolo con caratteristiche di alta diversità nell'assetto paesaggistico – ripristinare le torbiere (*peatlands*) prosciugate dall'uso agricolo;
- ripristinare *habitat* marini come il fondale algale o a sedimenti – ripristinare gli *habitat* delle specie marine native, tornando ad uno stato ecologico "buono";
- identificare e rimuovere le barriere che impediscono la connettività delle acque superficiali, in modo da garantire, al 2030, uno stato di libero scorrimento (*free-flowing*) ad almeno 25.000 km di fiumi.

L'insieme delle misure di protezione e ripristino dovrà riguardare almeno il 20% del territorio (terrestre e marino) UE al 2030, arrivando a proteggere la totalità degli ecosistemi bisognosi di ripristino entro il 2050⁷⁰. La proposta stima che per ogni euro investito nel ripristino della natura, i benefici siano quantificabili tra gli 8 e i 38 euro.

Gli Stati Membri dovranno sottoporre alla Commissione, entro i due anni dall'entrata in vigore della Legge, i propri Piani Nazionali di Ripristino, che illustrino azioni e metodi per conseguire i risultati attesi e il sistema di monitoraggio e rendicontazione dei medesimi. Sarà competenza dell'Agenzia Europea dell'Ambiente la stesura di *report* tecnici sui progressi compiuti.

Direttive europee sul capitale naturale

Data la vastità delle componenti del patrimonio naturale, esse sono normate a livello europeo da una pluralità di istituti giuridici. Si citano le quattro più importanti:

- Direttiva 1992/43/EEC, detta "Direttiva *Habitat*", che istituisce la Rete Natura 2000, la più ampia rete ecologica a livello globale (un quinto della superficie terrestre europea e 250 mila kmq di superficie marina);
- Direttiva 2000/60/EC detta "Direttiva quadro sulle acque";
- Direttiva 2008/50/EC sulla qualità dell'aria;
- Direttiva 2009/147/EC detta "Direttiva Uccelli", che integra e aggiorna la precedente legislazione a protezione degli uccelli selvatici (Direttiva 79/409/EEC, la più vecchia norma giuridica ambientale europea).

Quadro di riferimento delle politiche e normative nazionali

Nell'ordinamento italiano la tutela formale di biodiversità ed ecosistemi hanno fatto la loro comparsa soltanto di recente con la modifica, nel febbraio 2022, di due articoli della Carta Costituzionale, il 9 (tra i principi fondamentali) e il 41, sulla libera iniziativa economica.

Nell'articolo 9 era già contenuta la tutela del patrimonio paesaggistico e di quello storico e artistico della Nazione; con la riforma si attribuisce ai compiti della Repubblica anche la tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi e viene specificato esplicitamente un principio di tutela per gli animali. Il nuovo articolo 41, sempre sancendo la libertà dell'iniziativa economica privata, prosegue dicendo che essa "non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo da recare danno alla salute, all'*ambiente*, alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana. La legge determina i programmi e i controlli opportuni perché l'attività economica pubblica e privata possa essere indirizzata e coordinata a fini sociali e *ambientali*."

Prima di queste significative, se non simboliche, conquiste, il capitale naturale trovava cittadinanza nel quadro delle politiche e delle leggi italiane in una pluralità di istituti, tra cui la Legge 349/91 o "Legge Quadro

sulle Aree Protette”, i vari decreti di attuazione delle direttive europee già citate e il D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 detto “Codice dell’ambiente”. Più di recente, il capitale naturale trova un riferimento nella Legge 28 dicembre 2015, n.221, “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di *green economy* e per il contenimento dell’uso eccessivo di risorse naturali”.

Il Comitato e il Rapporto sullo stato del capitale naturale

L’Art. 67 della Legge 221/2015 istituisce il Comitato per il capitale naturale, un organo presieduto dal Ministero dell’Ambiente e coadiuvato da Banca d’Italia, Istat, CNR, ENEA e ISPRA, più altri esperti del mondo accademico e istituzionale personalmente nominati. In Italia il discorso politico istituzionale attorno al capitale naturale è animato in particolare da tale Comitato, che riveste un ruolo consultivo e di supporto ai decisori politici oltre che informativo-rendicontativo. Al comma secondo, la Legge stabilisce infatti che “Al fine di assicurare il raggiungimento degli obiettivi sociali, economici e ambientali coerenti con l’annuale programmazione finanziaria e di bilancio [...], il Comitato [...] trasmette, entro il 28 febbraio di ogni anno, al Presidente del Consiglio dei ministri e al Ministro dell’economia e delle finanze un *rapporto sullo stato del capitale naturale del Paese*, corredato di informazioni e dati ambientali espressi in unità fisiche e monetarie, seguendo le metodologie definite dall’Organizzazione delle Nazioni Unite e dall’Unione Europea, nonché di valutazioni *ex ante* ed *ex post* degli effetti delle politiche pubbliche sul capitale naturale e sui servizi ecosistemici.”

L’ultima edizione del rapporto, la quinta (dati aggiornati al 2021), è stata pubblicata a febbraio 2023⁷¹. Il rapporto saluta il “nuovo” principio europeo dell’azione-tutela ambientale del “non arrecare danno significativo” (*do not significant harm*, DNSH) – sancito dal Regolamento sulla *disclosure* relativa alla sostenibilità nel settore dei servizi finanziari (2019/2088) e dal Regolamento sulla tassonomia delle attività economiche e investimenti sostenibili (2020/852) – e l’introduzione di ambiente e biodiversità nella Costituzione.

Questa edizione ha rappresentato, tra l’altro, un momento di rilettura critica del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) alla luce dell’urgenza di tutela del patrimonio naturale nazionale, il quale trova cittadi-

nanza con i progetti della Misura PNRR M2C4 – Tutela del territorio e della risorsa idrica, per la quale sono stati stanziati 15 miliardi di euro dei 59 totali dedicati alla missione “Rivoluzione verde e transizione ecologica”.

Il rapporto, oltre a essere un dialogo tra istituzioni e ricerca, riporta i risultati di studi inediti e fornisce informazioni chiave sullo stato del capitale naturale italiano. Ad esempio, viene presentato il *Farm-land Bird Index* (FBI), indice normalmente utilizzato in ambito europeo (PAC) come metrica di contesto sullo stato di salute delle aree rurali a coltivo, a prato o altro, basandosi su numerosità e frequenza di alcune specie di uccelli specialiste e frequentatrici di selezionati *habitat* agricoli. Esso sfrutta la proprietà di tali specie di essere bioindicatori. In vent’anni (2000-2020) il FBI è diminuito nel complesso del 29%, una perdita equivalente di 8-14 milioni di esemplari, con punte del -46% negli *habitat* classificati come pianure (drammatica la situazione nella Pianura Padana). Se si considerano solo le sette specie avicole più esigenti in termini di caratteristiche dell’*habitat* (quali allodola, cutrettola, averla piccola, calandra, rondine, torcicollo e saltimpalo), la loro popolazione risulta dimezzata.

Altri dati provengono dal Sistema europeo di informazione sugli incendi boschivi (*European Forest Fire Information System*, EFFIS): 160.000 ettari di bosco bruciati nella sola estate 2021, l’87% in Sardegna, Sicilia e Calabria, regioni in cui insistono gli ecosistemi forestali e di arbusteti mediterranei che la IUCN classifica come “in pericolo” o “vulnerabile”.



Il Comitato ricorda le principali fasi per l'applicazione del SEEA-EA alle praterie di *Posidonia oceanica*, specie endemica del Mediterraneo appartenenti alla famiglia delle fanerogame.

Nell'ultimo secolo le stime indicano una perdita netta del 30% delle praterie di fanerogame marine a causa delle pressioni antropiche, tra cui danni meccanici (dragaggio, scarico, pesca a strascico ed ancoraggio), costruzioni costiere, inquinamento, eutrofizzazione, piscicoltura e introduzione di specie aliene. Le praterie di *Posidonia oceanica* generano servizi ecosistemici chiave, come la protezione dei litorali dall'erosione, il rifugio di numerose specie ittiche pregiate durante gli stadi giovanili, la produzione di ossigeno e, soprattutto, la regolazione climatica attraverso il sequestro e lo stoccaggio di notevoli quantità di carbonio (*Coastal Blue Carbon*).

Altro importante lavoro nell'ultima edizione è la computazione di stime *standard* dei costi unitari di ripristino per tipologie di biomi ed ecosistemi (per esempio 15.964 €/km per il ripristino di zone umide).

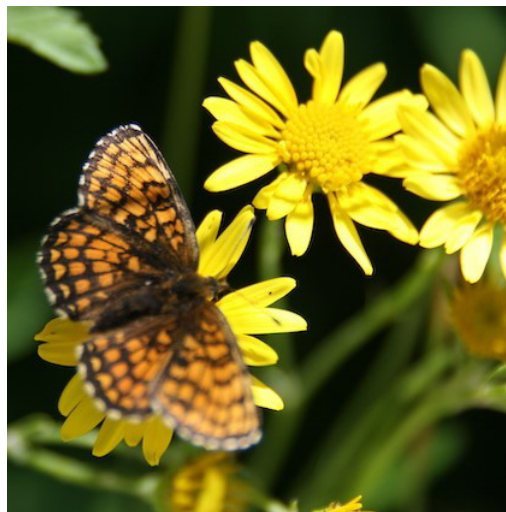
Infine, il rapporto stila una serie di 23 azioni prioritarie e raccomandazioni per ri-orientare le politiche pubbliche e i mercati in favore della salvaguardia di biodiversità e capitale naturale, insistendo sugli strumenti regolatori, fiscali, di mercato e finanziario-assicurativi *ad hoc*, nonché sull'applicazione sistematica del principio DNSH, l'adozione di soluzioni basate sulla natura (NBS) e sulla *restoration ecology*, la co-progettazione di infrastrutture verdi, blu e grigie, l'applicazione dell'*Environmental and Resource Costing* (ERC) per la tariffazione e l'apprezzamento delle risorse naturali e, non da ultimo, la graduale ma certa eliminazione dei sussidi dannosi per la biodiversità.

Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030

Nel 2021 il già Ministero della Transizione Ecologica ha avviato il processo di definizione della Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030, il nuovo documento strategico nazionale che, in coerenza agli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità al 2030, delinea una visione di futuro e di sviluppo incentrata sulla necessità di invertire, a livello globale, l'attuale tendenza alla perdita di biodiversità e al collasso degli ecosistemi.

La Strategia Nazionale rappresenta lo strumento attraverso il quale l'Italia intende contribuire all'obiettivo internazionale di garantire che entro il 2050 tutti gli ecosistemi del pianeta siano ripristinati, resilienti e adeguatamente protetti.

A partire dal bilancio conclusivo della passata Strategia Nazionale Biodiversità 2020, dalle indicazioni contenute nel Quarto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale e in coerenza con gli ambiziosi obiettivi di conservazione e ripristino del patrimonio naturale previsti dalla nuova Strategia Europea per la Biodiversità, la nuova Strategia Nazionale prevede l'identificazione di una serie di obiettivi specifici che rappre-



sentano la declinazione su scala nazionale delle priorità europee e degli impegni definiti in ambito internazionale, all'interno di alcuni ambiti tematici di intervento (per esempio Aree Protette, Agricoltura, Foreste, Acque interne, Mare).

Per ciascun obiettivo vengono individuate azioni specifiche e indicatori sviluppati appositamente per verificarne il raggiungimento, indicatori che dialogano con quelli della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile.

La Strategia è articolata in due obiettivi strategici e relativi obiettivi specifici:

- Obiettivo Strategico A) Costruire una rete coerente di aree protette terrestri e marine.
 - A.1 Proteggere legalmente almeno il 30% della superficie terrestre e il 30% della superficie marina attraverso un sistema integrato di aree protette, Rete Natura 2000 e altre aree legalmente protette;
 - A.2 Garantire che sia protetto in modo rigoroso almeno un terzo delle aree legalmente protette terrestri (incluse tutte le foreste primarie e vetuste) e marine;

- A.3 Garantire la connessione ecologico - funzionale delle aree protette a scala locale, nazionale e sovranazionale;
 - A.4 Gestire efficacemente tutte le aree protette definendo chiari obiettivi e misure di conservazione e monitorandone l'attuazione in modo appropriato;
 - A.5 Garantire il necessario finanziamento delle aree protette e della conservazione della biodiversità.
- Obiettivi Strategico B) Ripristinare gli ecosistemi terrestri e marini.
 - B.1 Assicurare che almeno il 30% delle specie e degli *habitat* protetti ai sensi delle Direttive Uccelli e *Habitat* il cui stato di conservazione è attualmente non soddisfacente, lo raggiungano entro il 2030 o mostrino una netta tendenza positiva;
 - B.2 Garantire il non deterioramento di tutti gli ecosistemi e assicurare che vengano ripristinate vaste superfici di quelli degradati, con particolare attenzione a quelli potenzialmente più idonei a catturare e stoccare il carbonio nonché a prevenire e ridurre l'impatto delle catastrofi naturali;
 - B.3 Assicurare una riduzione del 50% del numero delle specie delle liste rosse nazionali minacciate da specie esotiche invasive.

Il primo obiettivo strategico, che racchiude il concetto di *rete* o *corridoi ecologici* tra singole aree protette fino ad oggi non comunicanti, è di importanza cruciale al fine di ricostruire l'originaria connettività ecologica tra ecosistemi, che allo stato naturale non sono affatto isolati ma collegati funzionalmente: il tutto è superiore alla somma delle singole parti.

I corridoi ecologici, così come le infrastrutture verdi e le altre *nature-based solutions*, come le tecniche agroecologiche, sono vettori di contrasto alla frammentazione degli *habitat* naturali, fenomeno storicamente dovuto alla massiva urbanizzazione (*sprawling*) e antropizzazione del territorio rurale. La frammentazione del territorio non è dannosa soltanto per le specie vegetali e animali che lo popolano, ma nel lungo periodo anche per l'uomo, i cui sistemi economici dipendono dall'integrità e dallo stato di salute di funzioni ed elementi ecologici pensati come un tutto organico.

Il concetto di ripristino, enucleato dal secondo obiettivo strategico, deriva invece dalla *restoration ecology*.

■ Stato, prospettive e scenari

Biodiversità e Capitale Naturale in sintesi

Dinnanzi a un quadro di riferimento delle politiche internazionali, europee e italiane a difesa di biodiversità ed ecosistemi così ricco di recenti iniziative e in piena evoluzione, la situazione attuale della biodiversità e del capitale naturale in Italia può essere sintetizzata dai seguenti aspetti.

L'Italia è tra i Paesi europei più ricchi di biodiversità, in virtù essenzialmente di una favorevole posizione geografica e di una grande varietà geomorfologica, microclimatica e vegetazionale, determinata anche da fattori storici e culturali. La fauna italiana è stimata in oltre 58.000 specie, con tassi significativi di endemismo, particolarmente per gli anfibi e i pesci ossei di acqua dolce. Delle oltre 8.200 entità della flora vascolare italiana, più del 21% è endemica. Questa ricchezza però è minacciata come mostrano le valutazioni IUCN. Ad esempio, delle 672 specie di vertebrati italiani (576 terrestri e 96 marine), 6 sono estinte in Italia e 161 sono minacciate di estinzione (pari al 28% delle specie valutate), mentre delle 2.430 entità vascolari valutate dalle Liste Rosse italiane il 2,2% (pari a 54 entità) è estinto o probabilmente estinto e il 24,3% (590 entità) è a rischio di estinzione.

La copertura nazionale della superficie protetta, al netto delle sovrapposizioni tra aree protette e siti Natura 2000, ad oggi è di circa 3.920.174 ettari a mare, pari all'11,2% delle acque territoriali e ZPE (Zona di Protezione Ecologica) italiane, e di circa 6.530.473 a terra, pari al 21,7% del territorio italiano.

L'estensione delle aree di sovrapposizione, ovvero di quelle aree che rientrano sia in un'area protetta sia in un sito Natura 2000, è aumentata nel tempo arrivando, nel 2021, a 774.792 ettari a mare e 2.446.563 a terra. I *trend* mostrano che la percentuale nazionale di superficie protetta si è stabilizzata a partire dal 2006 per il mare e dal 2011 per la parte terrestre.

Tuttavia, per il raggiungimento dell'obiettivo del 30% fissato dalla Strategia Europea sulla Biodiversità per il 2030 esiste ancora uno scarto di un ulteriore 19% circa di superficie marina da sottoporre a tutela (pari

a circa 6.600.000 ettari) e di un 8% di superficie terrestre (pari a circa 2.500.000 ettari).

L'Italia ospita 132 *habitat* e 340 specie di interesse comunitario, protetti dalla Direttiva *Habitat*. Nell'ultimo *reporting* nazionale sulla Direttiva *Habitat*, lo stato di conservazione delle specie risulta complessivamente scarso, essendo in stato di conservazione sfavorevole: il 54% della flora terrestre e delle acque interne (di cui il 13% in stato di conservazione "cattivo"), il 53% della fauna terrestre e delle acque interne (di cui il 17% in stato di conservazione "cattivo") e il 22% delle specie marine (di cui il 17% in stato di conservazione "cattivo"). Lo stato di conservazione degli *habitat* terrestri di interesse comunitario risulta complessivamente "cattivo" (89%) e solo l'8% è in uno stato di conservazione favorevole.

Le principali pressioni sugli *habitat* e sulle specie individuate nella relazione dell'Italia sono l'agricoltura, lo sviluppo, la costruzione e l'uso di infrastrutture e zone residenziali, commerciali, industriali e ricreative e le specie aliene.

Il numero delle specie aliene è in forte crescita: + 96% in 30 anni, un *trend* superiore a quello registrato a scala europea (76%). Il fenomeno riguarda tutti gli ambienti e tutti gli ecosistemi; attualmente, in Italia sono presenti 3.489 specie aliene e circa il 15% di queste provoca impatti sulla biodiversità e i relativi servizi ecosistemici, come dimostrano i crescenti danni causati da patogeni e parassiti alieni alle coltivazioni e alle foreste. Ad oggi, le specie esotiche (o ancora di *status* incerto) introdotte in Italia sono state più di 3.600, di cui 3.498 attualmente presenti. Di queste, più di 1.800 appartengono al regno animale, oltre 1.600 al regno vegetale e poi funghi, batteri, cromisti e protozoi.

In Italia uno dei principali fattori di minaccia della biodiversità è rappresentato dalla distruzione e frammentazione degli *habitat* naturali. La frammentazione del territorio è il processo di riduzione della continuità di ecosistemi, *habitat* e unità di paesaggio a seguito di fenomeni come l'espansione urbana e lo sviluppo della rete infrastrutturale, che portano alla trasformazione di *patch* (aree non consumate prive di elementi artificiali significativi che le frammentano interrompendone la continuità) di territorio di grandi dimensioni in parti di territorio di minor estensione e più isolate. Secondo i dati del 2021, il 44,7% del ter-

itorio nazionale presenta un grado di frammentazione elevato o molto elevato e complessivamente quasi un quinto (19,6%) risulta a frammentazione molto elevata.

Un altro fattore di minaccia per la biodiversità e gli ecosistemi è l'impermeabilizzazione o la copertura artificiale del suolo. A tal proposito in Italia, nell'ultimo anno, le nuove coperture artificiali hanno riguardato altri 6.911 ettari, con un consumo di suolo netto pari a 6.334 ettari ovvero, in media, oltre 17 ettari al giorno e 2 metri quadrati al secondo, un incremento che allontana ancora di più dagli obiettivi di azzeramento del consumo netto di suolo. In termini assoluti, in Italia sono oggi irreversibilmente persi circa 2.150.000 ettari di suolo.

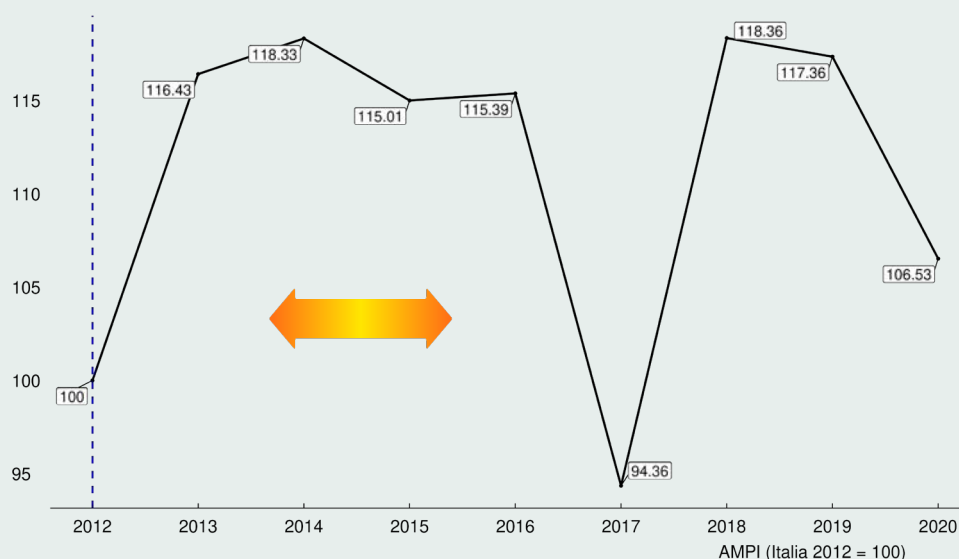
Infine, considerando anche la richiamata Strategia dell'UE per le foreste per il 2030, adottata a luglio 2021, che fa parte del pacchetto "*Fit for 55*" e promuove i numerosi servizi forniti dalle foreste, occorre dire che il territorio italiano ospita un'ampia varietà di boschi, diversi tra loro per composizione in specie, struttura, funzione, esigenze ecologiche e dal secondo dopoguerra a oggi le foreste italiane sono aumentate costantemente, passando da 5,6 a 11,1 milioni di ettari. La capacità delle piante di assorbire anidride carbonica dall'atmosfera attraverso la fotosintesi clorofilliana, e di "sequestrare" il carbonio nei loro tessuti sta assumendo un'importanza sempre maggiore per ridurre la concentrazione dei gas serra in atmosfera e raggiungere gli obiettivi climatici previsti dall'Accordo di Parigi. Gli stock di carbonio nelle foreste italiane sono in aumento, segnando un bilancio positivo tra le emissioni e gli assorbimenti di gas serra (*carbon sink*). Maggiore preoccupazione destano le emissioni legate agli incendi. Considerando solo i grandi incendi, l'anno con la più estesa superficie forestale bruciata risulta il 2021, mentre il 2022, nonostante un valore inferiore in termini di superfici forestali percorse da incendi, è il secondo peggior anno in ordine di importanza dell'ultimo quinquennio.

La forte pressione esercitata sugli ecosistemi forestali ha attirato nell'ultimo decennio l'attenzione da parte di decisori politici, aziende private, associazioni e privati cittadini, stimolando azioni concrete e strumenti efficaci mirati a prevenire tali impatti e a mitigarne gli effetti. Tra queste azioni, le certificazioni forestali hanno un ruolo di rilievo essendo nate proprio come uno strumento volto a prevenire gli impatti

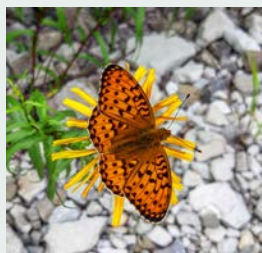
negativi e le minacce al patrimonio forestale nazionale e internazionale, attraverso l'adozione di pratiche improntate a un'attenta pianificazione e monitoraggio delle attività di gestione e utilizzazione delle biomasse legnose. In Italia, al 31 dicembre 2021, la superficie forestale certificata secondo lo schema del *Programme for Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC™)* è pari a 892.610 ettari (con un incremento dello 0,4% rispetto al 2020); mentre, al termine dello stesso anno, la superficie certificata secondo lo schema del *Forest Stewardship Council® (FSC®)* ammonta a 75.214 ettari (+9,8% rispetto al 2020). Tali andamenti sono stati certamente influenzati dagli effetti e dalle restrizioni imposte a seguito della pandemia causata dal virus Sars CoV 2, degli ultimi 2 anni.

Utilizzando la sintesi analitica offerta dagli indicatori compositi, nel grafico sottostante è possibile osservare l'andamento registrato dal tema oggetto d'analisi, caratterizzato da un miglioramento in termini ambientali complessivi eccetto un picco negativo del 2017 dovuto essenzialmente a un'impennata del numero degli incendi boschivi e al conseguente calo del contributo delle foreste al ciclo del carbonio.

Figura 30: Indicatore composito "Biodiversità e capitale naturale"



Fonte: ISPRA



Con un numero di specie animali, vegetali e di tipi di habitat tra i più alti d'Europa, l'Italia può essere considerata un hotspot di biodiversità, ma per preservare questa ricchezza occorre contenere i fattori di minaccia principali.

Il patrimonio faunistico e floristico nazionale: consistenza e livello di minaccia

L'Italia è tra i Paesi europei più ricchi di biodiversità, in virtù essenzialmente di una favorevole posizione geografica e di una grande varietà geomorfologica, microclimatica e vegetazionale, determinata anche da fattori storici e culturali.

Le piante, insieme a muschi, felci e licheni, sono indispensabili per la vita sulla terra. Producono l'ossigeno che respiriamo, assorbono l'anidride carbonica e sono alla base delle catene alimentari. Sono quindi una parte fondamentale degli ecosistemi naturali.

Il patrimonio floristico italiano è di grande rilievo per ricchezza di specie e sottospecie (2.704 licheni, 1.209 briofite e 8.249 entità vascolari) e per valore biogeografico. Secondo i dati aggiornati a gennaio 2022, il 21,1% delle 8.249 entità della flora vascolare italiana (pari a 1.739 entità) è endemica, ovvero esclusiva del nostro territorio, e di queste, 1.164 sono anche esclusive regionali, cioè con areale ristretto a una sola regione.

Nonostante la ricchezza della flora italiana, purtroppo, molte specie vegetali sono a rischio perché vivono in ambienti fortemente minacciati come gli ambienti costieri, quelli umidi e le zone di pianura, intaccati e frammentati dall'espansione delle città e delle infrastrutture, o soggetti agli impatti dell'agricoltura.

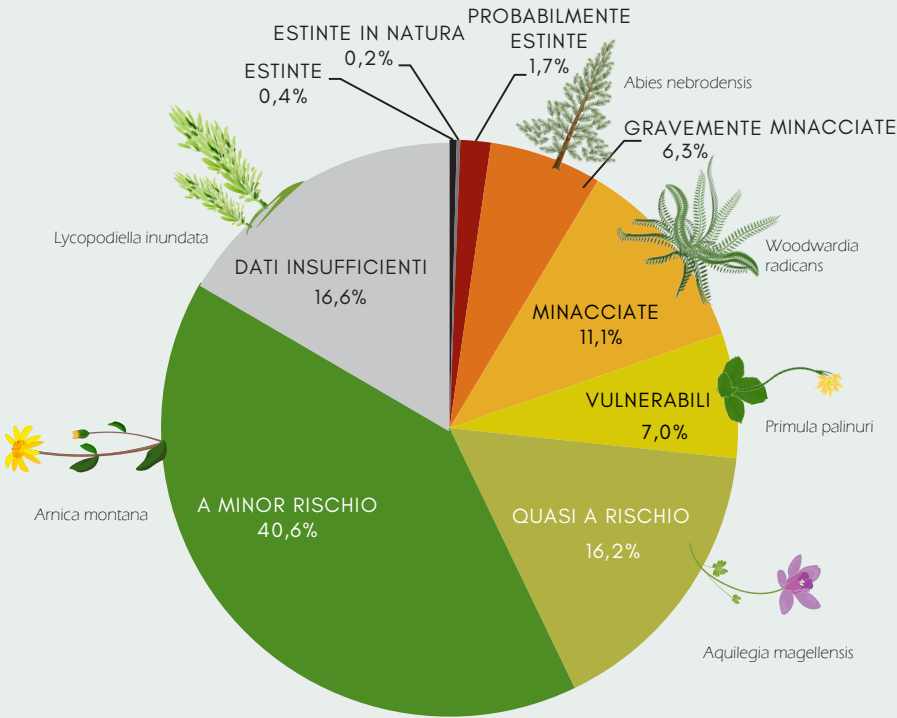
Altre specie sono invece a rischio perché vivono in ambienti nei quali sono state abbandonate le pratiche agropastorali tradizionali, come le praterie montane che non essendo più sfalciate, né pascolate, vengono riconquistate dal bosco.

A evidenza dello stato di conservazione non soddisfacente della flora italiana si citano le 2.430 entità vascolari valu-

tate dalle Liste Rosse italiane: il cui 2,2% (pari a 54 entità) è estinto o probabilmente estinto e il 24,3% (590 entità) è a rischio di estinzione. Le pressioni antropiche correlate ai cambiamenti di uso del suolo continuano ad agire sul nostro territorio e rappresentano attualmente uno dei maggiori *driver* del rischio di estinzione delle specie vegetali.

La Lista Rossa della flora vascolare indica tra le pressioni più rilevanti le modifiche dei sistemi naturali (il 39% dei 2.430 *taxa* valutati sono soggetti a questa forma di pressione), lo sviluppo agricolo (27%) e residenziale (27%) e il disturbo antropico diretto sugli ambienti naturali (20%).

Figura 31: Livello di minaccia della flora vascolare italiana: ripartizione percentuale nelle categorie IUCN di rischio di estinzione delle 2.430 piante vascolari valutate (2020)



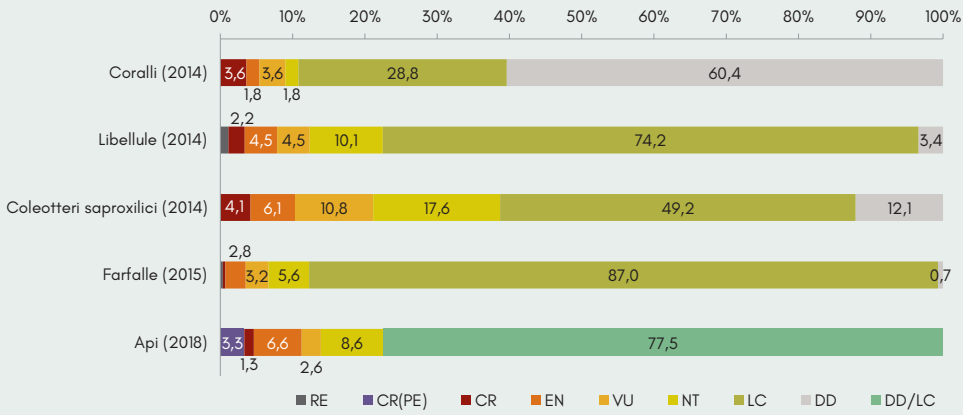
Fonte: Orsenigo et al. 2020. Red list of threatened vascular plants in Italy. Plant Biosystems

Per quanto riguarda la fauna italiana, anch'essa è tra le più ricche d'Europa. Essa è stimata in oltre 58.000 specie e il numero totale arriva a circa 60.000 *taxa* se si considerano anche le sottospecie. Questa ricchezza è però minacciata, come mostrano le valutazioni IUCN e le tendenze demografiche delle popolazioni. Delle 672 specie di vertebrati italiani (576 terrestri e 96 marine), 6 sono estinte in Italia e 161 sono minacciate di estinzione (pari al 28% delle specie valutate). I diversi gruppi di vertebrati mostrano percentuali di rischio variabili: 2% nei pesci ossei marini, 19% nei rettili, 21% nei pesci cartilaginei, 23% nei mammiferi, 36% negli anfibi, fino al 48% nei pesci ossei di acqua dolce (considerando le categorie CR+EN+VU). Inoltre, le popolazioni di vertebrati terrestri e marini sono complessivamente in declino, rispettivamente per il 27% e 22%. Gli uccelli nidificanti sono l'unico gruppo per il quale sono state realizzate due valutazioni IUCN, a distanza di 7 anni. Delle 278 specie valutate nel 2019, 5 sono estinte e 67 minacciate (erano 76 nel 2013), pari al 26% delle specie valutate. La metà delle specie di uccelli nidificanti italiani non è a rischio di estinzione imminente.



Tra gli invertebrati sono minacciati di estinzione il 9% dei coralli, l'11% delle libellule, il 21% dei coleotteri saproxilici, il 6% delle farfalle e l'11% degli apoidei valutati. Anche per gli invertebrati si rilevano *trend* preoccupanti, ad esempio la percentuale di popolazioni di libellule in declino è pari al 16% del totale, 5 volte maggiore di quelle in aumento.

Figura 32: Ripartizione percentuale nelle categorie IUCN dei cinque gruppi di invertebrati ad oggi valutati



Fonte: Audisio et al., 2014. Lista Rossa IUCN dei Coleotteri Saproxilici Italiani. Comit. ital. IUCN e MATTM. Balletto et al., 2015. Lista rossa IUCN delle Farfalle Italiane - Ropaloceri. Comit. ital. IUCN e MATTM. Quaranta et al., 2018. Lista Rossa IUCN delle api italiane minacciate. Comit. ital. IUCN e MATTM. Riservato et al., 2014. Lista Rossa IUCN delle libellule Italiane. Comit. ital. IUCN e MATTM. Salvati et al., 2014. Lista Rossa IUCN dei coralli italiani. Comit. ital. IUCN e MATTM

Legenda RE: Regionally Extinct, Estinta nella Regione; CR(PE): Critically Endangered (Possibly Extinct), in Pericolo Critico (Possibilmente Estinta); CR: Critically Endangered, In Pericolo Critico; EN: Endangered, In Pericolo; VU: Vulnerable, Vulnerabile; NT: Near Threatened, Quasi Minacciata; LC: Least Concern, Minore Preoccupazione; DD: Data Deficient, Carente di Dati; DD/LC (fusione di 2 categorie IUCN) = DD+LC

Note: Tra parentesi è riportato l'anno di pubblicazione delle valutazioni. Sono escluse dalle valutazioni le specie appartenenti alle categorie Non Applicabile (NA, Not Applicable)



Per il raggiungimento dell'obiettivo del 30% fissato dalla SEB 2030 esiste uno scarto di: un ulteriore 19% circa di superficie marina da sottoporre a tutela (pari a circa 6.600.000 ettari) di un 8% di superficie terrestre (pari a circa 2.500.000 ettari).

Le aree protette: un patrimonio da tutelare

Le aree protette sono strumenti essenziali per la salvaguardia della biodiversità.

La Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030 (SEB 2030), adottata nel maggio del 2020 mira a riportare la biodiversità nell'UE sulla via della ripresa e definisce nuovi obiettivi e meccanismi di *governance* per ottenere ecosistemi sani e resilienti. In particolare, la SEB 2030 fissa i seguenti obiettivi ambiziosi:

- proteggere almeno il 30 % della superficie terrestre dell'UE e il 30 % dei suoi mari e integrare i corridoi ecologici in una vera e propria rete naturalistica transeuropea;
- proteggere rigorosamente almeno un terzo delle zone protette dell'UE, comprese tutte le foreste primarie e antiche ancora esistenti sul suo territorio;
- gestire efficacemente tutte le zone protette, definendo obiettivi e misure di conservazione chiari e sottoponendoli a un monitoraggio adeguato. La Strategia definisce anche un piano dell'UE per il ripristino della natura, ossia una serie di impegni e azioni concrete finalizzati a ricostruire gli ecosistemi degradati in tutta l'UE entro il 2030 nonché a gestirli in modo sostenibile, affrontando i fattori chiave della perdita di biodiversità.

Le Direttive *Habitat* e *Uccelli* sono strumenti legislativi chiave per conseguire gli obiettivi della SEB 2030, e costituiscono l'asse portante della legislazione dell'UE finalizzata alla conservazione della natura.

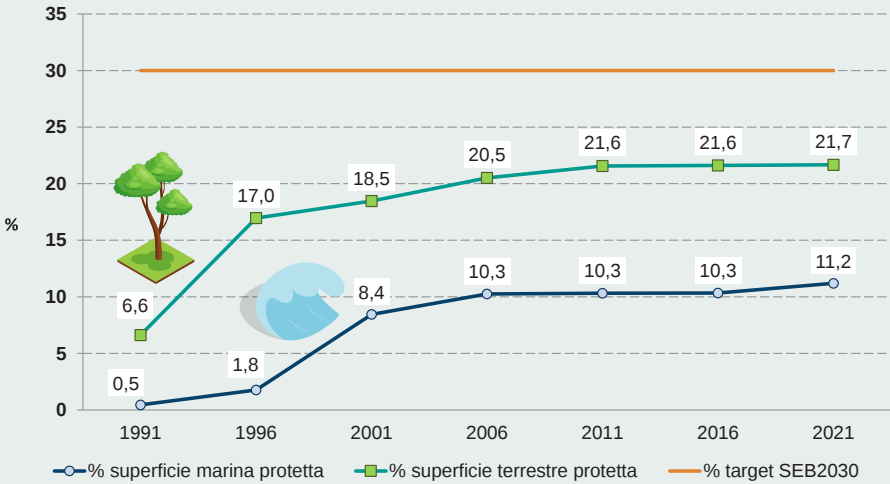
Integrando i dati spaziali relativi alle aree di tutela della biodiversità esistenti nel nostro Paese (aree protette e Rete Natura 2000), e calcolando la superficie italiana attualmen-

te tutelata a terra e a mare, è possibile valutare la variazione dal 1991 al 2021 e mostrare la distanza tra la percentuale di superficie terrestre e marina protetta e il *target* del 30% posto dalla SEB 2030.

La copertura nazionale della superficie protetta, al netto delle sovrapposizioni tra aree protette e siti Natura 2000, ad oggi è di circa 3.920.174 ettari a mare, pari all'11,2% delle acque territoriali e ZPE (Zona di Protezione Ecologica) italiane, e di circa 6.530.473 a terra, pari al 21,7% del territorio italiano.

L'estensione delle aree di sovrapposizione, ovvero di quelle aree che rientrano sia in un'area protetta sia in un sito Natura 2000, è aumentata nel tempo arrivando, nel 2021, a 774.792 ettari a mare e 2.446.563 a terra. I *trend* mostrano che la percentuale nazionale di superficie protetta si è stabilizzata a partire dal 2006 per il mare e dal 2011 per la parte terrestre.

Figura 33: Percentuale di territorio protetto a terra e a mare al netto delle sovrapposizioni e percentuale prevista dal target della Strategia Europea per la Biodiversità per il 2030



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MASE

Note: Le superfici marine protette sono calcolate all'interno delle acque territoriali e delle ZPE italiane



Lo stato di conservazione delle specie risulta complessivamente scarso, essendo in stato di conservazione sfavorevole:

- il 54% della flora terrestre e delle acque interne (di cui il 13% in stato di conservazione "cattivo");

- il 53% della fauna terrestre e delle acque interne (di cui il 17% in stato di conservazione "cattivo");

- il 22% delle specie marine (di cui il 17% in stato di conservazione "cattivo").

Lo stato di conservazione degli habitat terrestri di interesse comunitario risulta complessivamente "cattivo" (89%) e solo l'8% è in uno stato di conservazione favorevole.

Conservazione di specie e habitat di interesse comunitario

La Direttiva *Habitat* (92/43/CEE) rappresenta uno dei principali pilastri della politica comunitaria per la conservazione della natura.

L'Italia garantisce ogni sei anni un *reporting* periodico richiesto agli Stati Membri dall'art. 17 della Direttiva.

L'ultimo *report* ufficiale, che riporta i progressi compiuti verso il mantenimento o il ripristino di uno stato di conservazione soddisfacente delle specie e degli *habitat*, si riferisce ai dati dei monitoraggi effettuati dalle regioni e dalle province autonome nel periodo 2013-2018.

Le principali pressioni sugli *habitat* e sulle specie italiane sono l'agricoltura, le specie aliene e lo sviluppo, la costruzione e l'uso di infrastrutture e zone residenziali, commerciali, industriali e ricreative.

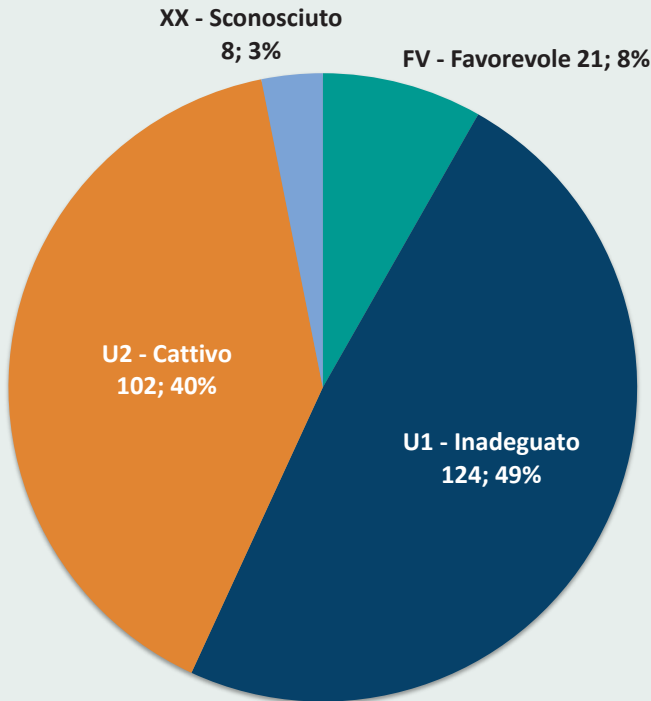
In merito agli *habitat*, la tendenza rispetto al precedente ciclo di rendicontazione risulta negativa con una diminuzione delle valutazioni favorevoli.

Attualmente sono in stato di conservazione favorevole solo l'8% dei casi a fronte del 49% di valutazioni di stato inadeguato e del 40% di valutazione di stato cattivo. Si rileva pertanto una situazione generale problematica, che allontana, ancor di più rispetto al passato, dal raggiungimento degli obiettivi fissati dalla normativa.

In termini di regioni biogeografiche si rileva che il maggior numero di valutazioni risultate in stato di conservazione cattivo è presente nella regione continentale (40), dove tuttavia il numero di valutazioni inadeguate è minore (35) rispetto alle altre regioni biogeografiche.

Nel complesso le valutazioni sfavorevoli sono maggiori nella regione mediterranea: 33 cattive e 51 inadeguate.

Figura 34: Stato di conservazione complessivo degli habitat terrestri di Direttiva 92/43/CEE: numero di schede di reporting e distribuzione percentuale, sul totale delle valutazioni effettuate, delle 4 classi di stato di conservazione (2019)



Fonte: Dati IV Report Italiano ex art. 17⁷²

A livello regionale, i territori che presentano uno sforzo di monitoraggio maggiore sono quelli che ricadono in più di una regione biogeografica, poiché le valutazioni di uno stesso *habitat* in questo caso vanno ripetute su una base territoriale diversa.

Lazio e Abruzzo risultano le regioni maggiormente coinvolte nelle attività di monitoraggio degli *habitat* con 173 e 164 valutazioni rispettivamente. Sopra le 150 valutazioni anche Toscana, Piemonte e Liguria.

In merito alle specie, il *report* ufficiale italiano su un totale di 349 specie (232 specie animali e 117 specie vegetali) di interesse comunitario presenti sul nostro territorio e nei nostri mari mostra che sono in stato di conservazione sfavorevole (inadeguato o cattivo) oltre la metà delle specie terrestri e delle acque interne, il 54% della flora e il 53% della fauna, e il 22% delle specie valutate in ambito marino.

Dal confronto tra i due periodi di *reporting* (2007-2012 e 2013-2018), non si rilevano miglioramenti dello stato di conservazione delle specie, unico segnale positivo sia per le specie e sia per gli *habitat* è l'aumento delle conoscenze, con una diminuzione dei casi "sconosciuti".

Il miglioramento dello stato di conservazione risulta prioritario nelle nuove iniziative comunitarie sulla conservazione della natura.

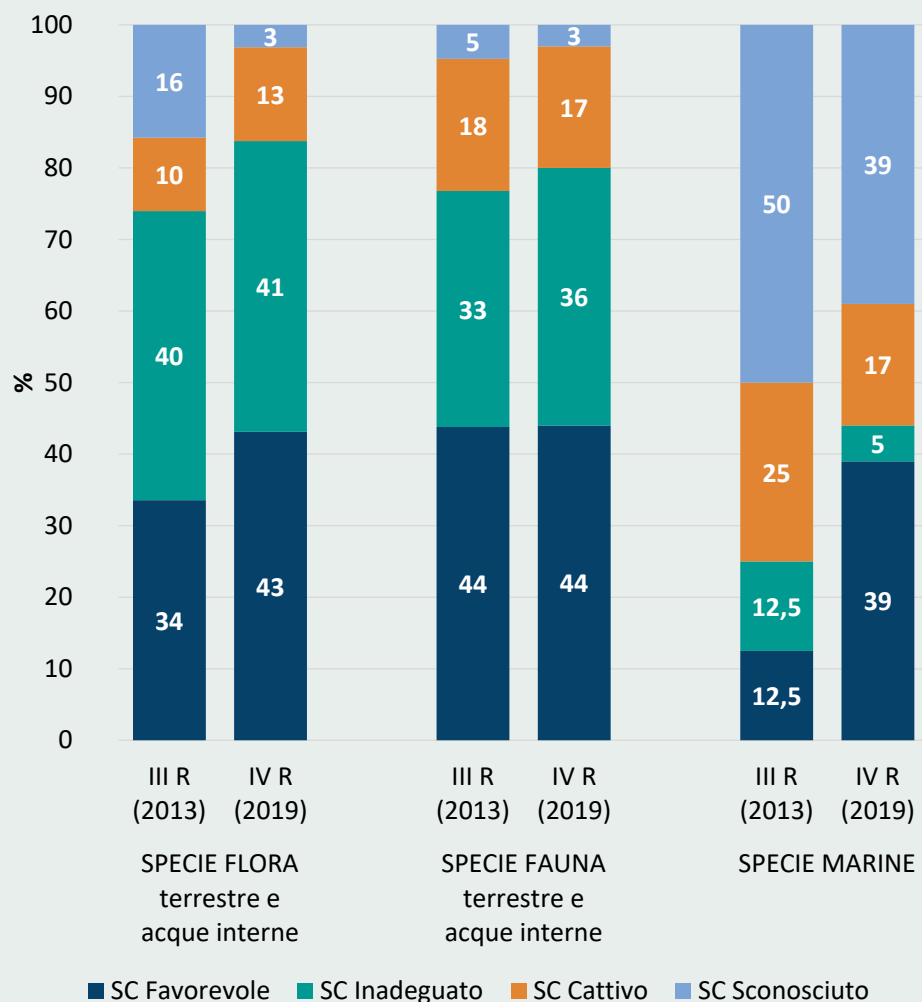
La Strategia per la Biodiversità per il 2030 (elaborata all'interno del piano economico del *Green Deal* Europeo) mira, infatti a rendere la conservazione parte integrante della strategia globale di crescita economica dell'UE.

La Strategia si propone obiettivi ambiziosi, come la protezione del 30% del territorio europeo e il miglioramento dello stato di conservazione per almeno il 30% di *habitat* e specie che attualmente sono in uno stato non favorevole.

Ciò verrà realizzato sia attraverso il miglioramento in efficacia dell'applicazione delle politiche già attive, sia attraverso un imponente programma finanziato *ad hoc* e mirato al recupero e ripristino ambientale.

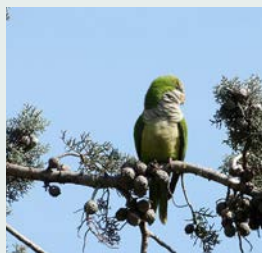
I dati rilevati evidenziano una forte criticità nei confronti della conservazione degli *habitat*, tuttavia, possono rappresentare un punto di partenza per un "cambio di rotta" imprescindibile per il raggiungimento di tali obiettivi.

Figura 35: Stato di conservazione (SC) delle specie italiane di interesse comunitario: confronto tra III Report (2013) e IV Report (2019)



Fonte: ISPRA, Serie Rapporti 349/2021

Note: Valori percentuali calcolati sul numero di valutazioni



Le specie esotiche (o ancora di status incerto) introdotte in Italia sono più di 3.600, di cui 3.498 attualmente presenti.

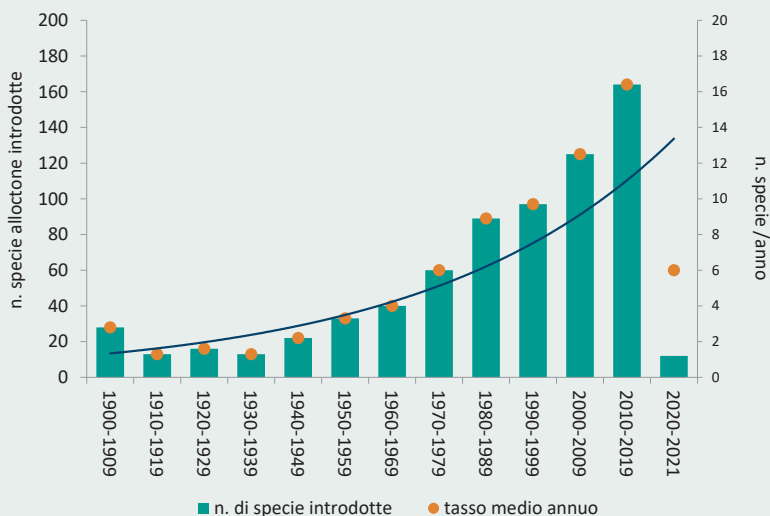
Di queste, più di 1.800 appartengono al regno animale, oltre 1.600 al regno vegetale e poi funghi, batteri, cromisti e protozoi.

Le specie aliene: una minaccia per la biodiversità

L'introduzione di specie esotiche (o alloctone) potenzialmente invasive costituisce un fattore di rischio per la biodiversità la cui importanza è ormai nota a scala planetaria. A livello mondiale rappresentano la seconda minaccia alla biodiversità, nonché il fattore chiave nel 54% delle estinzioni di specie animali conosciute.

Le principali pressioni sugli *habitat* e sulle specie individuate nella relazione dell'Italia sono l'agricoltura, lo sviluppo, la costruzione e l'uso di infrastrutture e zone residenziali, commerciali, industriali e ricreative e proprio le specie aliene.

Figura 36: Numero di specie introdotte in Italia a partire dal 1900 e tasso medio annuo di nuove introduzioni, calcolati su 712 specie stabilizzate con data di introduzione certa



Fonte: ISPRA - Banca Dati Nazionale Specie Alloctone (agg. dicembre 2021)

Note: l'ultimo istogramma è riferito a soli 2 anni

Tale fenomeno è in forte crescita, con un aumento del numero di specie aliene del 96% in 30 anni, un *trend* superiore a quello registrato a scala europea (76%). Il fenomeno riguarda tutti gli ambienti e tutti gli ecosistemi; attualmente in Italia sono presenti 3.489 specie aliene e circa il 15% di queste provoca impatti sulla biodiversità e i relativi servizi ecosistemici, come dimostrano i crescenti danni causati da patogeni e parassiti alieni alle coltivazioni e alle foreste.

Dal 1° gennaio 2015 è entrato in vigore il Regolamento (EU) 1143/2014 del Parlamento e del Consiglio europei sulla prevenzione e la gestione dell'introduzione e la diffusione delle specie aliene invasive. Il Regolamento fissa le regole per prevenire, ridurre al minimo e mitigare l'impatto sulla biodiversità, sui servizi ecosistemici, sulla salute umana e sull'economia dovuto all'introduzione e diffusione, sia deliberata sia accidentale, di specie aliene invasive all'interno dell'Unione Europea. La Commissione ha adottato un elenco di specie invasive rilevanti per l'Unione, aggiornato di continuo e revisionato almeno ogni 6 anni. Dette specie non possono essere intenzionalmente introdotte nel territorio europeo, né essere allevate, trasportate, immesse sul mercato o rilasciate nell'ambiente.

Il Decreto legislativo n. 230/17 di adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento UE 1143/2014, entrato in vigore il 14 febbraio 2018, stabilisce le misure per: i controlli ufficiali necessari a prevenire l'introduzione deliberata delle specie di rilevanza unionale e nazionale, il rilascio delle autorizzazioni in deroga ai divieti, l'istituzione di un sistema nazionale di sorveglianza, le misure di gestione volte all'eradicazione o contenimento delle specie di rilevanza unionale e nazionale e la disciplina sanzionatoria per le violazioni delle disposizioni.

A giugno 2019 l'Italia ha inviato i dati per la prima rendicontazione prevista ai sensi dell'art. 24 del Regolamento UE sulle specie aliene di rilevanza unionale. Questo evidente "recente" interesse per le specie aliene, anche in termini di riferimenti normativi è giustificato tra l'altro dai reali impatti che esse possono generare sull'ambiente. Si tratta di impatti legati alla predazione e alla competizione con specie autoctone, ai cambiamenti strutturali degli ecosistemi che certe specie aliene possono determinare (ad esempio le alghe marine del genere *Caulerpa*, o il fico degli Ottentotti). Inoltre, impatti legati alla tossicità e alla diffusione di malattie (es. zanzare tigre), o relativi alla cosiddetta ibridazione, fino a quelli connessi a danni alle infrastrutture (es. la nutria, la cozza zebrata) o ad agricoltura e foreste (lo scoiattolo grigio, la vespa velutina).



Le regioni con maggior superficie a frammentazione molto elevata sono Veneto (40,44%), Lombardia (33,64%), Puglia (28,54%) e Campania (28,52%). Tale dato conferma la stretta corrispondenza tra frammentazione e densità di urbanizzazione.

La frammentazione del territorio e del paesaggio

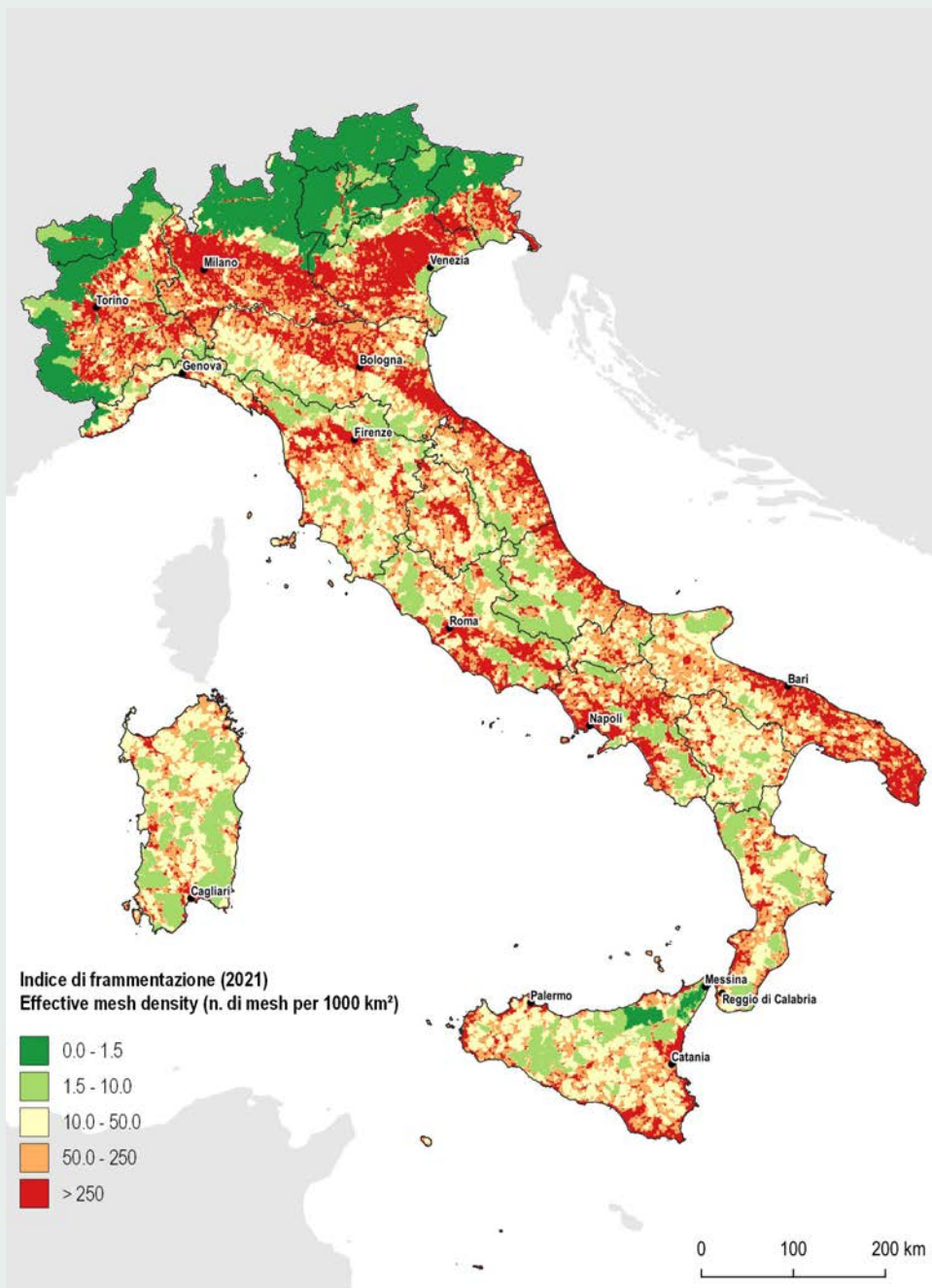
Il principale fattore di minaccia per la biodiversità in Italia è rappresentato dalla distruzione e frammentazione degli *habitat* naturali dovuta, ad esempio, all'agricoltura, che rappresenta la prima minaccia per le specie e gli *habitat*, a causa della sottrazione di aree naturali, dall'inquinamento derivante dalle pratiche colturali e dalla captazione delle acque per l'irrigazione.

Anche l'espansione delle aree urbanizzate e la costruzione di infrastrutture continuano a sottrarre spazi agli *habitat* naturali, così come la regimazione e la cementificazione lungo le sponde di fiumi e torrenti.

La frammentazione del territorio è il processo di riduzione della continuità di ecosistemi, *habitat* e unità di paesaggio a seguito di fenomeni come l'espansione urbana e lo sviluppo della rete infrastrutturale, che portano alla trasformazione di *patch* (aree non consumate prive di elementi artificiali significativi che le frammentano interrompendone la continuità) di territorio di grandi dimensioni in parti di territorio di minor estensione e più isolate.

Ne deriva una riduzione della connettività ecologica, che influenza negativamente la resilienza e la capacità degli *habitat* di fornire servizi ecosistemici, aumenta l'isolamento delle specie (e di conseguenza la loro capacità di accedere alle risorse) e si ripercuote sulla qualità e sul valore del paesaggio (come definito dall'art. 131 del Codice dei beni culturali e del paesaggio). Inoltre, la frammentazione ha conseguenze anche sulle attività agricole, aumentando, ad esempio, i costi di produzione e il consumo di carburante per le lavorazioni.

Figura 37: Indice di frammentazione del territorio (2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Limitare la frammentazione del territorio e del paesaggio costituisce uno degli elementi chiave per proteggere, conservare e migliorare il capitale naturale dell'UE (VII PAA Programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente) e pertanto deve rientrare tra gli aspetti da considerare nella pianificazione territoriale e paesaggistica ai diversi livelli territoriali. La Strategia nazionale per lo Sviluppo Sostenibile richiama tra gli obiettivi strategici "garantire il ripristino e la deframmentazione degli ecosistemi e favorire le connessioni ecologiche urbano/rurali" (area pianeta Ob. III.4).

In termini di misurazione il grado di frammentazione del territorio è valutato attraverso l'indice "*effective mesh-density*" (Seff) che misura l'ostacolo al movimento dovuto alla presenza sul territorio dei cosiddetti "elementi frammentanti".



Nel 2021 il 44,73% del territorio nazionale presenta un grado di frammentazione elevato o molto elevato e complessivamente quasi un quinto (19,62%) risulta a frammentazione molto elevata.



L'evoluzione temporale dei livelli di frammentazione è correlata all'andamento del grado di copertura artificiale e della sua densità sul territorio nazionale. Il continuo incremento delle superfici artificiali che si registra sul territorio nazionale comporta livelli di frammentazione del suolo agricolo e naturale sempre maggiori.

Tra il 2012 e il 2021 si osserva un aumento dell'1,44% delle aree a frammentazione molto elevata, mentre rispetto al 2006 tali aree sono aumentate del 5,84%. Le zone a frammentazione elevata mostrano invece un aumento più limitato, dello 0,15% rispetto al 2012 e dell'1,37% rispetto al 2006. L'estensione delle aree a media frammentazione non ha subito importanti variazioni nel periodo 2012-2021, mentre rispetto al 2006 si registra una riduzione dell'1,26%. I cambiamenti più rilevanti hanno riguardato soprattutto i territori a frammentazione bassa (-2,13% tra il 2012 e il 2021 e - 5,66% tra il 2006 e il 2021).



Dal 2006 al 2021 il consumo di suolo è aumentato di oltre 115.000 ettari, quasi il 40% concentrati prevalentemente nelle regioni del Nord in particolare Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna e Piemonte.

Degrado e consumo di suolo

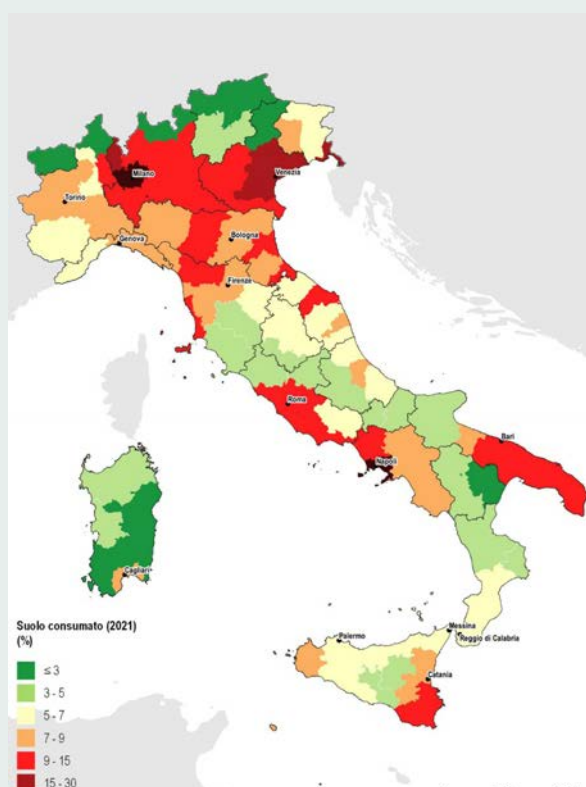
Per le sue caratteristiche morfologiche, il territorio italiano è naturalmente soggetto a fenomeni di dissesto idrogeologico quali frane, alluvioni, valanghe, erosione delle coste e dei versanti. Questi fenomeni naturali sono aumentati nell'ultimo secolo anche a causa della progressiva espansione delle aree urbanizzate. La crescente urbanizzazione ha allo stesso tempo causato una perdita di suolo, inteso come lo strato più superficiale della crosta terrestre che ha funzioni di regolazione dei processi naturali, come il ciclo dell'acqua, del carbonio, e degli elementi nutritivi, di approvvigionamento, con la produzione di cibo o di altre biomasse, e di supporto, costituendo la sede di tutta l'attività biotica compresa quella umana. Il suo consumo, legato alla costruzione di edifici o strade comporta dunque una sottrazione di tutti quei servizi ecosistemici che esso è in grado di garantire.

Visti i tempi estremamente lunghi di formazione (possono servire anche diverse migliaia di anni per generarne pochi centimetri), il suolo è una risorsa sostanzialmente non rinnovabile, da tutelare e preservare per le generazioni future.

La Commissione Europea è da anni impegnata sul tema dell'uso sostenibile del territorio e a fine 2020, quattordici anni dopo la prima proposta di Strategia tematica, ha lanciato la nuova Strategia dell'UE per la protezione del suolo, ribadendo che la salute del suolo è essenziale per conseguire gli obiettivi in materia di clima e di biodiversità del *Green Deal* europeo. In quest'ambito, già nel 2006 veniva sottolineata proprio la necessità di attuare buone pratiche per mitigare gli effetti negativi dell'impermeabilizzazione del suolo. Nel 2011, con la tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse, la Commissione Europea ha introdotto l'obiettivo di un incremento dell'occupazione netta di terreno pari a zero da raggiungere, in Europa, entro il 2050, obiettivo ribadito in seguito con l'approvazione dell'VIII Programma di Azione per l'Ambiente nel

luglio 2022. Nel 2012 la Commissione Europea ha presentato il rapporto *"Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing"* con una serie di buone pratiche atte a limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo e, agli inizi di novembre 2020, ha lanciato la *roadmap* che ha condotto alla *"New Soil Strategy – healthy soil for a healthy life"*, la nuova strategia dell'UE per la protezione del suolo, che è stata approvata il 17 novembre 2021, come previsto anche dalla risoluzione del Parlamento europeo del 28 aprile 2021 sulla protezione del suolo, con la quale si chiedeva alla Commissione di predisporre una direttiva vincolante in materia entro la fine dell'anno.

Figura 38: Suolo consumato a livello provinciale (2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

L'Italia, nonostante non si sia mai dotata di una specifica normativa di riferimento, è comunque tenuta a rispettare gli obiettivi comunitari e quelli previsti dall'Agenda 2030, che prevedono un processo di monitoraggio costruito attraverso un sistema di indicatori, alcuni specifici sul consumo di

suolo, sull'uso del suolo e sulle aree artificiali e, entro il 2030, l'allineamento del consumo alla variazione demografica e il bilancio non negativo del degrado del territorio.

A livello regionale sono invece diverse le norme che impongono obiettivi di contenimento progressivo del consumo di suolo, attribuendo spesso un significato al fenomeno non in linea con le definizioni europee.

Figura 39: Aree in degrado tra il 2015 e il 2019 per una o più cause di degrado

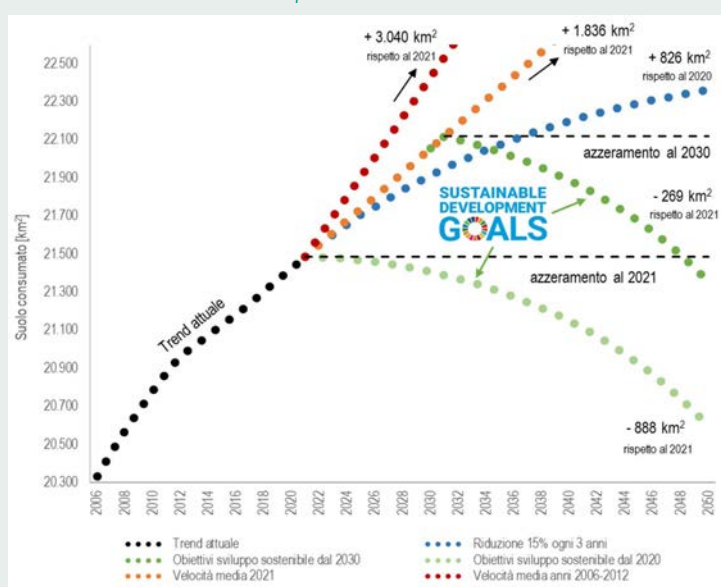


Fonte: ISPRA

Nell'ultimo anno, le nuove coperture artificiali hanno riguardato altri 6.911 ettari, con un consumo di suolo netto pari a 6.334 ettari ovvero, in media, oltre 17 ettari al giorno e 2 metri quadrati al secondo. Un incremento che allontana ancora di più dagli obiettivi di azzeramento del consumo netto di suolo, mostrando una preoccupante inversione di tendenza dopo i modesti segnali di rallentamento fatti registrare lo scorso anno. Anche se non esiste una normativa nazionale, si è ancora ben lontani dall'obiettivo di azzeramento del consumo di suolo previsto dall'VIII Programma di Azione per l'Ambiente.

In termini assoluti, in Italia sono oggi irreversibilmente persi 21 Km² di suolo. Prendendo in esame le ripartizioni geografiche del territorio italiano, i valori più elevati si registrano al Nord: molte province che si affacciano sulla Pianura Padana hanno ormai superato il 10% di superficie impermeabilizzata con un sensibile incremento, in termini di ettari consumati tra il 2020 e 2021, registrato soprattutto nella pianura veneta e lombarda. Nel 2021, in 15 regioni il suolo consumato supera il 5%, con i valori più elevati in Lombardia, Veneto e Campania che vanno oltre il 10% di superficie regionale consumata.

Figura 40: Possibili scenari rispetto all'obiettivo di sostenibilità



Fonte: ISPRA

In futuro, se la velocità di trasformazione dovesse confermarsi pari a quella attuale, la stima del nuovo consumo di suolo, tra il 2021 e il 2050, supererebbe i 1.800 km². Nel caso invece, si tornasse alla velocità media registrata nel periodo 2006-2012, si sfiorerebbero i 3.000 km². Se si attuasse una progressiva riduzione della velocità di trasformazione, ipotizzata del 15% ogni triennio, si avrebbe un incremento delle aree artificiali di oltre 800 km², prima dell'azzeramento al 2050.

Gli scenari futuri indicano valori molto lontani dagli obiettivi di sostenibilità contenuti nell'Agenda 2030 che, sulla base delle attuali previsioni demografiche, imporrebbero addirittura un saldo negativo del consumo di suolo⁷³.



Lo stock del carbonio nelle foreste non è costante, poiché diminuisce in alcune annate a causa degli incendi, che tornano a liberare carbonio in atmosfera, del prelievo di legname, e per disturbi naturali come malattie e attacchi di parassiti.

■ Il patrimonio forestale e il ruolo chiave “in negativo” degli incendi

Il territorio italiano ospita un’ampia varietà di boschi, diversi tra loro per composizione in specie, struttura, funzione, esigenze ecologiche. Dal secondo dopoguerra a oggi le foreste italiane sono aumentate costantemente, passando da 5,6 a 11,1 milioni di ettari.

La crescita, avvenuta a spese delle superfici agricole e di terreni naturali e semi-naturali, ha subito un’accelerazione negli anni più recenti: dal 1985 al 2015 le foreste hanno avuto un incremento pari al 28%, passando da 8,7 a 11,1 milioni di ettari.

La percentuale di territorio coperta da boschi ha così raggiunto il 37%, valore superiore a quello dei paesi “tradizionalmente” forestali come la Germania e la Svizzera, entrambe al 31%.

Alcune di queste tipologie forestali si stanno però riducendo e necessitano di particolare attenzione e tutela. Sono divenuti ad esempio molto frammentati e rari i boschi umidi e lungo le rive dei fiumi, le foreste vetuste e le preziose formazioni forestali di pianura, sempre più compromesse, destrutturate e ridotte in estensione, minacciate dagli incendi, dall’edilizia e dalle infrastrutture.

Le recenti strategie europee sulla biodiversità, l’agricoltura e le foreste e la nuova Politica Agricola Comune 2023-2027 contengono indirizzi chiave per attuare le più adeguate misure di tutela e valorizzazione. Nel complesso, il nostro patrimonio forestale e la diversità genetica, di specie e di ecosistemi forniscono una serie di importanti contributi: legname, acqua pulita, ma anche riduzione dei rischi legati ai disastri naturali e alla diffusione di malattie, controllo dell’erosione e regolazione del ciclo del carbonio.

La capacità delle piante di assorbire anidride carbonica dall'atmosfera attraverso la fotosintesi clorofilliana e di "sequestrare" il carbonio nei loro tessuti, soprattutto nel legno e nel suolo, sta assumendo un'importanza sempre maggiore per ridurre la concentrazione dei gas serra in atmosfera e raggiungere gli obiettivi climatici previsti dall'Accordo di Parigi. Gli stock di carbonio nelle foreste italiane sono in aumento, segnando un bilancio positivo tra le emissioni e gli assorbimenti di gas serra (*carbon sink*).

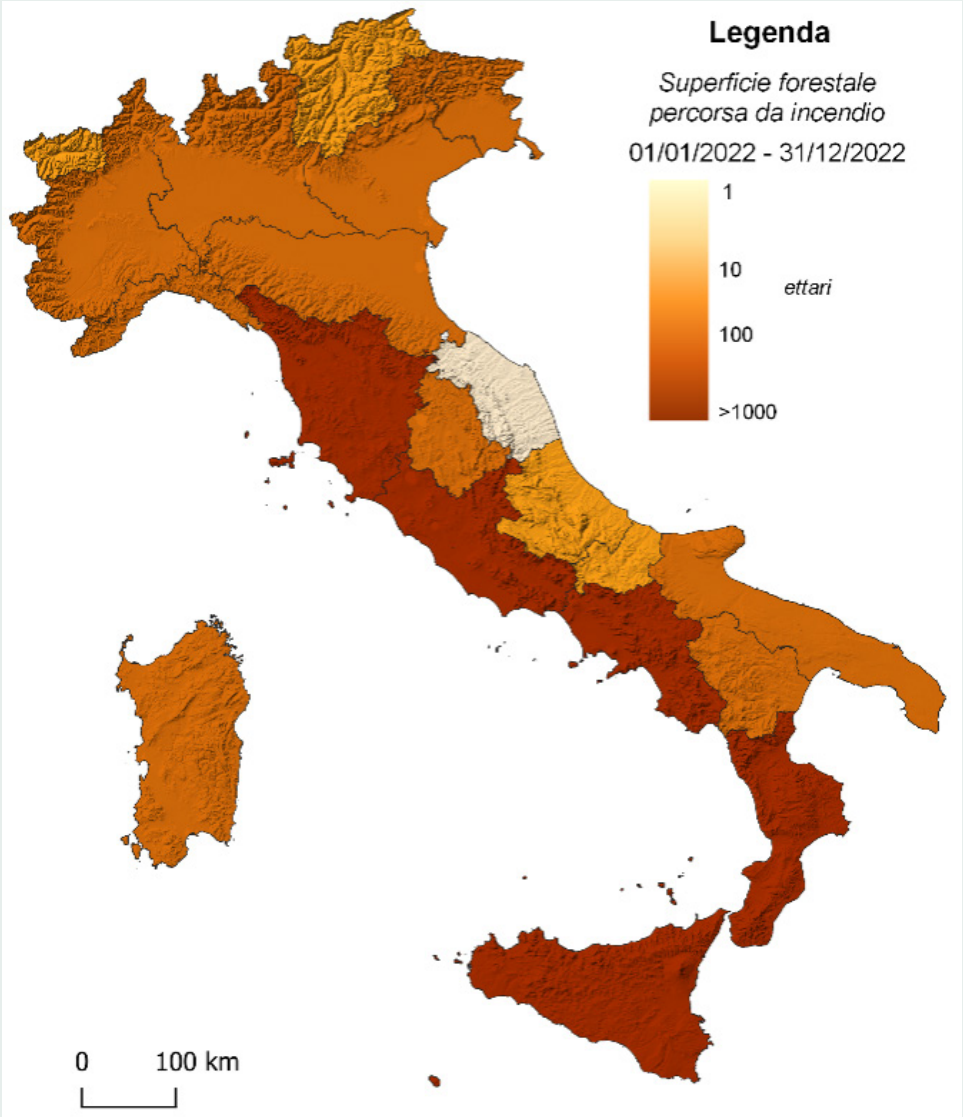
Ciò è legato da una parte alle politiche di conservazione e di tutela delle foreste; dall'altra, a causa di complessi motivi economici e sociali, a una riduzione del volume dei prelievi legnosi. Maggiore preoccupazione destano le emissioni legate agli incendi. L'andamento del *carbon sink*, nel periodo 1990-2020, è fortemente condizionato dalla riduzione dell'assorbimento dei gas serra connesso alle superfici percorse annualmente dagli incendi.

È particolarmente evidente, infatti, l'effetto delle perdite di biomassa dovute agli incendi nel 1990, 1993, 2007 e nel 2017 sul *trend* del *carbon sink*. Da ciò si intuisce il ruolo chiave degli incendi al contributo che le foreste nazionali possono dare al ciclo globale del carbonio.

Dall'analisi dei dati relativi alla superficie forestale percorsa da grandi incendi su scala nazionale si osserva che l'anno con la più estesa superficie forestale bruciata risulta il 2021, mentre il 2022, nonostante un valore inferiore in termini di superfici forestali percorse da incendi, risulta tuttavia il secondo peggior anno in ordine di importanza dell'ultimo quinquennio.

In generale le classi forestali maggiormente colpite nell'intero periodo sono le latifoglie sempreverdi e le latifoglie decidue, mentre la meno colpita è quella delle foreste temperate sub-alpine quali i lariceti, risultato correlabile con le relative abbondanze di queste coperture forestali sul territorio nazionale.

Figura 41: Superficie forestale regionale percorsa da incendio (2022)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA e JRC

La forte pressione esercitata sugli ecosistemi forestali, dovuta all'incremento nell'utilizzazione delle biomasse, ha condotto, in molti casi, al degrado di tali sistemi naturali, specie nelle aree tropicali del pianeta.

Questi fenomeni risultano spesso associati allo sfruttamento insostenibile e/o illegale delle risorse naturali, come il taglio, la trasformazione e il trasporto del legno e dei suoi derivati e generano rilevanti impatti negativi sia dal punto di vista ambientale sia economico sia sociale.

Nell'ultimo decennio l'attenzione da parte di decisori politici, aziende private, associazioni e privati cittadini, è stata rivolta a tale fenomeno, stimolando azioni concrete e strumenti efficaci mirati a prevenire gli impatti e a mitigarne gli effetti.

La certificazione forestale nasce come uno strumento volto a prevenire gli impatti negativi e le minacce al patrimonio forestale nazionale e internazionale, attraverso l'adozione di pratiche improntate a un'attenta pianificazione e monitoraggio delle attività di gestione e utilizzazione delle biomasse legnose. In Italia, al 31 dicembre 2021, la superficie forestale certificata secondo lo schema del *Programme for Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC™)* è pari a 892.610 ettari (con un incremento dello 0,4% rispetto al 2020); mentre, la superficie certificata secondo lo schema del *Forest Stewardship Council (FSC®)* ammonta a 75.214 ettari (+9,8% rispetto al 2020).

Tali andamenti sono stati certamente influenzati dagli effetti e dalle restrizioni imposte a seguito della pandemia causata dal virus Sars CoV 2, degli ultimi 2 anni.

■ Indice delle figure e delle tabelle

<i>Figura 1: Indicatore composito "Cambiamenti climatici"</i>	27
<i>Figura 2: Serie delle anomalie medie annuali della temperatura media sulla terraferma, globale e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1991-2021</i>	29
<i>Figura 3: Bilancio di massa cumulato di alcuni ghiacciai italiani</i>	32
<i>Figura 4: Trend delle emissioni totali di gas serra</i>	35
<i>Figura 5: Trend e proiezioni delle emissioni di gas serra soggette al regolamento "Effort Sharing"</i>	37
<i>Figura 6: Quota di energia da fonti rinnovabili rispetto ai consumi finali</i>	39
<i>Figura 7: Perdite economiche dovute a eventi estremi legati al clima</i>	43
<i>Figura 8: Nuovo monitoring framework per l'economia circolare della Commissione Europea</i>	52
<i>Figura 9: Flussi di materia dell'economia italiana nel 2021</i>	53
<i>Figura 10: Indicatore composito "Economia circolare"</i>	55
<i>Figura 11: Produttività delle risorse in Italia ed UE</i>	57
<i>Figura 12: Tasso di riciclaggio dei rifiuti trattati esclusi i principali rifiuti minerali e tasso di riciclaggio dei rifiuti urbani</i>	61
<i>Tabella 1: Quadro riassuntivo dei target europei e stato a scala nazionale</i>	62
<i>Figura 13: Tasso di circolarità totale e per categoria di materiale di Italia e UE</i>	67
<i>Figura 14: Eco Innovation Scoreboard europeo (2022)</i>	71
<i>Figura 15: Contributo al consumption footprint per gruppo di prodotti (2010, 2021)</i>	73
<i>Figura 16: Scenario 1 - Crescita potenziale del tasso di circolarità grazie all'incremento delle attività di recupero/riciclo (obiettivo intermedio e ambizioso). Italia</i>	78
<i>Tabella 2: Aumento dell'efficienza delle risorse (Scenario 2)</i>	80
<i>Figura 17: Scenario 3 - Fuoriuscita dall'uso dei combustibili fossili e implicazioni per il tasso di circolarità</i>	81
<i>Figura 18: Variazioni del tasso di circolarità in base a tre scenari differenti e alla loro combinazione. Italia</i>	82
<i>Tabella 3: Panoramica degli obiettivi dell'European Green Deal (EGD), del Piano d'azione per l'economia circolare UE (CEAP) e della Strategia nazionale per l'economia circolare (SEC), e scenari corrispondenti per il tasso di circolarità</i>	83
<i>Figura 19: PM10 - Variazione percentuale media annua stimata della concentrazione presso le 436 stazioni analizzate (2012-2021)</i>	105
<i>Figura 20: PM10 - Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute (2021)</i>	107

<i>Figura 21: Superamenti degli Standard di Qualità Ambientali (SQA) nei punti di monitoraggio</i>	109
<i>Figura 22: Stato chimico dei corpi idrici superficiali - fiumi - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque</i>	113
<i>Figura 23: Stato chimico dei corpi idrici superficiali - laghi - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque</i>	115
<i>Figura 24: Stato chimico dei corpi idrici sotterranei - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque</i>	117
<i>Figura 25: Stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque</i>	119
<i>Figura 26: Stato chimico dei corpi idrici delle acque marino costiere - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque</i>	121
<i>Figura 27: Stato ecologico dei corpi idrici marino costieri - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque</i>	123
<i>Figura 28: Valori mediani della densità dei rifiuti totali (oggetti/100 m) presenti lungo le coste italiane sulla base dei monitoraggi realizzati nell'ambito della Strategia Marina (2015-2021)</i>	125
<i>Figura 29: Diagramma dei limiti planetari</i>	128
<i>Figura 30: Indicatore composito "Biodiversità e capitale naturale"</i>	153
<i>Figura 31: Livello di minaccia della flora vascolare italiana: ripartizione percentuale nelle categorie IUCN di rischio di estinzione delle 2.430 piante vascolari valutate (2020)</i>	155
<i>Figura 32: Ripartizione percentuale nelle categorie IUCN dei cinque gruppi di invertebrati ad oggi valutati</i>	157
<i>Figura 33: Percentuale di territorio protetto a terra e a mare al netto delle sovrapposizioni e percentuale prevista dal target della Strategia Europea per la Biodiversità per il 2030</i>	159
<i>Figura 34: Stato di conservazione complessivo degli habitat terrestri di Direttiva 92/43/CEE: numero di schede di reporting e distribuzione percentuale, sul totale delle valutazioni effettuate, delle 4 classi di stato di conservazione (2019)</i>	161
<i>Figura 35: Stato di conservazione (SC) delle specie italiane di interesse comunitario: confronto tra III Report (2013) e IV Report (2019)</i>	163
<i>Figura 36: Numero di specie introdotte in Italia a partire dal 1900 e tasso medio annuo di nuove introduzioni, calcolati su 712 specie stabilizzate con data di introduzione certa</i>	164
<i>Figura 37: Indice di frammentazione del territorio (2021)</i>	167
<i>Figura 38: Suolo consumato a livello provinciale (2021)</i>	171
<i>Figura 39: Aree in degrado tra il 2015 e il 2019 per una o più cause di degrado</i>	172
<i>Figura 40: Possibili scenari rispetto all'obiettivo di sostenibilità</i>	173
<i>Figura 41: Superficie forestale regionale percorsa da incendio (2022)</i>	176

Riferimenti bibliografici

AA.VV., 2021. Strategia italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra. www.minambiente.it/sites/default/files/lts_gennaio_2021.pdf

Agrillo E, Filipponi F, Pezzarossa A, Casella L, Smiraglia D, Orasi A, Attorre F, Taramelli A. (2021), *Earth Observation and Biodiversity Big Data for Forest Habitat Types Classification and Mapping. Remote Sensing*. 2021; 13(7):123

Bleischwitz, R., et al. (2018), *Resource nexus perspectives towards the United Nations sustainable development goals. Nature Sustainability* 1(12), pp. 737-743

Comitato Capitale Naturale (2022), Quinto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia. Roma

Commissione Europea (2023), Christis M. at all: *Analysis of the circular material use rate and the doubling target. Report dell'European Topic Centre on Circular economy and resource use (ETC CE)*. Report 2023/6

Commissione Europea (2021), *Habitats Directive reporting*

Commissione Europea, COM (2019) 640 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni, *Green Deal Europeo*

Commissione Europea, COM (2020) 380 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030 Riportare la natura nella nostra vita

Commissione Europea, COM (2020) 381 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Una strategia "Dal produttore al consumatore" per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente

Commissione Europea, COM (2020) 667 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Strategia in materia di sostanze chimiche sostenibili: Verso un ambiente privo di sostanze tossiche

Commissione Europea, COM (2020) 98 final, *A new Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe*

Commissione Europea, COM (2021) 400 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Un percorso verso un pianeta più sano per tutti

Commissione Europea, COM (2021) 572 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Nuova strategia dell'UE per le foreste per il 2030

Commissione Europea, COM (2021) 699 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Strategia dell'UE per il suolo per il 2030: Suoli sani a vantaggio delle persone, degli alimenti, della natura e del clima

Commissione Europea, COM (2022) 304 final, Proposta di Regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio sul ripristino della natura

Commissione Europea, COM (2022) 357 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni sul quadro

di monitoraggio per l'8° programma di azione per l'ambiente: misurare i progressi compiuti verso la realizzazione degli obiettivi prioritari del programma per il 2030 e il 2050

Commissione Europea, Decisione (UE) 2022/591 del Parlamento europeo e del Consiglio del 6 aprile 2022 relativa a un programma generale di azione dell'Unione per l'ambiente fino al 2030

Commissione Europea, 2018a. A Clean Planet for all. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. COM (2018) 773.

Commissione Europea, 2018b. In-depth analysis in support of the commission communication COM (2018) 773. A Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy.

Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Fifteenth meeting – Part II, Montreal, Canada, 7-19 December 2022, Agenda item 9A: Decision adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity. 15/4. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework
Convenzione sulle zone umide d'importanza internazionale segnatamente come *habitat* degli uccelli acquatici e palustri, 2 febbraio 1971, Ramsar

Costanza, R., & Daly, H. E. (1992), Natural capital and sustainable development. *Conservation biology*, 6(1), 37-46

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., van den Belt, M. (1997), The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260

De Corso S.; De Benedetti A., Di Leginio M., Munafò M., (a cura di), (2023), *Atlante dei dati Ambientali*. Edizione 2023. ISPRA

EEA (2019), *The European environment – state and outlook 2020*

EEA (2020), *State of nature in the EU: results from reporting under the nature directives 2013-2018*

EEA (2021), *Emerging waste streams: opportunities and challenges of the clean-energy transition from a circular economy perspective*. EEA Briefing No. 07/2021

EEA (2023 A), *Drought impact on ecosystems in Europe (8th EAP)*

EEA (2023 B), *Economic losses from climate-related extremes in Europe (8th EAP)*

EIONET (2022), *Circular economy country profile – Italy, 2022*

Ercole S., Angelini P., Carnevali L., Casella L., Giacanelli V., Grignetti A., La Mesa G., Nardelli R., Serra L., Stoch F., Tunesi L., Genovesi P. (ed.), 2021. *Rapporti Direttive Natura (2013-2018)*. Sintesi dello stato di conservazione delle specie e degli *habitat* di interesse comunitario e delle azioni di contrasto alle specie esotiche di rilevanza unionale in Italia. ISPRA, Serie Rapporti 349/2021.

IEA (2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*

IPBES (2019), *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

IPCC (2023), AR6 Synthesis Report "Climate Change 2023"

ISPRA (2019). *Dati sull'Ambiente*

ISPRA (2020). *Ambiente in Italia: Trend e normative*.

ISPRA (2021), *Transizione Ecologica Aperta. Dove va l'ambiente italiano?*

ISPRA (2022), *Indicatori del Clima in Italia, Anno XVII in Stato dell'Ambiente 98/2022*

ISPRA (2022), *Indicatori, indici e scenari per l'analisi dei principali trend ambientali*, in *Rapporti ISPRA* 372/2002

- ISPRA (2022), Monitoraggio della microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane- Anno 2021
- ISPRA (2022), Rapporto nazionale pesticidi nelle acque. Dati 2019- 2020
- ISPRA (2022), Rapporto rifiuti speciali Edizione 2022
- ISPRA (2022), Rapporto rifiuti urbani Edizione 2022
- ISPRA (2023), "Comunicato stampa del 22 marzo 2023- Giornata Mondiale dell'Acqua"
- ISPRA (2023), Ambiente in Italia: uno sguardo d'insieme. Annuario dei dati ambientali 2022
- ISPRA (2023), Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera 1990-2021. Informative Inventory Report 2023
- ISPRA (2023), *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2021 National Inventory Report 2023* in Rapporti ISPRA, Rapporti 384/2023
- ISPRA (2023), Le emissioni di gas serra in Italia: obiettivi di riduzione e scenari emissivi, in Rapporti ISPRA, Rapporti 384/2023
- ISPRA (2023), Il clima in Italia nel 2022: stime preliminari
- Maggino, F. (2006). Gli indicatori statistici: concetti, metodi e applicazioni. 1-458. Firenze University Press, Archivio E-Prints.
- MASE (2022), Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici
- MASE, Dipartimento Energia Direzione Generale Infrastrutture e Sicurezza (2022), La situazione energetica nazionale nel 2021
- Mazziotta, M., & Pareto, A. (2012). Indici sintetici per confronti spazio-temporali: un'applicazione alla dotazione infrastrutturale.
- Mazziotta, M., & Pareto, A. (2020). Gli indici sintetici. Giappichelli Editore
- MISE, 2020. Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima. Ministero dello Sviluppo Economico. Disponibile su: www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf
- MiTE (2022), Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030. Testo consolidato. Ministero della Transizione Ecologica(MiTE), Direzione Generale Patrimonio Naturalistico e Mare, Divisione III- Strategie della Biodiversità, 25 luglio 2022
- Munafò, M. (a cura di), 2022. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2022. Report SNPA 32/22
- OECD (2019), Global Material Resources Outlook to 2060. Economic drivers and environmental consequences
- OMM (2023), State of the Global Climate 2022
- Marra Campanale R., Femia A. (2013), An environmentally ineffective way to increase resource productivity: evidence from the Italian case on transferring the burden abroad. *Resources* 2013, 2(4), 608-627
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020), Global Biodiversity Outlook 5
- SNPA (2021), Rapporto sugli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici – Edizione 2021. Report SNPA n. 21/2021
- Steffen, W., Richardson, K., Rockstrom, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Sorlin, S. (2015), Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223)

Note

1. Per approfondimenti <https://www.unipr.it/notizie/il-crollo-della-marmolada-il-parere-dei-ricercatori-che-da-ventanni-studiano-il-ghiacciaio> (Gruppo di lavoro glaciologico-geofisico per le ricerche sulla Marmolada: Comitato Glaciologico Italiano, Università di Parma, Università di Padova, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale).
2. Questa parte del documento sintetizza la partecipazione di ISPRA ai lavori dei tavoli internazionali (Commissione europea, Agenzia europea dell'ambiente – Eionet – *European Topic centre on circular economy and resource use*, OECD, UNECE) in tema di politiche e misurazione dell'economia circolare.
3. EEA(2019): *The European environment – state and outlook 2020* (<https://www.eea.europa.eu/soer/2020>).
4. OECD (2019): *Global Material Resources Outlook to 2060. Economic drivers and environmental Consequences* (<https://www.oecd.org/publications/global-material-resources-outlook-to-2060-9789264307452-en.htm>).
5. European Commission (2019): *The European Green Deal* – COM(2019)640 final.
6. European Commission (2020) *A new Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe* – COM(2020)98 final.
7. Inclusive Forum on Carbon Mitigation Approaches, il cui primo meeting si è tenuto il 9 febbraio 2023.
8. DG CLIMA: *Role of the circular economy as a contributor to industry decarbonisation beyond 2030* – CLIMA.A4/FRA/2019/0011.
9. 'Circular economy and climate mitigation – guidance on including Circular Economy actions into Member States'climate reporting and policy making', nell'ambito delle attività dell'ETC CE 2022-2026.
10. Va notato che il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza affianca l'economia circolare alla bioeconomia. Ma non per ragioni sostanziali, piuttosto per la mancanza di una 'missione' per l'economia circolare. Una missione dedicata sarebbe stata auspicabile vista la caratteristica e capacità dell'economia circolare di coinvolgere elementi trasversali ai settori industriali in senso lato, non riconducibili a energia e trasporti. Viceversa, la logica adottata sembra quella settoriale, considerato che ci si concentra su infrastrutture e impianti per la gestione dei rifiuti.
11. La riforma del sistema di responsabilità estesa del produttore e dei consorzi risponde inoltre alla necessità di un uso più efficiente del contributo ambientale per garantire l'applicazione di criteri trasparenti e non discriminatori. Viene creato un organo di vigilanza ad hoc con l'obiettivo di monitorare il funzionamento e l'efficacia del sistema dei consorzi.
12. Circular economy country profile – Italy, 2022 (https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-products/etc-ce-report-5-2022-country-profiles-on-circular-economy/italy-ce-country-profile-2022_for-publication.pdf).
13. Eionet (*European Environment Information and Observation Network*) è la rete di partenariato tra EEA e i suoi 38 paesi membri e cooperanti, il cui sviluppo e coordinamento è affidato all'Agenzia stessa. La rete si basa su una solida cooperazione istituzionale, con l'obiettivo di condividere dati, informazioni, indicatori e analisi, e informare la politica sullo stato dell'ambiente in Europa.
14. Bleischwitz, R., et al. (2018): *Resource nexus perspectives towards the United Nations sustainable development goals*. *Nature Sustainability* 1(12), pp. 737-743.
15. IEA (2021): *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. International Energy Agency, Paris.

16. EEA (2021): Emerging waste streams: opportunities and challenges of the clean-energy transition from a circular economy perspective. EEA Briefing No. 07/2021, *European Environment Agency*.
17. Si tratta di aspetti dell'economia circolare che sostanzialmente ritornano nei quattro building block (ciclo di vita dei materiali e filiere produttive; interazioni con l'ambiente naturale; risposte e misure; opportunità sociali ed economiche) del quadro di monitoraggio sviluppato dal lavoro congiunto dell'Expert Group on information for a Resource Efficient and Circular Economy (OECD) e dalla Task force on measuring circular economy (UNECE) nelle Guidelines for measuring circular economy: Conceptual framework, statistical framework and indicators, in corso di pubblicazione (<https://unece.org/statistics/task-force-measuring-circular-economy>).
18. Nel documento ci si riferirà a quest'ultima edizione del monitoring framework, la cui pubblicazione è prevista ai primi di giugno 2023. Inoltre, tale riferimento consente di confrontare l'Italia con il dato medio europeo.
19. Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_sd/default/table?lang=en).
20. Le attività di tale organismo sono infatti alimentate da risorse materiali prelevate dall'ambiente; tali risorse vengono trasformate e consumate, e infine accumulate o restituite all'ambiente in forme modificate.
21. In Figura 9 il consumo materiale interno è pari ai direct material inputs meno le esportazioni.
22. Annuario ISPRA: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1093; Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_rp/default/table?lang=en).
23. Annuario ISPRA: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1316; Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_rme/default/table?lang=en).
24. Il material footprint altro non è che il raw material consumption, cioè il consumo materiale interno, più i flussi indiretti di materia utilizzati per la produzione dei beni e servizi finali. Per approfondimenti si veda Renato Marra Campanale, Aldo Femia (2013): An environmentally ineffective way to increase resource productivity: evidence from the Italian case on transferring the burden abroad. *Resources* 2013, 2(4), 608-627; <https://doi.org/10.3390/resources2040608>
25. Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasgen/default/table?lang=en).
26. Annuario ISPRA: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1350; Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_PC032__custom_354647/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=6861ca21-d5c8-4fc1-9d66-eabee18da732).
27. Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasfw/default/table?lang=en).
28. Annuario ISPRA: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1351, https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1096; Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm010/default/table?lang=en e https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm011/default/table?lang=en).
29. Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_WM020__custom_354828/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=d3ad391e-e2c7-4c78-9a0e-542d309b8084).
30. Il PNGR 2022-2028 è lo strumento di indirizzo e supporto per la pianificazione regionale della gestione dei rifiuti, che mira a orientare le politiche pubbliche ed incentivare le iniziative private. Il Programma si pone come uno dei pilastri strategici e attuativi della Strategia nazionale per l'economia circolare, insieme al Programma nazionale di prevenzione dei rifiuti (in corso di aggiornamento) e ad altri strumenti di policy, come quelli economici, normativi e comportamentali.
31. Malin zu Castell-Rudenhause, Dirk Nelen, Susanna Paleari, Margareta Wahlström, Henning Wilts, Roberto Zoboli, Ioannis Bakas: Investigating Europe's Secondary Raw Material Markets.

Report dell'European Topic Centre on Circular economy and resource use. In Corso di pubblicazione. La valutazione comprende: dimensione e crescita del mercato; ruolo delle politiche per lo sviluppo dei mercati; prezzi; ostacoli tecnici.

32. Annuario ISPRA: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1317; Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_cur/default/table?lang=en).
33. In linea di principio il tasso di uso circolare dei materiali misura sia la capacità di un paese di produrre materie prime secondarie che il suo impegno nella raccolta di rifiuti destinati al recupero. In un'economia chiusa questi due aspetti si equivalgono. Ciò non è di solito vero in un'economia aperta, con flussi di importazioni ed esportazioni di rifiuti raccolti in un paese ma trattati e riciclati in un altro. In questo caso, la produzione di materie prime secondarie e lo sforzo per la raccolta di rifiuti per il recupero/riciclaggio possono verificarsi in diversi paesi. Per questo motivo l'indicatore può focalizzarsi su uno dei due aspetti a seconda di come viene costruito.
34. Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_trdrmm/default/table?lang=en).
35. Commissione europea (https://green-business.ec.europa.eu/eco-innovation_en)
36. Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_CIE011__custom_6101297/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=2c809d6c-cb60-464a-b404-dabcae6a01d2 e https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_CIE012__custom_6101336/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=03be6bf1-c5fa-4b7b-bbfc-9a6b2a4e71b8).
37. Commissione europea: <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/sustainableConsumption.html>
38. Ad esempio, il carbon e il material footprint stimati da ISPRA. Sono indicatori conosciuti a livello internazionale anche con la locuzione demand-based indicator, in quanto sono in grado di risalire a ritroso le filiere produttive – siano esse nazionali o estere – a partire dalla domanda finale per beni e servizi. La loro prospettiva life-cycle si sposa perfettamente con uno degli obiettivi chiave dell'economia circolare che si rivolge all'intero ciclo di vita dei prodotti. Si veda anche la Bellagio Declaration.
39. Cambiamenti climatici; riduzione dello strato di ozono; tossicità per gli esseri umani con effetti cancerogeni; tossicità per gli esseri umani con effetti non cancerogeni; particolato; radiazione ionizzante, effetti sulla salute umana; formazione di ozono fotochimico; acidificazione; eutrofizzazione terrestre; eutrofizzazione delle acque dolci; eutrofizzazione marina; ecosistemi acquatici dolci; uso del suolo; uso dell'acqua; uso delle risorse minerali e metallifere; uso delle risorse fossili.
40. Rockström et al. (2009): Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. Ecology and Society, Volume 14, N. 2, Article 32.
41. Annuario ISPRA: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1318; Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_io10/default/table?lang=en).
42. Annuario ISPRA: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1093
43. Si veda anche la Figura 9, dove l'indicatore direct material inputs è pari alla somma dell'estrazione interna e delle importazioni.
44. Questo dato è desumibile in Figura 9 come differenza fra i direct material inputs e le esportazioni, ed equivale all'indicatore 'consumo materiale interno' (si veda Annuario ISPRA: https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/1093).
45. Si veda anche la sezione 2.4 'Materie prime secondarie'.
46. Il Piano d'azione 2020 dell'Ue per l'economia circolare afferma che "[...] l'Ue deve accelerare la transizione verso un modello di crescita rigenerativo che restituisca al pianeta più di quanto prenda, adoperandosi a favore del mantenimento del consumo di risorse entro i limiti del pianeta, e dunque deve fare il possibile per ridurre la sua impronta dei consumi e raddoppiare la percentuale di utilizzo dei materiali circolari nel prossimo decennio". Il Piano non definisce né

l'anno di riferimento nè il valore del *target*. Inoltre, il *target* viene fissato solo per il livello europeo complessivo, senza una sua modulazione per paese.

47. Per gli scenari a livello Ue si veda: Maarten Christis, An Vercalsteren, Philip Nuss, Renato Marra Campanale, Sören Steger (2023): Analysis of the circular material use rate and the doubling target. Report dell'European Topic Centre on Circular economy and resource use (ETC CE). Gli scenari presentati nel documento seguono la stessa metodologia del Report ETC CE (<https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-report-2023-6-analysis-of-the-circular-material-use-rate-and-the-doubling-target>).
48. La Commissione europea ha proposto, all'interno dell'*European Green Deal*, di fissare il *target* 2030 per le emissioni di gas serra a una riduzione di almeno il 55% rispetto al 1990, nella prospettiva che l'Ue raggiunga la neutralità climatica entro il 2050. I paesi membri contribuiranno all'obiettivo attraverso la pianificazione integrata delle misure nei settori dell'energia e del clima.
49. La compensazione dei benefici ambientali ottenuti dall'economia circolare a causa di un contemporaneo aumento dei livelli produttivi. Si veda: Zink, T. and Geyer, R. (2017): Circular Economy Rebound, *Journal of Industrial Ecology* 21(3), pp. 593-602 (DOI: 10.1111/jiec.12545)
50. Si veda la Sezione 'Produzione e consumo'.
51. Tali incrementi sono ottenuti dall'applicazione al prodotto interno lordo del tasso medio annuo di variazione degli anni pre-COVID (2009-2019: +0,3%) e del tasso medio annuo di variazione del 2% per il consumo materiale interno.
52. Bruxelles, 12.5.2021 COM(2021)400 final
53. Il regolamento classifica quali attività economiche e in che misura possono essere considerate sostenibili – e quindi, oggetto di finanziamenti pubblici come il PNRR – definendo (negli allegati tecnici) delle soglie di tolleranza, oltre le quali l'attività diventa pregiudizievole e l'entità del danno (esternalità) "significativa".
54. COM (2020) 667 final: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=COM%3A2020%3A667%3AFIN>
55. Commissione europea, https://environment.ec.europa.eu/topics/air_it
56. Se a livello europeo si sono registrati discreti progressi, il ritardo italiano nell'adeguamento alla direttiva National Emission Ceilings (NEC) si è invece cronicizzato. Il nostro Paese ha collezionato una serie di tre procedure di infrazione per inadempienza in ragione del mancato rispetto, "sistematico e continuativo", dei limiti di emissione di inquinanti atmosferici in ottemperanza alla normativa comunitaria. L'ultima, la n.2299 del 2020, disposta per violazione del diritto dell'Unione per "Cattiva applicazione in Italia della direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria, dell'ambiente e per un'aria più pulita in Europa, per quanto concerne i valori limite per il PM_{2,5}", attualmente messa in mora. Prima, la n. 2043 del 2015 per "Cattiva applicazione della direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria ed in particolare obbligo di rispettare i livelli di biossido di azoto NO₂", per la quale è stata recentemente emessa una sentenza dalla Corte di Giustizia Europea ai sensi dell'Art. 258 TFUE. Infine, la n. 2147 del 2014 ancora per "Cattiva applicazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria - Superamento dei valori limite di PM₁₀ in Italia", per la quale anche è stata comminata sentenza. Tali procedure (e sanzioni) mettono in capo allo Stato ulteriori costi amministrativi e di riparazione, in aggiunta a quelli sanitari e altri costi esterni. L'elenco di tutte le procedure d'infrazione europee in capo all'Italia è disponibile alla pagina <http://eurinfra.politichecomunitarie.it/ElencoAreaLibera.aspx>.
57. Commissione europea, https://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/pdf/Final%20report_REACH-CLP%20MS%20reporting_2020.pdf pag. 79
58. Il limite dell'integrità della biosfera (biosphere integrity) è a sua volta diviso in diversità genetica (genetic diversity) e diversità funzionale (functional diversity). Mentre per il primo esiste un indicatore, misurato in termini di estinzioni per milioni di specie per anno (E MS-1 year-1), per il secondo i confini non sono ancora stati quantificati pertanto non esiste un indicatore.

59. Secondo solo, forse, al rischio posto dall'alterazione dei flussi biogeochimici di azoto e fosforo. Tutti i limiti planetari hanno un legame diretto o indiretto sul capitale naturale.
60. La classificazione del capitale naturale in componente biotica e abiotica è stata promossa dalla Convention on Biological Diversity (CBD) con il suo "approccio ecosistemico". Un altro approccio classificatorio è quello basato sulla fonte o matrice ambientale: suolo (foreste, flora, fauna, microbi del suolo, ecc.); sottosuolo (minerali, metalli, combustibili fossili, ecc.); acqua (fiumi, laghi, oceani, falde acquifere, ecc.); atmosfera (elementi chimici aeriformi, clima, ecc.); biodiversità (specie viventi).
61. La classificazione dei servizi ecosistemici qui presentati è tratta dal testo *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment* (World Resources Institute, 2003).
62. Su questo aspetto andrebbe sottolineato che il prezzo di mercato delle risorse naturali è una approssimazione (proxy) parziale che non ne riflette in toto il loro valore. In realtà, molto spesso le risorse naturali esauribili, ma anche quelle rinnovabili in tempi lunghi e comunque soggette a scarsità potenziale, sono caratterizzate da underpricing, per una serie di ragioni tra cui la mancata internalizzazione delle esternalità e l'esistenza di sussidi (tipicamente, i combustibili fossili).
63. In economia ambientale si parla di valore di non-uso o uso passivo, per indicare il valore che i beni, in questo caso ambientali, possiedono intrinsecamente, al di là del fatto che siano o meno usati e scambiati all'interno di sistemi economici umani. Tra i valori di non-uso, si distinguono il valore d'esistenza (existence value), il valore altruistico (altruistic value) e il valore vicario o di lascito (bequest value), ossia il valore assegnato alla permanenza del bene per le generazioni future.
64. (Costanza, et al., 1997).
65. (Costanza & Daly, 1992).
66. La regola di Hartwick per la sostenibilità debole implica che lo stock totale di capitale (naturale e manufatto) resti costante nel tempo. In base a questo criterio, anche una situazione ipotetica ed estrema in cui lo stock di capitale naturale scenda a zero, ma sia rimpiazzato interamente da stock di capitale manufatto, è sostenibile secondo il paradigma di sostenibilità debole. È interessante notare come questo scenario non sia più soltanto un'ipotesi scolastica, dal momento che è stato calcolato che la massa di capitale fisico globale ha superato quella della biomassa vivente (Elacham, 2020).
67. Per una disamina completa dei *goal* e *target* della COP15 di Montreal, consulta <https://www.cbd.int/article/cop15-cbd-press-release-final-19dec2022>.
68. <http://www.iucnredlist.org>
69. Il testo integrale della strategia è disponibile alla pagina <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0699>
70. Il testo integrale della proposta è disponibile alla pagina https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en.
71. Scaricabile a questo indirizzo <https://www.mase.gov.it/pagina/quinto-rapporto-sullo-stato-del-capitale-naturale-italia-2022>.
72. www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/state-of-nature-in-the-eu/article-17-national-summary-dashboards/conservation-status-and-trends
73. <https://www.agenziacoesione.gov.it/comunicazione/agenda-2030-per-lo-sviluppo-sostenibile/>

■ Contributi e Ringraziamenti

La predisposizione della pubblicazione rientra tra le principali iniziative programmate dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), combinando due delle *mission* dell'Istituto quali la ricerca e la produzione e divulgazione dell'informazione ambientale.

La progettazione e la realizzazione complessiva del prodotto sono state curate dal Servizio per l'informazione, le statistiche ed il *reporting* sullo stato dell'ambiente (DG-STAT) con il coordinamento generale di Mariaconcetta Giunta.

La base informativa del documento è costituita principalmente dalla Banca dati Indicatori Ambientali di ISPRA.

Autori

Mariaconcetta Giunta, Giovanni Finocchiaro, Cristina Frizza, Alessandra Galosi, Renato Marra Campanale, Carlo Massaccesi, Nicolò Giovanni Tria, con il contributo di Simona Buscemi, Annunziata Centra, Elisabetta Giovannini, Daria Gorozhankina, Silvia Iaccarino, Angela Imperi, Raffaele Morelli, Francesca Palomba, Matteo Salomone, Luca Segazzi, Patrizia Valentini e della tirocinante Aurora Bobbio.

Referee

Cambiamenti climatici: Andrea Gagna, Francesca Giordano, Emanuele Peschi, Emanuela Piervitali, Daniela Romano, Marina Vitullo.

Economia circolare: Andrea Lanz.

Verso l'inquinamento zero: Giorgio Cattani, Emanuela Pace, Francesca Piva, Cecilia Silvestri.

Biodiversità e capitale naturale: Stefania Ercole, Marco Di Leginio.

Si ringraziano per le informazioni fornite:

i Direttori dei Dipartimenti ISPRA;

la rete dei coordinatori tematici (ISPRA) della *Task Force* dell'Annuario dei dati ambientali e gli autori della banca dati "Indicatori Ambientali di ISPRA"; un particolare ringraziamento all'Area per la valutazione delle emissioni, la prevenzione dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici, la valutazione dei relativi impatti e per le misure di mitigazione e adattamento (VAL ATM);

il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA);

i Ministeri: dell'Ambiente e Sicurezza energetica; per la protezione civile e per le politiche del mare; Agricoltura, Sovranità alimentare e Foreste; Imprese e Made in Italy; Infrastrutture e Trasporti; Università e ricerca; Salute Cultura, Turismo;

le Regioni e le Province autonome;

i principali enti/istituzioni nazionali e internazionali: ACI (Automobile Club d'Italia), Banca d'Italia, CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), CREA (Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in Agricoltura), CUFA - Comando Unità Forestali Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri, EEA (*European Environmental Agency*), ENEA (Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), EUROSTAT (Ufficio Statistico delle Comunità Europee), FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), FSC (*Forest Stewardship Council*), GSE Spa (Gestore dei Servizi Energetici), INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), ISS (Istituto Superiore di Sanità), Istat (Istituto Nazionale di Statistica), JRC (*Joint Research Centre*), PEFC (*Pan-european Forest Certification Council*), Terna - Rete Elettrica Nazionale S.p.A.;

i Comitati: Glaciologico Italiano, Comitato per il Capitale Naturale e le Autorità di bacino Distrettuali.

Contributi fotografici:

Pag. 28 Cloudy sunset – Campania – Meteorologia – foto di Agostino Migliaccio

Pag. 30 Ghiacciaio del Miage da Testa Bernarda – Valle d'Aosta – Cambiamenti climatici – foto di Moira Zurli

Pag. 42 A giugno si raccolgono le nespole – Emilia-Romagna – Meteorologia – foto di Raffaele Fava

Pag. 45 Suolo – foto di Amelia De Lazzari

Pag. 50 Bottiglia fatta dalle bottiglie di plastica riciclata – Emilia-Romagna – Economia circolare – foto di Aneta Malinowska

Pag. 66 Aggregati riciclati da recupero inerti – Basilicata – Economia circolare foto di Antonio Mangiolfi

Pag. 95 Aria – foto di Aneta Malinowska

Pag. 98 Laboratori – foto di Giuliano Saiu

Pag. 104 3 metri sopra il cielo (Treviso) – Veneto – Aria – foto di Emilia Cotone

Pag. 112 Fiume Aniene – Lazio – Acqua – foto di Ilaria Falconi

Pag. 116 Acqua sorgente di vita – Marche – Acqua – foto di Renata Andreoletti

Pag. 118 Grotte del Caglieron – Veneto – Acqua – foto di Amelia De Lazzari

Pag. 120 La guglia di Goloritze vista da Punta Salinas – Sardegna – Mare – foto di Marco Puddu

Pag. 142 Eleganza- Veneto – Biodiversità – foto di Elena Rizzardo

Pag. 148 Natura – Bolzano – Biodiversità – foto di Nadia Franzoi

Pag. 154 Natura...artista meravigliosa – Lombardia – Biodiversità- foto di Maria Elena Garini

Pag. 156 I colori della natura – Sicilia – Biodiversità- foto di Daniela Bellomo

Pag. 158 Riserva naturale di Fiumefreddo, (CT) – Sicilia – Biodiversità – foto di Emilia Cotone

Pag. 160 Wildlife – Sardegna – Biodiversità – foto di Giuliano Saiu

Pag. 164 Un alieno... tutto verde Myiopsitta monachus, il Parrocchetto monaco – foto di Andrea Bonifazi

Pag. 170 foto ISPRA

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017 fa parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n.132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma

www.isprambiente.gov.it

ISPRA

ISBN 978-88-448-1163-1

Coordinamento: Servizio Informazione, statistiche e *reporting* sullo stato dell'ambiente - ISPRA

<http://indicatoriambientali.isprambiente.it>

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Antonella Monterisi

ISPRA - Area Comunicazione

Layout grafico e impaginazione: Cristina Frizza, Alessia Marinelli, Antonella Monterisi, Elena Porrazzo.

ISPRA - Servizio Informazione, statistiche e *reporting* sullo stato dell'ambiente e Area Comunicazione

Coordinamento tipografico:

Daria Mazzella

ISPRA - Area Comunicazione

Amministrazione:

Olimpia Girolamo

ISPRA - Area Comunicazione

Giugno 2023

