

**Rapporto preliminare ambientale del
Piano di Tutela delle Acque 2030
della Regione Emilia-Romagna**

**Allegato 1- Quadro conoscitivo preliminare dell'ambiente e del
territorio**

Dicembre 2023

Sommario

1	PREMESSA	1
2	CAMBIAMENTI CLIMATICI E STRATEGIE DI ADATTAMENTO DEL TERRITORIO	1
2.1	Inquadramento Climatico	2
2.1.1	Variazioni climatiche osservate	3
2.1.2	Scenari Climatici	10
2.2	Sintesi Indicatori	15
2.3	Qualità dell'aria	17
2.3.1	La rete regionale della qualità dell'aria	17
2.3.2	Qualità dell'aria in sintesi	21
2.3.3	Fattori di pressione per la qualità dell'aria	21
2.4	Emissioni gas climalteranti	25
2.5	Sintesi indicatori emissioni Qualità dell'aria e Gas Climalteranti	27
3	VULNERABILITÀ E RESILIENZA DEL TERRITORIO	29
3.1	Dissesto idrogeologico	30
3.2	Erosione del suolo	31
3.3	Erosione costiera e inondazione marina	34
3.4	Uso e consumo di suolo	44
3.5	Servizi ecosistemici del suolo	49
3.6	Zone Vulnerabili ai Nitrati	51
3.7	Biodiversità aree protette, siti Natura 2000 e connessioni ecologiche	52
3.7.1	Biodiversità	53
3.7.2	Aree protette	54
3.8	Paesaggio e beni culturali	61
3.9	Rischi antropogenici	69
3.9.1	Rischio industriale	69
3.9.2	Siti Contaminati	73
3.10	Sintesi indicatori Vulnerabilità e resilienza del territorio	78
3.11	Qualità ed utilizzo delle risorse idriche	83
4	GREEN ECONOMY ED ECONOMIA CIRCOLARE	83
4.1	Energia	83
4.2	Sintesi Indicatori Energia	98
4.3	Rifiuti	99
	Rifiuti urbani	99
	Rifiuti Speciali	101
	Sistema impiantistico per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti (urbani e speciali)	105
4.4	Sintesi Indicatori Rifiuti	108
4.5	Economia circolare	110
4.5.1	Sostenibilità ambientale delle imprese	110
4.5.2	Sostenibilità ambientale della Pubblica amministrazione	112
4.6	Sintesi Indicatori Green Economy	115
5	SISTEMI INSEDIATIVI, TESSUTO SOCIALE ED ECONOMICO	116

5.1 Sintesi indicatori	117
6 MOBILITÀ	118
ALLEGATI	121

1 PREMESSA

L'analisi di contesto si propone come una diagnosi integrata del contesto territoriale ed ambientale regionale, sviluppata sulla base dei sistemi tematici individuati (cambiamenti climatici e strategie di adattamento del territorio; green economy ed economia circolare; sistema insediativo, sociale ed economico della regione; mobilità), nell'ambito dei quali si ritrovano i tematismi specifici di carattere ambientale, sociale ed economico.

Questi sono analizzati con il supporto di indicatori di contesto, individuati sulla base di quelli di sviluppo sostenibile così come declinati nell'Agenda 2030 e nella Strategia di Sviluppo sostenibile regionale, nonché di indicatori di maggior dettaglio, propri degli strumenti specifici di settore.

In base alla successiva analisi di dettaglio potranno essere individuati per ciascun indicatore sia valori di riferimento (soglie di attenzione o di allarme o benchmark, per il confronto con analoghe realtà territoriali) sia traguardi (i valori-obiettivo specifici che ci si propone di raggiungere).

Il sistema di indicatori individuati potranno essere aggiornati in fase di monitoraggio, al fine di costituire il nucleo degli indicatori essenziali per il controllo degli effetti ambientali attesi. La base di conoscenza dovrà essere, infatti, sviluppata progressivamente durante lo sviluppo del Piano e permetterà di controllare i mutamenti conseguenti alla sua attuazione.

2 CAMBIAMENTI CLIMATICI E STRATEGIE DI ADATTAMENTO DEL TERRITORIO

Il tema dei cambiamenti climatici rappresenta una delle principali sfide comunitarie al centro delle politiche dell'ultimo decennio e, pertanto, ritenuto come uno dei principali sistemi tematici per elaborazione del presente documento, alla luce anche della Strategia Regionale per la mitigazione e l'adattamento della Regione Emilia-Romagna.

Nello specifico, al fine di analizzare il suddetto tema, il presente capitolo si suddivide in due sezioni: una prima, in cui sono forniti i principali elementi conoscitivi dell'atmosfera, intesa come composta da clima locale, gas serra, qualità dell'aria e gli scenari prospettati in relazione ai cambiamenti climatici, ed una seconda in cui è trattato il tema della vulnerabilità e resilienza del territorio, quale componente di rischio del cambiamento climatico.

In quest'ultima sezione è riportato un quadro descrittivo atto a delineare le più rilevanti dinamiche attive sul territorio rilevanti per il Piano in esame.

Come emerge dalla Strategia Climatica Regionale, il cambiamento delle temperature e del regime delle precipitazioni, indotto dai cambiamenti climatici, potrebbe in futuro comportare una variazione di frequenza dei fenomeni di dissesto idraulico nei bacini regionali e dei fenomeni franosi superficiali e profondi in terreni caratterizzati da coltri di spessore ridotto e/o elevata permeabilità e dei fenomeni franosi oltre ad eventi meteorologici estremi. La frequenza delle piene fluviali potrebbe essere maggiormente impattante nei bacini a permeabilità ridotta

che rispondono più velocemente alle sollecitazioni meteoriche e hanno ridotto effetto attenuante nei confronti delle precipitazioni di breve durata e forte intensità. L'urbanizzazione e l'uso del suolo potranno avere un impatto negativo, contribuendo all'aggravarsi dei fenomeni di dissesto e all'impermeabilizzazione.

2.1 Inquadramento Climatico

Il clima dell'Emilia-Romagna presenta caratteri diversi a seconda delle aree geografiche. Sui rilievi più elevati il clima è montano temperato fresco (Appenninico o Alpino)¹, con estati fresche e inverni rigidi, durante i quali sono relativamente frequenti precipitazioni nevose. Nelle aree di pianura e vallive occidentali, il clima è temperato continentale, caratterizzato da estati calde e secche, ed inverni rigidi. Nelle aree di pianura e collinari orientali più prossime alla costa, il clima è mediterraneo, caratterizzato da temperature più miti rispetto alle aree interne. In tutte le aree, le precipitazioni, più intense sui rilievi che nelle aree di pianura, sono più frequenti in autunno e presentano un picco secondario in primavera, con valori climatologici minimi di piogge cumulate mensili intorno a 50 mm nelle aree di pianura.² La variabilità termica e pluviometrica è principalmente legata alla stagionalità e alla variabilità intra-stagionale (tra un mese e il successivo), per l'elevata variabilità della circolazione atmosferica di larga scala.

La configurazione geografica della Pianura Padana, con la presenza di un'area di pianura confinata tra due archi montuosi estesi (Alpi e Appennini), influisce significativamente sia sul clima medio, che sulla sua variabilità. In particolare, soprattutto nelle stagioni più fredde e nelle ore notturne, in presenza di intenso raffreddamento radiativo associato a condizioni di assenza di copertura nuvolosa, tale configurazione geografica favorisce il verificarsi di inversioni termiche, durante le quali la temperatura cresce con la quota negli strati più bassi dell'atmosfera. Tali condizioni sono associate a bassa ventilazione, tipica dei regimi di blocco, quando la pressione superficiale si mantiene su valori relativamente alti per giorni consecutivi^{3,4}.

In corrispondenza di questi regimi meteorologici, si osservano valori relativamente alti di concentrazione di inquinanti e quindi condizioni di bassa qualità dell'aria. La qualità dell'aria può essere, inoltre, favorita da condizioni meteorologiche che favoriscono l'accumulo degli inquinanti.

¹Köppen W, Das geographische System der Klimate (PDF), in Handbuch der Klimatologie, vol. 1, Berlino, Borntraeger, 1936

² Pavan V., R. Tomozeiu, C.Cacciamani and M. Di Lorenzo, 2008: Daily precipitation observations over Emilia-Romagna: mean values and extremes. Int. J. Climatol., 28, 2065-2079.

³ Giorgio Fea, 1988: Appunti di meteorologia fisica descrittiva e generale. Ed. E.R.S.A. Servizio Meteorologico Regionale, Bologna, pp 434.

⁴ Mario Giuliacci, 1988: Climatologia fisica e dinamica della Valpadana. Ed. E.R.S.A. Servizio Meteorologico Regionale, Bologna, 403.

Infine, le condizioni di piovosità in Emilia sono prevalentemente associate a venti da Sud-Ovest, ma sono abbastanza probabili anche venti da Nord-Est e possibili condizioni di calma di vento. In Romagna, nei giorni piovosi prevalgono invece venti da Nord-Est e Sud-Ovest (meno frequenti), ma sono possibili anche condizioni di calma di vento.

2.1.1 Variazioni climatiche osservate

Per valutare i cambiamenti dello stato del clima sul territorio della Regione Emilia-Romagna, sono stati analizzati i dati giornalieri di temperatura dell'aria a 2 metri dal suolo e di precipitazione, utilizzando il data set climatologico Eraclito^{5,6}, ottenuto interpolando i valori rilevati a partire dal 1961 sulla rete di monitoraggio climatico della Regione Emilia-Romagna.

I dati giornalieri sono stati utilizzati per calcolare alcuni indicatori climatici a livello stagionale e annuale, per descrivere il clima e la sua variabilità a livello locale sulla regione. Particolare attenzione è stata dedicata alla valutazione di eventuali tendenze lineari significative negli indicatori sull'intero periodo 1961-2020, e alla descrizione delle differenze fra clima passato (1961-1990) e attuale (1991-2020).

L'analisi delle tendenze evidenzia, in particolare, un aumento delle temperature (massime e minime) e della durata delle ondate di calore, sia a livello annuale che stagionale, e una riduzione del numero di giorni con gelo a livello annuale.

Nello specifico, nella Figura 2-2 si riportano rispettivamente: a destra la serie temporale delle medie regionali annuali di temperatura massima nel periodo 1961-2020 e a sinistra quella delle temperature minime. Dalle stesse si rileva la presenza di un trend significativo, più intenso per la temperatura massima (+0,5°C/10 anni) rispetto alla minima (+0,2 °C/10 anni).

Il valore medio regionale della differenza tra il clima attuale e quello passato è di 1,7 °C per la temperatura massima, e di 0,5 °C per la minima.

Inoltre, come da emerge dalla Figura 2-1, va notato incidentalmente che la differenza della temperatura media regionale tra i due climi è di circa 1,1 °C ed è sostanzialmente maggiore del corrispondente valore per le temperature globali mediate sui continenti pari a 0,7 °C⁷.

A livello stagionale i valori massimi nelle tendenze lineari si osservano in estate, sia per la temperatura minima che per la massima.

All'interno della caratterizzazione del clima della regione, hanno interesse gli indici climatici legati a valori intensi di temperatura, che descrivono la frequenza con cui si verificano condizioni climatiche potenzialmente impattanti in diversi ambiti (es. salute, trasporti, agricoltura): giorni caldi, notti tropicali e giorni di gelo.

⁵<https://dati.arpae.it/dataset/erg5-eraclito>

⁶G. Antolini, V. Pavan, R. Tomozeiu, V. Marletto, 2017. Atlante climatico dell'Emilia-Romagna. isbn: 978-88-87854-44-2

⁷ <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>

Figura 2-1> Serie delle anomalie del valore medio regionale e globale (aree continentali) della temperatura media, Fonte: Arpae e Università dell'East Anglia

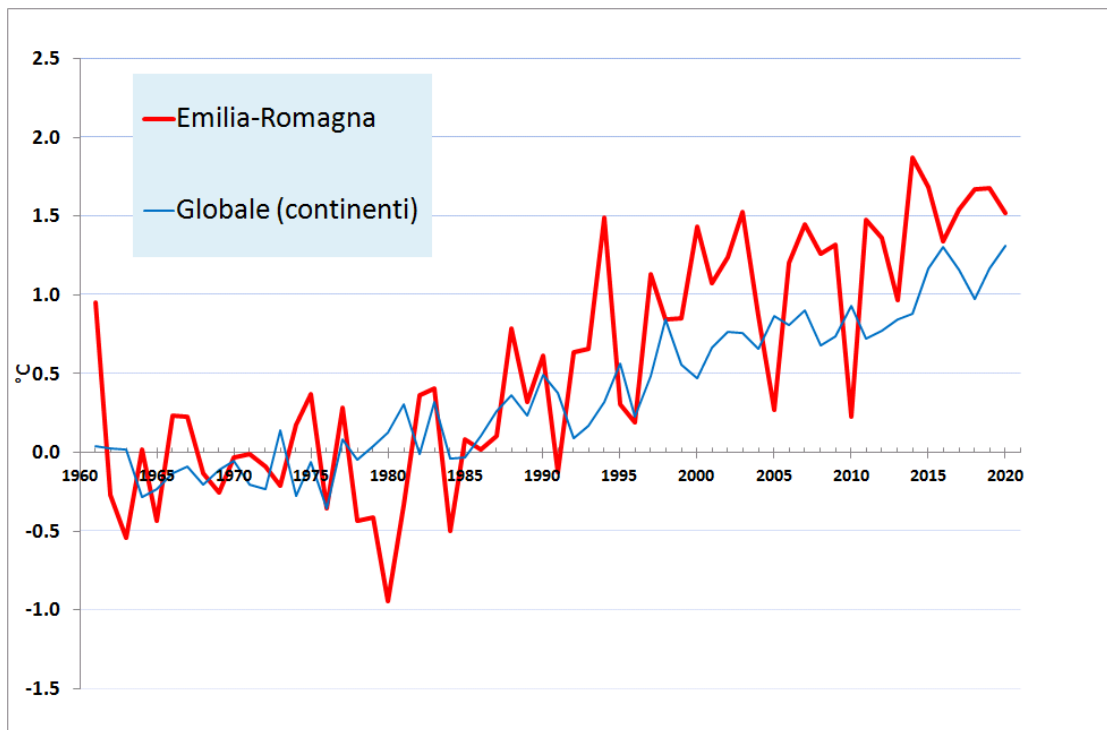


Figura 2-2> Serie temporali delle medie annuali di temperatura max (a dx) e min (a sx), 1960-2020

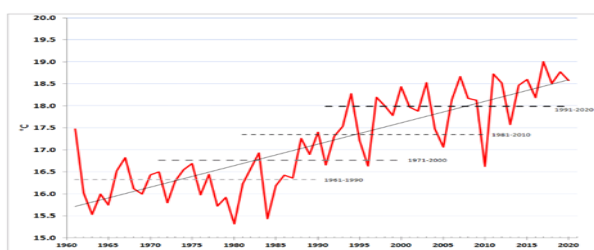


Figura 2 - Serie del valore medio regionale della temperatura max

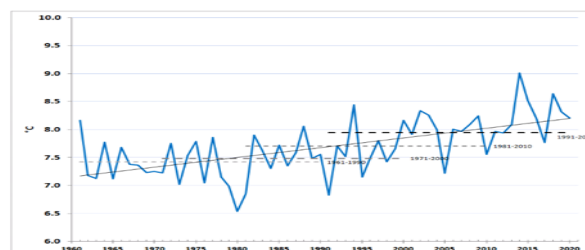


Figura 3 - Serie del valore medio regionale della temperatura min

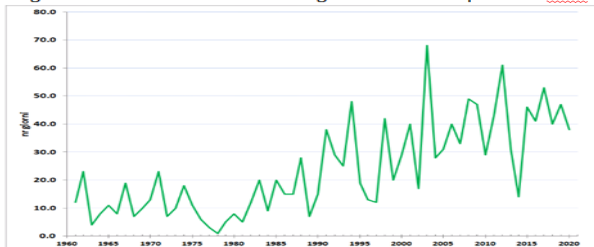


Figura 4 - Serie del numero medio regionale di giorni caldi

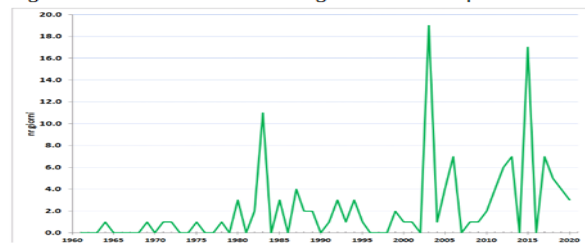


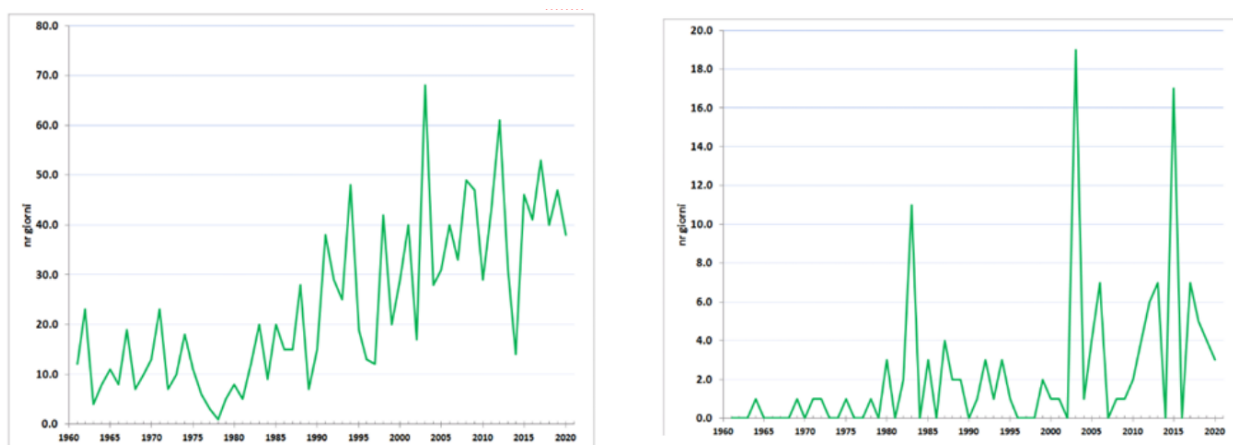
Figura 5 - Serie del numero medio regionale di notti tropicali

I **giorni caldi**, definiti come quelli in cui la temperatura massima è maggiore di 30 °C, sono in aumento a partire dalla fine degli anni '80, e hanno raggiunto il loro valore massimo nell'anno 2003, caratterizzato da lunghe e intense ondate di calore che hanno interessato buona parte

dell'estate e causato impatti sia sulla salute che sulle produzioni agricole. Negli ultimi 20 anni il valore medio è di circa 40 giorni, mentre nei primi 20 anni della serie era di 10 giorni.

I giorni caldi sono più frequenti nella pianura lontano dalla costa, in particolare nelle aree urbane e pedecollinari.

Figura 2-3> Serie del n. medio regionale 1960-2020 di giorni caldi (a dx) e notti tropicali (a sx)



Anche le **notti tropicali**, definite come i giorni in cui la temperatura minima è maggiore di 20 °C, sono in aumento (vedi Figura 2-3 a sx). Questo indice è strettamente legato al verificarsi di condizioni di disagio bioclimatico per l'uomo, dal momento che temperature notturne elevate non permettono il recupero quotidiano dallo stress termico delle ore diurne. Anche in questo caso, il valore più alto si è verificato nell'anno 2003, seguito dal 2015. Il valore medio degli ultimi 20 anni è pari a circa 4 giorni, mentre nei primi 20 anni della serie mediamente queste condizioni erano pressoché assenti. Dal punto di vista della distribuzione geografica, le notti tropicali si verificano quasi esclusivamente nella zona di pianura, e presentano picchi di frequenza particolarmente elevati nelle aree urbane.

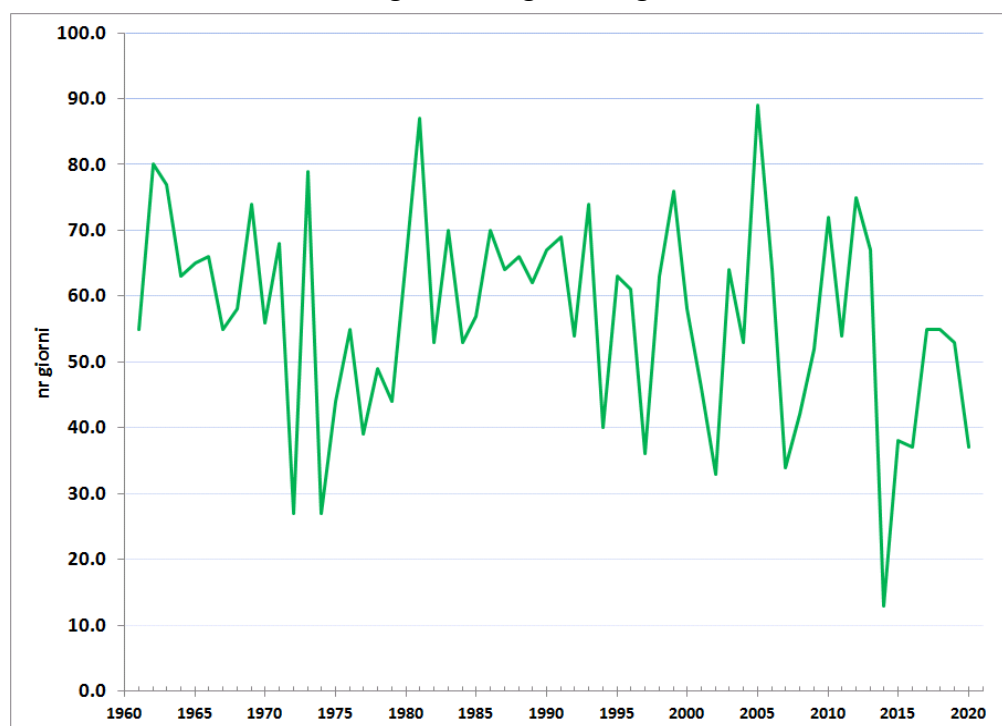
I **giorni di gelo**, definiti come quelli in cui la temperatura minima è inferiore a 0 °C, presentano un valore annuo in calo a partire dagli anni '90, nonostante sia presente una forte variabilità inter-annuale (Figura 2-4). L'indice ha raggiunto il suo valore minimo nel 2014, anno particolarmente piovoso, e presenta un valore medio negli ultimi 20 anni pari a circa 52 giorni, contro i 57 dei primi 20 anni della serie. È importante, comunque, ricordare che in alcuni periodi primaverili, particolarmente rilevanti per eventuali impatti sull'agricoltura, il numero di giorni di gelo è in aumento. In presenza di un aumento significativo delle temperature invernali e di un conseguente risveglio vegetativo sempre più precoce, questa intensa variabilità termica primaverile può causare intensi danni alle colture agricole.

Per quanto riguarda le precipitazioni, nonostante le cumulate annuali non presentino variazioni sistematiche di rilievo (Figura 2-5), le cumulate stagionali sono caratterizzate localmente da tendenze significative (Figura 2-6). In particolare, i trend negativi più intensi sono osservati in estate, che presenta cali significativi di precipitazioni su quasi tutta la regione, con picchi di -20

mm/decennio in Romagna e localmente sull'Appennino. Anche l'inverno presenta precipitazioni in calo su ampie aree della regione, anche se trend positivi non significativi si osservano sul crinale emiliano. Le stagioni intermedie presentano valori di piovosità generalmente stabili nel tempo, con un significativo aumento delle cumulate stagionali nell'area del delta padano.

Analizzando, inoltre, il dataset climatico⁸ degli anni del XXI secolo rispetto ai 20 anni precedenti, si osserva una **maggiore variabilità inter-annuale** della media regionale del cumulado annuo di precipitazione, con un aumento della deviazione standard da 136 mm a 176 mm, cioè un +27%⁹. In particolare, l'evento alluvionale che ha interessato il territorio regionale dall'1 al 17 maggio presenta un valore di precipitazione cumulata media regionale di 221,40 mm, che risulta il massimo valore di cumulata su 17 giorni di precipitazione media regionale mai registrato dal 1961, superiore a quello massimo di cumulata del periodo tra il 17 settembre e il 3 ottobre 1973, quando in media sulla regione caddero, a più riprese, novembre 2019 quando se ne sommarono 214,80 mm e quello dal 13 al 29 ottobre 1964 quando se ne sommarono 180,0 mm.¹⁰

Figura 2-4> Serie del numero medio regionale di giorni di gelo



⁸ <https://dati.arpae.it/dataset/erg5-eracito>

⁹ Ecoscienza n.2/2023 "Carenza idrica e impatti sulla produzione di energia", Antonio Volta, Simonetta Tugnoli, Gabriele Antolini, Valentina Pavan, Giulio Kerschbaumer, Matteo Sterpetti, Federico Grazzini, Cinzia Alessandrini, Leonardo Palumbo, Donatella Bandoli

¹⁰ Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana del 16-18 maggio 2023, Arpa Emilia-Romagna - Struttura Idro-Meteo-Clima - https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-post-evento/rapporto_idro_meteo_20230516-18.pdf

Il calo delle precipitazioni estive è strettamente associato a una diminuzione significativa del numero di **giorni piovosi**, con valori massimi fino a circa 1,5 giorni in meno ogni 10 anni. Nella stagione invernale la tendenza all'aumento di questo indice è estesa a tutta l'area appenninica, pur con valori non significativi, mentre in pianura si nota un calo localmente significativo, con valori massimi dell'ordine di 1 giorno piovoso in meno ogni 10 anni.

Particolare importanza nella valutazione degli episodi di siccità assume l'indice relativo al **numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni**. Le stagioni, in cui tale indice presenta variazioni significative tra loro opposte, sono l'autunno e l'inverno. In autunno, diversamente da tutte le altre stagioni, si osserva un calo significativo della lunghezza massima dei periodi siccitosi in tutta la regione, con variazioni massime fino a circa 2,5 giorni in meno ogni 10 anni nel ferrarese. In inverno si nota una crescita generalizzata dell'indice in Romagna, con valori massimi di circa 1 giorno in più ogni 10 anni, mentre tendenze positive solo localmente significative sono presenti nelle pianure emiliane.

Figura 2-5> Serie del numero medio regionale delle precipitazioni cumulate annuali

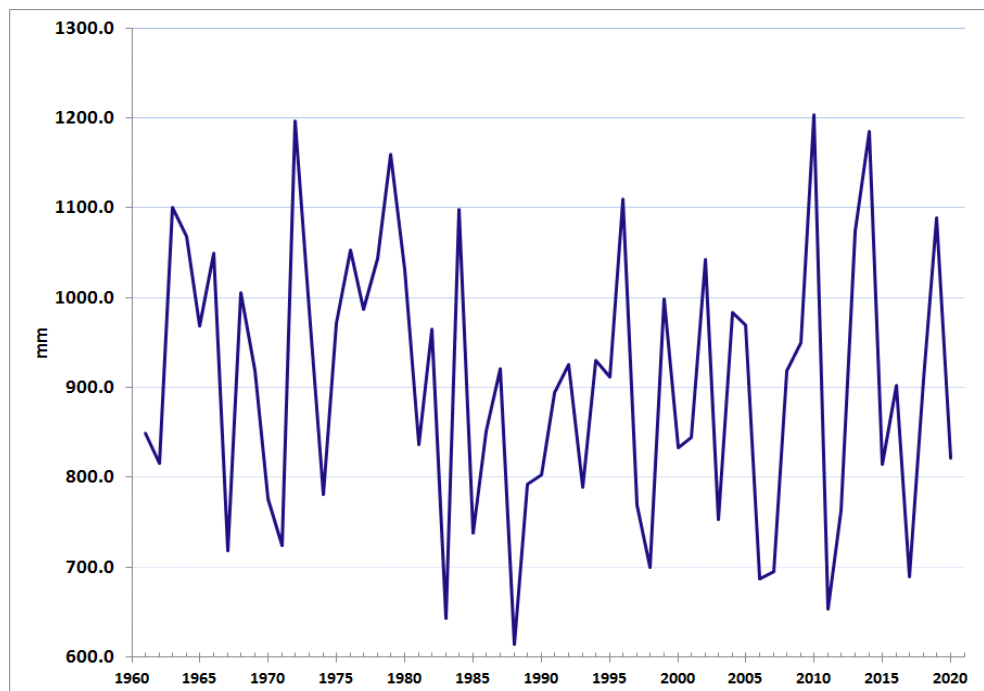


Figura 2-6> Tendenza delle precipitazioni cumulate stagionali e loro significatività statistica (retinatura) (test di Mann Kendall con $p > 0.95$)

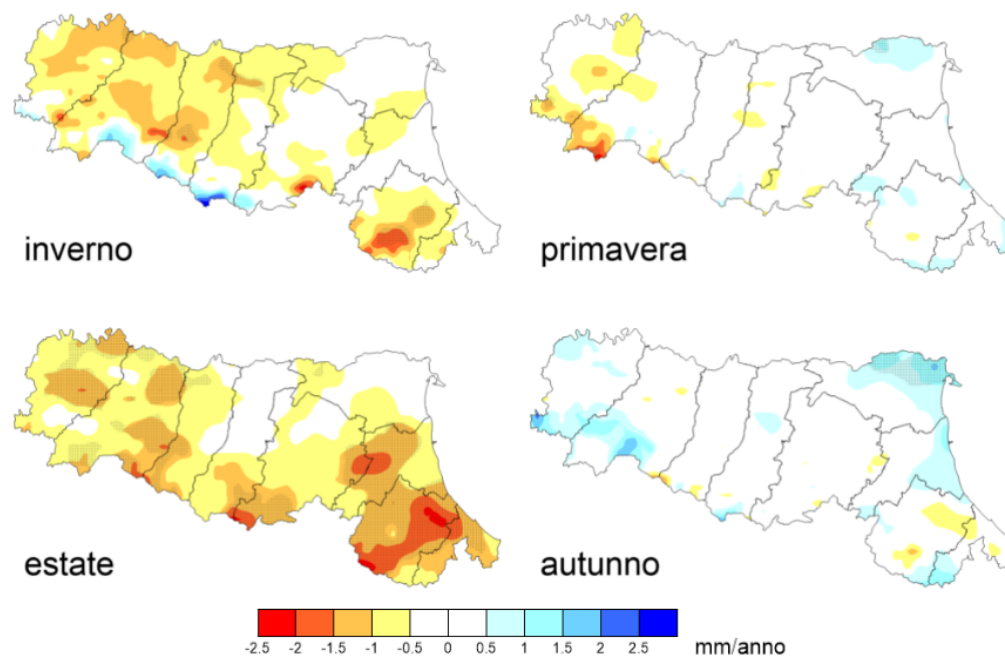


Figura 2-7> Tendenza del numero stagionale di giorni piovosi e loro significatività statistica (retinatura) (test di Mann Kendall con $p > 0.95$)

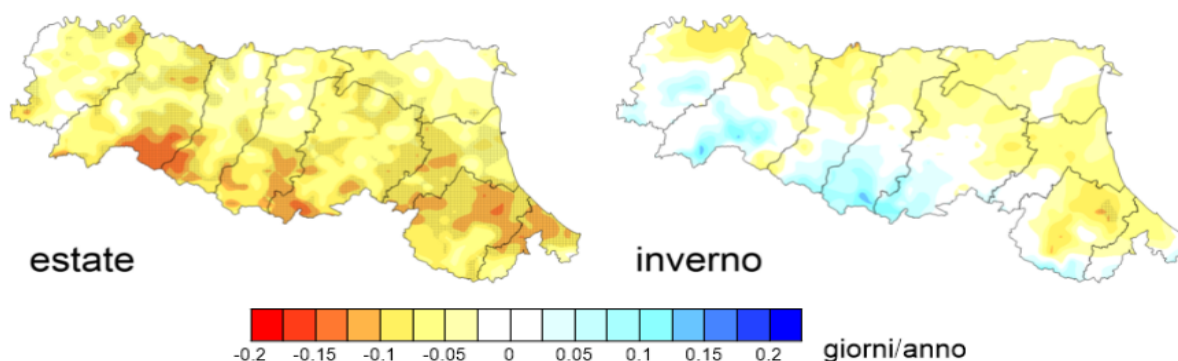
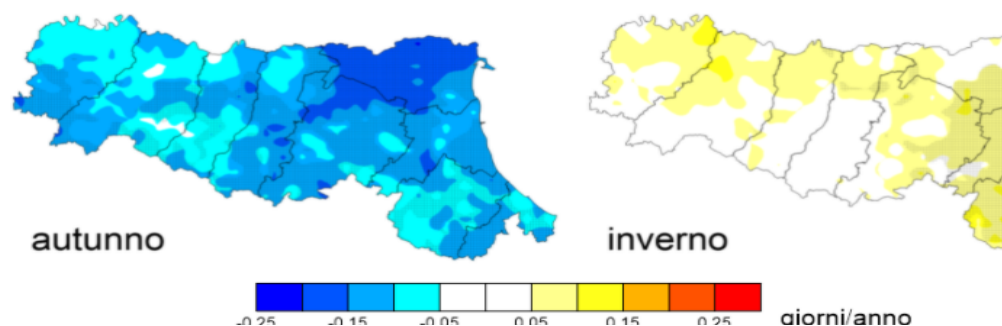
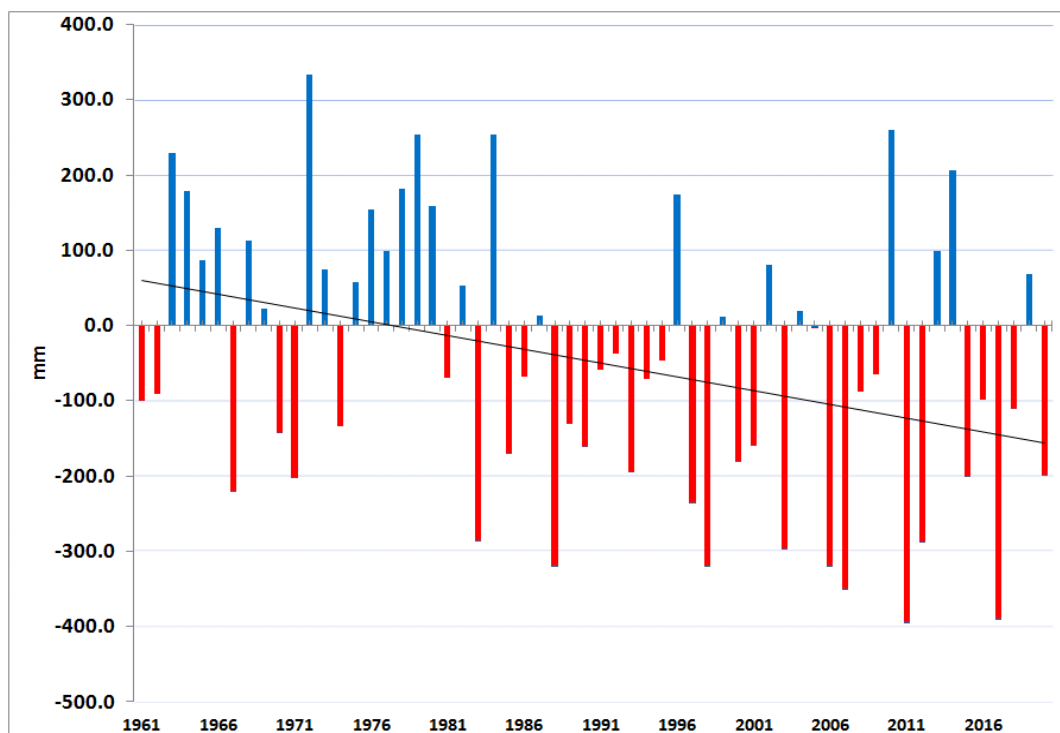


Figura 2-8> Tendenza del numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni e loro significatività statistica (retinatura) (test di Mann Kendall con $p > 0.95$)



Come mostrato in Figura 2-9, nonostante le precipitazioni annuali non presentino tendenze significative, il bilancio idroclimatico annuo (precipitazioni meno evapotraspirazione potenziale) è caratterizzato da un intenso trend negativo, dovuto principalmente al calo delle precipitazioni estive e all'aumento generalizzato delle temperature, che causano un aumento della domanda evapotraspirativa dell'atmosfera. Il trend di questo indice a livello regionale è pari a circa -40 mm ogni 10 anni.

Figura 2-9> Serie del valore medio regionale del bilancio idroclimatico annuo



2.1.2 Scenari Climatici

Il Rapporto Speciale IPCC sul riscaldamento globale di 1,5°C¹¹ stima che le attività umane abbiano causato l'aumento della temperatura globale di circa 1°C rispetto al periodo pre-industriale, e che, se questo andamento di crescita della temperatura dovesse continuare ai ritmi attuali, si raggiungerebbe un riscaldamento di 1,5°C tra il 2030 e il 2052.

I modelli di regionalizzazione statistica sviluppati da Arpa-e Simc e applicati al modello climatico globale CMCC-CM, nell'ambito della Strategia di mitigazione e adattamento per i cambiamenti climatici della Regione Emilia-Romagna¹², evidenziano per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1971-2000 i seguenti potenziali segnali futuri:

¹¹IPCC, 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].

¹²<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/temi/la-regione-per-il-clima/strategia-regionale-per-i-cambiamenti-climatici>

- aumento delle temperature minime e massime di circa 1.5° C in inverno, primavera e autunno, e di circa 2.5°C in estate.
- aumento degli estremi di temperatura, in particolare delle ondate di calore e delle notti tropicali.
- diminuzione della quantità di precipitazione soprattutto in primavera (circa il 10%) ed estate.
- incremento della precipitazione totale e degli eventi estremi in autunno (circa il 20%) e aumento del numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazione in estate (circa il 20%).

In particolare, lo scenario emissivo RCP 4.5, in cui si assume l'adozione di politiche di mitigazione per la riduzione nel tempo della concentrazione di gas climalteranti, sulla base dello scenario individuato nell'Accordo di Parigi (2015) con un target di 2°C di riscaldamento globale, prospetta un probabile aumento medio regionale delle temperature minime e massime di circa 1,5 °C in tutte le stagioni tranne l'estate, in cui l'aumento medio regionale della temperatura massima potrà essere di circa 2,5°C (Figura 2-10¹³).

Inoltre, si stimano possibili aumenti nella durata delle ondate di calore e delle notti tropicali.

Per quanto riguarda le precipitazioni, gli scenari regionalizzati e applicati al modello climatico globale CMCC-CM evidenziano un segnale medio regionale caratterizzato da una probabile diminuzione della quantità di precipitazione in tutte le stagioni tranne che in autunno, in cui potrà verificarsi un incremento medio regionale di circa il 20% (Figura 2-11¹⁰).

Come evidenziato a livello globale, anche a livello regionale il segnale di cambiamento potrà variare localmente in magnitudo e segno all'interno della regione, soprattutto per quanto riguarda le precipitazioni.

¹³ Fonte: Strategia di mitigazione e adattamento per i cambiamenti climatici della Regione Emilia-Romagna

Figura 2-10> Cambiamenti della Tmin e Tmax (media regionale) periodo 2021-2050 rispetto al 1971-2000 (scenario RCP 4.5)

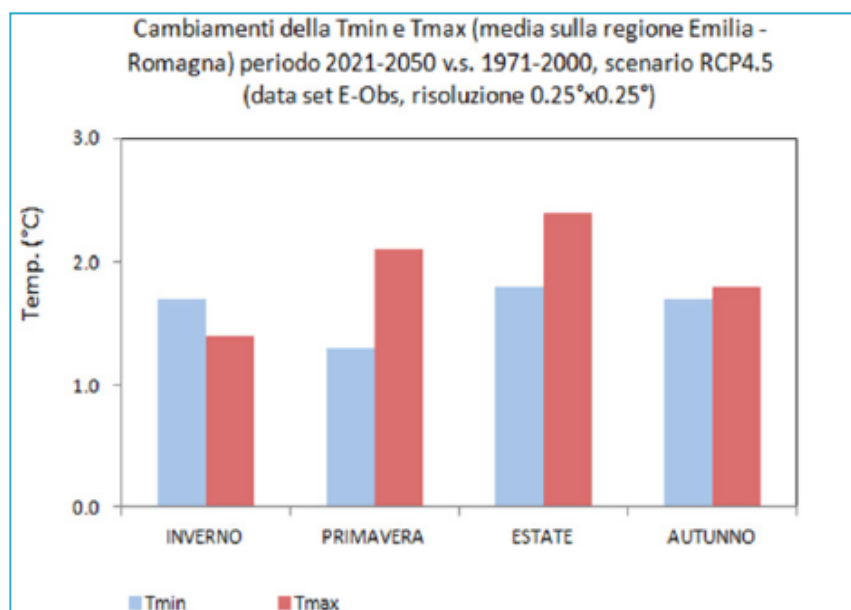
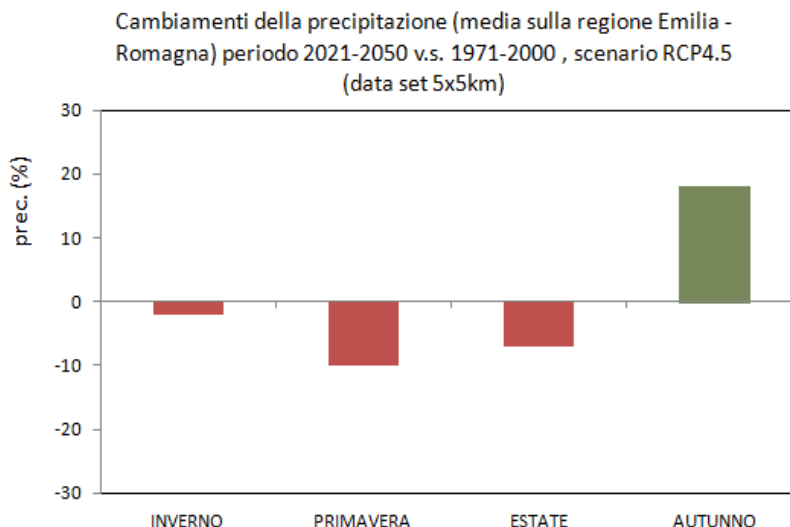


Figura 2-11> Cambiamenti della precipitazione (media regionale) periodo 2021- 2050 rispetto al 1971 – 2000 (scenario RCP 4.5)



L'isola di calore

In climatologia l'isola di calore urbana è definita come quel fenomeno che determina un microclima sensibilmente più caldo all'interno delle aree urbane rispetto alle circostanti zone periferiche rurali, con temperature più elevate dell'aria e delle superfici.

L'intensità massima del fenomeno viene raggiunta dopo il tramonto perché la città si raffredda più lentamente rispetto alla campagna e, in presenza di onde di calore che durano diversi giorni,

non si raffredda affatto e le temperature notturne possono raggiungere i 30°C, con una differenza di temperatura, che può in generale arrivare a 6 gradi e, in alcuni casi, fino addirittura a 12 gradi.

Il fenomeno è favorito dall'alto tasso di superfici impermeabilizzate, presenti nelle città (Tabella 2-1), che sono rivestite con materiali scuri rugosi sia al suolo che sui tetti.

La presenza di tali "materiali caldi" e le condizioni di scarsa ventosità comportano una scarsa capacità di dispersione del calore delle aree urbane, aumentando l'effetto dell'isola di calore urbana.

In tale contesto, la morfologia urbana, intesa come "lo spazio percorso dalle persone e gli edifici che si affacciano sullo spazio stesso", regola il cosiddetto Sky View Factor, ossia la porzione di cielo visibile. Maggiore è l'indice di morfologia urbana, espresso come rapporto tra l'altezza degli edifici e la loro dimensione in pianta, minore sarà la possibilità, durante la notte, di dissipare verso l'ambiente la radiazione riemessa. Il calore che rimane "intrappolato" diventa, quindi, la principale causa di innalzamento delle temperature medie in città, determinando una più o meno intensa isola di calore urbano (V. Dessì, 2017).

In particolare, quando il layout del sito è chiuso con edifici relativamente alti e vicini si parla di *canyon urbano*, condizione che ostacola la ventilazione ed il trasporto di calore, favorendo anche l'accumulo di aerosol e gas serra.

Nella tabella seguente si riporta l'elenco dei parametri, che influenzano il fenomeno, in termini di incidenza sul fenomeno, con valori decrescenti.

Tabella 2-1> Incidenza dei parametri per isole di calore urbano, Fonte: Grand Lyon, 2010

Valore	Parametro
1	Albedo
1	Aspect Ratio (profondità del canyon urbano)
2	Orientamento stradale
2	Superficie impermeabile
2	Superfici vegetate
3	ltrans. Calore emesso dai mezzi di trasporto motorizzati
0	Superficie dell'acqua

Nello specifico, viene associato il valore di incidenza più elevata ad albedo e caratteristiche morfologiche, un valore di influenza media a caratteristiche del suolo (orientamento stradale, superfici impermeabili, superfici vegetali) ed un'influenza minore al calore emesso dai mezzi di trasporto motorizzati.

Quando l'onda di calore colpisce un territorio urbanizzato, i suoi effetti si sommano a quelli dell'isola di calore dando vita a valori di temperatura elevatissimi che possono protrarsi per diversi giorni. In queste circostanze, i materiali del costruito incamerano elevate quantità di energia che rilasciano durante la notte.

Lo stress fisiologico che colpisce le persone e, in particolare, le fasce più deboli della popolazione si protrae senza tregua per giorni e giorni. Ciò comporta, in generale, un aumento dei disturbi del sonno nelle popolazioni urbane (con conseguente diminuzione della produttività). Ma, nei sottogruppi di popolazione più sensibile - come anziani (over 65), neonati, bambini, donne in gravidanza, persone affette da malattie croniche (cardiovascolari, diabete, insufficienza renale, morbo di Parkinson...) e disturbi psichici, individui (anche giovani) che fanno esercizio fisico o svolgono lavori intensi all'aria aperta e persone in condizioni socio-economiche e abitative disagiate - le conseguenze sono decisamente più severe.

Se poi consideriamo che, in coincidenza con le onde di calore, in città si creano anche tutte le condizioni favorevoli alla massimizzazione dell'inquinamento fotochimico, l'impatto sanitario sui soggetti più deboli risulta ancora più rilevante.

Per quanto riguarda, gli effetti sulla salute, gli studi epidemiologici hanno rilevato un impatto sanitario dovuto alle onde di calore più elevato nelle città rispetto ai loro territori rurali come meglio dettagliato nell'ambito del documento [Il profilo di salute 2019 della Regione Emilia-Romagna \(Capitolo Ambiente e salute\)](#).

2.2 Sintesi Indicatori

Nella tabella della pagina seguente si riportano gli indicatori descrittivi individuati, con la relativa fonte (esplicitando se Indicatore SDG Agenda 2030 o dell'Agenda SRV 2030), un'indicazione sintetica della condizione attuale per la componente sistemica in esame, espressa tramite la valutazione qualitativa riportata in legenda, il posizionamento, il trend rilevato e il target (Agenda SRV 2030, Patto per il lavoro e il Clima, altre norme/piani/strategie/direttive), ove disponibili.

Tabella 2-2> Sintesi indicatori

* in relazione alle caratteristiche dell'indicatore ed eventualmente al periodo indicato nel posizionamento

SP Agen da 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO	Trend*	Trend (breve periodo)	Target			
								Patto Lavoro e Clima	AGENDA 2030 - SRSVSR	Norme, Piani, Strategie e Direttive	
Piacet	Goal 11: Città e comunità sostenibili - Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili Goal 13: Lotta contro il cambiamento climatico - Adottare misure urgenti per combattere il cambiamento climatico e le sue conseguenze	Clima	Arpae		Anomalie del valore medio regionale e globale (aree continentali) della temperatura media	la differenza tra il clima attuale e quello passato della temperatura media regionale (1991:2020 e 1961:1990) è di circa +1,1°C ed è sostanzialmente maggiore del corrispondente valore per le temperature globali mediante sui continenti pari a +0,7 °C	→	stabile	neutralità carbonica al 2050	Riduzione delle emissioni gas serra a livello UE entro il 2030 di 55% rispetto al 1990 Neutralità carbonica al 2050	accordo di Parigi (2015): limitare l'aumento della temperatura media a +1,5-2 °C entro fine secolo, rispetto ai valori preindustriali.
					Valore medio regionale della temperatura massima	+ 0,5°C/10 anni	→	stabile			
					valore medio regionale della temperatura minima	+ 0,2°C/10 anni	→	stabile			
					numero medio regionale di giorni caldi	40 gg (valore medio per gli ultimi 20 anni)	→	stabile			
					numero medio regionale di notti tropicali	4 gg (valore medio per gli ultimi 20 anni); si verificano quasi esclusivamente nella zona di pianura, e presentano picchi di frequenza particolarmente elevati nelle aree urbane	→	stabile			
					numero medio regionale di giorni di gelo	52 gg (valore medio per gli ultimi 20 anni)	→	stabile			
					precipitazioni cumulate stagionali	Estate: picchi di -20 mm/decennio in Romagna e localmente sull'Appennino.	↓	discesa			
						Inverno	↘	prevalente discesa			
						Stagioni Intermedie	→ ↓ ↓	stabil/aumento delle cumulate stagionali nell'area del delta padano			
					numero stagionale di giorni piovosi	In Inverno in pianura si nota un calo localmente significativo, con valori massimi dell'ordine di 1 giorno piovoso in meno ogni 10 anni.	→ ↑	appennino positivo non significativo, pianura calo localmente significativo			
					numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni	In autunno: calo in tutta la regione, con variazioni massime fino a circa 2,5 giorni in meno ogni 10 anni nel ferrarese. Inverno: crescita generalizzata dell'indice in Romagna, con valori massimi di circa 1 giorno in più ogni 10 anni, mentre tendenze positive solo localmente significative sono presenti nelle pianure emiliane.	↓ ↑	decrescita crescita			
					valore medio regionale del bilancio idroclimatico annuo (BIC)	-40 mm ogni 10 anni	↓	decrescita			

LEGENDA CONDIZIONE ATTUALE		LEGENDA TREND	
	positiva	→	stabile
		↑	crescita
	neutra	↓	decrescita
	presenza di potenziali criticità (livello medio)	↘	prevalente decrescita
	presenza di potenziali criticità (livello alto)	↙	calo non significativo

2.3 Qualità dell'aria

2.3.1 La rete regionale della qualità dell'aria

La sintesi dei dati annuali e la relativa analisi derivano dall'elaborazione dei valori rilevati dalla rete regionale di misura della qualità dell'aria della Regione Emilia-Romagna.

La rete, certificata secondo la norma UNI EN ISO 9001:2015, è gestita da Arpae e sottoposta a rigorosi e costanti controlli di qualità.

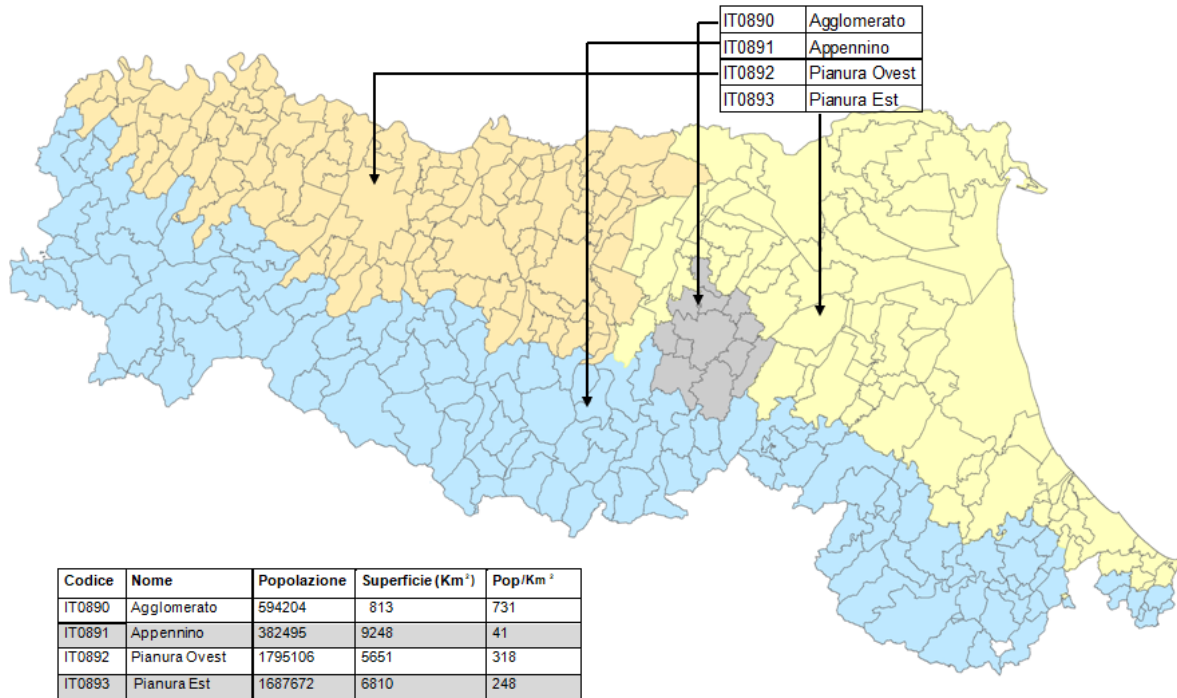
L'attuale rete di monitoraggio, approvata con DGR 2001/2011 (modificata per i codici identificativi delle zone dalla DGR 1998/2013 e confermata con DGR 1135/2019), prevede la suddivisione del territorio regionale in quattro zone omogenee dal punto di vista degli elementi che concorrono a determinare i livelli dei vari inquinanti: Pianura ovest, Agglomerato di Bologna, Pianura est e Appennino.

Il sistema, individuato e soggetto a valutazione ai sensi dell'art. 4 del D.Lgs.155/2010 con periodicità quinquennale, consente di soddisfare con regolarità ed in modo quotidiano i compiti istituzionali affidati dallo Stato alle Regioni in tema di valutazione e gestione della qualità dell'aria, in particolare per quanto riguarda la redazione dei piani e l'informazione al pubblico.

Il set di punti di misura selezionato include, oltre al minimo numero di stazioni (i punti fissi della rete regionale derivanti dall'applicazione dei criteri per l'individuazione del numero di punti di misura presenti negli allegati V e IX del D.Lgs. 155/2010), stazioni aggiuntive, derivanti da ulteriori necessità tecniche (necessità di monitorare aree critiche per orografia, densità di popolazione e per supportare le valutazioni modellistiche), e ulteriori stazioni di supporto, che garantiscono il rilevamento qualora non sia raggiunto il numero di dati minimo previsto dalla normativa. La rete è completata da laboratori mobili e numerose unità mobili per la realizzazione di campagne di valutazione.

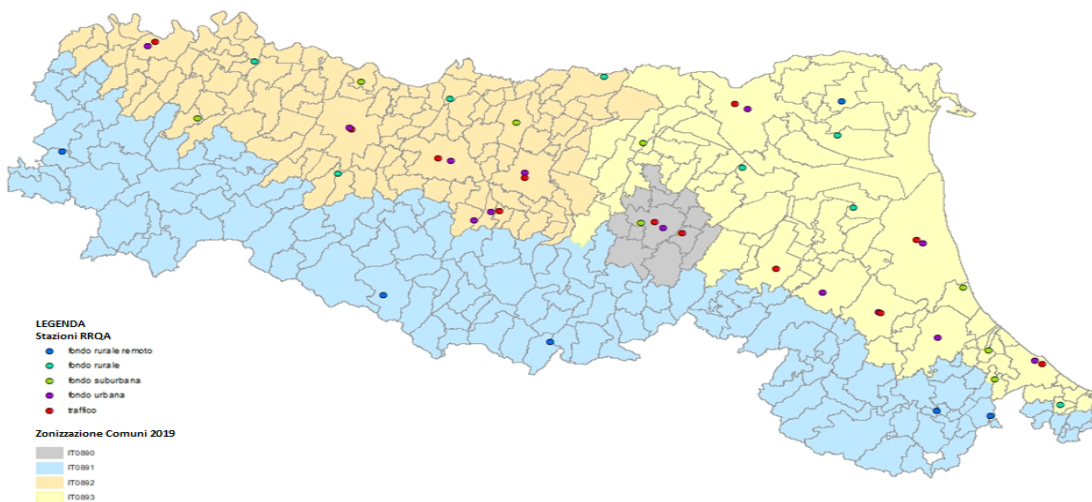
La rete regionale della qualità dell'aria (RRQA) dal primo gennaio 2020 risulta pertanto composta da 47 punti di misura in siti fissi, con un totale di 163 analizzatori automatici per gli inquinanti principali: particolato (PM_{10} , $PM_{2.5}$), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), BTX (benzene, toluene, etilbenzene, xileni), biossido di zolfo (SO_2), ozono (O_3), composti organici volatili (COV). La rete è completata da altri sensori di microinquinanti, da 10 laboratori mobili e numerose unità mobili per la realizzazione di campagne di valutazione. In alcune stazioni, inoltre, vengono eseguite analisi chimiche di laboratorio per la determinazione delle concentrazioni di metalli e benzo(a)pirene (BaP).

Figura 2-12> La zonizzazione del territorio dell'Emilia-Romagna nel 2019 (DLgs 155/2010)



Nella figura seguente si riporta l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio con la suddivisione per tipologia sulla base della zonizzazione vigente.

Figura 2-13> Le stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria e la zonizzazione al 2019 (IT0890 agglomerato di Bologna, IT0891 Appennino, IT0892 Pianura ovest, IT0893 Pianura est)



La rete di monitoraggio è sottoposta ad un regolare programma di controllo di qualità.

Delle 47 stazioni appartenenti alla rete regionale, 4 sono ubicate nell'Agglomerato di Bologna, 18 sono situate nella zona Pianura Ovest, 20 nella zona Pianura Est, 5 nella zona Appennino. Le stazioni di traffico sono 12 e sono posizionate nei capoluoghi in prossimità di strade ad alto traffico e hanno lo scopo di rilevare gli inquinanti in prossimità di hotspots (aree dove le concentrazioni degli inquinanti sono più alte rispetto a quelle di fondo); in tutte vengono rilevati PM₁₀ e ossidi di azoto, mentre in aggiunta vengono monitorati anche in 5 di queste il monossido di carbonio e in 9 il benzene. Le stazioni di fondo urbano e suburbano sono in totale 21 e sono posizionate in aree urbane, all'interno di parchi o aree verdi, e hanno lo scopo di rilevare i livelli di inquinamento di fondo presenti in ambiente urbano. In queste stazioni, oltre al PM₁₀ e agli ossidi di azoto, si rilevano anche ozono e PM_{2,5}. Le restanti stazioni, di fondo rurale, sono 14 e sono invece posizionate al di fuori delle città, al fine di definire i livelli di inquinamento di fondo presenti in regione, lontano da fonti dirette di emissione. I dati delle stazioni di fondo vengono processati mediante software di modellazione (NINFA) al fine di ottenere una distribuzione territoriale delle concentrazioni degli inquinanti principali (PM₁₀, PM_{2,5}, biossido di azoto e ozono) sull'intero territorio regionale.

La strumentazione impiegata sulla rete di monitoraggio è relativamente nuova, in quanto è stata quasi tutta sostituita nell'ultimo decennio. Questo ha consentito di raggiungere nel 2017 un rendimento medio del 97%. L'assicurazione di qualità del dato è effettuata secondo i controlli QA/QC (Assicurazione Qualità/ Controllo Qualità) previsti dalle Linee guida nazionali (L.G. Ispra - 108/2014), dal Decreto ministeriale (DM 30 marzo 2017) e dalle Norme tecniche relative al monitoraggio della qualità dell'aria, nonché attraverso procedure interne di controllo registrate secondo la ISO 9001.

La rete della qualità dell'aria ha ottenuto nel 2005 la certificazione UNI EN ISO 9001. Il sistema di controllo qualità, attraverso una sistematica azione di documentazione delle procedure, controllo e verifica, garantisce il mantenimento degli standard stabiliti dalla certificazione.

In tabella 2-3 viene riportata, in dettaglio, la dotazione strumentale delle stazioni della rete regionale al 1 gennaio 2020.

Tabella 2-3> Dotazione strumentale attuale delle stazioni della RRQA

Agglomerato
 Appennino
 Pianura Ovest
 Pianura Est
 Stazione

Comune	Nome stazione	Tipo stazione	SO ₂	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃ sal ^{te}	O ₃ veg ^{ta}	C ₆ H ₆	CO	Pb	As	Ni	Cd	BaP
Bologna	Via Chiarini	FS		●		●		●								
Bologna	Giardini Margherita	FU		●		●	●	●				●	●	●	●	●
Bologna	Porta San Felice	TU		●		●	●			●	●					
S. Lazzaro di Savena	San Lazzaro	TU		●		●										
Corte Brugnatella	Corte Brugnatella	FR		●	●	●		●	●							
Villa Minozzo	Febbio	FR		●	●	●		●	●							
Porretta Terme	Castelluccio	FR		●	●	●	●	●	●							
Sogliano	Savignano di Rigo	FR		●	●	●		●	●							
San Leo	San Leo	FR		●	●	●		●	●							
Piacenza	Giordani - Farnese	TU		●		●				●	●					
Piacenza	Parco Montecucco	FU		●		●	●	●								
Lugagnano Val d'Arda	Lugagnano	FS		●		●		●								
Besenzone	Besenzone	FR		●	●		●	●	●							
Parma	Montebello	TU		●		●				●						
Parma	Cittadella	FU		●		●	●	●				●	●	●	●	●
Colorno	Saragat	FS		●		●		●								
Langhirano	Badia	FR		●	●	●	●	●	●							
Reggio Emilia	S. Lazzaro	FU		●		●	●	●								
Reggio Emilia	Timavo	TU		●		●				●	●					
Castellarano	Castellarano	FS		●		●	●	●								
Guastalla	San Rocco	FR		●	●	●	●	●	●							
Modena	Giardini	TU		●		●				●						
Modena	Parco Ferrari	FU		●		●	●	●				●	●	●	●	●
Carpi	Remesina	FS		●		●		●								
Fiorano Modenese	Circ. San Francesco	TU		●		●										
Sassuolo	Parco Edilcarani	FU		●		●	●	●								
Mirandola	Gavello	FR		●	●	●	●	●	●							
Imola	De Amicis	TU		●		●										
Molinella	S. Pietro Capofiume	FR		●	●	●	●	●	●							
Ferrara	Isonzo	TU		●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
Ferrara	Villa Fulvia	FU		●		●	●	●								
Cento	Cento	FS		●		●		●								
Jolanda di Savoia	Gherardi	FR		●	●	●	●	●	●							
Ostellato	Ostellato	FR		●	●		●	●	●							
Ravenna	Caorle	FU	●	●		●	●	●								
Ravenna	Zalamella	TU		●		●				●	●					
Faenza	Parco Bertozzi	FU		●		●	●	●								
Cervia	Delta Cervia	FS		●		●		●								
Alfonsine	Ballirana	FR		●	●		●	●	●							
Forlì	Parco Resistenza	FU		●		●	●	●								
Forlì	Roma	TU		●		●				●						
Cesena	Franchini Angeloni	FU		●		●										
Savignano Rubicone	Savignano	FS		●		●	●	●								
Rimini	Flaminia	TU		●		●				●	●					
Rimini	Marecchia	FU		●		●	●	●				●	●	●	●	●
Verrucchio	Verrucchio	FS		●		●		●								
San Clemente	San Clemente	FR		●	●	●	●	●	●							
TOTALE			1	47	14	43	24	34	14	9	5	5	5	5	5	5

Legenda: TU = Stazione di Traffico Urbano FU = Stazione di Fondo Urbano
 FS = Stazione di Fondo Suburbano FR = Stazione di Fondo Rurale

*salute
 **vegetazione

2.3.2 Qualità dell'aria in sintesi

In Emilia-Romagna i livelli misurati nel 2022 dalla rete regionale di Arpae per il monitoraggio della qualità dell'aria mostrano per quasi tutti gli inquinanti concentrazioni medie in linea rispetto a quelle osservate nell'ultimo quinquennio.

Il valore limite giornaliero di PM₁₀ (50 µg/m³) è stato superato per oltre 35 giorni (numero massimo definito dalla norma vigente) in 12 delle 43 stazioni della rete di monitoraggio regionale che lo misurano, ma risulta rispettato ovunque il limite per quanto riguarda la media annuale (40 µg/m³).

Il valore limite annuale di PM_{2,5} (25 µg/m³) non è stato superato in nessuna stazione.

Il limite sulla media annuale (40 µg/m³) di biossido di azoto (NO₂) è stato rispettato in tutte le 47 stazioni che lo misurano e non sono stati registrati superamenti del valore limite orario (200 µg/m³ da non superare per più di 18 ore).

Per quanto riguarda l'ozono, l'estate 2022 ha continuato a mostrare criticità sia per il superamento diffuso dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana sia per il superamento della soglia di informazione, in aumento rispetto al 2021, con 18 stazioni in superamento sulle 34 che rilevano l'inquinante. La soglia di allarme (240 µg/m³) non è stata superata in nessuna stazione.

I valori degli altri inquinanti (biossido di zolfo, benzene e monossido di carbonio) sono rimasti entro i limiti di legge in tutte le stazioni di rilevamento.

Per maggiori approfondimenti si rimanda alla [Relazione di sintesi "Qualità dell'aria 2022"](https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/report-aria/report-regionali/sintesi-qualita-dellaria-2022.pdf/view).
<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/report-aria/report-regionali/sintesi-qualita-dellaria-2022.pdf/view>

2.3.3 Fattori di pressione per la qualità dell'aria

L'inventario regionale delle emissioni in atmosfera raccoglie le stime emissive degli inquinanti primari prodotti delle varie sorgenti e la loro distribuzione territoriale, fino a dettaglio comunale. La più recente edizione dell'inventario delle emissioni è relativa al 2019 ed è stata redatta mediante il software IN.EM.AR¹⁴.

Di seguito si richiamano i risultati principali dell'inventario, dettagliate nel rapporto tecnico [ARPAE](#). Le stime relative all'anno 2019 indicano che le fonti principali di emissioni legate all'inquinamento diretto da polveri sono costituite dal riscaldamento domestico a biomassa e dal trasporto su strada, seguiti dalle attività produttive e dai trasporti non stradali.

¹⁴ Fonte: Inemar

Alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x), importanti precursori della formazione di particolato secondario e ozono, contribuiscono il trasporto su strada per il 53%, a seguire le altre sorgenti mobili, la combustione nell'industria, il riscaldamento e la produzione di energia.

Il principale contributo (97%) alle emissioni di ammoniaca (NH_3), anch'esso precursore di particolato secondario, deriva dalle pratiche agricole e dalla zootecnia.

L'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile risulta il principale contributo antropogenico alle emissioni di composti organici volatili non metanici (COV_{nm}), precursori, assieme agli ossidi di azoto della formazione di particolato secondario e ozono. La produzione di COV_{nm} di origine biogenica, da specie agricole e da vegetazione è la fonte che contribuisce maggiormente alle emissioni di questo inquinante.

La combustione nell'industria ed i processi produttivi risultano la fonte più rilevante di biossido di zolfo (SO_2) che, sebbene presenti una concentrazione in aria di gran lunga inferiore ai valori limite, risulta un importante precursore della formazione di particolato secondario, anche a basse concentrazioni.

Il CO è emesso dalla combustione domestica per circa il 50% e dai trasporti su strada per il 30%. Il monossido di carbonio (CO) è emesso dai trasporti su strada per il 50% e dalla combustione domestica per il 48%.

Le emissioni di sostanze inquinanti della Regione Emilia-Romagna per i macrosettori Corinair sono riportate in Tabella 2-4 e in Figura 2-14.

In particolare il settore "allevamenti e coltivazioni" contribuisce per il 6% del PM_{10} , 1% degli NO_x 97% di NH_3 (di cui 76% da reflui).

In riferimento ai diversi tipi di combustibile (Figura 2-15) si rileva che il consumo del gasolio per autotrasporto (diesel) è responsabile di circa il 69% delle emissioni di NO_x , mentre per il PM_{10} è preponderante l'apporto delle attività di combustione di legna e similari, dei diesel per autotrasporto, oltre ad usura di freni e pneumatici e abrasione strade che si verificano per tutti i mezzi di trasporto. Le emissioni di COV_{nm} e NH_3 non dipendono o derivano solo parzialmente dalla combustione e, pertanto, non sono associabili all'uso di uno specifico combustibile.

Tabella 2-4> Ripartizione delle emissioni dell'Emilia-Romagna per macrosettori Corinair

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori								
	NOx (t)	PTS (t)	PM10 (t)	PM2.5 (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
MS1	3758	106	77	70	433	2805	12	238
MS2	5865	6379	6074	5923	216	45634	706	5152
MS3	7294	628	421	321	6788	4170	19	580
MS4	751	947	497	303	753	1590	113	1997
MS5	-	-	-	-	-	-	-	3669
MS6	69	431	292	256	5	19	2	33208
MS7	33813	2867	2087	1431	57	26819	489	4372
MS8	10484	665	654	643	127	3410	2	1061
MS9	871	320	307	285	37	3912	184	131
MS10	608	1086	632	324	14	709	43982	36781
MS11	-	-	-	-	-	-	-	34958
totali	63512	13429	11040	9556	8429	89068	45509	122147

MS 1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili

MS 2 - Combustione non industriale

MS 3 - Combustione industriale

MS 4 - Processi Produttivi

MS 5 - Estrazione e distribuzione di combustibili

MS 6 - Uso di solventi

MS 7 - Trasporto su strada

MS 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

MS 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti

MS 10 - Agricoltura MS 11 - Altre sorgenti e assorbimenti.

Figura 2-14> Contributi alle emissioni inquinanti di origine antropogenica in Emilia-Romagna (INEMAR 2017)

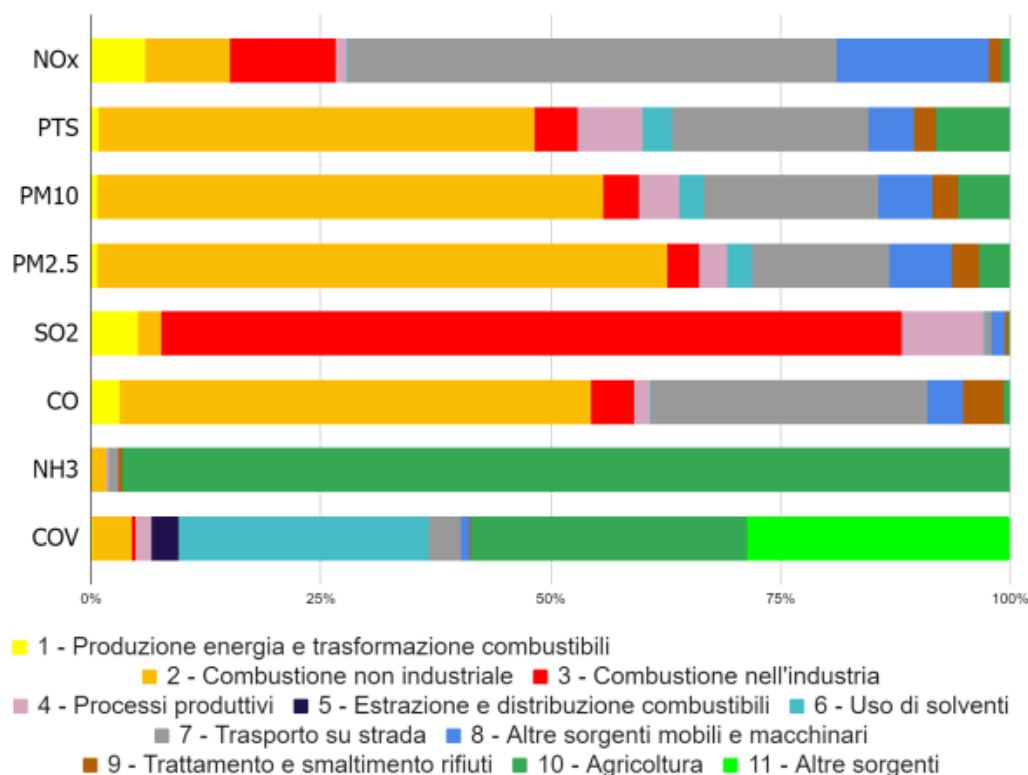
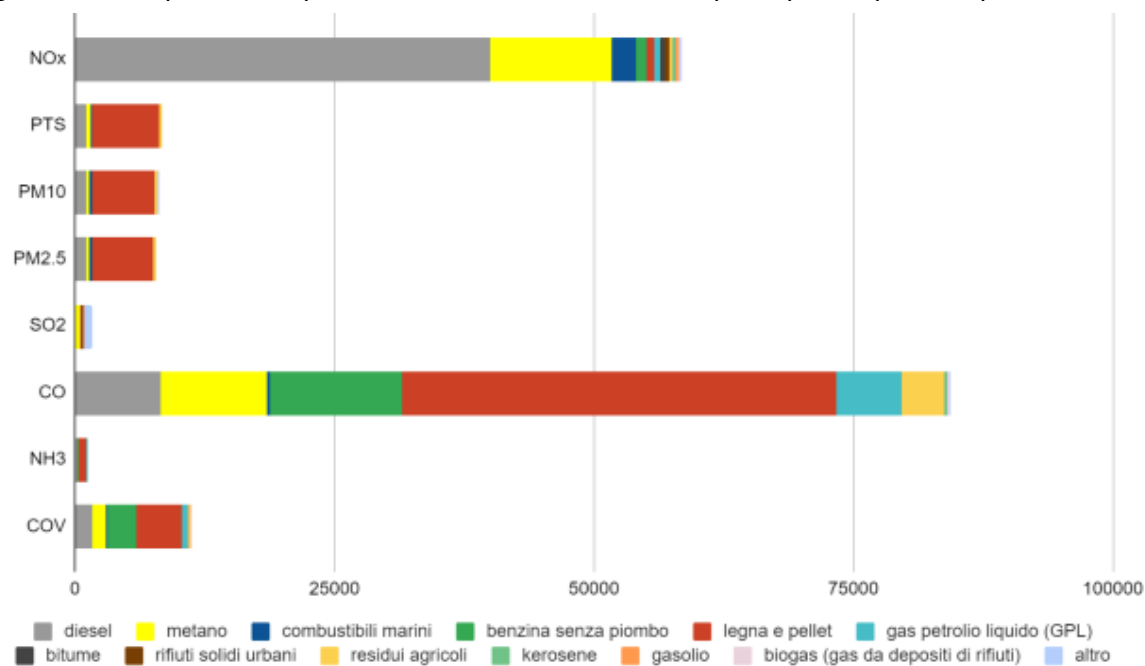


Figura 2-15> Ripartizione percentuale delle emissioni dei principali inquinanti per combustibili



2.4 Emissioni gas climalteranti

I gas climalteranti (GHG - GreenHouse Gases) sono responsabili dell'aumento dell'effetto serra naturale e contribuisce in modo proporzionale al proprio GWP (Global Warming Potential), che sostanzialmente corrisponde alla "capacità serra" di quel composto in relazione al potenziale serra della CO₂, convenzionalmente posto uguale ad 1, in un intervallo temporale che normalmente è a 100 anni.

La CO₂ equivalente (CO_{2eq}) è una misura che esprime l'impatto sul riscaldamento globale di una certa quantità di gas serra rispetto alla stessa quantità di anidride carbonica (CO₂), ciascuno dei quali viene poi ponderato per il suo contributo individuale all'aumento dell'effetto serra (cioè il suo "potere climalterante", il Global Warming Potential - GWP) rispetto a quello della CO₂.

Gas ad effetto serra diretto considerati nella stima delle emissioni:

- Diossido di carbonio (CO₂);
- Metano (CH₄);
- Protossido di azoto (N₂O),

Le emissioni di gas serra sono espresse come CO_{2eq}:

$$CO_{2eq} = CO_2 + 265 * N_2O + 28 * CH_4$$

La quantificazione delle emissioni a livello regionale è effettuata considerando le emissioni risultanti da INEMAR per i settori di attività le cui emissioni non hanno una correlazione diretta con i consumi energetici. Per le attività in cui le emissioni sono dovute alla combustione di combustibili la stima è stata aggiornata secondo i dati elaborati nell'ambito del bilancio energetico per settori di attività della Regione.

Le emissioni di gas serra, relativamente all'anno 2019, per la Regione Emilia-Romagna, sono risultate complessivamente 41.448 kt CO_{2eq} (corrispondenti a 9,1 t/pro capite), come dettagliato nella tabella seguente per settore:

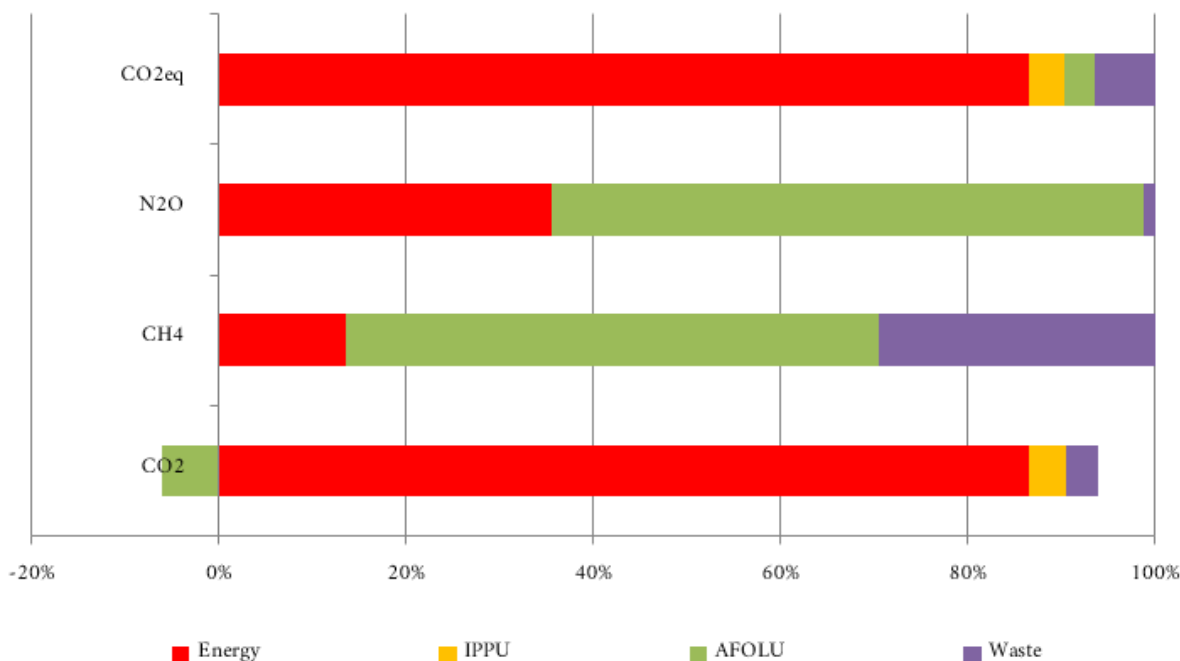
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2eq}
	[kt]	[t]	[t]	[kt]
ENERGY	32.912	23.946	2.470	34.237
IPPU	1.505	20	1	1.506
AFOLU	-2.344	88.979	4.085	1.230
WASTE	1.266	46.017	80	2.576
TOTALE	33.339	158.961	6.636	39.549

TOTALE (-C STOCK)	35.683	146.866	6.236	41.448
--------------------------	--------	---------	-------	--------

Tabella 2-5 - Ripartizione delle emissioni di Gas Serra dell'Emilia-Romagna per settori IPCC (2019)

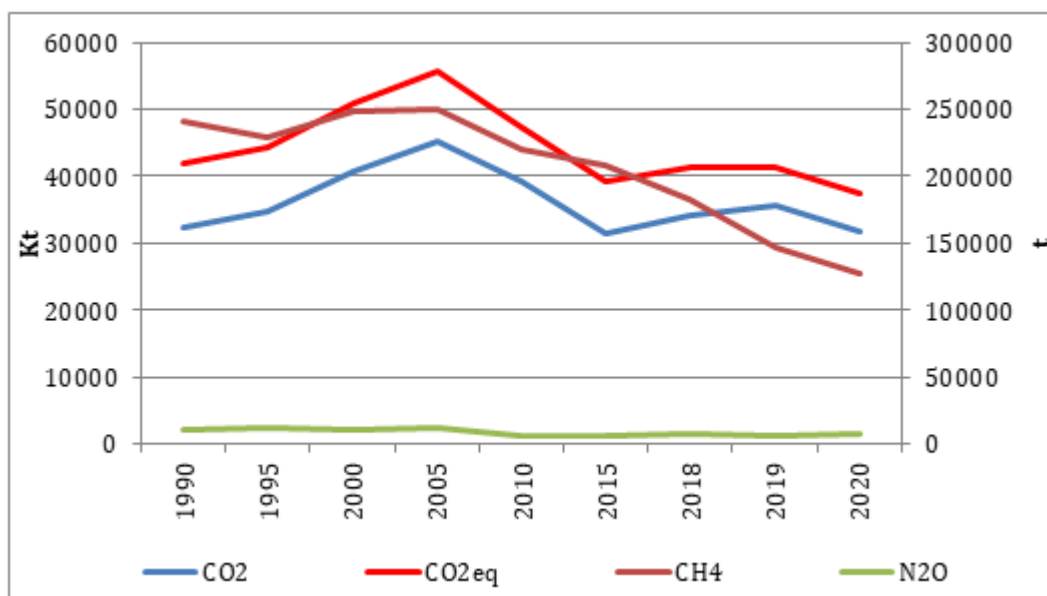
Dall'analisi di tali dati risulta evidente che il settore Energia è responsabile del 92% delle emissioni di CO₂; tali emissioni derivano principalmente dalla combustione di combustibili fossili (petrolio, gas naturale) in quanto, durante l'attività di combustione, si ha la re-immissione in atmosfera del carbonio contenuto in essi in forma ossidata (CO₂). Rispetto invece alle emissioni di CO_{2eq}, il settore energia contribuisce per l'87%. Il settore AFOLU (emissioni derivanti dalle attività agro zootecniche e forestali) rappresenta il 56% delle emissioni di CH₄ e il 62% di N₂O. Il contributo emissivo in termini di CO_{2eq} del settore AFOLU, come già evidenziato, è dato dalle attività zootecniche, responsabili di elevate emissioni di CH₄, e dalle emissioni del settore agroforestale e uso del suolo, che invece svolge un ruolo di stoccaggio del carbonio computato come rimozione di CO₂ dall'atmosfera.

Figura 2-16 > Contributi alle emissioni GHG in regione Emilia-Romagna (Bilancio GHG 2019) per settore IPCC



Nella figura seguente si riporta il trend dei gas serra costruito con i dati elaborati nell'ambito dell'Inventario Nazionale (ISPRA), per le annualità che vanno dall'anno 1990 all'anno 2017, e con i dati relativi all'Inventario Regionale GHG (Arpae) per gli anni dal 2018 al 2019.

Figura 2-17 > Trend emissioni GHG. Fonte: ISPRA 1990-2017; ARPAE 2018-2019



2.5 Sintesi indicatori emissioni Qualità dell'aria e Gas Climalteranti

Nella tabella seguente si riportano gli indicatori descrittivi individuati, con la relativa fonte (esplicitando se Indicatore SDG Agenda 2030 o dell'Agenda SRV 2030), un'indicazione sintetica della condizione attuale per la componente sistemica in esame, espressa tramite valutazione qualitativa riportata in legenda, il posizionamento, il trend rilevato e il target (Agenda SRV 2030, Patto per il lavoro e il Clima, altre norme/piani/strategie/direttive), ove disponibili.

LEGENDA CONDIZIONE ATTUALE		LEGENDA TREND	
positiva		→	stabile
		↑	crescita
neutra		↓	decrescita
		↘	prevalente decrescita
presenza di potenziali criticità (livello medio)		↙	calo non significativo

Tabella 2-6> Sintesi Indicatori per le componenti Qualità dell'aria e gas climalteranti

* in relazione alle caratteristiche dell'indicatore ed eventualmente al periodo indicato nel posizionamento

SP Agen da 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo	INDICATORI	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO	Trend*	Trend (breve periodo)	Target		
									Patto Lavoro e Clima	AGENDA 2030 - SRsvS ER	Norme, Piani, Strategia e Direttive
Planet	Goal 11: Città e comunità sostenibili Goal 13: Cambiamento climatico	Qualità dell'aria	Concentrazione media annuale PM10	Arpae		Dato 2022: La media annua di PM10 è rimasta inferiore ai limiti di legge (40 µg/mc) in tutte le stazioni	↑	crescita (2002-2022)			
			Superamenti del valore limite giornaliero del PM10	Arpae		Dato 2022: 12 stazioni di rilevamento su 43, di cui Modena con 75gg di superamento (2022)	→	stabile		Numero max di superamenti del valore limite giornaliero per il PM10 (50 µg/mc) < 35 giorni a livello regionale entro 2025	
			Concentrazione media annuale PM 2,5	Arpae		Dato 2022: il valore limite annuale di PM2,5 (25 µg/mc) non è stato superato in nessuna stazione	↓	decrecita (2008-2022)			
			Concentrazione media annuale di biossido di azoto	Arpae		Dato 2022: Il limite sulla media annuale (40 µg/mc) di biossido di azoto (NO2) è stato rispettato in tutte le 47 stazioni che lo misurano e non sono stati registrati superamenti del valore limite orario (200 µg/mc da non superare per più di 18 ore).	↓	decrecita (2001-2022)			
			Percentuale di giorni favorevoli all'accumulo di PM10	Arpae		Anno 2022: Giorni nei mesi di gennaio, febbraio e marzo hanno favorito l'accumulo di PM10; tra metà ottobre e metà novembre e nella seconda metà di dicembre si sono realizzate condizioni sfavorevoli alla dispersione	→	stabile (2013-2022)			
			Emissioni di CO, COV, NOx, SOx, PM10, NH3, CH4, CO2, N2O e loro distribuzione percentuale macrosettore MS10	Arpae			→	stabile (2019)			
	Gas Serra	Emissioni di gas serra (ton CO2 equivalente pro-capite)	Arpae			Nell'anno 2020 si riscontra una forte riduzione delle emissioni dei gas serra pari a -9% rispetto alle emissioni stimate per l'anno 2019 e del 10% rispetto alle emissioni riferite all'anno 1990.	↓	decrecita	neutralità carbonica al 2050	Riduzione delle emissioni gas serra a livello UE entro il 2030 di 55% rispetto al 1990 Neutralità carbonica al 2050	Under2Momerandum of Understanding (Under2Mou) riduzione delle emissioni climalteranti dall'80 al 90% rispetto al valore del 1990 oppure sotto due tonnellate pro-capite entro il 2050.

3 VULNERABILITÀ E RESILIENZA DEL TERRITORIO

Nella presente sezione sono descritte le principali dinamiche attive sul territorio, che possono costituire rischio per il territorio, di interesse per la programmazione in esame:

- dissesto idrogeologico;
- erosione del suolo;
- erosione costiera e inondazione marina;
- uso e consumo del suolo;
- perdita di biodiversità e modifica degli ecosistemi;
- minore disponibilità e alterazione della qualità idrica.

Alcune di queste, potenzialmente favorite dai cambiamenti climatici, contribuiscono ad incrementare i fattori di rischio naturale e antropogenico del territorio, ossia il rischio correlato alla presenza di aziende a Rischio Incidente Rilevante (RIR), dette anche "aziende Seveso" e siti contaminati.

Inoltre l'inquinamento atmosferico si comporta da "moltiplicatore" degli effetti dei cambiamenti climatici (CC) nelle città in quanto contribuisce in modo negativo al fenomeno isola di calore i cui effetti si sommano agli effetti dei fenomeni climatici esogeni, quali sono gli eventi meteorologici estremi, come le anomalie delle precipitazioni intense e delle temperature elevate (allagamenti e onde di calore di maggior frequenza e durata). **Questo è il motivo per cui spesso le azioni di resilienza per essere più efficaci devono prevedere attività di contrasto all'inquinamento dell'aria.**

Le azioni locali di resilienza se ben applicate sul territorio hanno la possibilità di alleviare il disagio climatico e da inquinamento dell'aria, favorendo "l'adattamento" ai CC con benefici sull'ambiente e sulla qualità della vita dei cittadini, in modo particolare sulla loro salute.

Il grado di vulnerabilità e la risposta del territorio, tuttavia, non dipendono solo da caratteristiche naturali e antropiche del territorio, ma sono influenzati anche dalle interrelazioni tra i settori fisico biologici e socio-economici, nonché dalla possibilità tecnica, economica, sociale di intervenire con misure di adattamento.

Si sottolinea, inoltre, che, in tale contesto, il suolo assume una particolare funzione ecosistemica in termini di:

- supporto alla vita, ospitando piante, animali e attività umane (e con il ciclo degli elementi della fertilità);
- approvvigionamento, producendo biomassa e materie prime;
- regolazione dei cicli idrologico e bio-geochimico, e con la relativa capacità depurativa;
- valori culturali, in quanto archivio storico-archeologico e parte fondamentale del paesaggio.

Le tematiche sopra descritte sono oggetto dei paragrafi seguenti, sviluppati con il supporto degli indicatori di contesto, esplicitati nel seguito, oltre che in Allegato 2, rispetto ai quali è fornita una prima indicazione di condizione attuale, funzionale anche ai fini dell'elaborazione della diagnostica ambientale (SWOT).

3.1 Dissesto idrogeologico

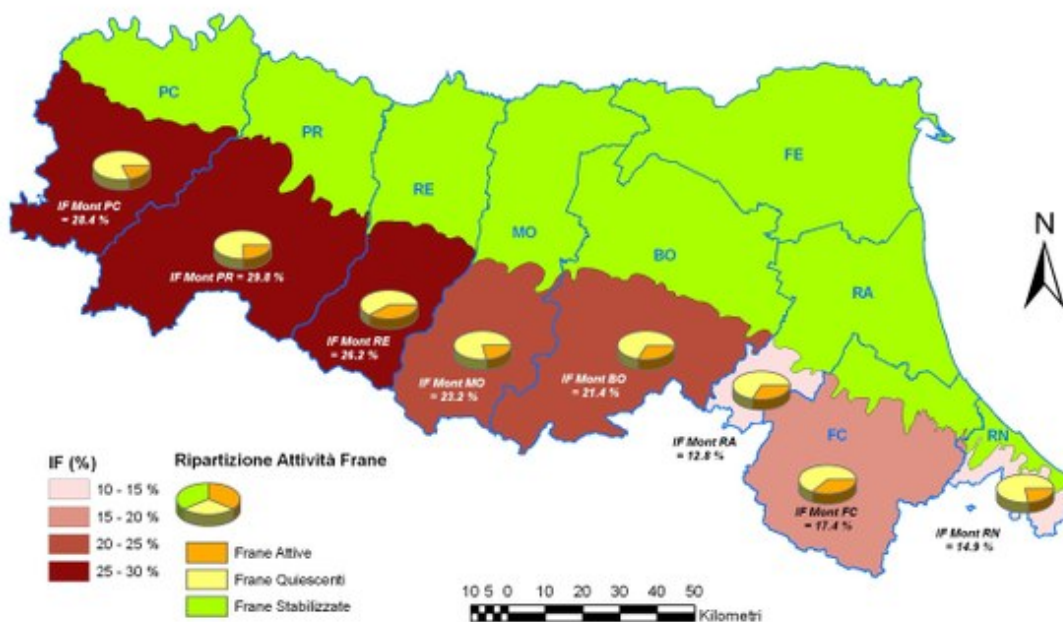
Allo stato attuale delle conoscenze risulta che l'Emilia-Romagna è una delle tre regioni più franose d'Italia: i dati del progetto nazionale Inventario dei fenomeni franosi in Italia -IFFI indicano che la nostra Regione, insieme alla Lombardia e alle Marche, è l'unica che presenta oltre il 20% del territorio collinare e montano interessato da accumuli di frane attive o quiescenti.

Dai dati disponibili (Rapporto Regionale - Elaborazione statistica sulle frane dell'Emilia-Romagna, 2006) risultano censite 70.037 frane, di cui attive: 38.178, quiescenti e stabilizzate 31859, per un totale di superficie interessata di 2.510 km², da cui scaturisce un indice di franosità del territorio regionale di 11,35%.

L'indice di franosità e la suddivisione dei dissesti per stato di attività sono rappresentate nella figura seguente (fonte: Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli).

In tale contesto, l'incremento della frequenza e intensità delle piogge brevi e intense, indotto dai cambiamenti climatici, determina un aumento delle colate rapide di fango e detrito con un aggravio del rischio per persone, edifici e infrastrutture. Al contempo la riduzione dei valori cumulati di precipitazione stagionale e l'incremento dell'evapotraspirazione, legato all'aumento della temperatura, potrebbero comportare una diminuzione delle attivazioni delle frane con maggiore profondità della superficie di scivolamento o che coinvolgono terreni a grana fine.

Figura 3-1>Classificazione delle Province per Indice di franosità dell'area collinare e montana e suddivisione dei dissesti per stato di attività



Per quanto concerne la pericolosità idraulica da dati Ispra 2021 emerge che circa il 45% del territorio è soggetto a pericolosità idraulica media (dati Ispra 2021 su aree perimetrate dalle

Autorità di Bacino Distrettuali al 2020), molto spesso in relazione al reticolo secondario di bonifica della pianura.

La mappatura delle aree a rischio idraulico, recentemente aggiornata, è consultabile mediante l'applicativo WebGIS Moka DIRETTIVA ALLUVIONI R e-r disponibile sul sito web della Regione, oltre che sui siti delle rispettive autorità distrettuali.

In particolare nel dicembre 2021 sono stati adottati in sede di Conferenze Istituzionali Permanenti delle Autorità di bacino i PGRA rispettivamente del Distretto Po (Del. 5/2021) e del Distretto dell'Appennino Centrale (Del. 27/2021 Distretto Appennino Centrale)¹⁵.

A seguito di tale aggiornamento è stato definito il programma regionale delle misure da attuarsi nel territorio regionale, suddivise tra misure di prevenzione, di protezione, di preparazione e ritorno alla normalità e analisi. Le stesse sono contenute nella DGR n. 2215 del 20 dicembre 2021.

Nell'ambito dell'Agenda 2030 il tema della messa in sicurezza del territorio risulta di rilievo. Sono, infatti, presenti due indicatori specifici nell'ambito del Goal 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili e del Goal 13: Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico (SDG 11.5.1 e 13.1.1): popolazione esposta al rischio di frane e popolazione esposta al rischio di alluvioni.

Considerando gli ultimi dati disponibili (Ispra 2021 su aree PAI al 2020 e ISTAT 2011), il valore percentuale della popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata in Emilia-Romagna è pari al 2% rispetto al valore nazionale del 2,2%, mentre il 4,3 % della popolazione residente nel territorio regionale vive in aree a pericolosità da frana (rispetto ad un valore pari a 9,6 % attribuito all'intero territorio nazionale). Su tale aspetto si rimanda ad eventuali indagini di approfondimento in relazione alla situazione emiliano-romagnola legata agli ultimi eventi climatici estremi.

Per quanto riguarda, invece, il rischio alluvioni, emerge quanto segue (Ispra 2021, su aree perimetrate dalle Autorità di Bacino Distrettuali al 2020 e Istat 2011) la popolazione esposta a pericolosità idraulica elevata in Emilia-Romagna è pari a 9,9% (vs 4,1 % - Italia), quella esposta a pericolosità idraulica media è 62,5% (vs 11,5 %), mentre quella a bassa pericolosità è 69,4% (vs 20,6%).

3.2 Erosione del suolo

La carta dell'erosione idrica dei suoli rappresenta la stima della perdita superficiale di suolo dovute all'azione dell'acqua piovana.

La stima si basa sull'applicazione del modello RUSLE (Renard et al., 1997) che prevede le perdite di suolo per erosione diffusa (sheet erosion) ed incanalata (rill erosion); il valore stimato è da

¹⁵ Tutti gli elaborati sono consultabili e scaricabili ai seguenti link per il distretto idrografico del fiume Po:

<https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/>

per il distretto dell'Appennino Centrale:

<https://www.autoritadistrettoac.it/pianificazione/pianificazione-distrettuale/pgaac/pgaac2>

intendersi come media annua sul lungo periodo ($\text{Mg}/\text{ha}\cdot\text{anno}$) ed è sempre relativo a specifiche combinazioni di topografia del versante, uso del suolo e pratiche di gestione.”

La carta dell'erosione idrica rappresenta la perdita superficiale di suolo espressa in $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$, stimata con il modello RUSLE (Renard et al. 1997) e resa con una risoluzione di 20 m. Il modello stima una perdita media annua di $9,91 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$ di suolo, se si considera l'intera superficie regionale, di $11,9 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$, se le aree non soggette ad erosione vengono escluse dal calcolo, il che significa una perdita complessiva annua di suolo di 23 Mt; valori medi nettamente più alti del tasso medio di formazione dei suoli, indicato tra l'1,4 $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$ (Verheijen et al., 2009) e 2,2 $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$ (Montgomery, 2007).

La pianura occupa il 49% del territorio regionale ed è caratterizzata da tassi di erosione trascurabili (perdita media di $0,38 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$, per un totale $0,42 \text{ Mt}\cdot\text{anno}^{-1}$), mentre la collina, pur occupando solo il 17% del territorio, ha valori medi di erosione molto alti ($31,73 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$), determinando una perdita complessiva di suolo di $12 \text{ Mt}\cdot\text{anno}^{-1}$, che costituisce il 51% del totale eroso a livello regionale. La montagna, che occupa il 33% della superficie regionale, contribuisce per il 47% alla perdita totale regionale, con un contributo pari a $11 \text{ Mt}\cdot\text{anno}^{-1}$ e valori medi di erosione di $14,29 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$.

La collina risulta essere la zona maggiormente erosa, sia in termini quantitativi, sia in termini di superficie relativa: il 42% del territorio di collina è infatti soggetto a tassi di erosione superiori al limite di tollerabilità indicato dall'USDA di $11,2 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$. Questo è dovuto alla concomitanza di un'alta predisposizione climatica e morfologica, come lo è anche la montagna, e ad un basso effetto protettivo della vegetazione, che in questo ambito è ancora fortemente legata ai sistemi agricoli e ad una gestione del suolo meno conservativa rispetto agli ambienti naturali diffusi invece in montagna.

Uso e gestione del suolo hanno una forte incidenza sui **tassi di erosione**, con riferimento al secondo livello del Corine Land Cover (Corticelli et al. Database uso del suolo di dettaglio 2014 ed.2018 Regione Emilia-Romagna).

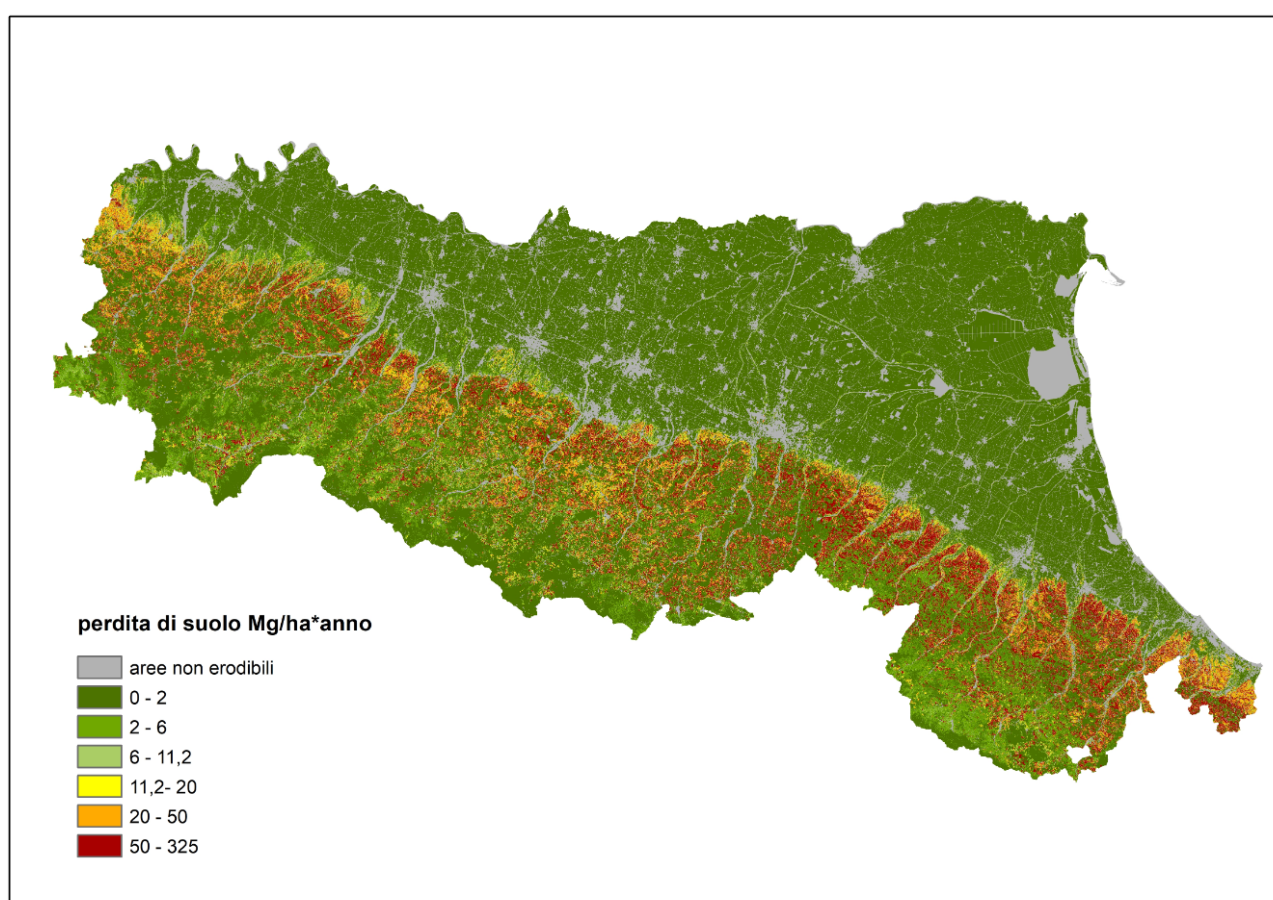
I seminativi e le colture permanenti occupano insieme il 50% della superficie regionale e ad essi è imputabile il 77% delle perdite complessive di suolo, per un totale di $17,7 \text{ Mt}\cdot\text{anno}^{-1}$, con valori medi di perdita di suolo rispettivamente di 23,21 e $14,86 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$, nettamente al di sopra dei livelli di tollerabilità; i prati stabili occupano il 3,54% della superficie regionale e, con una perdita complessiva di $0,52 \text{ Mt}\cdot\text{anno}^{-1}$, contribuiscono per il 2,26% dell'erosione totale, mantenendo dei valori medi ancora piuttosto alti, pari a $6,29 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$; i boschi, che occupano il 24% del territorio regionale, causano il 3,26% dell'erosione totale ed hanno valori medi di $1,37 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$, ben al di sotto dei limiti di tollerabilità.

Le zone agricole eterogenee e le zone con vegetazione rada hanno valori medi molto alti, ma rappresentano anche le situazioni più eterogenee, di difficile classificazione a livello di CORINE e di copertura del suolo e tipo di suolo e sono gli ambiti dove la stima del modello RUSLE è meno attendibile.

Tabella 3-1> Erosione per zona altimetrica (anno 2017)

	% superficie regionale	Erosione valori medi Mg*ha ⁻¹ *anno ⁻¹	Erosione valori totali Mt*anno-1	% di perdita di suolo sul totale
Collina	17%	30,73	11,79	51%
Montagna	34%	14,29	10,83	47%
Pianura	49%	0,38	0,42	2%

Figura 3-2>Carta erosione idrica attuale dei suoli dell'Emilia-Romagna, anno 2017



In tale contesto, le variazioni della climatologia delle precipitazioni, indotte dai cambiamenti climatici, possono influenzare i fenomeni erosivi del suolo: eventi di pioggia intensa su suoli molto secchi causano maggiore scorrimento superficiale, intensificando l'effetto erosivo che causa perdita di fertilità dei suoli ma anche un maggior carico di solidi sospesi ed eventuali sostanze inquinanti nel reticolo idrografico. Lunghi periodi di siccità determinano il sovrasfruttamento sia delle acque di falda che superficiali con un peggioramento della loro qualità per l'aumento del contenuto di sali determinando, in prossimità della costa, una possibile salinizzazione dei suoli.

3.3 Erosione costiera e inondazione marina

Il litorale della Regione Emilia-Romagna è costituito da una spiaggia bassa e sabbiosa, che si sviluppa per 110 km da Cattolica (confine sud con la Regione Marche) alla foce del Po di Volano, e dal sistema barriera-laguna della Sacca di Goro, nella zona nord¹⁶.

Una percentuale significativa della costa è soggetta all'erosione. Il fenomeno ha iniziato a interessare il litorale a partire dai primi decenni del '900, ma ha raggiunto maggior intensità nella seconda metà del secolo.

Con la regimazione dei bacini fluviali e l'escavazione in alveo è venuta a mancare l'alimentazione sedimentaria delle spiagge.

L'estrazione di fluidi (acqua e gas) dal sottosuolo in prossimità della costa ha portato a un aumento del tasso di subsidenza, che si è tradotto in perdita di volume a carico della spiaggia. La costruzione di opere rigide per proteggere la costa, la realizzazione di moli portuali e l'urbanizzazione a ridosso delle spiagge hanno prodotto un irrigidimento della costa e una riduzione degli spazi di azione dei naturali processi costieri, che ora minacciano strutture e infrastrutture.

Le conoscenze più aggiornate sui rischi di erosione costiera e inondazione marina sono contenute nel Quadro Conoscitivo della Strategia Gidac, che raccoglie, omogeneizza e sintetizza le conoscenze sullo stato l'evoluzione della costa e sui fenomeni di rischio, acquisite ed elaborate dalla Regione Emilia-Romagna (AGSS) e da Arpae^{17 18}.

L'erosione dei litorali e i fenomeni di inondazione marina sono i principali fattori di rischio per le attività che si svolgono lungo la fascia marino-costiera e, più in generale, per la vita delle comunità rivierasche. Entrambi i fenomeni potranno subire in futuro recrudescenze legate ai cambiamenti climatici in atto, in assenza di adeguate misure di mitigazione. L'evoluzione di questi fenomeni è strettamente correlata ad altri fattori quali: gli eventi meteomarini energetici, la carenza di apporto sedimentario dai fiumi, l'interruzione del trasporto solido lungo costa, la subsidenza e l'innalzamento del livello del mare. Le interazioni sono molteplici, spesso difficili da definire, anche perché i diversi processi agiscono in periodi di tempo diversi tra loro. La comprensione dei meccanismi e il monitoraggio di tali processi costituiscono pertanto un supporto imprescindibile per la gestione dei rischi costieri e della loro mitigazione.

La Regione dispone di diverse reti di monitoraggio delle dinamiche costiere, molte gestite da Arpae o dalla struttura tecnica regionale - Area geologia, suoli e sismica, che cura anche lo sviluppo e mantenimento delle banche dati e delle cartografie regionali. I dati prodotti permettono anche di elaborare indicatori di vulnerabilità e rischio che sono indispensabili per analizzare l'evoluzione dei fenomeni nel tempo e per comprendere l'efficacia delle misure introdotte.

¹⁶ Arpae Emilia-Romagna, (2020). Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2018. Erosione e interventi di difesa. I Quaderni Arpae. ISBN 978-88-87854-48-0.

¹⁷ Regione Emilia-Romagna (2022) - Quadro Conoscitivo - Allegato I - Strategia Regionale di Gestione Integrata per la difesa e l'adattamento della costa ai cambiamenti Climatici (GIDAC).

¹⁸ Gestione integrata per la Difesa e l'Adattamento della Costa ai Cambiamenti climatici
<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/il-quadro-conoscitivo-della-strategia-gidac>.

3.3.1. Erosione costiera

Il fenomeno dell'erosione dei litorali è diffuso lungo tutta la costa regionale. Le principali evidenze sono:

- abbassamenti della superficie della spiaggia con spianamento delle morfologie;
- formazione di gradini e scarpate, che possono variare tra pochi decimetri a qualche metro;
- asportazione della duna a diversi stadi (al piede, del fronte, totale - Figura 3.3.1);
- formazione di canali di deflusso sulla spiaggia temporaneamente allagata;
- escavazioni del fondale dovute a correnti di ritorno.



Figura 3-3> Esempi di erosione costiera nei lidi ferraresi

L'erosione è conseguenza dell'insieme di dinamiche naturali e antropiche; la causa principale è l'elevata energia del mare che, durante le mareggiate, asporta la sabbia dalla parte superiore della spiaggia (emersa e intertidale) per depositarla nella porzione di spiaggia sommersa o addirittura

nella zona di transizione verso la piattaforma, in caso di eventi meteomarini particolarmente intensi.

Nei sistemi litoranei in equilibrio, il ripascimento naturale dei litorali è garantito dal continuo apporto di sedimento dai fiumi e dall'opera delle correnti costiere, che ridistribuiscono la sabbia accumulata alle foci e nella spiaggia sommersa. In Emilia-Romagna, purtroppo, tale equilibrio è venuto meno a causa di fattori antropici quali:

- la riduzione del trasporto solido da parte dei fiumi;
- lo spianamento delle dune costiere (naturale serbatoio di sedimento che alimenta le spiagge)^{19 20};
- l'effetto barriera provocato dalla presenza delle opere rigide trasversali alla costa (moli portuali e pennelli)
- la subsidenza che, insieme al sollevamento del livello del mare produce nuovo spazio (in geologia definito 'accomodation') che, se non è compensato dall'accumulo di nuovi sedimenti, viene occupato dal mare.

Le variazioni della linea di riva a scala regionale mostrano che l'arretramento della costa ha assunto una dimensione rilevante a partire dai primi decenni del '900, raggiungendo i tassi più elevati nella seconda metà del secolo. In questo periodo, anche a causa dell'interferenza con le crescenti attività antropiche, sono aumentati i rischi per la popolazione e per i beni esposti. La conseguenza è stata una rapida crescita della realizzazione di opere di difesa rigide, che non sempre sono state efficaci, e la ricerca di soluzioni innovative per mitigare gli effetti e ridurre la severità dei processi di arretramento del litorale.

Alcune aree sono soggette a erosione cronica (Figura 3.4): si tratta delle aree di foci e di alcuni settori sottoflutto al trasporto long-shore in corrispondenza dei principali moli portuali.

¹⁹ Perini L., Calabrese L. (2010). Le dune costiere dell'Emilia-Romagna: strumenti di analisi, cartografia ed evoluzione. Studi Costieri, 17, 71-84.

²⁰ Perini L, Calabrese L. Lelli J (2023). Rapporto Tecnico: LE DUNE COSTIERE AL 2019. Stato e analisi evolutive periodo 2004-2019.

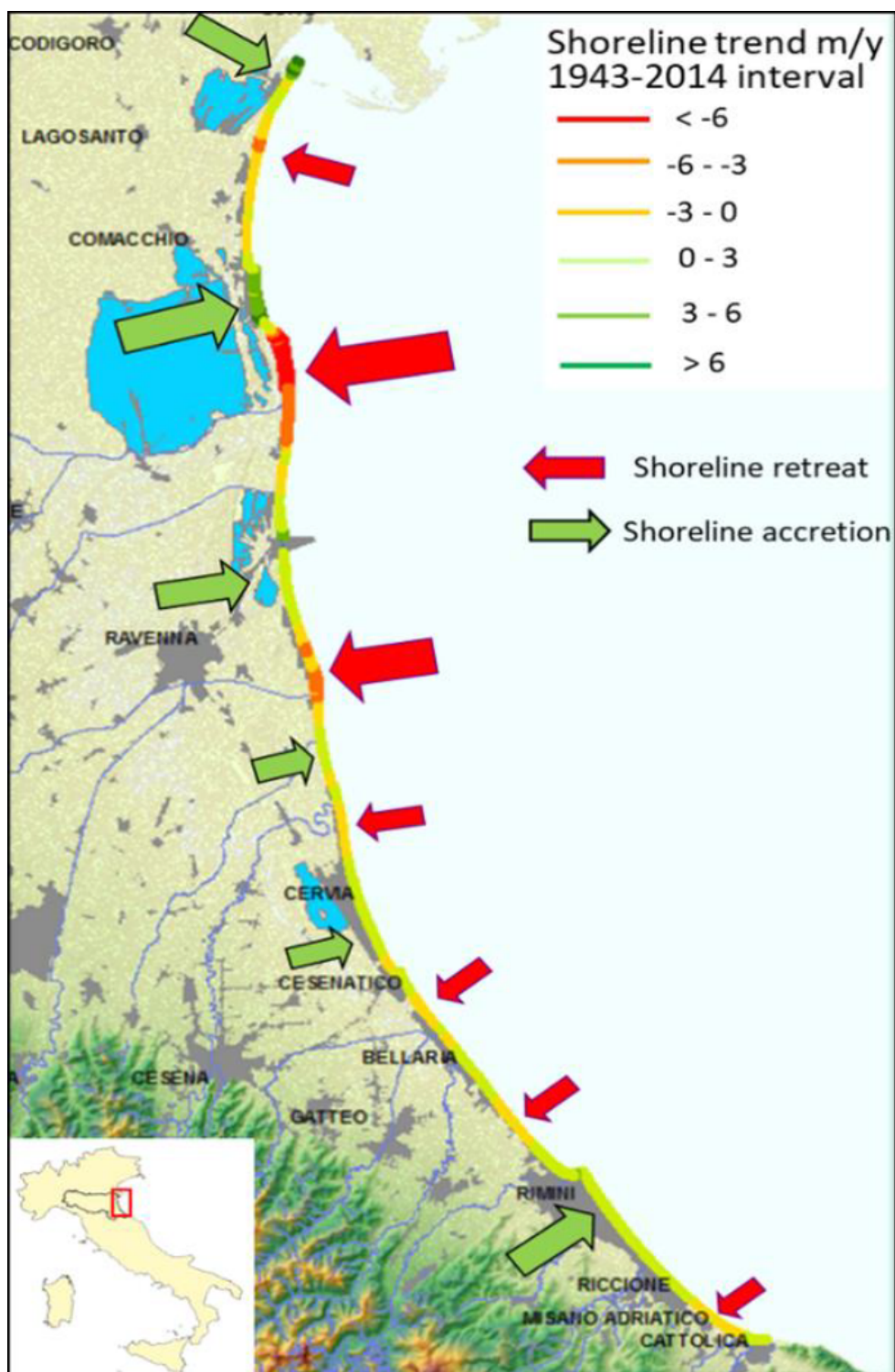


Figura 3-4>Trend evolutivo della linea di diva dal 1943 e indicazione dei punti di erosione cronica

Il processo di smantellamento delle foci fluviali è la conseguenza della forte riduzione dell'apporto sedimentario da parte dei fiumi, avvenuta al termine della cosiddetta piccola età glaciale

(1300-1860 circa) a seguito delle mutate condizioni climatiche²¹. I fiumi non sono stati più in grado di compensare l'accommodation', ovvero lo spazio creato dalla subsidenza, e si è passati da una fase di costruzione delle cuspidi deltizie, in cui l'abbondanza di materiale determinava l'avanzamento delle foci, a una fase di smantellamento e cannibalizzazione dei precedenti edifici deltizi, in cui dominano le dinamiche meteomarine che controllano la mobilitazione delle sabbie costiere.

Per questi motivi la Regione Emilia-Romagna, a partire dal primo Piano Costa del 1981, ha avviato il monitoraggio del fenomeno dell'erosione costiera, prima attraverso Idroser s.p.a e successivamente con Arpae, istituendo la rete topo-batimetrica per la misura morfologica della spiaggia attiva.

La rete è stata negli anni integrata e migliorata anche grazie all'evoluzione degli strumenti di rilievo topografico e batimetrico²².

L'ultimo monitoraggio dell'erosione costiera lungo la costa emiliano-romagnola è stato condotto da Arpae nel 2018, e si basa sul rilievo di oltre 1.000 km di profili topografici e batimetrici rilevati lungo transetti perpendicolari e longitudinali alla costa che includono la spiaggia emersa e quella sommersa fino alla batimetrica degli 8-10 m. I risultati, descritti in dettaglio nel volume "Stato del Litorale Emiliano-Romagnolo al 2018", mostrano chiaramente che i tratti di costa attualmente in erosione, ricalcano le situazioni di annoso arretramento della linea di riva e che, alcuni di essi, sono mantenuti in equilibrio grazie ai costanti interventi di ripascimento delle spiagge.

Per la valutazione dell'erosione costiera del litorale regionale viene effettuata un'analisi che oltre a tenere in considerazione i cambiamenti morfologici e della posizione della linea di riva, tiene conto anche dei ripascimenti, dei prelievi di sabbia dalle spiagge, della presenza e dello stato delle opere rigide di difesa e della subsidenza costiera.

I due indicatori utilizzati per descrivere queste condizioni e per far comprendere il beneficio degli interventi sono²³:

- **l'ASE (Accumulo - Stabile - Erosione)**, che riflette l'immagine dello stato attuale dei litorali, includendo gli effetti delle azioni di protezione messe in atto, quali i ripascimenti, i prelievi attuati per il dragaggio e lo spostamento di volumi di sedimento. Evidenzia pertanto l'efficacia delle politiche di difesa condotte dalla Regione per la costa;
- **l'ASPE (Accumulo - Stabile - equilibrio Precario - Erosione)** è calcolato sottraendo ai volumi calcolati l'apporto sedimentario portato al sistema spiaggia in modo artificiale. In questo modo emerge lo stato del litorale emiliano-romagnolo se, nel periodo considerato,

²¹ Calabrese L., Cibirin U., Perini L. (2010). Evoluzione del sistema marino-costiero nel contesto geologico climatico. In: Perini, L. e Calabrese, L. (a cura di) (2010). Il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978- 888342847; pp 137-154.

²² Arpae Emilia-Romagna, (2020). Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2018. Erosione e interventi di difesa. I Quaderni Arpae. ISBN 978-88-87854-48-0. <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/mare/costa>

²³ Dati ambientali dell'Emilia-Romagna - Rischi costieri <https://webbook.arpae.it/>

non venissero effettuati gli interventi di ripascimento, e/o altri interventi di manutenzione o potenziamento delle opere rigide.

I calcoli sono stati effettuati con riferimento alle unità elementari dette "celle" in cui è stato suddiviso il litorale ai fini gestionali. Le celle sono complessivamente 118 e includono 35 celle non classificabili come spiaggia quali: foci, porti, darsene e della Sacca di Goro. Le celle sono aggregate in sette macro-celle, delimitate da lunghi moli portuali o da zone di convergenza o divergenza del trasporto solido litoraneo e pertanto isolate da un punto di vista sedimentario l'una dall'altra.

Dall'analisi dei dati derivanti dall'indicatore ASPE risulta che, nel periodo 2012-2018, 38,75 km (33%) delle spiagge è in accumulo, quindi in ottimo stato, 23,71 km (20%) è in condizioni di stabilità senza necessità di alcun aiuto, mentre 54,855 km (47%) del litorale presenta delle criticità. Mentre dall'analisi dei dati derivanti dall'indicatore ASE (che tiene conto anche degli interventi): nel periodo 2012-2018, risulta per 41,735 km (36%) in accumulo di sedimento, per 54,245 km (46%) stabile e per 21,34 km (18%) in erosione (Figura 3.3.3).

La buona situazione complessiva illustrata attraverso l'indicatore ASE dimostra l'efficacia dell'insieme degli interventi messi in atto dalla Regione, in particolare quelli di ripascimento, per contrastare il fenomeno erosivo nell'intervallo 2012-2018. Il 54% del volume (1,77 Mmc) degli interventi di ripascimento sono attuati attraverso la movimentazione del sedimento da zone in accumulo ad altre in deficit, mentre il 46% dell'apporto (1,48 Mmc) corrisponde a sedimenti provenienti dall'esterno del sistema, ovvero nuova risorsa introdotta. Il 94% di questa sabbia esterna proviene dai giacimenti sottomarini che sono stati dragati nel 2016 in occasione dell'intervento di messa in sicurezza del litorale regionale noto come "Progettone 3".

L'efficienza nella gestione del fenomeno erosivo risulta evidente anche dal confronto con il periodo di analisi precedente (2012-2006). Infatti, nel 2012, rispetto al 2006, a valle degli interventi di difesa risultavano in erosione 33,5 km di litorale (29%).

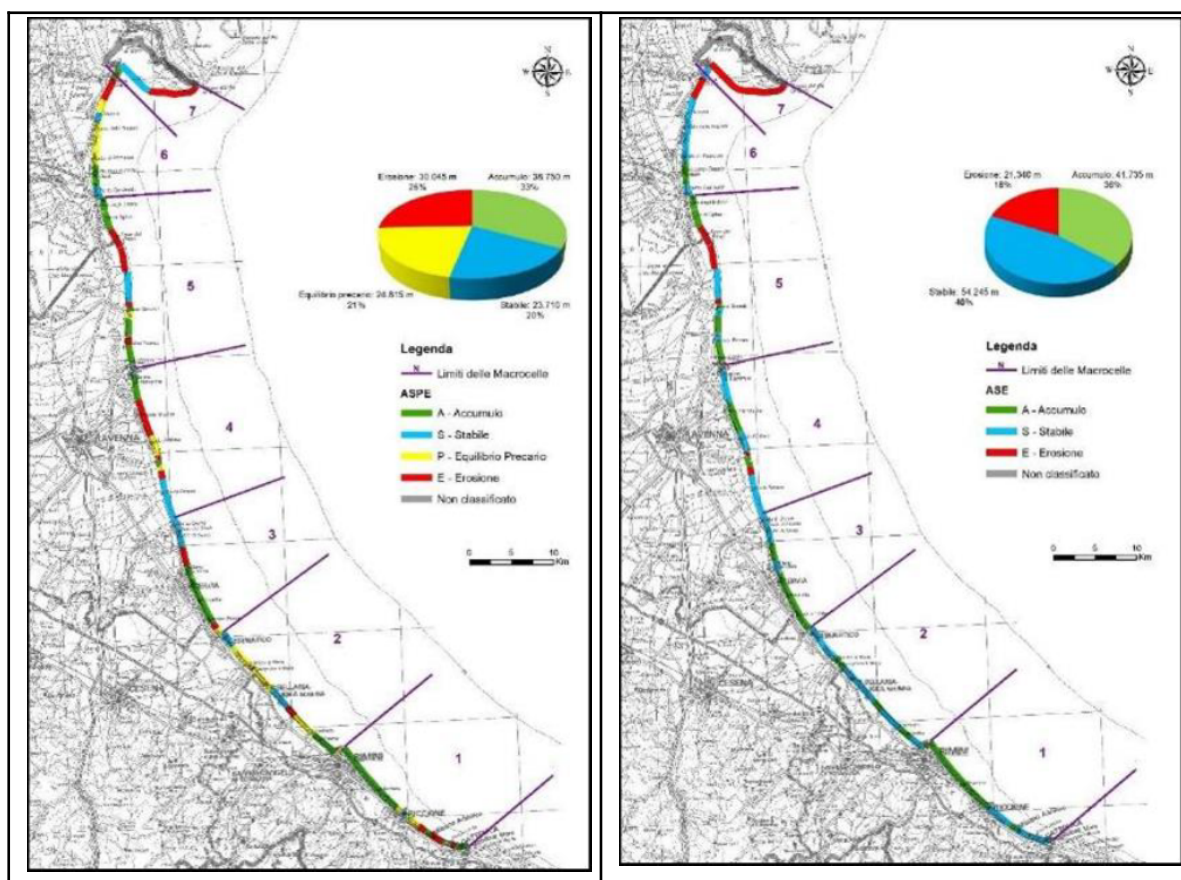


Figura 3-5>Classificazione ASPE (sinistra) e ASE (destra) del periodo 2012-2018

3.3.2. Inondazione marina

Per inondazione marina si intende l'allagamento della spiaggia e del retrospiaggia (Figura 3.3.4) per effetto di un innalzamento temporaneo del livello del mare e per la frangenza delle onde in condizioni di mareggiata. Oltre al trasferimento di acqua salata nell'entroterra, con potenziali danni ai manufatti e agli habitat, si associano processi di "overwash" che causano un ingente trasferimento di sabbia nelle aree inondate, comprese quelle urbane. I depositi sabbiosi che ne derivano possono procurare grandi disagi non solo alle strutture balneari presenti sulla costa, ma anche alla rete stradale, a quella fognaria e alle abitazioni civili.

Le caratteristiche morfologiche e altimetriche della piana costiera emiliano-romagnola, in particolare nel settore centro-nord, sono fattori predisponenti per questo tipo di fenomeno: infatti, le basse quote che caratterizzano la spiaggia, l'abbattimento di ampi tratti di duna e la presenza di

varchi tra quelli residui, facilitano l'ingresso del mare in occasione di mareggiate intense accompagnate da fenomeni di 'surge' (acqua alta) ^{24 25}.



Figura 3-6> esempi di allagamento da mare delle zone urbane (a sinistra Lido di Dante 2015) e della spiaggia e retrospiaggia (a destra 2016)

Per la valutazione della pericolosità al fenomeno dell'inondazione marina, ottemperando a quanto previsto dal D.Lgs. 49/2010 (trasposizione nazionale della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE), è stata prodotta una cartografia delle aree potenzialmente allagabili per effetto di:

- mareggiate frequenti – scenario P3 (Tempo di ritorno $Tr = 10$ anni),
- poco frequenti - scenario P2 (Tempo di ritorno $Tr = 100$ anni),
- rare - scenario P1 (Tempo di ritorno $Tr \gg 100$ anni).

Le mappe sono state elaborate la prima volta nel 2013²⁶ e aggiornate dall'Autorità di distretto del fiume Po nel 2019 (Figura 3-7).

²⁴ Perini L; Luciani P.; Ciavola P.; Armaroli C; Masina M. (2010). Cartografia della vulnerabilità alle mareggiate. In: Perini, L. e Calabrese, L. (a cura di) (2010). Il sistema mare-coste dell'Emilia-Romagna; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978- 888342847; pp 137-154.

²⁵ Perini L., Calabrese L., Deserti M., Valentini A., Ciavola P. & Armaroli C. (2011). Le Mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna, 1946-2010. I quaderni di Arpa, pp. 141. Arpa Emilia-Romagna, Bologna, ISBN 88-87854-27-5.

²⁶ Perini L., Calabrese L, Lorito S., Luciani P., Salerno G. (2015). Analisi della Pericolosità in Emilia-Romagna. Ecoscienza Volume n. 3 p. 19-21



Figura 3-7> Mappe di pericolosità all'inondazione marina 2019

L'elaborazione si basa su un modello speditivo messo a punto dalla regione Emilia-Romagna, operativo in ambiente GIS. Il modello, denominato in_Coastflood, utilizza in input i dati altimetrici tridimensionali ad alta risoluzione (DTM-Lidar) e gli scenari di mareggiata che combinano parametri di onda e marea (nelle due componenti astronomica e atmosferica). Esso simula la

propagazione dell'onda sulla spiaggia e nel retrospiaggia, tenendo conto di una componente di smorzamento dell'onda e della reale interconnessione morfologica.

Considerando i diversi scenari riportati nelle mappe del 2013 e del 2019, le aree allagabili, suddivise per comune, sono le seguenti (Tabella 3-2).

Comuni	P1 area (ha)		P2 area (ha)		P3 area (ha)	
	2013	2019	2013	2019	2013	2019
Cattolica	35,6	36,52	28,88	28,39	22,71	16,82
Misano Adriatico	53,4	53,32	35,67	34,22	21,03	15,20
Riccione	86,5	84,89	81,60	69,30	44,90	41,02
Rimini	356,9	373,46	236,85	238,95	166,86	168,26
Bellaria Igea Marina	206,9	218,13	88,38	83,23	44,59	37,12
San Mauro Pascoli	21,9	22,36	7,23	8,25	4,36	3,77
Savignano sul Rubicone	12,7	23,63	8,17	8,48	5,00	4,90
Gatteo	42,0	44,39	25,20	24,24	12,78	7,24
Cesenatico	323,3	339,05	222,90	234,34	121,13	117,40
Cervia	493,1	524,38	230,08	209,31	101,18	96,76
Ravenna	3171,6	3083,85	1097,45	1066,70	754,04	502,19
Comacchio	1593,3	1574,65	455,04	440,82	278,49	223,42
Codigoro	332,2	350,41	112,61	95,74	111,60	75,08
Goro (tolto spit)	1146,8	1150,01	507,76	498,05	174,88	202,62
TOTALI	7876,2	7879,05	3137,8	3040,02	1863,6	1511,80

Tabella 3-2> Confronto tra superfici potenzialmente allagabili per comune anno 2013 e 2019 nei tre scenari di inondazione marina: frequenti (Tr=10 anni - P3), poco frequenti (Tr=100 anni - P2) e rari (Tr>>100 anni - P1)

Le superfici allagabili per eventi rari (P1) sono rimaste invariate tra il 2013 e 2019. Si osserva invece un leggero decremento delle superfici potenzialmente interessate da eventi P2 e P3.

Per una valutazione delle aree maggiormente a rischio è necessario rapportare la superficie allagabile allo sviluppo lineare della costa che sottende queste aree (fronte mare esposto al fenomeno). Per questo motivo è stato elaborato uno specifico indicatore SARapp (superficie allagabile/lunghezza costa), che si basa su 4 classi di rapporto (Tabella 3.3.2). Maggiore è la classe maggiore è il rischio ²⁷.

Classe SARapp	Superfici allagabili/lunghezza costa		
CL 1	<2		
CL 2	2-4		
CL 3	4-6		
CL 4	>6		
Risultati classificazione comuni ricadenti in fascia costiera			
Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Cattolica, Misano Adriatico, Riccione	Rimini Bellaria e San Mauro Pascoli	Gatteo, Cesenatico, Cervia	Savignano sul Rubicone, Ravenna, Comacchio, Codigoro, Goro

Tabella 3-3> Classi indicatore SARapp = superficie allagabile/lunghezza comune

È interessante notare che questo indicatore mostra come la propensione all'allagamento aumenti da sud verso nord, in accordo con l'assetto altimetrico della piana costiera, che è il fattore dominante per il fenomeno di inondazione da mare. Le classi dell'indicatore SARapp sono rimaste invariate dalla prima elaborazione datata 2013, ad eccezione del comune di Savignano sul Rubicone dove l'incremento della superficie allagabile determina un salto di classe (aumento).

3.4 Uso e consumo di suolo

L'Emilia-Romagna è per circa la metà costituita da una vasta pianura fortemente antropizzata; in queste zone le scelte di gestione del suolo condizionano in maniera significativa la qualità ambientale. Sulla qualità dei suoli agiscono in maniera diversa, talora contrastante i processi di

²⁷Regione Emilia-Romagna (2022) - Quadro Conoscitivo - Allegato I - Strategia Regionale di Gestione Integrata per la difesa e l'adattamento della costa ai cambiamenti Climatici (GIDAC).

urbanizzazione, gli impianti, le discariche di rifiuti, il tipo di coltivazioni agrarie e le pratiche agronomiche correlate, l'abbandono colturale o l'aumento dei boschi.

Il consumo di suolo è dovuto soprattutto all'espandersi delle zone produttive, dei servizi e delle infrastrutture e subordinatamente all'espansione residenziale e delle reti delle comunicazioni, com'è evidenziato dal confronto tra la carta dell'uso del suolo 2003 e quella del 2008, da cui si rileva un aumento della superficie "antropizzata" di circa 155 kmq. Il consumo non è avvenuto uniformemente, ma ha interessato soprattutto la pianura e parte della collina, le aree della regione con i suoli a maggiore vocazione agricola.

Dall'ultimo Rapporto SNPA (2022) emerge che il valore totale di consumo di suolo sul territorio regionale al 2021 è di 202.320 ettari (658,16 ettari più che nel 2020). Nella Tabella 15 si raffrontano i valori di consumo di suolo (totale, in % e pro capite) provinciali, nonché con i dati stimati a livello regionale rispetto a quelli italiani.

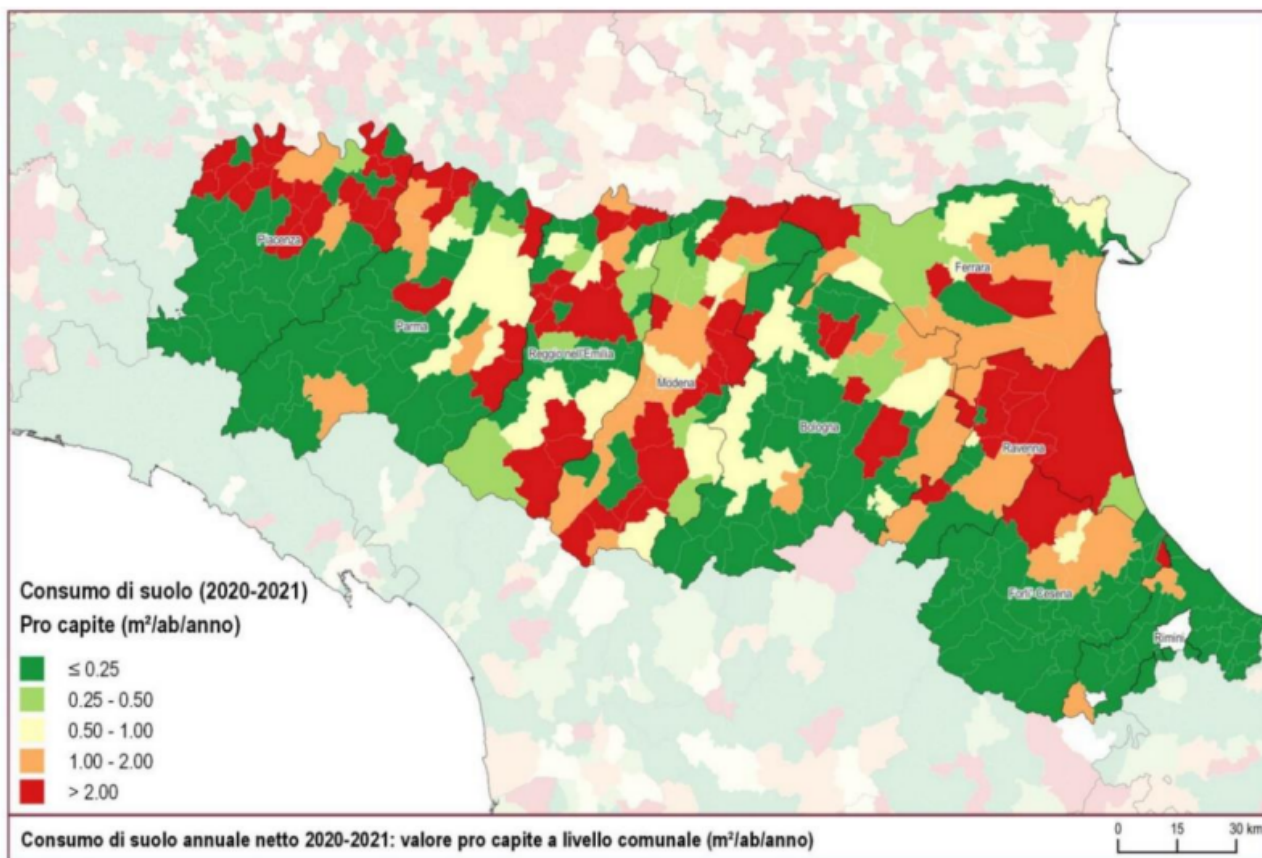
Secondo il rapporto, risulta che la superficie di suolo consumato in regione è pari al 8,9% della superficie totale e misura 2003 Kmq. A livello provinciale, Rimini risulta la provincia con la percentuale più alta di suolo consumato (12,4%), a seguire le province di Reggio Emilia e Modena (circa 11%), Ferrara presenta il valore più basso (7,135). Dal confronto tra i dati relativi al 2020 ed al 2021 risulta un aumento della superficie di suolo consumato in regione di circa +0,33%.

Tabella 3-4> Consumo di suolo nelle province dell'Emilia-Romagna nel 2021 e incremento rispetto al 2020 (Fonte: Schede regionali Rapporto Consumo Suolo SNPA)

Province	Suolo consumato 2021 [ha]	Suolo consumato 2021 [%]	Suolo consumato pro capite 2021 [m ² /ab]	Consumo di suolo 2020-2021 [ha]	Consumo di suolo pro capite 2020-2021 [m ² /ab/anno]	Densità di consumo di suolo 2020-2021 [m ² /ha]
Bologna	32.984	8,91	324,77	63	0,62	1,71
Ferrara	18.720	7,13	547,28	56	1,64	2,14
Forlì-Cesena	17.274	7,27	439,94	51	1,29	2,13
Modena	29.587	11,00	420,45	135	1,92	5,02
Parma	26.320	7,63	585,36	41	0,91	1,19
Piacenza	19.719	7,62	694,96	103	3,63	3,98
Ravenna	18.890	10,17	488,56	114	2,95	6,13
Reggio nell'Emilia	25.413	11,09	482,09	96	1,81	4,17
Rimini	11.417	12,40	335,60	3	0,08	0,31
Regione	200.320	8,90	451,03	658	1,48	2,92
Italia	2.148.512	7,13	362,70	6331	1,07	2,10

Gran parte del nuovo consumo di suolo ha luogo nelle cinture urbane, in comuni di piccola dimensione demografica (sotto i 20.000 abitanti) e in contesti di bassa densità insediativa, come mostrato in Figura 3-8.

Figura 3-8> Consumo di suolo annuale netto 2020-2021: valore pro-capite comunale (m²/ab)



In particolare, nella pianura padana l'urbanizzazione si è storicamente diffusa appoggiandosi alla viabilità comunale e provinciale dando luogo a intenso sprawl urbano, mentre in montagna si è verificata una tendenza abbandono all'abbandono delle attività agricole.

I territori delle province dell'Emilia Romagna dall'anno 2020 all'anno 2021 hanno incrementato il consumo di suolo secondo le seguenti misure: Modena (+134,83 ha), Ravenna (+113,95 ha), Piacenza (+102,96 ha), Reggio nell'Emilia (+95,58 ha), Bologna (+63,18 ha), Ferrara (+56,07 ha), Forlì-Cesena (+50,69 ha), Parma (41,032 ha), Rimini (+2,88 ha).

In tale contesto, le più recenti politiche e normative comunitarie, statali e regionali (in particolare la nuova legge urbanistica L.R. 24/2017 e il Patto per il lavoro e il Clima) sono incentrate su azioni di rigenerazione urbana, recupero e la riqualificazione delle aree degradate e/o dismesse al fine anche di limitare il consumo del suolo.

Nello specifico, la nuova legge urbanistica, in linea con il Patto per il lavoro e il Clima, persegue, l'obiettivo comunitario del saldo zero entro il 2050 ed include, ai sensi dell'art.5 comma 6, un

monitoraggio semestrale delle aree trasformate dei Piani Urbanistici comunali vigenti (Comuni o Unioni di Comuni)²⁸.

Il suddetto monitoraggio ha mostrato come per l'attuazione dei Piani previgenti (Piani Strutturali Comunali, Piani Operativi Comunali e Piani Regolatori Generali) e per gli interventi realizzati con accordi operativi specificamente attivati nella la prima fase di 4 anni del periodo transitorio della succitata L.R. 24/2017, sono stati impegnati complessivamente 725 ettari di suoli liberi, di cui 405 ad usi produttivi-terziari commerciali (56%) e 320 ad usi residenziali (44%). Il monitoraggio ha inoltre evidenziato la presenza, nei piani generali comunali vigenti, di 25.755 ettari di territorio potenzialmente urbanizzabile; rispetto a questo dato, i 725 ettari "consumati" al 31 dicembre 2021, rappresentano poco meno del 3% di impegno di nuovo territorio.

Nell'ambito dell'Agenda 2030, la valutazione della qualità del suolo è affrontata nell'ambito del Goal 15: Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre mediante gli indicatori, di cui al punto SDG 15.3.1- *Quota di territorio degradato sul totale della superficie terrestre*.

Tali indicatori, calcolati con metodologia Ispra, sono espressi in termini di:

- impermeabilizzazione e consumo di suolo pro capite (Dato 2021, tabella 3-2, valore regionale di 451 mq/ab in raffronto a quello nazionale di 362, 7m²/ab);
- impermeabilizzazione del suolo da copertura artificiale (Dati 2021: Emilia-Romagna: 9,5-10% rispetto a 8,7% nel Nord-ovest, 8,4% nel Nord-est e 7,2% Italia- Figura 3-4);
- frammentazione del territorio naturale ed agricolo (Dati 2020²⁹: Emilia-Romagna 55-60%, 44,4 % Italia).

Complessivamente emerge, quindi, che il territorio regionale è caratterizzato da elevati indici di impermeabilizzazione, consumo e frammentazione del suolo, a cui si associano, inoltre, bassi valori di densità di verde urbano, come si evince nella tabella seguente, che riporta l'incidenza percentuale del verde urbano sulla superficie comunale nei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana, relativamente al periodo 2015 - 2019.

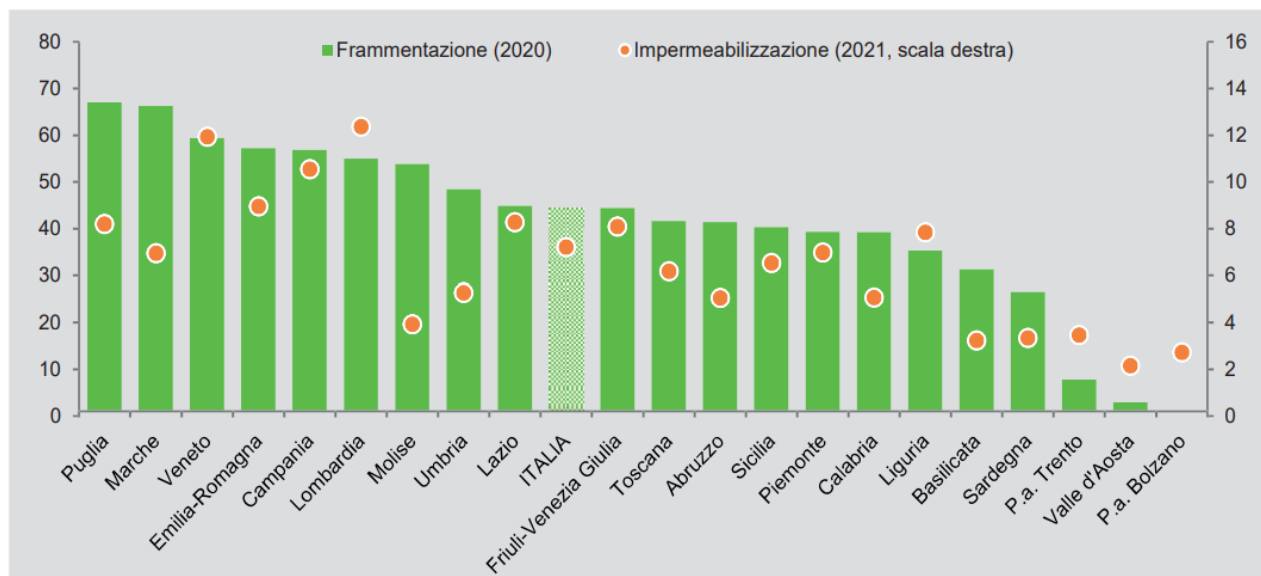
²⁸<https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/group/piani-urbanistici-general-pug>

²⁹Rapporto SDGs 2022- Dati 2020

(<https://www.istat.it/storage/rapporti-tematici/sdgs/2022/Rapporto-SDGs-2022.pdf>)

Figura 3-9 > Frammentazione del territorio naturale e agricolo e impermeabilizzazione del suolo da copertura artificiale, per regione. Anni 2020 e 2021 (variazioni percentuali)

Fonte Rapporto SDGs 2022-



Fonte: Istat, elaborazioni su dati Ispra

Tabella 3-5> Densità di verde urbano nei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana, anni 2016-2020 (incidenza percentuale verde urbano sulla superficie comunale), Fonte: ISTAT

COMUNI	2016	2017	2018	2019	2020
Piacenza	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
Parma	7,23	7,29	7,36	7,36	7,36
Reggio nell'Emilia	4,44	4,45	4,45	4,45	4,45
Modena	5,67	5,67	5,67	5,71	5,71
Bologna	5,83	5,91	6,10	6,11	6,11
Ferrara	2,00	2,00	2,01	2,03	2,04
Ravenna	1,05	1,06	1,08	1,10	1,17
Forlì/Cesena	1,21	1,22	1,22	1,24/1,55	1,24/1,58

Rimini	2,22	2,22	2,22	2,22	2,25
Italia (c) ³⁰	2,78	2,79	2,80	2,80	2,81

Dai dati si rileva che il valore maggiore è attribuito alla provincia di Parma, mentre quello minore alla provincia di Ravenna.

In relazione alla SAU si rimanda al capitolo 5 e alla Valutazione Globale Provvisoria. L'indicatore individuato dalla SDG e mutuato a livello regionale nella Strategia Regionale di Sviluppo Sostenibile (SRSvS ER) è: "Quota di superficie agricola utilizzata (SAU) investita da coltivazioni biologiche" (SDG 2.4.1). Tale valore risulta a livello regionale, al 2021 di 17,6%, rispetto al target del 25% al 2030.

La Strategia Regionale individua ulteriormente un indicatore specifico per le coltivazioni a basso impatto "Quota di superficie agricola utilizzata (SAU) investita da coltivazioni a basso input". Il valore regionale, al 2019, è 27%.

3.5 Servizi ecosistemici del suolo

I suoli nello svolgere le loro funzioni nell'ambiente svolgono servizi ecosistemici intesi come benefici a favore dell'umanità in termini fisici-biologici, sociali/culturali. Tali benefici sono declinati in categorie definite da diversi organismi internazionali quali la FAO (MEA, 2005) e l'Agenzia Europea per l'Ambiente (CICES <https://cices.eu/>).

CNR-IBE in collaborazione con il Servizio Geologico Sismico dei suoli ha approntato uno schema per la valutazione delle funzioni del suolo alla base delle Servizi ecosistemici. Proprietà del suolo quali: la densità apparente, la porosità, la conducibilità idraulica satura sono state derivate utilizzando pedofunzioni calibrate localmente e utilizzando altre informazioni disponibili come ad esempio la carta di capacità d'uso.

Attraverso simulazioni geostatistiche condizionate sulla carta dei suoli in scala 1:50.000 e sulle carte di uso del suolo è stata realizzata una copertura continua (maglia di 500 m di lato) delle caratteristiche di base del suolo (tessitura e contenuto di C organico), così da considerarne in modo esplicito la variabilità spaziale e la relativa incertezza di stima.

³⁰ Dati riferiti all'insieme dei comuni capoluogo di provincia/area metropolitana. E' escluso il comune di Cesena che partecipa all'indagine dal 2020 su base volontaria.

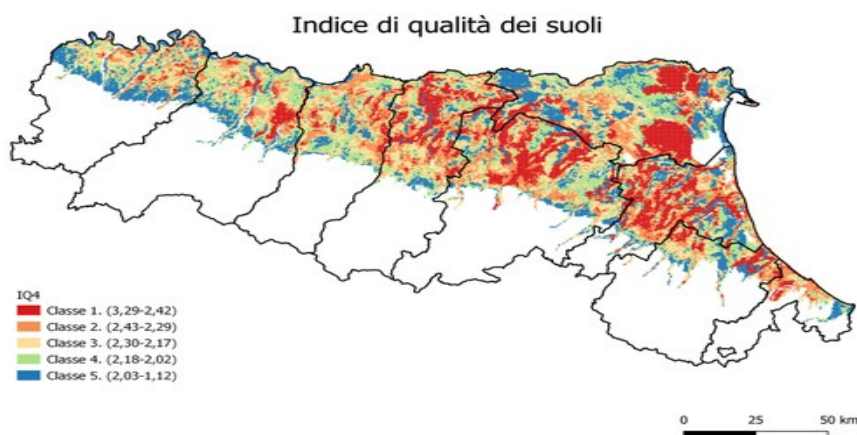
Sono così state elaborate le carte specifiche di seguito elencate, fornendo anche un giudizio qualitativo della condizione attuale, riportato in allegato 1 - Matrice Quadro Conoscitivo diagnostico dell'ambiente e del territorio:

- **carta del servizio ecosistemico di regolazione:** CST sequestro di carbonio: la regolazione del ciclo del carbonio influisce sui cambiamenti climatici. La stima del sequestro di carbonio è basata sui dati di densità e di contenuto di CO. Le performances dei suoli della pianura emiliano-romagnola sono state classate da 0 a 1 a seconda della loro capacità di svolgere questo servizio ecosistemico. Lo 0 non corrisponde all'assenza del servizio ma il valore minimo mentre 1 corrisponde al massimo.
- **carta del servizio ecosistemico di regolazione dell'acqua/ruscellamento-alluvioni, infiltrazione dell'acqua nel suolo WAR:** l'infiltrazione profonda dell'acqua nel suolo influisce sugli effetti degli eventi estremi. Viene calcolata sulla base della conducibilità idrica satura e il punto di ingresso all'aria. Le performances dei suoli della pianura emiliano-romagnola sono state classificate da 0 a 1 a seconda della loro capacità di svolgere questo servizio ecosistemico. Lo 0 non corrisponde all'assenza del servizio ma il valore minimo mentre 1 corrisponde al massimo.
- **carta del servizio ecosistemico di supporto (habitat) per gli organismi del suolo, biodiversità BIO:** la biodiversità viene valutata attraverso le caratteristiche intrinseche del suolo (densità apparente e carbonio organico) e la Qualità biologica, QBS-ar. Le performances dei suoli della pianura emiliano-romagnola sono state classificate da 0 a 1 a seconda della loro capacità di svolgere questo servizio ecosistemico. Lo 0 non corrisponde all'assenza del servizio ma il valore minimo mentre 1 corrisponde al massimo.
- **carta del servizio ecosistemico di approvvigionamento, produzione di biomassa PRO:** la produzione di biomassa valutata attraverso la spazializzazione geostatistica delle VIII classi della Land Capability Classification dell'USDA. Le performances dei suoli della pianura emiliano-romagnola sono state classificate e da 0 a 1 a seconda della loro capacità di svolgere questo servizio ecosistemico. Lo 0 non corrisponde all'assenza del servizio ma il valore minimo mentre 1 corrisponde al massimo.
- **carta del servizio ecosistemico di regolazione dell'acqua/ riserva idrica potenziale WAS:** la riserva idrica potenziale WAS calcolata sulla base della AWC(riserva idrica del suolo) e della profondità della falda freatica. Le performances dei suoli della pianura emiliano-romagnola sono state classificate da 0 a 1 a seconda della loro capacità di svolgere questo servizio ecosistemico. Lo 0 non corrisponde all'assenza del servizio ma il valore minimo mentre 1 corrisponde al massimo.

- **carta del servizio ecosistemico di regolazione, rilascio e ritenzione dei nutrienti e degli inquinanti/ BUF:** il rilascio o la ritenzione di inquinanti quindi la capacità depurativa è calcolata attraverso il pH, contenuto di CO, la tessitura e la profondità della falda. Le performances dei suoli della pianura emiliano-romagnola state classificate da 0 a 1 a seconda della loro capacità di svolgere questo servizio ecosistemico. Lo 0 non corrisponde all'assenza del servizio ma il valore minimo mentre 1 corrisponde al massimo.
- **carta dell'Indice di qualità dei servizi ecosistemici, IQ4:** la carta dell'indice di qualità sintetico in 5 classi dei 4 SE più consolidati (PRO, WAR, CST, BUF), considerati nel loro complesso, individuano le macroaree con i suoli che offrono una molteplicità di servizi di elevato livello, quindi i più preziosi (quelli in classe 5).

Quest'ultima carta viene di seguito riportata rimandando per la consultazione delle altre alla sezione dedicata del sito della Regione.

Figura 3-10> Carta dell'Indice di Qualità dei suoli sui servizi ecosistemici (PRO, BUF, CST, WAR)

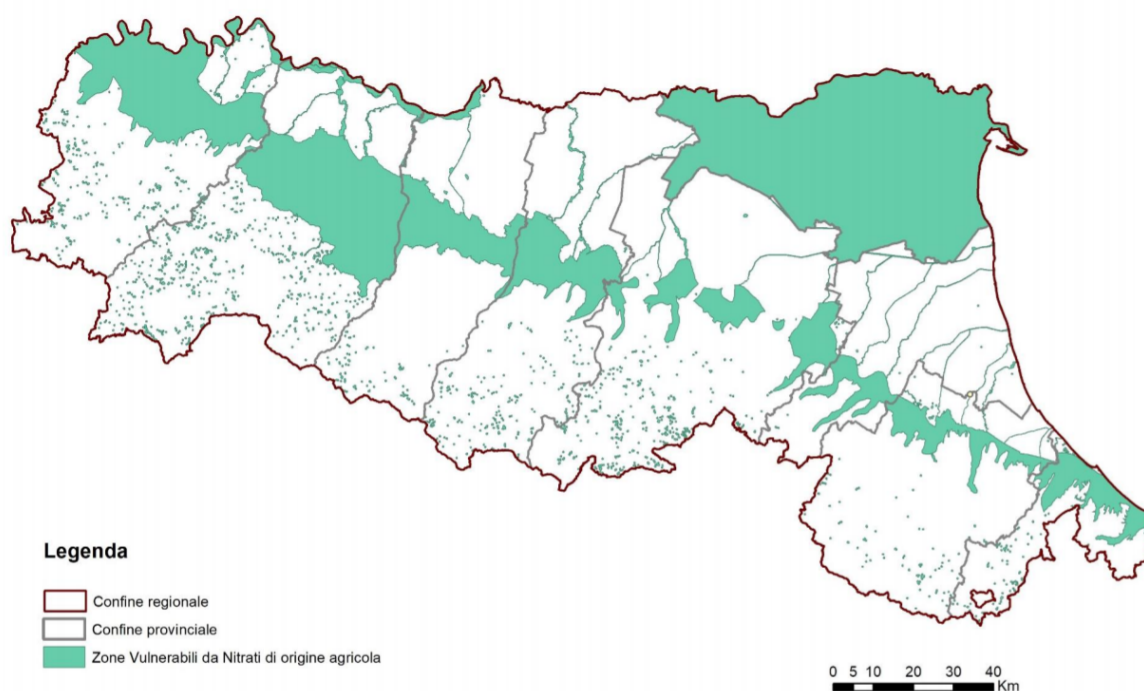


3.6 Zone Vulnerabili ai Nitrati

Nel 2020 con Delibera di Giunta regionale n. 619 dell'8 giugno 2020, la Regione Emilia-Romagna ha individuato **nuove Zone Vulnerabili ai Nitrati di origine agricola (ZVN)**, per rispondere agli addebiti avanzati dalla Commissione Europea con la procedura d'infrazione n. 2018/2249 sull'applicazione della Direttiva nitrati (n. 91/676/CEE) e per proteggere alcuni punti in cui le acque sotterranee hanno mostrato presenza di inquinamento.

La nuova cartografia come integrata dalla delibera sopra citata è riportata nella figura seguente.

Figura 3-11> Cartografia zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, [D.G.R. n. 619 dell'8/6/2020](#)



Le attività agricole e di allevamento sono causa, fra le altre cose, di emissioni di ammoniaca (NH_3) — che hanno un impatto sulla salute umana e sull'ambiente in quanto contribuiscono al processo di acidificazione del suolo, eutrofizzazione delle acque e inquinamento da ozono troposferico — e di altre sostanze inquinanti, quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili. La completa attuazione della direttiva Nitrati dovrebbe contribuire alla riduzione delle emissioni di ammoniaca del 14 % rispetto ai livelli del 2000 entro il 2020, perché, ad esempio, le misure volte a limitare le quantità di fertilizzanti utilizzati hanno effetti positivi in termini di riduzione sia delle perdite di nitrati nelle acque, sia delle emissioni di ammoniaca nell'aria.

A tale scopo nei mesi di novembre, gennaio e febbraio il bollettino nitrati che stabilisce la possibilità o meno di distribuire i fertilizzanti azotati, in considerazione delle previsioni delle precipitazioni, della stima del deficit idrico nei terreni e delle limitazioni relative alla qualità dell'aria (D.G.R. n. 33 del 13/01/2021).

3.7 Biodiversità aree protette, siti Natura 2000 e connessioni ecologiche

La biodiversità dell'Emilia-Romagna deve la sua ricchezza alla particolare localizzazione geografica, essendo una regione posta sul limite di transizione tra la zona biogeografica Continentale, e quella Mediterranea.

Complessivamente il territorio dell'Emilia-Romagna è caratterizzato da tre principali sistemi ambientali:

- la **fascia appenninica**, estesa in direzione nord ovest - sud est dalle Alpi verso il Mediterraneo, costituita da ambienti collinari e montani in cui prevalgono gli ecosistemi naturali e seminaturali diffusi e continui, arricchiti da un forte reticolo idrologico che ospita importanti ecosistemi fluviali;
- la **fascia di pianura interna**, suddivisa in alta e bassa pianura. Nella prima, tra il declivio delle colline e la Via Emilia, ancora si protrae una struttura ecologica importante benché il territorio sia fortemente alterato dal punto di vista naturalistico, sostenuta dalle aree di conoide, dai corsi d'acqua naturali e dai rii loro immissari. Essa consente una biopermeabilità sufficiente a permettere il passaggio dei flussi (di specie, di individui e di geni) che garantiscono l'efficienza della rete ed accoglie molti dei ZSC e ZPS individuati a tutela dei principali nodi e corridoi naturali che ancora caratterizzano questo territorio. Nella seconda i corsi d'acqua naturali e la rete di canali di bonifica e di irrigazione vanno a solcare un territorio vasto e drasticamente impoverito di ambienti naturali (fortemente artificializzato) costituendone, di fatto, la principale, spesso unica, struttura di collegamento tra aree con un carattere un po' più naturale o seminaturale, spesso anche molto distanti tra loro.
- la **fascia di pianura costiera** lunga circa 130 km, che si sviluppa da nord a sud, e comprende gli ambienti deposizionali costieri inter-deltizi e cordoni dunosi longitudinali più interni sempre più urbanizzati.

Le fasce di pianura interna e costiera annoverano solo frammenti residuali - discontinui e ridotti - di naturalità immersi in un tessuto urbanizzato ed artificializzato che costituisce una barriera molto forte alla naturale evoluzione degli ecosistemi, della biodiversità che li costituisce e, di conseguenza, un forte limite alla loro funzionalità. I maggiori centri urbani sono distribuiti soprattutto lungo la Via Emilia e la costa.

3.7.1 Biodiversità

L'Emilia-Romagna ospita 2.700 specie diverse di piante, oltre 350 specie di animali vertebrati e una grande varietà di habitat. La biodiversità di interesse conservazionistico presente nel territorio regionale è caratterizzata da una trentina di specie di flora compresi alghe, muschi e licheni di interesse europeo, 92 specie di flora protetti a livello regionale dalla L.R. 2/77 (https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi_natura2000/consultazione/dati/download/elenco-delle-specie-vegetali-dinteresse-conservazionisti-co-in-emilia-romagna) e oltre 200 specie di fauna tra cui 80 di Uccelli (tabelle A e B) oltre alle specie di fauna minore protette dalla L.R. 15/2006.

3.7.2 Aree protette

Nel territorio regionale sono presenti due parchi nazionali (Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna e Parco dell'Appennino Tosco-Emiliano), il Parco interregionale Sasso Simone e Simoncello, 14 parchi regionali, 15 riserve regionali oltre a 4 paesaggi naturali e 34 aree di riequilibrio ecologico.

La Regione Emilia-Romagna, inoltre, ha istituito ad oggi 159 siti Natura 2000: 71 ZSC, 68 ZSC-ZPS, 19 ZPS, 1 SIC per la tutela degli ambienti naturali (SIC-ZSC) e per la tutela dell'avifauna rara (ZPS) per una estensione pari al 16,2% del territorio regionale.

L'elenco delle aree protette si riporta nella tabella seguente, rimandando per approfondimenti alla pagina web tematica della Regione e alle schede di ogni sito disponibili sul sito del MiTE.

Parchi nazionali:	Riserve statali
PN delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna	Riserva naturale Guadine Pradaccio (PR)
PN dell'Appennino Tosco-Emiliano	Riserva naturale Bosco della Mesola (FE)
Parco interregionale:	Riserva naturale Bassa dei Frassini – Balanzetta (FE)
Parco del Sasso Simone e Simoncello	Riserva naturale Dune e isole della Sacca di Gorino (FE)
Parchi regionali:	Riserva naturale Po di Volano (FE)
Parco del Delta del Po	Riserva naturale Sacca di Bellocchio (RA)
Abbazia di Monteveglio	Riserva naturale Sacca di Bellocchio II (FE)
Alto Appennino Modenese (del Frignano)	Riserva naturale Sacca di Bellocchio III (FE)
Boschi di Carrega	Riserva naturale Destra foce Fiume Reno (FE)
Corno alle Scale	Riserva naturale Pineta di Ravenna (RA)

Fiume Taro	Riserva naturale Foce Fiume Reno (RA)
Gessi Bolognesi e Calanchi Abbadessa	Riserva naturale Duna costiera ravennate e foce torrente Bevano (RA)
Laghi di Suviana e Brasimone	Riserva naturale Salina di Cervia (RA)
Monte Sole	Riserva naturale Duna costiera di Porto Corsini (RA)
Stirone e Piacenziano	Riserva naturale Campigna (FC)
Trebbia	Riserva naturale Badia Prataglia (FC-AR)
Valli del Cedra e del Parma (dei Cento Laghi)	Riserva naturale Sasso Fratino (FC)
Vena del Gesso Romagnola	Riserve naturali regionali:
Sassi di Roccamalatina	Alfonsine
Paesaggi protetti	Bosco della Frattona
Colli del Nure (PC)	Bosco di Scardavilla
Collina Reggiana- Terre di Matilde (RE)	Casse di espansione del Fiume Secchia
Colline di San Luca (BO)	Contrafforte Pliocenico
Centuriazione (RA)	Dune Fossili di Massenzatica
Torrente Conca (RN)	Fontanili di Corte Valle Re
	Ghirardi
	Monte Prinzera
	Onferno

	Parma Morta
	Rupe di Campotrera
	Salse di Nirano
	Sassoguidano
	Torrile e Trecasali
Aree di Riequilibrio Ecologico dell'Emilia-Romagna	
Provincia di Reggio Emilia Boschi del Rio Coviola e Villa Anna Fontanile dell'Ariolo Fontanili media pianura reggiana I Caldaren Oasi di Budrio Oasi naturalistica di Marmirolo Rodano-Gattalupa Sorgenti dell'Enza Via Dugaro	Provincia di Bologna Bisana Collettore delle Acque Alte <u>Dosolo</u> <u>Ex risaia di Bentivoglio</u> <u>Golena San Vitale</u> <u>La Bora</u> <u>Torrente Idice</u> <u>Vasche ex zuccherificio</u>
Provincia di Modena <u>Area boscata di Marzaglia</u> <u>Bosco della Saliceta</u> <u>Fontanile di Montale</u> <u>Oasi Val di Sole</u> <u>San Matteo</u> <u>Torrazzuolo</u>	Provincia di Ravenna <u>Bacini di Conselice</u> <u>Canale dei Mulini di Lugo e Fusignano</u> <u>Cotignola</u> <u>Podere Pantaleone</u> <u>Villa Romana di Russi</u>

Provincia di Rimini <u>Rio Calamino</u> <u>Rio Melo</u>	Provincia di Ferrara <u>Porporana</u> <u>Schiaccianoci</u> <u>Stellata</u>
Provincia di Parma Il Castello	

Tabella 3-6>Aree protette in Emilia-Romagna

Considerando anche le aree protette (Parchi e Riserve Naturali regionali e statali) esterne alla rete, si raggiunge la quota di 354.595 ettari (16% della superficie regionale) e ciò costituisce un traguardo importante per la realizzazione di una rete di aree ad elevato pregio ambientale.

Figura 3-12> Mappa dei siti Natura 2000 e delle macroaree di gestione della biodiversità della Regione Emilia-Romagna

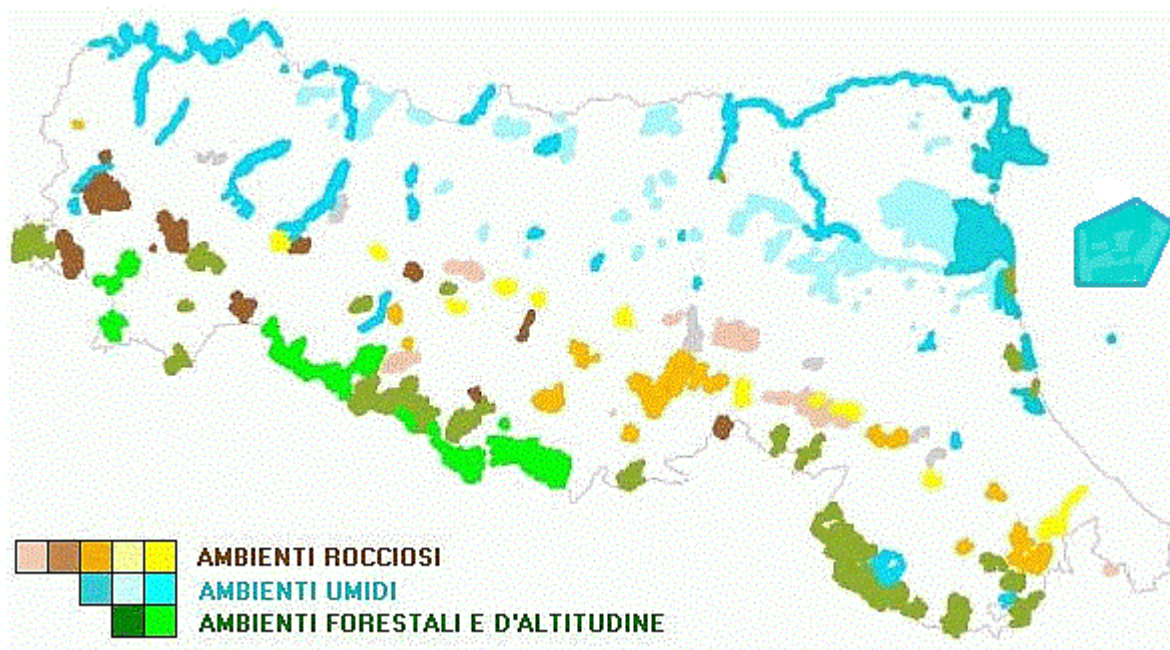


In 68 casi SIC/ZSC e ZPS coincidono dal 2012.

Nel complesso i siti Natura 2000 sono distribuiti da Piacenza a Rimini e dal Po al crinale appenninico e sono così suddivisi:

- 2 aree marine;
- 7 aree costiere e 11 sub-costiere, con ambienti umidi salati o salmastri e con le pinete litoranee;
- 50 aree di pianura, con ambienti fluviali, zone umide d'acqua dolce e gli ultimi relitti forestali planiziali;
- 64 di collina e bassa montagna, con prevalenza di ambienti fluvio-ripariali (7), forestali di pregio (10) oppure rupestri, spesso legati a formazioni geologiche rare e particolari come gessi, calcareniti, argille calanchive e ofioliti (47);
- 25 di montagna a quote prevalenti superiori agli 800 m, con estese foreste, rupi, praterie-brughiere di vetta e rare torbiere, talora su morfologie paleo-glaciali (10).

Figura 3-13> Rappresentazione schematica dei 159 siti di Rete Natura 2000 distinti in base al tipo di ambiente prevalente



Nella figura sopra sono rappresentati i 159 siti della Rete Natura 2000 raggruppati in base all'ambiente prevalente nelle seguenti categorie: 72 siti acquatici (fluviali, d'acqua dolce o di

ambienti salmastri, due marini), 50 siti rocciosi (geositi ofiolitici, calcarenitici, carsico-gessosi, calanchivi o di terrazzo sabbioso) e 37 siti tra forestali di pregio o di prateria d'altitudine, quest'ultima prevalentemente su morfologie paleoglaciali.

In Figura 3-14 sono rappresentati i medesimi siti raggruppati in base alla fascia morfo-altitudinale d'appartenenza nelle seguenti categorie: 20 siti si trovano presso la costa, 50 in pianura (proporzionalmente la fascia più estesa ma anche la più povera di siti), 64 in collina e ambienti submontani al di sotto degli 800 m di quota e 25 in montagna.

Figura 3-14> Rappresentazione schematica dei 159 siti di Rete Natura 2000 distribuiti in base alla fascia morfo-altitudinale di appartenenza



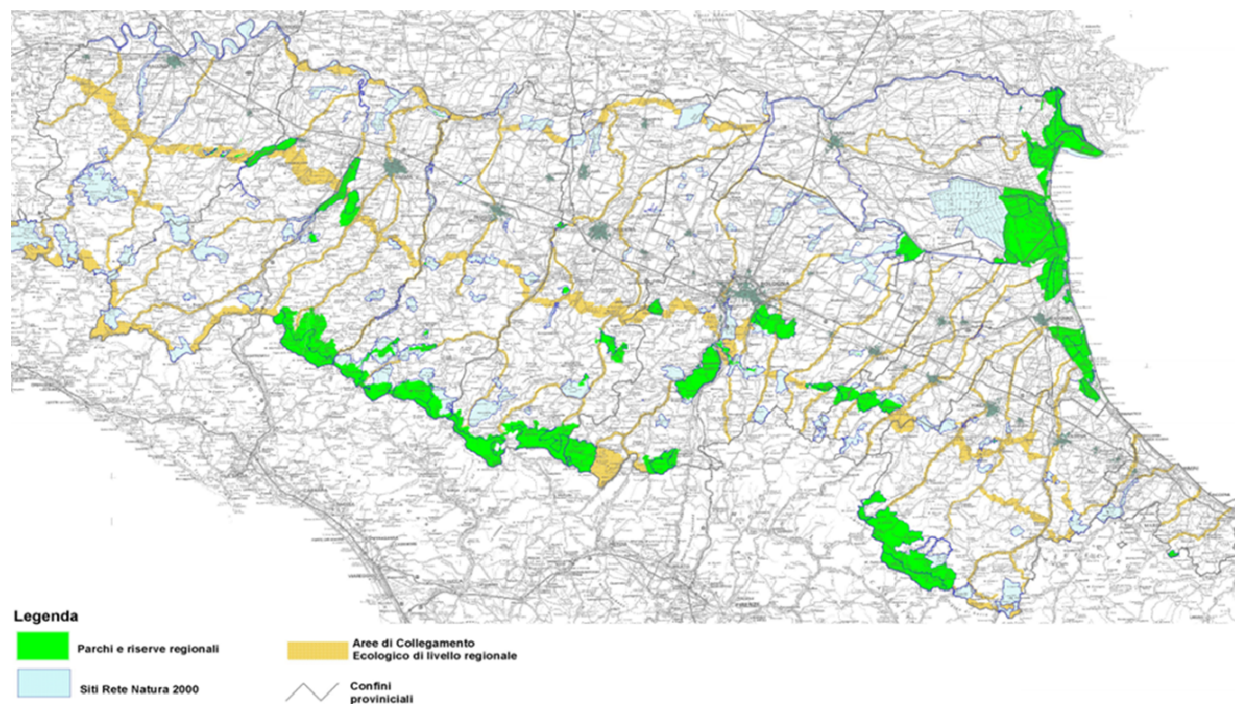
La Rete ecologica regionale è definita all'art. 2 lett. f della L.R. 6/2005 come "...l'insieme delle unità ecosistemiche di alto valore naturalistico, tutelate attraverso il sistema regionale delle Aree protette e dei siti Rete Natura 2000 ed interconnesse tra di loro dalle Aree di collegamento ecologico, con il primario obiettivo del mantenimento delle dinamiche di distribuzione degli organismi biologici e della vitalità delle popolazioni e delle comunità vegetali ed animali".

Lo stesso art.2 definisce le Aree di *collegamento ecologico* come "le zone e gli elementi fisico-naturali, esterni alle Aree protette ed ai siti Rete Natura 2000, che per la loro struttura lineare e continua, o il loro ruolo di collegamento ecologico, sono funzionali alla distribuzione geografica ed allo scambio genetico di specie vegetali ed animali". La Rete ecologica regionale è fondamentale per creare collegamenti tra aree naturali, progettati in modo che ogni intervento si inserisca in un disegno complessivo e che sia implementabile nello spazio e nel tempo in modo da tutelare la biodiversità presente nei vari ambiti territoriali e contenere gli effetti del processo di frammentazione dovuto a tre fattori negativi:

- perdita di habitat nel territorio,
- riduzione della dimensione dei patches di un habitat,
- isolamento dell'habitat all'aumentare della matrice territoriale di origine antropica.

L'esigenza prioritaria di conservare il buon funzionamento della rete ecologica e il mantenimento dei siti e delle loro delle connessioni pone alla pianificazione impegnative sfide innanzitutto facendo proprio il sistema di regole per la tutela e, inoltre, imponendo adeguate compensazioni degli interventi potenzialmente lesivi della continuità ecologica e funzionale del territorio.

Figura 3-15> Sistema Regionale delle Aree di Collegamento Ecologico dell'Emilia-Romagna



3.8 Paesaggio e beni culturali

Il tema del paesaggio è da decenni affrontato in regione Emilia-Romagna attraverso molte azioni tra cui fondamentale è il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) che costituisce una parte tematica del Piano Territoriale Regionale (PTR). Esso è il riferimento della pianificazione e della programmazione regionale e definisce gli obiettivi e le politiche di tutela e valorizzazione del paesaggio. Il PTPR nasce alla luce della legge n. 431/1985 che dichiara meritevoli di tutela i grandi sistemi territoriali: le coste, i fiumi, le montagne, le foreste, le aree archeologiche, ecc. che vengono riconosciuti come "valori primari" rispetto a qualsiasi scelta di trasformazione territoriale; la stessa legge impone alle Regioni di elaborare i piani paesaggistici, attribuendo ad esse la competenza in materia di pianificazione paesaggistica. Il Piano Paesistico attualmente in vigore è stato approvato nel gennaio 1993 ed in esso si legge l'esigenza di una considerazione centrale per l'ambiente all'interno dei processi di trasformazione territoriale ponendolo come punto di svolta

nella gestione del territorio e proponendo di riconoscere al paesaggio, "... due aspetti indispensabili e complementari, l'aspetto estetico-idealistico e l'aspetto strutturale, nella consapevolezza che ai beni storici, naturali e ambientali deve essere sempre più riconosciuta una funzione sociale legata alla loro integrità fisica." (cfr. Relazione PTPR).

Nel PTPR il paesaggio della regione, ai fini di tutela dell'identità culturale del territorio, è stato declinato secondo i seguenti sistemi, zone ed elementi che strutturano la forma del territorio:

- Sistema dei crinali e sistema collinare (art. 9)
- Sistema forestale e boschivo (art. 10)
- Sistema delle aree agricole (art. 11)
- Sistema costiero (art. 12)
- Zone di riqualificazione della costa e dell'arenile (art. 13)
- Zone di salvaguardia della morfologia costiera (art. 14)
- Zone di tutela della costa e dell'arenile (art. 15)
- Colonie marine (art. 16)
- Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua (art.17)
- Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (art.18)
- Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale (art.19)
- Elementi specifici sottoposti a particolari disposizioni di tutela (art. 20)
- Individua, inoltre, alcune zone di specifico interesse storico e naturalistico:
- Zone ed elementi di interesse storico-archeologico (art.21)
- Insediamenti urbani storici e strutture insediative storiche non urbane (art.22)
- Zone di interesse storico-testimoniale (art.23)
- Elementi di interesse storico-testimoniale (art.24)
- Zone di tutela naturalistica (art. 25)

Infine si occupa di salvaguardare l'integrità dei territori che presentano instabilità e permeabilità dei terreni ed individua:

- Zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto ed instabilità (art.26)
- Zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità (art.27)
- Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei (art.28)
- Abitati da consolidare (art.29)

In questi anni, nell'ambito normativo, il concetto di paesaggio si è evoluto andando ad attribuire ad esso una accezione vasta ed assicurandogli valore giuridico, indipendentemente dal suo valore specifico, a partire dalla "Convenzione Europea del Paesaggio", stipulata a Firenze nel 2001, che ha

definito il paesaggio come una "componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità", fino alla pubblicazione del Codice dei beni culturali e del paesaggio – D.lgs.42/2004 e ss.mm.-dove si intende il Paesaggio quale bene culturale e, come tale, meritevole di tutela e valorizzazione. La parte terza del Codice ricomprende tra i "beni paesaggistici" sia i beni sottoposti a tutela ai sensi della legge n.1497/1939, sia le aree protette "**ope legis**" individuate dalla Legge Galasso del 1985 (montagne, coste, fiumi, laghi, vulcani, foreste, ecc.).

La Regione, insieme al Segretariato regionale del Ministero dei Beni Culturali, è attualmente impegnata alla stesura del Piano Territoriale Paesistico Regionale adeguato al Codice sopra richiamato, al cui scopo è stato istituito nel 2016 il Comitato Tecnico Scientifico, a seguito delle precedenti Intese tra il MiBAC e la Regione Emilia-Romagna.

Durante l'anno 2011, la Regione sulla base del PTPR 1993 e dei PTCP delle Province, ha dato inizio ad un primo lavoro di approfondimento relativo al paesaggio: l'analisi del territorio regionale ha definito 49 "Ambiti di Paesaggio". Nel 2018, avendo a disposizione i dati relativi al 2017 e ad anni precedenti, la Regione ha aggiornato le schede che riguardano ogni singolo ambito inserendo gli elementi relativi alla struttura socio-economica ed ai dati territoriali, ha inoltre studiato i caratteri e le dinamiche del territorio individuando e misurando i dati relativi all'uso del suolo ed agli indicatori di paesaggio. Le fonti di riferimento utilizzate per il presente lavoro sono: *Piano Paesistico Territoriale Regionale, 1993*; *Gli Ambiti Paesaggistici*. Pubblicazione web RER 2010-2011; aggiornamento *Schede degli Ambiti paesaggistici, dati socio-economici*. Pubblicazione web RER 2020; aggiornamento *Schede degli Ambiti paesaggistici, dati uso del suolo e indicatori di paesaggio*. Pubblicazione web RER, 2021; lavoro di *Ricognizione degli immobili e delle aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 del Codice dei beni culturali e paesaggistici* a cura del Comitato Tecnico Scientifico, Pubblicazione web RER e web Segretariato regionale del Ministero dei Beni Culturali (dati aggiornati al settembre 2016).

Di seguito si propone la lettura della tabella allegata che riporta gli indicatori dell'uso del suolo e delle caratteristiche del paesaggio (vedi allegato 2B – Tabella indicatori paesaggio), mediante l'ausilio di indicatori specifici, desunti dalle singole schede d'Ambito relative all'aggiornamento compiuto dalla Regione sulla base dei dati al 2017; il territorio regionale viene descritto con una disanima sintetica aggregando gli ambiti per fasce territoriali omogenee: fascia costiera, fascia del crinale, fascia collinare, fascia della via Emilia e fascia della media e bassa pianura.

Figura 3-16> Indice di impermeabilizzazione per ambito di paesaggio

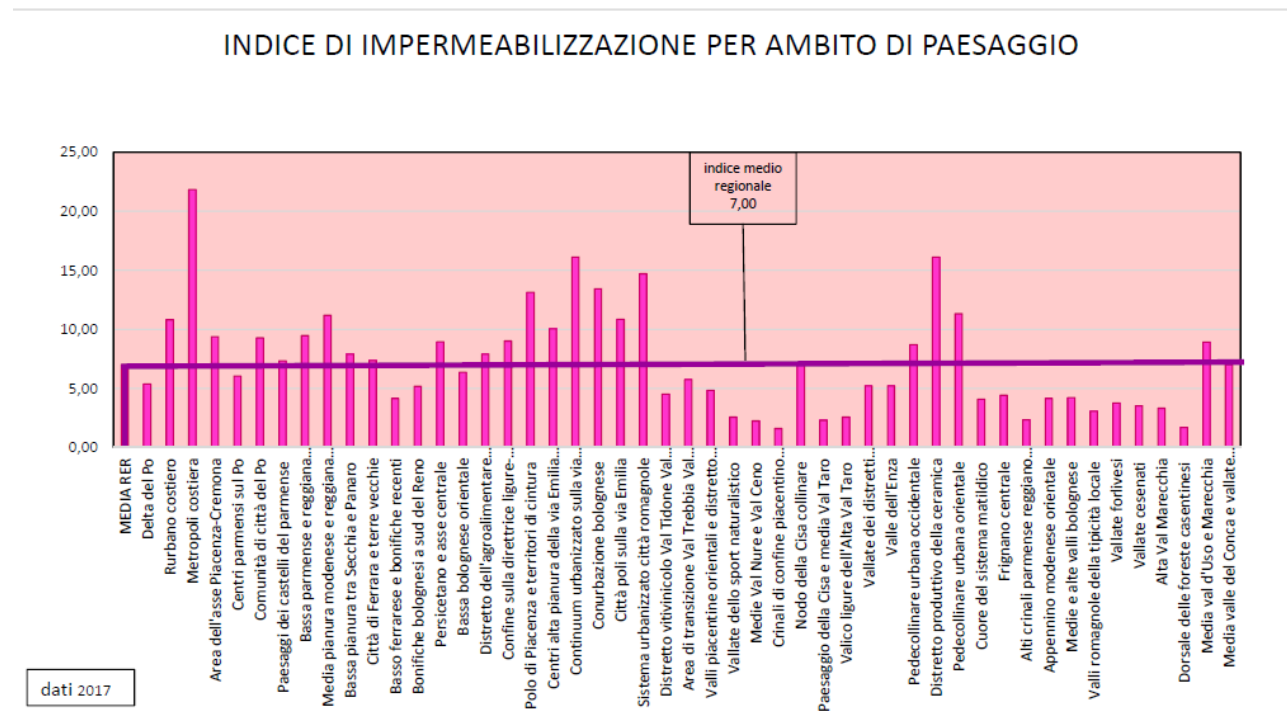


Figura 3-17> Indice di connettività per ambito di paesaggio

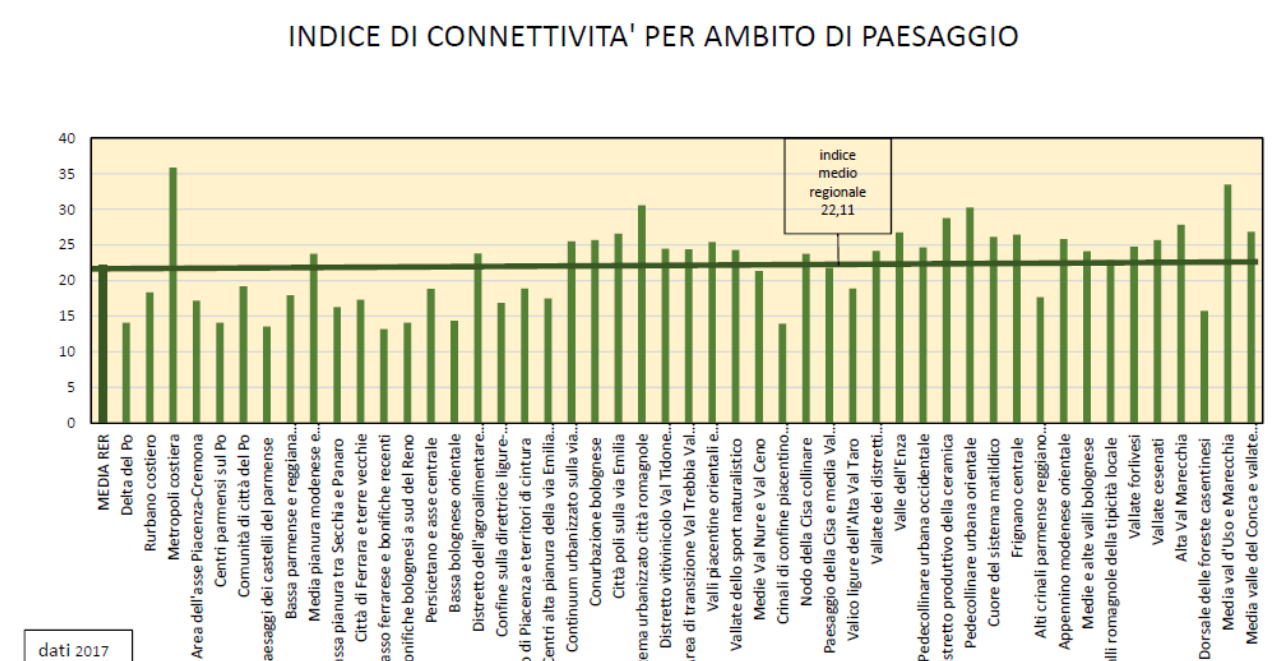


Figura 3-18> Percentuale territorio umido per ambito di paesaggio

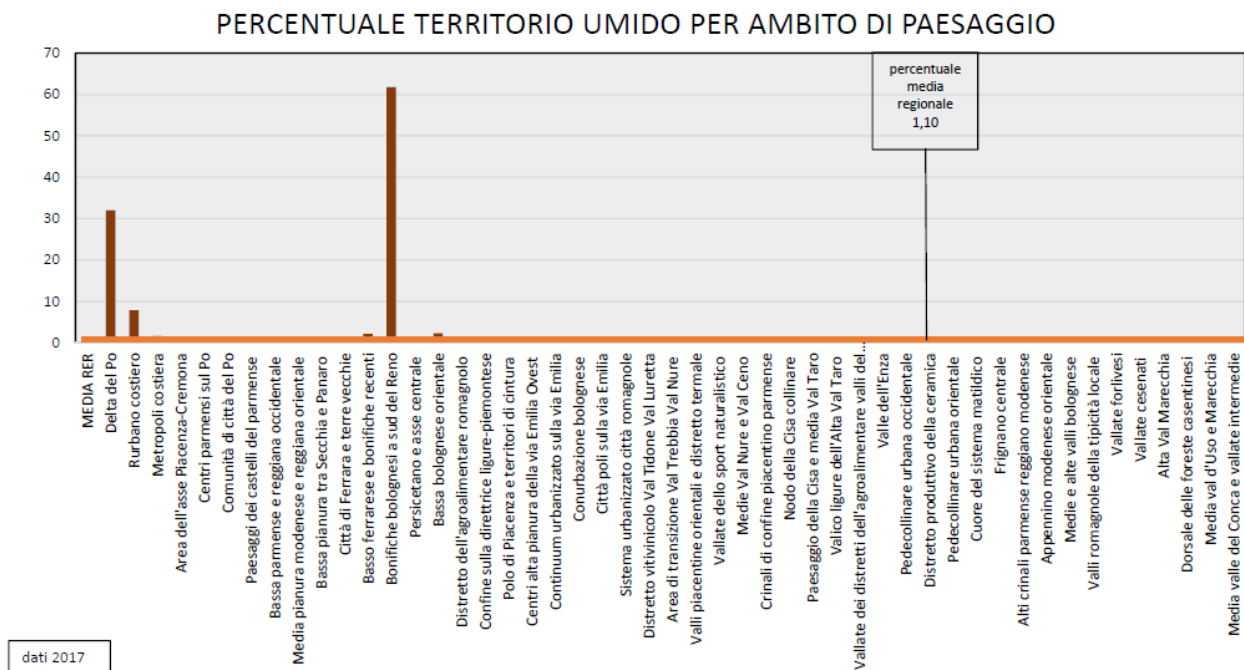
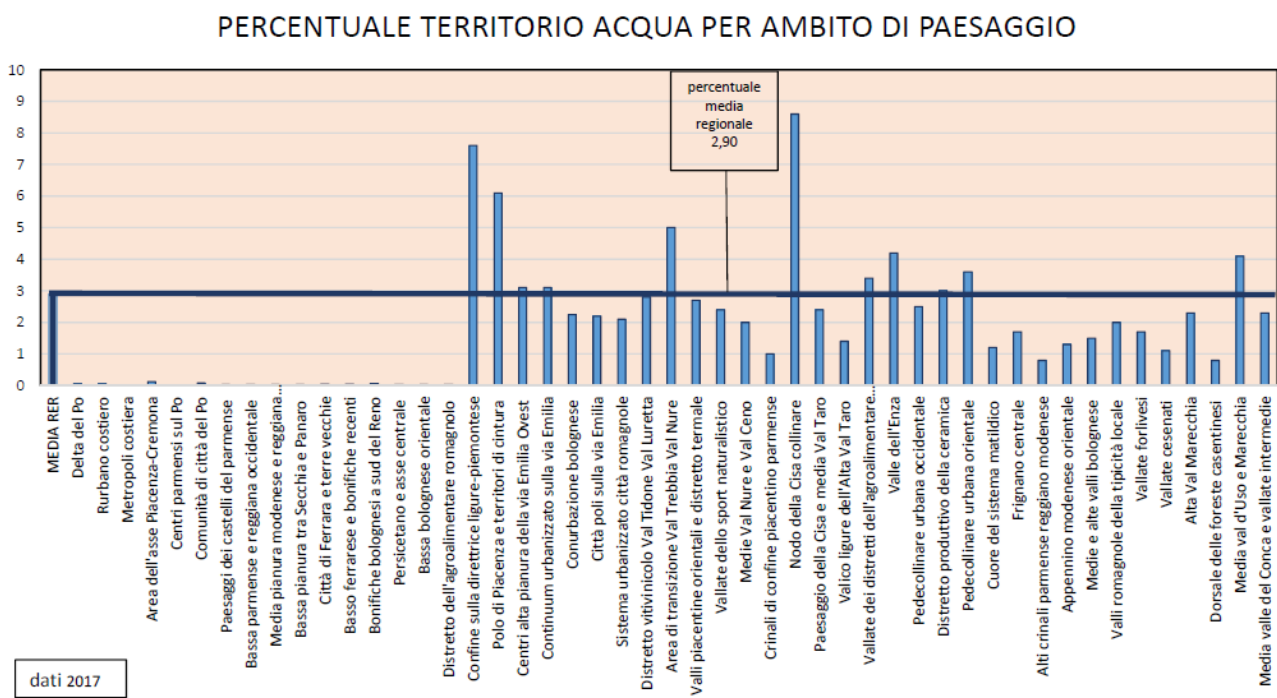


Figura 3-19> Percentuale territorio acqua per ambito di paesaggio



La fascia costiera regionale è costituita da tre ambiti di paesaggio (1, 2 e 3). Il territorio è inserito nel *sistema costiero* del PTPR 1993 ed appartiene alla linea di costa marina della regione che presenta problemi di erosione (cfr il capitolo del QC relativo all'erosione costiera), seppur con intensità differenti da nord a sud; il territorio è fortemente urbanizzato nell'area sud della fascia che presenta un'urbanizzazione pari al 41,70 % dell'ambito paesaggistico denominato "*Metropoli Costiera*", che risulta anche la percentuale maggiore riscontrata sul territorio regionale in relazione alla suddivisione in Ambiti di Paesaggio. Il trend del territorio urbanizzato risulta in crescita, conseguentemente, anche il territorio impermeabilizzato risulta avere l'indice regionalmente più elevato pari al 21,84%. L'indice di connettività ecologica risulta in progressiva diminuzione e si attesta al di sotto della media regionale. La parte nord della fascia costiera vede l'importante presenza del Delta del Po con zone umide, valli salmastre e spazi d'acqua naturalistici, che rappresenta anche l'area percentualmente più estesa (68,65%) rispetto all'intero territorio dell'ambito paesaggistico "*Delta del Po*". La frammentazione territoriale risulta determinata dalle urbanizzazioni oltre che dal sistema infrastrutturale, piuttosto importante nel territorio ravennate e lungo il territorio costiero.

La fascia del crinale è costituita dagli Ambiti di Paesaggio 29, 40, 47. Questi ambiti ospitano la linea del crinale principale della regione Emilia Romagna e la dorsale delle foreste casentinesi, oltre che il territorio di confine con il territorio ligure, sono territori che presentano una ampia copertura boschiva; gli ambiti ospitano perlopiù nuclei di origine storica lungo le vallate o sui crinali, infatti, sono quelli che presentano il più basso indice regionale di urbanizzazione, rispetto alla media regionale di 12,2%, seppur con un trend in salita nel periodo 2014-2017. L'indice di connettività risulta mediamente maggiore rispetto alla media regionale di 22,11% a conferma dell'incremento della complessità e della connettività di questi ambiti. La frammentazione del territorio risulta medio bassa in relazione all'urbanizzazione ed alta in relazione alla presenza infrastrutturale.

La fascia collinare costituita dagli Ambiti di Paesaggio n. 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46. L'alto numero di Ambiti interessati dal sistema collinare della regione manifesta la diversità di specializzazioni territoriali che accompagnano la collina da est ad ovest della regione. Partendo da ovest, gli ambiti collinari sono caratterizzati da un fitto reticolo idrografico che ha favorito la viticoltura e presentano un indice di urbanizzazione al di sotto della media regionale seppur con tendenza in aumento, l'indice di impermeabilizzazione risulta medio basso con una tendenza alla stabilità. L'indice di connettività di questi ambiti collinari ad ovest del territorio regionale è superiore alla media regionale. Gli elementi frammentanti del territorio per quanto riguarda le urbanizzazioni risulta medio alto e decisamente alto in relazione al sistema infrastrutturale. Gli ambiti collinari centrali hanno vissuto uno sviluppo economico di tipo industriale per quanto riguarda le zone più prossime ai capoluoghi di provincia e presentano un

indice di urbanizzazione superiore alla media regionale con un livello medio-alto di impermeabilizzazione e tuttavia, conservano un buon valore di connettività superiore alla media regionale, in leggera crescita negli anni 2014-2017. Gli elementi frammentanti dovuti all'urbanizzazione risultano alti, così come sono ad un livello alto quelli dovuti alle infrastrutture. In relazione agli ambiti collinari centrali posti più a sud (33,34, 38, 39, 41, 42) e in adiacenza all'ambito del crinale (40), si rileva un indice di urbanizzazione decisamente al di sotto della media regionale con un indice di impermeabilizzazione basso o medio-basso. L'indice di connettività territoriale è decisamente superiore alla media regionale con tendenza all'incremento. La frammentazione territoriale di questi ambiti risulta medio-alta in relazione alle urbanizzazioni e tendente all'alto per la frammentazione causata dalle infrastrutture. La parte collinare ad est del territorio regionale presenta un indice di urbanizzazione pari quasi alla metà di quello regionale, con esclusione dei due ambiti più ad est e adiacenti agli ambiti costieri che presentano un indice di urbanizzazione superiore alla media regionale con propensione all'aumento. Il territorio urbanizzato risulta ad un livello basso, oppure medio-basso, per le zone più urbanizzate. L'indice di connettività risulta mediamente più alto rispetto alla media regionale e nell'Ambito della *"Media val d'Uso e Marecchia"* raggiunge il livello maggiore della regione fino alla misura di 33,44. La frammentazione territoriale è a carico delle urbanizzazioni ad un livello che varia tra l'alto ed il medio-basso, mentre la frammentazione territoriale dovuta alle infrastrutture è decisamente alta. Gli ambiti di paesaggio che si trovano a ridosso della fascia della via Emilia (17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23) sono quelli che presentano il più elevato indice di urbanizzazione, sempre al di sopra della media regionale ed infatti, qui si riscontra l'ambito paesaggistico con il maggior indice regionale, pari a 28,70, nel territorio compreso tra le province di Modena e Parma, a ridosso dell'importante via di collegamento. L'indice di impermeabilizzazione del suolo risulta alto con tendenza alla stabilità e/o all'aumento in alcuni ambiti. L'indice di connettività risulta inferiore alla media regionale per gli ambiti ad ovest della regione e tende ad alzarsi man mano che si procede verso gli ambiti ad est, fino a raggiungere il 30, 55 nell'ambito *"Sistema Urbanizzato Città Romagnole"*. La frammentazione dovuta all'urbanizzazione varia tra medio-alto e alto, mentre quello dovuto alle infrastrutture risulta alto.

La fascia territoriale della media e bassa pianura è costituita dagli ambiti 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 che sono quelli maggiormente utilizzati a scopi agricoli. Gli ambiti di paesaggio della zona ovest della regione sono territorialmente caratterizzati dalla presenza di corsi d'acqua naturali e di canalizzazioni finalizzate alla vocazione agricola del territorio prossimo al fiume Po. L'indice di urbanizzazione di quegli ambiti risulta pressoché vicino alla media regionale e presenta un indice di impermeabilizzazione medio con tendenza alla crescita in alcuni ambiti e stabile per altri; l'indice di connettività risulta mediamente più basso rispetto alla media regionale e gli elementi

frammentanti risultano ad un livello medio-alto per quanto riguarda l'urbanizzazione e ad un alto livello in relazione alle infrastrutture.

Gli ambiti della media e bassa pianura centrali e quelli ad est sono caratterizzati da un territorio ampiamente bonificato dalle paludi che si erano determinate dalla depressione del terreno e dalla vicina presenza del Po. Il territorio risulta urbanizzato con indici di urbanizzazione pari o superiori alla media regionale per quanto riguarda gli ambiti centrali della media pianura; l'impermeabilizzazione del territorio è, in genere, medio-basso. La connettività del territorio risulta sotto la media regionale, se si esclude il territorio della media pianura modenese e reggiana orientale che vede la presenza di importanti elementi della Rete Natura 2000 ed il territorio dell'ambito "*Distretto dell'agroalimentare romagnolo*" che supera l'indice regionale. Gli elementi frammentati costituiti dalle urbanizzazioni sono ad un livello medio-basso e quelli costituiti dalle infrastrutture sono ad un livello alto.

In relazione alle aree tutelate secondo l'art. 136 del D.Lgs. 42/2004 *– Immobili ed aree di notevole interesse paesaggistico*- la maggioranza degli ambiti di paesaggio presenta elementi tutelati, solamente cinque ambiti non presentano alcuna tutela di questo tipo e sono perlopiù concentrati nel territorio bolognese. Il dato relativo all'incidenza territoriale dell'art. 136 rispetto al territorio totale di ogni singolo ambito è stata giudicata bassa per il maggior numero di ambiti paesaggistici. I dati relativi alle aree tutelate secondo l'art. 136 del D.Lgs. 42/2004 sono reperibili, oltre che sul sito web della Regione, anche utilizzando la mappa interattiva pubblicata sul sito <https://www.patrimonioculturale-er.it/webgis/> del Segretariato regionale del Ministero dei Beni Culturali che riporta la perimetrazione e la georeferenziazione di ogni singolo bene; le perimetrazioni, riscontrabili sui siti degli Enti citati, presentano gli esiti finora raggiunti dal lavoro in corso di attività di **ricognizione degli immobili e aree di notevole interesse pubblico** di cui all'articolo 136 del D.Lgs. 42/2004 che il Comitato Tecnico Scientifico sta svolgendo nell'ambito di adeguamento del PTPR al Codice dei beni culturali e del paesaggio.

Gli ambiti di paesaggio vedono una importante presenza di parchi, riserve e rete Natura 2000 che risultano presenti in tutti gli ambiti; l'incidenza di questi elementi rispetto al totale dell'estensione territoriale dell'ambito risulta bassa e medio-bassa per la quasi totalità degli ambiti, con una evidenza medio-alta costituita dall'ambito del *Delta del Po* e con incidenza media negli ambiti: *Rubano costiero, Alta Val Marecchia, Dorsale delle foreste casentinesi*.

3.9 Rischi antropogenici

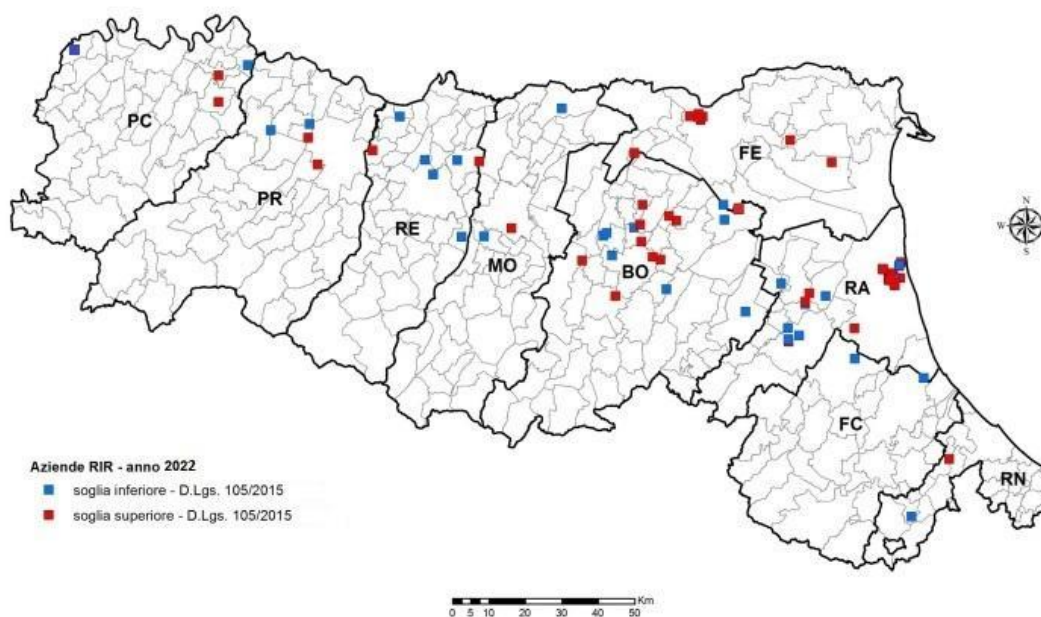
Il rischio derivante da attività umane potenzialmente pericolose per l'ambiente e la vita umana viene denominato rischio antropogenico. In questa ampia definizione rientra il rischio industriale, derivante da attività svolte all'interno di stabilimenti industriali o associato alle attività antropiche che comportano la presenza sul territorio di depositi e impianti produttivi che, per la tipologia di sostanze trattate, possono costituire fonti di pericolo.

3.9.1 Rischio industriale

Il numero totale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante (RIR) in esercizio presenti in Emilia-Romagna, nel 2022, è pari a 83. Negli ultimi anni si registra una dinamica in diminuzione del numero complessivo di stabilimenti RIR in regione. Rispetto al totale di stabilimenti RIR presenti in Italia, la nostra regione, insieme a Lombardia, Piemonte e Veneto, è una tra quelle a più elevata presenza di industrie a rischio di incidente rilevante (circa 11% sul totale nazionale).

La localizzazione degli stabilimenti RIR in esercizio in regione nell'anno 2022 è individuata nella mappa riportata nella figura seguente.

Figura 3-20 > Distribuzione territoriale degli stabilimenti RIR in Emilia-Romagna, 2022



In base alla soglia di assoggettabilità alla normativa di settore si distinguono stabilimenti di soglia inferiore e superiore, a cui corrispondono diversi obblighi per i gestori degli stabilimenti. In regione prevalgono gli stabilimenti di soglia superiore, ovvero che detengono maggiori quantitativi di sostanze pericolose, come definite dai più alti valori di soglia indicati nell'Allegato I al DLgs 105/2015. In merito alla distribuzione provinciale degli stabilimenti, si riscontra la presenza di almeno due stabilimenti per ogni provincia e il 42% del totale degli stabilimenti sono ubicati in provincia di Ravenna, seguita dalle province di Bologna e Ferrara.

Relativamente alla localizzazione degli stabilimenti sul territorio regionale, si evidenziano, inoltre, aree di particolare concentrazione in corrispondenza dei poli petrolchimici di Ferrara e Ravenna, interessate soprattutto dalla presenza di stabilimenti di soglia superiore.

Ravenna, con 26 stabilimenti sul territorio comunale, che rappresenta il comune italiano a più alta densità di stabilimenti, seguito da Ferrara (5 stabilimenti), Faenza (4), Cotignola (3), Sala Bolognese, Correggio, Fontevivo, Minerbio e Argenta (2). Infine, poiché in altri 33 comuni della regione è presente un solo stabilimento per comune, si può concludere che, complessivamente, sono 43 i comuni del territorio regionale interessati dalla presenza di uno o più stabilimenti a rischio di incidente rilevante.

Nelle figure seguenti si riporta la localizzazione dei RIR in relazione ai corpi idrici superficiali e sotterranee (PdG 2021).

Figura 3-21> Distribuzione territoriale degli stabilimenti RIR in Emilia-Romagna, aggiornati al 2022, in relazione ai corpi idrici sotterranei (PdG2021)

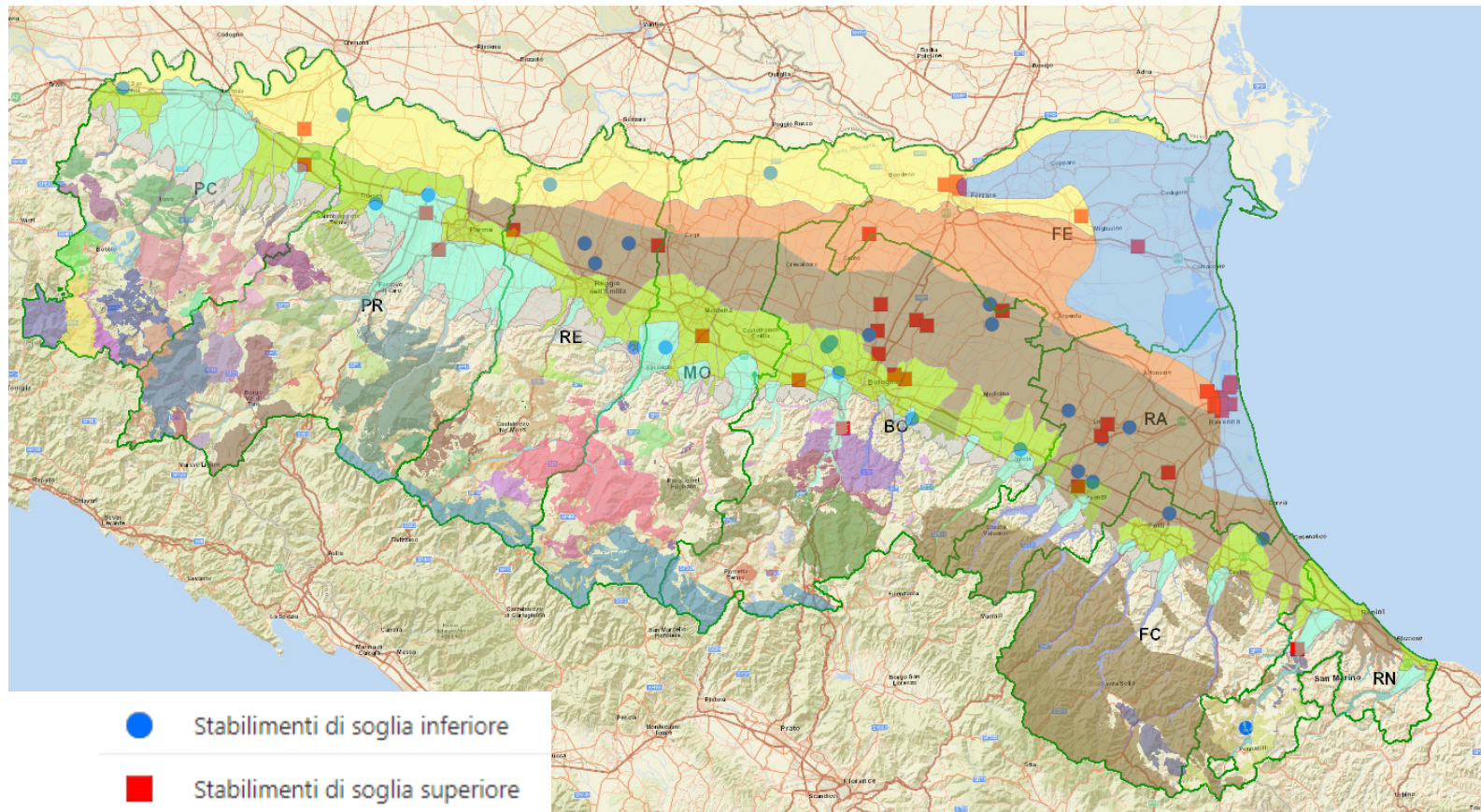
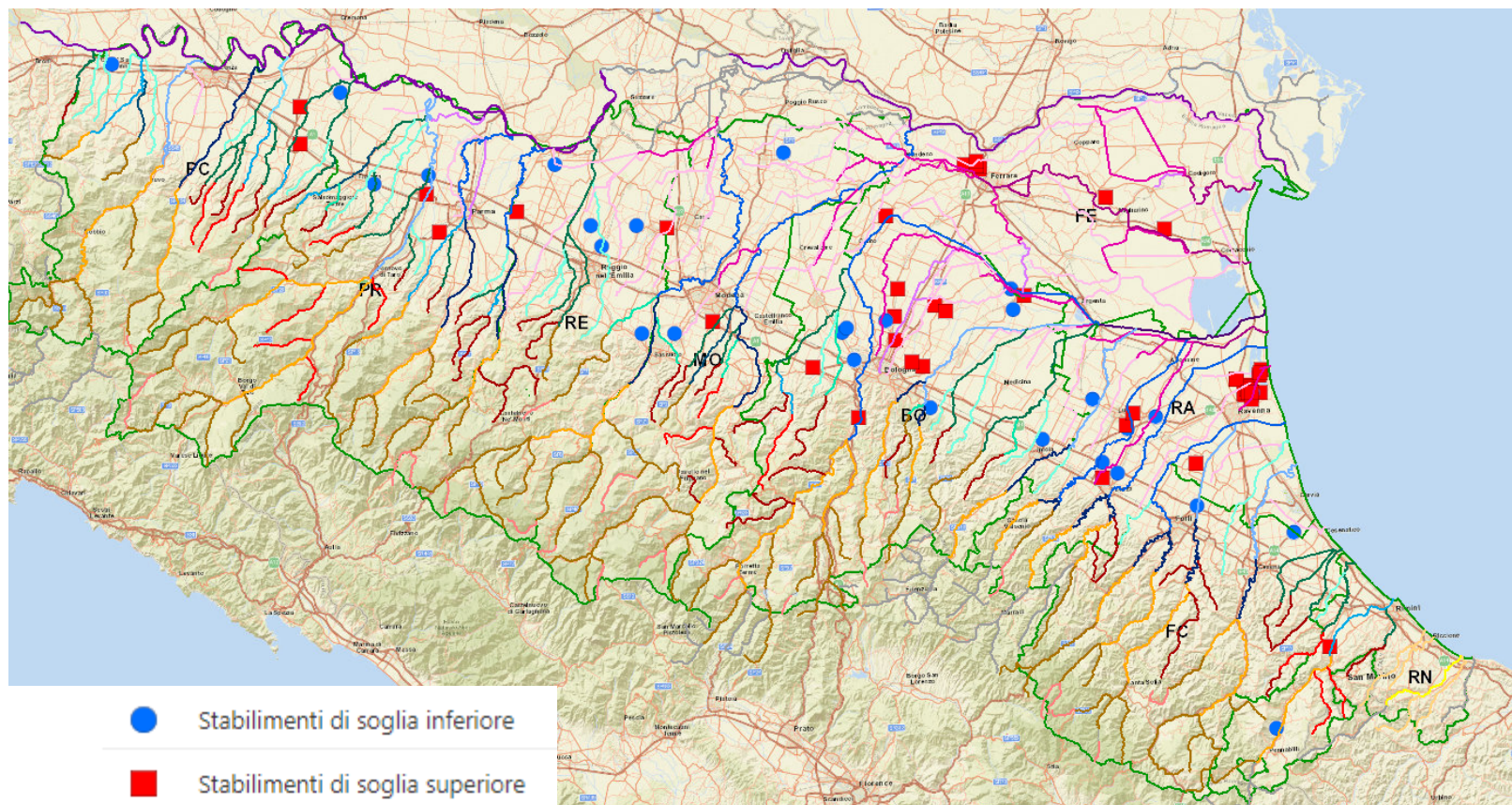


Figura 3-22> Distribuzione territoriale degli stabilimenti RIR in Emilia-Romagna, aggiornati al 2022, in relazione ai corpi idrici sotterranei (PdG2021)



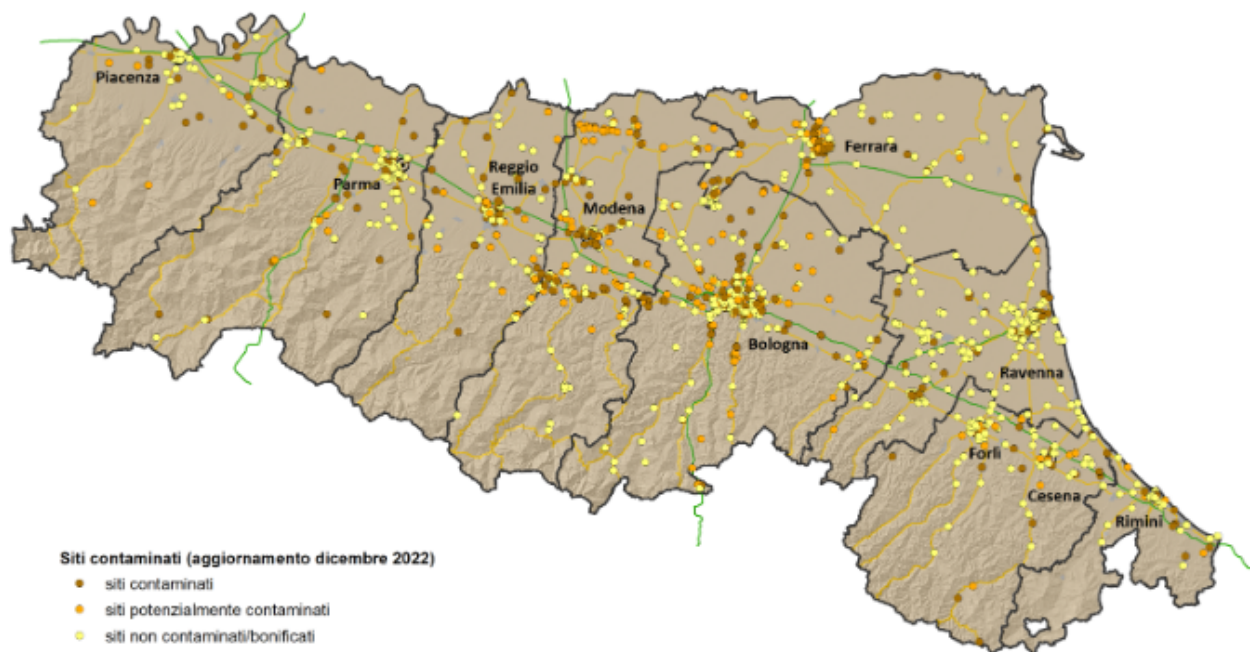
3.9.2 Siti Contaminati

I siti contaminati comprendono quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane svolte o in corso, è stata accertata, sulla base della vigente normativa, un'alterazione delle caratteristiche naturali del suolo da parte di un agente inquinante; il DLgs 152/06, Titolo V, Parte IV, identifica come "potenzialmente contaminati", i siti nei quali anche uno solo dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti nel suolo o nel sottosuolo o nelle acque sia superiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) e come "contaminati" i siti che presentano superamento delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) determinate mediante l'applicazione dell'analisi di rischio sito-specifica.

L'Anagrafe regionale dei Siti Contaminati, istituita dalla Regione con D.G.R. n. 1106 in data 11 luglio 2016, è il principale strumento conoscitivo per la raccolta ed elaborazione dei dati dei siti inquinati. L'Anagrafe contiene l'elenco dei siti sottoposti ad intervento di bonifica e ripristino ambientale nonché l'elenco degli interventi realizzati nei siti medesimi, i soggetti cui compete la bonifica o gli enti pubblici di cui la regione intende avvalersi in caso di inadempienza dei soggetti obbligati, ai fini dell'esecuzione d'ufficio. I dati in anagrafe sono aggiornati al 1° marzo 2021, data della D.D. 3392 del 25 febbraio 2021.

I siti contaminati presenti in Anagrafe regionale al 31 dicembre 2022, sono 1.260, dei quali 1.253 sono Siti di Interesse Regionale (SIR) e 7 sono Siti di Interesse Nazionale (SIN).

Figura 3-23> Localizzazione dei siti contaminati presenti in anagrafe al 31 dicembre 2022



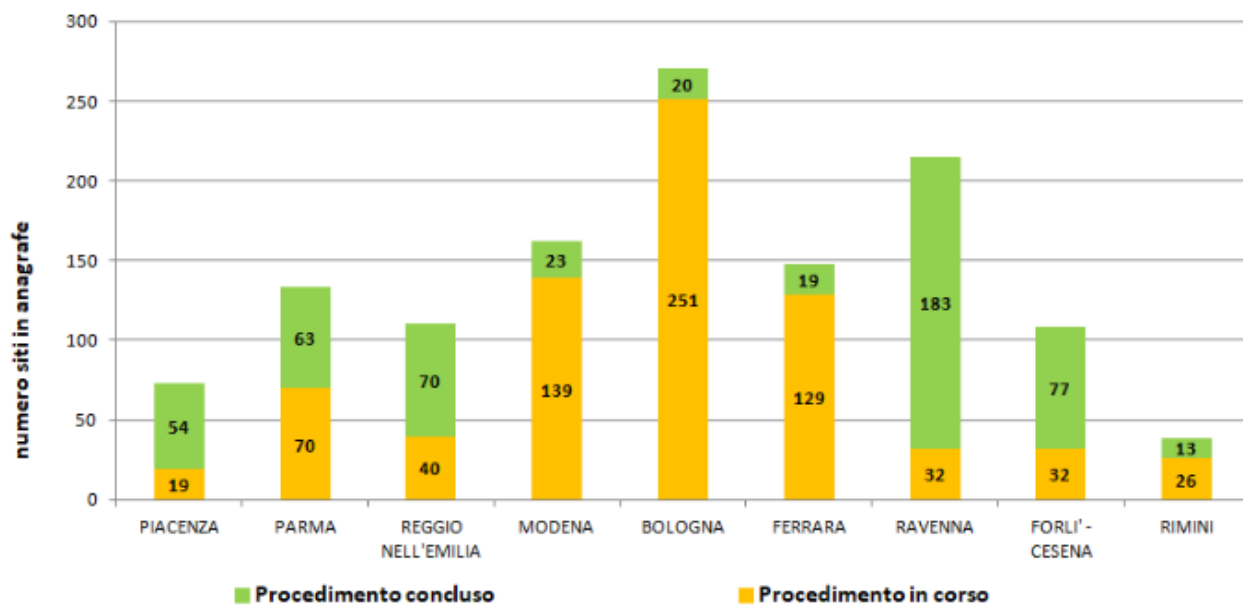
In Emilia-Romagna, come si evince dalla figura sopra, la maggior parte dei SIR è localizzata nelle province di Ravenna e Bologna. La situazione è indicativa del contesto territoriale, in quanto si tratta delle province, in cui, anche storicamente, si hanno i maggiori insediamenti industriali, con presenza di industrie chimiche, meccaniche, della raffinazione e trasformazione degli idrocarburi ecc.

I siti sono localizzati principalmente lungo le principali vie di comunicazione, sia intorno ai poli industriali più rilevanti (Ravenna, Ferrara), sia nell'intorno di zone industriali vicine alle grandi città (Bologna).

I SIN in Emilia-Romagna sono 2, quello di Fidenza, perimetrato con decreto del ministero dell'Ambiente del 16 ottobre 2002 che comprende sette siti in procedura di bonifica, e quello di Bologna (SIN Officina Grande Riparazione ETR), individuato con la legge n. 205 del 27.12.2017. La maggior parte dei siti contaminati in Emilia-Romagna presenta una contaminazione legata alla presenza di idrocarburi, soprattutto pesanti (C>12), idrocarburi aromatici leggeri della famiglia dei BTEX (principalmente benzene) e metalli (in particolare piombo).

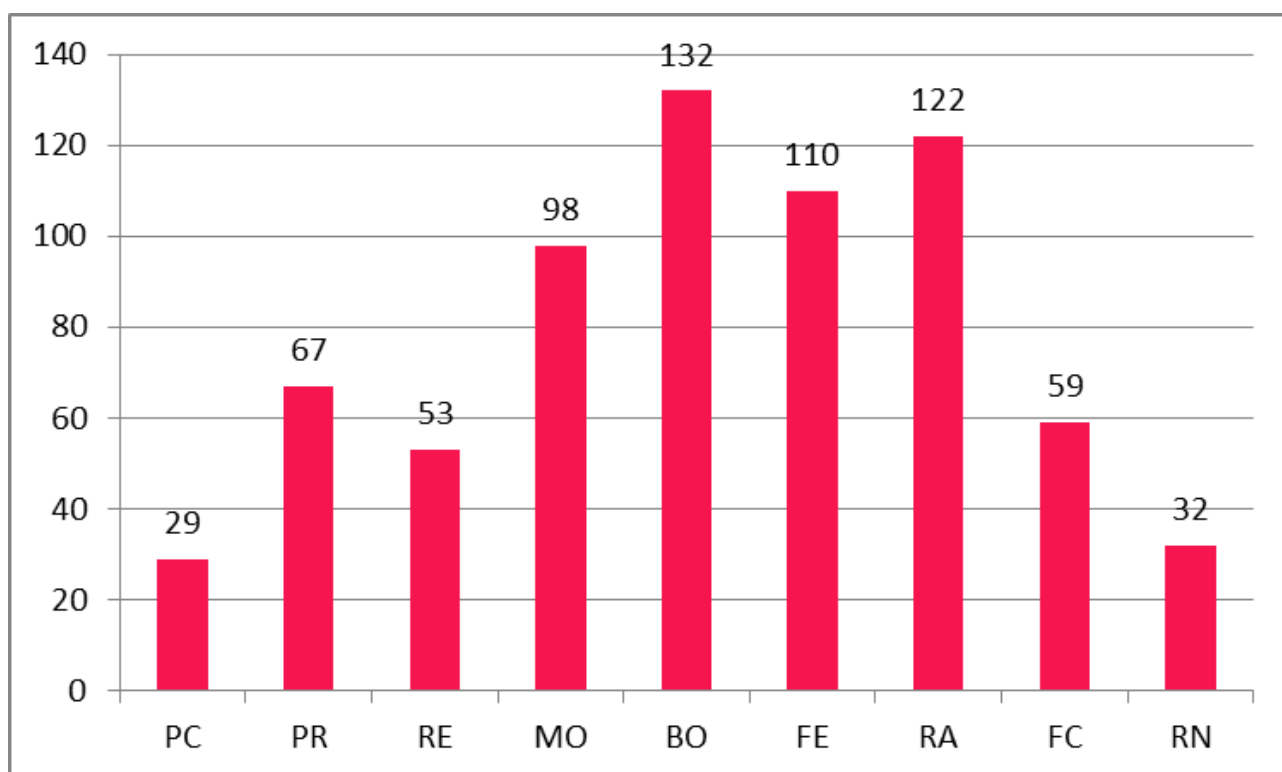
Nel grafico, di cui alla figura seguente, si riporta il numero di siti contaminati, suddivisi per provincia, suddividendo quelli per i quali il procedimento risulta in corso da quelli con iter concluso.

Figura 3-24> Numero di siti contaminati presenti nell'Anagrafe regionale, suddivisi per provincia, al 31 dicembre 2022



In dettaglio al 31/12/2022 circa il 56% del totale (702 su 1.260) riguarda la matrice acqua. Tali siti sono suddivisi a livello provinciale, come riportato nella figura seguente.

Figura 3-25 > Distribuzione provinciale dei siti contaminati con matrice acque, al 31 dicembre 2022



A livello cartografico, gli strumenti ritenuti maggiormente rappresentativi ai fini della contaminazione del suolo, sono di seguito elencati:

- **Carta del contenuto di fondo naturale** (Cu, Cr, Ni, Pb, V, Zn): carta che rappresenta la spazializzazione geografica della concentrazione naturale, ovvero legata ai soli processi di natura pedologica e geologica di alcuni metalli nell'orizzonte profondo (circa 100 cm) dei suoli agricoli di pianura.
- **Carta del fondo naturale-antropico** (As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, V, Sn, Zn): carta che rappresenta la spazializzazione del contenuto naturale antropico, ovvero della somma del contenuto naturale più quello legato a fonti di contaminazione diffusa, di alcuni metalli nell'orizzonte superficiale (20-30 cm) dei suoli agricoli di pianura.
- **Contenuto biodisponibile dei metalli nei suoli agricoli**: valutazione del grado di biodisponibilità dei metalli nei diversi tipi di suoli della pianura. I metodi analitici utilizzati sono DTPA, estrazione in nitrato di ammonio (DIN 19730; 2008) + lettura icp-massa e

cessione in acqua con rapporto 1/10 (UNI-EN 12457-2; 2004). Questa analisi consente di valutare la mobilità dei metalli dal suolo alle piante e dal suolo alle acque e quindi alla catena alimentare.

- **Reazione del suolo (pH):** carta della distribuzione areale del pH nell'orizzonte superficiale del suolo (0-30 cm). Descrive l'acidità, neutralità o basicità della soluzione circolante nel suolo. Questo parametro influenza:
 - la solubilità dei nutrienti contribuendo all'assimilabilità dell'azoto, zolfo e fosforo;
 - il tipo e l'attività dei microrganismi (l'attività microbica è favorita in un campo di variazione del pH da 6,6 a 7,3 ed è responsabile della decomposizione e sintesi della sostanza organica);
 - l'interazione con i fitofarmaci (molti di loro sono registrati per specifiche condizioni dei suoli e quindi con condizioni diverse potrebbero innescare reazioni sfavorevoli che possono generare composti di degradazione indesiderabili);
 - la mobilità dei metalli pesanti (diversi metalli pesanti diventano più solubili in suoli con pH acido e possono più facilmente muoversi e raggiungere le acque superficiali e profonde).

3.10 Sintesi indicatori Vulnerabilità e resilienza del territorio

Nella tabella seguente si riportano gli indicatori descrittivi individuati, con la relativa fonte (esplicitando se Indicatore SDG Agenda 2030 o dell'Agenda SRV 2030), un'indicazione sintetica della condizione attuale per la componente sistemica in esame, espressa tramite valutazione qualitativa, il posizionamento, il trend rilevato e il target (Agenda SRV 2030, Patto per il lavoro e il Clima, altre norme/piani/strategie/direttive), ove disponibili.

Tabella 3-7> Sintesi indicatori per la componente sistemica Vulnerabilità e resilienza del territorio

* in relazione alle caratteristiche dell'indicatore ed eventualmente al periodo indicato nel posizionamento

SP Agenda 2030	REF. Obiettivo SDG	Tematismo	INDICATORI	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO	Trend*	Trend (breve periodo)	Patto Lavoro e Clima	Target	
										AGENDA 2030 - SRV5 ER	Norme, Piani, Strategie e Direttive
Planet	Goal 11: Città e comunità sostenibili Goal 13: Cambiamento climatico	Disastro idrogeologico	Popolazione esposta al rischio di alluvioni e frane (ISPRAP)	Ispra su PRA/PGRA e Iscat (SDG 11.5.1 e 13.1.1)		Popolazione a rischio residente in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata: 2% Popolazione rischio frana 4,3 % Popolazione esposta a pericolosità idraulica elevata: 9,9%, quella esposta a pericolosità idraulica media è 62,5%, mentre quella a bassa pericolosità è 69,4%	/	-			Raddoppio delle risorse per la manutenzione di corsi d'acqua, versanti e litorali per garantire gli interventi strategici e prioritari e assicurare la cura costante del territorio con la manutenzione di corsi d'acqua, dei versanti e dei litorali, la Regione punta a raddoppiare le risorse da 50 a 100 milioni in 5 anni.
		Erosione costiera ed inondazione marina	Erosione costiera: ASE(Accumulo - Stabile - Erosione) ASPE (Accumulo - Stabile - equilibrio Precario - Erosione)	Arpae		ASPE: nel periodo 2012-2018, 38,75 km (33%) delle spiagge è in accumulo 23,71 km (20%) è in condizioni di stabilità senza necessità di alcun aiuto, mentre 54,855 km (47%) del litorale presenta delle criticità. ASE: nel periodo 2012-2018, risulta per 41,735 km (16%) in accumulo di sedimenti, per 54,245 km (46%) stabile e per 21,34 km (18%) in erosione Litorale in erosione ma in parte stabilizzato con interventi di ripascimento (periodo 2012-2018)	→	Litorale in erosione ma in parte stabilizzato con interventi di ripascimento (periodo 2012-2018)			
			Inondazione marina	RER		Pericolosità idraulica (PGRA): P1 (ha) P2 (ha) P3 (ha) 2013: 7876,20 3137,80 1863,60 2019: 7879,05 3040,02 1511,80 Nel complesso la situazione appare critica ma sostanzialmente invariata nel periodo 2013-2019; la riduzione delle aree P3 dipende in parte dalla riduzione di ampiezza di alcuni litorali	→	Situazione critica ma sostanzialmente invariata nel periodo 2013-2019; la riduzione delle aree P3 dipende in parte dalla riduzione di ampiezza di alcuni litorali			
		Erosione	Erosione di suolo	Arpae		Perdita media annua di 9,91 Mg*ha ⁻¹ *anno ⁻¹ di suolo (se si considera l'intera superficie regionale)	→	stabile			

Piani	Goal 15: Vita sulla Terra - Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre, gestire sostenibilmente le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e far retrocedere il degrado del terreno, e fermare la perdita di diversità biologica	Paesaggio Uso e consumo di suolo	Impermeabilizzazione e consumo di suolo pro capite/anno (Schede regionali Rapporto Consumo di Suolo SNPA 2021)	SNPA		2021: 1,48 mq/abitante/anno; densità impermeabilizzazione 2,92 mq/ha.	↑	crescita	consumo di suolo a saldo zero	Quota max del 3% di aumento di consumo di suolo fino al 2050 Messa a sistema entro 2025 di sistemi di monitoraggio del contenimento del consumo di suolo.			Piano per la transizione ecologica (PTE): azzerare il consumo di suolo entro 2030		
			Frammentazione del territorio naturale e agricolo (Ispra, %)	ISPR (SDG 15.3.1 - Agenda)		55-60%, 2020	→	stabile							
			Impermeabilizzazione del suolo da copertura artificiale (Ispra,%)	ISPR (SDG 15.3.1 - Agenda 2030)		9,5-10%, 2021	/	-							
			incidenza percentuale verde urbano sulla superficie comunale (Istat, %)	ISTAT		2020: Piacenza 2,43%; Parma 7,36%; Reggio Emilia 4,45%; Modena 5,71%; Bologna 6,11%; Ferrara 2,04%; Ravenna 1,17%; Forlì- Cesena 1,24/1,58%; Rimini 2,25%.	→	stabile							
			Monitoraggio semestrale delle aree trasformate dei Piani Urbanistici comunali vigenti ai sensi della LR 24/2017 (Art.5, comma 6)	RER		Consumati 725 ettari di suoli liberi, di cui 405 ad usi produttivi/terziari/commerciali (56%) e 320 ad usi residenziali (44%) (fonte RER dati 2022)	/	-							
			Quota di superficie agricola utilizzata (SAU) investita da coltivazioni a basso input	SRSVS ER		La Strategia Regionale per lo Sviluppo Sostenibile riporta come ultimo dato al 2019:27%	/	-						copertura di almeno il 45% della SAU con pratiche a	copertura di almeno il 45% della SAU con pratiche a basso input al 2030
			Quota di superficie agricola utilizzata (SAU) investita da coltivazioni biologiche	ISTAT (SDG 2.4.1, SRSVS ER)		17,6 % (ISTAT 2021)	↑	crescita						25% della SAU - ER 2030	25% della SAU UE 2030

SP Agen da 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo	INDICATORI	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE
Planet	Goal 15: Vita sulla Terra - Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre, gestire sostenibilmente le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e far retrocedere il degrado del terreno, e fermare la perdita di diversità biologica	Indice di qualità dei suoli/servizi ecosistemici	Servizio ecosistemico di regolazione del ciclo del carbonio : "Sequestro di carbonio attuale". Indice di quantità del servizio erogato (0-1) dai suoli a scala regionale per la parte di pianura	RER	Prevalenza della classe "media" alla scala regionale per la porzione di pianura
			Servizio ecosistemico di regolazione dell'acqua/ controllo ruscellamento-alluvioni: WAR infiltrazione di acqua nel suolo. Indice di quantità del servizio erogato (0-1) dai suoli a scala regionale per la parte di pianura	RER	La capacità di infiltrazione è prevalentemente media nell'area di pianura. L'impermeabilizzazione è un fattore limitante per questo servizio ecosistemico
			Carta del servizio ecosistemico di habitat del suolo: biodiversità (BIO). Indice di quantità del servizio erogato (0-1) dai suoli a scala regionale per la parte di pianura	RER	Prevalenza di aree con bassa e media fornitura di questo servizio ecosistemico
			Servizio ecosistemico di approvvigionamento del suolo: produzione di biomassa (PRO). Indice di quantità del servizio erogato (0-1) dai suoli a scala regionale per la parte di pianura	RER	Prevalenza di aree con elevata e media fornitura di questo servizio
			Servizio ecosistemico di regolazione dell'acqua/ riserva idrica potenziale WAS. Indice di quantità del servizio erogato (0-1) dai suoli a scala regionale per la parte di pianura	RER	La capacità di stoccare acqua è prevalentemente media e alta nel territorio di pianura. Il grado di impermeabilizzazione è un fattore limitante per questo servizio ecosistemico
			Servizi ecosistemici di regolazione del ciclo dell'acqua/rilascio e ritenzione dei nutrienti e degli inquinanti/ BUF. Indice di quantità del servizio erogato (0-1) dai suoli a scala regionale per la parte di pianura capacità depurativa dei suoli (potenziale)	RER	Ampie porzioni del territorio di pianura sono contenute nelle classi medie e alte. La fascia costiera, la piana a meandri e una parte del margine risultano essere aree fragili da questo punto di vista.
			Carta dell'Indice di qualità dei servizi ecosistemici. La carta dell'indice di qualità sintetico in 5 classi dei 4 SE più consolidati (PRO, WAR, CST, BUF) considerati nel loro complesso individuando così le macroaree con i suoli che offrono una molteplicità di servizi ecosistemici.	RER	I suoli della pianura emiliano-romagnola sono fertili e svolgono importanti funzioni di regolazione delle acque meteoriche e di attenuazione dei potenziali contaminanti e dei nutrienti. Tuttavia le pressioni a cui sono sottoposti (agricoltura intensiva, uso di ammendanti di varia natura, impermeabilizzazione) influiscono negativamente su alcune delle loro funzioni limitandole con conseguente diminuzione dei servizi ecosistemici forniti

* in relazione alle caratteristiche dell'indicatore ed eventualmente al periodo indicato nel posizionamento

SP Agen da 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo	INDICATORI	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO	Trend*	Trend (breve periodo)	Target			
									Patto Lavoro e Clima	AGENDA 2030 - SRSvS ER	Norme, Piani, Strategia e Direttive	
Planet	Goal 15: Vita sulla Terra - Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre, gestire sostenibilmente le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e far retrocedere il degrado del terreno, e fermare la perdita di diversità biologica	biodiversità e reti ecologiche	Aree forestali in rapporto alla superficie regionale (%)	RER/ISTAT - FAO e INCF (SDG 15.1.1)		28,7% in rapporto a tutta la superficie regionale (carta Uso del suolo 2020 regionale, 2023)	/			Aree forestali nei territori di pianura 4000 ha ER-2025		
			Aree protette in rapporto alla superficie regionale (ha)	RER		354.595 ha, corrispondente a circa il 16,2% della superficie regionale	/			Percentuale Aree terrestri protette 30% UE 2030		Progetto RER "Mettiamo radici per il futuro": Piantumazione di 4 milioni e mezzo di alberi in 5 anni entro 2025
			Zone Ramsar in rapporto alla superficie regionale (ha)	RER		23.112 ha, corrispondente a circa l'1% della superficie regionale	/	-				
			Siti Natura 2000 in rapporto alla superficie regionale	RER		301.761 ha, corrispondente a circa il 13,4% della superficie regionale	/	-				
			Numero di specie aliene presenti negli ecosistemi acquatici regionali con riferimento anche alle specie aliene invasive di rilevanza unionale (Regolamento europeo 1143/2014 (Art.12) e il Decreto di attuazione 230/2017 (Art. 5))	RER/in fase di elaborazioni e/ ISPRA (SDG 15.5.1 - Agenda 2030)	E' necessario l'avvio del monitoraggio sistematico delle specie aliene		/	-				
			Percentuale aree marine protette	RER (SRSvS ER)		1% (2019)	/				30% - UE 2030	

5P Agenda 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo		Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO
People	Goal 15: Vita sulla Terra -	rischio antropogenico	numero di stabilimenti a rischio di incidente rilevante	ARPAE		n.83 (2020)
			Numero dei siti contaminati	Arpae		1.253 sono i Siti di Interesse Regionale (SIR) e 7 sono i Siti di Interesse Nazionale (SIN), in totale 1.260 siti contaminati.
			Carte del contenuto naturale dei metalli pesanti. Distribuzione areale della concentrazione di metalli nel subsoil (circa 1 m) dei suoli agricoli	Arpae	Non si può esprimere uno stato perché si tratta di una qualità intrinseca del suolo. Nei suoli regionali contenuti di fondo NATURALE superiori alle CSC si verificano localmente per Cr e Ni e sono legate alla presenza di ofioliti nel materiale parentale dei suoli	-
			Carte del contenuto naturale-antropico dei metalli pesanti. Distribuzione areale della concentrazione di metalli nel primo orizzonte (topsoil) dei suoli agricoli	Arpae	I valori sono prevalentemente al di sotto delle CSC per le aree agricole e solo il rame al momento rappresenta una criticità in quanto fortemente arricchito in superficie rispetto al contenuto di fondo naturale	-
			Report sul contenuto biodisponibile dei metalli nei suoli. Valutazioni sul grado di biodisponibilità dei metalli nei diversi tipi di suoli della pianura emiliano-romagnola	Arpae	Alcuni metalli in determinate condizioni risultano mobili verso le piante nella maggioranza dei casi con valori al di sotto dei livelli soglia di attenzione delle normative europee che hanno dei riferimenti per questo parametro. Il rame si conferma come il parametro più critico a causa della sua elevata mobilità sia verso le piante che verso le acque, le aree con i suoli acidi sono particolarmente vulnerabili per questo aspetto	-

3.11 Qualità ed utilizzo delle risorse idriche

Si rimanda in questa fase alla *Valutazione Globale Provvisoria* e alle D.G.R. n. 2293 del 27 dicembre 2021 “Direttiva 2000/60/CE (Direttiva quadro acque) terzo ciclo di pianificazione 2022-2027: presa d'atto degli elaborati costituenti il contributo della Regione Emilia-Romagna ai fini del riesame dei piani di gestione distrettuali 2021-2027 dei distretti idrografici del fiume Po e dell'Appennino Centrale” e alla D.G.R. n. 992 del 20 giugno 2022 "Reporting 2022 direttiva quadro acque 2000/60/ce - informazioni ai sensi del d.m. 17 luglio 2009 da trasmettere ai fini della reportistica WISE - Water information system for Europe in applicazione dell'art.15 DQA”, che contengono il quadro di riferimento per quanto riguarda la componente ambientale oggetto di Piano.

4 GREEN ECONOMY ED ECONOMIA CIRCOLARE

La transizione verso modelli sostenibili di produzione e consumo è un processo richiesto dagli strumenti di indirizzo e azione comunitari, in particolare dall'Agenda 2030 e dal Piano d'azione europeo per l'economia circolare, e che coinvolge tutti gli stakeholders (es. operatori economici, consumatori, cittadini, organizzazioni della società civile) nell'ottica di condividere politiche condivise su tutte le filiere.

In tale processo, tutti gli stakeholders avranno nei prossimi anni un ruolo chiave, in particolare:

- la ricerca dovrà progettare prodotti in vista del futuro riutilizzo dei materiali o soluzioni per conservare il valore delle risorse, migliorando: durabilità, riparabilità e riusabilità, nonché riducendo il loro impatto;
- le imprese dovranno sviluppare modelli di business che generino ricavi dalla valorizzazione dei rifiuti, dalla loro dematerializzazione e dalla fornitura di servizi, più che di prodotti (modelli PaaS – Product as a Service basati sul noleggio, affitto o condivisione dei prodotti);
- i consumatori dovranno scegliere prodotti che favoriscano la chiusura del ciclo, utilizzarli in modo efficiente e smaltirli in modo adeguato così da innescare un continuo miglioramento aziende-consumatori e viceversa;
- le istituzioni pubbliche e finanziarie dovranno facilitare il processo di transizione con regole chiare, agevolazioni, incentivi e un adeguato accesso al credito, promuovendo soluzioni più ambientalmente compatibili.

L'estensione dell'economia circolare dai precursori agli operatori economici tradizionali contribuirà, inoltre, in modo significativo al conseguimento della neutralità climatica entro il 2050 e alla dissociazione della crescita economica dall'uso delle risorse, garantendo nel contempo la competitività a lungo termine dell'UE.

In questo contesto, si inseriscono a pieno titolo gli strumenti di pianificazione e di indirizzo regionale, quali declinazione del livello comunitario e nazionale, ed, in particolare, il Patto per il Lavoro e il Clima, con cui si è affermato che la transizione ecologica dovrà assumere un carattere di

piena trasversalità in tutte le politiche settoriali regionali, con un approccio organico verso tutta la futura attività di normazione, pianificazione e programmazione.

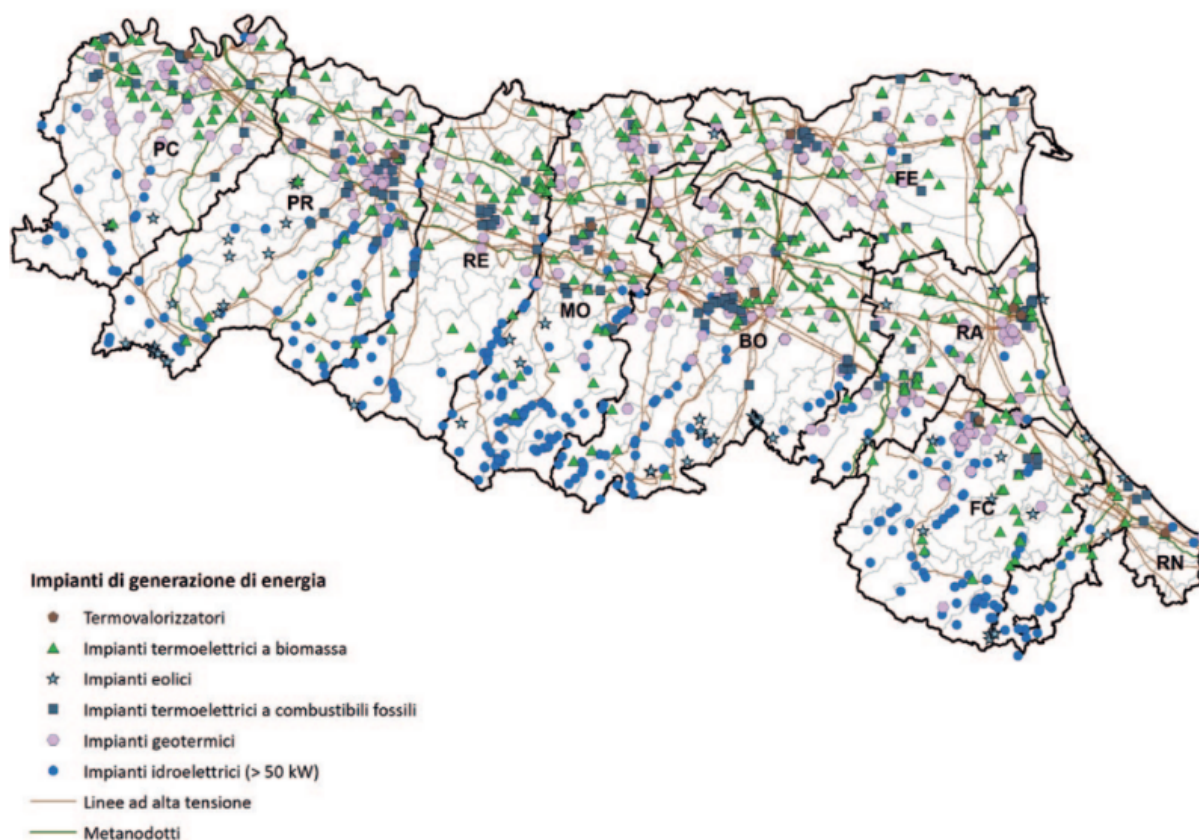
4.1 Energia

La **domanda regionale di energia**, al 2022, è risultata di 29.422,8 GWh, in raffronto alla produzione netta di energia di 25.161,3 GWh (dati Terna, 2022).

La localizzazione territoriale degli impianti e delle infrastrutture energetiche in Emilia-Romagna è rappresentata nella figura seguente.

I consumi energetici regionali coperti da fonti rinnovabili, al 2020, rappresentano il 12% dei consumi finali lordi di energia, garantendo il raggiungimento del valore obiettivo assegnato, al 2020, all'Emilia Romagna dal DM 15/03/2012 (c.d. decreto Burden sharing) pari a 8,9%. Il **fabbisogno energetico regionale** è soddisfatto da un sistema di impianti di produzione di energia con potenza efficiente lorda pari a 9.785 MW (dati Terna, 2022), la cui localizzazione è rappresentata nella figura seguente.

Figura 4-1 > Principali impianti ed infrastrutture energetiche in Emilia-Romagna nel 2020



Nonostante l'incremento delle fonti rinnovabili, desumibile dalle serie storiche riportate nella figura 4-2 e 4-3 di potenza elettrica e produzione di energia elettrica, il sistema energetico regionale rimane allo stato attuale **fortemente energivoro e dipendente dalle fonti fossili**, sebbene gli obiettivi strategici regionali siano molto sfidanti e prevedano la neutralità carbonica entro il 2050 e il 100% di energie rinnovabili entro il 2035 (obiettivo Patto per il Lavoro e il Clima).

Figura 4-2 > Andamento temporale della produzione elettrica, per tipologia di fonte, in regione (2000-2022), Fonte Arpae su dati GSE, Terna

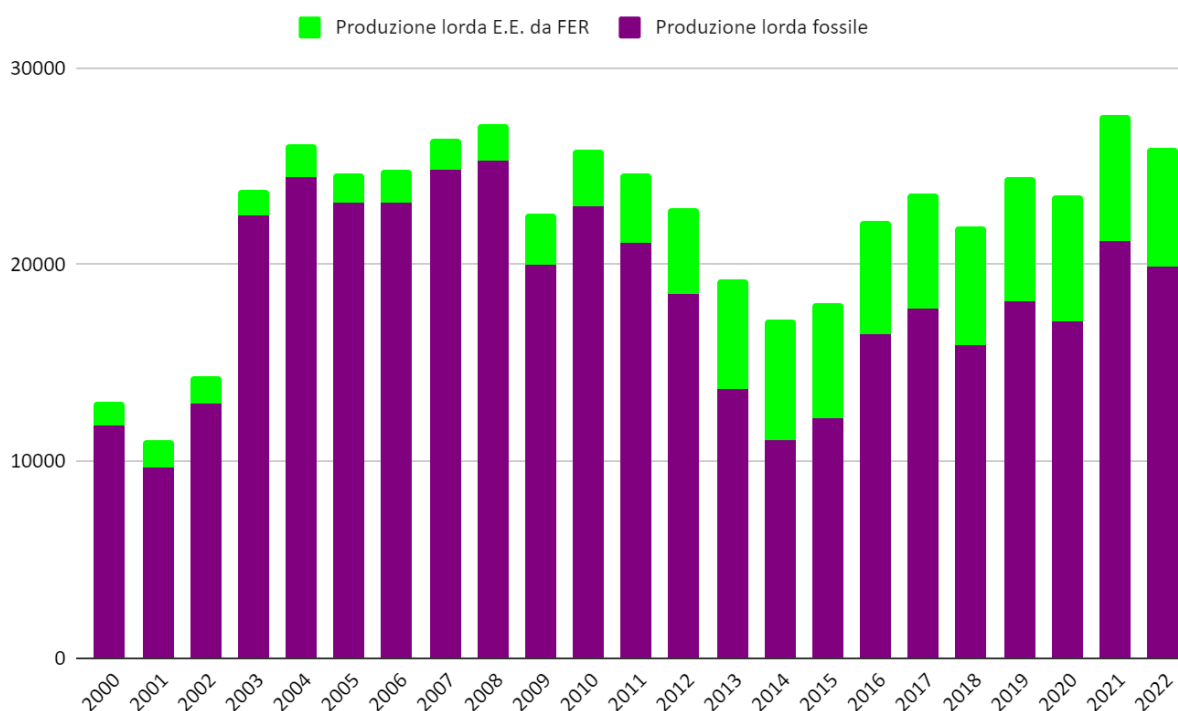
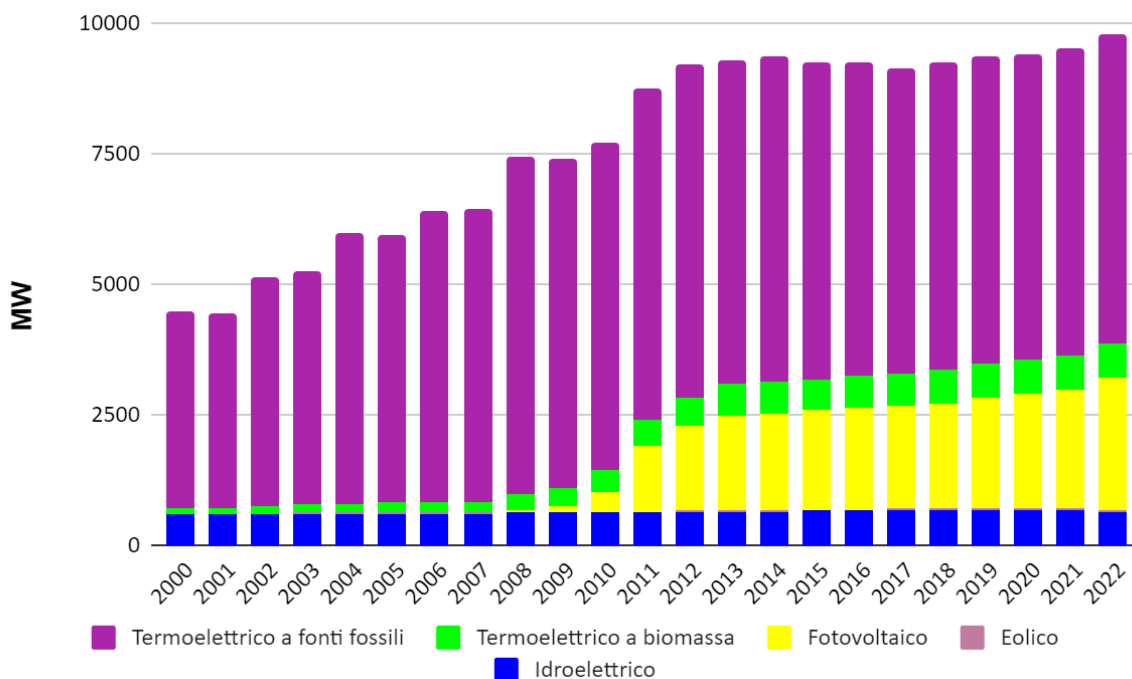


Figura 4-3> Andamento temporale della potenza elettrica lorda installata, per tipologia di fonte, in regione (2000-2022), Fonte Arpae su dati GSE, Terna

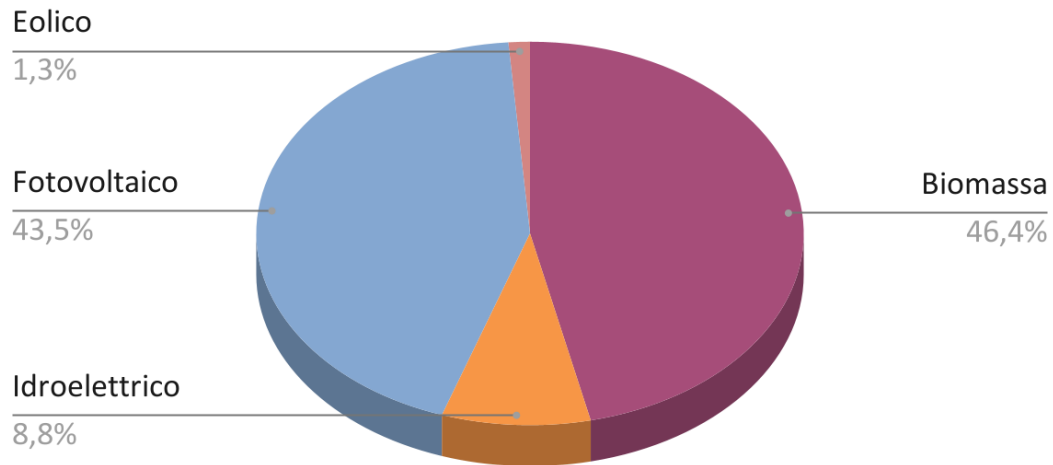


Complessivamente il parco regionale di impianti da fonti rinnovabili risulta costituito da: 72 impianti eolici, 220 idroelettrici, 343 alimentati a bioenergie, 126.703 fotovoltaici (Fonte Terna,2022).

In termini di **produzione lorda di energia elettrica**, al 2022, il valore totale regionale è risultato di circa 25.950 GWh, rispetto al quale la produzione da fonti rinnovabili costituisce il 23%.

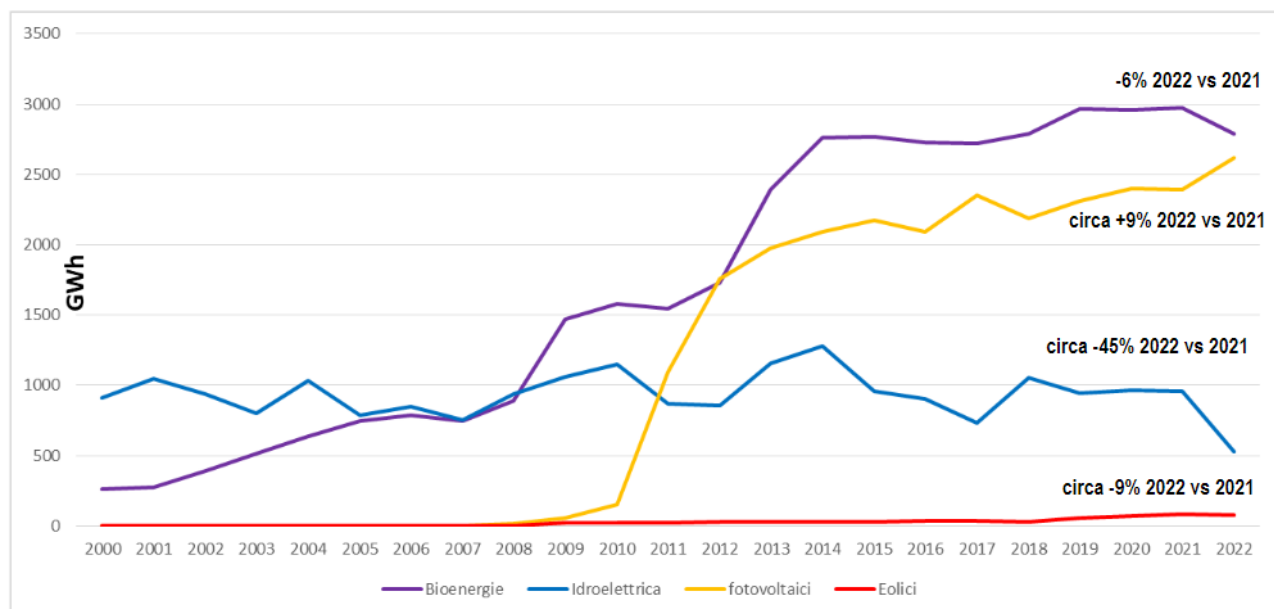
Come rappresentato nella figura seguente, al 2022, la produzione di energia elettrica da FER (circa 6.000 GWh) è così suddivisa: bioenergie (circa 2.790 GWh, 46,4%), fotovoltaico (2.615 GWh, 43,5%), idroelettrico (527,5 GWh, 8,8%), eolico (76 GWh, 1,3%).

Figura 4-4> Ripartizione percentuale produzione elettrica da FER nel 2022, Fonte Arpae su dati GSE, Terna



Analizzando la serie storica di ciascuna fonte rinnovabile, riportata nella figura seguente, si rileva che fino al 2010 la principale fonte rinnovabile è stata l'idroelettrica; dal 2011, la significativa e repentina crescita degli impianti fotovoltaici ha determinato una produzione più che doppia rispetto agli idroelettrici. Nella figura si sottolineano, inoltre, per ciascuna fonte, le variazioni di produzione di energia del 2022 rispetto al 2021, con particolare riferimento all'idroelettrico.

Figura 4-5> Focus su produzione energia elettrica lorda da FER (2000 - 2022), Fonte Arpae su dati GSE, Terna

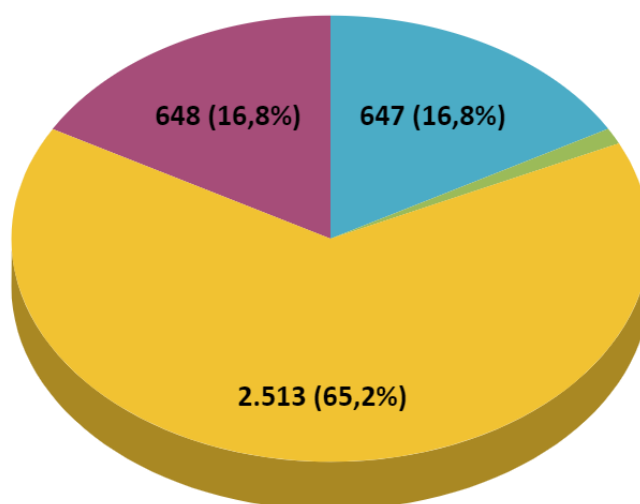


In termini di potenza installata, circa il 40% è rappresentato da impianti a fonti rinnovabili, ossia 3.854 MW (Dati 2022, Arpae su dati Terna, GSE³¹). Come rappresentato nella figura seguente, la capacità installata rinnovabile, al 2022, risulta così suddivisa: fotovoltaico (2.513 MW, % 65,2), termoelettrico a biomassa (648 MW, 16,8%), idroelettrico (647 MW al lordo dei dato di pompaggio; 16,8%), eolico (45 MW, 1,2%).

³¹ Dato inclusivo del valore relativo al pompaggio degli impianti idroelettrici

Figura 4-6> Ripartizione percentuale potenza elettrica da FER 2022, Fonte Arpae su dati GSE, Terna

● **Idroelettrico** ● **Eolico** ● **Fotovoltaico** ● **Biomassa**



Allo stato attuale, in attesa dei nuovi scenari del Piano energetico regionale (PER), gli scenari obiettivo, a livello regionale, sono quelli del suddetto Piano, rappresentati in Figura 4-6 in termini di potenza installata e produzione, in relazione agli ultimi dati di monitoraggio. In particolare per l'idroelettrico emerge che gli obiettivi in termini di potenza installata al 2030 sono già stati raggiunti (sia in relazione allo scenario tendenziale che allo scenario obiettivo), mentre risultano ancora leggermente distanti quelli di produzione elettrica.

Tali obiettivi sono stati ripresi anche nell'ambito del Piano Triennale di Attuazione del PER 2022-2024, approvato dall'Assemblea Legislativa con Delibera n.112 del 6 dicembre 2022, in relazione anche al contesto regolatorio e programmatico in materia di energia, mutato in maniera significativa dall'approvazione del PER (marzo 2017) e del precedente Piano Attuativo 2017-2019. In figura 4-8 si riporta il confronto tra gli obiettivi dei principali strumenti regionali ed europei al 2030 desunto dal PTA del PER 2022-2024.

Figura 4-7> Raffronto Potenza e Produzione elettrica da FER in raffronto allo scenario del Piano Energetico Regionale (Fonte: Terzo Rapporto di monitoraggio del PER)

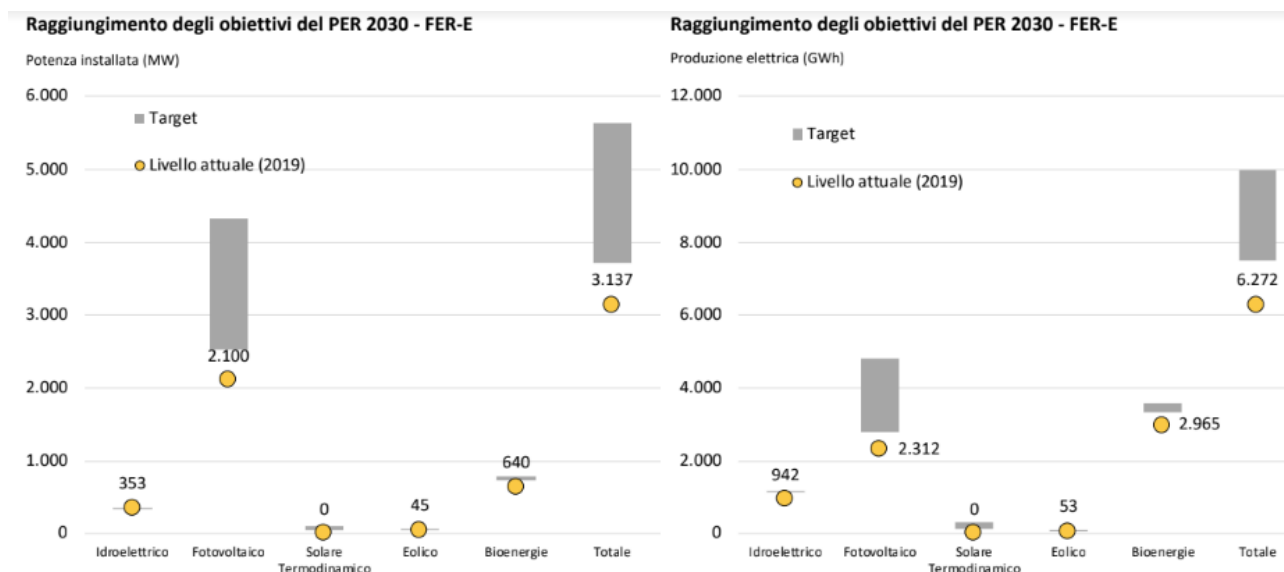
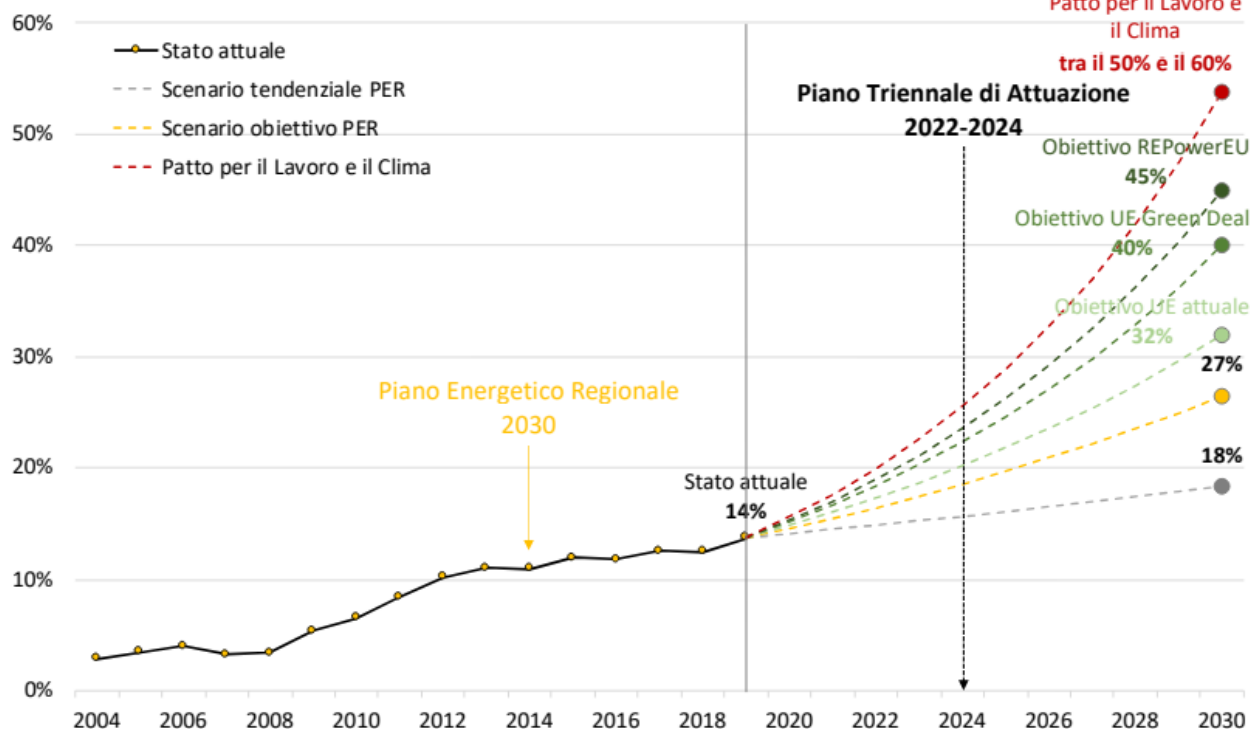


Figura 4-8> Obiettivi sulle fonti rinnovabili in Emilia-Romagna (Fonte: Piano Triennale di Attuazione del PER 2022-2024)

Obiettivi sulle fonti rinnovabili in Emilia-Romagna

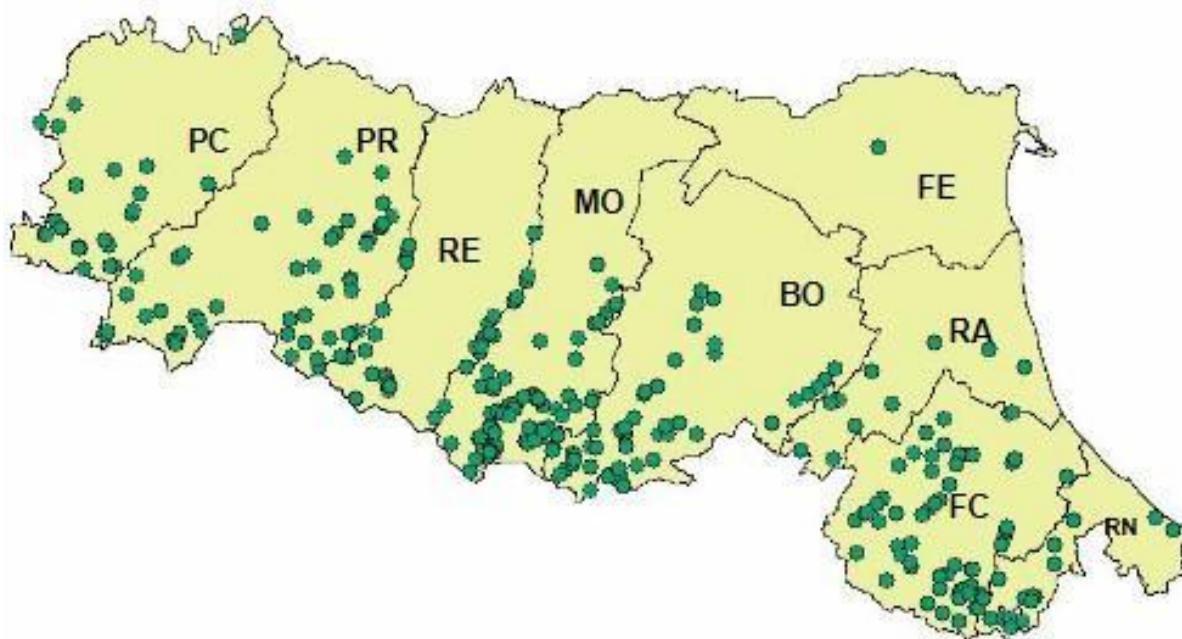
% di copertura con FER dei consumi finali



Impianti idroelettrici

In Emilia-Romagna sono presenti 245 concessioni idroelettriche, che concorrono per circa il 5% rispetto al totale di impianti idroelettrici installati sul territorio nazionale. Il maggior numero di impianti idroelettrici risultano localizzati nell'Appennino modenese, come emerge dalla figura seguente, che rappresenta la localizzazione degli impianti.

Figura 4-9> Localizzazione impianti idroelettrici, Arpae 2020



Come già riportato in precedenza, al 2022, la potenza elettrica installata (potenza efficiente lorda) di questi impianti è pari a circa 648 MW, pari a circa il 17 % della potenza delle FER, mentre il valore di produzione di energia elettrica lorda è pari a circa 527 GWh. I dati relativi alla potenza installata nella tipologia "idroelettrico" comprendono anche l'impianto di pompaggio Suviana – Brasimone (di potenza pari a 330 MW), utilizzato per l'accumulo di energia e caratterizzato da due distinte fasi giornaliere: durante le ore notturne, quando la richiesta di energia elettrica è minore, l'acqua viene pompata nel bacino superiore e viene poi fatta rifluire verso il bacino inferiore (producendo energia elettrica) nelle ore del giorno, quando la richiesta raggiunge il massimo. Come previsto dalla Direttiva 2009/28/CE, la frazione di energia elettrica prodotta da questo tipo di centrali, utilizzata per il pompaggio, deve essere esclusa nel calcolo delle fonti rinnovabili (FER).

Nelle figure seguenti si riporta l'andamento temporale al 2000 al 2022 di potenza elettrica e produzione relativi alla fonte idroelettrica. In particolare si rileva un trend in crescita per la potenza elettrica lorda fino al 2021(+13% 2021 vs 2000) e un successivo calo di potenza di circa 6% nel 2022 rispetto al 2021. L'andamento della produzione, fortemente influenzato anche dalle condizioni climatiche, è caratterizzato da valori maggiori nel decennio 2000-2010, in cui

l'idroelettrico ha costituito la principale fonte rinnovabile di produzione di energia. Si rileva inoltre un forte calo della produzione di energia nel 2022 di circa il 45% rispetto al 2021.

Figura 4-10> Andamento temporale della potenza elettrica lorda installata, da fonte idroelettrica, in regione (2000-2021), Fonte Arpae su dati GSE, Terna

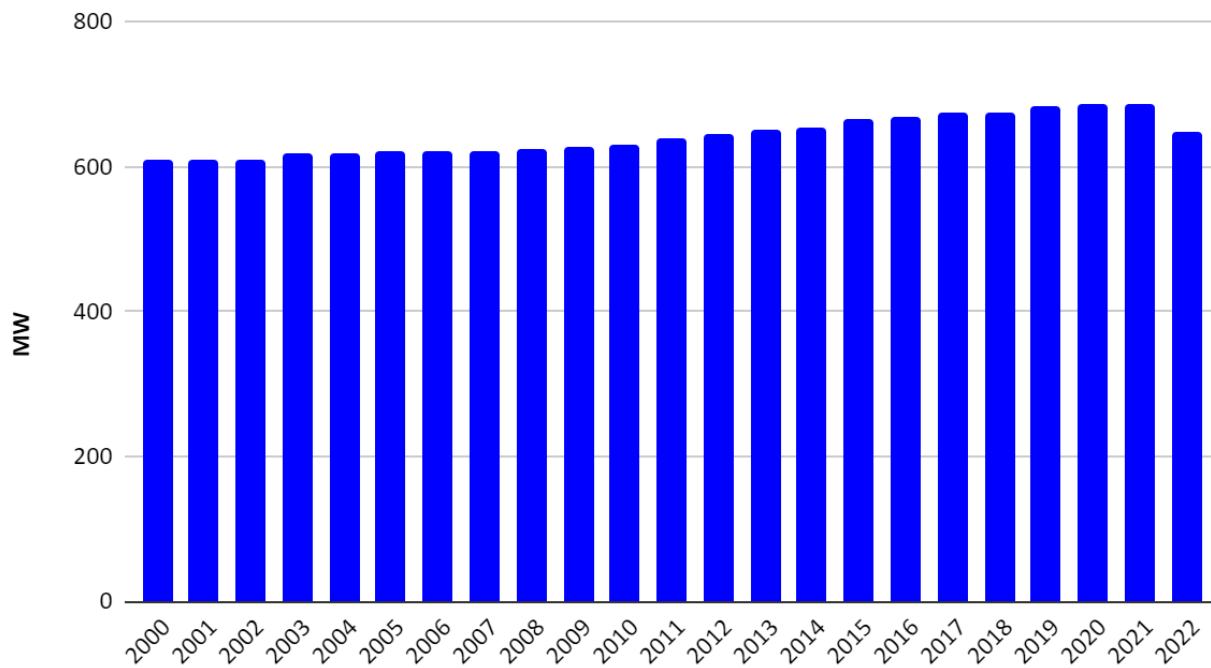
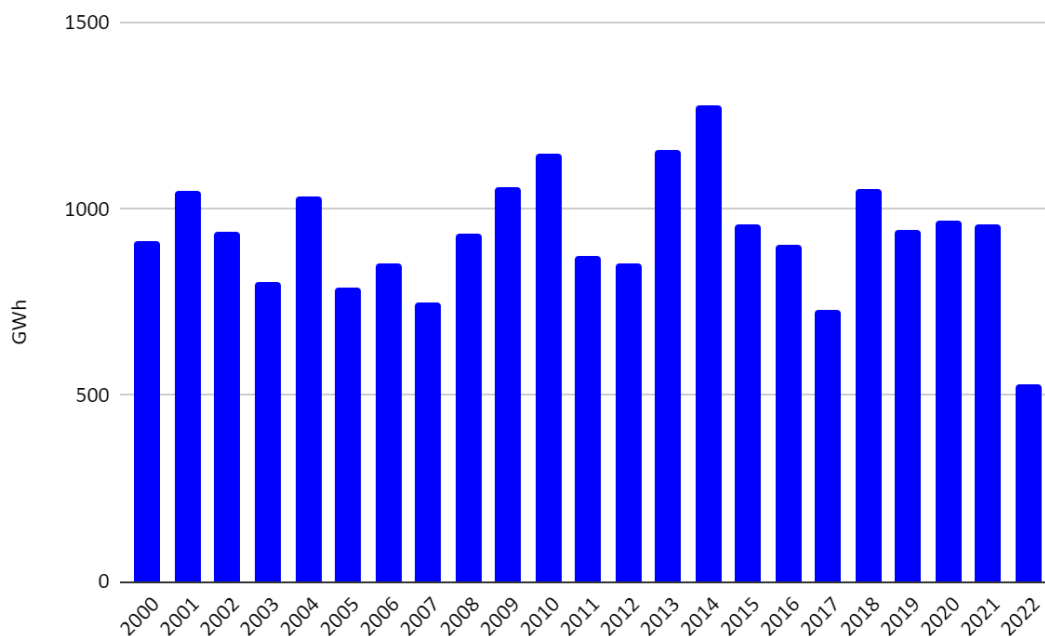


Figura 4-11 > Andamento temporale della produzione elettrica lorda, da fonte idroelettrica, in regione (2000-2022), Fonte Arpae su dati GSE, Terna



Si osserva che nella maggior parte dei casi si tratta di impianti di piccole dimensioni, con potenza complessiva inferiore a 1 MW. Il numero di concessioni idroelettriche rilasciate per impianti con potenza superiore a 1 MW, incluse le grandi derivazioni con potenza > 3 MW) è, al 2023, pari a 25 su 245, ossia circa il 10%. La potenza totale media di tali impianti, da concessione, è pari a circa 147 MW (circa il 77% del valore totale), mentre la producibilità stimata è di circa 1.282 GWh/anno (circa il 76% del valore totale).

L'energia idroelettrica è sempre stata considerata una fonte rinnovabile non intermittente perché meno soggetta alla variabilità meteorologica rispetto all'eolico e al fotovoltaico grazie al fatto che la generazione spesso avviene in grandi impianti in prossimità di un invaso che funge da riserva d'acqua durante i periodi siccitosi. Il cambiamento climatico (e nella fattispecie la variazione interannuale di precipitazione) mette a rischio questa fonte di approvvigionamento energetico a causa di prolungate siccità, che diventano sempre più frequenti e intense, e che influenzano in particolare le grandi derivazioni, come mostrato dai dati di produzione elettrica di tali impianti (in particolare nel 2022 è stata rilevata una riduzione del 48% rispetto al 2021³²).

Tra l'altro neanche l'eccesso idrico, durante i momenti concentrati di piogge, apporta grandi vantaggi essendo i serbatoi progettati con un limite massimo di contenimento della risorsa idrica. Il

³² Fonte dati Arpae

riscaldamento globale, inoltre, aumenta la traspirazione della vegetazione e l'evaporazione dal suolo e specchi d'acqua. I suddetti fattori concorrono tutti alla diminuzione dell'afflusso di risorsa idrica verso l'invaso e alla perdita di acqua dall'invaso stesso. Una stima dell'evaporazione dal 2007 al 2021 degli invasi presenti in regione (fonte carta regionale di uso del suolo, anno 2017) è riportata nella tabella della pagina seguente.

Tabella 4-1> Stima dell'evaporazione da ciascun bacino idroelettrico dal 2007 al 2021

Bacino	Altitudine (m slm)	Estensione (ha)	Evaporazione (mm)	Volume evaporato (m ³)
Lago di Trebecco	400	47,2	1.265 ± 203	596.448 ± 95.775
Torrente Aveto	800	4,6	895 ± 138	41.453 ± 6.406
Lago di Mignano	463	75,1	1.057 ± 160	793.797 ± 120.181
Bacino di Bosco	1168	0,9	708 ± 105	6.558 ± 968
Laghi di Vecchiatica	1000	2,7	967 ± 141	26.290 ± 3.829
Lago della presa alta	1417	1,0	663 ± 108	6.926 ± 4.964
Lago di Fontanaluccia	773	18,9	926 ± 144	175.350 ± 27.327
Torrente Dragone	953	2,2	851 ± 132	18.441 ± 2.860
Lago Oasi Serena	892	0,9	884 ± 127	7.728 ± 1.114
Torrente Scoltenna	887	5,4	994 ± 153	54.045 ± 8.309
Centrale di Strettara	534	0,3	1.110 ± 170	3.576 ± 547
Bacino di Pavana	597	2,6	1.051 ± 171	27.156 ± 4.421
Lago di Suviana	597	148,9	1.051 ± 171	1.565.562 ± 254.848
Lago del Brasimone	759	53,8	982 ± 168	528.199 ± 90.365
Lago di Santa Maria	567	7,7	977 ± 170	75.415 ± 13.146
Centrale idroelettrica le Piane	370	0,4	1.095 ± 187	4.584 ± 781
Lago di Tavianella	884	1,5	971 ± 157	14.455 ± 2.337
Lago di Ridracoli	866	99,2	919 ± 190	912.497 ± 188.155
Lago di Quarto	374	2,8	1.069 ± 161	30.070 ± 4.530

L'uso delle risorse idriche nella produzione di energia con impianti termoelettrici

Nella produzione di energia con impianti termoelettrici, gli usi idrici sono legati ad impieghi connessi al raffreddamento a ciclo aperto, oppure agli usi conservativi della risorsa acqua quando servono al raffreddamento di impianti a ciclo chiuso; inoltre l'acqua serve anche per gli usi energetici di alcuni insediamenti industriali produttivi. Gli impianti di maggiori proporzioni hanno generalmente una fase di raffreddamento a ciclo aperto, alla quale sono connessi ingenti volumi idrici (anche dell'ordine delle centinaia di Mmc /anno); tali impianti sono di conseguenza localizzati

in prossimità del Fiume Po o del mare, risultando indispensabile disporre della sicura possibilità di approvvigionamento di portate pari a diversi metri cubi al secondo d'acqua, indisponibili sui corsi d'acqua appenninici. Nel caso di raffreddamento con sistemi a ciclo chiuso le necessità idriche sono decisamente più contenute (anche due o tre ordini di grandezza in termini di fabbisogni idrici per kWh prodotto). Oltre agli usi di raffreddamento sono poi presenti usi, spesso qualificati come "industriali", riferibili alla produzione di vapore per le turbine, ai lavaggi, al trattamento fumi, ecc. Questi usi sono non conservativi per l'acqua e presentano linee dedicate per l'approvvigionamento (in alcuni casi non da acque superficiali, ma da acque di falda) e lo scarico (in alcuni casi non in corpi idrici superficiali, ma in prima falda). È da segnalare che un uso è da considerarsi conservativo se i volumi prelevati sono sostanzialmente equivalenti a quelli scaricati e le caratteristiche qualitative delle acque scaricate non differiscono sensibilmente da quelle prelevate (a parte per la temperatura). Molti dei circa 300 impianti censiti sono associati a siti industriali: in alcuni casi, si tratta di industrie che svolgono direttamente attività produttive, e in questo caso le attività e i relativi consumi e fabbisogni idrici sono classificati dalla Ateco 2007 nel comparto manifatturiero; in altri casi, si tratta di aziende separate che operano un servizio di fornitura di energia per usi produttivi e, in questo caso, sono classificati dalla Ateco 2007 nella Sezione D (appartenente all'industria, ma extra manifatturiera).

Riguardo le acque di raffreddamento negli impianti termoelettrici si riportano di seguito i dati disponibili relativi ai volumi di acqua prelevati, ricostruiti sulla base delle concessioni specifiche rilasciate.

Tabella 4-2> Andamento Volumi derivati nelle centrali 2016-2022, fonte Arpae

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Volumi derivati	Mmc/a	Mmc/a	Mmc/a	Mmc/a	Mmc/a	Mmc/a	Mmc/a
Centrale Termoelettrica La Casella - Enel Castel S. Giovanni (PC)	434,76	417,24	311,1	492	495	616,77	565,77
Termoelettrico A2A Piacenza, loc. Adamello	135	207	204				

Ulteriormente si riportano i seguenti dati prelevati dalle altre centrali termoelettriche, reperiti nell'ambito dello Studio "Ricognizione dei prelievi e delle emissioni di inquinanti sulla matrice acqua per le aziende presenti nel territorio regionale che scaricano sostanze pericolose e/o ricadono nella normativa IED - Aggiornamento 2016-2018" (Arpae Emilia-Romagna, 2019):

- centrale di Ostiglia (fuori regione): 310 Mmc/anno prelevati e restituiti in Po;
- centrale di Sermide (fuori regione): 235 Mmc /anno prelevati e restituiti in Po;
- centrale di Porto Corsini (Ravenna): circa 70 Mmc /anno prelevati e restituiti in mare;

- centrale di Enipower (Ravenna): circa 35 Mmc /anno prelevati e restituiti in mare.

Focus su consumi energetici

In Emilia-Romagna, la quota dei consumi elettrici si è attestata, per il 2020, sul 19% dei consumi finali lordi totali. La domanda elettrica regionale, nello stesso anno, ha determinato un peso sul totale nazionale pari a quasi un decimo (9,64%) dei consumi finali lordi elettrici nazionali.

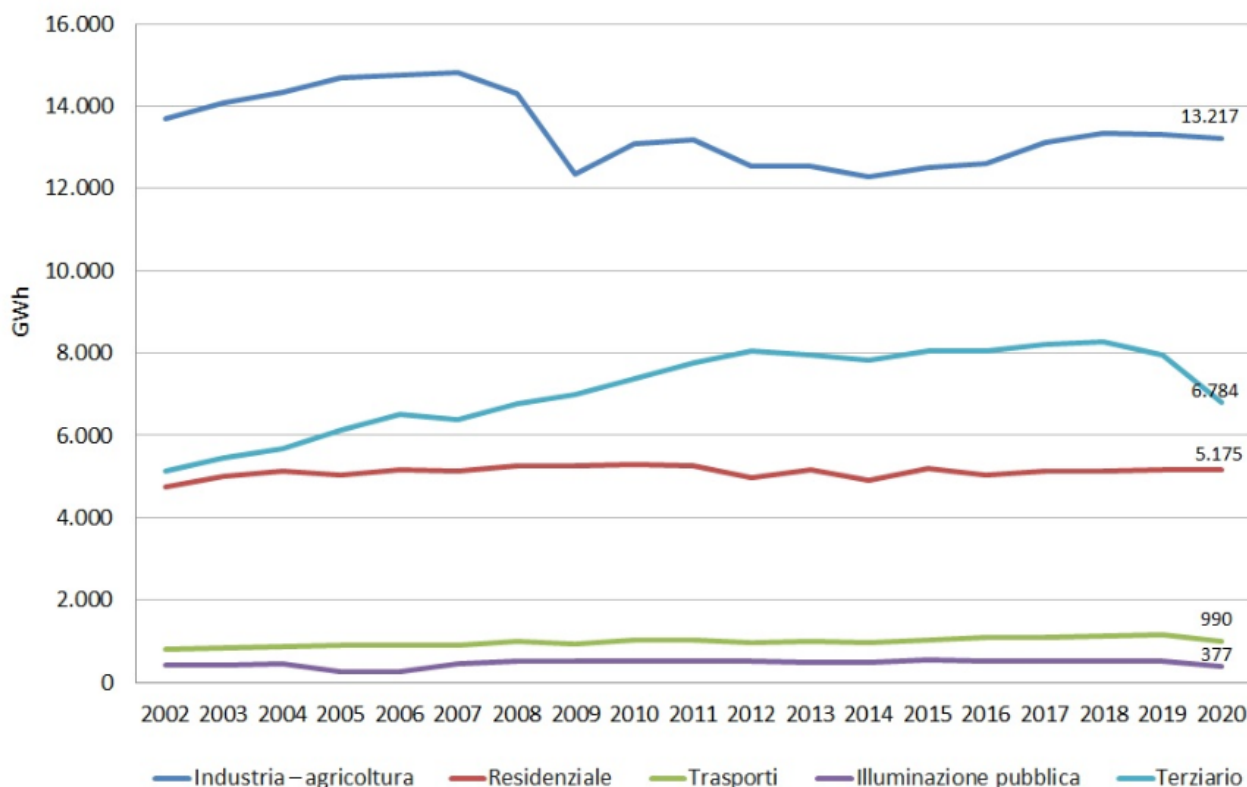
Nel 2020 la copertura da FER dei consumi energetici finali lordi regionali è stata pari a 1.422 ktep, pari al 12% dei consumi finali lordi di energia, superiore all'obiettivo fissato per la Regione Emilia-Romagna al 2020 (pari al 8,9% dei consumi finali, come previsto dal DM 15/3/2012 "Burden Sharing).

Di questa quota "verde" di consumo, il 39% è costituito da FER elettriche, il 61% da FER termiche. L'88% dei consumi è, tuttavia, ancora coperto da fonti di origine fossile. Di questa quota "fossile" di consumo, il 17% è rappresentato da energia elettrica, mentre l'83% da energia termica.

Il settore economico maggiormente energivoro, in riferimento ai dati 2020, è quello produttivo (36%), seguito dai trasporti (26%) e poi dal settore residenziale (22%); la domanda energetica del settore terziario copre il restante 16% dei consumi finali.

Il grafico della figura seguente rappresenta l'andamento, nel periodo 2002-2020, del consumo finale di energia elettrica dei vari settori economici.

Figura 4-12 > Andamento temporale regionale del consumo finale lordo di energia elettrica, per settore economico (2002-2020)



In particolare, il settore produttivo mostra una tendenza alla riduzione dei consumi totali fino al 2015, con -47% nel 2015 vs 2002; a partire dal 2016, l'andamento dei consumi energetici registra un'inversione di tendenza, con una crescita di +14% nel 2020 vs 2015 e non rileva segni di rallentamento neanche nel 2020, anno del blocco di parte del settore a causa del lockdown dovuto all'epidemia di Covid-19.

Il settore residenziale, caratterizzato da consumi in prevalenza termici (83%), dal 2002 registra un modesto calo dei consumi complessivi (-17%), dovuto ad una riduzione significativa dei consumi termici (-24%) e ad un contestuale aumento dei consumi elettrici (+9%); si evidenzia il picco di ribasso dei consumi termici residenziali nell'anno 2014; tra le motivazioni troviamo anche un inverno particolarmente mite.

Il settore trasporti presenta un minimo relativo di consumi, pari a 3.612 ktep, nel 2014, a cui segue un andamento altalenante ma crescente sino al 2018 (+6% al 2018 rispetto al 2014). Nel 2019 si assiste ad un rallentamento dei consumi del settore legato alla mobilità di persone e merci, mobilità che subisce un blocco quasi totale nel periodo della chiusura per Covid. Il settore dei trasporti mostra nel 2020 un rallentamento dei consumi pari a -17,7% rispetto al 2019.

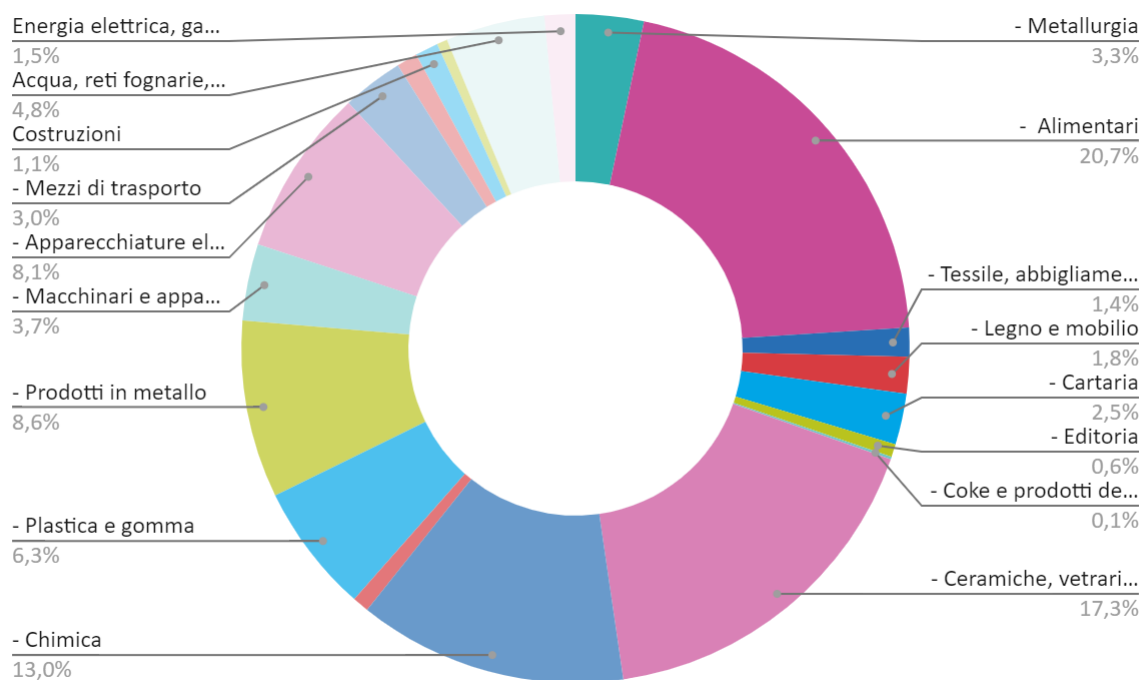
Il settore dei servizi (terziario) presenta, nel tempo, un andamento alquanto costante. Questo è tanto più vero nella quota di consumo termico, che vede un aumento di solo il 7% (2020 vs 2002), mentre è vero il contrario per quanto riguarda i consumi elettrici, che a meno di un'ovvia e brusca riduzione nel 2020 a causa del Covid, mostrano un coefficiente di elettrificazione superiore rispetto a tutti gli altri settori.

Focalizzandosi sul settore produttivo, costituito per il 72% da termico e per il 28% da elettrico, l'analisi dei consumi elettrici, circa il 28 % dei consumi totali del settore, mostra che le attività maggiormente energivore sono l'agroalimentare (225 ktep), la produzione di materiali da costruzione (industrie ceramiche, 188 ktep) ed il meccanico (221 ktep).

I principali utilizzi del settore alimentare sono legati agli impianti di produzione del freddo (macchine frigorifere), all'uso dei compressori o di macchinari elettrici per la preparazione, la produzione e il confezionamento degli alimenti.

Nel ceramico, l'elettricità è utilizzata per il funzionamento dei mulini, delle presse, degli essicatoi, dei forni, e in numerose altre fasi del processo di produzione. L'industria meccanica è contraddistinta dalla presenza di macchine utensili con elevati fabbisogni energetici, soprattutto elettrici. In maniera meno rilevante i fabbisogni elettrici derivano dal funzionamento degli impianti di compressione ad aria e dalla illuminazione interna ed esterna.

Figura 4-13> Consumo di energia elettrica per settore industriale, 2020, fonte: Arpae su dati Terna



In Emilia-Romagna, nel 2020, la quota maggiore (52%) dei consumi finali di energia da fonti rinnovabili è rappresentata da consumi termici, il 39% da energia elettrica, mentre il restante 9% è costituito da calore derivato (settore termico).

Tra i consumi elettrici da fonti rinnovabili il contributo da fonte idraulica è pari al 16% (Terna, 2022).

Per quanto riguarda i consumi finali di fonti fossili, in Emilia-Romagna, nel 2020, la quota maggiore (77%) dei consumi finali di energia è rappresentata da consumi termici, il 18% da energia elettrica, mentre il restante 5% è costituito da calore derivato, ottenuto dalla conversione energetica in impianti termoelettrici prevalentemente alimentati a gas naturale (settore termico).

4.2 Sintesi Indicatori Energia

ella tabella seguente si riportano gli indicatori descrittivi individuati, con la relativa fonte (esplicitando se Indicatore SDG Agenda 2030 o dell'Agenda SRV 2030), un'indicazione sintetica della condizione attuale per la componente sistemica in esame, espressa tramite la valutazione qualitativa indicata attraverso il colore dell'ultima colonna, il posizionamento, il trend rilevato e il target ove disponibile (Agenda SRV 2030, Patto per il lavoro e il clima, altre norme/piani/strategie/direttive), ove applicabili.

Tabella 4-3> Sintesi indicatori per componente Energia

* in relazione alle caratteristiche dell'indicatore ed eventualmente al periodo indicato nel posizionamento

5P Agen da 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO	Trend*	Trend (breve periodo)	Target			
								Patto Lavoro e Clima	AGENDA 2030 - SRSvS ER	Norme, Piani, Strategia e Direttive	
People	Goal 12: Consumo e produzione responsabili - Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo	Energia	Produzione di energia lorda totale	Arpae/TERN A/GSE		2022: Produzione Energia elettrica lorda 25950,8 GWh					
			Produzione energia rinnovabili	Arpae/TERN A/GSE		2021 Energia da FER 6.009,9 GWh pari al 23%	↑	crescita	100% - ER 2035	100% - ER 2035	
			Produzione energia idroelettrico	Arpae/TERN A/GSE		2022: 527,5 GWh, 8,8% delle FER	↓	decrescita			
			Potenza installata impianti FER	Arpae/TERN A/GSE		2022: 3.854,1 MW	↑	crescita			
			Potenza impianti idroelettrici	Arpae/TERN A/GSE		2021: 647,6 MW	↑	crescita			
			Quota di consumi finali lordi coperta da FER	Arpae/TERN A/GSE (SDG 7.2.1 e SRSvS ER)		12% (2020) AGENDA 2030 SRSvS ER - 13,5 (2019), inclusiva dei trasporti	↑	crescita			42,5 % entro 2030 (direttiva RED III)
			% Consumi finali lordi per settore	Arpae/TERN A/GSE		dati 2020, settore industriale (36%), trasporti (26%), residenziale (22%), terziario (16%)	↓	decrescita			

4.3 Rifiuti

Rifiuti urbani

Il Quadro che emerge dall'analisi dei dati regionali al 2021³³, per i rifiuti urbani ed illustrato nel seguito, può essere così sintetizzato:

- produzione procapite dei rifiuti urbani: 637 kg/ab (-1,1 % rispetto al 2020);
- raccolta differenziata con percentuali superiori all'obbligo normativo (72,2 % rispetto al 65 % al 2030), ma inferiori a quanto richiesto dal Patto per il Lavoro e il Clima (80% entro il 2025);
- tasso di riciclaggio: il dato complessivo del 2021 è pari al 55%³⁴;
- produzione rifiuto urbano indifferenziato pro-capite: con il dato 2021 (188 kg/ab) si prosegue il trend di decrescita, richiesto anche dal Patto per il lavoro e il Clima (110 kg/ab annuo di rifiuto non riciclato entro il 2030);
- per i rifiuti urbani (RU) smaltiti in discarica è già stato raggiunto l'obiettivo comunitario, previsto al 2035 (10%), con un dato al 2021 di 1,3 %;
- è stata raggiunta la piena autosufficienza per lo smaltimento dei rifiuti urbani, a differenza dei rifiuti speciali prodotti in Emilia-Romagna, per i quali si registra un fabbisogno pari a circa 400.000 tonnellate (dato PRRB 2022-2027).

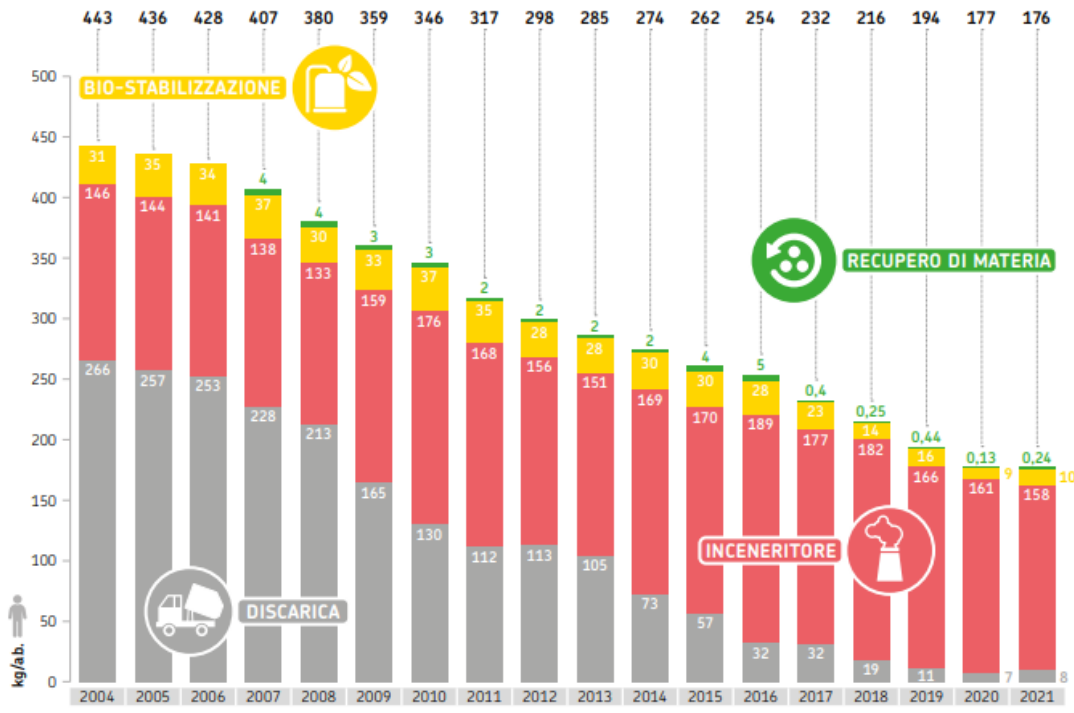
La gestione complessiva dei rifiuti urbani al 2021 è rappresentata nella figura seguente e sintetizzata come di seguito in relazione al totale dei rifiuti urbani prodotti:

- raccolta differenziata: 72,2%;
- quota di rifiuti inceneriti: 24,78%;
- quota avviata a discarica: 1,3%;
- quota avviata a bio-stabilizzazione: 1,59%;
- recupero materia da rifiuto indifferenziato: 0,04%.

³³ Dati Arpae, La gestione dei rifiuti in Emilia-Romagna -Report 2022

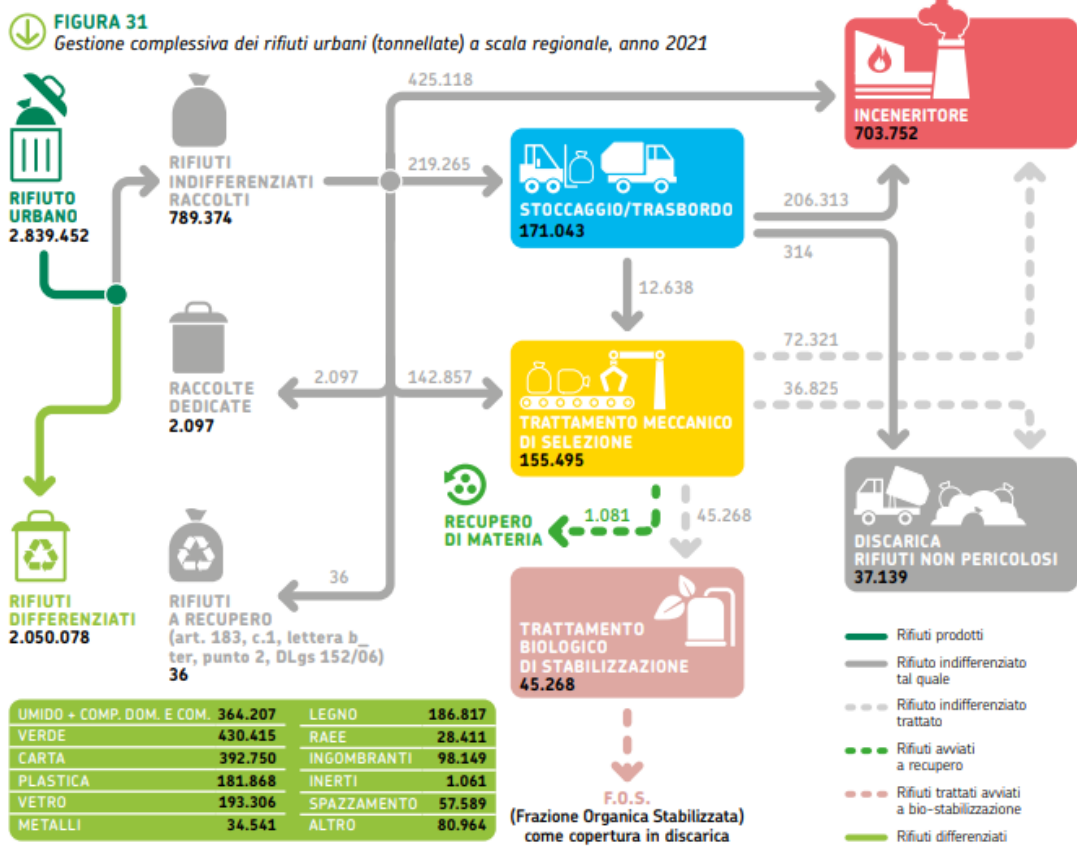
³⁴ Utilizzando la precedente metodologia di calcolo (metodo di calcolo 2, Decisione 2011/753/UE), applicata fino all'entrata in vigore del DLgs 116/2020, il tasso di riciclaggio sarebbe risultato pari al 66% (valore da confrontare con Target Agenda 2030).

Figura 4-14> Destinazione finale del rifiuto urbano indifferenziato (kg/ab.anno), (2003-2021)



Fonte: elaborazioni Arpae sui dati provenienti dal modulo comuni dell'applicativo O.R.5o.

Figura 4-15> Gestione complessiva dei rifiuti urbani (tonnellate) a scala regionale, anno 2021



Rifiuti Speciali

Nel 2021, in Emilia-Romagna sono stati prodotti complessivamente 14.574.110 **tonnellate di rifiuti speciali**, di questi 6.252.063 tonnellate (delle quali, il dato di produzione dei non pericolosi è stimato dalla gestione) risultano essere rifiuti da costruzione e demolizione (C&D). **La produzione dei rifiuti speciali è costituita per lo più da rifiuti non pericolosi (94%)**, derivanti in prevalenza dai rifiuti da C&D (capitolo EER 17) e dai rifiuti derivanti dall'attività degli impianti di trattamento rifiuti (capitolo EER 19). La produzione di rifiuti speciali risulta concentrata, principalmente, nelle province di Modena, Bologna e Ravenna.




Negli impianti attivi in regione, nel 2021, **sono state gestite complessivamente 15.329.814 tonnellate di rifiuti speciali, al lordo dei rifiuti da C&D (5.890.920 tonnellate)**. Queste sono soprattutto costituiti da rifiuti non pericolosi e sono stati avviati prevalentemente a operazioni di recupero: in particolare il 78% a recupero di materia. Nel medesimo anno i quantitativi avviati a smaltimento sono stati pari a 2.650.801 tonnellate. Lo smaltimento in discarica risulta del 3% del totale gestito, mentre l'incenerimento rimane residuale con lo 0.4% del totale gestito.

Per quanto riguarda, la tipologia dei rifiuti, dai dati MUD, emerge che, come mostrato in tabella 4-4, **il 46 % dei rifiuti speciali** prodotti in Regione sono costituiti da rifiuti secondari derivanti dal trattamento di rifiuti (capitolo EER 19- rifiuti derivanti da trattamento meccanico di rifiuti) **il 92% dei quali non pericolosi**.

Le diverse tipologie di rifiuti speciali, analizzate dal punto di vista delle attività economiche localizzate sul territorio regionale (Codici ATECO 2007) che le hanno prodotte, mostrano, come risulta in tabella 4-5, che la produzione di RS da parte delle imprese appartenenti alla macroattività "Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento" incide, con 3.732.712 tonnellate, per il 45% sulla produzione totale, escludendo i rifiuti da costruzione e demolizione (C&D).













La figura 4-16 evidenzia che, rispetto ai produttori "primari" di rifiuti speciali, il contributo più importante, nel 2021, è dato dalle attività manifatturiere, con quantitativi che superano i 3,2 milioni di tonnellate (39%), il 90% dei quali non pericolosi; seguono poi le attività legate al commercio e trasporto e magazzinaggio, con quantitativi molto inferiori rispetto ai precedenti.

Tabella 4-4> Produzione di rifiuti speciali (tonnellate) per EER 19, anno 2021

SOTTOCAPITOLO EER	DESCRIZIONE	NON PERICOLOSI 	PERICOLOSI 	TOTALE 
1912	Da trattamento meccanico rifiuti	1.707.948	32.211	1.740.160
1908	Acque reflue	484.416	5.148	489.564
1901	Da trattamento aerobico di rifiuti	261.017	55.002	316.020
1905	Da incenerimento o pirolisi	286.438		286.438
1902	Da trattamenti chimico fisici	151.159	113.622	264.781
1907	Percolato	234.943		234.943
1903	Stabilizzati – solidificati	79.132	77.987	157.119
1910	Da operazioni di frantumazione	127.609	410	128.019
1906	Da trattamento anaerobico di rifiuti	108.818		108.818
1913	Da bonifiche	46.351	292	46.643
1909	Da potabilizzazione acque	20.803		20.803
Totale complessivo		3.508.635	284.672	3.793.307

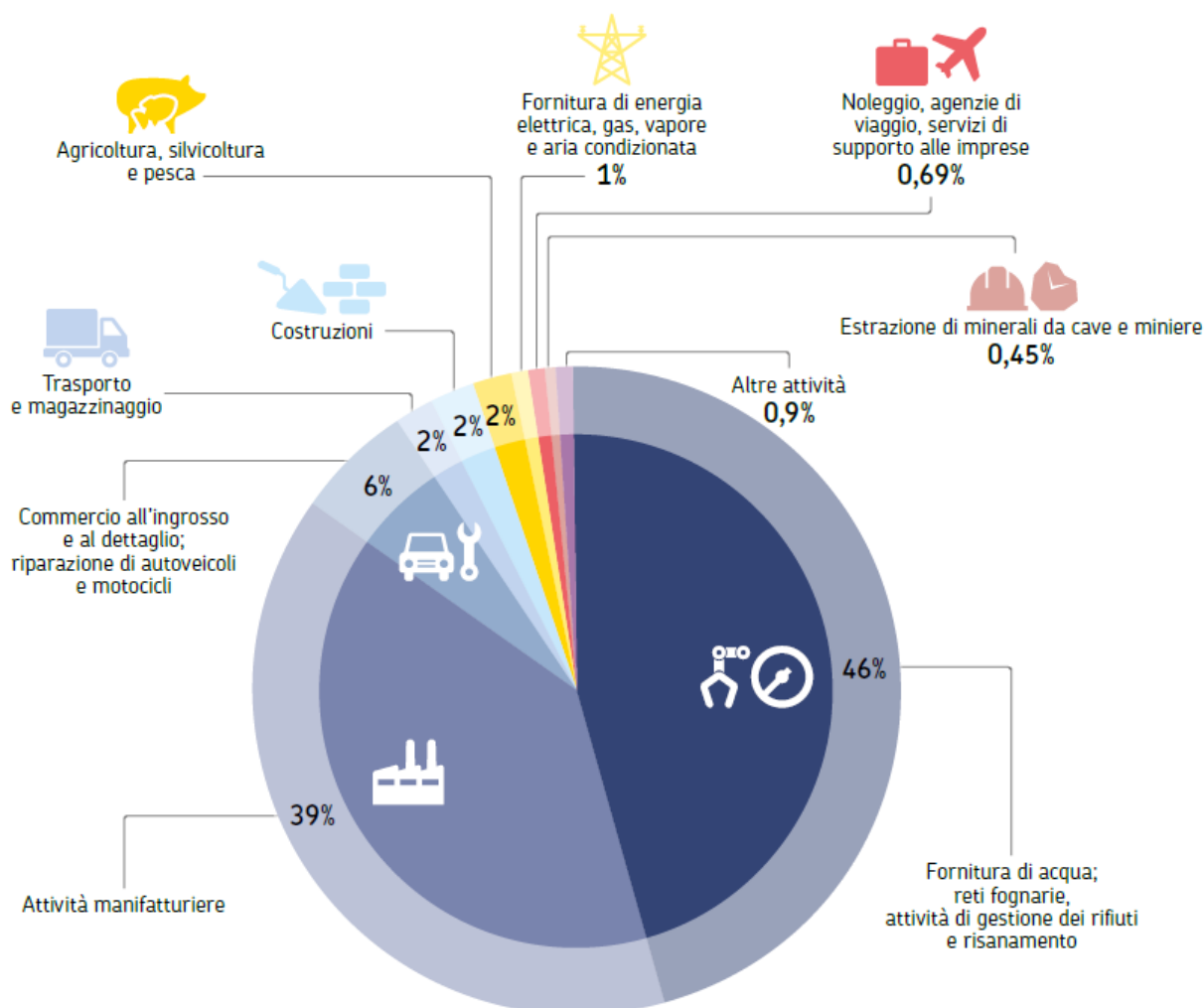
Fonte: dati MUD

Tabella 4-5>Produzione di rifiuti speciali (tonnellate) per attività economica, anno 2021

ATTIVITÀ ECONOMICA	NON PERICOLOSI 	PERICOLOSI 	TOTALE 
 FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO	3.408.420	324.291	3.732.712
 ATTIVITÀ MANIFATTURIERE	2.960.896	316.031	3.276.928
 COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI	448.804	67.369	516.172
 COSTRUZIONI	164.470	16.722	181.192
 TRASPORTO E MAGAZZINAGGIO	142.328	26.163	168.491
 AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	152.890	826	153.715
 FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS, VAPORE E ARIA CONDIZIONATA	114.793	6.719	121.512
 NOLEGGIO, AGENZIE DI VIAGGIO, SERVIZI DI SUPPORTO ALLE IMPRESE	56.418	1.347	57.765
 ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE	35.669	2.141	37.810
ALTRE ATTIVITÀ	50.974	24.776	75.750

Fonte: dati MUD

Figura 4-16> Produzione di rifiuti speciali (tonnellate) per attività economica, anno 2021



Nel 2021 sono state gestite complessivamente 9.438.894 tonnellate di RS, escludendo dai quantitativi gestiti i rifiuti da costruzione e demolizione (C&D). Di questi, 8.579.395 tonnellate sono rifiuti speciali non pericolosi, pari al 91% del totale gestito (esclusi i rifiuti da C&D).

In termini di attività di gestione risulta che le attività di recupero sono prevalenti su quelle di smaltimento per quanto riguarda la quota relativa ai rifiuti non pericolosi, mentre, per i rifiuti pericolosi, lo smaltimento risulta la modalità di gestione prevalente. Il recupero di materia (operazioni da R2 a R12) si mantiene come tipologia di recupero prevalente, con il 64,5% sul quantitativo totale di rifiuti speciali gestito (esclusi C&D), mentre il quantitativo smaltito in discarica è pari al 4,4%.

Nel dettaglio, per quanto riguarda i rifiuti speciali non pericolosi, per il 2021, si evidenzia la netta prevalenza del recupero di materia, sulle altre operazioni di gestione rifiuti. Tali operazioni coprono il 67,1% dei rifiuti non pericolosi gestiti, con un incremento percentuale rispetto

all'anno 2020, seguito dalle altre operazioni di smaltimento(19,9%), mentre lo smaltimento in discarica incide solamente per il 4,8% .

Per quanto riguarda i rifiuti pericolosi, escludendo sempre i rifiuti da C&D, prevale la gestione a smaltimento (D2-D14), che copre il 46,1% dei rifiuti pericolosi gestiti, seguita dal 38,2% del recupero di materia e dall' 8% dell'incenerimento (D10) e poi dal recupero energetico (7%) e dallo smaltimento in discarica (1%) .

Focus su fanghi di depurazione delle acque reflue in agricoltura

In Emilia-Romagna, in ottemperanza al DLgs 27 gennaio 1992 n. 99, le Province (ora Strutture Autorizzazioni e concessioni di Arpae Emilia-Romagna) inviano alla Regione, annualmente, i dati relativi alla produzione e riutilizzo in agricoltura dei fanghi di depurazione, derivanti dai processi di depurazione biologica, ossia i "fanghi urbani", prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane (EER 190805), e i "fanghi agroalimentari", provenienti dalla depurazione delle acque reflue industriali del settore agroalimentare (al capitolo EER 02).


Le tabelle sottostanti riportano le informazioni, che sono state trasmesse dalla Regione Emilia-Romagna al Ministero, in merito alla produzione e all'utilizzo dei fanghi di depurazione utilizzati in agricoltura ai sensi del D.Lgs. 99/92 e alla DGR 2773/2004 e s.m.i. per il periodo 2016-2020 e le superfici interessate da tale pratica. Dall'analisi dei dati riportati nella seconda tabella si può notare come la maggior parte dei fanghi riutilizzati in agricoltura, nel periodo temporale considerato, siano di origine agroalimentare, con un'incidenza, rispetto al totale dei fanghi riutilizzati, pari al 71%.

Tabella 4-6> Andamento della produzione di fanghi (tonnellate di s.s.) da trattamento acque reflue urbane e acque reflue di origine agroalimentare, anni 2017-2021

TIPOLOGIE DI FANGO (t sostanza secca)	2017	2018	2019	2020	2021
Fanghi prodotti da trattamento delle acque reflue urbane Codice EER 190805	51.452	49.369	53.605	51.332	55.219
Fanghi dal trattamento in loco degli effluenti Codice EER 020204	791	692	1.509	1.543	1.096
Fanghi dal trattamento in loco degli effluenti Codice EER 020305	14.807	17.352	12.152	12.445	12.555
Fanghi dal trattamento in loco degli effluenti Codice EER 020502	9	6	7	12	8
Fanghi dal trattamento in loco degli effluenti Codice EER 020705	10.811	14.100	17.208	23.005	17.971
Fanghi dal trattamento in loco degli effluenti Codice EER 030311	1.863	2.358	3.258	2.852	4.338
Fanghi dal trattamento in loco degli effluenti di allevamento Codice EER 190899	320	397	98	205	163
TOTALE	80.053	84.274	87.835	91.393	91.351

Fonte: Regione Emilia-Romagna e Arpae Emilia-Romagna

Tabella 4-7 > Andamento del riutilizzo di fanghi (tonnellate di s.s.) direttamente in agricoltura e superficie interessata allo spandimento, anni 2017-2021

FANGHI UTILIZZATI IN AGRICOLTURA (t sostanza secca)		2017	2018	2019	2020	2021
Fanghi di depurazione Codice EER 190805 prodotti in RER		14.188	14.584	16.909	16.063	16.643
Fanghi dal trattamento in loco degli effluenti del comparto agroalimentare (EER 020204, 020305, 020502, 020705, 030311, 190899) in RER		28.600	34.905	34.230	40.061	36.132
TOTALE		42.788	49.489	51.139	56.124	52.775
SUPERFICIE INTERESSATA (ha)		9.505	10.252	10.141	11.497	11.472

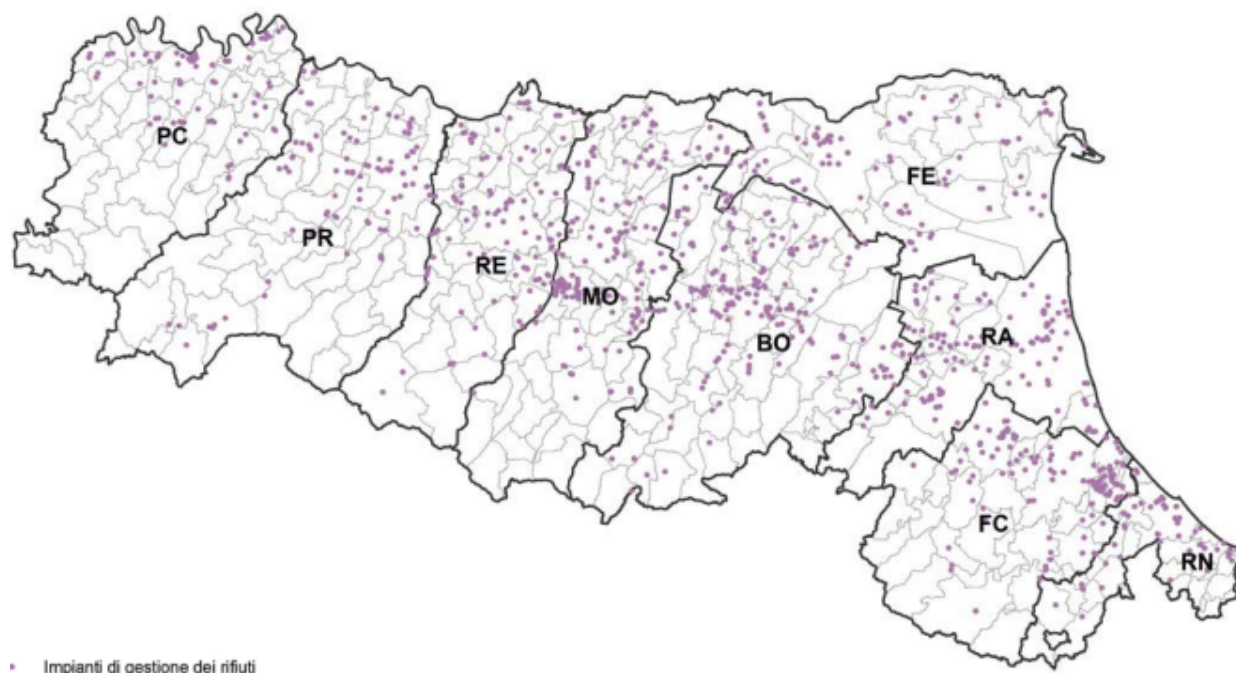
Fonte: Regione Emilia-Romagna e Arpae Emilia-Romagna

Nel 2021, sono state utilizzate in Emilia-Romagna 52.775 tonnellate di fanghi (sostanza secca), uno dei dati più alti dal 2011, ma in diminuzione rispetto al 2020 (-6%). La diminuzione dei quantitativi distribuiti, rispetto all'anno 2020, è attribuibile, prevalentemente, alle province di Bologna (-26%) e Reggio Emilia (-11%). Si sottolinea, tuttavia, che il 68,5% dei fanghi utilizzati in agricoltura in Emilia-Romagna proviene dalla depurazione di acque dell'agroindustria; si tratta pertanto di filiere produttive intrinsecamente più sicure dal punto di vista del potenziale inquinante. Le superfici interessate allo spandimento dei fanghi prodotti nel 2021 sono risultate pari a 11.472 ettari, sostanzialmente stabili rispetto a quanto registrato nel 2020.

Sistema impiantistico per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti (urbani e speciali)

Il sistema impiantistico regionale è molto articolato: nel corso dell'anno 2021 gli impianti che hanno dichiarato di effettuare operazioni di recupero e/o smaltimento di rifiuti sono circa 1.250 ma, se conteggiati in base alle tipologie di trattamento, sono circa 1.400. La maggior parte degli impianti, come si evince dalla figura seguente, sono ubicati nelle province di Bologna (17%), Modena (16%) e Forlì-Cesena (14%), seguite da Ravenna (13%), Reggio Emilia (10%) e Ferrara (10%).

Figura 4-17> Ubicazione degli impianti di gestione rifiuti in regione, anno 2021



In particolare, dai dati del 2021 emerge che:

- nei 7 impianti di Trattamento meccanico biologico sono state trattate complessivamente 289.460 tonnellate di rifiuti (prevalentemente EER 191212), a fronte di una capacità massima autorizzata di 899.293 tonnellate.
- nei 9 impianti di incenerimento i rifiuti trattati ammontano a 1.128.004 tonnellate, a fronte di una capacità massima autorizzata pari a 1.200.000 tonnellate. Del totale incenerito, 693.495 tonnellate sono costituite da rifiuti urbani, 240.309 tonnellate dalla frazione secca derivante dal trattamento meccanico dei rifiuti, 22.567 tonnellate da CDR, 41.974 tonnellate da rifiuti sanitari e 129.659 tonnellate da altri rifiuti speciali. Gli impianti hanno recuperato energia elettrica per un valore pari a 669.006 MWh nel 2021, mentre il recupero termico è stato pari a 301.395 MWh.
- i rifiuti smaltiti nelle 9 discariche operative in regione sono pari 449.654 tonnellate, di cui la maggiore quantità è costituita dai rifiuti derivanti da processi di pre trattamento, pari a 326.732 tonnellate, seguita dai rifiuti speciali, pari a 116.631 tonnellate, e dai rifiuti urbani, pari a 6.290 tonnellate.
- il sistema impiantistico dedicato alla gestione della frazione organica selezionata, presente sul territorio regionale, è costituito da 24 impianti di compostaggio e trattamento integrato aerobico/ anaerobico, di cui 9 dotati di linea di digestione anaerobica, che precede il processo aerobico (tre dei quali effettuano l'upgrading da biogas a biometano). Di questi 4 non hanno gestito rifiuti nell'anno 2021. La capacità autorizzata nel 2021, per gli impianti che hanno gestito, è pari a 827.100 tonnellate. Tali

impianti hanno trattato complessivamente 707.288 tonnellate di rifiuti di cui: 485.094 tonnellate costituite da umido, 177.774 tonnellate da verde, 25.339 tonnellate da fanghi e 19.079 tonnellate da altre frazioni compostabili. Sono state prodotte in totale oltre 158.273 tonnellate di compost, 12.672.698 Smc di biometano e 18.127.638 Nmc di biogas da cui sono stati prodotti 39.670 MWh di energia elettrica.

4.4 Sintesi Indicatori Rifiuti

Nella tabella seguente si riportano gli indicatori descrittivi individuati, con la relativa fonte (esplicitando se Indicatore SDG Agenda 2030 o dell'Agenda SRV 2030), un'indicazione sintetica della condizione attuale per la componente sistemica in esame, espressa tramite valutazione qualitativa, il posizionamento, il trend rilevato e il target ove disponibile (Agenda SRV 2030, Patto per il lavoro e il Clima, altre norme/piani/strategie/direttive), ove disponibili.

Tabella 4-8> Sintesi indicatori per la componente Rifiuti

* in relazione alle caratteristiche dell'indicatore ed eventualmente al periodo indicato nel posizionamento

SP Agen da 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO	Trend*	Trend (breve periodo)	Target		
								Patto Lavoro e Clima	AGENDA 2030 - SRSvS ER	Norme, Piani, Strategia e Direttive
Profit	Goal 12: Consumo e produzione responsabili - Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo	Rifiuti	Produzione procapite rifiuti urbani	Arpae	637 kg/ab al 2021	↓	decrescita			PRRB 2022-2027: decremento stimato del -5 % per unità di PIL
			Percentuale di raccolta differenziata di rifiuti urbani	Arpae (SDG 12.5.1 e SRSvS ER)	72,2% al 2021	↑	crescita	80% - ER 2025	80% - ER 2025	PRRB 2022-2027: 80% - ER 2025
			Tasso di riciclaggio	Arpae (SDG 12.5.1 e SRSvS ER)	55% al 2021, secondo l'attuale metodologia di calcolo. Utilizzando la precedente metodologia di calcolo (metodo di calcolo 2, Decisione 2011/753/UE), applicata fino all'entrata in vigore del DLgs 116/2020, il tasso di riciclaggio sarebbe risultato pari al 66% (valore da confrontare con Target Agenda 2030)	↑	crescita		70% - ER 2030 55% UE 2025	
			Rifiuto urbano pro capite non inviato a riciclaggio [kg/ab]	Arpae (SRSvS ER)	188 kg/ab (Dato 2021)	↓	decrescita	110 kg/pro-capite-ER 2030	110 kg/pro-capite -ER 2030	PRRB 2022-2027: 120 kg/ab anno
			Conferimento RU in discarica	Arpae (SDG 12.5.1 e SRSvS ER)	137.119 t/anno 2021 (1,3%)	↓	decrescita		10% - UE 2035	PRRB 2022-2027: divieto di avvio a smaltimento in discarica dei rifiuti urbani indifferenziati
			Produzione totale di rifiuti speciali	Arpae	14.574.110 t/anno 2021; 8.322.048 t/anno 2021 esclusi C&D.	↓	decrescita			PRRB 2022-2027: decremento stimato, rispettivamente del -5% e del -10% per unità di Pil, per i rifiuti non pericolosi e pericolosi
			Riutilizzo di fanghi (tonnellate di s.s.) direttamente in agricoltura	Arpae	Dato 2021: 52.775 t di s.s.	→	stabile			

LEGENDA CONDIZIONE ATTUALE		LEGENDA TREND	
■	positiva	→	stabile
		↑	crescita
□	neutra	↓	decrescita
		↘	prevalente decrescita
■	presenza di potenziali criticità (livello medio)	↘	prevalente decrescita
■	presenza di potenziali criticità (livello alto)	↘	calo non significativo

Si sottolinea che la raccolta ed il riciclaggio dei rifiuti costituiscono punti chiave anche per il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda 2030, con particolare riferimento al Goal 11 "Città e comunità sostenibili" e Goal 12 "Consumo e produzione responsabili". Nell'ambito di questi ultimi si individuano i seguenti indicatori: SDG 11.6.1 - Percentuale di rifiuti solidi urbani raccolti e gestiti in strutture controllate sul totale dei rifiuti urbani prodotti dalle città e SDG 12.5.1 - Tasso di riciclaggio nazionale, tonnellate di materiale riciclato.

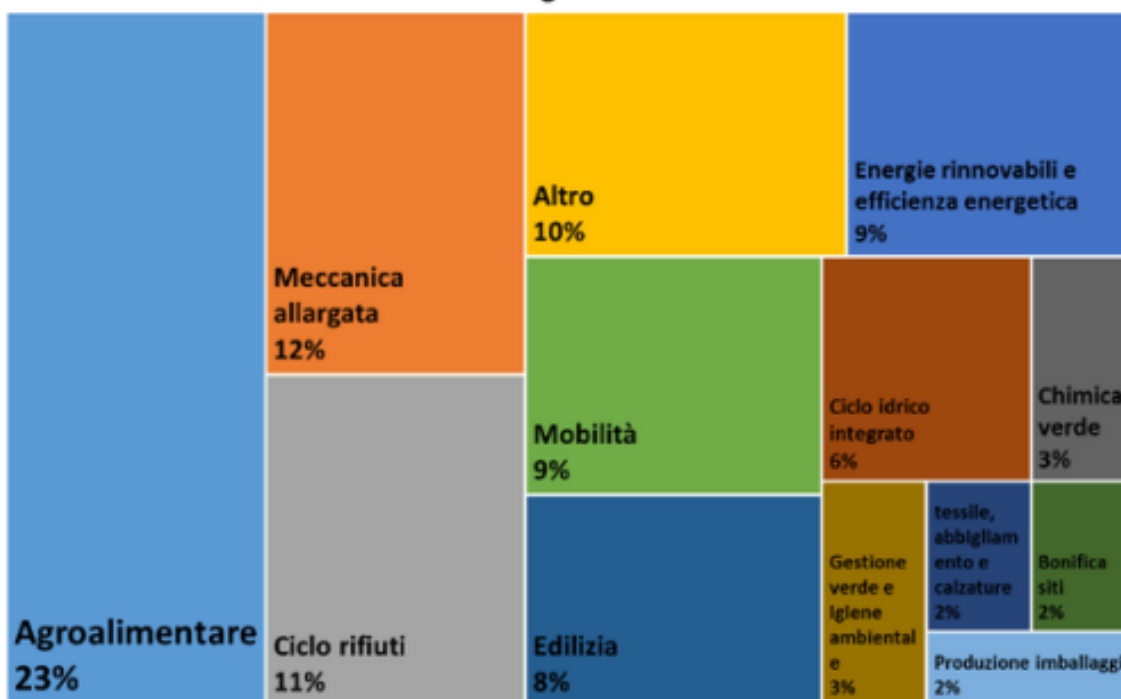
4.5 Economia circolare

4.5.1 Sostenibilità ambientale delle imprese

La Green Economy è un tema trasversale che include sia imprese, orientate ad un mercato che richiede beni e servizi ambientali, che imprese impegnate a produrre con il minor impatto ambientale. In Emilia-Romagna, la Green Economy appare una realtà già consolidata: a settembre 2022 circa 6.500 aziende sono considerate "Green". Di queste, più di 4.000 appartengono al settore industria e servizi³⁵.

Come evidenziato nella figura seguente considerando solo le aziende dei settori "industria e servizi" (escluse quindi la aziende del settore forestale e le aziende agricole biologiche), si osserva, come anche in passato, una prevalenza dell'Agroalimentare (23%), seguito dal ciclo rifiuti (12%), dal settore della meccanica allargata (12%), in crescita grazie alla spinta determinata dalla certificazione ISO 14001, e le aziende del ciclo dei rifiuti (11%). Tutti gli altri settori si assestano sotto il 10%.

Figura 4-18>Suddivisione aziende green- industria e servizi



³⁵ Fonte: aggiornamento dati dell'Osservatorio GreenER, Settembre 2022

Nel 2022, la Regione si conferma tra le italiane con il maggior numero di imprese che hanno ottenuto certificazioni "green"³⁶.

In particolare, possiede il maggior numero di certificazioni di prodotto in Italia (EPD - Environment Product Declaration): 211 dichiarazioni di prodotto (26% del totale nazionale), in cui il settore predominante è l'Alimentare (142 EPD che rappresentano il 67% del totale regionale e il 77% del totale raggiunto dal comparto su scala nazionale).

L'Emilia-Romagna si aggiudica anche il terzo posto per lo standard di gestione forestale FSC, che continua a crescere: 300 certificati FSC (+21% rispetto al 2021, contributo del 9% al totale nazionale), con i segmenti trainanti dei prodotti stampati e della commercializzazione della carta.

Secondo posto per il sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), con 151 registrazioni su 1.129 dell'intero territorio nazionale e 638 del Nord Italia, e il terzo posto per il sistema di gestione ambientale ISO 14001 con 2.742 siti certificati su 28.8518. Si tratta di strumenti volontari adottati soprattutto nei settori traino all'economia regionale (metalmecanico, costruzioni e agroalimentare).

Sono diverse le certificazioni ambientali scelte dalle imprese emiliano-romagnole.

Per lo standard ISO 50001, che certifica i sistemi di gestione dell'energia, l'Emilia-Romagna con 273 siti certificati si conferma al quarto posto della classifica nazionale, con un contributo del 9% al totale.

Nell'ultimo anno la certificazione è cresciuta del 17%, mentre negli ultimi due anni è rimasto costante il numero di imprese certificate per la responsabilità sociale d'impresa SA8000.

I siti registrati con i sistemi di gestione della sicurezza dei lavoratori (ISO 45001) in Emilia-Romagna restano costanti al 2022 rispetto all'anno precedente, un numero che colloca la regione al terzo posto in Italia.

In relazione ai settori specifici si osserva quanto segue per tipologia di strumento:

- EMAS: i settori trainanti restano i servizi, in prevalenza per la gestione dei rifiuti, che rappresentano il 46% del totale e il comparto agroalimentare che ne rappresenta il 28%.
- EPD: il settore agroalimentare si conferma quello prevalente con 142 EPD di prodotti, che rappresentano il 67% del totale regionale e il 77% del totale raggiunto dal comparto su scala nazionale. I maggiori tassi di crescita per l'EPD sono stati registrati nel settore dell'edilizia: infrastrutture ed edifici (+2.000%) e costruzioni (+31%).
- ISO 14001: i settori con maggiore diffusione sono quello metalmecanico e delle costruzioni (insieme coprono una quota del 58% del totale regionale). Si registra una crescita dei comparti altri servizi e commercio all'ingrosso, rispettivamente +18% rispetto all'anno precedente.
- ISO 45001: i settori trainanti per la gestione della sicurezza dei lavoratori sono il Metalmecanico (852 siti certificati, 31% del totale regionale) e i Trasporti (719 siti certificati, 26% del totale regionale).

³⁶ La diffusione degli strumenti volontari per la gestione della sostenibilità in Emilia-Romagna, Dicembre 2022

- SA 8000: il numero maggiore di certificazioni si registra nella Fornitura di alimenti e servizi di ristorazione (38 certificazioni, pari al 21% del totale) e nelle Costruzioni (35 certificazioni, 18% del totale). Da segnalare la crescita del comparto di Altri Servizi, con un +61% di certificazioni. Una variazione positiva da attribuirsi agli effetti della pandemia che ha fatto crescere la sensibilità per i temi ambientali e sociali e la domanda della certificazione etica.

4.5.2 Sostenibilità ambientale della Pubblica amministrazione

Nel contesto della Pubblica amministrazione si individuano due importanti processi attivati in tema di sostenibilità ambientale, di seguito analizzati: acquisti verdi e pianificazione a livello locale in tema di cambiamenti climatici.

Acquisti verdi

Il Libro Verde sulla modernizzazione della politica dell'UE in materia di appalti pubblici del 27 gennaio 2011 sottolinea il ruolo strategico degli appalti pubblici, sul presupposto che la domanda di beni e servizi ambientalmente sostenibili possa orientare, nel tempo, la produzione e quindi i modelli di consumo; la Comunicazione della Commissione Europea n. 397/2008, ha stabilito precisi target quantitativi, indicatori e sistemi di monitoraggio comuni a tutta l'Unione Europea, proponendo, come obiettivo da conseguire, entro il 2010, il 50% di acquisti 'verdi' (sia come numero di appalti che come volume di acquisti).

La Commissione europea definisce il Green Public Procurement (GPP), ovvero Acquisti verdi nella Pubblica amministrazione come un "approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita".

Il GPP è uno strumento molto importante nell'ambito della Strategia di consumo e produzione sostenibile, delle politiche ambientali e della promozione dell'innovazione tecnologica. Gli acquisti della Pubblica amministrazione costituiscono a livello europeo circa il 14% del PIL (dato 2016) e la scelta di beni e servizi con minori impatti ambientali, cioè fare acquisti verdi, contribuisce ad un mercato e una cultura più attenta all'ambiente. L'efficacia del GPP come leva verso la sostenibilità è riconosciuta anche dalla Strategia nazionale di sviluppo sostenibile dell'ottobre 2017: il GPP è in grado, non solo di ridurre gli impatti ambientali delle pubbliche amministrazioni, ma anche di orientare il mercato nella direzione della sostenibilità ambientale e sociale, favorendo al contempo la competitività. Per tale motivo, unici in Europa, nel 2016 il GPP è stato reso obbligatorio in Italia.

A livello regionale si richiama il Piano regionale triennale per la sostenibilità degli acquisti in Emilia-Romagna 2019-2021, predisposto in attuazione della Legge Regionale 29 dicembre 2009, n. 28 "Introduzione di criteri di sostenibilità ambientale negli acquisti della Pubblica Amministrazione", che costituisce il terzo Piano regionale sul tema degli acquisti sostenibili delle Pubbliche amministrazioni.

La Regione Emilia-Romagna aveva, infatti, anticipato con la Legge regionale il dispositivo normativo (il cosiddetto "collegato ambientale", Legge n. 221/2015) che ha reso obbligatorio il GPP a livello nazionale nel 2016.

I dati che emergono dall'analisi del quadro conoscitivo del Piano regionale (GPP ER) testimoniano una diffusa cultura amministrativa da parte degli enti locali operanti sul territorio, attenta alle tematiche delle certificazioni ambientali e più in generale degli acquisti sostenibili.

Considerata l'importanza di questi strumenti di sostenibilità, anche l'Agenda 2030 propone quale indicatore utile per il monitoraggio del percorso verso i Sustainable Development Goals (SDG 12.7.1), il Grado di attuazione di politiche sostenibili e piani d'azione in materia di appalti pubblici, con la formulazione di un indicatore così definito "Istituzioni pubbliche che acquistano beni e/o servizi adottando criteri ambientali minimi (CAM), in almeno una procedura di acquisto" (Acquisti verdi o Green Public Procurement) (%) (Istat, Totale, %).

Per la Regione Emilia-Romagna tale percentuale è superiore (69,3%, Istat 2018) alla media del Nord Italia ed alla media italiana (pari al 63,2%).

Complessivamente dai principali risultati del monitoraggio degli acquisti verdi in Regione Emilia-Romagna nel 2019 risulta:

- 1,5 miliardi di euro la spesa verde al 2019 del settore pubblico emiliano-romagnolo (la percentuale di bandi verdi sale dal 56 al 61% sul 2018);
- circa 9 milioni di euro di "acquisti verdi" dell'ente Regione nel 2019 (+12,5% sul 2018);
- oltre 1.000 funzionari di Pubbliche Amministrazioni coinvolti in attività formative (seminari, e-learning, toolkit e manualistica);
- 878 milioni di euro gli ordinativi dal territorio sulle convenzioni green della centrale di committenza Intercent-ER, che si traducono in una riduzione di CO2 superiore a 300 mila tonnellate.

Con il Piano triennale 2019-2021, la Regione si prefigge, pertanto, di:

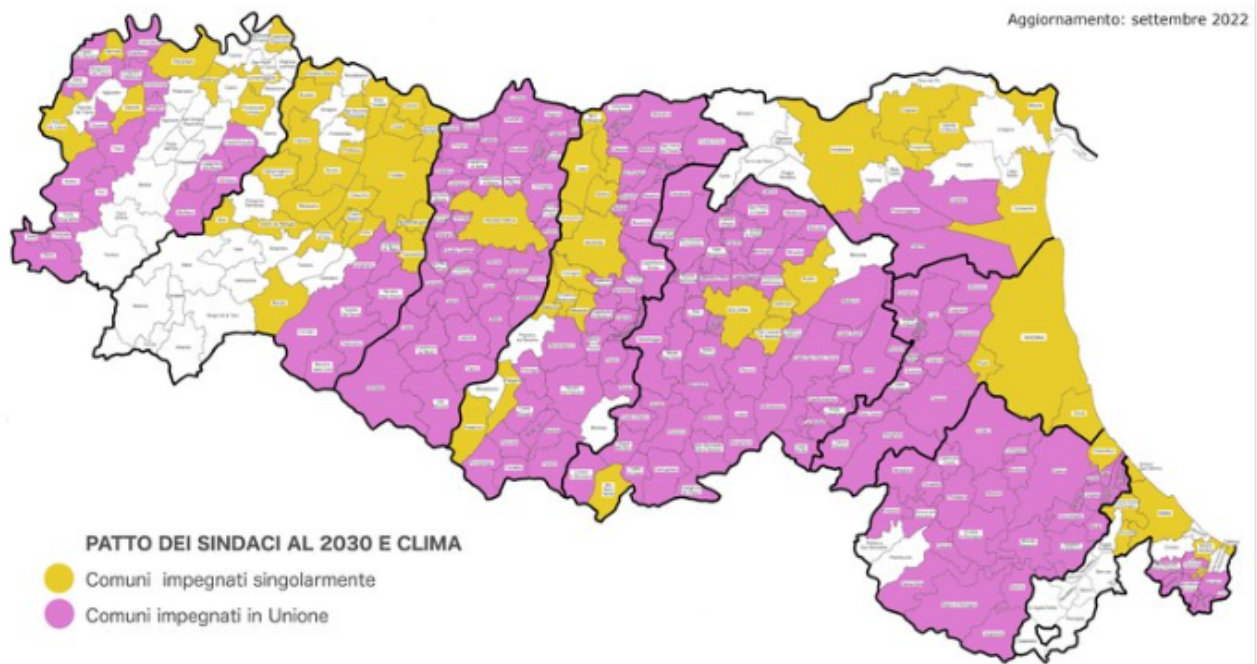
- Rafforzare la politica degli acquisti sostenibili in tutto il territorio regionale sia in ambito pubblico che privato, favorendo il mainstreaming del GPP e consolidando le esperienze già maturate con i precedenti Piani in modo che gli acquisti verdi diventino prassi comune e ordinaria;
- favorire l'inserimento dei CAM negli appalti pubblici dell'amministrazione e degli enti regionali e in tutti gli altri enti pubblici che operano nel territorio regionale;
- incentivare la qualificazione ambientale delle imprese.

La pianificazione degli enti locali per il contrasto ai cambiamenti climatici

Come mostrato nella figura seguente, sono 266 (aggiornamento a settembre 2022, Fonte sito web RER), i Comuni che hanno aderito al Patto dei Sindaci ed hanno già approvato, o che approveranno nei prossimi mesi, il Piano di azione per l'energia sostenibile e il clima (PAESC).

Questi Piani sono considerati dalla Regione come strumenti di attuazione degli obiettivi regionali per favorire la transizione energetica verso un'economia a bassa emissione di carbonio in accordo con la Strategia Regionale per i Cambiamenti Climatici.

Figura 4-19 > Comuni impegnati nella redazione del Patto dei Sindaci al 2030 e il Clima



4.6 Sintesi Indicatori Green Economy

Nella tabella seguente si riportano gli indicatori descrittivi individuati, con la relativa fonte (esplicitando se Indicatore SDG Agenda 2030 o dell'Agenda SRV 2030), un'indicazione sintetica della condizione attuale per la componente sistemica in esame, espressa tramite valutazione qualitativa, il posizionamento, il trend rilevato e il target ove disponibile (Agenda SRV 2030, Patto per il lavoro e il Clima, altre norme/piani/strategie/direttive), ove disponibili.

Tabella 4-9> Sintesi Indicatori per Green Economy

* in relazione alle caratteristiche dell'indicatore ed eventualmente al periodo indicato nel posizionamento

SP Ageda da 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO	Trend*	Trend (breve periodo)	Target			
								Patto Lavoro e Clima	AGENDA 2030 - SRSvS ER	Norme, Piani, Strategia e Direttive	
People	Goal 12: Consumo e produzione responsabili - Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo	Sostenibilità ambientale delle imprese	Certificazioni di prodotto		Dato 2022:211 EPD	↑	crescita		30% ER 2025		
			Numero siti certificati ISO 14001	ISpra/RER (SDG 12.6.1-SRSvS ER)	Dato 2022: 2742	↑	crescita				
			Numero registrazioni EMAS		Dato 2022: 151	↑	crescita				
		Sostenibilità ambientale della pubblica amministrazione	Istituzioni pubbliche che acquistano beni e/o servizi adottando criteri ambientali minimi (CAM), in almeno una procedura di acquisto (Acquisti verdi o Green Public Procurement) (%)	Istat (SDG 12.7.1)	69,3% (Istat,2018)	/					
			numero di patto dei sindaci	RER	296 PAES (al 2015) - 266 PAESC (al 2022)	/					

5 SISTEMI INSEDIATIVI, TESSUTO SOCIALE ED ECONOMICO

In riferimento al capitolo in esame si ritiene necessario richiamare i contenuti dell'analisi di contesto socioeconomico e territoriale di riferimento, di cui al capitolo 3 della Valutazione Globale provvisoria ed in particolare i paragrafi: 3.1- "Inquadramento demografico e aree urbane", 3-2- "Caratteristiche del sistema produttivo regionale" e 3.3- "Caratterizzazione del comparto agricolo".

5.1 Sintesi indicatori

Nella tabella seguente si riportano gli indicatori descrittivi individuati, con la relativa fonte (esplicitando se Indicatore SDG Agenda 2030 o dell'Agenda SRV 2030), un'indicazione sintetica della condizione attuale per la componente sistemica in esame, espressa tramite valutazione qualitativa, il posizionamento, il trend rilevato e il target ove disponibile (Agenda SRV 2030, Patto per il lavoro e il Clima, altre norme/piani/strategie/direttive), ove applicabili.

Tabella 5-1> Sintesi Indicatori Sistemi insediativi, tessuto economico e sociale

* in relazione alle caratteristiche dell'indicatore ed eventualmente al periodo indicato nel posizionamento

SP Agen da 2030	Rif. Obiettivo SDG	Tematismo	INDICATORI	Fonte	CONDIZIONE ATTUALE	POSIZIONAMENTO	Trend*	Trend (breve periodo)	Target			
									Patto Lavoro e Clima	AGENDA 2030 - SRSvS ER	Norme, Piani, Strategia e Direttive	
People	Goal 8: Lavoro dignitoso e crescita economica - Incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva ed un lavoro dignitoso per tutti	Sistemi insediativi, tessuto sociale ed economico	Densità di popolazione residente (ab./kmq)	RER		198,05 (4,458 M di abitanti su 22.510 Kmq)- (Istat 1-1-2023)	↑	crescita				
			Prodotto interno lordo (PIL) Prodotto interno lordo (PIL)/ab	Istat/RER		PIL: 163.652 milioni di euro correnti (Istat 2021); PIL per abitante: 36.913,5 euro correnti (Istat 2021)	↑	crescita				
			Tasso di occupazione (15-64 anni) (Istat, %)	Istat/RER SDG 8.5.2 / SRSvS ER		Tasso di occupazione (15-64 anni) 69,7% (Istat 2022) Tasso di occupazione (20-64 anni) 73,5% (Agenda SRSvS ER, 2021)	↑	crescita nell'ultimo anno		Tasso di occupazione (20-64 anni) >78% ER 2030 = 74,5% ER 2025		
			Numero di imprese attive Addetti per settore economico Ateco	RER/CCIA		N° imprese attive 399.179 (Settembre 2022)	↓	decrecita				

6 MOBILITÀ

Nel seguito vengono riportati i dati ritenuti maggiormente rilevanti ai fini del presente documento, suddivisi per settore.

Settore trasporto merci

Il Porto di Ravenna nel 2020 ha rappresentato il 5,1% del movimento merci portuale italiano, occupando il quinto posto sui cinquanta porti italiani censiti da Assoporti e sono state movimentate quasi 22,5 milioni di tonnellate di merci con una diminuzione di -14,7% rispetto al 2019 (circa 3,9 milioni di tonnellate in meno). L'andamento complessivo del traffico ferroviario nel porto di Ravenna, con 3.109.805 tonnellate movimentate nel 2020, ha registrato un calo del -12,8% (-456.324 tonnellate) e un calo anche nel numero dei carri (-7.436 pezzi; -11,7%), mentre, al contrario, il numero dei treni (7.434) nel 2020 è cresciuto del 5,7%. A sostegno dell'incremento dei flussi di traffico del Porto, così importante per la crescita dell'economia regionale, è da sottolineare che i miglioramenti infrastrutturali, sia portuali sia delle connessioni ferroviarie e stradali, che si stanno portando avanti insieme all'efficientamento dei servizi portuali, con investimenti pubblici e privati, dovranno senz'altro dare in futuro ricadute positive sull'attività di tutti i terminal.

Settore idroviario

Per il settore idroviario il 2020 ha confermato le difficoltà del trasporto delle merci nel sistema idroviario padano-veneto, con valori ancora inferiori alle 100.000 tonnellate già evidenziata negli anni precedenti. Per cercare di dare un nuovo impulso all'utilizzo della modalità acqua per il trasporto merci la Regione, con il citato art. 10, recante "Interventi per il trasporto ferroviario e fluvio-marittimo delle merci della L.R. 30/2019), ha previsto anche il finanziamento di interventi volti a perseguire la crescita delle merci nell'ambito fluviale/fluvio-marittimo. Ciò mettendo a disposizione, per il trasporto fluvio-marittimo delle merci, il 10% della cifra complessiva pari a 1M€ all'anno per 3 anni. Tuttavia, stante l'assenza di richieste da parte di imprese del fluvio-marittimo, l'incentivazione prevista è stata destinata interamente al trasporto ferroviario. Per quanto riguarda gli interventi sul Sistema Idroviario Padano Veneto si sta procedendo con la progettazione definitiva ed esecutiva delle opere di regolazione dell'alveo di magra del fiume Po ed è in corso di definizione la procedura di VIA, che si dovrebbe concludere nel corso del 2021. I lavori di adeguamento dell'Idrovia Ferrarese alla V classe da Pontelagoscuro al mare a Porto Garibaldi, che rappresentano l'opera più impegnativa sia dal punto di vista strutturale che di impatto economico, sono in corso di esecuzione; nel corso del 2020 sono proseguiti i lavori relativi agli interventi, ricompresi nel lotto della città di Ferrara, relativi alla demolizione e ricostruzione della botte a sifone del Canal Bianco e del canale cittadino lungo il canale Boicelli, facenti parte dei lavori cofinanziati dal progetto INIWAS, mentre si è concluso ed è quindi stato aperto al traffico veicolare il lavoro del ponte provvisorio di Final di Rero, quale sotto stralcio del lotto di Final di Rero. Sono

poi stati avviati i lavori relativi alla realizzazione del nuovo ponte Bardella, che rientra nei lavori cofinanziati dal progetto INIWAS e del nuovo ponte Madonna.

Cenni su idrogeno

La diffusione su larga scala dell'idrogeno verde è stata inserita nell'ambito delle strategie avviate a livello europeo, nazionale e regionale per poter raggiungere gli obiettivi di contrasto alla crisi climatica, nel percorso di riduzione delle emissioni di gas serra verso la neutralità climatica entro il 2050 così come definito dal Green Deal Europeo.

L'8 luglio 2020 la Commissione Europea ha pubblicato il documento *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe* riconoscendo al vettore idrogeno un ruolo di rilievo nel processo di decarbonizzazione.

Nella sua visione strategica, la Commissione Europea ha disegnato uno scenario in cui la quota di idrogeno nel mix energetico europeo dovrebbe assestarsi intorno al 2% nel 2024 fino a raggiungere un 15 - 22% entro il 2050 (circa 1300-1800 TWh).

La Strategia ha l'obiettivo di raggiungere una produzione di idrogeno da fonti rinnovabili di 1 milione di tonnellate annue entro il 2024 e 10 milioni entro il 2030 tramite l'elettrolisi dell'acqua che implica la realizzazione di elettrolizzatori per una capacità di potenza installata di 6 GW al 2024 e di 40 GW (più altri 40 GW extra-UE) fino al raggiungimento di 500 GW complessivi nel 2050. Nonostante l'orizzonte temporale lontano dia ampi margini di sviluppo, i progetti annunciati finora nei principali Paesi UE porterebbero le installazioni solamente a quota 27 GW più 5 GW come quota parte del Regno Unito.

Anche in Italia l'uso dell'idrogeno è attualmente oggetto di discussione: le linee guida preliminari sono state pubblicate nel novembre 2020 e comprendono una tabella di marcia di obiettivi a breve e lungo termine.

La Strategia nazionale punta all'uso dell'idrogeno in alcune applicazioni industriali e di trasporto entro il 2030, insieme ad un potenziale blending di idrogeno nella rete del gas naturale. Le applicazioni in una prospettiva a lungo termine, entro il 2050, includono l'uso dell'idrogeno anche come soluzione di stoccaggio per l'elettricità, nonché il suo utilizzo per il riscaldamento di edifici residenziali e commerciali. I dati preliminari stimano potenziali target di quota di idrogeno nel consumo finale di energia fino al 2% entro il 2030 e fino al 20% entro il 2050. La Strategia stima inoltre un livello di investimenti richiesto di circa 10 miliardi di €, con l'obiettivo di garantire 8 Mt di CO₂eq di riduzione delle emissioni entro il 2030, con una capacità di elettrolisi target di 5 GW. Inoltre, il governo italiano ha deciso di destinare una quota importante del budget del PNRR alla componente "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile" (€ 23,78 mld PNRR e € 1,40 mld dal Piano Complementare).

Le principali voci di investimento riguardano:

- l'espansione del mercato dell'idrogeno (€450 ml) attraverso la realizzazione, in Italia, di un grande impianto industriale per la produzione di elettrolizzatori. Si prevede di raggiungere circa 1 GW di capacità di elettrolisi entro il 2026;

- la creazione di 10 hydrogen valleys (€500 ml) con economia in parte basata su idrogeno, per promuovere a livello locale la produzione e l'uso di idrogeno nell'industria e nei trasporti. Per contenere i costi, verranno utilizzate aree dismesse già collegate alla rete elettrica dove verranno installati elettrolizzatori per la produzione di idrogeno mediante sovra-generazione o produzione dedicata nell'area di fonti energetiche rinnovabili;
- la sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto ferroviario (€ 300 ml) con 50 nuovi treni e 100 carrozze a propulsione elettrica e a idrogeno;
- la sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto stradale (€ 230 ml), promuovendo la diffusione di distributori per camion e auto, con l'obiettivo di raggiungere almeno il 5-7% del mercato interno entro il 2030. Verranno sviluppate almeno 40 stazioni di rifornimento, in grado di erogare idrogeno anche a pressioni di oltre 700 bar, dando la priorità alle aree strategiche per i trasporti stradali pesanti, quali le zone prossime a terminal interni e le rotte più densamente attraversate da camion a lungo raggio;
- l'utilizzo dell'idrogeno in settori hard-to-abate(€ 2000 ml) al fine di favorire la transizione verso l'idrogeno verde, a emissioni zero, delle industrie che risultano oggi più inquinanti e difficili da riconvertire, ad esempio acciaierie, raffinerie, ecc.;
- attività di ricerca e sviluppo sull'idrogeno (€ 160 ml) al fine di migliorare la conoscenza delle tecnologie in tutte le fasi (produzione, stoccaggio e distribuzione), mediante la sperimentazione e la realizzazione di prototipi per il processo di industrializzazione, con l'obiettivo di abbattere progressivamente i costi e ad aumentare la competitività.

L'andamento dei bandi PNRR anche su tale settore è consultabile sulla pagina [web della Regione](#).

Le aziende pubbliche di trasporto potranno nel breve termine avviare una domanda di idrogeno rinnovando la flotta autobus extraurbani (o mini- flotte) o treni (in particolare in tratte non elettrificabili) sostituendo mezzi tradizionali a combustibili fossili con mezzi ad idrogeno disponibili già sul mercato. In parallelo, i progetti di utilizzo di idrogeno in settori industriali energivori hard to abate oggi possibili solo grazie a miscele idrogeno-metano potranno gradualmente guidare la transizione completa ad idrogeno grazie allo sviluppo di nuovi apparati industriali.

L'incidenza del processo di conversione di energia elettrica in idrogeno e il suo utilizzo nelle celle a combustibile risulta comunque non completamente trascurabile.

Nel caso di elettrolizzatori con efficienza pari a 56-60% per produrre 1 kg di idrogeno occorrono, in funzione delle diverse tecnologie commerciali 55-60 kWh (al netto dell'energia necessaria per la sua compressione) di energia elettrica e circa 9 lt di acqua³⁷.

³⁷ Fonti: Studio RE-COMMON, 2022

ALLEGATI

Allegato 2 - Matrice Quadro conoscitivo preliminare dell'ambiente e del territorio

Allegato 3 - Tabella indicatori di paesaggio