

OPERE DI VIABILITA' COMPLEMENTARE AL NUOVO POLO SPORTIVO

Città di Carpi

CITTA' DI CARPI - Settore S5 Opere Pubbliche e Manutenzione della Città

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

Finanziato dall'Unione Europea NextGenerationEU

Missione M5 - Componente C2 - Misura Investimenti in progetti di rigenerazione urbana, volti a ridurre situazioni di emarginazione e degrado sociale - Investimento 2.1

Progetto n.55/22:

"OPERE DI VIABILITA' COMPLEMENTARE AL NUOVO POLO SPORTIVO" - ID 8660

CUI: L00184280360202000024 - CUP: C91B21002880005

PROGETTAZIONE:



RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Marcello Mancone

COORDINATORE DI PROGETTO
Ing. Alessandro Cecchelli

OPERE A VERDE, ASPETTI PAESAGGISTICI E URBANISTICI
Arch. Maria Cristina Fregni

PROGETTAZIONE OPERE STRADALI
Ing. Alessio Gori

PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE
Ing. Alessandro Cecchelli

PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI
Ing. Luciano Viscanti

CANTIERIZZAZIONE E FASI ESPROPRI ED INTERFERENZE
Ing. Stefano Simonini

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI
Ing. Francesco Frassinetti

COORD. SICUREZZA IN PROGETTAZIONE
Geom. Stefano Caccianiga

GEOLOGIA
Dott. Pietro Accolti Gil

TEAM DI PROGETTO
Ing. Mattia De Caro
Ing. Stefano Tronconi
Ing. Giulio Melosi
Arch. Daniela Corsini
Arch. Althea Giroto
Ing. Matteo Falcini
Ing. Davide Vescovini
Arch. Emma Ibba
Geom. Franco Mariotti

ELABORATO

STUDIO DI FATTIBILITA' AMBIENTALE

PROGETTO ESECUTIVO

PARTE D'OPERA	DISCIPLINA	DOC. E PROG.	FASE	REV.
RO	AM	RT02	3	1

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
8	ROAMRT02_31_5094	5094	-	A4

5				
4				
3				
2				
1	REVISIONE		GIU 2023	A.Giroto M.C.Fregni M.Mancone
0	EMISSIONE		MAG 2023	A.Giroto M.C.Fregni M.Mancone
REV.	DESCRIZIONE		Data	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	NATURA E OBIETTIVI DEL PROGETTO.....	2
2.1	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO.....	2
2.2	PROGETTO STRADALE.....	3
3	CANTIERIZZAZIONE	5
3.1	PRINCIPALI TIPOLOGIE DI LAVORAZIONI	5
3.2	AREE DI CANTIERE	5
3.3	ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE	6
4	PREVISIONI E VINCOLI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ED URBANISTICA	7
4.1	PIANIFICAZIONE REGIONALE	9
4.1.1	Piano Territoriale Regionale Emilia-Romagna	9
4.1.2	Piano Regionale Integrato Dei Trasporti (PRIT)	13
4.1.3	Sintesi Di Coerenza	14
4.2	PIANIFICAZIONE PROVINCIALE	15
4.2.1	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Modena	15
4.2.2	Piano Di Gestione Rischio Alluvioni.....	20
4.2.3	Il PAI dell'autorità Di Bacino Del Fiume Po	22
4.2.4	Sintesi di Coerenza.....	24
4.3	PIANIFICAZIONE COMUNALE	25
4.3.1	Piano Regolatore Generale e Regolamento Edilizio Comunale di Carpi.....	25
4.3.2	Sintesi di Coerenza.....	29
4.4	I VINCOLI E LE TUTELE AMBIENTALI E TERRITORIALI	30
5	STATO DELL'AMBIENTE.....	31
5.1	ATMOSFERA	32
5.2	GEOLOGIA E ACQUE	90
5.2.1	Inquadramento geologico-strutturale	90
5.2.2	Inquadramento Idrogeologico	96
5.2.3	Inquadramento Geomorfologico.....	102
5.2.4	Subsidenza.....	103
5.2.5	Stratigrafia.....	113
5.2.6	Sismica.....	119

5.3	SUOLO, USO DEL SUOLO	143
5.4	BIODIVERSITA', POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	146
5.4.1	Flora	146
5.4.2	Fauna.....	153
5.4.1	Popolazione.....	155
5.5	PAESAGGIO.....	160
5.6	RUMORE E VIBRAZIONI.....	165
5.7	INQUINAMENTO LUMINOSO E OTTICO	168
6	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	170
6.1	ATMOSFERA	170
6.2	GEOLOGIA ED ACQUE	171
6.3	SUOLO, USO DEL SUOLO	171
6.4	BIODIVERSITA', POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....	172
6.5	PAESAGGIO.....	173
6.6	RUMORE E VIBRAZIONI.....	174
6.7	INQUINAMENTO LUMINOSO E OTTICO	175

1 PREMESSA

Il presente Studio di Fattibilità Ambientale viene redatta ai sensi dell'art. 20 del DPR 207/2010 e ss.mm.ii. sul Progetto Esecutivo relativo alle Opere di Viabilità complementare al nuovo Polo Sportivo della città di Carpi, MO – messa in sicurezza dell'incrocio tra Via Peruzzi e la Tangenziale B.Losi.

Secondo la normativa vigente, lo Studio di Fattibilità Ambientale in relazione alla tipologia, categoria e all'entità dell'intervento è predisposto contestualmente al progetto esecutivo sulla base dei risultati della fase di selezione preliminare dello studio di impatto ambientale. Lo studio di fattibilità ambientale, tenendo conto delle elaborazioni a base del progetto esecutivo, approfondisce e verifica le analisi sviluppate nella fase di redazione del progetto preliminare, ed analizza e determina le misure atte a ridurre o compensare gli effetti dell'intervento sull'ambiente e sulla salute, ed a riqualificare e migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale avuto riguardo agli esiti delle indagini tecniche, alle caratteristiche dell'ambiente interessato dall'intervento in fase di cantiere e di esercizio, alla natura delle attività e lavorazioni necessarie all'esecuzione dell'intervento, e all'esistenza di vincoli sulle aree interessate.

Considerando la natura del progetto in esame, il presente Studio di Fattibilità Ambientale, in conformità con la normativa di riferimento, viene così strutturato:

- **CAPITOLO 2. NATURA E OBIETTIVI DEL PROGETTO:** descrizione della proposta progettuale, mirata in particolar modo alla valutazione degli effetti complessivi in termini di inserimento paesaggistico ed ambientale dell'opera;
- **CAPITOLO 3. CANTIERIZZAZIONE:** analisi della descrizione della fase di cantierizzazione necessaria per l'individuazione degli impatti potenziali sulle varie componenti ambientali provocati dalle varie lavorazioni;
- **CAPITOLO 4. PREVISIONI E VINCOLI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ED URBANISTICA:** analisi dei piani regionali, provinciali e comunali al fine di evidenziare eventuali situazioni di non coerenza/incompatibilità delle azioni di progetto con le disposizioni di piano e la verifica di tutti i vincoli paesaggistici e ambientali che insistono sulla zona interessata dal progetto e dalla cantierizzazione;
- **CAPITOLO 5. STATO DELL'AMBIENTE:** analisi dello stato di fatto delle varie componenti ambientali;
- **CAPITOLO 6. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI:** analisi degli effetti delle azioni progettuali sulle componenti ambientali analizzate in precedenza;

2 NATURA E OBIETTIVI DEL PROGETTO

2.1 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto si pone come obiettivo di regolarizzare l'intersezione stradale esistente, governata da un sistema semaforico, tramite la realizzazione di una rotonda con capacità adeguata a permettere ai veicoli di circolare senza la formazione di attese e code in funzione dei flussi e dei volumi transitanti.

Il transito delle utenze deboli sarà garantito tramite adeguamento degli attraversamenti ciclo-pedonali semaforizzati a chiamata con percorsi obbligati, "sfalsati" tramite ostacoli fisici ed opportunamente segnalati, in prossimità delle isole di innesto dei rami della rotonda.

L'infrastruttura di progetto si inserisce all'interno di un'area a Nord-Ovest del tessuto urbanizzato di Carpi, per la precisione, come riportato in precedenza, all'intersezione tra Via Baldassarre Peruzzi e la tangenziale Bruno Losi; il contesto è fortemente urbanizzato, con un'area residenziale ad Est e una Commerciale/industriale ad Ovest.



Figura 1 - Inquadramento generale



Figura 2 - Impianto stradale e servizi dell'area

2.2 PROGETTO STRADALE

Si riportano di seguito le caratteristiche progettuali della nuova intersezione rotatoria e dei relativi assi.

ROTATORIA

Il centro della nuova rotatoria di progetto è posizionato all'intersezione tra gli assi di Via Losi e Via Peruzzi. La rotatoria presenta un diametro esterno di 60m, rientrando nel campo delle rotatorie di grande diametro.

Ai fini di aumentare la capacità della rotatoria in termini di smaltimento dei flussi veicolari è stato scelto di disporre su due corsie anche i rami in uscita (dato che la rotatoria di progetto è una rotatoria di grande diametro $D > 50m$, fuori dal range dimensionale delle rotatorie convenzionali, non trova applicazione in questo senso il divieto esposto dal DM 19/04/2006).

Si è scelto di eliminare la corsia dedicata di svolta a DX, da Tangenziale Bruno Losi sud verso via Peruzzi est; infatti anche se tale viabilità potrebbe essere utile non risulta strettamente necessaria per il flusso veicolare grazie anche alla suddetta scelta di impostare i rami di uscita su due corsie.

Il progetto prevede infine la realizzazione di una corsia di svolta dedicata per chi proviene da nord dalla Tangenziale Bruno Losi all'interno del parcheggio delle piscine, utilizzando per quanto possibile il sedime della viabilità esistente.

VIA PERUZZI

Il nuovo asse di progetto si ricuce alla sede stradale attuale. L'ingresso e l'uscita dalla rotatoria presentano doppia corsia di larghezza 6,00m. I residuati stradali vengono riconformati a spazi verdi.

VIA BRUNO LOSI SUD

Il nuovo asse di progetto si ricuce a sud alla sede stradale esistente. Per sfruttare al massimo la sede stradale esistente la carreggiata è impostata sul ciglio destro (ovest) esistente per poi curvare e riportare la direzione dell'asse sul centro della rotatoria (configurazione standard).

Immediatamente a sud si sviluppa in allargamento la corsia per uscire dalla tangenziale ed accedere da Via Losi al parcheggio del quadrante sud-ovest.

L'ingresso e l'uscita dalla rotatoria presentano doppia corsia di larghezza 6,00m. I residui stradali vengono riconformati a spazi verdi.

VIA BRUNO LOSI NORD

Il nuovo asse di progetto si ricuce a nord alla sede stradale esistente. Per sfruttare al massimo la sede stradale esistente la carreggiata è impostata sul ciglio sinistro (est) esistente per poi curvare e riportare la direzione dell'asse sul centro della rotatoria (configurazione standard). È stato preferito impostarsi sul ciglio sinistro, e non su quello destro, in modo da allontanarsi dalla zona ovest dove sarà presente la corsia a circolazione antioraria per il passaggio bus, l'accesso alla scuola nel quadrante nord-ovest ed il parcheggio quadrante sud-ovest (vedi paragrafo dedicato).

L'ingresso e l'uscita dalla rotatoria presentano doppia corsia di larghezza 6,00m. I residui stradali vengono riconformati a spazi verdi.

VIABILITA' OVEST A CIRCOLAZIONE ANTIORARIA

La sede stradale esistente viene riconformata con una viabilità a circolazione antioraria per il passaggio bus, l'accesso alla scuola nel quadrante nord-ovest ed il parcheggio quadrante sud-ovest. A partire dall'uscita dalla nuova rotatoria si trova in destra lo svincolo verso la scuola; il progetto prevede la realizzazione di una mini-rotatoria per favorire l'inversione di marcia degli utenti. In sinistra la viabilità dedicata per la circolazione dei bus; tale viabilità si presenta con doppia corsia per consentire la sosta dei bus in fermata alla nuova pensilina.

Sul margine stradale esistente ovest si riconforma la nuova corsia che permette l'uscita dal parcheggio rientrando nella viabilità circolatoria prima di immettersi in rotatoria; tale innesto è regolato da un impianto semaforico con logica di preferenziamento degli autobus in modo da non creare troppe soste al mezzo pubblico.

Per i flussi veicolari che si dirigono a nord verso le scuole è stato previsto un ramo di rientro verso Via Bruno Losi Nord con innesto ad ago regolato da segnale di stop; per prevenire l'irregolare svolta a sinistra da tale innesto verso nord (saltando l'ingresso in rotatoria) è stata prolungata l'isola divisionale su Via Bruno Losi in modo da creare un ostacolo fisso alla suddetta manovra.

3 CANTIERIZZAZIONE

3.1 PRINCIPALI TIPOLOGIE DI LAVORAZIONI

Le principali lavorazioni sono rappresentate da:

- Scarifica del manto bituminoso
- Realizzazione dei rilevati con materiali provenienti da cava
- Realizzazione del sistema di smaltimento e gestione delle acque di piattaforma
- Installazione degli impianti di illuminazione
- Installazione di barriere acustiche fono-assorbenti
- Realizzazione di opere a verde per mitigazione ambientale

3.2 AREE DI CANTIERE

Per la realizzazione dell'opera in oggetto è prevista la predisposizione di un **cantiere base**, di superficie pari a circa **1.600 mq**, dove saranno previsti tutti gli apprestamenti necessari per l'alloggiamento degli addetti, gli uffici per l'impresa e la DL e per realizzare le opere previste in progetto, quali per esempio aree parcheggio per mezzi di cantiere e/o visitatori, aree destinate ad officina e deposito/stoccaggio materiali, come riportato nella seguente immagine e nell'elaborato *RO_SIB003_30_5094- Layout di cantiere – Dettaglio campo Base, box e apprestamenti di cantiere.pdf*.

Come si evince dalle immagini, il cantiere base sarà localizzato in un'ampia area prossima a quelle delle lavorazioni, in modo tale da minimizzare gli spostamenti sulla viabilità pubblica. L'area, destinata a parcheggio di veicoli e adiacente all'ampio parcheggio delle piscine, risulta pavimentata in parte ad asfalto (stalli dei veicoli) ed in parte con masselli autobloccanti su di un'area, pavimentata in parte ad asfalto e in parte in masselli autobloccanti.



3.3 ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE

L'organizzazione del cantiere è stata gestita in più fasi successive, correlate all'avanzamento dell'opera. Nell'ambito di ciascuna fase vengono di seguito individuate una serie di macro voci che identificano l'organizzazione del cantiere in funzione della sua evoluzione:

- Realizzazione recinzioni di cantiere e accessi carrabili come ingresso principale di cantiere
- Allestimento Impianto elettrico di cantiere
- Allestimento area logistica e impianti idrico;
- Allestimento vasca per lavaggio canala autobetoniere
- Organizzazione delle varie aree di lavoro
- Delimitazione delle diverse aree di lavoro in base all'avanzamento cantiere

L'area di cantiere è delimitata da una recinzione di tipo fisso in pannelli metallici grigliati su basette in cls e rete schermante del tipo antipolvere.

E' a totale carico dell'impresa affidataria l'allestimento di idonei servizi igienico/assistenziali in funzione della presenza media di personale in cantiere, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (Allegato XIII DLgs 81/08 e smi), per tutte le maestranze che saranno presenti in cantiere.

Per le specifiche degli apprestamenti e loro disposizione vedi elaborato RO_SI_B003_30_5094 – Dettaglio campo Base, apprestamenti di cantiere, recinzioni, delimitazioni, box. Pdf

La configurazione standard prevista per gli apprestamenti del cantiere sarà dimensionata secondo i disposti del D.Lgs 81/08, prevedendo appositi box al fine di garantire i requisiti richiesti dalla normativa. Tutti i box dovranno essere appoggiati su idoneo basamento sollevato dal terreno (piattaforma in cls armato, o plinti prefabbricati) in modo tale da isolare i manufatti dall'umidità.

4 PREVISIONI E VINCOLI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ED URBANISTICA

In questa sezione viene affrontata l'analisi complessiva della pianificazione territoriale ed urbanistica afferente all'ambito di interesse progettuale al fine di verificarne i possibili limiti alla trasformazione. L'analisi di piani e programmi fornisce, inoltre, gli elementi conoscitivi circa le relazioni ed i rapporti di coerenza tra il progetto stesso e gli strumenti di pianificazione e programmazione generali e settoriali a vari livelli istituzionali.

In particolare per ogni piano è stata valutata brevemente la coerenza delle azioni progettuali con il complesso quadro degli indirizzi e delle prescrizioni di piano:

- La coerenza delle azioni progettuali con gli indirizzi e le prescrizioni di un piano è definita come la completa o parziale corrispondenza delle azioni di progetto con gli obiettivi e gli indirizzi di carattere generale definiti dagli strumenti analizzati;
- La conformità è definita invece come la completa o parziale corrispondenza delle azioni di progetto alle prescrizioni specifiche per l'ambito di progetto così come definite dagli strumenti analizzati;
- La non coerenza/non conformità infine è definita quando le azioni di progetto producono effetti contrari a quelli definiti dagli obiettivi e dalle prescrizioni degli strumenti analizzati.

A valle del sistema programmatico e pianificatorio, è stato inoltre valutato il complesso dei vincoli ambientali, paesaggistici e delle tutele con cui l'ambito in esame potrebbe interferire.

A seguire, si riporta l'elenco degli strumenti di programmazione, pianificazione territoriale e pianificazione urbanistica e i relativi piani di settore che sono stati analizzati e valutati:

PIANIFICAZIONE REGIONALE:

- Piano Territoriale Regionale Emilia-Romagna, approvato con delibera n. 276 del 3 febbraio 2010 ai sensi della legge regionale n. 20 del 24 marzo 2000.
- Piano Regionale Integrato dei Trasporti (Prit), approvato con delibera del Consiglio regionale n. 1322 del 22/12/1999.

PIANIFICAZIONE PROVINCIALE:

- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Modena, approvato con delibera n.46 del 18 marzo 2009;
- PGRA del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale, approvato il 3 marzo 2016, con deliberazione n.2/2016;
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (PGRA), approvato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione del Comitato Istituzionale n.2/2016.

PIANIFICAZIONE COMUNALE:

- Piano Regolatore Generale di Carpi approvato con Delibera di Giunta Provinciale n. 174 del 30.04.2002, aggiornato con Determina Dirigenziale n.380 del 24/05/2022;
- Adozione di variante specifica al P.R.G. vigente ai sensi dell'art. 4 comma 4) lett. A) della L.R. 24/2017 e dell'art. 12 della L.R. 37/2002 nonché dell'art. 19 del D.P.R. n. 327/01;
- Regolamento Edilizio Comunale approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 120 del 17.07.2008 e aggiornato con le variazioni apportate dalla delibera di Consiglio Comunale n. 135 del 12.12.2013.

4.1 PIANIFICAZIONE REGIONALE

4.1.1 Piano Territoriale Regionale Emilia-Romagna

Il Piano Territoriale Regionale (PTR) è lo strumento di programmazione con il quale la Regione definisce gli obiettivi per assicurare lo sviluppo e la coesione sociale, accrescere la competitività del sistema territoriale regionale, garantire la riproducibilità, la qualificazione e la valorizzazione delle risorse sociali ed ambientali.

Il PTR vigente nasce con la finalità di offrire una visione d'insieme del futuro della società regionale, verso la quale orientare le scelte di programmazione e pianificazione delle istituzioni, e una cornice di riferimento per l'azione degli attori pubblici e privati dello sviluppo dell'economia e della società regionali. Per tale ragione, è prevalente la visione di un PTR non immediatamente normativo, che favorisce l'innovazione della governance, in un rapporto di collaborazione aperta e condivisa con le istituzioni territoriali.

Di fronte alla comunità regionale si presentano le contraddizioni di un sistema economico-sociale segnato da un elevato consumo di risorse finite (suolo, energia da fonti esauribili), dalla bassa natalità e dall'invecchiamento della popolazione, dalla immigrazione straniera, dai cambiamenti culturali e di costume e dalla rivoluzione scientifica e tecnologica. Il modello di sviluppo che ha caratterizzato l'Emilia-Romagna e altre regioni forti del Paese è giunto da tempo alla soglia di un ulteriore, necessario e possibile salto di qualità.

Due appaiono essere oggi le principali sfide che investono il territorio regionale, tra loro strettamente collegate:

- la "sfida demografica", legata sia ai grandi flussi migratori che al cambiamento della struttura di età della popolazione originaria;
- la "questione ambientale", in particolare la sfida posta dal cambiamento climatico, che si configura per molti versi come paradigma di riferimento del cammino della società regionale verso la sostenibilità.

Il cambiamento climatico è la questione in cui con più evidenza si possono cogliere l'intreccio e l'interazione fra la dimensione globale e la dimensione locale della crisi ambientale.

La serietà dei rischi emerge chiaramente anche alla luce di situazioni critiche di qualità ambientale locali: il permanere del diffuso stato di criticità dell'aria e del rumore e l'accentuazione del fenomeno delle isole di calore nelle aree urbane; la criticità della difesa idrogeologica di ampie porzioni del territorio, in particolare dell'Appennino e della pianura. Oltre a ciò, il cambiamento del regime delle precipitazioni può ripercuotersi sul ciclo dell'acqua, influenzando su tutti i settori idroesigenti che possono così subirne gli effetti. Alla luce di questo nuovo scenario acquistano ulteriore peso e urgenza le questioni ambientali nella accezione più tradizionale del concetto. La qualità dell'aria, del suolo e dell'acqua

sono sempre più compromesse dagli inquinanti che l'uomo immette nell'ambiente attraverso le sue attività antropiche.

È dunque strategico definire, oltre alle necessarie politiche di mitigazione che conducono alla riduzione delle emissioni di gas serra, anche razionali azioni di adattamento al cambiamento climatico, orientate a limitare i danni potenziali derivanti da tale cambiamento e a sfruttarne le opportunità.

In quest'ottica, il contenimento dei consumi energetici e idrici, parallelamente all'aumento dell'uso efficiente dell'energia e dell'acqua, appaiono essere due questioni di fondamentale importanza al fine di perseguire lo sviluppo sostenibile del territorio. Un altro aspetto di assoluta rilevanza è la gestione del ciclo dei materiali, in cui risulta indispensabile continuare a ridurre la produzione e la nocività dei rifiuti, aumentando il recupero e il riciclo, nonché il loro riutilizzo per la produzione energetica. E proprio sul fronte della produzione energetica va ricordato il ruolo fondamentale giocato dalle fonti rinnovabili in quanto capaci di generare energia senza produrre inquinamento e senza consumare risorse. Un'ulteriore questione che non deve essere dimenticata è quella che lega la qualità dell'aria all'uso del suolo. Infatti, oltre alla tradizionale lotta agli inquinanti immessi in atmosfera, non è da sottovalutare il ruolo che può essere svolto dal suolo in quanto capace di "catturare" la CO₂ presente in atmosfera, anche da questo motivo deriva la necessità di lotta al consumo di suolo.

Sotto un profilo più strettamente di carattere urbanistico, la riflessione sulla forma e l'organizzazione dei sistemi urbani e sulla pianificazione è certamente prioritaria. L'attuale tendenza verso nuove aree urbane caratterizzate da minore densità, sta infatti determinando un aumento dei consumi di risorse non rinnovabili ed una progressiva perdita di qualità ambientale, che comporta anche significativi impatti sociali. Fra di essi il tema del consumo e della sicurezza energetica figura certamente fra le principali priorità, nel settore civile (residenziale e terziario), nel settore dei trasporti e nell'industria manifatturiera.

In tema di utilizzo ottimale dei suoli per l'industria, particolare rilievo possono assumere i siti contaminati, che possono essere bonificati e destinati alla reindustrializzazione e ai servizi di area.

Il PTR non indica per l'area oggetto di intervento specifiche prescrizioni o indicazioni.

Si può quindi fare riferimento alle quattro dimensioni principali che il PTR individua per definire il potenziale dei propri territori: capitale sociale; capitale cognitivo; capitale ecosistemico e paesaggistico; capitale insediativo e infrastrutturale.

Lo sviluppo del capitale cognitivo si pone l'obiettivo di raggiungere i seguenti risultati: sistema educativo, formativo e della ricerca di alta qualità; alta capacità d'innovazione del sistema regionale; attrazione, mantenimento delle conoscenze e delle competenze nei territori.

Lo sviluppo del capitale sociale si pone l'obiettivo di raggiungere i seguenti risultati: benessere della popolazione e alta qualità della vita; equità sociale e diminuzione della povertà; integrazione multiculturale, alti livelli di partecipazione e condivisione di valori collettivi (civicsness).

Lo sviluppo del capitale ecosistemico-paesaggistico si pone l'obiettivo di raggiungere i seguenti risultati: integrità del territorio e continuità della rete ecosistemica; sicurezza del territorio e capacità di rigenerazione delle risorse naturali; ricchezza dei paesaggi e della biodiversità.

Lo sviluppo del capitale insediativo-infrastrutturale si pone l'obiettivo di raggiungere i seguenti risultati: ordinato sviluppo del territorio, salubrità e vivibilità dei sistemi urbani; alti livelli di accessibilità a scala locale e globale, basso consumo di risorse ed energia; senso di appartenenza dei cittadini e città pubblica.

La Regione Emilia-Romagna si è dotata anche di un Piano Territoriale Paesistico Regionale, il quale, nel quadro della programmazione regionale e della pianificazione territoriale ed urbanistica, persegue i seguenti obiettivi, determinando specifiche condizioni ai processi di trasformazione ed utilizzazione del territorio:

- conservare i connotati riconoscibili della vicenda storica del territorio nei suoi rapporti complessi con le popolazioni insediate e con le attività umane;
- garantire la qualità dell'ambiente, naturale e antropizzato, e la sua fruizione collettiva;
- assicurare la salvaguardia del territorio e delle sue risorse primarie, fisiche morfologiche e culturali;
- individuare le azioni necessarie per il mantenimento, il ripristino, e l'integrazione dei valori paesistici e ambientali, anche mediante la messa in atto di specifici progetti.

Il PTPR riassume in un quadro sinottico il sistema dei valori naturali, culturali e storico-testimoniali, provvedendo a dettare disposizioni articolate per differenziate categorie di tutela. Individua 23 Unità di Paesaggio quali ambiti funzionali di riferimento per il coordinamento delle politiche territoriali di settore. Vengono promossi progetti integrati di tutela e valorizzazione del paesaggio in forma associata.

L'area nella quale si interverrà ricade nell'Unità di Paesaggio 8 "Pianura Bolognese Modenese e Reggiana".

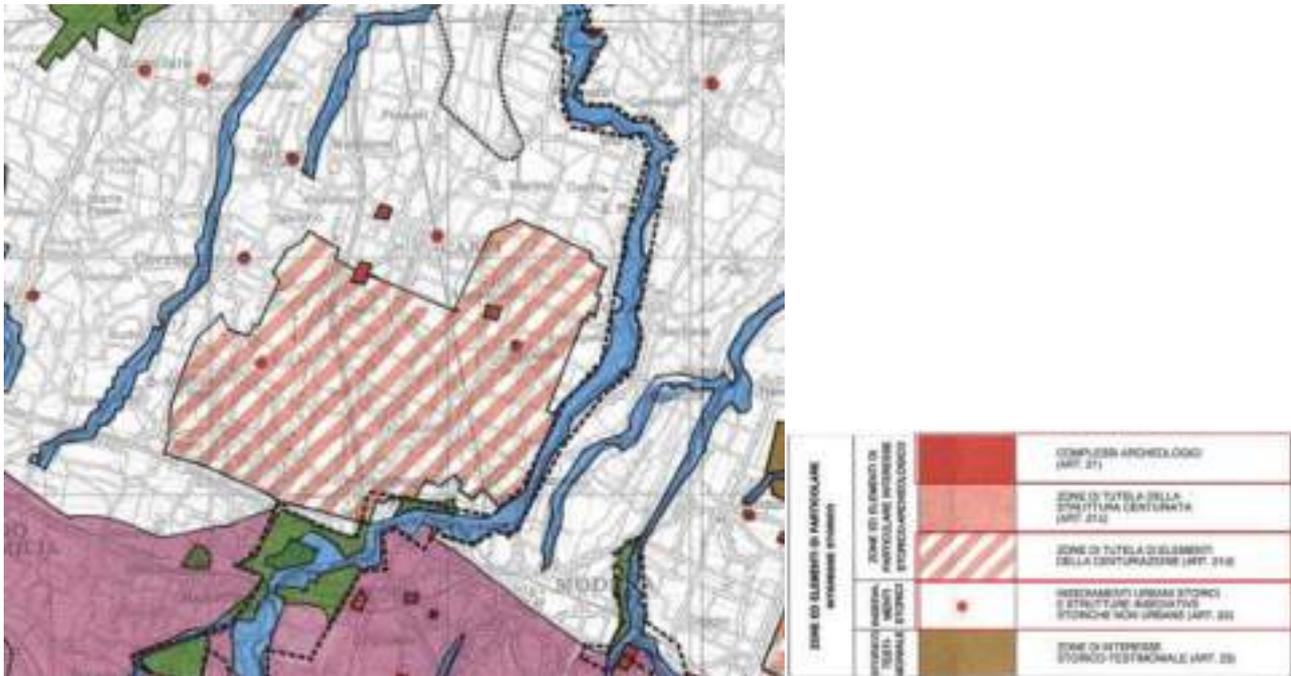


Figura 5 Estratto PTPR – Tavola di sintesi delle zone ed elementi di piano

Il PTPR individua per il territorio contermini l'area di intervento delle zone ed elementi di particolare interesse storico. Nella fattispecie il comune di Carpi viene evidenziato come un insediamento storico, disciplinato dall'articolo 22 delle Norme Tecniche di Attuazione. Vi è inoltre la presenza di zone ed elementi di particolare interesse storico-archeologico quali complessi archeologici (Articolo 21) e zone di tutela di elementi della centuriazione (Articolo 21c) i quali risultano essere elementi strutturanti del paesaggio carpigiano.

In prossimità dell'area oggetto di studio non si denota la presenza di zone ed elementi strutturanti la forma del territorio.

4.1.2 Piano Regionale Integrato Dei Trasporti (PRIT)

La Legge regionale n. 30 del 1998 (Disciplina generale del trasporto pubblico regionale e locale) individua il Prit (Piano regionale integrato dei trasporti) come il principale strumento di pianificazione con cui la Regione stabilisce indirizzi e direttive per le politiche regionali sulla mobilità e fissa i principali interventi e le azioni prioritarie da perseguire nei diversi ambiti di intervento.

La legge individua tre livelli su cui articolare la pianificazione dei trasporti: regionale, provinciale e comunale.

Tali funzioni di pianificazione sono esercitate sia attraverso la predisposizione e approvazione dei piani generali, sia di quelli legati più nello specifico al settore dei trasporti.

Le Province dovranno recepire, nella redazione dei PTCP (Piani territoriali di coordinamento provinciali), oltre al quadro infrastrutturale, gli aspetti strategici del sistema della mobilità indicati dal PRIT, specificando quanto verrà affidato ai Piani settoriali della mobilità provinciale.

Compete ai Comuni, invece, in riferimento alle situazioni locali, specificare, approfondire e attuare i contenuti propri degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati.

È vigente il PRIT 98, approvato con delibera del Consiglio regionale n. 1322 del 22/12/1999.

Gli obiettivi principali del PRIT sono:

- massimizzare l'efficacia, l'efficienza e l'affidabilità del trasporto locale e la sua integrazione con il trasporto ferroviario;
- massimizzare la capacità del sistema ferroviario di assorbire tutto il traffico possibile delle persone e delle merci;
- creare le condizioni per l'avvio di una concreta politica del trasporto fluviale e fluvio-marittimo per l'interscambio delle merci;
- creare un sistema infrastrutturale fortemente interconnesso, strutturato come rete di corridoi plurimodali-intermodali strada, ferrovia, vie navigabili;
- creare un sistema di infrastrutture stradali altamente gerarchizzato ed organizzare il disegno della rete stradale in modo da aumentarne l'efficienza;
- operare per una mobilità sostenibile e assicurare a cittadini ed imprese la migliore accessibilità del territorio regionale, promuovendo un sistema integrato di mobilità in cui il trasporto collettivo assolve un ruolo fondamentale.

La Carta B "Sistema stradale di previsione all'anno 2010" riporta la previsione di completamento della tangenziale urbana di Carpi.

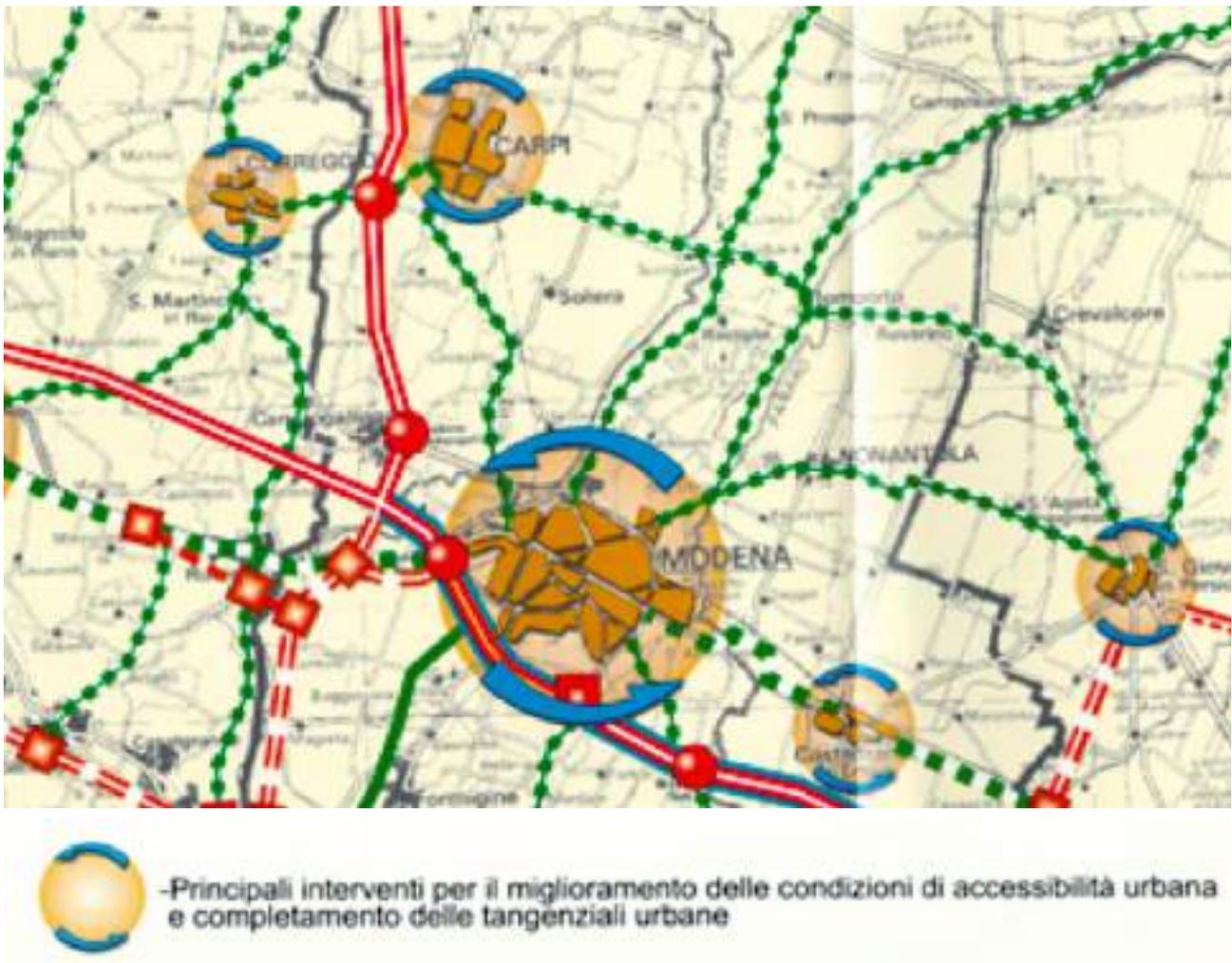


Figura 6 - Estratto PRIT - Carta B "Sistema stradale di previsione all'anno 2010"

4.1.3 Sintesi Di Coerenza

Il PTR non indica per l'area oggetto di intervento specifiche prescrizioni o indicazioni. L'opera in progetto risulta coerente rispetto agli obiettivi di PTR relativi al benessere della popolazione e alta qualità della vita, e ad alti livelli di accessibilità a scala locale e globale.

4.2 PIANIFICAZIONE PROVINCIALE

4.2.1 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Modena

“Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) è lo strumento di pianificazione che definisce l’assetto del territorio con riferimento agli interessi sovracomunali; [...] è sede di raccordo e verifica delle politiche settoriali e strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale” (L.R.20/2000 art.26 cc.1 e 2).

Il primo PTCP della Provincia di Modena risale agli anni 1998-1999; successivamente è entrata in vigore la legge “urbanistica” regionale “Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio” (L.R. nr.20 del 24 marzo 2000), e sono sopraggiunte numerose novità nel campo degli assetti economici, sociali, demografici, ambientali e della sicurezza del territorio.

Pertanto il Consiglio Provinciale ha deciso, con delibera n.160 del 13 luglio 2005, di dare vita ad un processo di aggiornamento del PTCP.

L'Amministrazione provinciale di Modena con deliberazione del Consiglio n. 112 del 22 luglio 2008 ha adottato il P.T.C.P. 2008, che costituisce anche adozione di Variante al Piano Operativo degli Insediamenti Commerciali (POIC).

Il piano è stato depositato a partire dal 13 agosto 2008 per 60 gg consecutivi. Entro i termini di deposito sono pervenute 106 osservazioni da enti, associazioni, privati e successivamente a tale termine sono pervenute ulteriori 13 osservazioni per un totale complessivo di 119 osservazioni. Con delibera n. 1702 del 20 ottobre 2008 la Giunta Regionale ha espresso le riserve al PTCP della Provincia di Modena adottato.

Il Consiglio provinciale ha approvato il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale - PTCP 2009 con delibera n.46 del 18 marzo 2009.

Il Piano è entrato in vigore l'8 aprile 2009 a seguito della pubblicazione dell'avviso di avvenuta approvazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Emilia Romagna (nr.59- parte seconda).

Gli obiettivi strategici principali perseguiti dal PTCP sono:

- sostenere una provincia dinamica dal punto di vista socio-economico, favorendo la capacità del tessuto produttivo locale di “fare sistema” in tutti i campi, a cominciare da quello del turismo, che svolge un ruolo essenziale sia come economia direttamente prodotta che come indotto. Dopo la fase di stagnazione attraversata dal settore a partire dagli anni Ottanta, si assiste ora ad un miglioramento dovuto alle politiche di diversificazione dell’offerta e dell’affermazione di “tanti turismi”: turismo congressuale, fieristico, culturale, termale, sportivo, enogastronomico, ecc.
- privilegiare la sostenibilità come condizione dello sviluppo, rendendola sinonimo della qualità dello sviluppo stesso, di cui costituisce parametro di controllo e misura; in particolare, nel campo della pianificazione territoriale, operare con il criterio della sostenibilità significa non rincorrere il soddisfacimento di ogni domanda emergente dal sistema sociale ed economico-produttivo, ma sapere comprendere qual è la ‘offerta’ di sviluppo che un territorio è in grado di esprimere senza generare ulteriori squilibri al suo interno, e ad essa ancorare il

proprio sistema di previsioni. Partendo dal concetto di fondo che il territorio è risorsa esauribile e non riproducibile;

- arrestare il consumo di territorio, riqualificare l'assetto territoriale ed urbano, per fronteggiare lo stato di forte saturazione insediativa in cui si trova il territorio provinciale oggi, non più solo lungo la costa, ma anche nell'entroterra, dove le strutture urbane di vallata tendono anch'esse a saldarsi fra loro in nuove conurbazioni lineari; la riqualificazione urbana e territoriale rappresenta il nuovo asse strategico del sistema della pianificazione, da svilupparsi in un rapporto di stretta complementarità con quello dell'arresto della crescita senza limiti della città. In questa direzione, emergono poi importanti esigenze di riorganizzazione in vari campi, e in particolare nel sistema delle grandi funzioni produttive, logistiche e terziarie. Attraverso le Norme Tecniche di Attuazione del PTCP 2007 si dettano i criteri per attuare una reale riqualificazione urbana e territoriale: ai Comuni che si apprestano a redigere i nuovi PSC si chiede di verificare e ridistribuire le previsioni insediative vigenti secondo i principi della crescita dei centri più dotati di servizi, più accessibili con il trasporto collettivo e/o a piedi e in bicicletta, e più protetti rispetto alle varie fonti di inquinamento; in questa direzione un notevole supporto di indirizzo è fornito dal Titolo 10 delle Norme Tecniche di Attuazione – Disposizioni riguardo la sostenibilità degli insediamenti – nel quale si esplicitano le prestazioni qualitative che sono richieste per una concreta qualità della città e del territorio.
- incentivare forme di perequazione territoriale tra i comuni interessati dalle principali scelte di sviluppo e i comuni con territori più fragili e con potenzialità di sviluppo essenzialmente nella direzione della valorizzazione ambientale.

Il PTCP promuove, anche attraverso un'azione di coordinamento con la pianificazione territoriale delle Province contermini e della Regione, la definizione di un quadro unitario di strategie per l'adeguamento del sistema infrastrutturale al fine di migliorare l'integrazione del territorio modenese con i grandi sistemi plurimodali: aeroporto di Bologna - sistema ferroviario ad Alta Capacità, Sistema Ferroviario Regionale, Progetto Modena Metropolitana, Sistema Ferroviario Metropolitan bolognese.

Particolare attenzione è rivolta ai fabbisogni abitativi e alla domanda di servizi e infrastrutture, così come alle azioni volte a garantire uno sviluppo sostenibile sotto il profilo ambientale e della convivenza. Dal punto di vista infrastrutturale è indispensabile definire un assetto e una strategia di attuazione che abbia l'obiettivo di recuperare i gravi deficit presenti. Le linee di azione di carattere normativo presenti nel PTCP sono:

- l'individuazione e il governo del sistema stradale strategico;
- la definizione delle linee di forza e del ruolo dei nodi urbani di accesso e interscambio al TPL su ferro e su gomma;
- le scelte relative al coordinamento delle politiche territoriali e delle scelte sulla mobilità a livello di ambiti territoriali sovracomunali;
- le strategie per il sistema logistico delle merci.

Molti Comuni hanno sviluppato, assieme alla Provincia, progetti di completamento di sistemi viabilistici tangenziali e/o di circonvallazione, intrecciando a tal fine interventi previsti dagli enti sovraordinati con tratte di completamento di maglie urbane, spesso legandole a interventi urbanistici e puntando molto sulla rifunzionalizzazione delle risorse esistenti. Il PTCP riprende tale disegno e lo consolida definitivamente in un 'telaio' viabilistico capace di distribuire con ragionevole efficienza i traffici attuali e di previsione che si sviluppano internamente alla provincia proteggendo da una parte in modo efficace le zone urbanizzate dai flussi di transito e garantendo, dall'altra adeguati livelli di accessibilità alle principali zone produttive.

La città di Carpi risulta essere collocata in un ambito territoriale con forti relazioni funzionali tra centri urbani (sistemi urbani complessi) oltre che in un ambito di coordinamento delle politiche locali sulle aree produttive (il tracciato più a nord della tangenziale ricadrà in un ambito produttivo di espansione con superficie territoriale superiore a 5 ha).

Di seguito si riporta la Carta B *Sistema insediativo, accessibilità e relazioni territoriali*, che riporta l'area di progetto come appartenente ad un ambito territoriale di coordinamento delle politiche locali sulle aree produttive; il sito di interesse, cerchiato in rosso, risulta prossimo a poli funzionali di rilievo sovracomunale.



Figura 7 - Carta B Sistema insediativo, accessibilità e relazioni territoriali – Estratto PTCP

La Provincia di Modena, già nel PTCP del 1999, ha provveduto all'individuazione delle Unità di Paesaggio di significatività provinciale attribuendo un peso determinante all'osservazione del paesaggio rurale. Si è pertanto

pervenuti alla definizione di una specifica tipizzazione del territorio rurale della provincia che individua, per macro-aree, le porzioni di territorio in cui lo sviluppo dell'agricoltura si caratterizza, in maniera più o meno accentuata, rispetto agli ordinamenti produttivi prevalenti ed ai diversi condizionamenti a cui questi ordinamenti si sono assoggettati.

L'individuazione degli ambiti di omogeneità del paesaggio agrario è stata successivamente integrata dalla valutazione di ulteriori fattori di tipizzazione con particolare riferimento: all'assetto morfologico; alla riconoscibilità della matrice storica di formazione (appoderamento, viabilità, strutture della centuriazione, della bonifica agraria antica, elementi caratteristici delle forme di conduzione agricola di tipo tradizionale, ecc.); alla valutazione, per densità e connotazione geografica del tessuto insediativo e infrastrutturale attuale; alla presenza di emergenze di carattere storico-culturale o naturalistico. Gli ambiti di omogeneità individuati sono in seguito stati chiamati Unità di paesaggio e sono rappresentati nella Carta 7 del PTPC. L'area oggetto di intervento ricade nell'Unità di paesaggio 7 *Pianura di Carpi, Soliera, Campogalliano*.

Prendendo in analisi le risorse paesistiche e storico-culturali si evidenzia l'appartenenza ad un Ambito di quinta collinare (Articolo 34, comma 4b) ed andrà ad interfacciarsi con zone ed elementi di tutela della centuriazione secondo l'Art. 41B c2 lettera a.

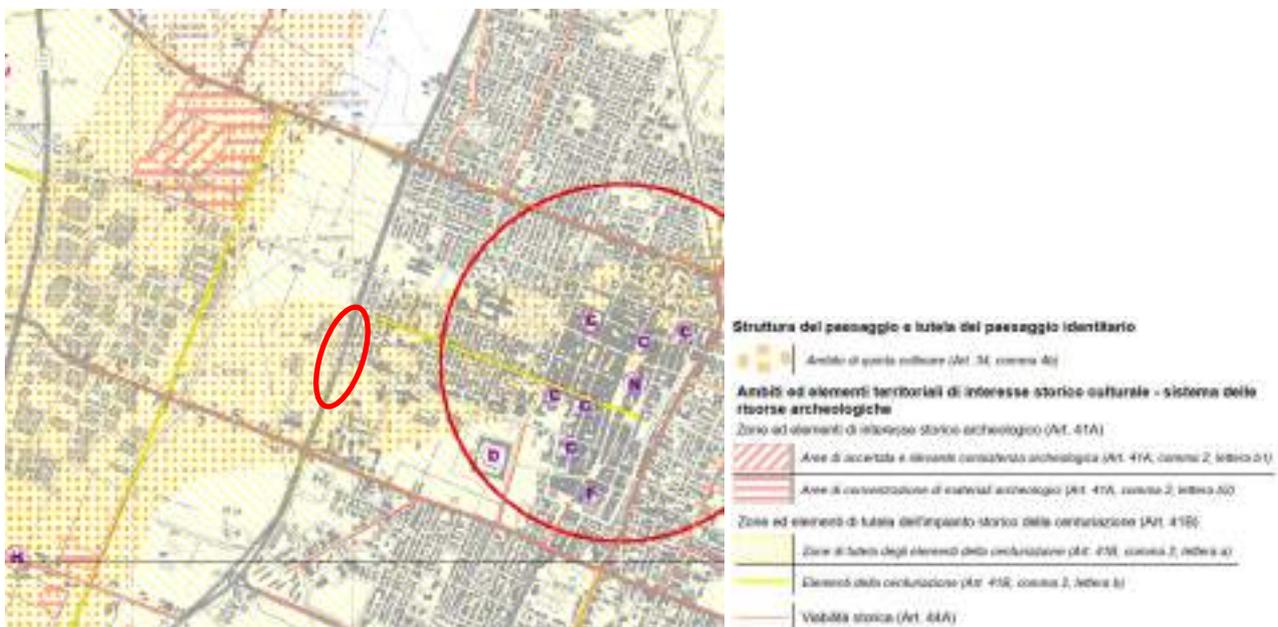


Figura 8 - Tavola 1.1.1 Tutela delle risorse paesistiche e storico-culturali – Estratto PTPC

Per quanto concerne l'ambito ecologico invece il perimetro di progetto non è compreso in corridoi ecologici e frammentazione della rete ecologica è data dagli insediamenti presenti (dal 2006); l'area l'ambisce per la porzione a

Sud-Est un'area forestale normata dall'Art. 21 ed è inoltre prossima a un ambito agricolo periurbano di rilievo provinciale (Art. 72).

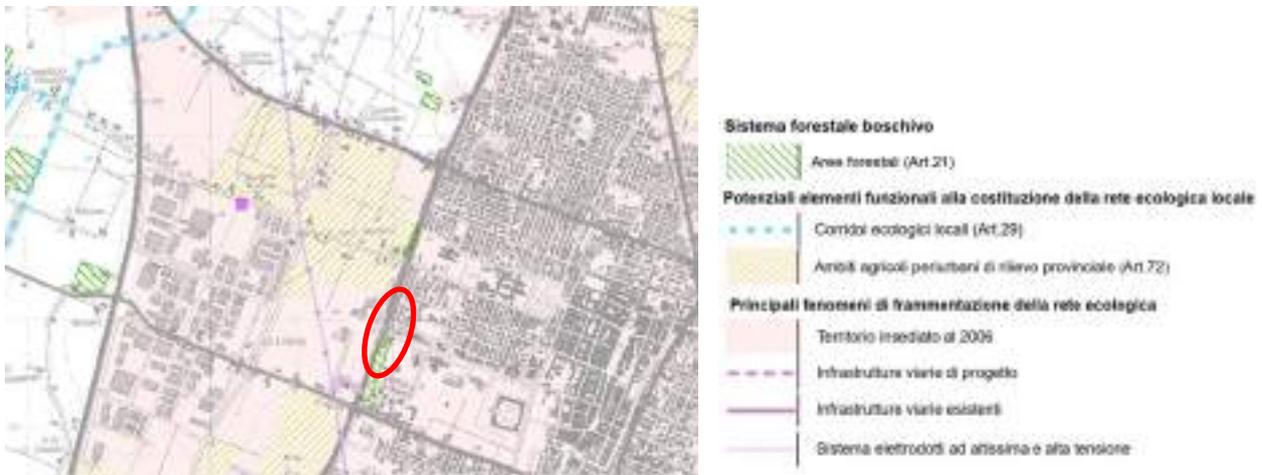


Figura 9 - Tutela delle risorse naturali, forestali e della biodiversità del territorio – Estratto PTCP

Con riferimento alle perimetrazioni del **PCTP vigente**, l'area in oggetto non è interessata dalla perimetrazione delle fasce di espansione inondabili, con le portate di piena ridefinite per il fiume Secchia rispetto al PTCP 1998 a partire, secondo quanto disposto dall'art. 11 comma 1 delle Norme di attuazione PAI, dalle portate del PAI dell'Autorità di Bacino del Po con tempo di ritorno 200-ennale di cui alla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" (adottata con deliberazione del Comitato Istituzionale 18 del 26.04.01). (<http://www.sistemonet.it/sistemonet/viewSections-action.do?sectionId=6670>).

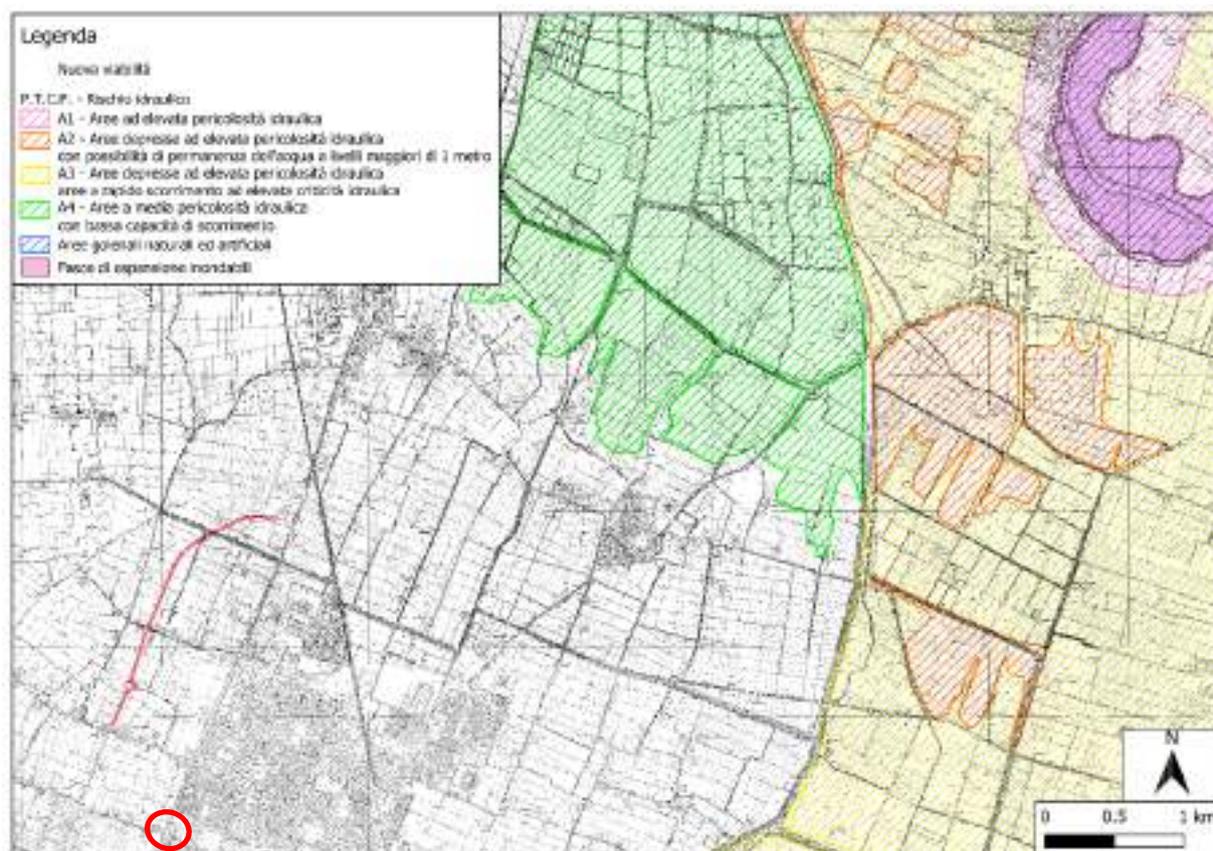


Figura 10 - PCTP - Mappa del rischio idraulico: pericolosità idraulica

4.2.2 Piano Di Gestione Rischio Alluvioni

Il **PGRA** (Piano gestione Rischio Alluvioni), introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, si configura come strumento di pianificazione previsto nella legislazione comunitaria dalla Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il D.Lgs. 49/2010.

Il PGRA del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale è stato definitivamente approvato il 3 marzo 2016, con deliberazione n.2/2016; le Mappe della pericolosità degli elementi esposti e del rischio di alluvioni, predisposte, come quadro conoscitivo a scala di bacino, erano state adottate dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali il 23/12/2013, per poi essere definitivamente approvate in data 03/03/2016.

Nella seduta di Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019 è stato esaminato il primo aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio del PGRA, che ha riguardato le mappe di pericolosità (aree allagabili) complessive che costituiscono quadro conoscitivo dei PAI, le mappe di rischio (R1, R2, R3, R4) complessive, ai sensi del D. Lgs n. 49/2010 e le mappe di pericolosità e rischio (aree allagabili, tiranti, velocità, elementi esposti). La revisione è ad oggi in fase di completamento. Dalle verifiche effettuate, non sono state introdotte modifiche alle perimetrazioni previgenti della pericolosità e del rischio.

Tra gli elementi costitutivi dei PGRA, le mappe di pericolosità individuano le aree potenzialmente interessate da inondazioni in relazione a tre scenari:

- 1) Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (P1, probabilità bassa);
- 2) Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno di riferimento fra 100 e 200 anni (P2, media probabilità);
- 3) Alluvioni frequenti: tempo di ritorno di riferimento fra 20 e 50 anni (P3, elevata probabilità).

Con riferimento alle mappe predisposte dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, “*Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti*”, l’area in esame si colloca all’interno dell’area in classe P1- Alluvioni Rare.



Figura 11 Mappa delle pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti

Le mappe del rischio rappresentano le potenziali conseguenze negative delle alluvioni, espresse in relazione agli elementi potenzialmente coinvolti: popolazione, tipo di attività economiche, patrimonio culturale e naturale, impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di evento, ecc.

Con riferimento alle cartografie del rischio predisposte dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, “*Mappa del rischio potenziale*” l’area in esame risulta all’interno di una **classe di rischio R2 (rischio idraulico medio)**.

4.2.3 Il PAI dell'autorità Di Bacino Del Fiume Po

Costituisce oggi riferimento nella conoscenza e nella gestione del rischio idraulico il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (PGR), approvato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione del Comitato Istituzionale n.2/2016, inoltre costituisce riferimento anche la Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) – Integrazioni all'Elaborato 7 (Norme di Attuazione) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta) – Integrazioni all'Elaborato 5 (Norme di Attuazione), approvata con deliberazione n. 5/2016 e finalizzata al coordinamento tra tali Piani ed il PGR.

Ai fini attuativi, la Giunta della Regione Emilia Romagna con DGR 1300/2016 ha approvato il documento tecnico "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) – Integrazioni all'Elaborato 7 (Norme di Attuazione) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta) – Integrazioni all'Elaborato 5 (Norme di Attuazione) adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione n. 5 del 17/12/2015". Nelle more dell'emanazione da parte della Regione di ulteriori disposizioni complete e definitive, costituiscono dunque riferimento per l'attuazione nel settore urbanistico le disposizioni della suddetta DGR 1300/2016, confermate nei contenuti con DGR 1002/2017, che trova applicazione nelle aree soggette ad alluvioni frequenti, alluvioni poco frequenti ed alluvioni rare, così come identificate dal PGR nelle Mappe di pericolosità e del rischio di alluvione.

Le disposizioni attuative di cui sopra rimandano, per quanto di competenza, alle limitazioni e prescrizioni del PAI vigente e dunque al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Modena, che, in virtù dell'Intesa stipulata dall'Autorità di Bacino del fiume Po, dalla Regione e dalla Provincia di Modena per la definizione delle disposizioni del PTCP relative all'attuazione del "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po" (PAI), assume il valore e gli effetti di piano settoriale di tutela e uso del territorio di propria competenza e trova applicazione in luogo del PAI vigente.

Con riferimento alle perimetrazioni del **PAI vigente**, l'area in oggetto è interessata dalle perimetrazioni delle fasce fluviali di cui all'art. 28 delle NA del PAI vigente relative al fiume Secchia. In particolare, la realizzazione della nuova viabilità si trova all'interno della **fascia di esondazione (fascia B)**, come si evince dal seguente estratto delle "Tavole di delimitazione delle fasce fluviali" (il fiume Secchia si trova ad Est della carta). (<https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/>).

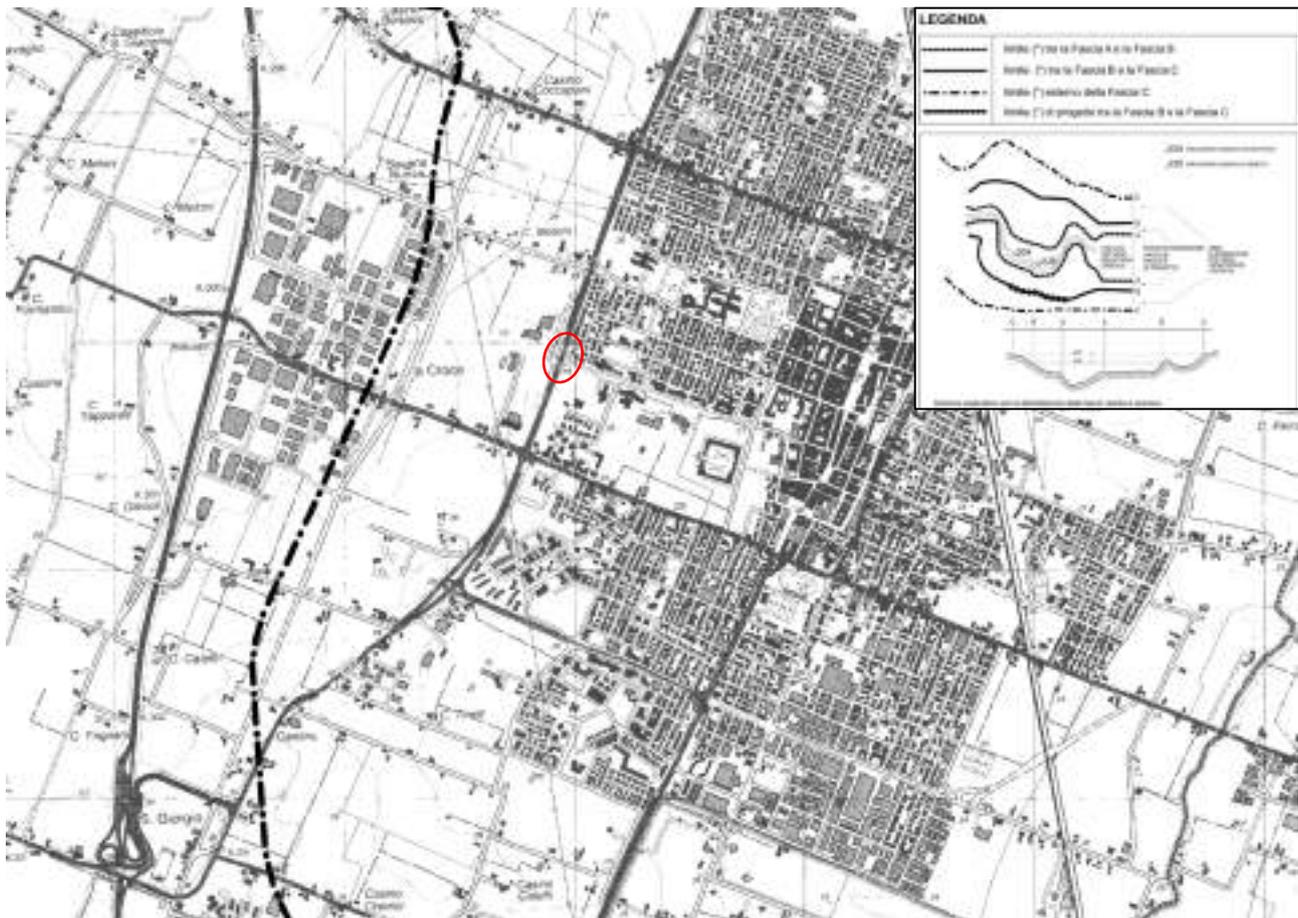


Figura 13- PAI – Estratto 201-I Carpi – SECCHIA 04 e 07 - (Scala 1: 25.000)

All'interno delle fasce "B" si applica la seguente disciplina:

- a. sono vietati:
 - gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
 - la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatti salvi quelli già autorizzati, con le limitazioni di cui all'art. 29, comma 3, lett. l) del PAI;
 - in presenza di argini, interventi e strutture che tendano ad orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine;
- b. sono consentite, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa:
 - le trasformazioni edilizie di nuova edificazione, ristrutturazione, anche con ampliamento, riqualificazione e ricomposizione tipologica, restauro e risanamento conservativo, adeguamento igienico funzionale ai fini della sicurezza sul lavoro, per le sole attività agricole e per le residenze rurali connesse alla conduzione

dell'azienda agricola. Le destinazioni abitative non dovranno essere collocate al di sotto della quota potenziale di esondazione;

- le trasformazioni edilizie di ristrutturazione, anche con ampliamento, riqualificazione e ricomposizione tipologica e restauro e risanamento conservativo di altre tipologie di edifici. Gli eventuali ampliamenti connessi alle trasformazioni edilizie ammesse non potranno essere superiori alle superfici e ai volumi residenziali potenzialmente allagabili e dovranno altresì prevedere la contestuale dismissione dell'uso di questi ultimi. Sono altresì condizionati a che non venga aumentato il livello di rischio o sia posto ostacolo o sia apportata riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree interessate agli interventi. Le destinazioni abitative non dovranno essere collocate al di sotto della quota potenziale di esondazione;
- c. i progetti di realizzazione di infrastrutture stradali e ferroviarie e di altri interventi di cui all'art. 21.3 devono essere corredati da apposito studio di compatibilità idraulica, redatto secondo gli indirizzi dell'Autorità di bacino e subordinati al parere da parte della stessa autorità.

4.2.4 Sintesi di Coerenza

Il progetto risulta coerente con le disposizioni della pianificazione a livello provinciale.

4.3 PIANIFICAZIONE COMUNALE

4.3.1 Piano Regolatore Generale e Regolamento Edilizio Comunale di Carpi

Il Comune di Carpi è dotato di Piano Regolatore Generale approvato con Delibera di Giunta Provinciale n. 174 del 30.04.2002 e aggiornato con Determina Dirigenziale n.380 del 24/05/2022 e Regolamento Edilizio Comunale approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 120 del 17.07.2008 e aggiornato con le variazioni apportate dalla delibera di Consiglio Comunale n. 135 del 12.12.2013.

Il PRG di Carpi propone un modello di pianificazione sintetizzabile nei seguenti punti:

- città a sviluppo sostenibile, da realizzarsi mediante il recupero e miglioramento dei tessuti esistenti della città edificata e del territorio extraurbano e con politiche di sviluppo delle nuove aree di espansione soggette a precise regole di sostenibilità ambientale;
- città recuperata, da realizzarsi mediante il recupero del patrimonio insediativo posto nel territorio extraurbano. Nel caso delle aree dismesse l'intendimento del Piano è quello sia di recuperarne uso e funzionalità che di avviare un processo più esteso di riqualificazione delle zone urbane entro cui tali aree dismesse ricadono;
- città riconoscibile, il cui obiettivo è strettamente correlato al concetto della memoria dei luoghi, alla necessità cioè di identificare, salvaguardare e promuovere le peculiarità fisico-geografiche e storico-culturali. Una individuazione e classificazione interpretativa degli elementi presenti ha condotto inoltre alla definizione delle Unità di Paesaggio di rango comunale.
- città fruibile, da realizzarsi mediante la possibilità da parte dei cittadini di fruire dei servizi ed in particolare degli spazi verdi. Sul versante della mobilità pubblica gli indirizzi di Piano si esplicano con il rafforzamento del trasporto pubblico contenendo il traffico veicolare di attraversamento urbano e con la realizzazione delle piste ciclabili e dei percorsi agroturistici. Una politica di contenimento del traffico veicolare urbano che fluidifichi le situazioni a più elevato congestionamento e favorisca la diffusione dei mezzi di trasporto meno inquinanti risulta avere oggi riferimenti di fattibilità meno utopistici del passato; diviene importante a tal fine individuare scelte di Piano di contenimento del traffico veicolare di attraversamento urbano con soluzioni volte a trasferire all'esterno del centro edificato il traffico di passaggio.
- città verde, da perseguire mediante scelte ecologiche, volte in particolare ad adeguare la realtà carpigiana a quella delle realtà europee a più elevato tenore di qualità ambientale. Una prima politica rilevante per la città verde è quella volta a ridurre il consumo di suolo per effetto dei processi insediativi. Conseguentemente a ciò occorre garantire la realizzazione nei nuovi insediamenti di una consistente quota di verde di rigenerazione ambientale ben oltre la quota standard di verde fruibile prevista dalla legislazione vigente. Un'altra politica rilevante per la città ecologica è quella volta ad incrementare la quota di permeabilità dei suoli urbani ed a favorire la piantumazione di nuovi alberi e arbusti all'interno dei nuovi insediamenti previsti. Politiche ecologiche del Piano riguardano, infine, anche il sistema di progettazione delle nuove infrastrutture stradali

al fine di realizzare, insieme all'infrastruttura stradale, una progettazione integrata di corridoi ecologici con funzioni di mitigazione degli impatti, di miglioramento ambientale dei contesti territoriali attraversati e di potenziale network biologico tra città e campagna.

- città bella, la quale coinvolge direttamente i processi della sistemazione urbanistica degli spazi e quelli della progettazione architettonica degli insediamenti;
- città tecnologica, prevede che innovazioni tecnologiche e le capacità delle attività produttive siano un punto costante di riferimento e di traino per l'economia del territorio;
- città equa, si esplica mediante l'approccio perequativo ex sentenze n. 5/80 e 179/1999 della Corte Costituzionale, che investe nelle fasi di attuazione il mondo dei privati trattando però in modo egualitario tutti coloro che risultano essere nelle medesime condizioni disciplinari e geografiche.

Il PRG prevede una suddivisione del territorio di Carpi in Unità di Paesaggio di rango comunale. Le Unità di Paesaggio urbane evidenzieranno la riconoscibilità del tessuto storico di Carpi al fine di una riappropriazione e re-identificazione nella memoria dei luoghi e delle tradizioni più vere ed antiche. Con le Unità di Paesaggio extraurbane si intende identificare la memoria e lo spazio del paesaggio agrario e di quello fruitivo per lo svago ed il tempo libero. L'area nella quale si interverrà viene collocata nell'Unità delle aree di centuriazione.

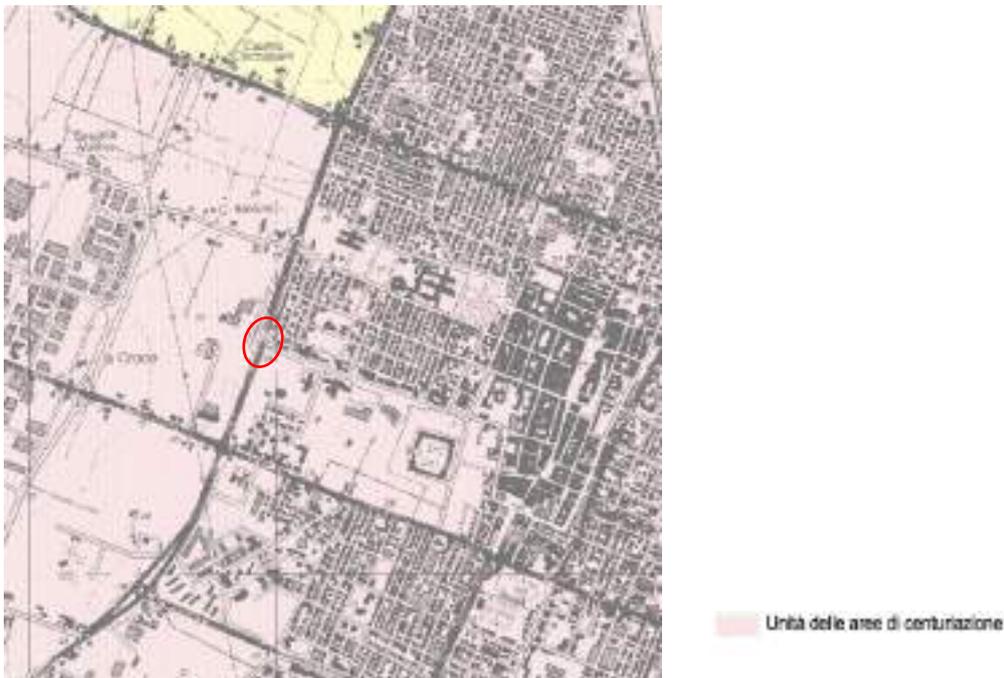


Figura 14 - Tavola PG3 Unità di Paesaggio di rango comunale – estratto PRG

In relazione al servizio infrastrutturale, il Piano risulta essersi dotato di uno Studio relativo alle infrastrutture della mobilità (elaborato PS9a) per le quali prevede delle proposte: si riportano di seguito gli elementi cardine del summenzionato studio inerenti all'intervento che si andrà ad eseguire.

Ad oggi la rete stradale di Carpi risulta essere basata su un sistema principale di assi costituito dalla via Bruno Losi, con direzione Nord-Sud, e da via Lama-via Cattani, con direttrice est-ovest. L'impianto, il quale inizialmente permetteva di smaltire un traffico abbastanza limitato, con la continua crescita dei trasporti ha mostrato i propri limiti.

Agli interventi di larga scala vanno affiancati interventi puntuali, come la sostituzione di tutti i principali incroci semaforizzati con rotonde di grande e medio diametro che, nel caso di quella realizzata sulla via Bruno Losi, hanno mostrato il loro funzionamento ottimale, riducendo la velocità e rendendo omogeneo il traffico. Il loro impiego si è dimostrato più efficace rispetto ai sistemi di immissione privi di semaforo che risultano pericolosi in quanto permettono velocità di scorrimento troppo elevate. Le rotonde limiteranno anche l'inquinamento derivante da continui arresti e partenze.

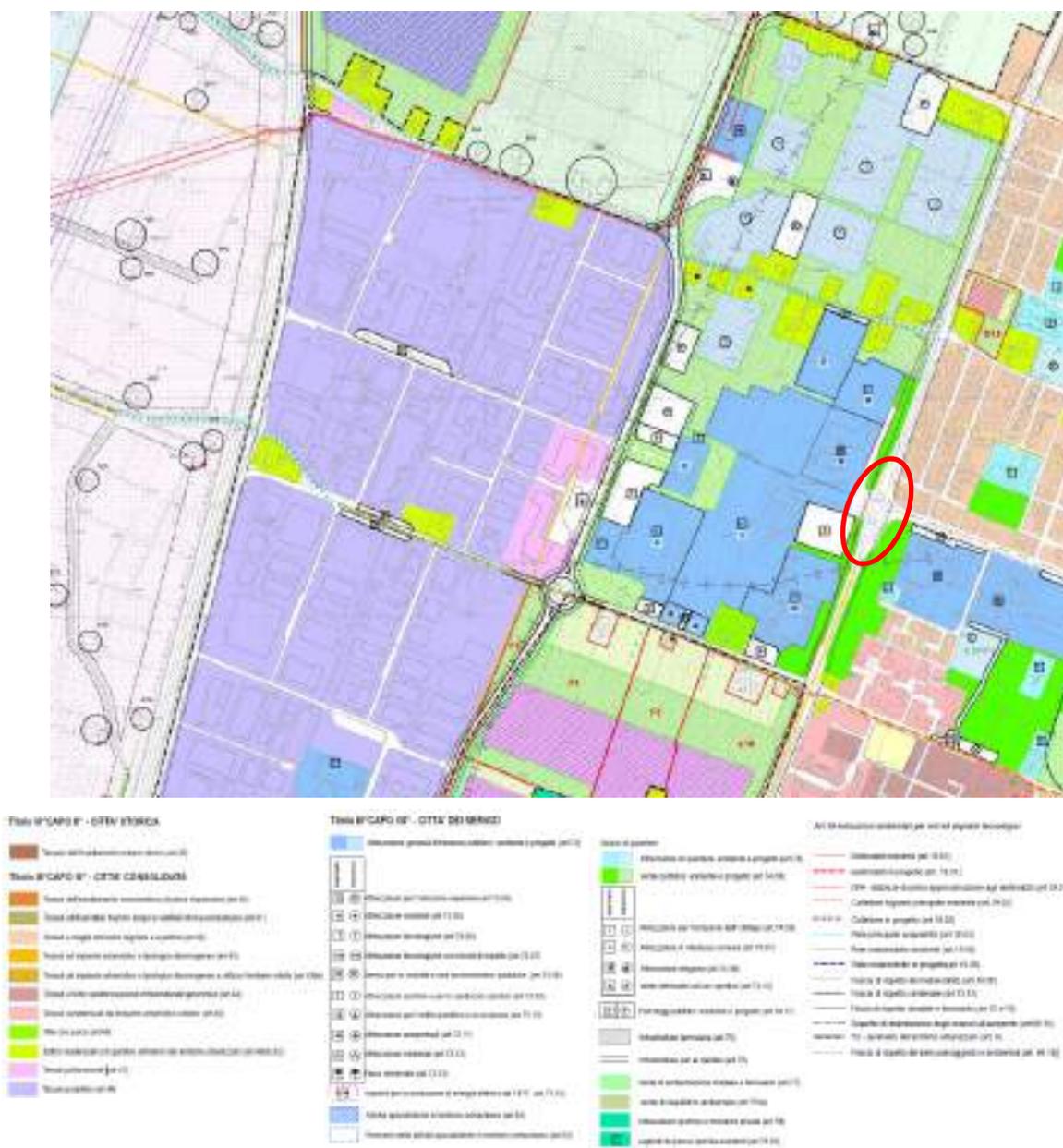


Figura 15 - Tavola PS2 Azzonamento del territorio comunale – estratto PRG previgente – variante urbanistica

L'area comprendente il sito del progetto si affaccia e si relaziona con spazi normati a verde pubblico (**art.74.09**), attrezzature generali d'interesse pubblico (art. 73) e di parcheggi (art.74.07), nonché con un comparto residenziale caratterizzato da tessuti a maglia reticolare regolare e a pettine (art.42). L'area è attraversata da un collettore fognario principale (**Art.19.02**) ed è prossima ad elementi della centuriazione (**art. 69.07**), sottoposti a vincolo territoriale di salvaguardia ex Articolo 69.07, e ad un vincolo territoriale (Art.69) inerente alla presenza di - Paleodossi di modesta rilevanza percettiva (art.69.05); a Sud dell'area di progetto, proseguendo su via Bruno Losi si incrocia un tratto di viabilità storica, elemento di interesse storico e testimoniale (Art. 69.10).

Sono riportati in seguito gli articoli degli elementi presenti nell'area di progetto:

Art. 76 Infrastrutture per la viabilità: 4. *In queste zone, oltre alla realizzazione di nuove strade, è previsto l'ampliamento delle strade esistenti, la realizzazione di percorsi pedonali e di piste ciclabili, la sistemazione a verde, la rimodellazione del suolo in funzione paesaggistica ed ecologica e la realizzazione di barriere antirumore.*

Art. 74.09 Verde pubblico: *Le aree così classificate sono destinate a parchi naturali, giardini ed aree attrezzate per il gioco dei ragazzi e dei bambini e al tempo libero degli adulti. In queste aree possono essere realizzate costruzioni funzionali alla fruizione del verde pubblico, quali chioschi, punti di ristoro, servizi igienici, attrezzature tecnologiche di servizio (cabine telefoniche, bancomat, servizi informatici ecc.) Si applicano i seguenti indici urbanistico-ecologici:*

- UF = 0,05 mq./mq.

- IP = 70%

- A = 40 alberi/ha;

AR = 80 arbusti/ha.

Art. 19.02 Fognature e scarico acque reflue: *Lo scarico delle acque reflue di origine civile o industriale che recapitano o meno in pubblica fognatura è assoggettato alle norme Nazionali, Regionali e locali vigenti in materia (D.Lgs 152/99; deliberazione legislativa del C.R. n. 220 del 16.2.2000) "Regolamento Comunale di Pubblica Fognatura", "Regolamento Tecnico del Gestore della Pubblica Fognatura").*

Art. 69.07 Vincoli territoriali di salvaguardia- elementi della centuriazione: *Tali ambiti sono finalizzati a tutelare gli elementi della centuriazione ed alla salvaguardia e valorizzazione del paesaggio agricolo connotato da una particolare concentrazione di tali elementi: strade, strade poderali ed interpoderali, canali di scolo e di irrigazione disposti lungo gli assi principali della centuriazione, ed ogni altro elemento riconducibile alla divisione agraria romana.*

4.3.2 Sintesi di Coerenza

Il progetto risulta coerente con gli obiettivi e le indicazioni fornite dalla Pianificazione Comunale indicanti la volontà di attuare politiche di contenimento del traffico veicolare urbano atte alla fluidificazione delle situazioni a più elevato congestionamento.

4.4 I VINCOLI E LE TUTELE AMBIENTALI E TERRITORIALI

La realizzazione del progetto di “messa in sicurezza dell’incrocio tra Via Peruzzi e la tangenziale Bruno Losi – Città di Carpi” interessa un **collettore fognario principale**.

L’area non interessa siti appartenenti alla Rete Natura 2000, aree soggette a vincoli paesaggistico né complessi edilizi a carattere storico – architettonico, tipologico o testimoniale (edifici rurali, ville e casali), nonché non interessa direttamente tratti della viabilità storica.

Con riferimento alle perimetrazioni del PAI vigente, l’area in oggetto è interessata dalle perimetrazioni delle fasce fluviali di cui all’art. 28 delle NA del PAI vigente relative al fiume Secchia. In particolare, la realizzazione della nuova viabilità si trova all’interno della **fascia di esondazione (fascia B)**.

Con riferimento alle mappe predisposte dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, “*Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti*”, l’area in esame si colloca all’interno dell’area in classe **P1- Alluvioni Rare**.

Con riferimento alle cartografie del rischio predisposte dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, “Mappa del rischio potenziale” l’area in esame risulta all’interno di una classe di rischio **R2-Rischio Idraulico Medio**.

Con riferimento alle perimetrazioni del **PCTP vigente**, l’area in oggetto non è interessata dalla perimetrazione delle fasce di espansione inondabili, con le portate di piena ridefinite per il fiume Secchia rispetto al PTCP 1998 a partire, secondo quanto disposto dall’art. 11 comma 1 delle Norme di attuazione PAI, dalle portate del PAI dell’Autorità di Bacino del Po con tempo di ritorno 200-ennale di cui alla “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica” (adottata con deliberazione del Comitato Istituzionale 18 del 26.04.01).

L’area oggetto di intervento ricade infine, ai sensi della L.R. 19/2003 e delle successive Direttive applicative (Del. G.R. n. 1732/2015), nella “**Zona di protezione dall’inquinamento luminoso degli osservatori astronomici**” poiché è tra le aree che rientrano nel raggio di 15 km attorno all’osservatorio del Comune di Cavezzo (MO) – Geminiano Montanari.

5 STATO DELL'AMBIENTE

La presente sezione analizza per ciascuna componente ambientale le condizioni in essere allo stato attuale, senza la realizzazione dell'intervento. Per l'individuazione delle componenti ambientali si è fatto riferimento alle Linee Guida SNPA¹, ed in particolare a fattori ambientali quali:

- **atmosfera:** il fattore Atmosfera è formato dalle componenti "Aria" e "Clima". Aria è intesa come stato dell'aria atmosferica soggetta all'emissione da una fonte, al trasporto, alla diluizione e alla reattività nell'ambiente e quindi alla immissione nella stessa di sostanze di qualsiasi natura. Il clima è inteso come l'insieme delle condizioni climatiche dell'area in esame, che esercitano un'influenza sui fenomeni di inquinamento atmosferico;
- **geologia e acque:** sottosuolo e relativo contesto geodinamico, acque sotterranee e acque superficiali (interne, di transizione e marine) anche in rapporto con le altre componenti;
- **suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare:** il suolo è inteso sotto il profilo pedologico e come risorsa non rinnovabile, uso attuale del territorio, con specifico riferimento al patrimonio agroalimentare;
- **biodiversità:** rappresenta la variabilità di tutti gli organismi viventi inclusi negli ecosistemi acquatici, terrestri e marini e nei complessi ecologici di cui essi sono parte. Si misura a livello di geni, specie, popolazioni ed ecosistemi. I diversi ecosistemi sono caratterizzati dalle interazioni tra gli organismi viventi e l'ambiente fisico che danno luogo a relazioni funzionali e garantiscono la loro resilienza e il loro mantenimento in un buono stato di conservazione;
- **popolazione e salute umana:** riferito allo stato di salute di una popolazione come risultato delle relazioni che intercorrono tra il genoma e i fattori biologici individuali con l'ambiente sociale, culturale e fisico in cui la popolazione vive;
- **Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali:** insieme di spazi (luoghi) complesso e unitario, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni, anche come percepito dalle popolazioni. Relativamente agli aspetti visivi, l'area di influenza potenziale corrisponde all'involuppo dei bacini visuali individuati in rapporto all'intervento.

e agenti fisici:

- **rumore:** considerato in rapporto all'ambiente sia naturale che umano
- **vibrazioni:** considerate in rapporto all'ambiente sia naturale che umano
- **inquinamento luminoso e ottico**

¹ Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale / ISBN 978-88-448-0995-9 / © Linee Guida SNPA, 28/2020

5.1 ATMOSFERA

Lo stato della qualità dell'aria è il risultato di una complessa compartecipazione sia di processi che coinvolgono i moti dell'aria, sia di trasformazioni chimico-fisiche che possono portare alla formazione di nuove specie inquinanti, dette secondarie.

La dispersione degli inquinanti, determinata da fenomeni di turbolenza (dispersione verticale) e di trasporto delle masse d'aria (dispersione orizzontale), come pure la loro rimozione sono strettamente dipendenti dal comportamento dinamico degli strati bassi dell'atmosfera.

Ne consegue che nello studio dello stato della qualità dell'aria è importante avere informazioni sui parametri meteorologici che più influenzano i meccanismi di accumulo, trasporto, diffusione, dispersione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera.

La Regione Emilia-Romagna si è dotata di un **Piano energetico regionale (Per)**, approvato con Delibera dell'Assemblea legislativa n. 111 del 1° marzo 2017, che fissa la strategia e gli obiettivi per clima ed energia fino al 2030 e si realizza attraverso un **Piano triennale di attuazione (Pta)** con cui si definiscono le linee operative triennali necessarie al raggiungimento degli obiettivi di lungo periodo previsti dal PER. Il piano fa propri **gli obiettivi europei al 2020, 2030 e 2050**, in materia di clima ed energia come driver di sviluppo dell'economia regionale, e in particolare:

- rafforzamento dell'economia verde
- la riduzione delle emissioni climalteranti
- l'incremento della quota di copertura dei consumi attraverso l'impiego di fonti rinnovabili
- l'incremento dell'efficienza energetica negli edifici, nel patrimonio pubblico, nei trasporti, nelle attività produttive.

Rispetto agli obiettivi europei, diventano strategici per la Regione:

- la riduzione delle emissioni climalteranti del 20% al 2020 e del 40% al 2030 rispetto ai livelli del 1990;
- l'incremento al 20% al 2020 e al 27% al 2030 della quota di copertura dei consumi attraverso l'impiego di fonti rinnovabili;
- l'incremento dell'efficienza energetica al 20% al 2020 e al 27% al 2030.

La priorità d'intervento della Regione Emilia-Romagna è dedicata alle misure di decarbonizzazione dove l'intervento regionale può essere maggiormente efficace, quindi in particolare nei settori non Ets: **mobilità, industria diffusa (pmi), residenziale, terziario e agricoltura**.

La Regione Emilia-Romagna nel sottoscrivere il **Patto per il lavoro e il clima 2020**, si pone l'obiettivo di dotarsi di una **Legge per il Clima** che regoli gli obiettivi condivisi nel documento stesso, inoltre prevede di accelerare la transizione energetica del comparto pubblico, sostenendo lo sviluppo dei Piani Energia Clima dei Comuni e

incrementare la produzione e l'utilizzo delle energie rinnovabili e l'accumulo, anche in forma diffusa, attraverso una **Legge regionale sulle comunità energetiche**.

Gli obiettivi e la pianificazione in materia di qualità dell'aria devono integrarsi anche con le politiche e strategie stabilite sia a livello nazionale che a livello europeo e sovra europeo in tema di contrasto ai cambiamenti climatici a scala globale e di efficienza e risparmio energetico. A questi fini, per la Regione Emilia-Romagna, il piano di riferimento è il **Piano Aria integrato Regionale** per la qualità dell'aria (PAIR 2020) recentemente approvato dall'Assemblea Legislativa con deliberazione n. 115 dell'11 aprile 2017.

Gli obiettivi del '**Piano aria integrato regionale**' (PAIR 2020) che l'Emilia-Romagna si pone da raggiungere attraverso un approccio multi-obiettivo, integrando più politiche settoriali per uscire dalla logica dell'emergenza e mettendo in atto azioni strutturali sono la riduzione delle emissioni degli inquinanti più critici (PM10, biossido di azoto e ozono) nel territorio regionale attraverso una serie di provvedimenti che consentiranno il risanamento della qualità dell'aria e di rientrare nei valori limite fissati dalla direttiva europea 2008/50/CE e, a livello nazionale, dal decreto legislativo che la recepisce (155/2010). Ma anche diminuire dal 64% all'1% la popolazione esposta alle conseguenze del superamento del valore limite del PM10.

'Integrazione' è dunque la parola chiave del PAIR 2020. Per rientrare negli standard previsti della qualità dell'aria, infatti, non è solo necessario agire in tutti i settori che contribuiscono all'inquinamento atmosferico, ma anche sviluppare politiche e attività coordinate a tutti i livelli di governo (locale, regionale e nazionale) e di bacino padano.

Meno traffico e più aree verdi, ciclabili e pedonali nelle città, risorse per il trasporto pubblico, con un parco autobus rinnovato, '*ecoincentivi*' per rottamare i veicoli commerciali leggeri più inquinanti e la promozione della mobilità elettrica, puntando anche a ridurre l'inquinamento prodotto dalle attività industriali e agricole.

Il PAIR2020, che ha un orizzonte temporale al 2020, individua 94 azioni da attuare per migliorare la qualità dell'aria in Emilia-Romagna, portare dal 64% all'1% la popolazione esposta a più di 35 superamenti l'anno per il particolato atmosferico PM10 e assicurare il rientro nei valori limite previsti degli inquinanti atmosferici. Il territorio interessato è l'intera regione con priorità sulle aree urbane (comuni > 30.000 abitanti e 9 comuni dell'agglomerato di Bologna: per un totale di 30 comuni). Le città sono i luoghi dove maggiormente si concentrano le sorgenti emissive e la popolazione esposta agli agenti inquinanti e rappresentano pertanto un ruolo chiave nello sforzo volto a ridurre l'inquinamento atmosferico ed a mitigare l'impatto dei cambiamenti climatici.

Sei gli ambiti di intervento del Piano: la gestione sostenibile delle città, i trasporti e la mobilità di persone e merci, il risparmio energetico e la riqualificazione energetica edilizia, l'agricoltura con la riduzione delle emissioni di ammoniaca dagli allevamenti e del contenuto di azoto nei fertilizzanti, le attività produttive con gli accordi di settore

per il taglio delle emissioni, il contenimento delle emissioni diffuse e di composti organici volatili, gli acquisti verdi della pubblica amministrazione (*Green public procurement*).

Numerose sono le azioni mirate al risanamento atmosferico che, attraverso la riduzione dei consumi e l'efficientamento delle infrastrutture e dei servizi, comportano un conseguente risparmio energetico e contenimento delle emissioni, assumendo dunque anche una valenza di mitigazione rispetto ai cambiamenti climatici.

Particolare attenzione è da porre sul tema dell'incentivazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili in particolare la biomassa legnosa. Il PAIR, pur riconoscendo anche a questa forma di fonte energetica un valore alternativo importante, ma dovendo valutarne le emissioni di inquinanti atmosferici, prevede la promozione di un percorso di innovazione verso sistemi di combustione a biomassa maggiormente efficienti.

Si riportano di seguito, per settore di intervento, le principali misure significative ai fini del contenimento delle emissioni e della riduzione dei consumi energetici, contenute nel PAIR2020.

AZIONI DI MITIGAZIONE

A) Incentivazione soluzioni strutturali e comportamentali

1. STRUTTURALI E/O TECNOLOGICHE

- CITTÀ E USO DEL TERRITORIO
 - Ampliamento aree verdi e alberature
 - Promozione della mobilità ciclabile ed incremento piste ciclabili
- TRASPORTI E MOBILITÀ
 - Promozione e ottimizzazione dell'utilizzo del trasporto pubblico locale e regionale attraverso il potenziamento e la riqualificazione dell'offerta dei servizi del TPL per migliorare l'alternativa modale al veicolo privato, potenziamento car-sharing, realizzazione di infrastrutture per il miglioramento dell'interscambio modale ferro-gomma-bici nelle stazioni/fermate del trasporto pubblico
 - Mobilità elettrica e rinnovo del parco veicolare per favorire veicoli a basse emissioni
- ENERGIA. L'uso dell'energia ha un forte impatto sulla qualità dell'aria, pertanto il miglioramento dell'efficienza energetica è un obiettivo strategico per il PAIR, in sinergia con la politica energetica regionale per il raggiungimento degli obiettivi di settore.
 - Installazione di impianti di produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili non emissive
 - Riqualificazione energetica degli edifici pubblici e privati
 - Rinnovo degli impianti termici
 - Incentivazione della produzione di energia termica da fonti di energia rinnovabile

- AGRICOLTURA. Il PAIR2020 promuove lo sviluppo e l'adozione di tecniche e pratiche agricole per la riduzione di polveri, ossidi di azoto, gas serra e delle emissioni di ammoniaca ed altri precursori di polveri secondarie attraverso:
 - Contenimento delle emissioni quali copertura delle vasche di stoccaggio, miglioramento dieta animale, applicazione dei metodi più efficienti nello spandimento dei liquami e adozione delle migliori tecniche disponibili per la riduzione di ammoniaca nella stabulazione degli animali
 - Concimazioni a basso contenuto di azoto
 - Rinnovo dei mezzi ad uso agricolo verso mezzi a trazione elettrica

Una importante azione del Piano riguarda l'aumento di spazi verdi, urbani e peri-urbani. Il sistema verde contribuisce sia alla mitigazione del clima negli ambienti urbani che ai fini della qualità dell'aria, assorbendo gli inquinanti gassosi (O₃, CO, NO₂, SO₂) e trattenendo nella superficie fogliare le polveri fini. Le piante inoltre sintetizzano e rilasciano nell'aria diversi composti organici volatili (COV), che secondo la tipologia di pianta, possono avere diverse capacità di contribuire alla formazione dell'ozono troposferico nel periodo estivo. Di conseguenza, è indispensabile prestare particolare attenzione al tipo di vegetazione da utilizzare nella pianificazione, per ottimizzare l'efficacia dei sistemi verdi. Inoltre, gli effetti benefici dei boschi urbani sono incrementati dalla loro capacità di modificare il clima locale determinando l'abbassamento della temperatura per effetto dell'ombreggiamento e della traspirazione, il che si traduce in una riduzione dell'uso di energia per il condizionamento degli edifici. L'obiettivo minimo del PAIR2020 è l'aumento del 20% delle aree verdi per ogni abitante residente nell'area comunale o il raggiungimento della quota di 50 m²/abitante al 2020.

- Realizzazione di fasce boscate con siepi e filari o con piantumazione delle specie arboree più idonee
- Trasformazione di lastrici solari in giardini pensili
- Incremento delle "cinture verdi" periurbane

Potenzialità	Elementi di attenzione
<ul style="list-style-type: none"> • Realizzare sinergie positive tra pianificazione in materia di qualità dell'aria e strategia regionale per cambiamenti climatici; • Disponibili presso Arpae strumenti per calcolo delle emissioni; • Riduzione delle emissioni di gas inquinanti (efficientamento energetico e riduzioni dei consumi) producono effetti positivi su CO2 eq 	<ul style="list-style-type: none"> • Pur non essendo compito del PAIR ridurre le emissioni di GHG è necessario arrivare ad una quantificazione più puntuale degli effetti delle misure del PAIR rispetto agli GHG • È altresì necessario che le misure di mitigazione per la riduzione delle emissioni climalteranti tengano conto dell'impatto sugli inquinanti atmosferici • Regolamentazione dell'uso della biomassa: divieto di utilizzo di apparecchi a bassa efficienza energetica (DGR 1412/2017) • Regolamentazione dell'uso della biomassa: le disposizioni della DGR 967/2015 (obbligo di utilizzare fonti rinnovabili a copertura di quota parte dei consumi di energia termica ed elettrica in un edificio) devono essere soddisfatte ricorrendo a fonti rinnovabili diverse dalla combustione di biomassa; • Agricoltura: la quota di finanziamenti del PSR per coperture delle vasche stoccaggio pari al 40% risulta non attrattiva da parte delle aziende agricole; scarsa accettazione delle misure relative alla dieta animale. • Accettabilità sociale ed economica di importanti misure per la riduzione delle emissioni inquinanti (es: limitazioni alla circolazione)

Figura 18 - Quadro di insieme sulle azioni di mitigazione e di adattamento

La Regione Emilia-Romagna ogni anno stila il rapporto idro-meteo-climatico regionale per tenere traccia degli indici meteo-climatologici. Nel rapporto la variabilità del clima è descritta con mappe o grafici di anomalie di indici meteo-climatologici, calcolate come differenze fra il valore attuale dell'indice e la sua media su un periodo di riferimento che cambia a seconda del prodotto considerato.

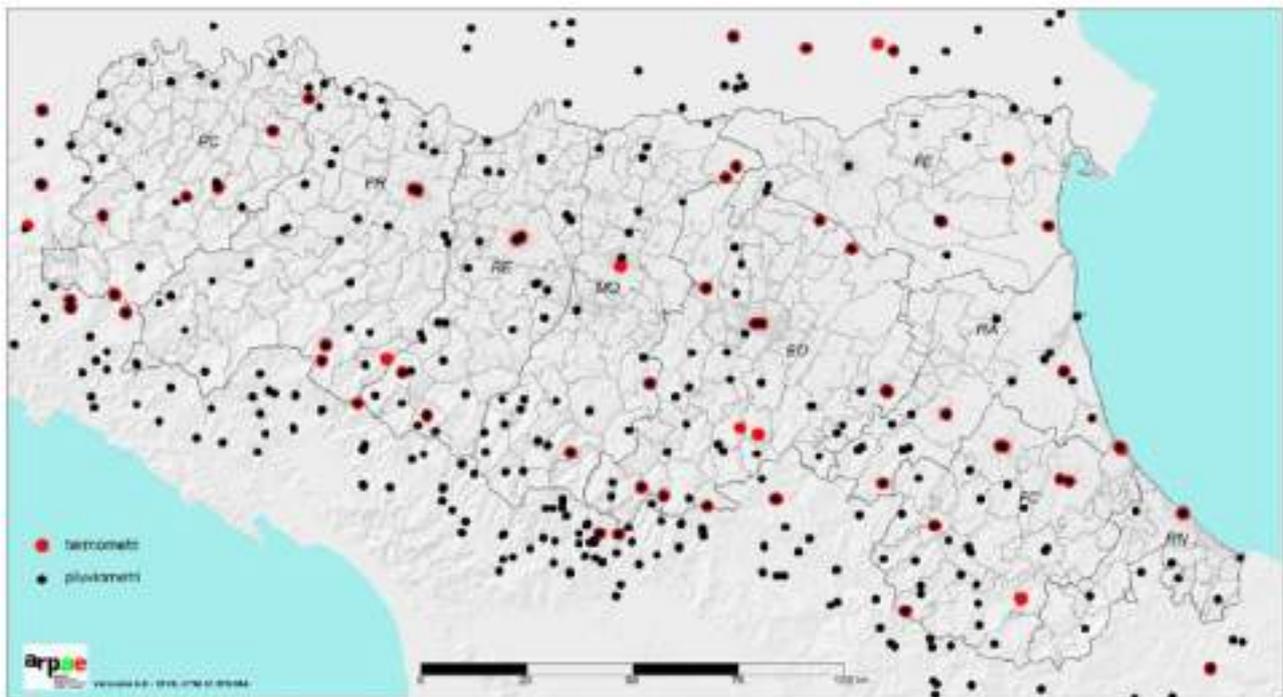


Figura 19 - Posizione delle stazioni termometriche e pluviometriche utilizzate per la realizzazione dell'Atlante climatico dell'Emilia-Romagna (2017)

Il rapporto annuale di cui si riportano i dati è quello del 2019 dove il periodo di riferimento utilizzato per i prodotti climatici e il clima 1961-1990, in ottemperanza alle pratiche climatiche suggerite dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO). Il confronto diretto fra climi di periodi lontani decine di anni può essere fatto solo utilizzando archivi di dati specifici, che, per tutto il periodo coperto dai dati, utilizzino una rete osservativa coerente, il più possibile simile a sé stessa nel tempo.

Per quanto riguarda i bollettini agrometeorologici settimanali e mensili, menzionati nel, il periodo di riferimento usato per calcolare le anomalie è il 2001-2015. Infine, per quanto riguarda i prodotti climatici a fini idrologici, la stessa Organizzazione Meteorologica Mondiale suggerisce di utilizzare il periodo di riferimento più ampio possibile, compatibilmente con i prodotti disponibili. È stato, quindi, scelto di calcolare ad esempio l'indice SPI (Indice di Precipitazione Standardizzata), presentato nel Bollettino Siccità, utilizzando tutto il periodo coperto dall'archivio dati climatico, vale a dire dal 1961 a oggi.

TEMPERATURE

Il **2019**, con uno scostamento di circa $+0,7\text{ °C}$ sul clima recente (1991-2015) e $+1,7\text{ °C}$ sul clima 1961-1990, è stato, nel complesso e in media, il **quarto anno più caldo** dopo il 2014, 2015 e 2018. È stato, inoltre, il più mite in assoluto dal 1961 per le temperature medie di **dicembre**, e il più caldo per le temperature massime assolute a **giugno**,

che in varie località hanno superato di diversi gradi i precedenti record (media mensile delle massime 29,6 °C). Il giorno 27 giugno 2019 i termometri, installati a Castelfranco Emilia (MO) e Bobbio (PC), hanno raggiunto i 40 °C, massimo livello termico misurato in tutto l'anno.

È stato, anche, un anno caratterizzato da un'estrema **variabilità nell'andamento termico**. Il mese di giugno, nel complesso il secondo più caldo dal 1961 dopo giugno 2003, è stato preceduto da un maggio tra i più freddi dal 1961, al quarto posto dopo quelli del 1991, del 1980 e del 1984 e con valori massimi inferiori di oltre 4 °C rispetto alle medie 2001-2015. Va ricordato che, a cavallo dei due mesi, le temperature si sono alzate improvvisamente di circa 15 °C nel corso di una settimana.

PRECIPITAZIONI

Il 2019 risulta tra i dieci anni più piovosi dal 1961: record assoluti nelle precipitazioni mensili per **maggio** (media regionale di 229 mm, quasi 4 volte la media 2001-2015) e **novembre** (media regionale di 270 mm, pari al 250% in più della media del periodo 2001-2015), sempre dal 1961.

Elevatissima anche la variazione pluviometrica: dopo le straordinarie precipitazioni di maggio 2019, pari a oltre il triplo del valore climatico, le piogge mensili di **giugno** 2019 sono state all'opposto le più basse dal 1961.

EVENTI RILEVANTI

L'anno 2019 ha fatto registrare **24 eventi** meteorologici e idrologici significativi, che in alcuni casi hanno arrecato notevoli **danni** a popolazione, territorio e infrastrutture.

L'inizio dell'anno è stato complessivamente secco fino ad aprile, ma tra fine gennaio e i primi di febbraio forti correnti di libeccio hanno comunque determinato precipitazioni intense sul crinale appenninico e un parziale scioglimento del manto nevoso, con **piene** significative per livelli e volumi raggiunti, in particolare sui fiumi romagnoli e sul Reno, che ha rotto l'argine destro nella zona del Trebbo di Reno, causando **allagamenti** di terreni agricoli nei comuni di Castel Maggiore, Argelato e San Giorgio di Piano.

Durante quest'evento si è verificato anche un gelicidio.

Il successivo 11 marzo, una forte **grandinata** ha colpito la pianura romagnola con danni notevoli ai frutteti.

A fine marzo venti forti su tutto il settore orientale della regione hanno raggiunto i 90-100 km/h, provocando danni diffusi e **mareggiate** sulla costa.

Maggio si è, invece, aperto con precipitazioni intense il giorno 5 e un'insolita **nevicata** fino a quote di bassa collina (ca 200 m s.l.m.), con accumuli superiori a 50 cm sui monti principali. Il mese è risultato nel complesso il più piovoso dal 1961, con numerose riattivazioni di grandi frane e dissesti idrogeologici diffusi. Su tutti i corsi d'acqua del

settore centro-orientale della regione si sono registrate **piene** consecutive con volumi e livelli idrometrici eccezionali, generando rotture e allagamenti in più punti nelle province di Bologna, Forlì-Cesena e Modena.

Al contempo maggio 2019 è stato il quarto più **freddo** nel periodo 1961-2019.

Giugno è stato il più **caldo** dal 1961 come temperature massime e il secondo come valori medi, con grandinate rilevanti: in particolare il 22 giugno una linea temporalesca a multicella ha colpito le province di Reggio Emilia, Modena e Bologna. I grossi chicchi di **grandine**, associati al forte vento, hanno causato danni a tetti, finestre, vetri, automobili e ferito diverse persone.

LE TENDENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SU SCALA GLOBALE E LOCALE – *‘Documento di sintesi della Strategia di mitigazione e adattamento per i cambiamenti climatici’*

Il segnale più omogeneo del cambiamento climatico in atto riguarda la **temperatura**, per la quale a livello globale i dati osservati evidenziano nel periodo 1880-2012 una tendenza alla crescita tra 0.6° e 1.1°C.

Inoltre, a partire dal 1950 è aumentata anche la variabilità decennale e interannuale delle temperature, nonché **la frequenza e l'intensità degli eventi estremi** (ultimo rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change, www.ipcc.ch).

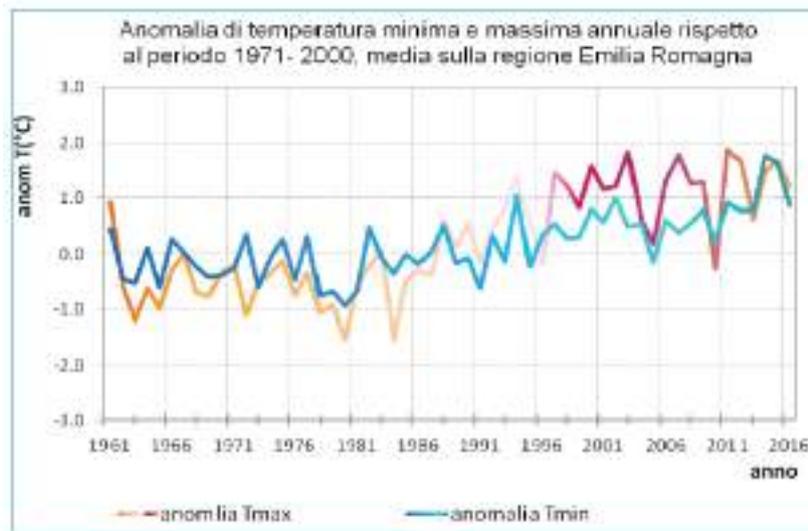
Per quanto riguarda le precipitazioni a livello globale, il segnale di tendenza è più variegato, con molte regioni del globo che hanno registrato dei trend positivi (nord Europa e alcune zone dell'Asia settentrionale e centrale) o negativi (Sahel e area del Mediterraneo) dal 1951 ad oggi, anche se non sempre significativi.

Il bacino del Mediterraneo è stato identificato come un “punto caldo” per il cambiamento climatico, un bacino con tendenze a livello annuo a essere più caldo e con una marcata riduzione del numero di giorni piovosi.

LE ANOMALIE CLIMATICHE IN EMILIA-ROMAGNA

Nel periodo 1961-2016, in Emilia-Romagna è stato riscontrato un **aumento significativo delle temperature minime e massime sia a livello annuale che stagionale**. Il trend annuo è più marcato per le massime (0.4°C per decade) che per le minime (0.2°C per decade). La tendenza al riscaldamento è più marcata a partire dal 1990.

L'andamento temporale dell'anomalia annua di temperatura, come riportato nella figura sottostante, evidenzia una frequenza molto alta di casi positivi dopo il 1990 (data set Eraclito 5x5km). Le anomalie positive sono anche molto intense, soprattutto per le massime. Infatti in regione, nel periodo 1991-2016 la temperatura massima annua ha registrato un aumento medio di circa 1.5°C rispetto al periodo 1961-1990 (17.8°C rispetto a 16.3°C).

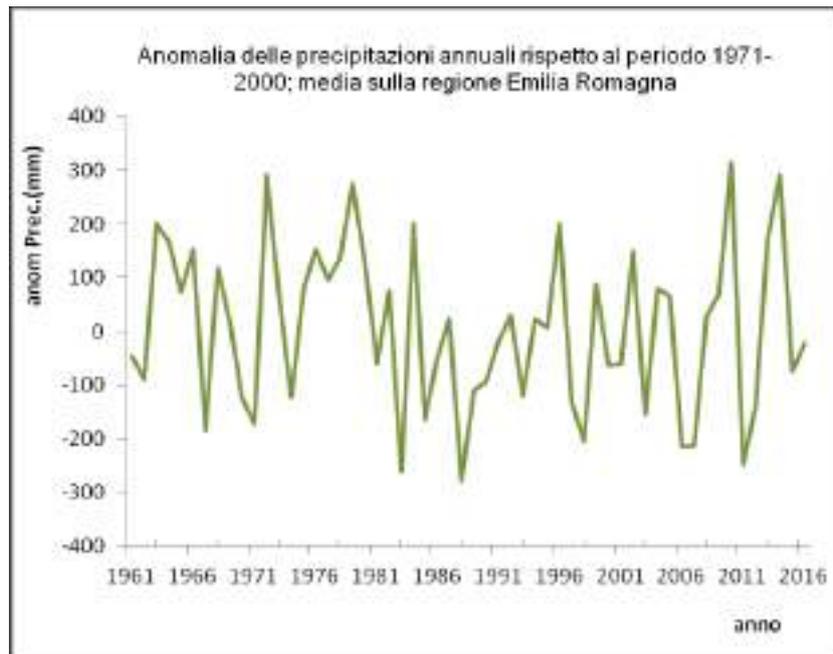


Aumenti significativi nei valori annuali e stagionali delle temperature minime e massime; segnale di aumento più intenso nelle massime, soprattutto durante l'estate.

A livello stagionale, per il periodo 1961-2016, il segnale di incremento è più forte durante l'estate, con un trend di 0,6°C per decennio per le massime e di 0,3°C per decennio per le minime.

Il trend su scala regionale in aumento è confermato dall'andamento degli **indicatori estremi di temperatura**, ovvero è emerso su quasi tutta la regione una diminuzione del numero di giorni con gelo (giorni con temperature minime inferiori a 0 °C) e un aumento durante la stagione estiva della durata delle onde di calore, dove per onda di calore si definisce una successione continua e senza interruzione di alcuni giorni in cui la temperatura massima è superiore al 90esimo percentile della distribuzione statistica.

L'analisi della variabilità temporale della pioggia annua sul territorio regionale mostra una debole tendenza negativa per il periodo 1961-2016: le **precipitazioni cumulate annue e stagionali** sono in lieve diminuzione, eccetto l'autunno dove si mantiene una tendenza positiva. Anche se non esiste una tendenza significativa nella cumulata di precipitazioni è importante sottolineare la presenza di annate con anomalie intense, negative o positive, soprattutto dopo il 1980 (vedi figura sottostante).



Per quanto riguarda i valori estremi di precipitazioni in Emilia-Romagna, è stato osservato un trend positivo, soprattutto durante l'estate, del numero massimo consecutivo di giorni senza precipitazioni. Localmente in pianura e in alcune stazioni dell'Appennino centrale si è invece notato un aumento della frequenza degli eventi di pioggia intensa durante la stagione estiva.

LE PROIEZIONI CLIMATICHE IN EMILIA-ROMAGNA

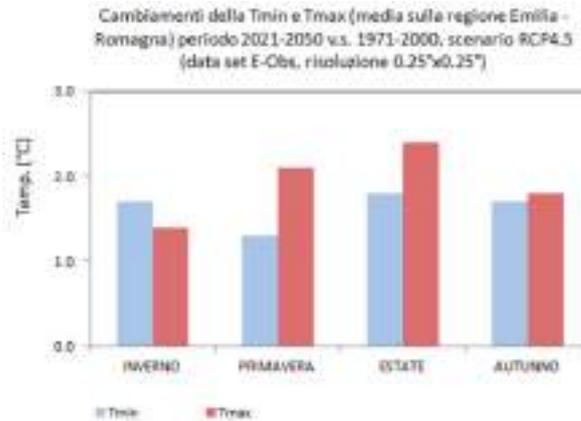
Gli scenari climatici sulla regione sono stati ottenuti attraverso la tecnica di regionalizzazione statistica applicata ai risultati del modello climatico globale del Centro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC-CM) per lo scenario emissivo RCP² 4.5, che prevede la riduzione nel tempo della concentrazione di gas climalteranti a seguito dell'adozione di politiche di mitigazione; lo scenario corrisponde al target dei 2°C di riscaldamento globale, individuato nell'Accordo di Parigi (2015).

Gli scenari climatici sulla regione mostrano segnali di cambiamento importanti per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1971-2000, sia in campo termico che pluviometrico.

² Per "Representative Concentration Pathways" (RCPs) si intendono le traiettorie delle concentrazioni dei gas effetto serra nel XXI secolo, con le conseguenti e associate proiezioni dei livelli di forzante radiativa al suolo, in base a diversi scenari di crescita economica globale, variazione della popolazione, sfruttamento delle risorse energetiche e del territorio, e altri fattori socio economici.

L'IPCC nel suo quinto Rapporto di Valutazione (AR5, 2014) ha selezionato quattro RCPs di riferimento: RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 e RCP 8.5. Il suffisso numerico, ad esempio 2.6, rappresenta la forzante radiativa, espressa in W/m², stimata al 2100 rispetto all'era preindustriale (1750), per le diverse traiettorie. Lo scenario RCP 4.5 considera la stabilizzazione della concentrazione dei gas climalteranti, ovvero l'adozione di misure per la loro consistente riduzione; lo scenario RCP 8.5 considera la presenza di alte emissioni, ovvero la non adozione di politiche di mitigazione ("BAU: business as usual").

Le proiezioni indicano un probabile aumento medio regionale delle temperature minime e massime di circa 1.5 °C in tutte le stagioni tranne l'estate, quando l'aumento medio regionale per la temperatura massima potrà essere di circa 2.5°C. Inoltre, si stimano possibili aumenti nella durata delle onde di calore e delle notti tropicali.



Per quanto riguarda le precipitazioni, gli scenari evidenziano la probabile diminuzione della quantità di precipitazione in tutte le stagioni tranne che in autunno, quando potrà verificarsi un incremento medio regionale di circa il 20%.



Come evidenziato a livello globale, anche a livello regionale il segnale di cambiamento potrà variare in magnitudo e segno al livello spaziale all'interno della regione.

Variabilità climatica osservata –Emilia-Romagna:

- a livello regionale, si mantiene una tendenza positiva nei valori annuali e stagionali delle temperature minime e massime, sul periodo 1961-2016. Il trend annuale per le temperature massime rimane superiore a quello delle temperature minime: 0.4 °C/10 anni contro 0.2 °C/10 anni. Per quanto riguarda i valori stagionali delle temperature, la tendenza si mantiene ancora più forte per la stagione estiva con un aumento di 0,3°C/10 anni per la minima e 0.6°C/10 anni per la massima;
- il trend in aumento è confermato dall'andamento degli estremi di temperatura;

- le precipitazioni cumulate medie annuali nel lungo periodo sono in lieve diminuzione, così come per l'inverno, la primavera e l'estate; le precipitazioni mantengono invece una tendenza positiva per la stagione autunnale. Tendenze di aumento significative sono state rilevate nel numero di giorni senza precipitazioni durante l'estate.

Variabilità climatica futura –Emilia-Romagna:

- gli scenari emissivi mostrano per il periodo 2021-2050, un possibile aumento della temperatura minima e massima regionale di circa 1.5° C in inverno, primavera e autunno e di circa 2.5°C in estate;
- il segnale di aumento della temperatura diventa molto più intenso, andando verso fine secolo, cioè 2071-2100, almeno un aumento compreso tra 3°C e 4.5°C;
- aumenti degli eventi estremi di temperatura sono stati ottenuti nell'ambito di tutti scenari emissivi - ad esempio si nota come per lo scenario RCP4.5 sarà possibile un aumento degli estremi (90mo percentile) di circa 3.5°C per il periodo 2021-2050 e di circa 6°C per il periodo 2071-2100. Questo porterà ad un aumento delle onde di calore e delle notti tropicali
- la quantità di precipitazione a livello regionale sul periodo 2021-2050, secondo lo scenario emissivo RCP4.5, potrà subire una diminuzione durante la primavera ed estate, mentre l'autunno potrà essere caratterizzato da un incremento (circa il 20%). Un segnale simile è stato trovato nell'ambito dello scenario emissivo RCP8.5, leggermente più alto per la stagione autunnale dove l'aumento previsto è di circa il 25-30%.
- gli scenari degli eventi estremi, costruiti a livello regionale, hanno evidenziato un possibile aumento delle piogge intense nel periodo 2021-2050, più significativo durante l'autunno, circa il 20%, mentre l'estate sarà caratterizzata da un possibile aumento del numero di giorni senza precipitazione (circa il 20%).

Verso la fine del secolo, 2071-2100, le proiezioni evidenziano cambiamenti più intensi sia nel regime termico che pluviometrico. Con lo scenario RCP 4.5, l'aumento atteso per le temperature massime durante la stagione estiva potrebbe essere di circa 4.5°C, mentre con lo scenario RCP 8.5, che considera l'assenza di politiche di mitigazione e l'aumento delle emissioni di gas serra nel tempo, l'aumento delle temperature massime estive potrebbe raggiungere anche 8°C.

SCENARI FUTURI: IL RAPPORTO SPECIALE SUL RISCALDAMENTO GLOBALE DI 1.5°C (2018)

Il Rapporto Speciale sul riscaldamento globale di 1.5°C (2018) 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.

Lo stesso rapporto sottolinea il fatto che il segnale di aumento termico sarà geograficamente differenziato, ovvero ci saranno regioni dove l'aumento sarà più forte e altre dove l'aumento sarà minore (<https://www.ipcc.ch/sr15/>).

L'inventario delle emissioni

L'inventario delle emissioni dell'Emilia-Romagna è una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera a seguito di attività antropiche e da sorgenti naturali. Le attività antropiche e naturali che possono dare origine ad emissioni in atmosfera sono ripartite in 11 macrosettori. Le stime emissive sono organizzate per inquinante, tipo di attività, combustibile eventualmente utilizzato, unità territoriale, periodo di tempo.

L'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è svolto con cadenza almeno triennale, come previsto dalla normativa (DLgs 155/2010, art.22). L'ultima relazione disponibile si riferisce ai dati del 2017.

L'inventario è utile perché permette di:

- stimare le emissioni in atmosfera generate dalle principali attività antropiche e naturali
- individuare i settori maggiormente sensibili su cui indirizzare le misure e gli interventi per la riduzione delle emissioni inquinanti
- alimentare i modelli diffusionali e previsionali che, partendo dalle quantità e dalle caratteristiche delle emissioni, stimano i valori di concentrazione attesi al suolo
- costruire gli scenari emissivi corrispondenti ad azioni e politiche di risanamento.

Il software utilizzato è INEMAR (INventario EMISSIONi ARia), strumento messo a punto e progressivamente aggiornato nell'ambito di una convenzione interregionale che attualmente coinvolge, oltre all'Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, province autonome di Trento e di Bolzano e Puglia.

Le stime indicano il riscaldamento domestico a biomassa (MS2) e il trasporto su strada (MS7) come le fonti principali di emissioni legate all'inquinamento diretto da polveri, seguiti dalle attività produttive (MS4, M S3).

Alle emissioni di NO_x, che sono importanti precursori della formazione di particolato e di ozono, contribuiscono il trasporto su strada (MS7) per il 56%, le altre sorgenti mobili (MS8), la combustione nell'industria (MS3) il riscaldamento (MS2) e la produzione di energia (MS1).

Il principale contributo (98%) alle emissioni di NH₃, anch'esso precursore di particolato secondario, deriva dalle pratiche agricole e dalla zootecnia (MS10).

L'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (MS6) risulta il principale contributo antropogenico alle emissioni di composti organici volatili (COVnm) precursori, assieme agli ossidi di azoto, di particolato secondario e ozono. È

la produzione di COVnm di origine biogenica, da specie agricole e vegetazione (MS10 e MS11), però la fonte che contribuisce maggiormente alle emissioni di questo inquinante.

La combustione nell'industria (MS3) e i processi produttivi (MS4) risultano la fonte più rilevante di SO₂, importante precursore della formazione di particolato secondario, anche a basse concentrazioni.

Fonti emissive principali	Contributo % sul totale degli inquinanti
Combustione non industriale	57% del PM ₁₀ (di cui 99% da impianti domestici a biomassa) 9% degli NO _x 48% del CO (di cui il 94% da impianti domestici a biomassa)
Trasporto su strada	24% del PM ₁₀ (di cui circa 34% da veicoli diesel e il 63% da usura) 56% degli NO _x (di cui 93% da veicoli diesel) 12% del COV (di cui 32% da ciclomotori e motocicli) 43% di CO
Combustione industriale	3% del PM ₁₀ 13% degli NO _x 70% del SO ₂
Produzione energia e trasformazioni combustibili	< 1% del PM ₁₀ 6% degli NO _x 4% dell'SO ₂
Allevamenti e agricoltura	6% del PM ₁₀ < 1% degli NO _x 98% di NH ₃ (di cui 75% da reflui)

Il CO è emesso dai trasporti su strada (MS7) per il 43% e dalla combustione domestica (MS2) per il 48%.

Per quanto riguarda i principali gas serra, le emissioni di CO₂ sono imputabili per il 35% ai trasporti stradali (MS7) e per il resto ai processi di combustione industriali (MS3) e all'uso del metano per il riscaldamento (MS2).

Le emissioni di N₂O sono quasi interamente dovute a coltivazioni e allevamenti (MS10).

Le emissioni di CH₄ sono dovute per il 45% alla zootecnia (MS10), per il 30% derivano dalle discariche di rifiuti (MS9), mentre la distribuzione del metano stesso e le sue emissioni fuggitive contribuiscono per il 21% circa (MS5).

Nella figura e tabella successiva sono riportate le emissioni regionali stimate per il 2017 per i principali macroinquinanti, suddivise per macrosettore.

In riferimento ai diversi tipi di combustibile si rileva che il consumo del gasolio per autotrasporto (diesel) è responsabile di circa il 70% delle emissioni di NO_x, mentre per il PM₁₀ 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.

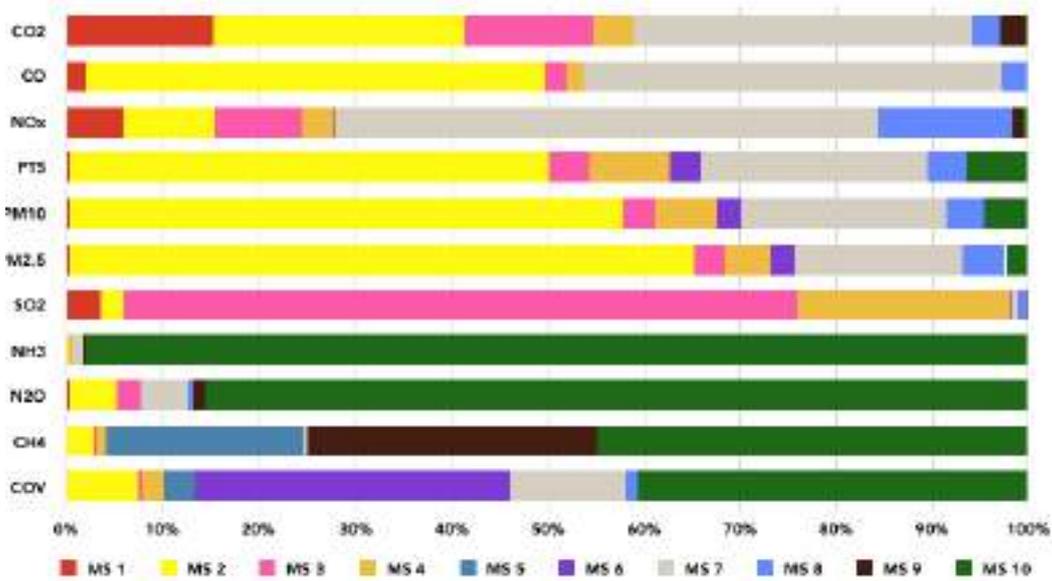


Figura 20 - Ripartizione percentuale delle stime emissive fra i diversi macrosettori

A completamento di quanto sopra esposto si evidenzia che l'inventario delle emissioni rappresenta la stima degli inquinanti immessi direttamente in atmosfera, di origine naturale o antropica, ovvero i cosiddetti 'inquinanti primari'.

Oltre a questi in atmosfera sono presentati inquinanti di origine secondaria che si formano a partire da altre sostanze immesse, definite precursori, attraverso processi di trasformazione chimico-fisici. Per questo motivo per molti inquinanti non vi è un rapporto lineare tra emissioni e concentrazioni degli stessi in atmosfera e risulta quindi importante tenere in considerazione che l'inventario permette di valutare solamente una porzione limitata dell'origine dell'inquinamento, quella dovuta alla frazione primaria.

Modena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1	1041	1043	392	361	39	9208	20	1034	1321	53	713
2	1686	250	368	346	4120	708	15	106	1343	50	53
3	7	221	381	85	2	8	14	27	6	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	5467
5	14	57	43	33	0	0	1	4689	0	0	0
6	5912	501	376	265	9	8284	75	1701	1702	52	107
7	595	49	49	49	3	335	0	100	50	4	1
8	77	1	1	1	2	28	24	8	43	5	8870
9	33	88	41	15	0	0	6605	4096	0	756	12725
10	0	0	0	0	0	0	0	3546	-622	0	0
11	1041	1043	392	361	39	9208	20	1034	1321	53	713
Totale	9765	2224	1851	1577	4175	18671	6754	15707	3872	921	28037

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	SaP (kg)
1	2	27	4	55	244
2	11	164	71	537	1
3	0	0	88	18	15
4	0	0	0	0	0
5	0	0	1	12	0
6	7	7	39	597	14
7	0	0	2	1	1
8	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	2	27	4	55	244
Totale	21	198	206	1220	375

Figura 21 - Tabelle riassuntive per provincia – Modena

La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria

La valutazione delle qualità dell'aria in Emilia-Romagna viene attuata secondo un programma approvato dalla Giunta regionale con Deliberazione n. 2001/2011 avente per oggetto "il recepimento del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa - approvazione della nuova zonizzazione e della nuova configurazione della rete di rilevamento e indirizzi per la gestione della qualità dell'aria."

Il territorio regionale è stato suddiviso in aree omogenee:

- AGGLOMERATO DI BOLOGNA - zona costituita da un insieme di aree urbane avente una popolazione inferiore a 250000 abitanti, ma con una densità di popolazione per Km2 superiore a 3000 abitanti.

- PIANURA OVEST - porzione di territorio con caratteristiche meteo climatiche simili dove è elevato il rischio di superamento dei limiti di legge per alcuni parametri.
- PIANURA EST - porzione di territorio con caratteristiche meteo climatiche simili dove è elevato il rischio di superamento dei limiti di legge per alcuni parametri.
- APPENNINO - porzione di territorio dove i valori della qualità dell'aria sono inferiori ai parametri di legge

La zonizzazione definisce le unità territoriali sulle quali viene eseguita la valutazione della qualità dell'aria e alle quali si applicano le misure gestionali.

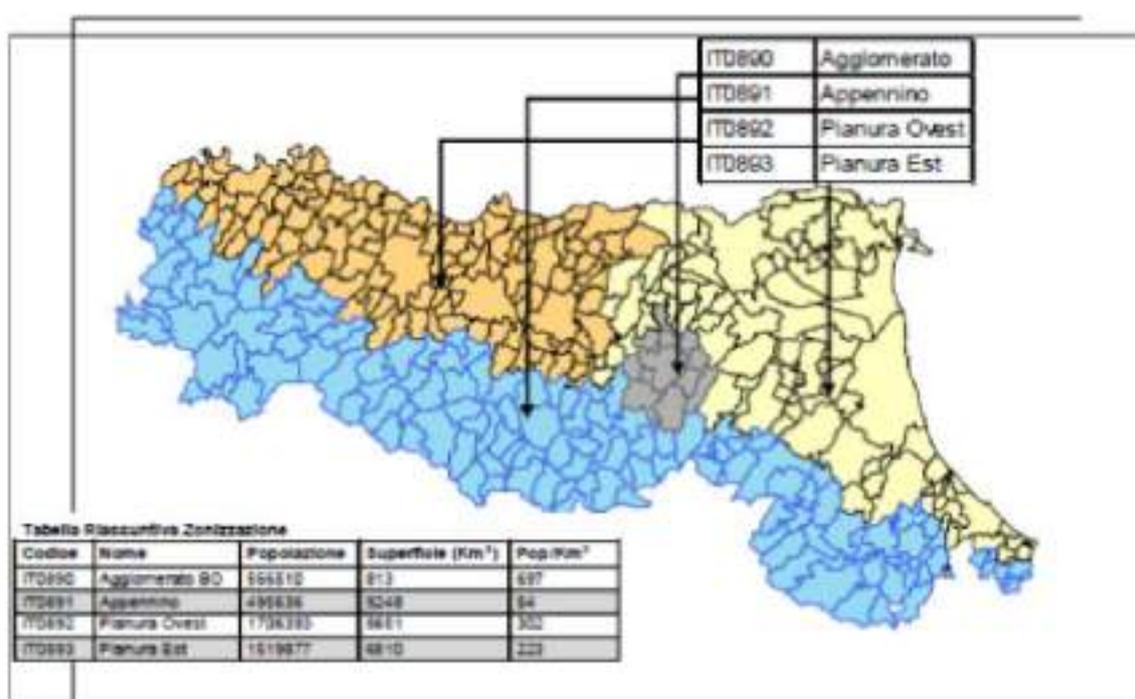


Figura 22 - Suddivisione del territorio regionale in aree omogenee

La rete regionale della qualità dell'aria (RRQA) dal primo gennaio 2013 è composta da 47 punti di misura in siti fissi e 176 analizzatori automatici. La rete è completata da 10 laboratori mobili e numerose unità mobili per la realizzazione di campagne di valutazione e dalla rete meteorologica RIRER, di cui 10 stazioni per la meteorologia urbana (MetUrb).

Ogni anno l'Agenzia Prevenzione Ambiente Energia Emilia-Romagna (ARPAE) redige un report sulla qualità dell'aria a livello regionale. 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. In ogni stazione viene rilevato il biossido di azoto (NO₂), mentre 43 misurano il PM10, 24 il PM2.5, 34 l'ozono, 5 il monossido di carbonio (CO), 9 il benzene e 1 il biossido di zolfo (SO₂). Le stazioni si trovano prevalentemente in aree urbane rappresentative delle zone a maggiore densità abitativa della regione.

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.

Gli inquinanti monitorati variano da stazione a stazione in dipendenza dalle caratteristiche di diffusione e dinamica chimico-fisica dell'inquinamento, della distribuzione delle sorgenti di emissione e delle caratteristiche del territorio. Si va dai 47 punti di misura per l'NO₂ ai 43 punti di misura per i PM₁₀, mentre vengono progressivamente ridotti gli analizzatori che monitorano inquinanti la cui concentrazione è ormai al di sotto del limite di rilevabilità strumentale (esempio SO₂) o ampiamente al di sotto dei valori limite (esempio CO). D'altra parte aumenta la distribuzione territoriale dei punti di misura che oggi vanno a coprire anche zone di fondo rurale e remoto, dato che le caratteristiche degli inquinanti si sono progressivamente modificate. Oggi le forme più significative di inquinamento sono dovute a inquinanti secondari (come ozono e polveri fini e ultrafini), che tendono a interessare tutto il territorio e non solo le aree industriali e urbane immediatamente prossime ai punti di emissione.

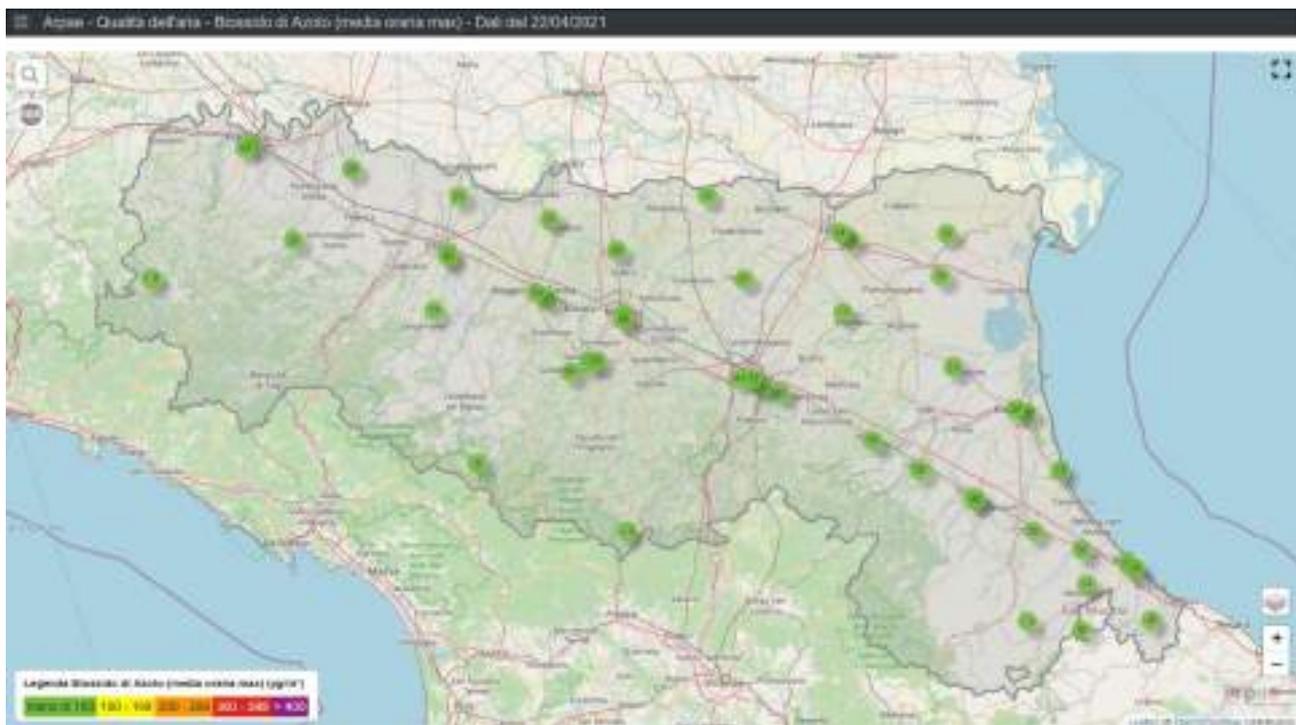


Figura 23 - Localizzazioni stazioni di monitoraggio del biossido di azoto nelle 47 stazioni dell'Emilia-Romagna

Zona Ovest	Bastiglia , Bomporto, Campogalliano, Camposanto, Carpi, Castelfranco Emilia, Castelnuevo Rangone, Castelvetro di Modena, Cavezzo, Concordia sulla Secchia, Finale Emilia, Fiorano Modenese, Formigine, Maranello, Medolla, Mirandola, Modena, Nonantola, Novi di Modena, Ravarino, San Cesario sul Panaro, San Felice sul Panaro, San Possidonio, San Prospero, Sassuolo, Savignano sul Panaro, Solera, Spilamberto, Vignola
Appennino	Fanano, Fiumalbo, Frassinoro, Guiglia, Lama Mocogno, Marano sul Panaro, Montecreto, Montefiorino, Montese, Palagano, Pavullo nel Frignano, Pievepelago, Polinago, Prignano sulla Secchia, Riolunato, Serramazzoni, Sestola, Zocca

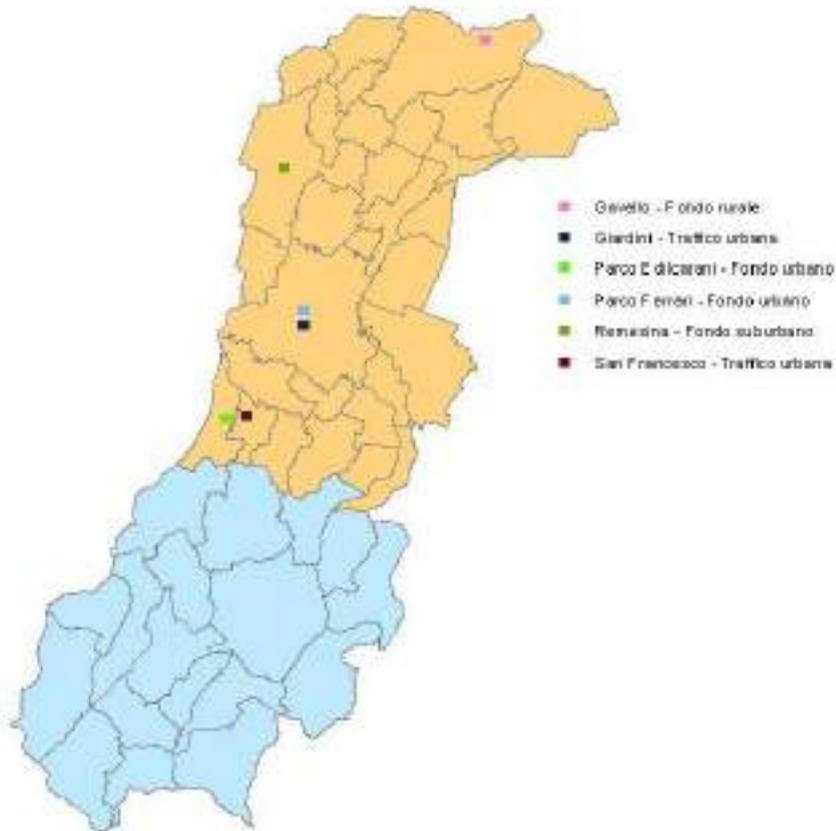
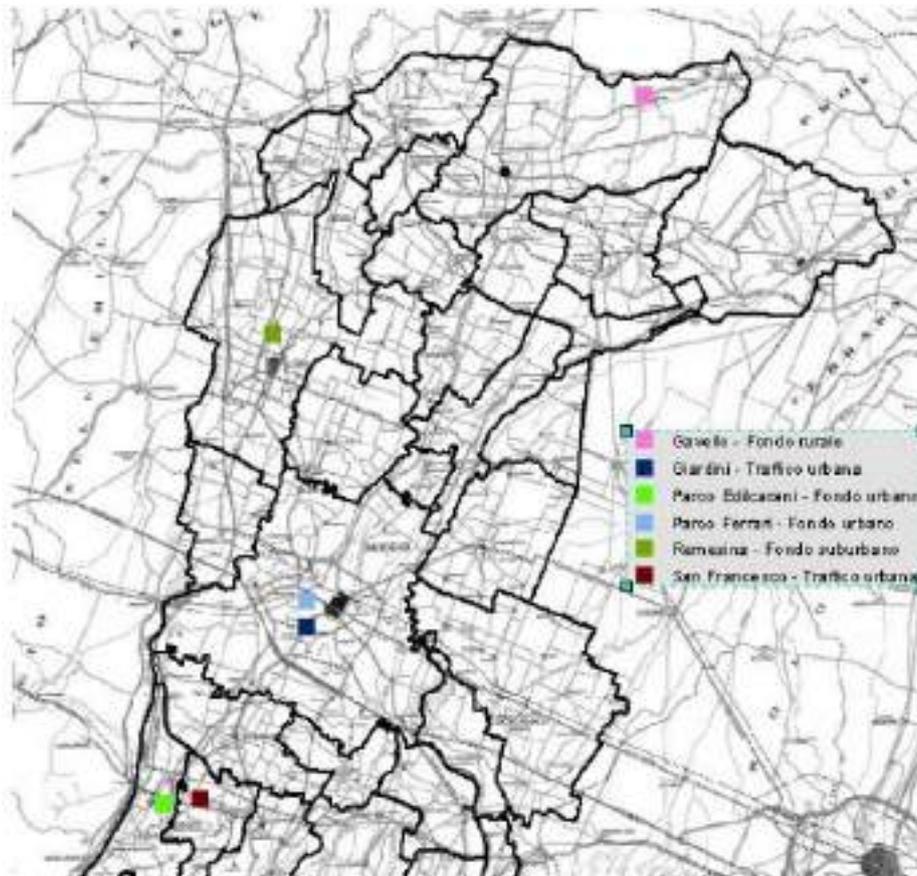


Figura 24 - Rete di monitoraggio regionale a Modena



Stazione: GIARDINI - traffico (30000 veicoli/gg)	Stazione: GAVELLO - fondo rurale	
Ubicazione: Via Giardini 543 - Modena	Ubicazione: Via Gazzzi - loc. Gavello - Mirandola	
Anno attivazione 1990	Anno attivazione 2008	
Inquinanti monitorati: NOx, CO, BTX, PM ₁₀	Inquinanti monitorati: NOx, O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	
Stazione: PARCO FERRARI - fondo urbano	Stazione: SAN FRANCESCO - traffico (26000 veicoli/gg)	
Ubicazione: Parco Ferrari - Modena	Ubicazione: Circ. San Francesco - Fiorano Modenese	
Anno attivazione 2005	Anno attivazione 2007	
Inquinanti monitorati: NOx, O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Meteo	Inquinanti monitorati: NOx, CO, BTX, PM ₁₀	
Stazione: REMESINA - fondo suburbano	Stazione: PARCO EDILCARANI - fondo urbano	
Ubicazione: Via Remesina - Carpi	Ubicazione: Parco Edilcarani - Sassuolo	
Anno attivazione 1997	Anno attivazione 2010	
Inquinanti monitorati: NOx, O ₃ , PM ₁₀	Inquinanti monitorati: NOx, PM ₁₀ , PM _{2.5} , O ₃	
Tipo di Zona: Urbana Suburbana Rurale Tipo di stazione: Traffico Fondo Industriale		

Figura 25 - Stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria nella provincia di Modena

Le stazioni locali sono state collocate sul territorio con l'obiettivo di valutare eventuali impatti sulla qualità dell'aria prodotti, nelle aree circostanti, da specifiche fonti di emissione come impianti industriali ed altre infrastrutture. A Modena l'obiettivo è quello di monitorare le ricadute dell'Impianto di Termovalorizzazione di Via Cavazza.

L'Autorizzazione Integrata Ambientale Det. N.5356 del 09/10/2017 e ss. mm. ii. dell'impianto di termovalorizzazione (inceneritore) rifiuti di Modena, prevede un monitoraggio ambientale nelle aree circostanti l'impianto con campionamenti ed analisi di aria, deposizioni e suolo.

Tale attività ha lo scopo di valutare la situazione ambientale prima e dopo l'adeguamento funzionale dell'impianto per seguirne l'evoluzione: ante operam 2005-2009, fase intermedia 2009-2013, post operam 2013-2015. In questo momento ci troviamo nella fase successiva al post operam.

Il monitoraggio ambientale prevede, su più postazioni individuate sulla base delle possibili ricadute emmissive, misurazioni in continuo che vengono eseguite presso le stazioni locali di Albareto, Tagliati e Belgio.

Se si considerano gli inquinanti monitorati in continuo dalle stazioni fisse e locali, e si analizzano le emissioni dei vari macrosettori (Inventario Inemar 2015) si può desumere che l'inceneritore ha un impatto per il CO pari al 0.3% rispetto alle emissioni che insistono sul territorio del Comune di Modena, del 4% per gli ossidi di azoto, dello 0,7% per PM10 e 0,8 per PM2.5.

Per quanto riguarda l'area oggetto di intervento, a Carpi è localizzata la stazione **Remisina**,: stazione fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria di Arpae di tipo fondo suburbano.

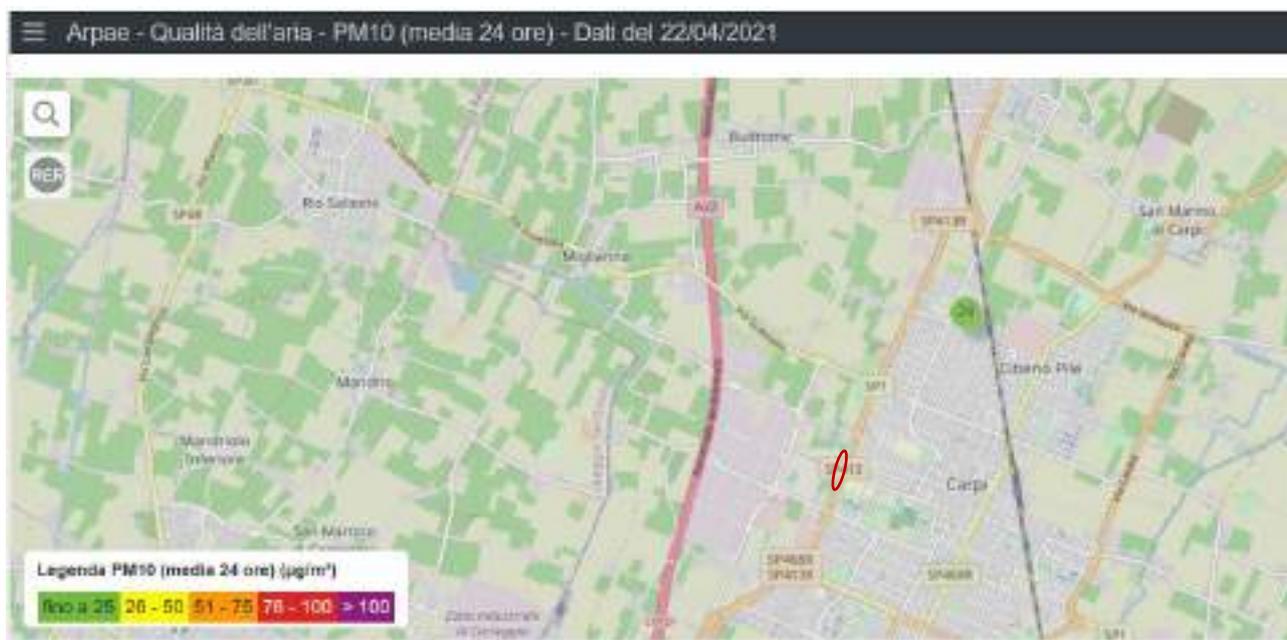


Figura 26 - Localizzazione delle stazioni fisse per il monitoraggio della qualità dell'aria di Arpae.

Non vi sono invece laboratori mobili nei pressi dell'area oggetto di intervento.

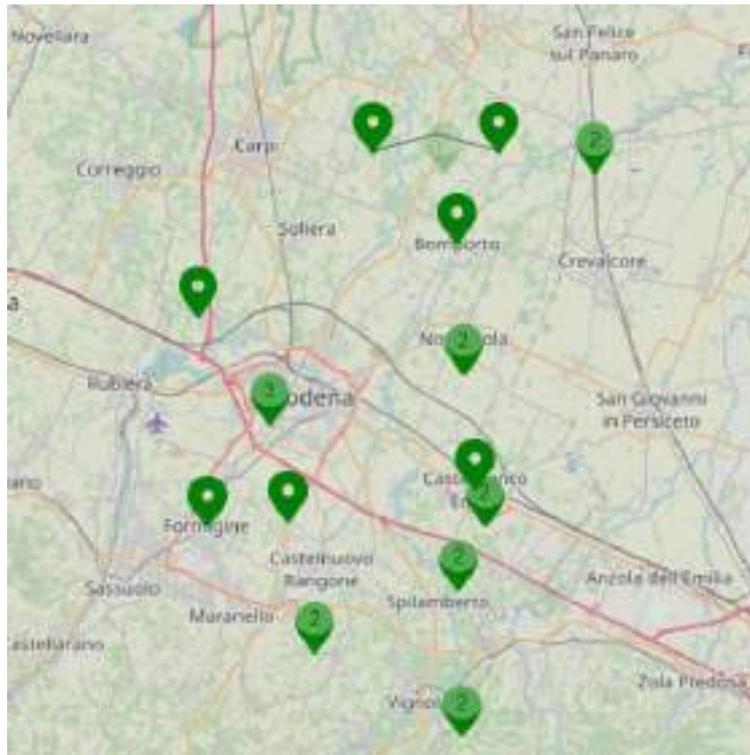


Figura 27 - Qualità dell'aria - Laboratori mobili per la provincia di Modena

Qualità dell'aria - quadro emissivo regionale

Per il 2020 non si è registrato il superamento del valore limite annuale di PM10 ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$) in nessuna stazione della regione, seguendo il trend dei sette anni precedenti, e nel 2020 i valori medi annui sono rimasti all'interno della variabilità dei cinque anni precedenti.

Il valore limite giornaliero di PM10 ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) è invece stato superato per oltre 35 giorni (numero massimo definito dalla norma vigente) in 25 delle 43 stazioni della rete di monitoraggio regionale che lo misurano (24 escludendo i superamenti per cause naturali).

Nei primi mesi del 2020 si sono verificati periodi con alta pressione, assenza di precipitazioni e scarsa ventilazione che hanno determinato un numero elevato di giornate con condizioni favorevoli all'accumulo degli inquinanti (condizioni che si sono poi ripetute anche nella parte finale dell'anno), per le quali il 2020 risulta fra i tre anni peggiori dal 2003.

Già nel primo trimestre la soglia di 35 superamenti annui era stata superata a Modena - Giardini il 23 febbraio e a Ferrara e Piacenza.

I valori di PM10 registrati dalle stazioni nel mese di marzo sono risultati mediamente inferiori rispetto agli anni precedenti, anche se con una diminuzione meno marcata rispetto agli inquinanti gassosi, e presentano una rilevante diminuzione dei valori massimi. I superamenti delle concentrazioni limite di $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrati sono avvenuti in

periodi e aree caratterizzate da meteo stabile favorevole alla concentrazione di particolato, ad eccezione dei picchi di registrati tra il 28 e il 30 marzo dovuti a un importante fenomeno di trasporto di masse d'aria ricche di polveri provenienti dai deserti a est dell'area del Mar Caspio che hanno determinato da 1 a 3 giorni consecutivi di superamenti in tutte le stazioni, incluse quelle di fondo solitamente non interessate da criticità (il valore massimo misurato è stato di 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nella parte finale dell'anno, il mese di novembre e la decina centrale di dicembre hanno presentato episodi di superamenti protratti, legati a condizioni meteorologiche favorevoli all'accumulo di inquinanti.

Il massimo numero di superamenti, pari a 75, è stato registrato nella stazione di Modena-Giardini, mentre Carpi-Remesina ne conta 57.

Per quanto riguarda i PM2.5, la media annuale nel 2020 è stata inferiore ovunque al valore limite della normativa (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), con valori analoghi ai due anni precedenti.

La media annuale di biossido di azoto (NO_2) ha fortemente risentito dell'effetto del lockdown. Per la prima volta in tutte le stazioni è stato rispettato il valore limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nel 2019 è stato superato in 4 stazioni) e i valori medi annuali risultano inferiori all'anno precedente. Come negli anni scorsi in nessuna stazione si è avuto il superamento del valore limite orario (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il trend dell'ozono si mostra pressoché stazionario nell'ultimo decennio, con fluttuazioni dovute alla variabilità meteorologica della stagione estiva. Le concentrazioni rilevate e il numero di superamenti delle soglie continuano a superare gli obiettivi previsti dalla legge.

In regione persistono condizioni critiche per quanto riguarda questo inquinante, la cui presenza risulta significativa in gran parte delle aree suburbane e rurali in condizioni estive.

La situazione risulta abbastanza omogenea e critica sul territorio regionale con superamenti dei valori obiettivo per la protezione della salute umana (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) generalizzati, con l'eccezione dell'alto Appennino.

Nel periodo estivo (aprile-settembre) la quasi totalità delle stazioni ha oltrepassato i 25 superamenti nella media sugli ultimi 3 anni del valore obiettivo. I superamenti dei valori obiettivo si mantengono in linea con quelli riscontrati negli anni precedenti, anche se, in generale, nel periodo estivo del 2020 si è verificato un numero inferiore di episodi acuti rispetto agli anni passati.

La **soglia di informazione** ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stata superata in 18 stazioni su 34 che rilevano l'inquinante. In generale il numero di stazioni che hanno registrato superamenti, il numero di superamenti e i valori massimi registrati risultano inferiori rispetto a quelli registrati lo scorso anno.

La **soglia di allarme** ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) non è stata superata in nessuna stazione. Il valore massimo di ozono orario è stato $212 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'unico episodio rilevante di inquinamento di ozono, esteso e importante, si è verificato a cavallo dei **mesi di luglio e agosto**. Dal 28 luglio al 1° agosto, in tutta la regione sono stati rilevati **superamenti diffusi** della soglia di informazione, con picchi massimi misurati nella parte occidentale e orientale, in particolare a **Modena** -Parco Ferrari $205 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A differenza della calda estate del 2019, quella del 2020 ha registrato temperature simili agli anni precedenti e un apporto pluviometrico maggiore. L'unica significativa ondata di caldo, di breve durata, si è verificata negli ultimi 5 giorni di luglio, in corrispondenza della quale sono state registrate le concentrazioni più elevate di ozono.

Per quanto riguarda gli altri inquinanti (biossido di zolfo, benzene e monossido di carbonio) sono rimasti entro i limiti di legge in tutte le stazioni di rilevamento.

Qualità dell'aria - quadro emissivo locale: Modena 2019

PM10

Solo una parte dell'inquinamento da polveri è di origine primaria, ossia dovuta ai soli processi di trasporto e diffusione di polveri direttamente emesse dalle varie sorgenti inquinanti, mentre la parte più consistente è di origine secondaria, ovvero dovuta ai processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (NH_3 , NO_x , SO_2 , COV) emessi da trasporti, agricoltura e dal comparto industriale (Quadro conoscitivo Piano Aria Integrato Regionale 2020).



Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite giornaliero (da non superare più di 35 volte/anno)	media giornaliera	50 µg/m ³
Valore Limite annuale	media annuale	40 µg/m ³

Analisi dei dati

Zo na	Comune	STAZIONI	Ti p o	Concentrazioni (µg/m ³)										
				Dati Validi (%)	Min	Max	25 ^a	50 ^a	75 ^a	90 ^a	95 ^a	98 ^a	Media Annuale	N°Sup
[Icona]	Modena	Giardini	[Icona]	99	6	111	20	27	40	62	76	86	33	58
	Modena	Parco Ferrari	[Icona]	100	5	104	18	25	37	55	68	80	30	47
[Icona]	Carpi	Remesina	[Icona]	98	2	115	18	25	37	57	68	80	30	49
[Icona]	Mirandola	Gavello	[Icona]	98	3	98	17	24	37	58	66	79	29	45
[Icona]	Fiorano	San Francesco	[Icona]	98	2	94	22	29	40	57	64	75	33	48
	Sassuolo	Parco Edilcarani	[Icona]	99	2	94	15	21	31	47	56	65	25	32
[Icona]	Modena	**Albareso	[Icona]	98	5	100	18	25	37	54	69	77	30	43
[Icona]	Modena	**Tagliati	[Icona]	98	4	95	18	25	34	50	62	71	29	34
[Icona]	Modena	**Belgio	[Icona]	99	7	117	21	28	40	59	73	85	33	53

**Stazioni Locali

[Icona] ≤ Valore Limite [Icona] > Valore Limite

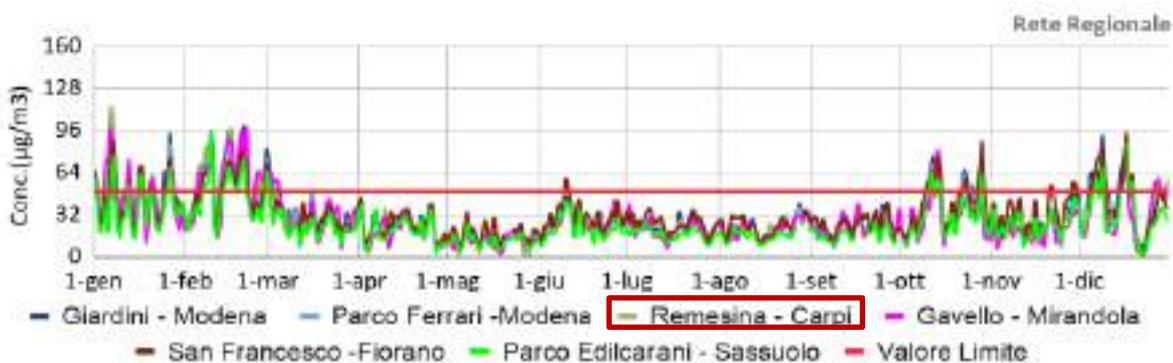


Figura 28 - Dati giornalieri di concentrazione PM10

I mesi maggiormente critici sono quelli invernali caratterizzati da elevata stabilità atmosferica, spesso inversione termica in quota, e da scarsa ventilazione: in questa situazione meteorologica, si crea nei livelli atmosferici più bassi, un unico strato di inquinamento diffuso e uniforme, dove la dispersione degli inquinanti emessi è fortemente limitata. Questo può determinare un marcato aumento delle concentrazioni che possono raggiungere valori molto elevati, anche a causa della formazione di particolato secondario per la trasformazione chimico-fisica degli inquinanti primari.

Nel 2019 le concentrazioni più alte di polveri PM10 sono state misurate nei primi due mesi dell'anno: a gennaio la media delle stazioni della RRQA: Rete Regionale Qualità dell'Aria è stata di 46 µg/m³, a febbraio le stazioni hanno misurato 55 µg/m³.

Nella stagione invernale sono inoltre concentrati i superamenti del Valore Limite Giornaliero fissato a 50µg/m³; in particolare, nel mese di febbraio, le stazioni peggiori della Rete Regionale sono risultate essere Giardini e Gavello con 18 superamenti.

Se confrontiamo i dati misurati nella zona pedecollinare con quelli della zona di pianura, si può notare che quest'ultima presenta maggiori criticità rispetto a quella a sud; in particolare, nella stazione da traffico di Giardini sono stati registrati 58 giorni di superamento, contro i 48 giorni di San Francesco.

La settimana tipo nel periodo invernale mostra una lieve diminuzione dal lunedì al mercoledì, per poi ritornare ai valori di lunedì a fine settimana.

Tutte le stazioni presentano una media annuale inferiore al Valore Limite annuale di 40 µg/m³.

I superamenti del Valore Limite giornaliero sono maggiori dei 35 consentiti in 5 stazioni su 6 della rete regionale. Le stazioni che rispettano completamente i limiti imposti dalla normativa sono Parco Edilcarani a Sassuolo e Tagliati a Modena.

Trend

Il trend delle medie annuali delle stazioni della RRQA dal 2010 fino al 2019, mostra complessivamente una diminuzione delle concentrazioni mediamente del 10%, particolarmente marcata soprattutto nel 2014 e nel 2016; come succede già da diversi anni, anche nel 2019 i Valore Limite Annuale fissato a 40 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni.

Medie annuali

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Concentrazioni (µg/m ³)									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
	Modena	Giardini		38	40	38	31	28	33	30	36	32	33
	Modena	Parco Edilcarani		32	30	34	27	26	31	27	33	28	30
	Carpi	Remesina		33	40	38	30	27	33	28	32	28	30
	Mirandola	Gavello						26	31	28	31	25	29
	Fiorano	San Francesco		38	43	41	33	28	31	29	35	31	33
	Sassuolo	Parco Edilcarani			30	31	26	23	27	28	30	26	26
	Modena	**Albareto		33	36	34	29	27	31	28	36	29	30
	Modena	**Tagliati		33	37	35	28	28	31	28	34	29	26
	Modena	**Belgio								30	38	33	33

**Stazioni Locali

 ≤ Valore Limite  > Valore Limite

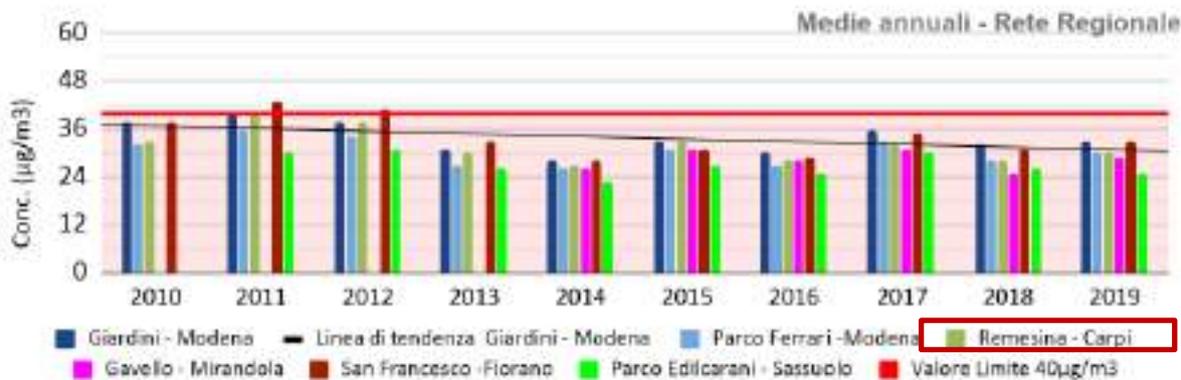


Figura 29 - Analisi delle medie annuali

Il trend del numero di superamenti, sebbene sia complessivamente in calo dal 2010 al 2019 mediamente del 29%, rimane un indicatore ancora critico in particolare per le stazioni da traffico, lievemente più contenuto per quelle di fondo; nel 2019 solo la stazione di Parco Edilcarani ha rispettato il valore imposto dalla normativa attestandosi al di sotto dei 35 superamenti.

Superamenti

Comune	STAZIONI	Tipo	Numero di superamenti del Valore Limite giornaliero										
			Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	
Modena	Giardini	🚗	79	84	85	51	36	55	40	83	51	58	
Modena	Parco Ferrari	🌳	61	71	67	37	29	44	23	65	32	47	
Carpi	Remesina	🌳	65	86	85	45	38	55	34	66	29	49	
Mirandola	Gavello	🌳					29	49	31	56	19	45	
Fiorano	San Francesco	🚗	75	96	96	52	31	45	40	67	39	48	
Sassuolo	Parco Edilcarani	🌳		47	47	33	22	31	40	51	26	32	
Modena	**Albareto	🚗	61	74	65	38	38	47	32	79	35	43	
Modena	**Tagliari	🚗	55	78	68	32	27	44	27	75	30	34	
Modena	**Belgio	🚗							30	80	60	53	

**Stazioni Locali

🟢 ≤ Valore Limite 🟠 > Valore

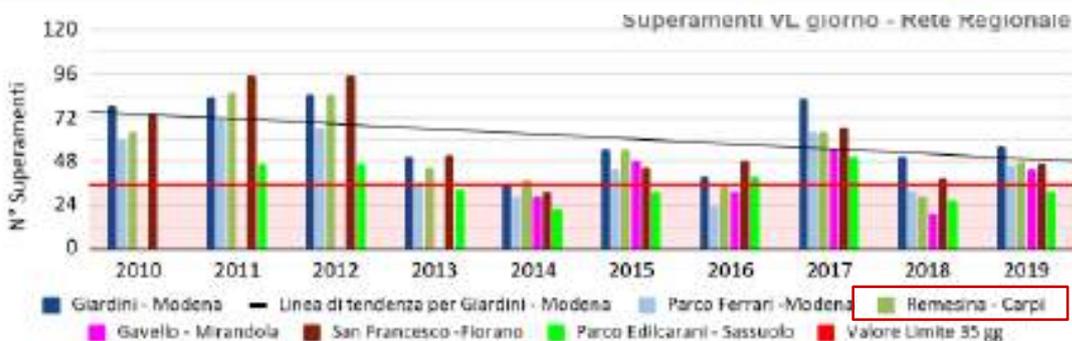


Figura 30 - Analisi dei superamenti

Il numero di giorni critici (giornate favorevoli all'accumulo di PM10) varia da un minimo di 99 del 2018 ad un massimo di 136 del 2017 e 130 del 2015, con un numero medio di 113 gg pari al 60-62% delle giornate del semestre invernale (ottobre-marzo). Il trend è in lieve aumento a causa degli anni 2015 e 2017 che presentano un numero più elevato di giorni favorevoli all'accumulo.

Se si confrontano i trend si nota che sebbene quello dei giorni sfavorevoli alla diffusione degli inquinanti sia in lieve aumento, il trend delle medie annuali e dei superamenti è in calo, e questo fa ipotizzare che le misure messe in campo per limitare l'inquinamento atmosferico in questi ultimi 10 anni, stiano dando i primi risultati positivi.

Confronto Giorni critici e medie annuali PM10

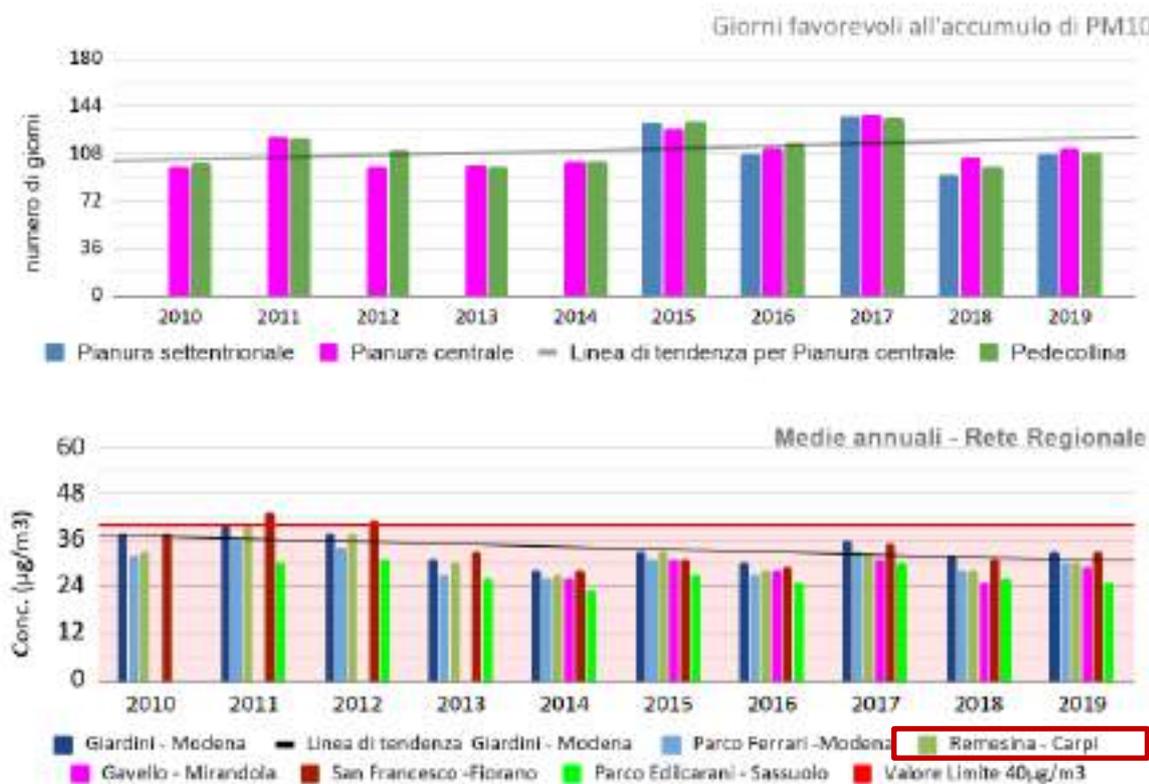


Figura 31 - Analisi dei giorni critici

PARTICOLATO PM2,5

Le sorgenti del particolato possono essere antropiche e naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, combustibili liquidi, legno, rifiuti, rifiuti agricoli), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere). Le fonti naturali, invece, sono sostanzialmente: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento etc.



Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite annuale	media annuale	25 µg/m ³
-----------------------	---------------	----------------------

Analisi dei dati

Zona	Comune	STAZIONI	Tip o	Concentrazioni (µg/m ³)										Medio Annuale
				Dati Validi (%)	Min	Max	25*	50*	75*	90*	95*	98*		
	Modena	Parco Ferrari		99	1	81	9	14	23	37	47	55	18	
	Mirandola	Gavello		96	1	84	10	15	24	41	50	59	19	
	Sassuolo	Parco Edificari		99	1	65	7	11	17	29	35	49	14	
	Modena	**Tagliati		98	3	79	11	15	24	37	44	56	19	

** Stazioni Locali ≤ Valore Limite > Valore Limite

Dati Giornalieri

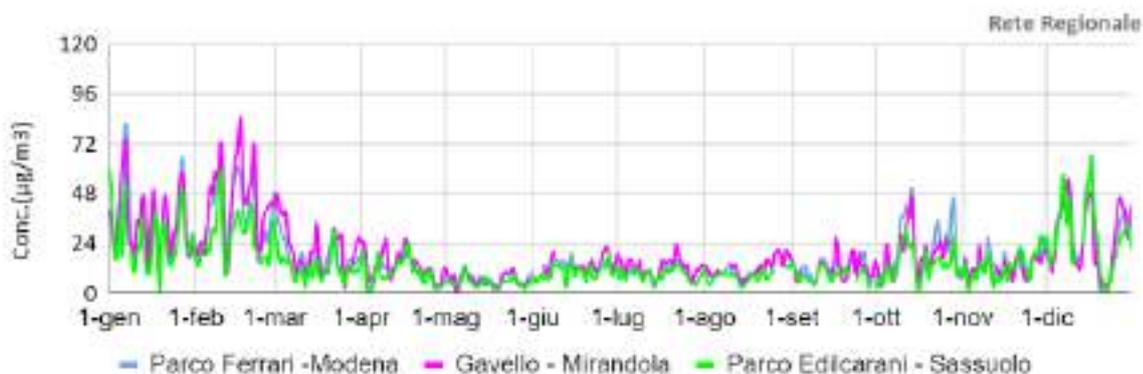


Figura 32 - Dati giornalieri di concentrazione PM2.5

Come già osservato per le polveri PM1 0 anche le polveri PM2,5 risultano più elevate nella stagione autunnale/invernale rispetto a quella estiva quando il maggior rimescolamento dell'atmosfera favorisce la dispersione degli inquinanti; il massimo valore dell'anno nelle stazioni RRQA è stato misurato a Gavello il 17 febbraio (84 µg/m³) mentre nella stazione locale di Tagliati tale valore è stato rilevato il 7 gennaio (79 µg/m³).

Il mese più critico è stato febbraio che ha registrato una media complessiva per le stazioni RRQA di $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ analogamente alla stazione locale di Tagliati la cui media mensile di febbraio è risultata $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

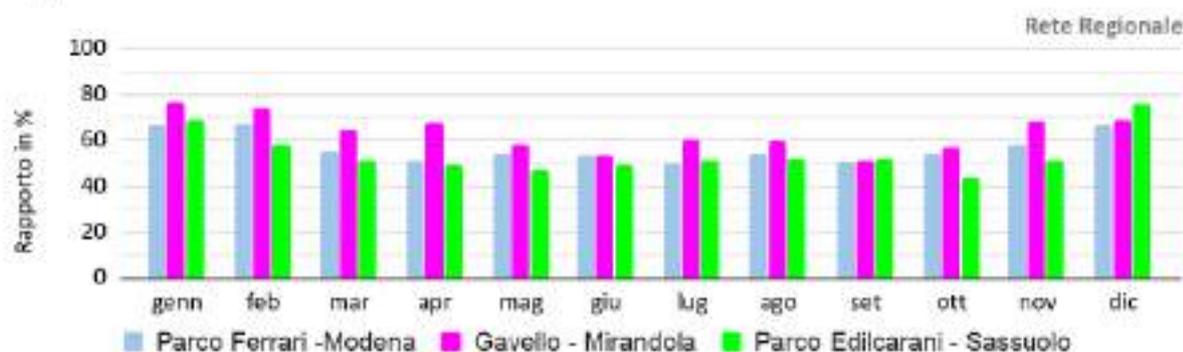
La settimana tipo nel periodo invernale mostra una lieve diminuzione dal lunedì al mercoledì, per poi ritornare ai valori di lunedì a fine settimana.

La natura prevalentemente secondaria di questo inquinante, quindi la sua elevata diffusione spaziale, si traduce in concentrazioni generalmente omogenee in tutte le stazioni situate nella zona di pianura sia della rete regionale che locale; la stazione di Parco Edilcarani a Sassuolo presenta valori lievemente più bassi rispetto alle altre stazioni, probabilmente grazie al miglior rimescolamento della zona pedecollinare.

Se si confrontano i dati della stazione di Tagliati della rete locale con quelli della stazione di fondo urbano di Parco Ferrari, si osserva una marcata correlazione con coefficienti R^2 superiori a 0,9 e livelli di concentrazione molto simili.

Tutte le stazioni rispettano il Valore Limite annuale di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Rapporto PM2.5/PM10



Dall'osservazione del rapporto tra i dati di PM_{2,5} e PM₁₀ misurati nella stessa stazione emergono variazioni nei diversi mesi dell'anno; in particolare nella stagione invernale tale rapporto è più elevato (69% media Stazioni RRQA) mentre nella stagione estiva appare più contenuto (54% media Stazioni RRQA). Dall'osservazione dei grafici di seguito riportati le stazioni che presentano una percentuale più elevata di polveri PM_{2,5} rispetto al dato di PM₁₀ sono quella di fondo rurale di Gavello a Mirandola per la Rete Regionale (63%).

Trend

Il trend delle medie annuali delle stazioni della RRQA dal 2010 fino al 2019, mostra dati sempre inferiori al Valore limite annuale, si può notare una lieve diminuzione delle concentrazioni mediamente del 14%, particolarmente marcata soprattutto nel 2014.

Medie annuali

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
	Modena	Parco Ferrari		22	25	24	18	15	22	17	22	18	18
	Mirandola	Gavello		21	23	22	20	18	20	18	21	17	19
	Sassuolo	Parco Edilcarani						13	15	17	21	18	14
	Modena	**Tagliati					20	18	22	18	22	20	19

** Stazioni Locali ≤ Valore Limite > Valore Limite



Figura 32 - Analisi delle medie annuali

METALLI PESANTI

I metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da processi industriali; il rame e il nichel provengono dalla combustione; il piombo dalle emissioni autoveicolari. Il ferro proviene dall'erosione dei suoli, dall'utilizzo di combustibili fossili e dalla produzione di leghe ferrose.

In particolare, il piombo di provenienza autoveicolare è emesso quasi esclusivamente da motori a benzina, nei quali è contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante. Negli agglomerati urbani tale sorgente rappresenta, pressoché, la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile (PM10). L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0,013 g/l di Pb), dal 1 gennaio 2002, ha portato una riduzione delle emissioni di piombo del 97%; in conseguenza di ciò è praticamente trascurabile il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.

La concentrazione annua di questi metalli pesanti risulta molto lontana dai limiti o valori obiettivo indicati dalla normativa, per cui questi inquinanti non risultano critici per quanto riguarda la qualità dell'aria.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Nichel	Valore Obiettivo	media annuale	20 ng/m ³
Arsenico	Valore Obiettivo	media annuale	6 ng/m ³
Cadmio	Valore Obiettivo	media annuale	5 ng/m ³
Piombo	Valore Limite	media annuale	500 ng/m ³

Nichel

	Comune	STAZIONI	Tipologia	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Dati Validi (%)	Min	Max	25°	50°	75°	90°	95°	98°	Media Annuale
	Modena	Giardini		100	0,773	2,339	0,798	1,695	1,917	2,225	2,278	2,315	1,482
	Modena	Parco Ferrari		100	0,772	2,130	0,798	1,304	1,837	2,074	2,108	2,121	1,360
	Modena	**Albarato		100	0,456	2,690	0,471	1,172	1,504	1,970	2,306	2,536	1,163
	Modena	**Taglietti		100	0,456	1,775	0,474	1,183	1,306	1,688	1,748	1,764	1,048
	Modena	**Belgio		100	0,855	2,767	0,877	1,782	2,131	2,386	2,570	2,688	1,615

**Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Arsenico

	Comune	STAZIONI	Tipologia	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Dati Validi (%)	Min	Max	25°	50°	75°	90°	95°	98°	Media Annuale
	Modena	Giardini		100	0,214	1,548	0,358	0,761	1,055	1,453	1,517	1,536	0,829
	Modena	Parco Ferrari		100	0,199	1,317	0,422	0,643	0,819	1,158	1,244	1,288	0,658
	Modena	**Albarato		100	0,302	1,165	0,413	0,570	0,610	0,689	0,907	1,062	0,563
	Modena	**Taglietti		100	0,354	0,928	0,447	0,528	0,628	0,731	0,826	0,887	0,558
	Modena	**Belgio		100	0,431	1,402	0,543	0,669	0,818	0,924	1,144	1,299	0,721

**Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Cadmio

	Comune	STAZIONI	T i p o	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Dati Validi (%)	Min	Max	25°	50°	75°	90°	95°	98°	Media Annuale
	Modena	Giardini		100	0,036	0,248	0,040	0,115	0,158	0,161	0,200	0,229	0,107
	Modena	Parco Ferrari		100	0,040	0,205	0,041	0,065	0,143	0,158	0,216	0,256	0,098
	Modena	**Albareto		100	0,023	0,241	0,057	0,114	0,154	0,188	0,214	0,230	0,110
	Modena	**Tagliati		100	0,023	0,211	0,058	0,119	0,151	0,186	0,199	0,206	0,108
	Modena	**Belgio		100	0,043	0,251	0,099	0,140	0,166	0,216	0,235	0,244	0,134

**Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Piombo

	Comune	STAZIONI	T i p o	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Dati Validi (%)	Min	Max	25°	50°	75°	90°	95°	98°	Media Annuale
	Modena	Giardini		100	1,425	6,299	2,173	2,890	5,067	5,561	5,899	6,139	3,524
	Modena	Parco Ferrari		100	1,671	7,184	2,679	3,167	5,370	6,633	6,891	7,067	3,958
	Modena	**Albareto		100	1,371	7,243	2,295	3,001	4,820	7,067	7,219	7,233	3,782
	Modena	**Tagliati		100	1,357	6,713	2,783	3,134	4,948	5,904	6,283	6,541	3,746
	Modena	**Belgio		100	1,583	8,099	3,024	3,566	5,102	7,148	7,639	7,915	4,229

**Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Trend

Se si analizza il trend delle medie annuali dal 2010 al 2019 della stazione di Parco Ferrari, si può notare un calo evidente per cadmio e piombo, una lieve diminuzione per arsenico mentre una stabilità per nichel, più vicino all'andamento delle concentrazioni di polveri PM10.

Nichel

	Comune	STAZIONI	T i p o	Concentrazioni (ng/m ³)											
				Dati Validi (%)	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	
	Modena	Giardini		100								2,660	2,720	1,830	1,482
	Modena	Parco Ferrari		100	1,783	1,742	1,429	1,163	1,604	1,814	2,208	1,899	1,360	1,369	
	Modena	**Albareto		100								1,830	1,720	1,428	1,162
	Modena	**Tagliati		100								1,490	1,620	0,874	1,048
	Modena	**Belgio		100								2,100	2,160	1,582	1,615

**Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Valore Obiettivo 20 ng/m³

Arsenico

	Comune	STAZIONI	Tipo	Concentrazioni (ng/m ³)											
				Dati Validi (%)	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	
	Modena	Giardini		100								0,910	0,950	0,711	0,829
	Modena	Parco Ferrari		100	0,783	0,867	0,771	0,929	0,927	0,883	0,926	0,659	0,638	0,658	
	Modena	**Albareto		100								0,600	0,670	0,477	0,563
	Modena	**Taglieti		100								0,690	0,690	0,491	0,558
	Modena	**Belgio		100								0,860	0,880	0,637	0,721
*Stazioni Locali					≤ Valore Limite > Valore Limite										
Valore Obiettivo 6 ng/m³															

Cadmio

	Comune	STAZIONI	Tipo	Concentrazioni (ng/m ³)											
				Dati Validi (%)	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	
	Modena	Giardini		100								0,130	0,180	0,094	0,107
	Modena	Parco Ferrari		100	0,225	0,192	0,170	0,168	0,168	0,160	0,130	0,093	0,099	0,099	
	Modena	**Albareto		100								0,140	0,120	0,095	0,113
	Modena	**Taglieti		100								0,140	0,130	0,094	0,109
	Modena	**Belgio		100								0,150	0,170	0,109	0,134
*Stazioni Locali					≤ Valore Limite > Valore Limite										
Valore Obiettivo 5 ng/m³															

Piombo

	Comune	STAZIONI	Tipo	Concentrazioni (ng/m ³)											
				Dati Validi (%)	Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	
	Modena	Giardini		100								5,210	4,490	3,938	3,524
	Modena	Parco Ferrari		100	5,933	5,117	6,330	6,242	5,889	6,088	4,765	4,194	3,958	3,958	
	Modena	**Albareto		100								5,030	4,540	3,941	3,782
	Modena	**Taglieti		100								4,550	4,730	3,716	3,746
	Modena	**Belgio		100								5,420	5,150	4,597	4,229
*Stazioni Locali					≤ Valore Limite > Valore Limite										
Valore Limite media annuale 500 ng/m³															

Figura 33 - Analisi delle medie annuali

BENZO(A)PIRENE

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli oli combustibili), quindi si rilevano nelle emissioni degli autoveicoli (sia diesel, che benzina).

La quasi totalità delle emissioni di BaP proviene dalla combustione residenziale di biomassa solida. Il benzo(a)pirene viene emesso in atmosfera quasi totalmente adsorbito sul materiale particolato e la sua emissione risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo e della qualità della combustione.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

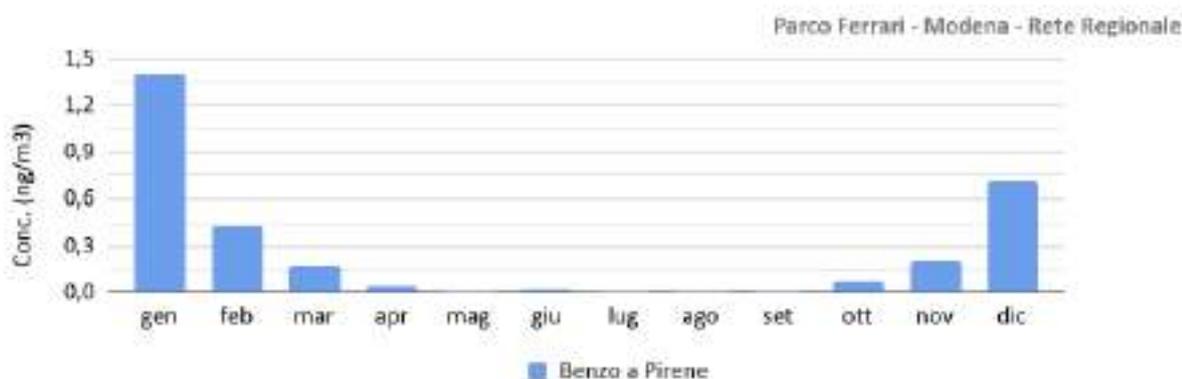
Valore Obiettivo	media annuale	1 ng/m ³
------------------	---------------	---------------------

Analisi dati

Zona	Comune	Stazione	Tipo	Dati validi (%)	Concentrazioni (ng/m ³)								Media annuale (ng/m ³)
					min	max	25*	50*	75*	90*	95*	98*	
	Modena	Parco Ferrari	☼	100	0,0030	1,4005	0,0033	0,0567	0,2625	0,6810	1,0197	1,2482	0,2564

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Andamento medie mensili



Gli andamenti delle medie mensili di benzo a pirene presentano un andamento stagionale simile a quello delle polveri, più alte nei mesi invernali (a ottobre a marzo).

I dati più alti sono quelli di gennaio con un valore di 1,4005 ng/m³ e dicembre con 0,7082 ng/m³, quelli più bassi sono quelli di maggio e di settembre inferiori al limite di rilevabilità.

La media annuale di 0,2564 ng/m³ è comunque ampiamente inferiore al Valore Obiettivo di 1 ng/m³.

Trend

I dati dal 2010 al 2019 sono sempre risultati molto contenuti e lontani dal Valore Obiettivo: il trend evidenzia un leggero calo dei dati negli anni considerati.

Medie annuali

Zona	Comune	Tipo		Concentrazioni (ng/m ³)									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
	Modena Parco Ferrari		Benzo a pirene	0,2661	0,4421	0,3568	0,3383	0,2952	0,3954	0,2311	0,2745	0,2552	0,2564

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite



Figura 34 - Analisi delle medie annuali

OZONO (O₃)

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo e aggressivo. Negli strati alti dell'atmosfera terrestre (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla terra, creando uno scudo protettivo che filtra i raggi ultravioletti del sole.

L'ozono troposferico (O₃) è un inquinante secondario, che si forma mediante processi fotochimici a partire da inquinanti precursori presenti in atmosfera, trasportati e diffusi da venti e turbolenza atmosferica. Proprio per questo le sue massime concentrazioni si osservano a distanza dalle sorgenti emmissive degli inquinanti precursori, nelle zone suburbane e rurali, anche dell'Appennino.

Le reazioni fotochimiche che portano alla generazione dell'ozono avvengono a partire da inquinanti precursori presenti in atmosfera: ossidi d'azoto e composti organici volatili. Le reazioni sono catalizzate dalla radiazione solare; questo rende l'ozono un inquinante tipicamente estivo, con valori di concentrazione più elevati nelle estati contrassegnate da alte temperature.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Soglia di Informazione SI	media oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di Allarme SA	media oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine OLT	massima media mobile 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore Obiettivo VO	massima media mobile 8 ore 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte come media di 3 anni	25
AOT 40	Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le ore 8:00 e le 20:00 nel periodo maggio-luglio	18000

Analisi dati

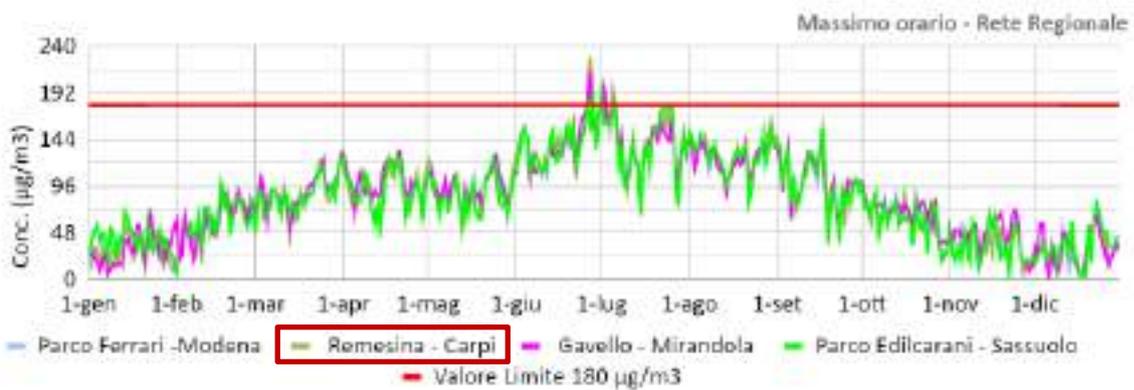
Z o n a	Comune	STAZIONI	T i p o	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											Superamenti		
				Dati Validi (%)	Min	Max	Media	25*	50*	75*	90*	95*	98*	SI (ore)	SI (giorni)	OLT (giorni)	
	Modena	Parco Carari	☀	100	<8	192	44	7	9	69	103	122	142	6	2	50	
	Carpi	Remesina	☀	97	<8	228	44	10	34	66	102	124	145	19	5	55	
	Mirandola	Davello	☀	97	<8	214	47	16	37	72	103	123	141	19	4	45	
	Sassuolo	Parco Ecolcarani	☀	99	<8	195	51	22	43	73	102	122	143	8	2	54	

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

I superamenti della Soglia di Informazione sono stati da 6 a 19 ore, distribuiti nei seguenti giorni: 27 giugno, 1, 2 e 5 luglio, giornate in cui le temperature massime sono state superiori a 33 °C. Il massimo valore di 228 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato misurato a Carpi il pomeriggio del giorno 27 giugno.

Superamenti della Soglia di Informazione

Z o n a	Comuna	STAZIONI	T i p o	Superamenti (numero ore)											
				Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giù	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	Modena	Parco Ferrari		0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0
	Carpi	Remesina		0	0	0	0	0	18	9	0	0	0	0	0
	Mirandola	Gavello		0	0	0	0	0	9	10	0	0	0	0	0
	Sassuolo	Parco Edilcarani		0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0

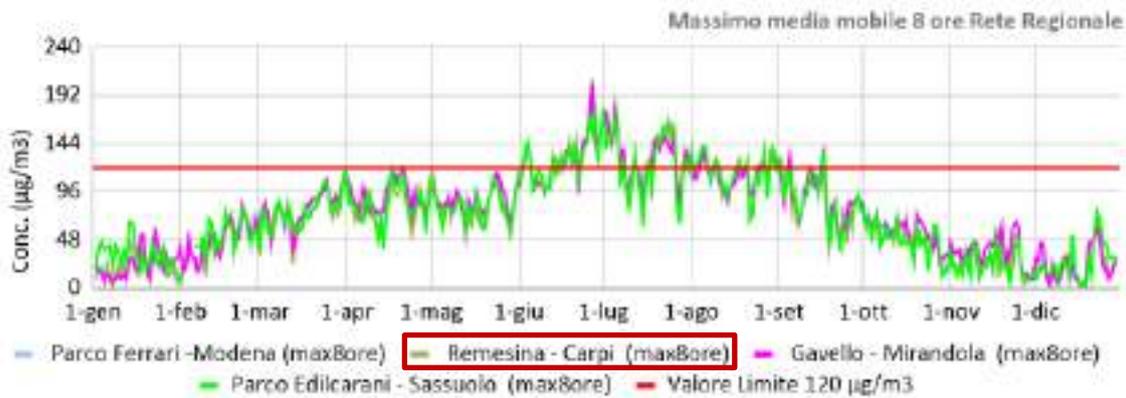


I superamenti dell'Obiettivo a lungo termine (massima media mobile delle 8 ore pari a 120 µg/m³) sono stati da 49 a 55 giorni, distribuiti soprattutto nei mesi di giugno (18 gg) e luglio (16 gg), meno nel mese di agosto (13) e 2 a settembre.

Non risulta invece mai superata la Soglia di Allarme di 240 µg/m³.

Superamenti Obiettivo a Lungo Termine

Z o n a	Comune	STAZIONI	T i p o	Superamenti (giorni)											
				Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	Modena	Parco Ferrari	☀	0	0	0	0	0	18	18	12	2	0	0	0
	Carpi	Remesina	☀	0	0	0	0	0	19	21	13	2	0	0	0
	Mirandola	Gavello	☀	0	0	0	0	0	14	20	12	3	0	0	0
	Sassuolo	Parco Edilcarani	☀	0	0	0	0	0	19	16	15	2	0	0	0



In ragione dell'origine fotochimica di questo inquinante, i massimi valori vengono registrati nei mesi estivi e nelle ore centrali della giornata, in cui l'irraggiamento assieme alla temperatura, è maggiore.

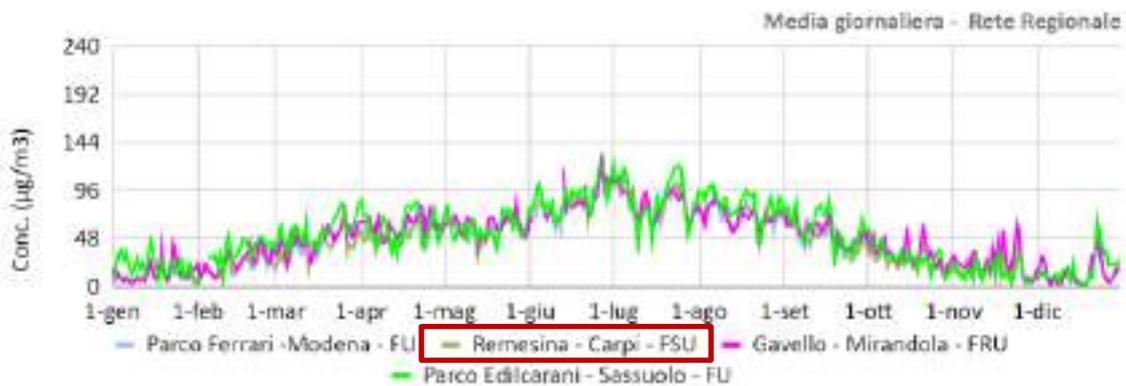


Figura 35 - Dati giornalieri

Le rappresentazioni del giorno tipo evidenziano che le concentrazioni risultano più elevate nelle ore pomeridiane della giornata poco dopo le ore di massima insolazione e nelle stagioni calde, caratterizzate da un maggiore numero di giorni in cui è più attiva l'azione della luce solare.

Le condizioni di alta pressione e di scarsa ventilazione favoriscono il ristagno degli inquinanti ed il loro accumulo. I profili del giorno tipo sono paragonabili sia in estate che in inverno, con valori marcatamente più elevati nel primo caso.

I valori più elevati vengono registrati dalla stazione di fondo rurale di Mirandola: questo accade in quanto l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, e in questo modo acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento da ossido di azoto (NO) e può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani. Inoltre in suddette aree, caratterizzate da forte presenza di vegetazione, vengono naturalmente prodotti composti organici, come pinene, limonene, isoprene, che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

Oltre a ciò si osserva che nelle ore notturne la stazione di Sassuolo presenta valori più elevati rispetto a quelle poste in area di pianura: questo fenomeno è probabilmente dovuto al fatto che nelle zone pedecollinari, nelle ore notturne, si instaura una brezza di monte, che può trasportare, in alcuni casi, ozono che proviene dagli strati alti dell'atmosfera. Quest'ultimo si può accumulare insieme a quello prodotto da reazioni fotochimiche, e contribuisce a valori, soprattutto notturni, più elevati in collina rispetto alla pianura.

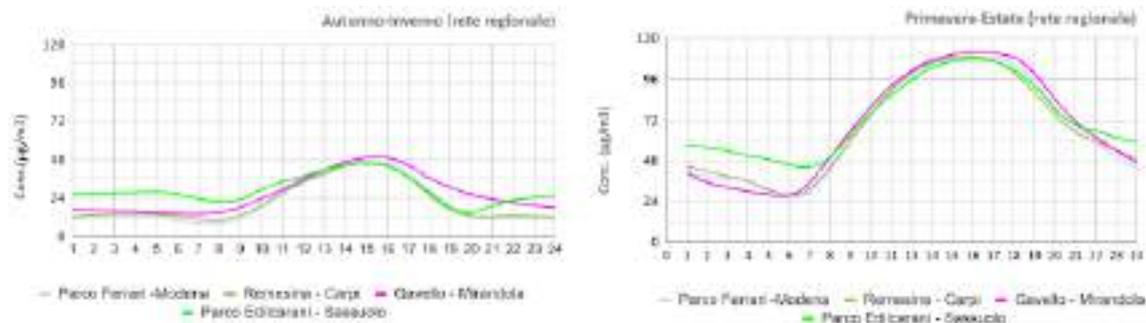


Figura 36 - Grafici del giorno tipo

Trend

I superamenti della Soglia di Informazione sono molto variabili negli anni e prevalentemente legati alla meteorologia che contraddistingue la stagione estiva, oltre che alla zona in cui è collocata la stazione; risulta quindi molto difficile stabilire un trend dei superamenti.

Numero di superamenti della Soglia di Informazione

Zona	Comune	Stazione	Tipo	Numero di ore con superamento della Soglia informazione									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
Modena	Parco Ferrari		☼	7	11	0	6	3	11	9	36	3	6
Carpi	Remesina		☼	9	6	1	0	2	3	3	18	10	19
Mirandola	Gevello		☼	18	13	15	7	3	12	7	51	3	19
Sassuolo	Parco Edificatori		☼					3	58	22	42	3	8

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite



Figura 37 - Analisi dei superamenti della soglia di informazione

Nel grafico seguente vengono riportati i superamenti del Valore Obiettivo (numero di superamenti dell'Obiettivo a Lungo Termine mediati su 3 anni) a confronto con il Valore Obiettivo di 25 superamenti, massimo indicato dalla normativa per la protezione della salute umana.

Gli anni migliori sono stati il 2014, 2015 e 2016, anche se presentano sempre un valore doppio rispetto al limite.

Il trend dal 2010 al 2019 evidenzia un leggero aumento dei superamenti per la stazione di Parco Ferrari a Modena.

Se prendiamo in considerazione il numero di giorni critici (giornate favorevoli all'accumulo di ozono) si può notare che questi variano da un minimo di 37 del 2014 ad un massimo di 82 del 2019, con un numero medio di 72 gg pari al 22-23% delle giornate del semestre estivo (aprile-settembre). Il trend è in lieve aumento a causa degli anni 2017, 2018 e 2019 che presentano un numero più elevato di giorni favorevoli all'accumulo.

Entrambi i trend, sia quello dei giorni critici che quello dei superamenti del Valore Obiettivo, sono in lieve aumento.

In generale, i livelli di Ozono sono ancora troppo elevati rispetto ai limiti imposti dalla normativa; per quanto detto la soluzione del problema risulta molto più complessa rispetto ad altri inquinanti.

L'unico approccio possibile, volto ad un miglioramento, è quello individuato dal PAIR 2020 che prevede una riduzione della concentrazione dei precursori dell'ozono, come indicato nelle Norme tecniche di Attuazione del Piano.

Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo

Zona	Comune	Stazione	Tipo	numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo (media 3 anni)									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
	Modena	Parco Ferrari	☆	34	60	60	70	54	52	52	68	71	64
	Carpi	Romesina	☆	44	57	60	63	42	38	35	49	50	56
	Mirandola	Gavella	☆	71	78	78	76	57	53	49	65	69	67
	Sassuolo	Parco Edificatori	☆					46	52	55	62	61	59

● ≤ Valore Limite ● > Valore Limite



La valutazione dell'indicatore AOT 40, come sancito dal D.Lgs. 155/10, è limitata alle stazioni di fondo suburbano e rurale, quindi nel calcolo sono state considerate solo le stazioni situate a Carpi e Mirandola.

Nella tabella e nel grafico vengono riportati, per ciascuna stazione, i valori di AOT40 come media di 5 anni (minimo 3 anni), dato da confrontare con il Valore Obiettivo di 18000 µg/m³ h come richiesto dalla normativa.

Se si considerano i dati della stazione di Mirandola, dal 2011 al 2019 si può notare un lieve calo, mentre la stazione di Carpi è abbastanza stabile; i dati sono ancora lontani dal valore di 18000 µg/m³ h, indicato dalla normativa per la protezione della vegetazione, a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.

Zona	Comune	Stazione	Tipo	AOT40 (µg/m³h) media di 5 anni									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
	Carpi	Remesina	*	23022	24581	25366	25900	25936	26434	24633	25876	26264	30413
	Mirandola	Gavello	*		36689	36974	34493	32716	32335	30353	31675	32008	42108

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

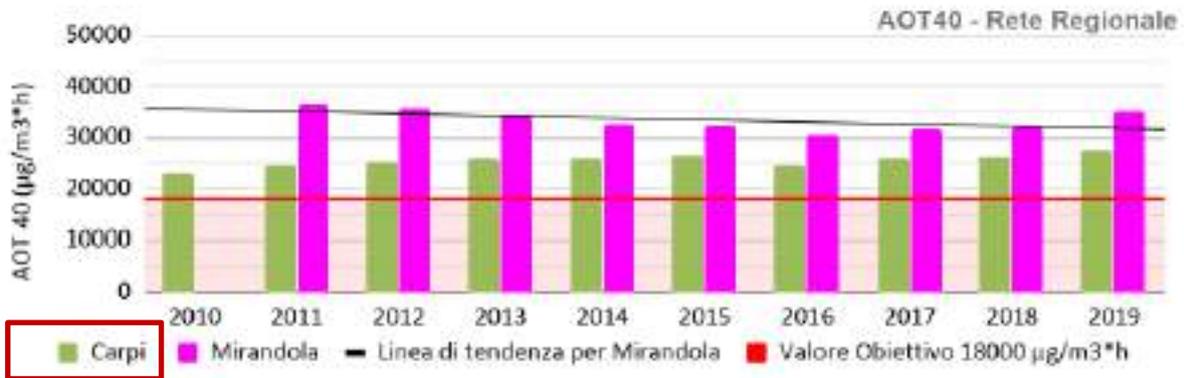


Figura 38 - Analisi dell'indicatore AOT 40

BIOSSIDO DI AZOTO NO2

Con il termine NOx viene indicato genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico, ossia l'ossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO2), gas bruno di odore acre e pungente.

Gli ossidi di azoto giocano un ruolo principale nella formazione dell'ozono e contribuiscono anche alla costituzione di aerosol organico secondario, determinando un aumento della concentrazione di PM10 e PM2,5.

L'ossido di azoto (NO) si forma principalmente per reazione dell'azoto contenuto nell'aria con l'ossigeno atmosferico in processi che avvengono a elevata temperatura. Il biossido di azoto (NO2) si forma prevalentemente dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) e solo in parte viene emesso direttamente.



Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 19/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite orario (da non superare più di 18 volte/anno)	media oraria	200 µg/m ³
Soglia di Allarme	media oraria (misurata per 3 ore consecutive)	400 µg/m ³
Valore Limite annuale	media annuale	40 µg/m ³

Analisi dei dati

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Concentrazioni (µg/m ³)										N° Superamenti VL orario
				Dati Validi (%)	Min	Max	25°	50°	75°	90°	95°	98°	Media Annuale	
Modena	Modena	Giardini	🚗	100	<8	176	25	12	53	69	81	98	41	0
	Modena	Parco Farini	🌳	100	<8	133	11	29	33	47	58	73	24	0
Carpi	Carpi	Remesina	🌳	100	<8	153	15	22	35	50	60	76	28	0
Mirandola	Mirandola	Gavello	🌳	95	<8	55	7	17	18	28	32	38	14	0
Firenze	Firenze	San Francesco	🚗	100	<8	170	20	20	62	80	91	105	43	0
	Sassuolo	Parco Edificatori	🌳	100	<8	110	10	22	23	34	42	55	19	0
Modena	Modena	**Albareto	🚗	100	<8	87	8	16	30	43	50	59	21	0
Modena	Modena	**Tagliati	🚗	100	<8	98	5	18	32	44	51	60	22	0
Modena	Modena	**Belgio	🚗	100	<8	139	14	22	43	59	71	88	31	0

**Stazioni Locali

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Il Valore Limite annuale di 40 µg/m³ non risulta rispettato in 2 stazioni (Giardini 41 µg/m³ e San Francesco 43 µg/m³) su 6 della rete regionale, mentre per le stazioni locali non c'è superamento di tale limite.

Dall'esame dei grafici riportati emerge che la stagione più critica per il biossido di azoto è quella invernale quando la stabilità atmosferica favorisce l'accumulo degli inquinanti. Nella stagione primaverile/estiva si osserva una riduzione generale dei livelli di Biossido d'Azoto ad esclusione di San Francesco; quest'ultima, caratterizzata da una tipologia

di traffico legata alle attività produttive/industriali della zona, non evidenzia cali significativi nei diversi mesi dell'anno ad esclusione di agosto quando le attività subiscono un sensibile rallentamento legato alle ferie estive.

Il mese peggiore è risultato essere febbraio con una media complessiva per le stazioni della Rete Regionale di 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e le stazioni peggiori risultano essere quelle maggiormente interessate dai transiti veicolari ossia Giardini a Modena e San Francesco a Fiorano con medie mensili a febbraio rispettivamente di 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

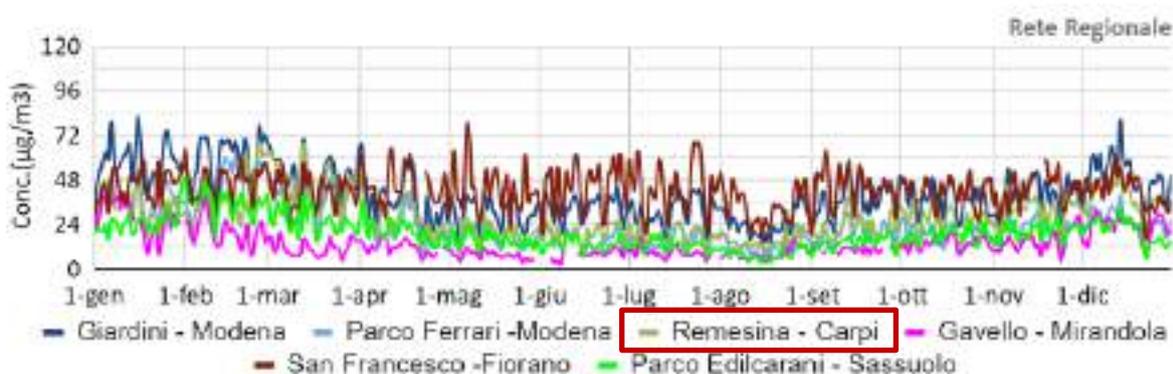


Figura 39 - Analisi dei dati giornalieri

Il giorno tipico mostra generalmente un doppio picco nelle ore mattutine e serali in corrispondenza ad un numero maggiore di transiti veicolari relativi ai trasferimenti casa/lavoro ad esclusione della stazione di fondo rurale di Gavello a Mirandola, collocata lontano da fonti di emissioni dirette e i cui dati appaiono piuttosto contenuti e senza variazioni significative nella giornata.

Si segnala inoltre che la stazione di San Francesco a Fiorano segue un andamento non confrontabile con le altre stazioni; in particolare si osserva che le concentrazioni di biossido d'azoto aumentano nelle prime ore del mattino (dalle ore 7) per poi mantenersi costanti nelle ore centrali della giornata e poi registrare un nuovo incremento alle ore 18. Questa condizione è legata alla tipologia di traffico che interessa questa stazione, influenzato prevalentemente dalle attività produttive della zona.

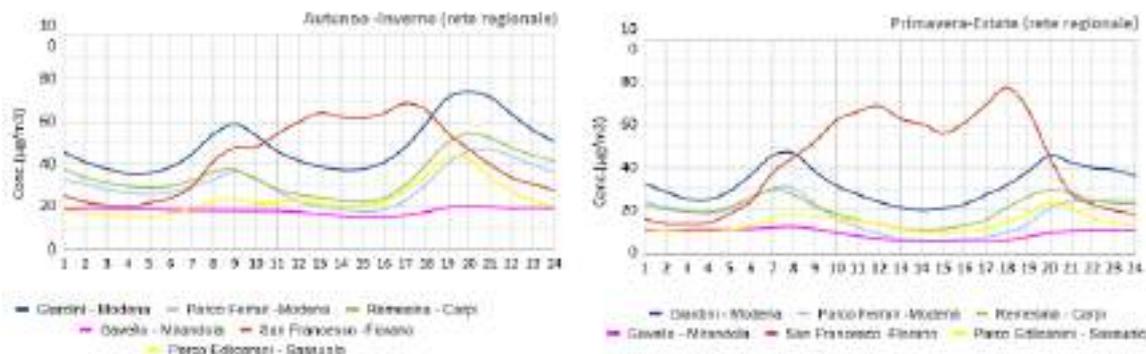


Figura 40 - Analisi del giorno tipo

Il Valore Limite Orario fissato a 200 µg/m3 viene rispettato da tutte le stazioni della rete regionale.

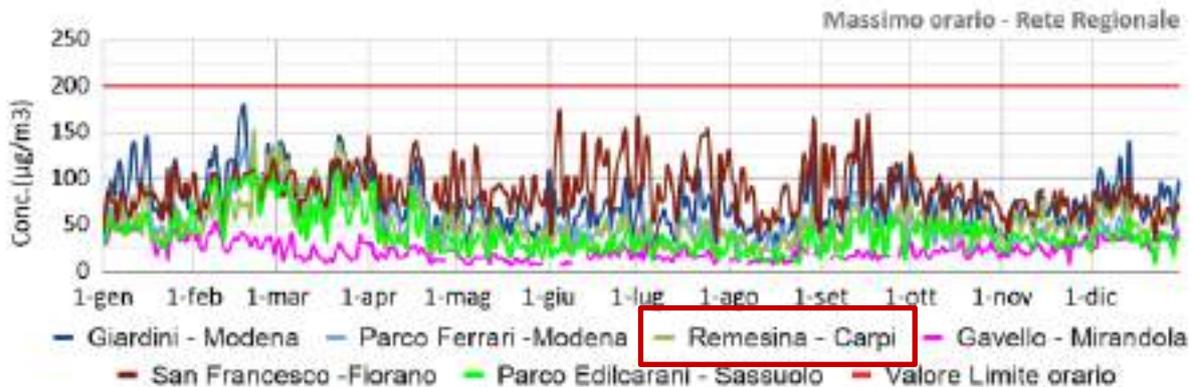


Figura 41 - Analisi del superamento del valore limite orario

Trend

Il trend delle medie annuali, dal 2010 al 2019, mostra complessivamente una diminuzione delle concentrazioni mediamente del 24%; il Valore Limite Annuale fissato a 40 µg/m3 risulta da diversi anni rispettato da tutte le stazioni ad esclusione di quelle da traffico di Giardini a Modena e San Francesco dove questo indicatore risulta ancora critico. Per quanto riguarda la stazione di fondo rurale di Gavello a Mirandola le concentrazioni medie annuali appaiono sempre piuttosto contenute ed inoltre non si osservano variazioni significative negli anni di questo inquinante.

Analogo andamento si osserva per le Stazioni Locali che evidenziano una riduzione delle concentrazioni, a partire dal 2010, mediamente del 23%; in questo caso la stazione peggiore risulta essere Belgio, collocata in ambito artigianale/industriale. Per tutte le Stazioni Locali il Valore Limite Annuale fissato a 40 µg/m3 risulta, negli anni, sempre rispettato.

Z o n a	Comune	STAZIONI	Tipo	Media annuale (µg/m3)									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
[Icona]	Modena	Giardini	[Icona]	53	57	45	44	42	53	42	42	46	41
	Modena	Parco Ferrari	[Icona]	42	35	31	29	24	32	30	31	27	24
[Icona]	Carpi	Remesina	[Icona]	40	38	32	28	26	32	28	28	24	28
[Icona]	Mirandola	Gavello	[Icona]	16	14	15	12	12	13	13	13	15	14
[Icona]	Florano	San Francesco	[Icona]	48	56	51	45	51	60	52	45	45	43
[Icona]	Sassuolo	Parco Edilcarani	[Icona]		33	31	29	21	22	21	21	22	19
[Icona]	Modena	**Albereto	[Icona]	27	27	31	27	23	26	22	24	22	21
[Icona]	Modena	**Tagliati	[Icona]	29	30	31	27	23	25	23	25	21	22
[Icona]	Modena	**Belgio	[Icona]								34	31	31

**Stazioni Locali

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

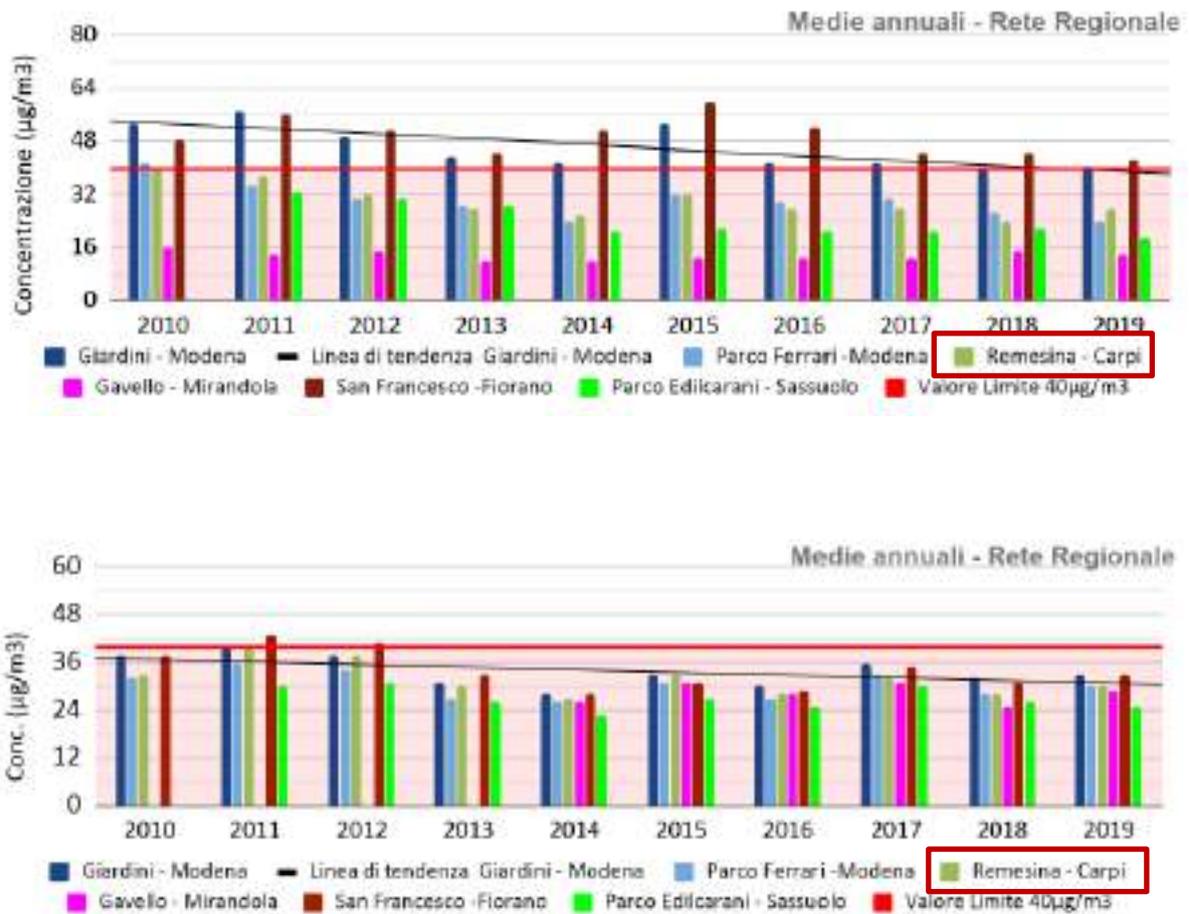


Figura 42 - Analisi delle medie annuali

Il trend del numero di superamenti, sebbene sia complessivamente in calo dal 2010 al 2019 mediamente del 29%, rimane un indicatore ancora critico in particolare per le stazioni da traffico, lievemente più contenuto per quelle di fondo; nel 2019 solo la stazione di Parco Edilcarani ha rispettato il valore imposto dalla normativa attestandosi al di sotto dei 35 superamenti.

Superamenti

Z o n e	Comune	STAZIONE	Tip o	Numero di superamenti del Valore Limite giornaliero									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
Modena	Giardini			79	84	85	51	36	55	40	83	51	58
	Modena	Parco Ferrari		61	71	67	37	79	44	73	65	37	47
	Carpi	Remesina		65	86	85	45	38	55	34	65	29	49
Mirandola	Gavello							29	49	31	55	19	45
Florano	San Francesco			75	96	96	52	31	45	49	67	39	48
	Sassuolo	Parco Edilcarani			47	47	33	22	31	40	51	26	32
Modena	**Albareto			51	74	65	38	38	47	32	79	35	43
Modena	**Tagliari			55	78	68	32	27	44	27	75	30	34
Modena	**Belgio									30	89	60	53

**Stazioni Locali

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore

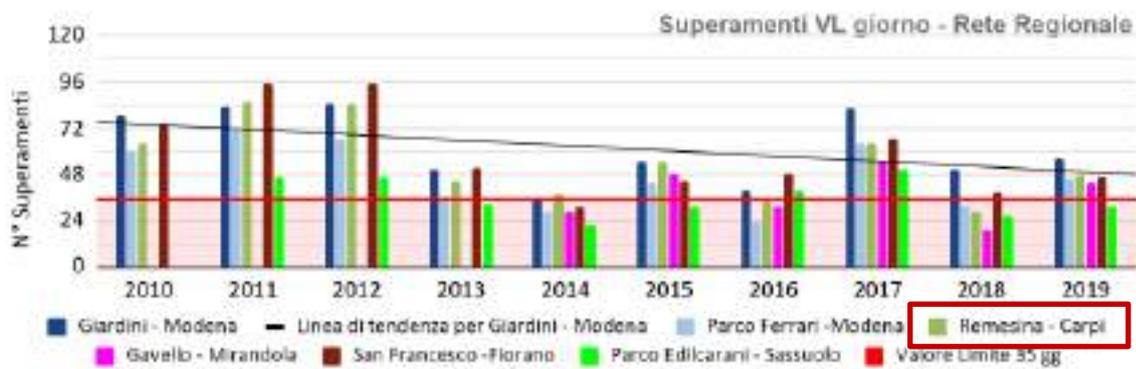


Figura 43 - Analisi dei superamenti

Il numero di giorni critici (giornate favorevoli all'accumulo di PM10) varia da un minimo di 99 del 2018 ad un massimo di 136 del 2017 e 130 del 2015, con un numero medio di 113 gg pari al 60-62% delle giornate del semestre invernale (ottobre-marzo). Il trend è in lieve aumento a causa degli anni 2015 e 2017 che presentano un numero più elevato di giorni favorevoli all'accumulo.

Se si confrontano i trend si nota che sebbene quello dei giorni sfavorevoli alla diffusione degli inquinanti sia in lieve aumento, il trend delle medie annuali e dei superamenti è in calo, e questo fa ipotizzare che le misure messe in campo per limitare l'inquinamento atmosferico in questi ultimi 10 anni, stiano dando i primi risultati positivi.

Confronto Giorni critici e medie annuali PM10

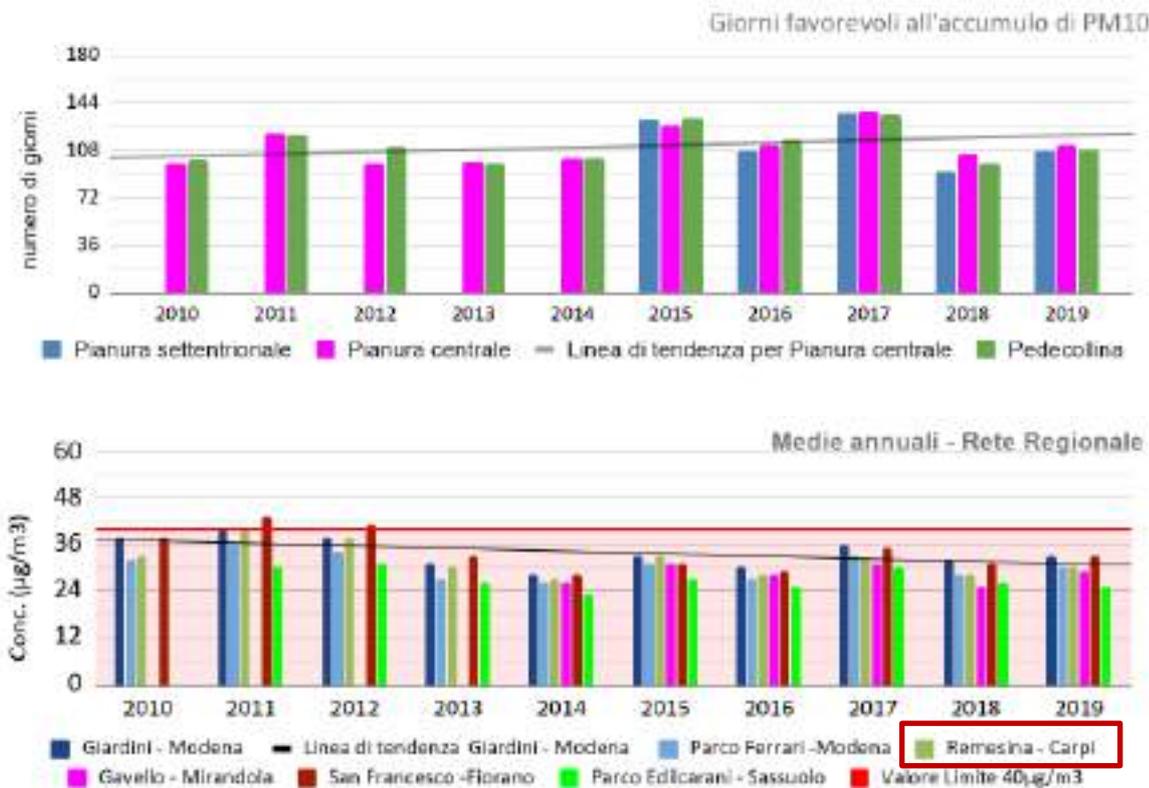


Figura 44 - Analisi dei giorni critici

BENZENE, TOLUENE, ETILBENZENE E XILENI**BENZENE**

Il benzene (C₆H₆) appartiene alla classe dei composti organici volatili, infatti a temperatura ambiente volatilizza assai facilmente, cioè passa dalla fase liquida a quella gassosa; è un costituente naturale del petrolio e ha un caratteristico odore aromatico pungente.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia. La classe I corrisponde ad una evidenza di cancerogenicità per l'uomo di livello "sufficiente".

In passato il benzene è stato ampiamente utilizzato come solvente in molteplici attività industriali e artigianali (produzione di gomma, plastica, inchiostri e vernici, nell'industria calzaturiera, nella stampa a rotocalco, nell'estrazione di oli e grassi etc.). La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, fitofarmaci, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. Il

benzene è, inoltre, contenuto nelle benzine, nelle quali viene aggiunto, insieme ad altri composti aromatici, per conferire le volute proprietà antidetonanti e per aumentare il “numero di ottani”, in sostituzione totale (benzina verde) o parziale (benzina super) dei composti del piombo.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite annuale	media annuale	5 µg/m ³
-----------------------	---------------	---------------------

Analisi dati

Z o n a	Comune	STAZIONI	Tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)								
					Min	Max	25°	50°	75°	90°	95°	98°	Media Annuale
■	Modena	Giardini	98b	96	0,1	9,6	0,4	2,0	1,2	2,0	2,6	3,9	1,0
	Fiorano	San Francesco	98b	93	<0,1	6,6	0,4	0,7	1,2	1,9	2,4	3,1	0,9

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Dall’esame dei grafici emerge che la stagione invernale si rileva maggiormente critica; nei mesi estivi i livelli di Benzene risultano estremamente bassi e prossimi al limite di rilevabilità strumentale. Il Valore Limite Annuale fissato di 5 µg/m³ risulta ampiamente rispettato.

Le stazioni di Giardini e San Francesco mostrano concentrazioni analoghe di Benzene.

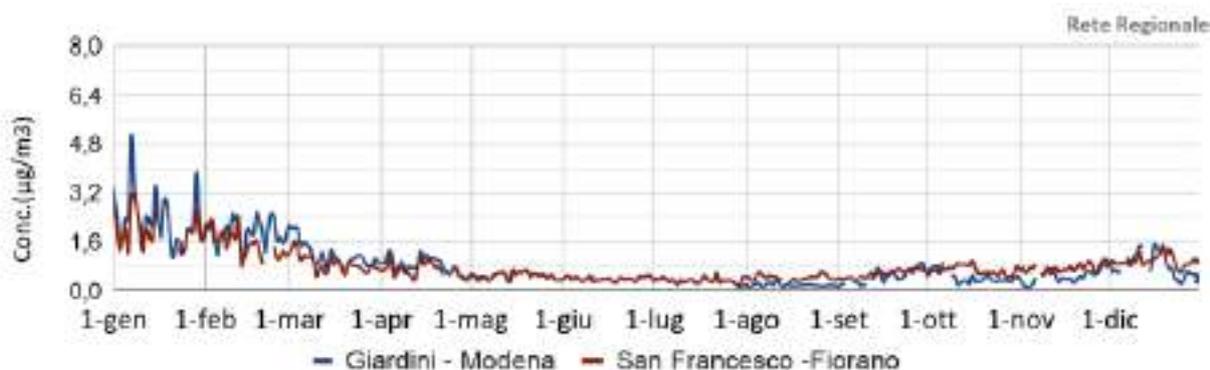


Figura 45 - Dati giornalieri di concentrazione

Il giorno tipico autunno-invernale evidenzia generalmente un doppio picco corrispondente alle ore mattutine e serali caratterizzate da maggiori transiti veicolari legati agli spostamenti casa - lavoro. Tale andamento, evidente per la stazione di Giardini a Modena (30000 veicoli/gg), risulta più contenuto per la stazione di San Francesco (26000 veicoli/gg) caratterizzata da un traffico di tipo industriale, sostenuto anche nelle ore centrali della giornata.

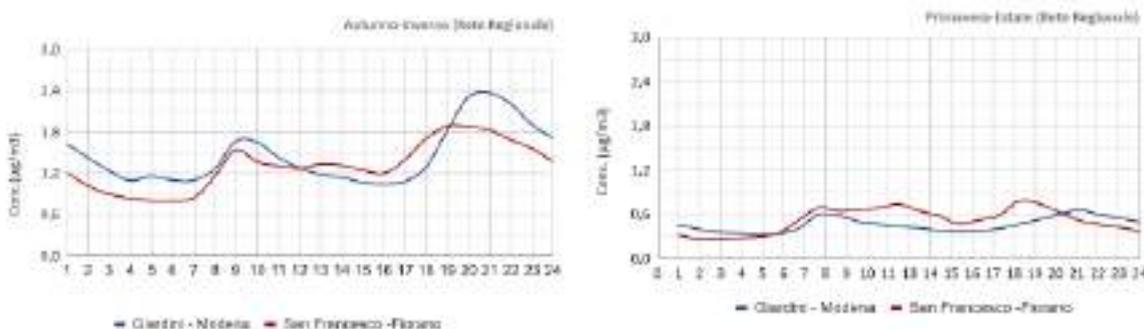


Figura 46 - Analisi della giornata tipo

Trend

Le concentrazioni medie annuali di Benzene confermano anche per il 2019 il trend in diminuzione che si registra già da diversi anni; non si segnalano criticità a carico di questo inquinante che ha ormai raggiunto livelli molto contenuti pari a circa un quinto del Valore Limite Annuale.

Medie annuali

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Concentrazioni (µg/m ³)									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
	Modena	Giardini	660	1,3	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0
	Fiorano	San Francesco	660	1,5	1,3	1,3	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite



Figura 47 - Analisi delle medie annuali

TOLUENE, ETILBENZENE E XILENI

Di seguito si riportano alcune elaborazioni sui dati di altri composti aromatici analizzati presso le stazioni da traffico di Giardini a Modena e San Francesco a Fiorano: si precisa che per Toluene, Etilbenzene e Xileni la normativa italiana non prevede Valori Limite in aria ambiente.

Nella tabella seguente si riportano alcuni riferimenti internazionali sui livelli di esposizione.

Valori Guida Internazionali

Composto	Valore Guida	Periodo	Fonte
Toluene	260 µg/m ³	media settimanale	WHO - Air Quality Guide lines - Anno 2000
Xilenti	4800 µg/m ³	media 24 ore	WHO - International Programme of Chemical Safety - Anno 1997
	870 µg/m ³	media annuale	
Etil Benzene	*RfC: 1000 µg/m ³	media 24 ore	EPA - Integrated Risk Information System - Anno 1991

*RfC= Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure

I dati di Toluene rilevati a Fiorano, seppur molto contenuti rispetto a quanto indicato dai valori Guida Internazionali (260 µg/m³ media settimanale) sono leggermente più alti rispetto a quanto misurato a Modena.

Toluene

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Dati validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)								Media annuale (µg/m ³)
					min	max	25*	50*	75*	90*	95*	98*	
	Modena	Giardini	gib	96	0,2	54,8	1,2	1,8	3,1	5,1	6,9	9,8	2,6
	Fiorano	San Francesco	gib	93	0,9	38,8	5,2	6,9	9,1	11,3	12,9	14,9	7,4

Valore Guida: media settimanale WHO - Air Quality Guide lines (Anno 2000): 260 µg/m³

I dati di Etilbenzene sono estremamente contenuti rispetto a quanto indicato dai valori Guida Internazionali (1000 µg/m³ media giornaliera) e lievemente superiori a Giardini nei valori massimi.

Etilbenzene

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Dati validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)								Media annuale (µg/m ³)
					min	max	25*	50*	75*	90*	95*	98*	
	Modena	Giardini	gib	87	<0,1	7,4	0,3	0,4	0,7	1,1	1,7	2,5	0,6
	Fiorano	San Francesco	gib	86	<0,1	5,2	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,6	0,5

Valore Guida: *RfC= Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure - media giornaliera EPA - Integrated Risk Information System (Anno 1991): 1000 µg/m³

I dati di Xilenti rilevati a Fiorano, seppur molto contenuti rispetto a quanto indicato dai valori Guida Internazionali (4800 µg/m³ media giornaliera) sono leggermente più alti rispetto a quanto misurato a Modena.

Xileni

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Dati validi (%)	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
					min	max	25*	50*	75*	90*	95*	98*	
	Modena	Giardini	GB	94	<0,1	22,4	0,6	1,1	2,0	3,4	5,0	7,4	1,7
	Fiorano	San Francesco	GB	92	<0,1	29,8	2,7	4,3	6,4	8,7	10,5	13,0	4,9

Valore Guida: media giornaliera WHO – International Programme of Chemical Safety (Anno 1997): $4800 \mu\text{g}/\text{m}^3$

MONOSSIDO DI CARBONIO CO

Il monossido di carbonio è un tipico prodotto derivante dalla combustione; è incolore e inodore.

Il CO (monossido di carbonio) si forma durante la combustione in difetto di aria e, cioè, quando il quantitativo di ossigeno non è sufficiente per ossidare completamente le sostanze organiche.

A bassissime dosi il CO non è pericoloso, ma già a livelli di concentrazione nel sangue pari al 10-20% il soggetto avverte i primi sintomi dovuti all'esposizione di monossido di carbonio, quali lieve emicrania e stanchezza.

La principale sorgente di CO è storicamente rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), essendo presente, in particolare, nei gas di scarico dei veicoli a benzina.

La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo e in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. La continua evoluzione delle tecnologie utilizzate ha comunque permesso di ridurre al minimo la presenza di questo inquinante in aria.



Il Valore Limite Annuale fissato a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ calcolato come media mobile delle 8 ore risulta ampiamente rispettato, nel 2019 tale indicatore è risultato pari a $2.3 \text{ mg}/\text{m}^3$ per la stazione di Giardini a Modena e $1.7 \text{ mg}/\text{m}^3$ per la stazione di San Francesco a Fiorano. Non si rilevano pertanto criticità a carico di questo inquinante.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite orario	massima media mobile 8 ore	10 mg/m ³
----------------------	----------------------------	----------------------

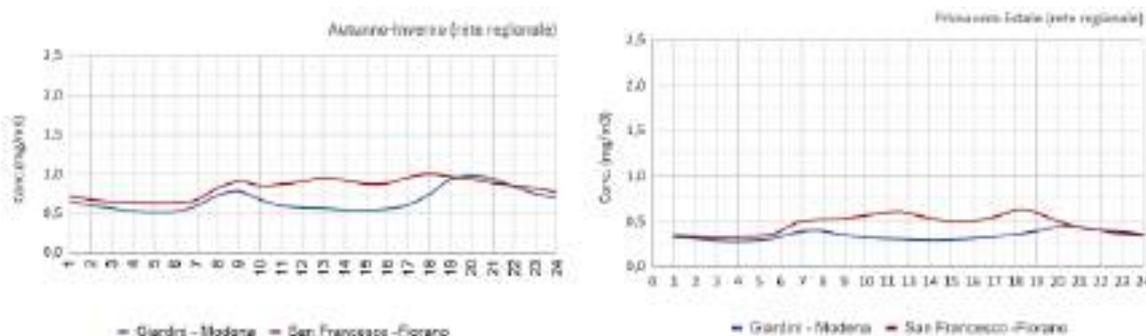
Analisi dati

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni (mg/m ³)									Massima media mobile 8 ore (mg/m ³)
					Min	Max	Media	25 ^a	50 ^a	75 ^a	90 ^a	95 ^a	98 ^a	
A	Modena	Giardini	98	98	-0,4	3,5	0,5	0,3	1,1	0,7	1,0	1,2	1,5	2,3
	Fiorano	San Francesco	98	100	-0,4	1,9	0,5	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2	1,3	1,7

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

I mesi in cui si registrano i dati più alti di monossido di carbonio, sono quelli invernali, caratterizzati da elevata stabilità atmosferica, spesso con inversione termica in quota e scarsa ventilazione: queste condizioni sono sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Il grafico del giorno tipico presenta due picchi, al mattino e alla sera, nelle ore di maggior transito veicolare; nelle ore centrali si assiste ad un calo delle concentrazioni nella stazione di Giardini mentre nelle stesse ore, a San Francesco, stazione esposta ad un traffico legato alle attività produttive della zona, i livelli di questo inquinante rimangono costanti.



Trend

Il trend relativo al valore massimo della media mobile su 8 ore evidenzia una sostanziale stabilità dei valori misurati, tanto che questo inquinante, allo stato attuale, non presenta più alcuna criticità e, in considerazione di questo, l'attuale configurazione della Rete di Monitoraggio prevede la misura del monossido di carbonio solo nelle stazioni da traffico, ove è più alta la sua concentrazione.

Medie annuali

Zona	Comune	STAZIONI	Tipo	Concentrazioni (mg/m ³)									
				Anno 2010	Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019
EM	Modena	Giardini	PM10	2,0	2,3	2	2,5	2,0	2,0	1,9	1,7	2,0	2,3
	Fiorano	San Francesco	PM10	1,8	1,7	2,2	2,1	1,8	1,7	1,7	1,9	1,5	1,7

■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite



65

Figura 48 - Analisi delle medie annuali

INDICE SINTETICO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA (IQA)

L'inquinamento atmosferico è un importante fattore di rischio per la salute umana, Al fine di comunicare alla popolazione in modo semplice e immediato il livello qualitativo dell'aria che si respira, Arpa Emilia-Romagna, sulla base di precedenti esperienze attuate anche in altre regioni europee, ha realizzato un **Indice di Qualità dell'Aria (IQA)** che rappresenta sinteticamente lo stato dell'inquinamento atmosferico.

Gli inquinanti solitamente inclusi nella definizione degli indici di qualità dell'aria sono quelli che hanno effetti a breve termine, quali il monossido di carbonio (CO), il biossido di azoto (NO₂), l'ozono (O₃), il biossido di zolfo (SO₂), il particolato (PTS, PM₁₀ o PM_{2,5} a seconda delle dimensioni). Gli indici trovano applicazione nella comunicazione quotidiana alla popolazione per evitare esposizioni a concentrazioni di inquinanti che possano dare effetti sanitari immediati, prevalentemente di tipo cardiovascolare o respiratorio.

L'indice realizzato per l'Emilia-Romagna considera, tra gli inquinanti con effetti a breve termine, il PM₁₀, il NO₂ e l'O₃, in quanto sono quelli che nella nostra regione presentano le maggiori criticità. Sono stati invece esclusi il CO e l'SO₂ le cui concentrazioni, negli ultimi decenni, hanno subito una drastica diminuzione, tanto da essere ormai stabilmente e ampiamente sotto i limiti di legge.

Per ogni inquinante viene calcolato un sottoindice, ottenuto dividendo la concentrazione misurata per il relativo limite previsto dalla legislazione per la protezione della salute umana (nel caso di più limiti si è scelto il più basso) e moltiplicando il valore ottenuto per 100.

In linea con l'approccio adottato dalla maggior parte degli indici utilizzati a livello internazionale, si è scelto di definire il valore dell'indice sintetico come il valore del sottoindice peggiore.

La tabella che segue riporta i limiti che sono stati utilizzati per il calcolo dei tre sottoindici. L'IQA qui rappresentato è stato calcolato mediando i dati delle stazioni collocate nel Comune di Modena. La scelta è dovuta al fatto che essendoci in ogni capoluogo lo stesso numero e tipologia di stazione, IQA di ogni provincia è confrontabile con le altre della regione Emilia Romagna.

Inquinante	Indicatore di riferimento	Valore
PM ₁₀	Media giornaliera	50 µg/m ³
O ₃	Valore massimo della media mobile su 8 ore	120 µg/m ³
NO ₂	Valore massimo orario	200 µg/m ³

Analisi dei dati

Classe di qualità	Scala cromatica	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	IQA
BUONA	<50	1	2	2	1	3	0	0	0	0	4	13	7	38
ACCETTABILE	50-99	17	8	26	27	23	21	8	13	21	17	11	13	205
MEDIOCRE	100-149	10	10	2	2	5	9	23	18	9	8	1	5	106
SCADENTE	150-199	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
PESSIMA	>200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

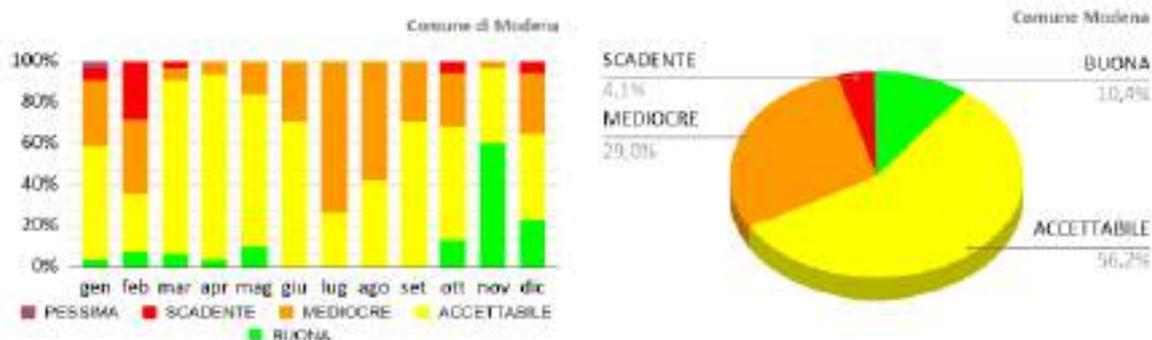


Figura 49 - IQA calcolato mediando i dati delle stazioni collocate nel Comune di Modena

L'Indice di qualità dell'aria nell'anno 2019 è risultato:

- **“Buona”, per un totale di 38 giornate corrispondenti al 10,4% dell'anno.**

I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità "Buona", sono stati novembre con 18 giorni, seguono dicembre con 7 e ottobre con 4.

- **"Accettabile", per un totale di 205 giornate corrispondenti al 56,2% dell'anno.**

I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità "Accettabile" sono stati marzo con 26 gg, aprile con 27 gg e maggio con 23.

- **"Mediocre", per un totale di 106 giornate corrispondenti al 29,0 % dell'anno.**

Il mese con il numero maggiore di giornate di qualità "Mediocre" è stato luglio con 23 gg, agosto con 18 gg e gennaio e febbraio con 10. Nei mesi invernali ciò che rende la qualità dell'aria "Mediocre" sono gli alti valori di polveri PM10 che superano il Valore Limite giornaliero, mentre in estate la situazione è dovuta agli alti livelli di ozono che spesso hanno superato il valore obiettivo di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- **"Scadente", per un totale di 15 giornate corrispondenti al 4,1 % dell'anno.**

Il mese con alcune giornate con una qualità dell'aria "Scadente" è stato febbraio con 8 gg, segue gennaio, ottobre e dicembre con 2gg.

- **"Pessima", si è verificata 1 giornata con qualità dell'aria "Pessima" corrispondente al 0,3% dell'anno.**

L'aria è risultata "Pessima" 1 giornata: il 7 gennaio dove il valore delle polveri ha raggiunto $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato a Carpi a presso la stazione di **Remesina**.

Nel 2019, l'aria è risultata "Buona" o "Accettabile" in 243 giornate, corrispondenti a circa il 67% dell'anno. Per il restante periodo, 122 giornate (33%), la qualità dell'aria è risultata "Mediocre", "Scadente" o "Pessima", situazione determinata dal superamento di uno dei limiti sopra indicati.

Nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre, il valore dell'indice sintetico, scelto come valore del sottoindice peggiore, è determinato dai livelli di PM10, inquinante critico invernale.

Nei mesi di maggio, giugno, luglio, agosto e settembre, il valore dell'indice sintetico è determinato dai livelli di O3, inquinante critico estivo.

I mesi con la migliore qualità dell'aria sono stati marzo, aprile, maggio e novembre.

In primavera la circolazione delle masse d'aria favorisce la diffusione degli inquinanti e la temperatura, insieme all'irraggiamento solare, non ha ancora raggiunto i livelli estivi, quindi in questo periodo la maggior parte delle giornate (l'90%) risulta di qualità "Buona" o "Accettabile", solo in 94 giornate è risultata "Mediocre".

Il mese di novembre a causa delle numerose piogge ha avuto una sola giornata Mediocre e il resto Buono (60%) e Accettabile (37%).

Trend

L'indice di qualità dell'aria nel 2019 è stato simile a quello del 2018, del 2015 e del 2016.

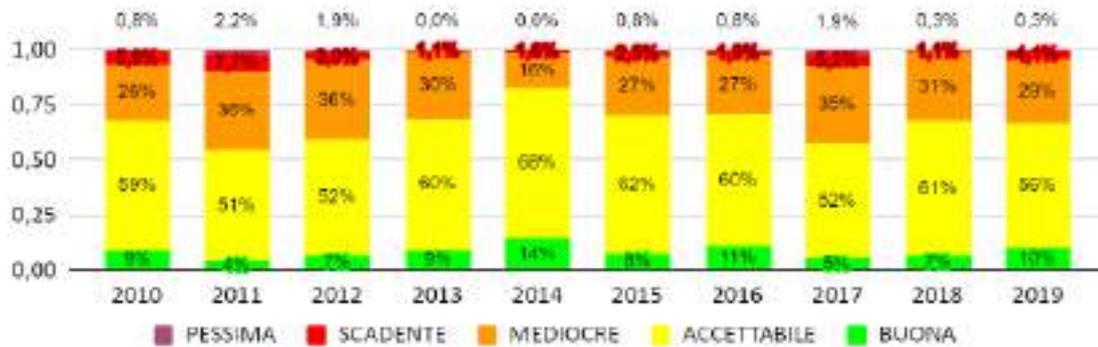


Figura 50 - Trend 2010-2019 per il Comune di Modena

5.2 GEOLOGIA E ACQUE

5.2.1 Inquadramento geologico-strutturale

La zona oggetto di studio è situata all'interno dell'ampio bacino sedimentario padano, al bordo settentrionale del Sistema Appenninico.

L'area di pianura è rappresentata da una geosinclinale subsidente (bacino Perisuturale Padano), colmata da materiali alluvionali che hanno ricoperto le argille marine di ambiente costiero che fungono da substrato, fino a raggiungere spessori complessivi anche di 300-400 m. In particolare, i depositi di colmamento più recenti sono stati prodotti principalmente dall'attività deposizionale del sistema fluvio-deltizio padano con alimentazione assiale vergente verso est, e dai sistemi fluviali appenninici ad alimentazione trasversale da sud. Difatti questi sedimenti pleistocenico-olocenici presentano caratteristiche deposizionali e geometriche notevolmente complesse, correlabili a deposizione e successiva erosione di depositi fluviali, attualmente terrazzati, la cui formazione è legata alla continua variazione dei livelli fluviali.

Il riempimento del bacino marino ed il passaggio alla sedimentazione continentale non avvengono in maniera continua e progressiva, ma sono il risultato di eventi tettonico-sedimentari "parossistici", separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive. Questo fatto è testimoniato dalle numerose superfici di discontinuità stratigrafica riconosciute e cartografate sul Margine Appenninico Padano (Cfr. Figg. 3.1, 3.2, 3.3).

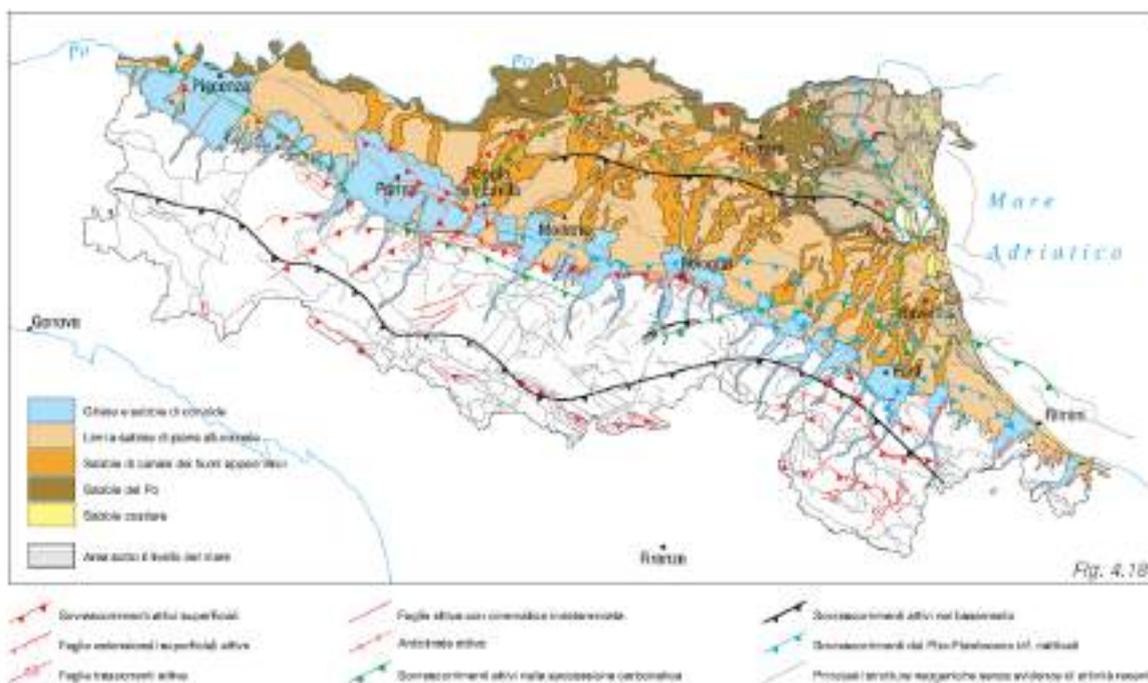


Figura 51 - Schema strutturale della pianura emiliano – romagnola-Note illustrative alla carta sismotettonica della regione Emilia-Romagna, scala 1.250.000 EDIZIONE 2004)



Fig. 52 Schema tettonico dell'Appennino Settentrionale e della Pianura Padana. Da Note Illustrative della Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna e zone limitrofe - EDIZIONE 2017.

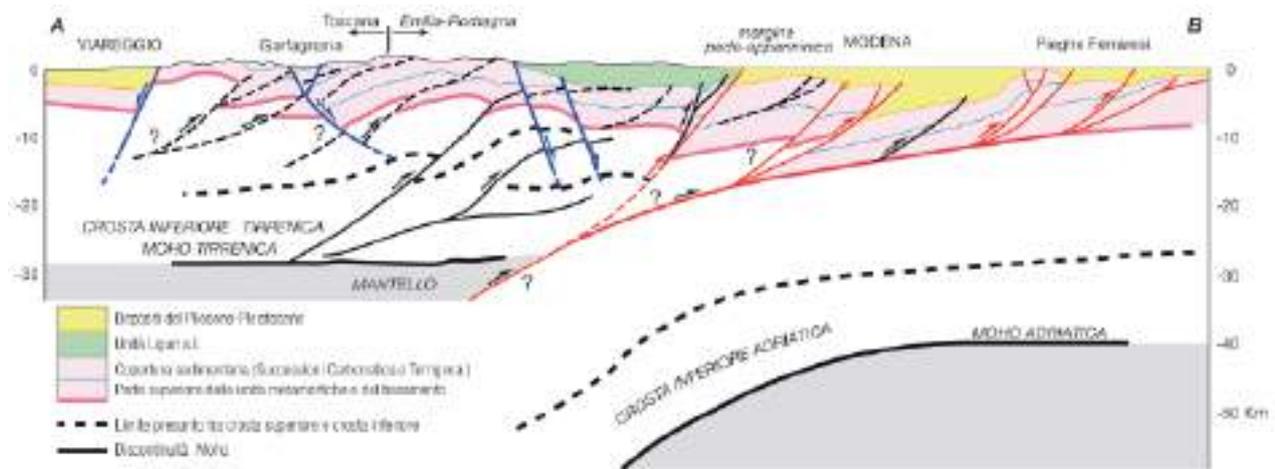


Figura 53 - Sezione geologica dal Mar Ligure al Po (traccia in Fig. 3.2.). Da Note Illustrative della Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna e zone limitrofe EDIZIONE 2017

I terreni continentali affioranti a livello di area vasta appartengono alla successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano e sono rappresentati da depositi fluviali, di conoide e di piana alluvionale. I sedimenti continentali

costituiscono la parte sommitale del riempimento quaternario dell'avanfossa padana. Essi costituiscono un ciclo sedimentario, denominato **Qc**, che si sovrappone con un limite in conforme sul precedente ciclo Quaternario marino (**Qm** in letteratura). A seguito di uno studio sulle risorse idriche sotterranee della regione (RIS) condotto da Regione Emilia Romagna e ENI-AGIP nel 1998, è stata proposta la istituzione del Supersistema emiliano-romagnolo comprendente l'intero spessore dei sedimenti continentali ed a sua volta suddiviso in due Sintemi (Sintema Emiliano Romagnolo Inferiore e Sintema Emiliano Romagnolo Superiore) separati da una discontinuità rilevabile nelle aree marginali della pianura legata ad una fase tettonica di importanza regionale (Fig. 3.4).

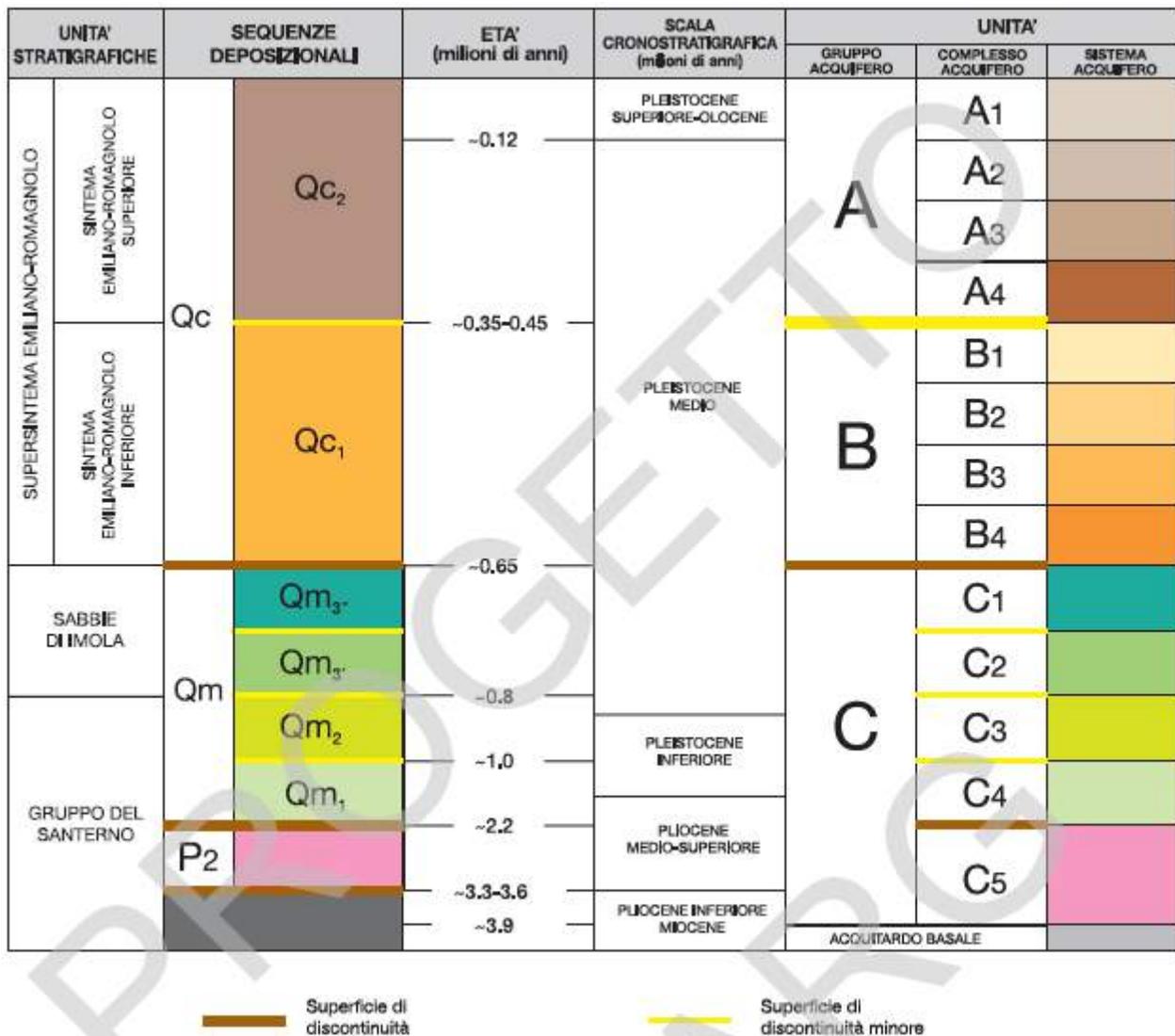


Figura 54 - Schema stratigrafico e idrostratigrafico dei depositi plio-quaternari del sottosuolo padano. Da Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 F. 201 Modena e tratto dal volume "Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna" - Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998, modif.

Stratigrafia

Il progetto di cartografia geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG) stabilisce che la classificazione stratigrafica dei depositi quaternari di pianura, a fini cartografici, debba basarsi sulla litologia relativa a ciascun

ambiente deposizionale e sulla presenza di discontinuità o interruzioni della sedimentazione (limiti inconformi) che separano i corpi geologici di età diverse. Ciò consente di caratterizzare i sedimenti di pianura sia sulla base della loro composizione granulometrica (ghiaie, sabbie, alternanza di sabbie e limi, ecc.), sia in funzione dell'ambiente in cui si sono deposte (alluvionale di canale, deltizio di area interdistributrice, ecc). Si possono così distinguere fra loro litologie in prima approssimazione simili, ma con geometrie e relazioni laterali e verticali dei corpi geologici molto diverse, in base al contesto sedimentario in cui si sono originate.

I medesimi depositi sono anche oggetto della classificazione fondata sui limiti stratigrafici inconformi, che prevede la distinzione di unità stratigrafiche definite sintemi e subsintemi. Queste unità sono particolarmente efficaci per descrivere il territorio in base alla sua storia geologica, all'età dei suoi sedimenti e alla peculiare ciclicità degli eventi che l'hanno trasformato, tipici dell'epoca quaternaria. Lo schema più esaustivo per la rappresentazione di queste unità è quello di tipo crono stratigrafico che riporta in ascissa la distribuzione geografica delle unità ed in ordinata il tempo in cui tali unità si sono deposte. Nello schema crono-stratigrafico di Fig. 3.5 si possono osservare le litologie e le età delle principali unità stratigrafiche utilizzate per i depositi quaternari di pianura dell'Emilia-Romagna (settore orientale e costiero). L'area oggetto del presente studio ricade nel Sintema Emiliano Romagnolo Superiore (AES).

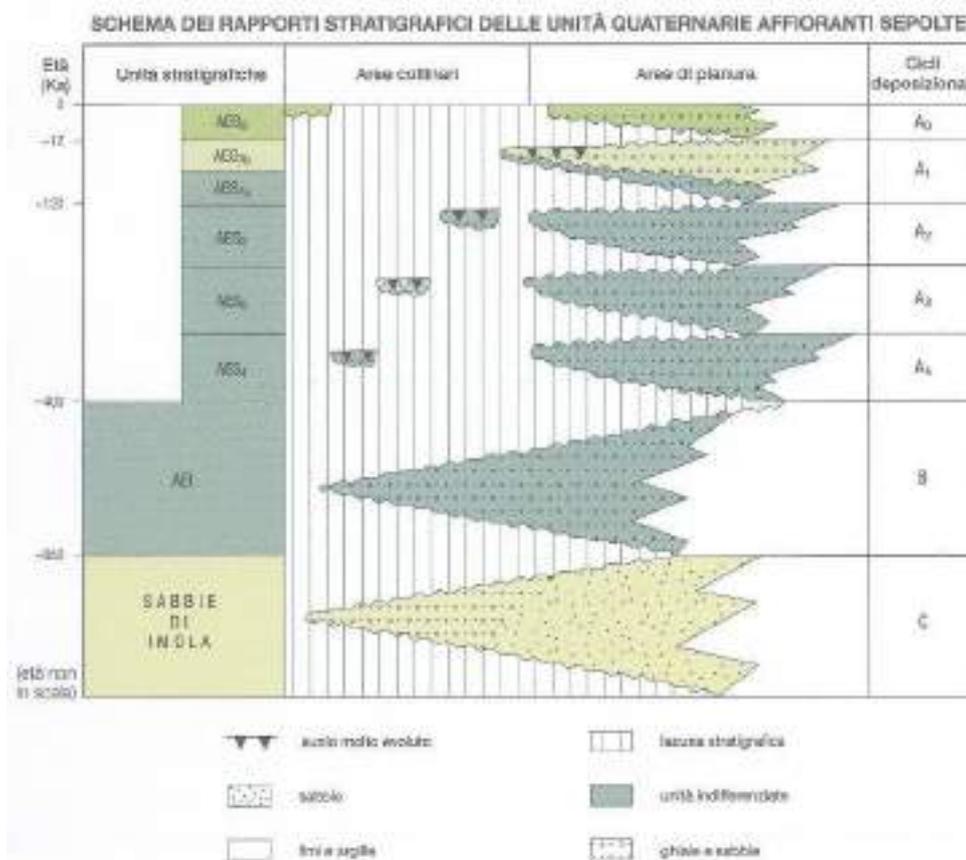


Fig. 55 - Schema dei rapporti stratigrafici delle unità quaternarie. Da Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 F. 201 Modena.

La Commissione Italiana di Stratigrafia della Società Geologica Italiana ha convenuto di suddividere ulteriormente questo sintema in otto sub sintemi, tra i quali il subsintema di Ravenna (sigla AES8) cui appartengono i terreni che caratterizzano l'area in studio (Fig. 3.6).

Sistema emiliano-romagnolo superiore (AES)

Nell'ambito dell'area vasta il Sintema emiliano-romagnolo superiore comprende i depositi continentali costituiti dai depositi alluvionali deposti dai fiumi Crostolo, Secchia e Panaro e dai torrenti Tresinaro, Fossa di Spezzano, Grizzaga, Tiepido dal Pleistocene sino all'Attuale. Il sintema è stato suddiviso in subsintemi, ciascuno dei quali così organizzato: la porzione inferiore è costituita da litologie relativamente più fini, per lo più argillose e le ghiaie e sabbie, quando presenti, sono spesso canalizzate e comunque molto meno estese di quelle che caratterizzano la parte superiore dei subsintemi. Al di sopra di questa, la porzione superiore è caratterizzata da granulometrie più grossolane, limi, sabbie e ghiaie; le ghiaie hanno tetto tabulare e sono molto più estese e potenti rispetto a quelle della porzione inferiore. Sono unità cicliche caratterizzate dall'alternarsi di due litologie; le discontinuità che individuano i subsintemi così definiti non sono così evidenti nelle aree di bassa pianura dove i subsintemi, sempre distinguibili in base alla litologia, sono meno differenziati e si sovrappongono senza marcata discontinuità.

Subsistema di Ravenna (AES8). Età Pleistocene sup- Olocene (14km -attuale)

Questa unità, a differenza delle unità continentali più antiche di ambiente intravallivo e di conoide affioranti in aree pedecollinari, si sviluppa in condizioni di piana inondabile e rappresenta l'intero spessore dei sedimenti, prevalentemente fini, deposti nell'ultimo postglaciale, in parte di sopra l'esteso corpo ghiaioso attribuito all'Unità di Vignola. La base del sub sintema di Ravenna nell'area tipo è caratterizzata da una superficie di discontinuità corrispondente ad una lacuna stratigrafica di entità variabile e marcata da un netto contrasto di facies: i depositi alluvionali di età pleistocenica (parte sommitale di Villa Verrucchio AES7) sono sovrastati da depositi di ambiente paralico e marino-marginale riconducibili all'ultimo ciclo trasgressivo-regressivo di età olocenica. Nel settore emiliano la base del sub sintema cade all'interno di depositi alluvionali ed è generalmente meno facilmente riconoscibile di quanto non avvenga per i settori posti lungo la costa.

Il limite inferiore può poggiare con contatto netto sulle ghiaie e limi di colore bruno rossastro del paleosuolo al tetto dell'unità di Vignola o, laddove questo fosse assente, il limite inferiore poggia al tetto di corpi ghiaioso-sabbiosi che caratterizzano la porzione sommitale di Villa Verrucchio.

Il limite superiore, sempre coincidente con la superficie topografica, è caratterizzato da suoli a basso grado di alterazione. Il subsintema è correlato con gli affioramenti intravallivi rappresentati da depositi fluviali terrazzati a litologia prevalentemente ghiaioso-sabbiosa.

La parte superiore del subsistema è caratterizzata da maggiore frequenza di livelli limoso sabbiosi o limoso argillosi con frequenti intercalazioni sabbiose. La sedimentazione grossolana che si rinviene alla base dell'unità in eteropia con livelli argillosi-torbosi è localizzata nelle aree prossime al F. Secchia.

Lo spessore massimo del subsistema nella pianura è di circa 25m. Ad Ovest dell'area di progetto è presente una unità a limiti non conformi di rango gerarchico inferiore: l'Unità di Modena (AES8a) che localmente ne costituisce il tetto stratigrafico.

Unità di Modena (AES8a). Età: post-romana (IV-VI sec. d.C.- Attuale)

A questa unità appartengono i sedimenti depositi dopo l'età romana (post V sec. d.C.). Affiora piuttosto estesamente nell'area vasta, lasciando affiorare il subsistema di Ravenna in un tratto di pianura a SO di Modena, ed in una fascia che da Scandiano va a S. Martino in Rio, Soliera e Carpi. Limi e argille sono le litologie principali, le sabbie sono poco diffuse e le ghiaie sono confinate nelle aree circostanti il F. Secchia. Lo spessore può raggiungere gli 8m.

Più in dettaglio nell'area di progetto la cartografia riporta che il Subsistema di Ravenna AES8 è costituito da "Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. Potenza fino a oltre 25 m."

In questo caso bisogna osservare che i dati pedologici a disposizione ed i dati penetrometrici (cfr. Cap. 8) mettono in evidenza litologie prevalentemente limose e limoso-argilloso-sabbiose, e pertanto il dato cartografico va interpretato come valido a livello di area vasta ma non a livello di area di progetto in senso stretto.



Prove lineari

- prova MASW

Prove puntuali

- misure di microtremore a stazione singola (HVSr)
- pozzo per acqua
- prova CPT con punta meccanica

Linee geomorf./antrop. (10K)

- ▬ traccia di alveo fluviale abbandonato

Ambienti deposiz. e litologie (10K)

- Argilla - Piana alluvionale
- Limo - Piana alluvionale
- ▨ Limo Sabbioso - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)

- AES8 - Subsistema di Ravenna
- AES8a - Unità di Modena

Figura 56 - Carta Geologica. Da SIT RER, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.
https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia

5.2.2 Inquadramento Idrogeologico

Con la pubblicazione del volume RIS (“Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna” - Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998) è stata proposta una stratigrafia a livello di bacino per i depositi alluvionali e marino

litorali presenti nelle prime centinaia di metri del sottosuolo padano. Nella pubblicazione vengono introdotte tre nuove unità stratigrafiche per la pianura emiliano-romagnola denominate come di seguito indicato e schematizzato in Fig. 4.1:

- Gruppo Acquifero A (Pleistocene sup. – Olocene)
- Gruppo Acquifero B (Pleistocene medio)
- Gruppo Acquifero C (Pliocene inf./Miocene – Pleistocene medio)

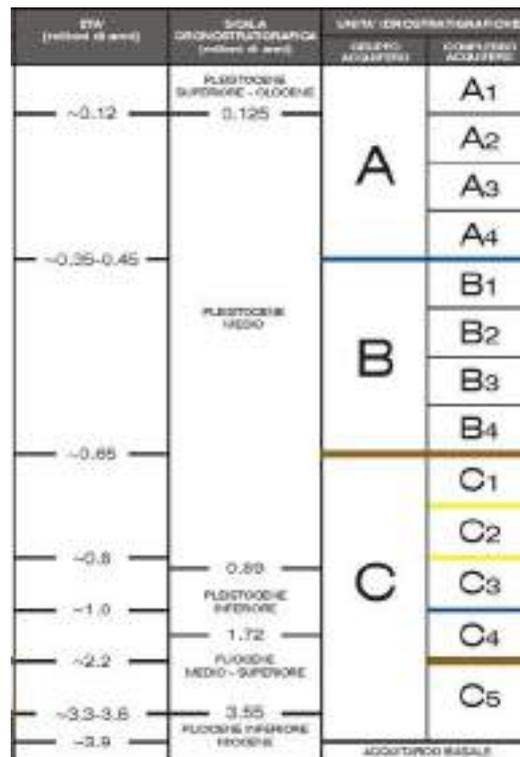


Figura 57 - Schema delle unità idrostratigrafiche

Il Gruppo Acquifero A corrisponde al Sistema Emiliano Romagnolo Superiore, il Gruppo Acquifero B al Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore ed il Gruppo Acquifero C a diverse unità affioranti nell'Appennino, la più recente delle quali è la Formazione delle Sabbie di Imola.

Le unità stratigrafiche sopra denominate appartengono alla categoria delle unità idrostratigrafiche che si caratterizzano per essere formate da una o più sequenze deposizionali e per la presenza di un livello basale scarsamente permeabile e molto continuo che funge da barriera di permeabilità tra le diverse unità.

Il Gruppo Acquifero A ed il Gruppo Acquifero B, entrambi formati da depositi alluvionali, sono costituiti da depositi ghiaiosi di conoide alluvionale, di depositi fini di piana alluvionale e, più estesamente, dai depositi sabbiosi della piana a meandri del Po.

A livello di area vasta l'area di progetto si inquadra tra il complesso idrogeologico della pianura alluvionale appenninica ed il complesso idrogeologico della pianura alluvionale padana (Figg. 4.2-4.3).

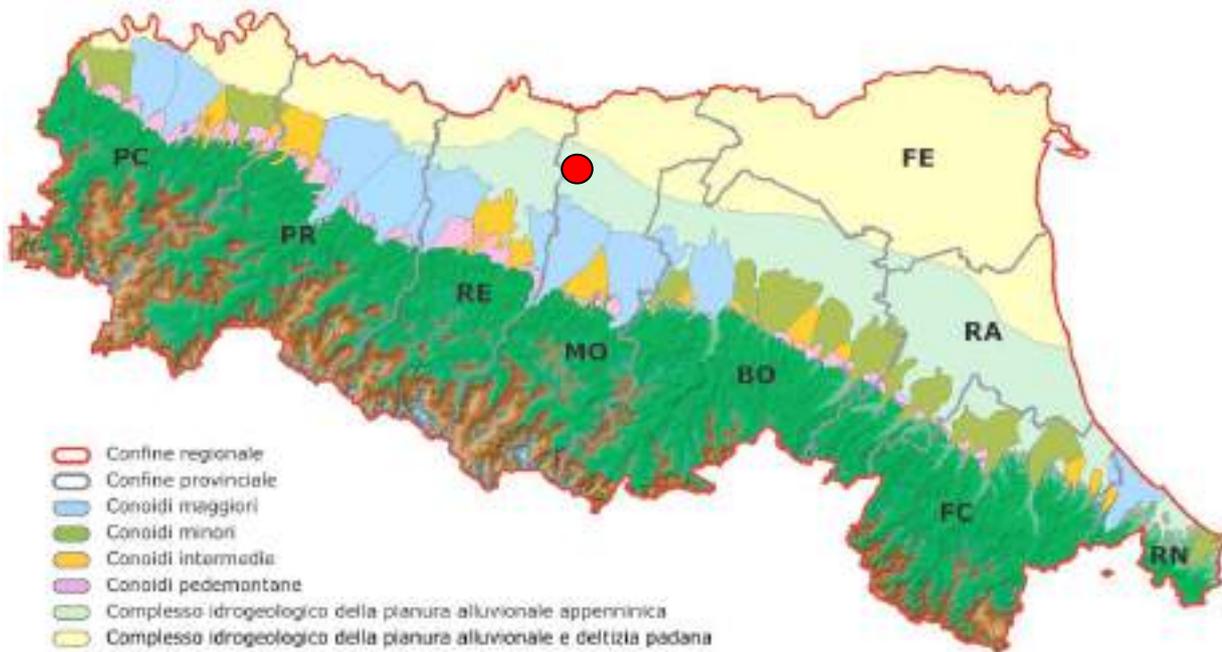


Figura 58 - Schema idrogeologico regionale

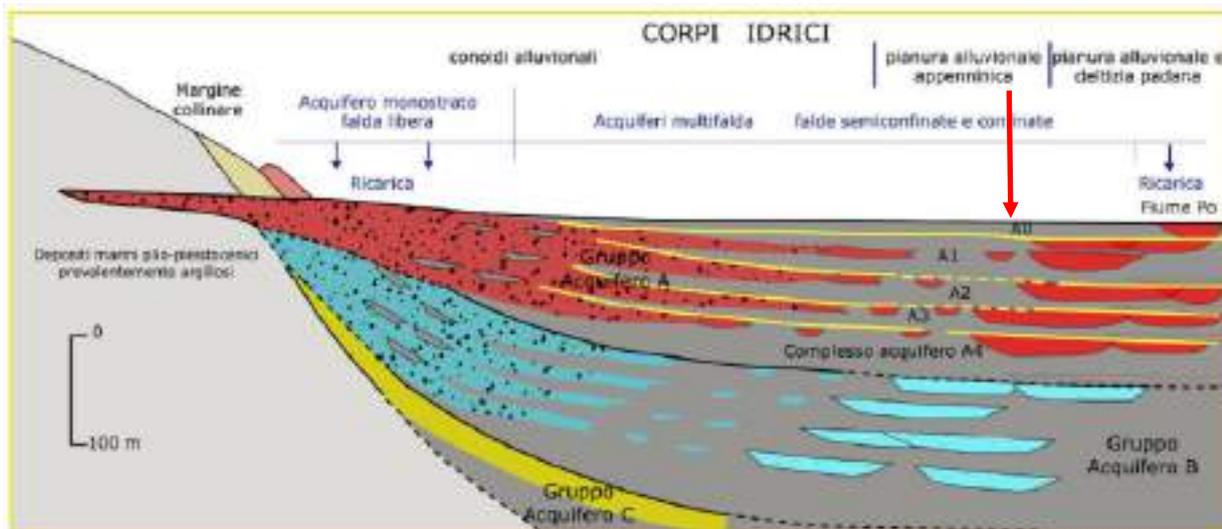


Figura 59 - Rapporti tra gli acquiferi della pianura e conoidi

I terreni del Subsistema di Ravenna (AES8) appartengono all'ultimo ciclo deposizionale trasgressivo (A0), incompleto ed il cui limite inferiore è marcato da argille organiche e sabbie costiere. Lo spessore di questa unità stratigrafica può arrivare, nelle zone più subsidenti della pianura, ad oltre 20m e frequentemente la porzione inferiore di A0 può contenere acquiferi confinati di limitata estensione. La porzione prettamente freatica interessa solamente la parte più alta di questa unità, per uno spessore di una decina di metri circa. Dal punto di vista idrogeologico l'acquifero freatico di pianura è un acquifero di modesto interesse per qual che riguarda il volume della risorsa, soprattutto se paragonato con gli acquiferi sottostanti. Tuttavia, data la sua profondità molto esigua, esso è interessato da molti pozzi a grande diametro, molto diffusi nei contesti rurali, che vengono utilizzati per scopi prevalentemente domestici. I pozzi si

trovano principalmente nelle zone dove affiorano i depositi sabbiosi degli argini fluviali. Nell'ambito dell'area di progetto, dove i terreni sono di natura prevalentemente fine, sono tuttavia presenti alcuni pozzi sia profondi sia superficiali (Fig. 4.4).

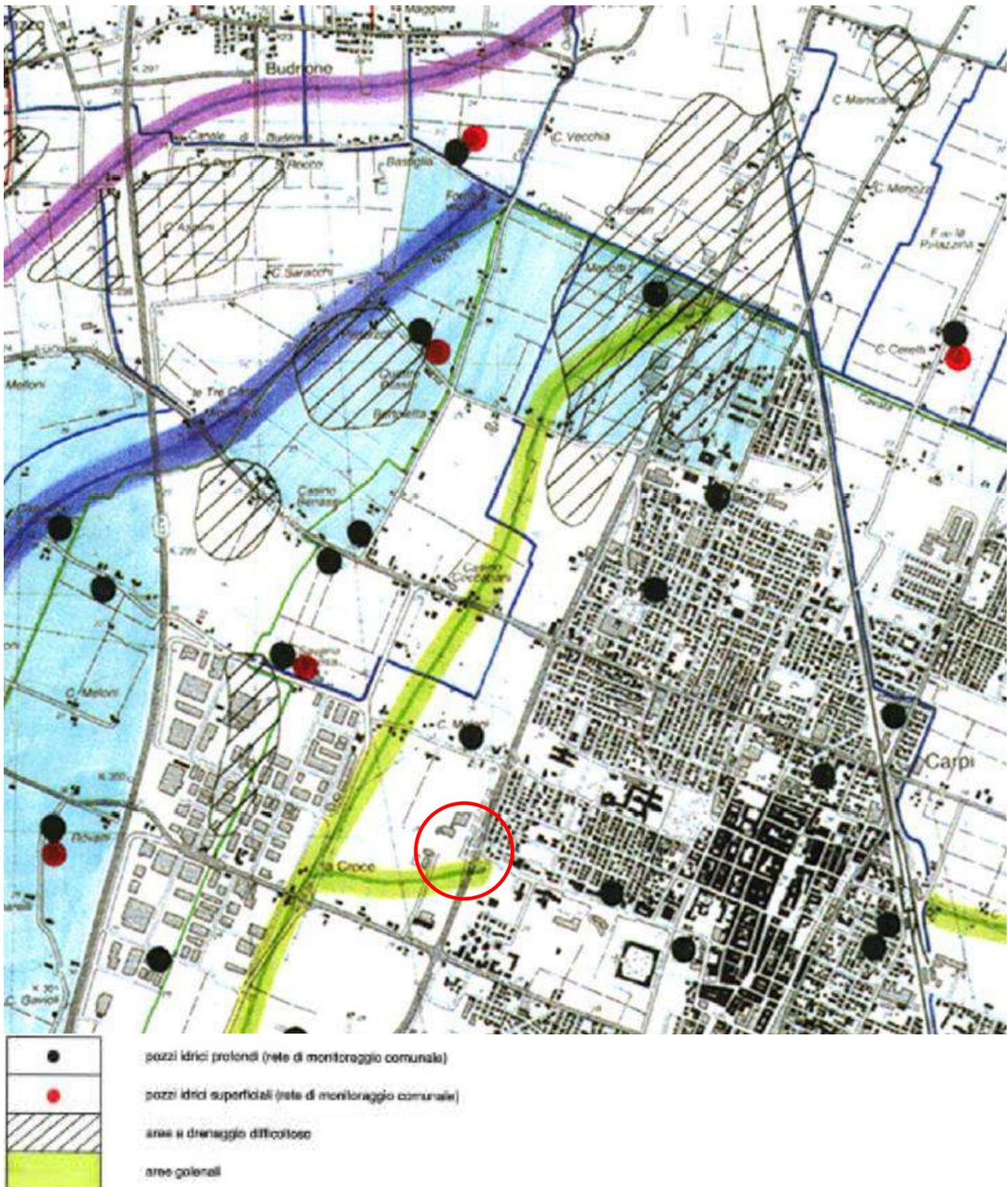


Figura 60 - Ubicazione pozzi nelle vicinanze dell'area di progetto. Carta Idrogeomorfologica del PGT comunale.

Per quanto concerne la soggiacenza, gli studi disponibili a livello di PGT/PRG, risalenti al 1998 e riferiti ad una specifica campagna di rilievi piezometrici, indicano, per l'area di progetto una soggiacenza compresa tra 2 e 10m da piano campagna (Fig.4.5).

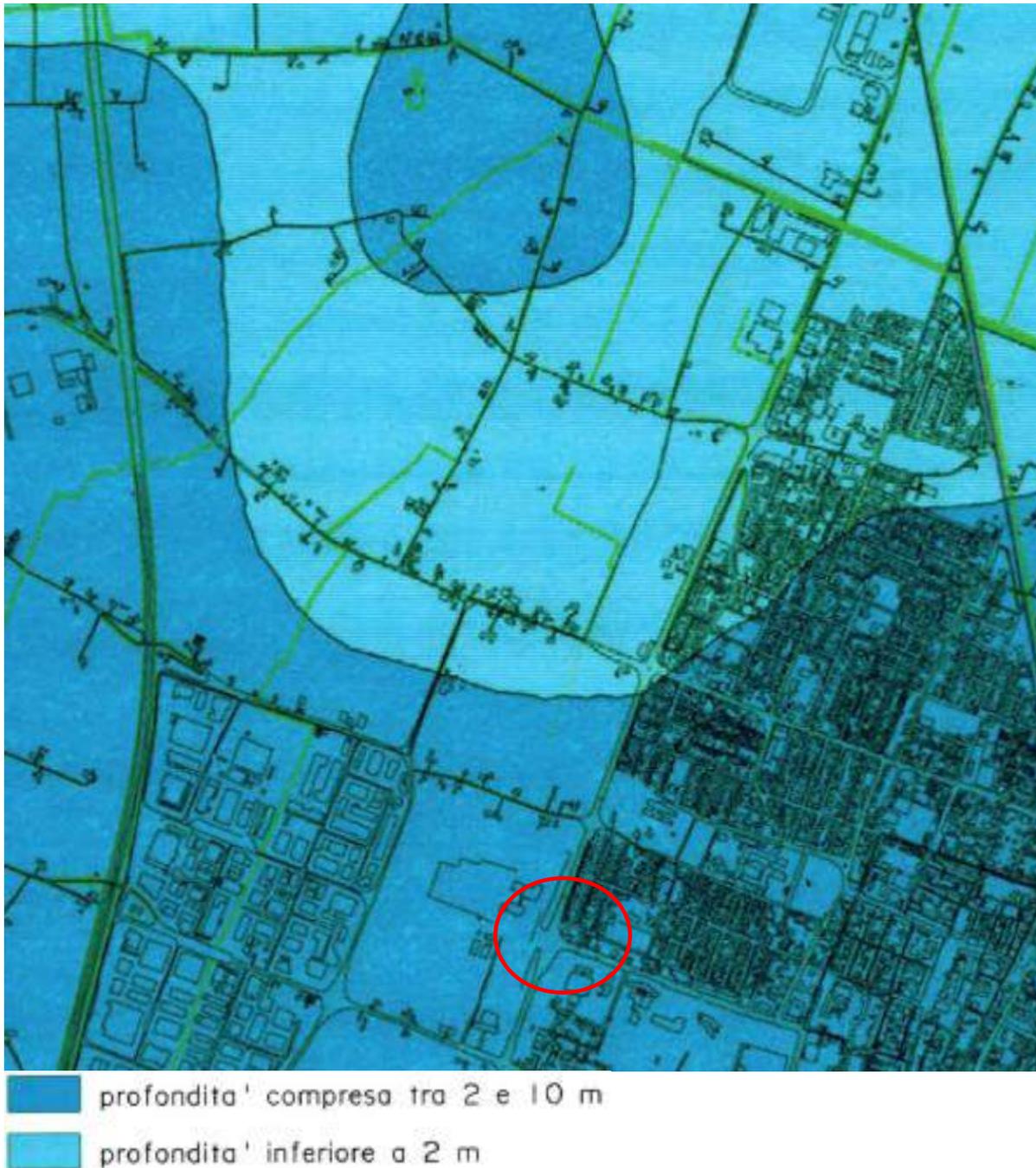


Figura 61 - Carta della profondità media dei livelli freatici – PGT/PRG

La rete di monitoraggio ARPAE ha un pozzo a S dell'area di progetto (Fig. 4.6), codice MO10-01 le cui misure piezometriche vanno dal 19 Ottobre 1990 al 30 Settembre 2009.

Il grafico in Fig. 4.7 mostra l'andamento della quota assoluta del livello piezometrico: dal grafico si può osservare che la quota è passata da un massimo di 17,75m.s.l.m. nel Maggio 1995 ad un minimo, nel 2009, di 7,3m.s.l.m.

cui corrispondono soggiacenze rispettivamente di 7,77 e 19,6m da p.c.. Va però fatto presente che, stando alla scheda del pozzo, quest'ultimo sfrutta gli acquiferi più profondi A1 e A2 e non quello superficiale A0, non solo, ma non è dato di sapere se le misure sono riferite al livello statico a al livello dinamico (<http://geo.regione.emilia-romagna.it/eWaterDataDistributionSqss/EwaterDetailForm?dataType=well&id=MO10-01&lang=it>).

Conseguentemente, il dato non è riferibile alla falda superficiale.

In assenza di ulteriori dati più recenti e puntuali, allo stato attuale delle conoscenze **si considera, ai fini progettuali ed in via preliminare, la presenza di una falda superficiale con soggiacenza media annua di compresa tra 1,5 e 2m da piano campagna.**

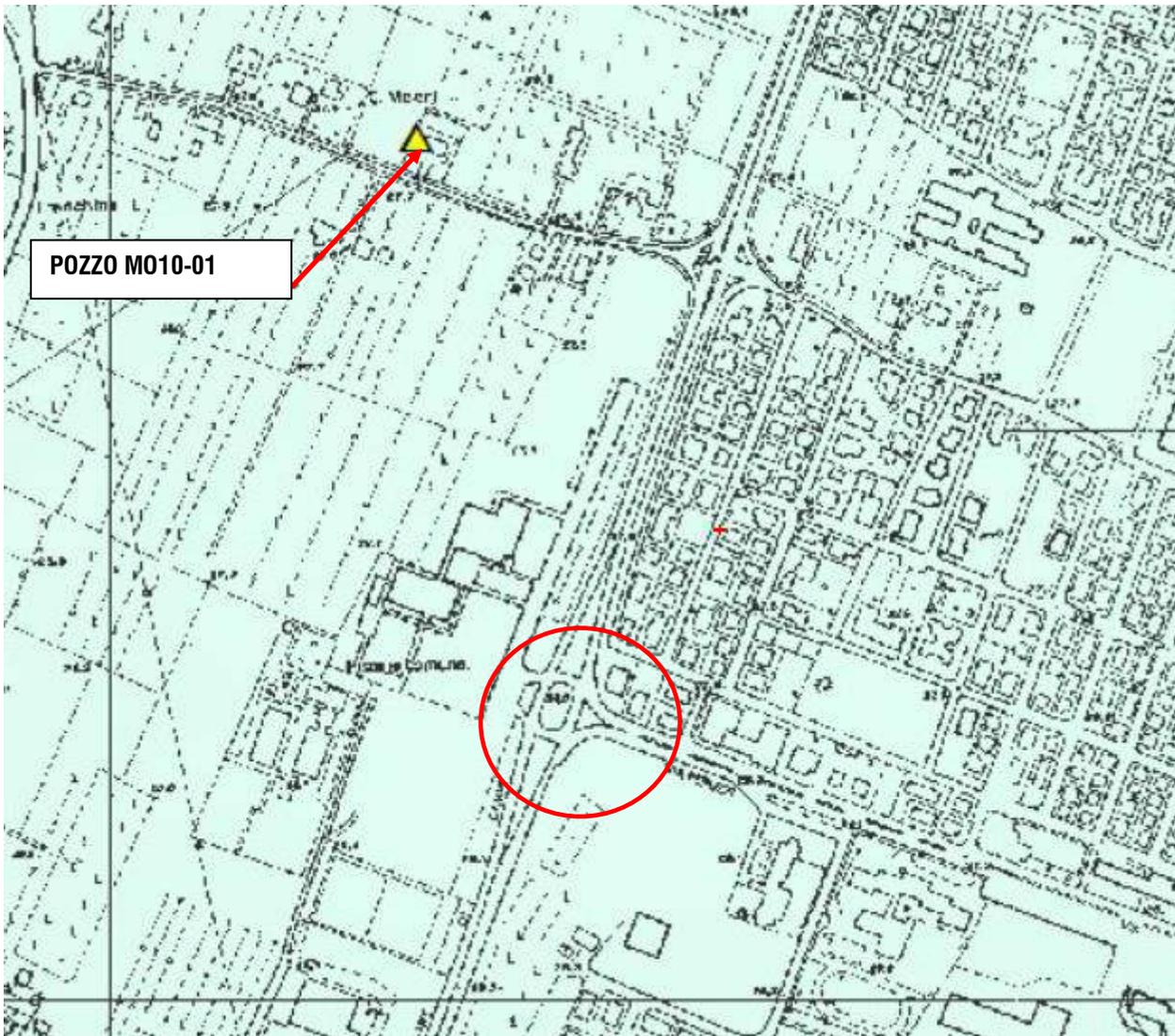


Figura 62 - Posizione del pozzo della rete di monitoraggio ARPAE
https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sqss/user/viewer.jsp?service=ewater

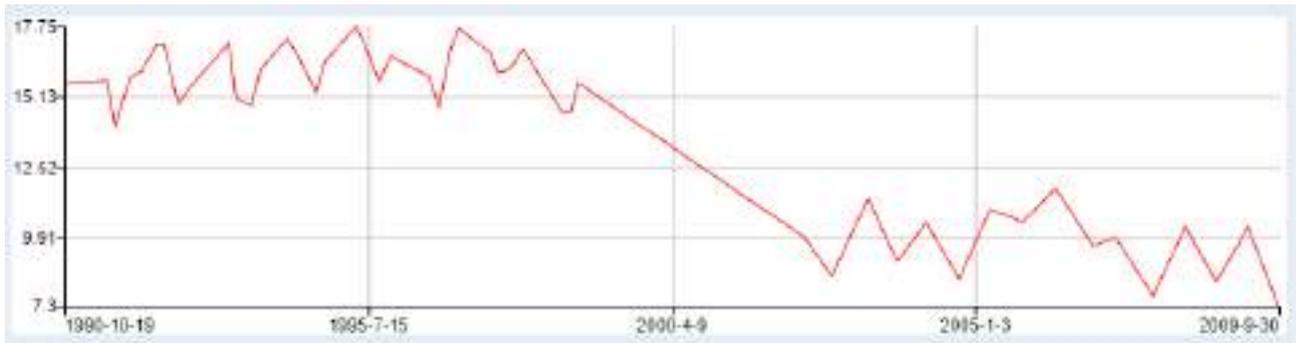


Figura 63 - Misure piezometriche del monitoraggio ARPAE nel pozzo MO10-01 anni 1990-2009. Quote in m.s.l.m.

5.2.3 Inquadramento Geomorfologico

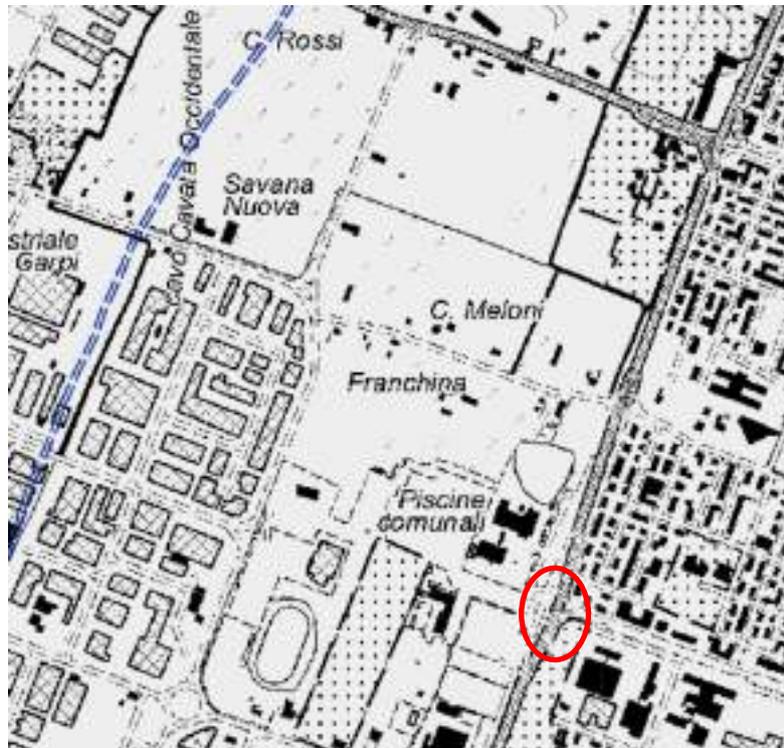
L'area di progetto, collocata nell'ambito della pianura Emiliana ad una quota di circa 24m.s.l.m., ha assetto pianeggiante, ed è dominata da forme di origine antropica, legate sostanzialmente alle sistemazioni idraulico-agrarie. L'elemento dominante è infatti il reticolo di drenaggio a fossi e solchi, che marca il territorio con un pattern orientato in direzione SO-NE e NO-SE. Gli elementi idrografici principali nell'ambito dell'area di studio sono, a partire da Ovest:

- Cavo Fosso Nuova, che scorre in direzione SO-NE fino all'altezza di Fornace Vecchia dove devia verso ESE e diventa Diversivo Cavata che è l'unico elemento idrografico definito ai sensi del DLGS 152/99
- la Cavata Occidentale e il Canale Carpigiano, che scorrono in direzione SO-NE fino al Diversivo Cavata
- il Canale Carpigiano e il suo prolungamento ideale, lo scolo Ravetta, orientati SO-NE fino al Diversivo Cavata
- il Canale della Gusmea, parallelo e affiancato al Diversivo Cavata, che scorre in direzione ONO-ESE

Il suolo è ad uso agricolo, con seminativi e vigneti.

La banca dati geomorfologica della Regione Emilia Romagna (Fig. 64) mostra, come unico elemento geomorfologico la traccia di un alveo fluviale abbandonato che interseca la SP1 grosso modo in corrispondenza dell'intersezione di questa con la nuova viabilità in progetto (<https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/geoviewer2/resource/0a6d3c85-a28c-4e1e-a5b1-fa010b88c5be>).

In generale nell'area di progetto non risulta la presenza di elementi geomorfologici tali da rappresentare una criticità ai fini progettuali.



--- traccia di alveo fluviale abbandonato

Figura 64 - Consultazione del database geomorfologico della RER.

<https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/geoviewer2/resource/0a6d3c85-a28c-4e1e-a5b1-fa010b88c5be>

5.2.4 Subsidenza

L'ARPA, su incarico della Regione Emilia-Romagna e con la collaborazione dell'Università di Bologna ha centralizzato dal 1997 le informazioni riguardanti la subsidenza antropica. Il monitoraggio della subsidenza fino ad allora era avvenuto, a partire dagli anni '60, ad opera di vari Enti che hanno istituito e misurato, in epoche diverse, reti di livellazione in ambiti locali più o meno limitati. Tali iniziative, se efficaci a livello locale, mostravano i loro limiti se osservate in un contesto regionale evidenziando lacune e disomogeneità tali da rendere, in gran parte dei casi, difficoltosa la definizione organica e univoca del fenomeno.

Nel 1997-1998, a partire dal vasto patrimonio di capisaldi esistenti e sulla scorta delle esperienze precedenti è stata progettata e realizzata una rete regionale di monitoraggio della subsidenza costituita, in particolare, da una rete di livellazione geometrica di alta precisione con oltre 2300 capisaldi e una rete di circa 60 punti GPS (Fig. 65).

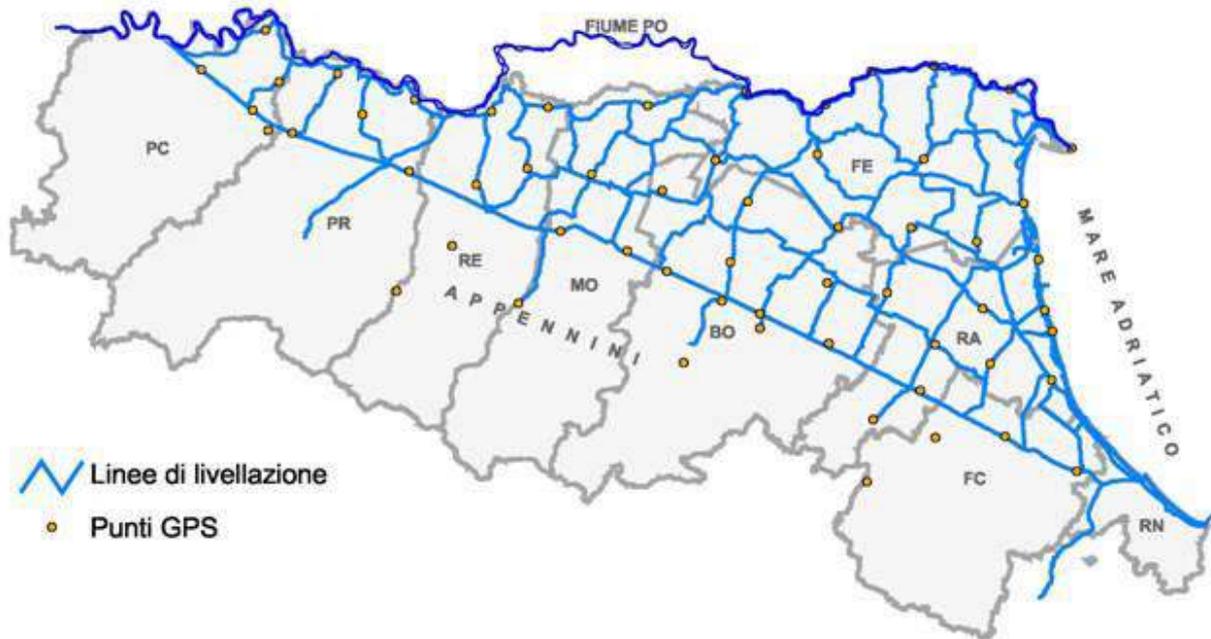


Figura 65 - Rete di monitoraggio ARPA per la subsidenza

La rete, nel suo complesso, è stata misurata per la prima volta nel 1999. Il rilievo della rete di livellazione ha permesso di attribuire ad ogni caposaldo, compresi quelli storici, una quota assoluta sul livello medio del mare riferita, in particolare, al caposaldo 5/162" (verticale), ritenuto stabile, sito nei pressi di Sasso Marconi (Appennino bolognese) e appartenente alla rete di livellazione di alta precisione dell'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.). Per tale caposaldo è stata adottata la quota determinata nel 1949 dall'Istituto stesso pari a 225.9222 m s.l.m.

E' stato così possibile realizzare la prima carta a isolinee di velocità di abbassamento del suolo relativa al periodo 1970/93-1999, che costituisce il primo tentativo di restituire un quadro complessivo dei movimenti verticali del suolo sull'intera area di pianura della regione, già nella fase di rilievo "zero" della Rete. Tale rappresentazione, tuttavia, risulta inevitabilmente lacunosa, relativamente o parzialmente aggiornata e, comunque, fortemente disomogenea data la diversa copertura spaziale e temporale dei dati storici. In virtù di questa disomogeneità, le velocità di movimento indicate sulla carta sono riferite a periodi diversi, a seconda delle linee di livellazione, compresi tra il periodo più lungo 1970-1999 e il periodo più breve 1993-1999.

Le misure sono state ripetute nel 2002 ma solo sulla rete GPS, aggiornando così le conoscenze sui movimenti del suolo nel periodo 1999-2002 relativamente ai punti della rete stessa.

Un aggiornamento delle misure è stato effettuato nel periodo 2005-07 è stato effettuato l'aggiornamento delle conoscenze geometriche relative al fenomeno della subsidenza, tramite l'interazione di due tecniche:

- la livellazione geometrica di alta precisione di un sottoinsieme della rete regionale (circa il 50% delle linee di livellazione);

- l'analisi interferometrica di dati radar satellitari con tecnica PSInSARTM estesa all'intero territorio di pianura della regione, circa 11.000 km².

I risultati ottenuti, per la prima volta, forniscono un quadro sinottico di dettaglio del fenomeno della subsidenza a scala regionale. In particolare, sulla base della disponibilità dei dati satellitari, sono state realizzate due diverse cartografie a curve isocinetiche: la prima, relativa al periodo 1992-2000, fa riferimento all'elaborazione dei dati provenienti da due satelliti dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ERS1 e ERS2 e si basa sulle velocità di movimento relative a circa 160.000 punti (Fig. 66). La seconda riguarda il periodo più recente 2002-2006, fa riferimento all'elaborazione dei dati provenienti dal satellite ENVISAT (ESA) e RADARSAT (Agenzia Spaziale Canadese) e si basa sulle velocità di movimento relative a circa 140.000 punti (Fig. 6.3). L'utilizzo del metodo satellitare ha permesso di acquisire un'informazione molto più diffusa e capillare rispetto al rilievo terrestre: un numero di punti di ben due ordini di grandezza superiore al numero dei capisaldi di livellazione sui quali poteva contare la precedente cartografia.

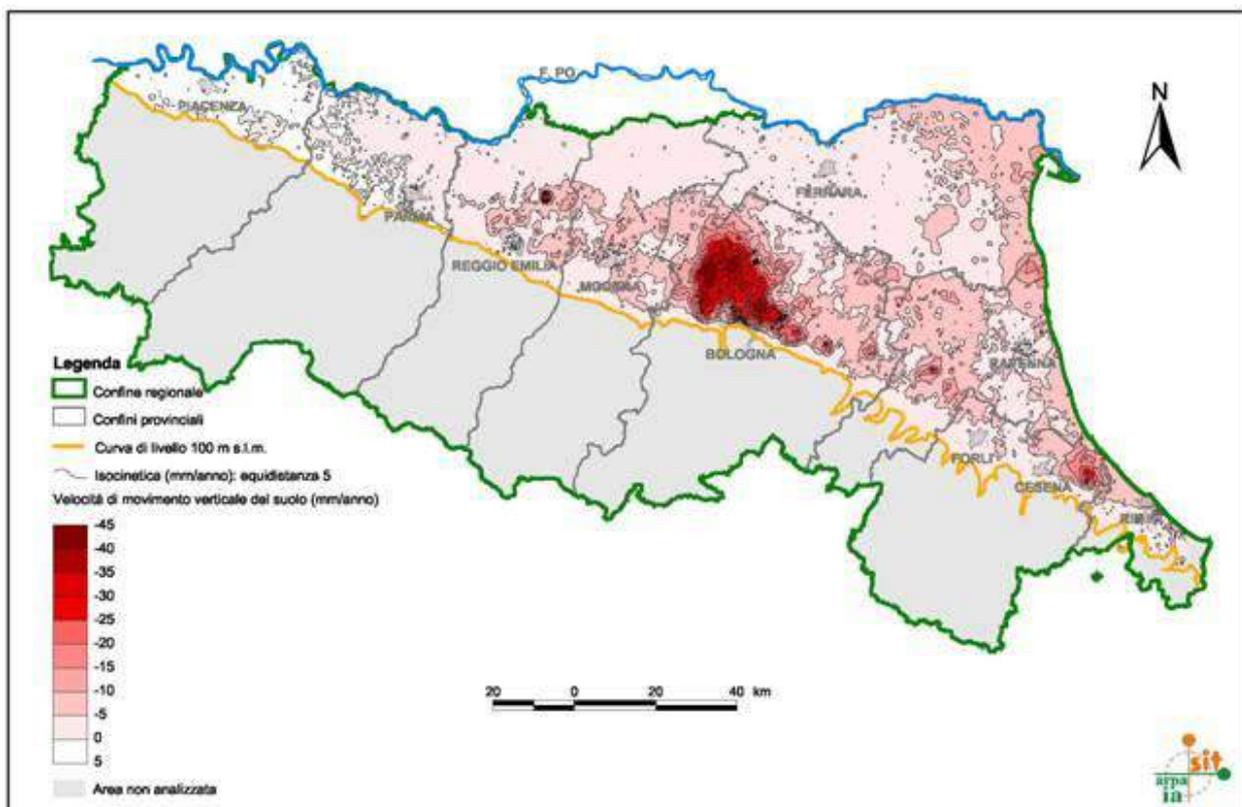


Figura 66 - Subsidenza 1992-2000

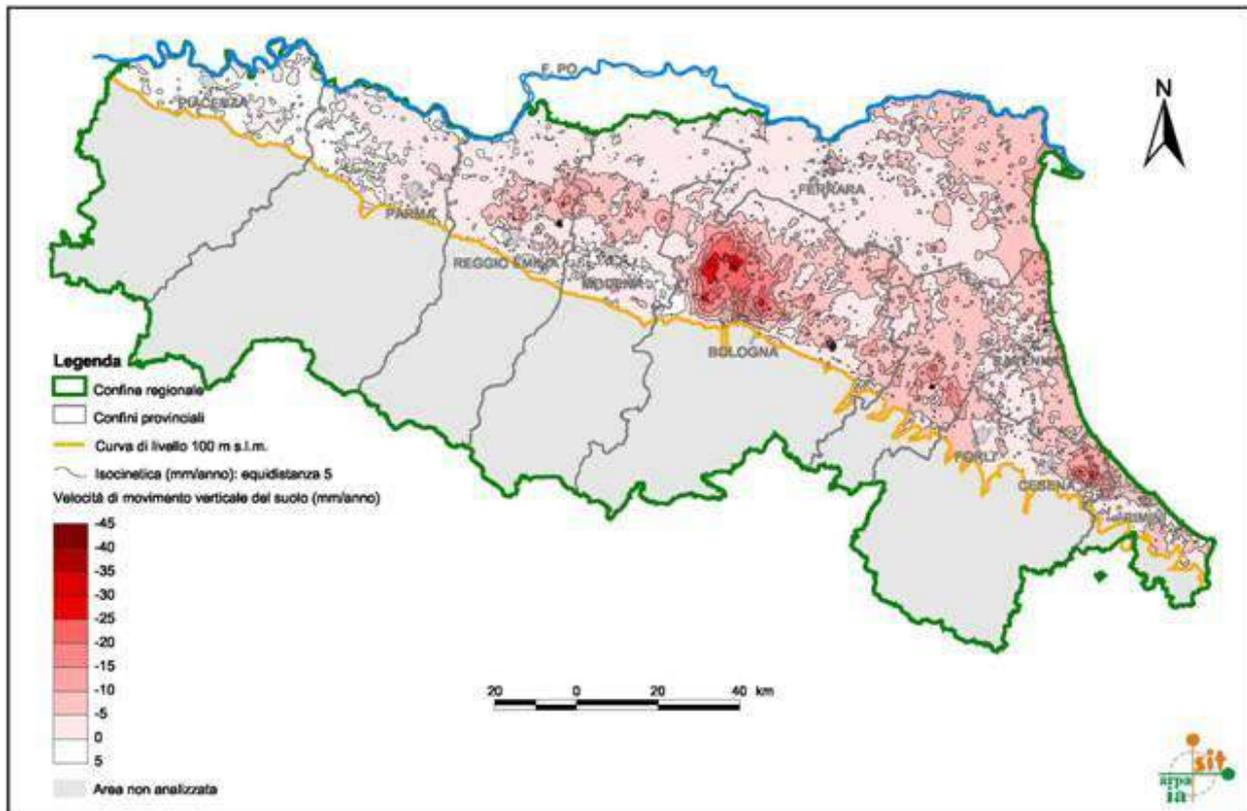


Figura 67 - Subsidenza 2002-2006

Le misure di livellazione realizzate nel 2005 hanno interessato un migliaio di km di linee ed oltre 1000 capisaldi. E' stato adottato lo stesso caposaldo di riferimento del 1999 mantenendone invariata la quota .

Le linee di livellazione che non sono state misurate nel 2005 sono state comunque oggetto di ricognizioni (la precedente ricognizione risaliva al 2002) in seguito alle quali sono stati ripristinati i capisaldi scomparsi. Ad ognuno dei capisaldi ripristinati è stata attribuita una quota relativa al 1999 tramite collegamento altimetrico ai capisaldi esistenti più vicini. Infine, ad ogni caposaldo è stata attribuita una velocità di movimento verticale relativa al periodo 2002-2006.

Un ulteriore aggiornamento è stato effettuato nel 2011-2012, sempre con combinazione di dati interferometrici e dati GPS. Grazie ad un numero di punti di misura più che doppio è stato possibile rappresentare la subsidenza con isolinee di 2,5mm/anno contro i 5mm/anno dell'aggiornamento precedente (Fig. 67).

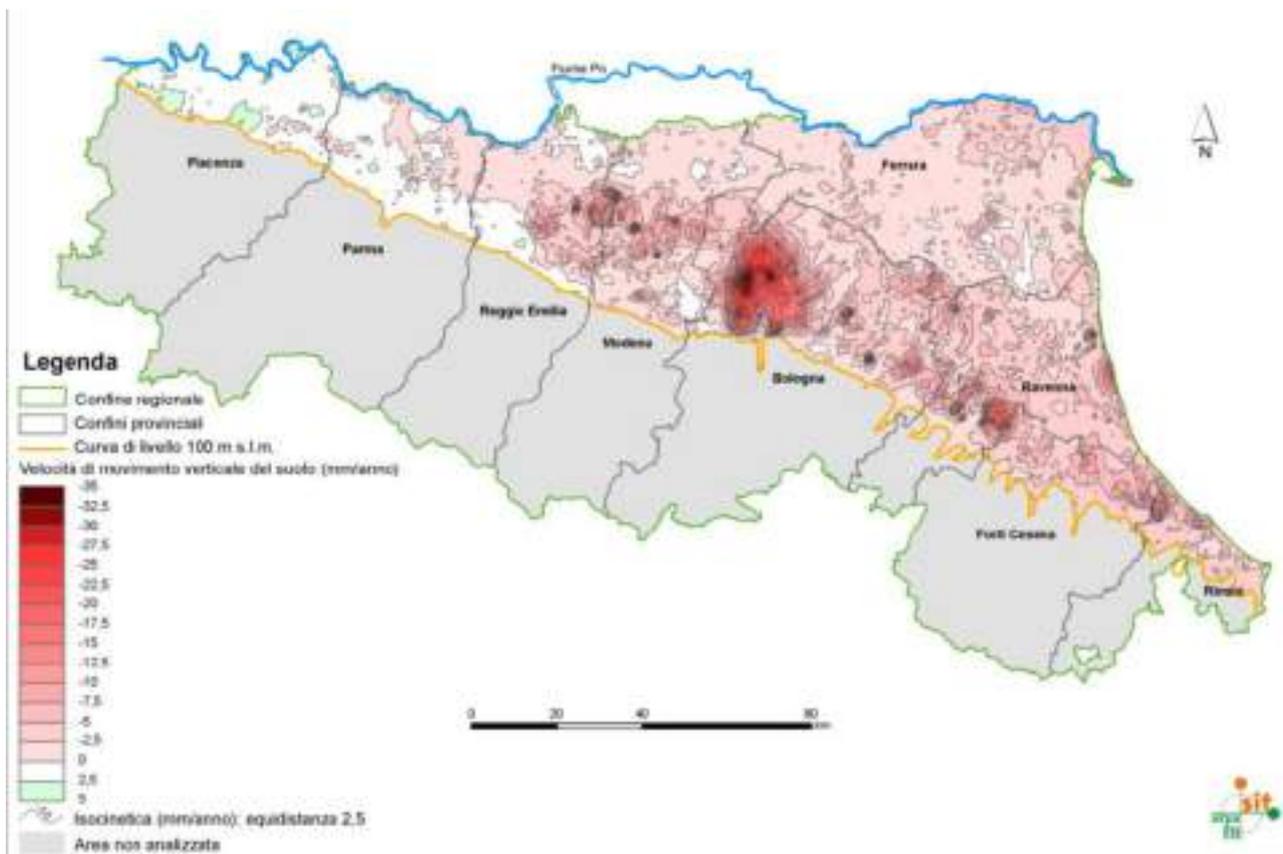


Figura 68 - Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2006-2011, realizzata sulla base di analisi interferometrica radar effettuata da T.R.E. - Tele-rilevamento Europa mediante la tecnica SqueeSAR™, algoritmo PSInSAR™ di seconda generazione

L'ultimo aggiornamento è riferito al periodo 2011-2016 (Fig. 68). Per quanto concerne la Provincia di Modena si osserva, in generale, una riduzione degli abbassamenti: è ancora il territorio di media pianura ad essere più interessato dalla subsidenza, in particolare, in corrispondenza delle aree artigianali ad ovest di Carpi, con massimi di circa 20 mm/anno, e a sud di Soliera, con massimi di circa 25 mm/anno, entrambe in decremento rispetto ai valori massimi precedenti. L'area artigianale a nord di Bomperto presenta ancora valori di oltre 15 mm/anno. La città di Modena è sostanzialmente stabile.

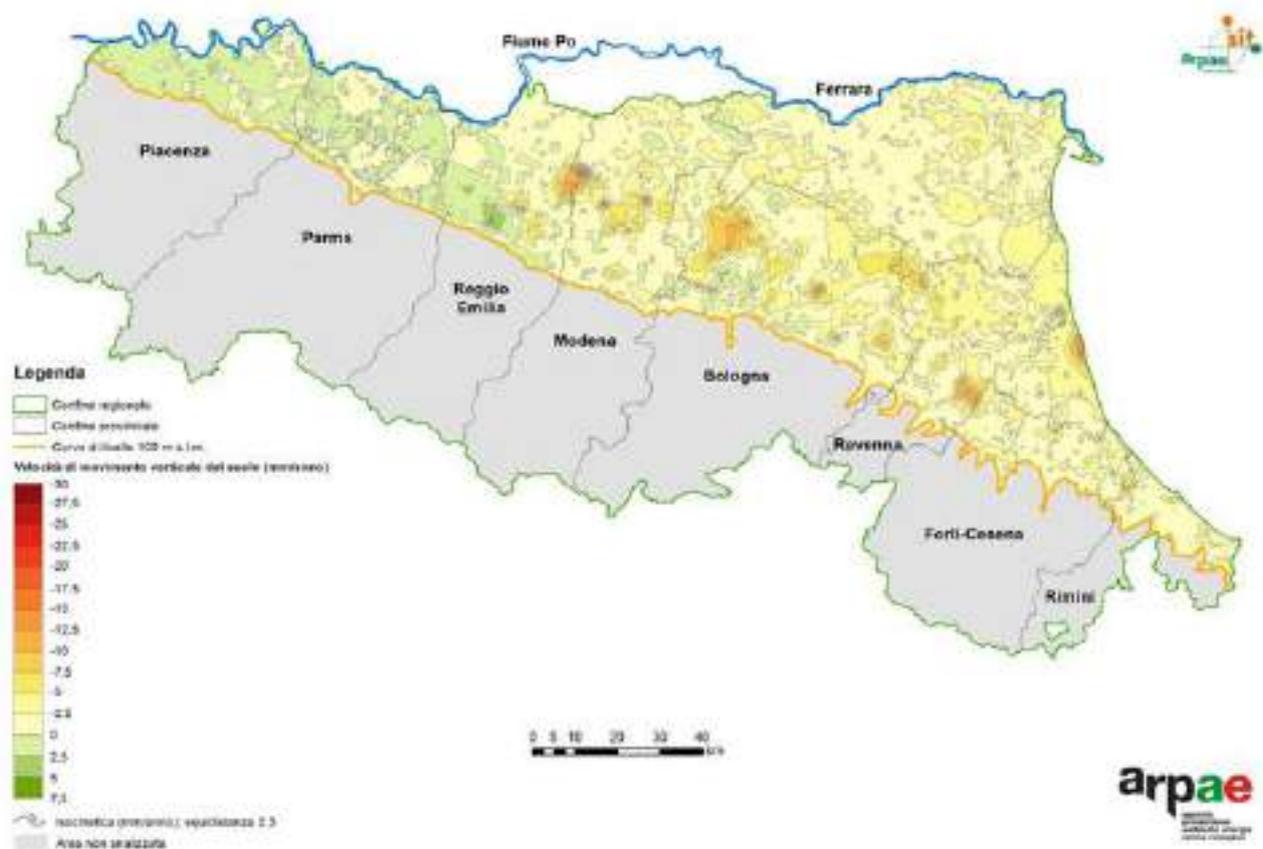


Figura 69 - Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2011-2016

Nelle seguenti Figg. 70-73 sono riportati gli stralci della carta delle velocità di movimento verticale per gli anni 1992-2000, 2002-2006, 2006-2011, 2011-2016 nell'area di progetto.

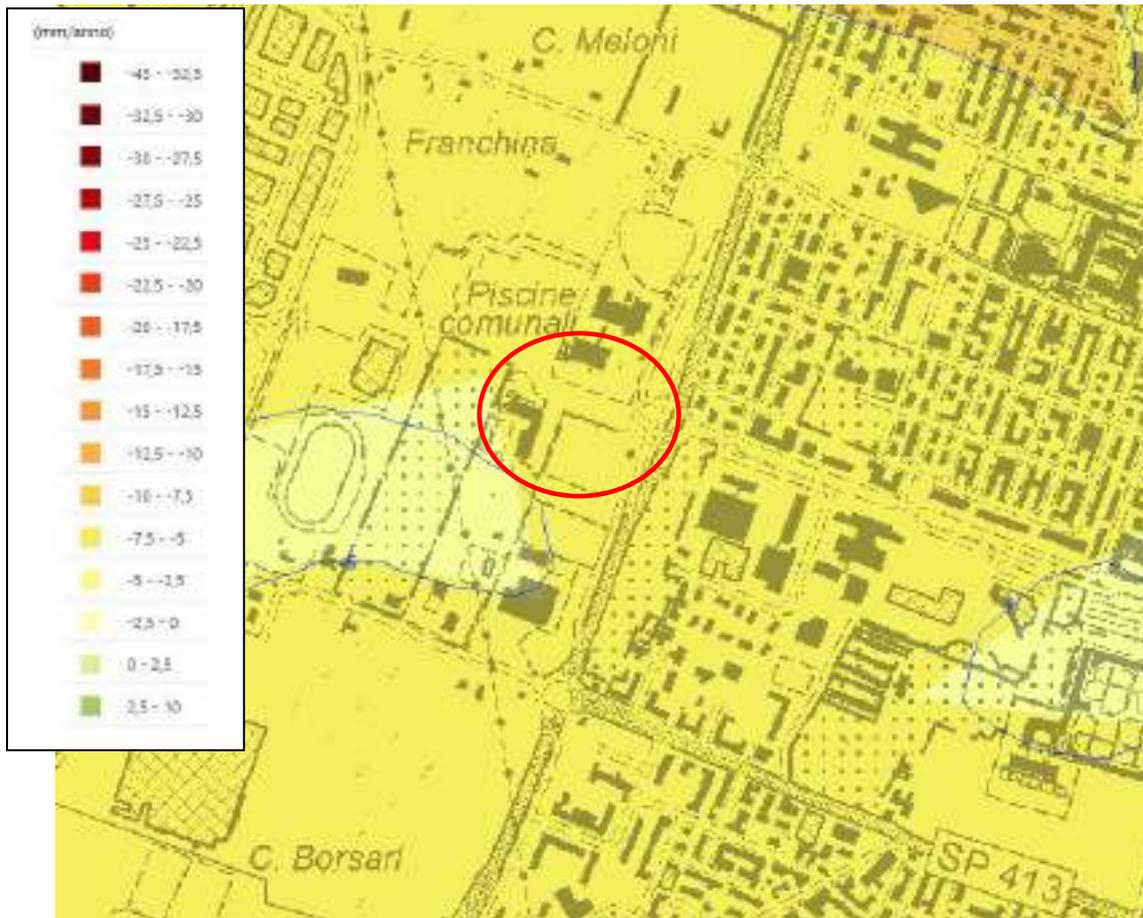


Figura 70 - Subsidenza nel periodo 1992-2000

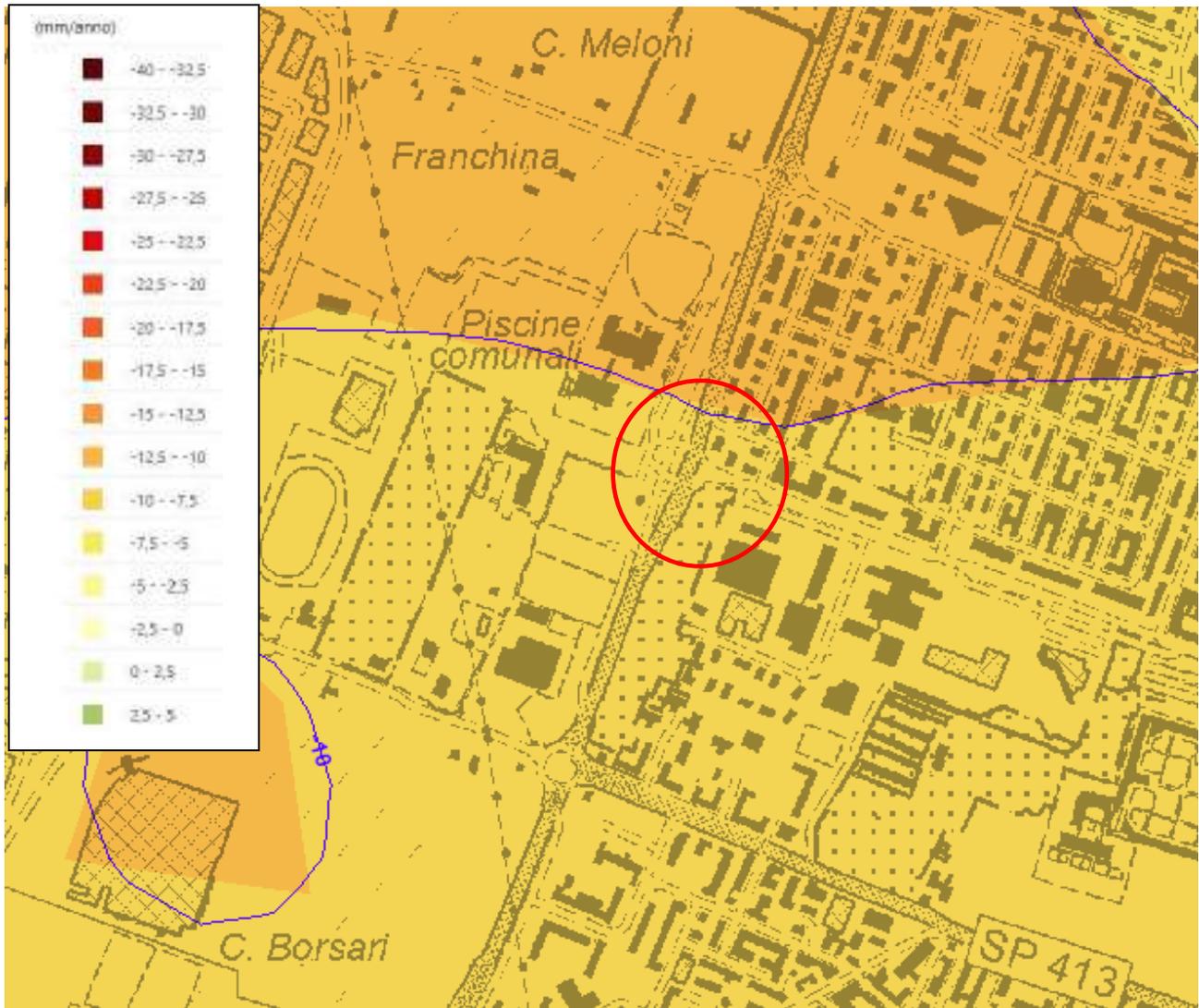


Figura 71 - Subsidenza nel periodo 2002-2006

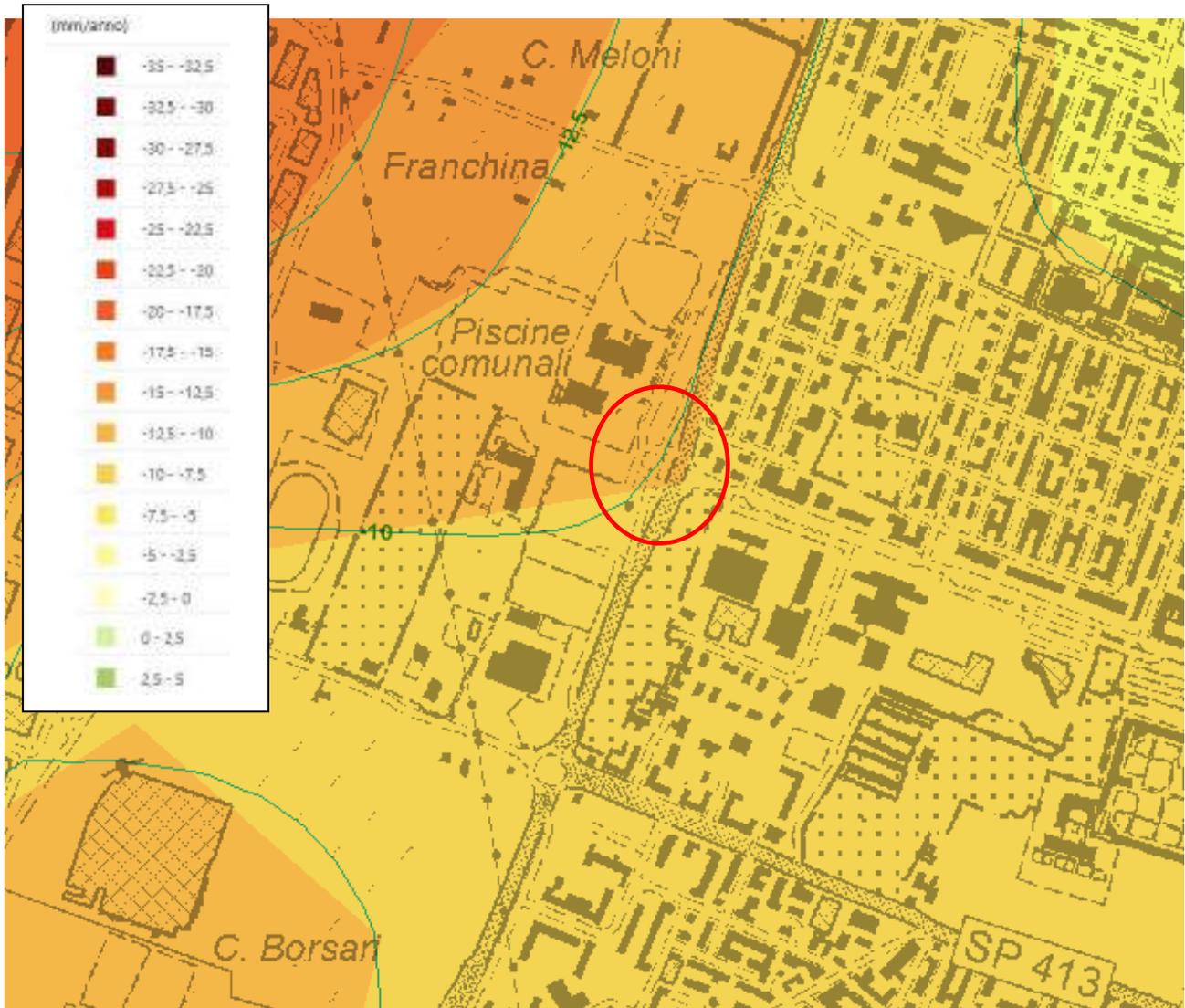


Figura 72 - Subsidenza nel periodo 2006-2011

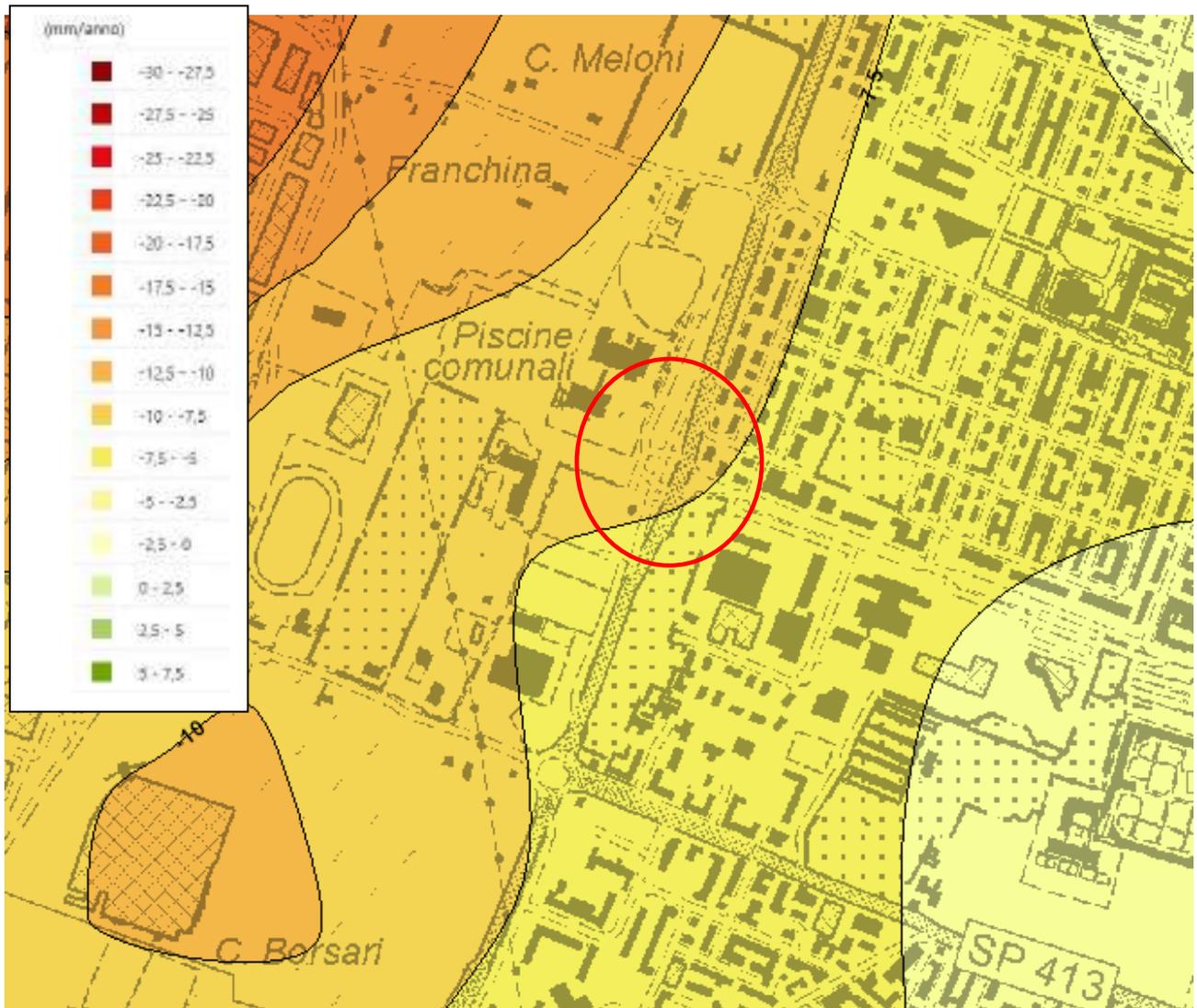
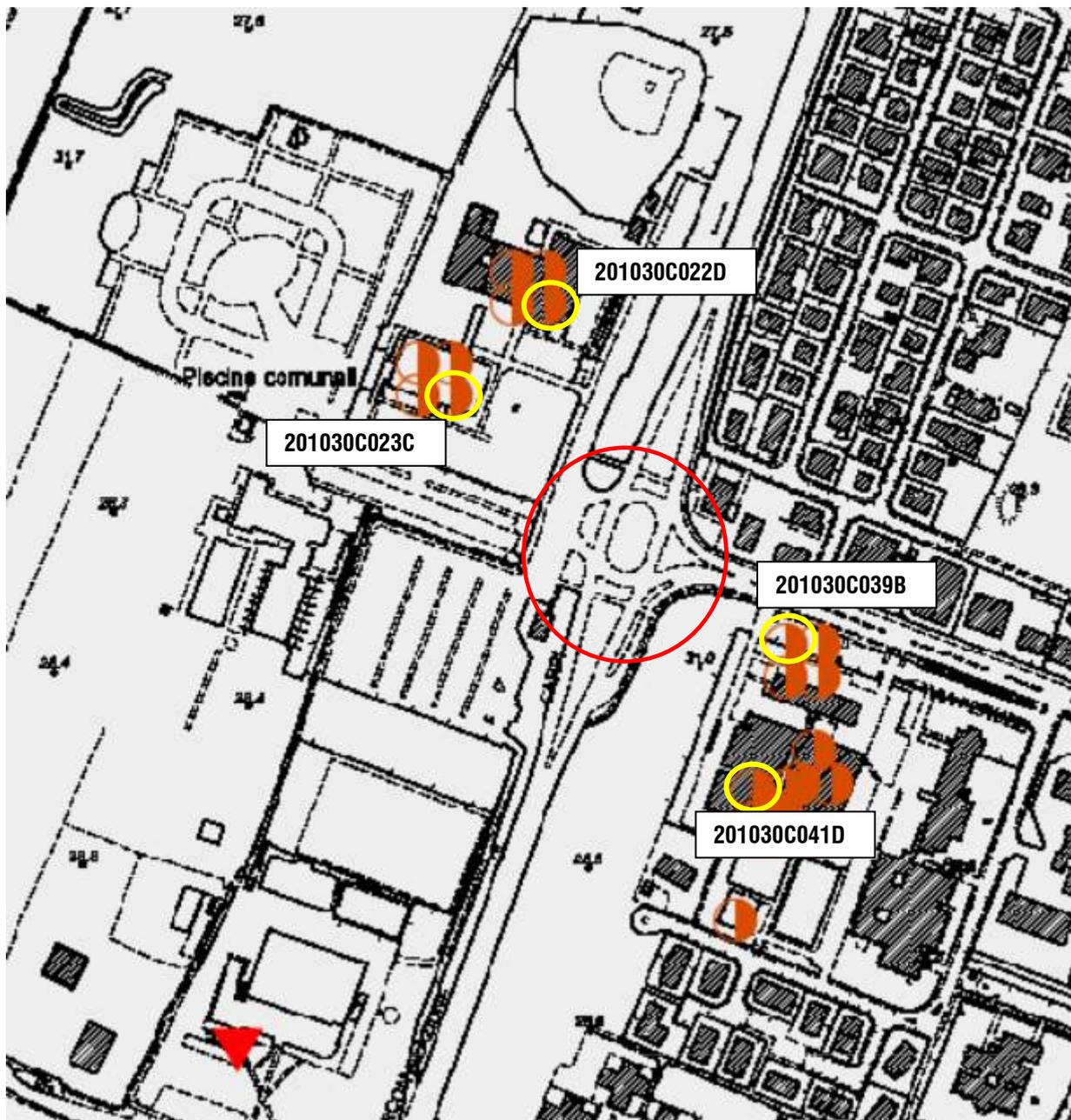


Figura 73 - Subsidenza nel periodo 2011-2016

5.2.5 Stratigrafia

Ai fini della caratterizzazione stratigrafica dei terreni dell'area di progetto si fa riferimento in questa fase progettuale alle indagini disponibili a livello banca dati regionale (<https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/geg/index.html>). Si tratta principalmente di prove penetrometriche CPT a punta meccanica, piuttosto datate e per le quali si dispone solo dei grafici qc e rp/rl. In Fig. 74 è riportata l'ubicazione delle prove eseguite nelle vicinanze dell'area di progetto.



 prova CPT con punta meccanica

 misure di microtremore a stazione singola (HVSR)

Figura 74 - Prove disponibili nella banca dati geognostici regionale. Cerchiate in giallo le prove utilizzate.

In sintesi sono state utilizzate le seguenti prove:

- prova CPT n. **201030C022D** prof. 20m
- prova CPT n. **201030C023C** prof. 20m
- prova CPT n. **201030C039B** prof. 15,5m
- prova CPT n. **201030C041D** prof. 12,5m

Le quattro prove penetrometriche illustrate nelle seguenti Figg. 75-78 mostrano valori di resistenza alla punta R_p mediamente compresi tra 10 e 20kg/cmq e R_p/RI ricadente quasi sempre nell'intervallo 15-30, corrispondente a limi e argille (Begemann 1965-AGI 1977) e, in subordine, con valori maggiori cui corrispondono sabbie e sabbie limose.

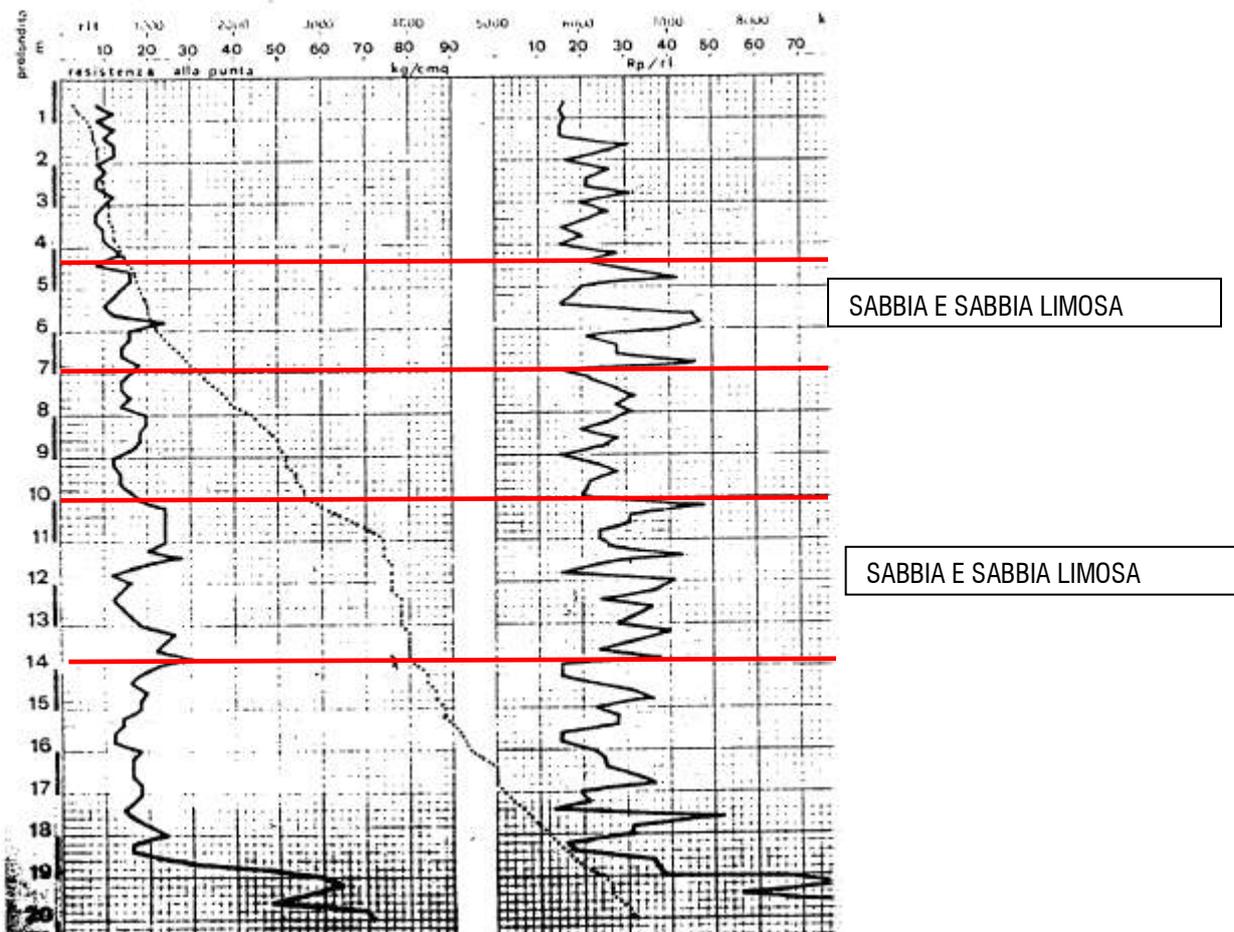


Figura 75 - Prova CPT **201030C022D**

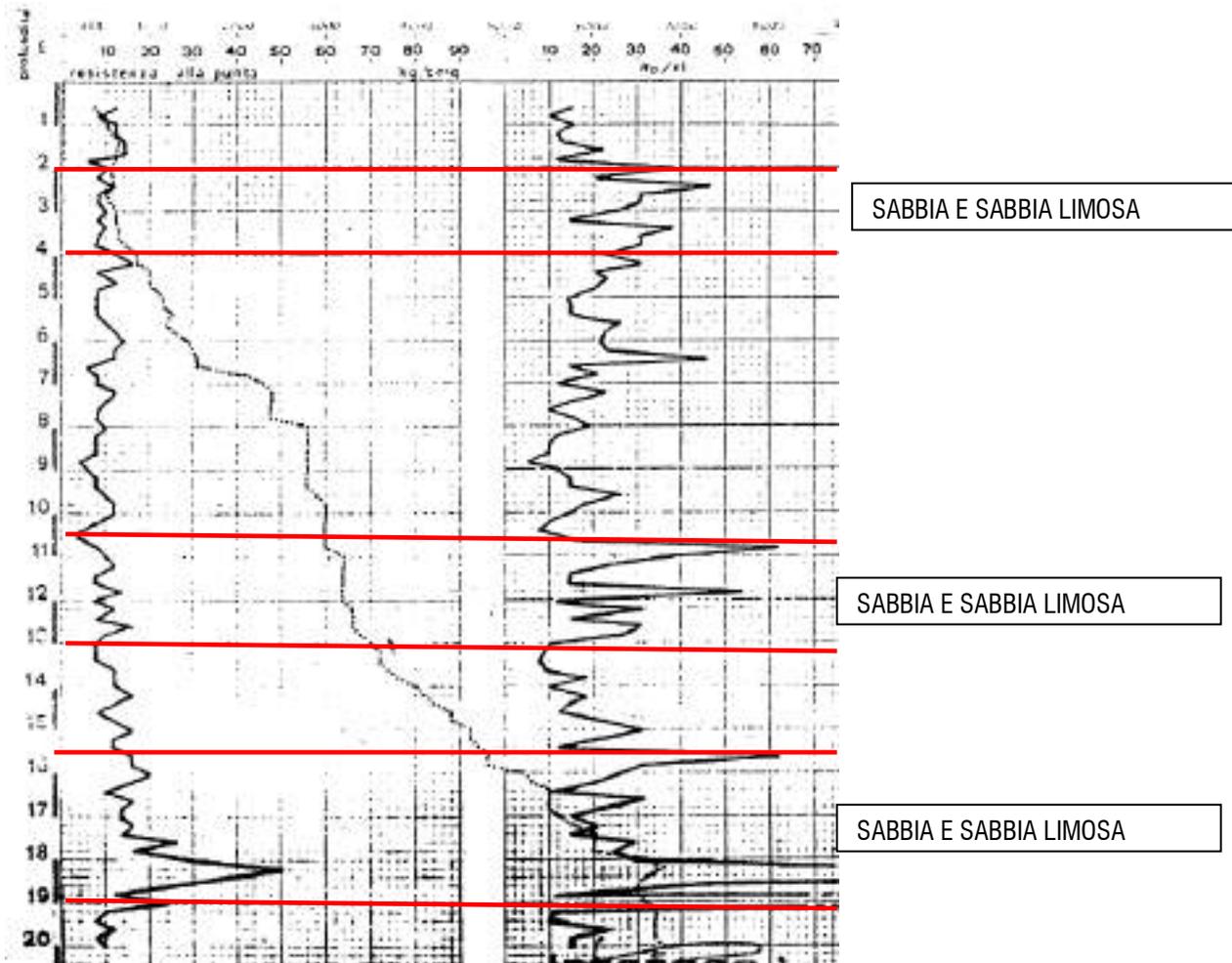


Figura 76 - Prova CPT 201030C023C

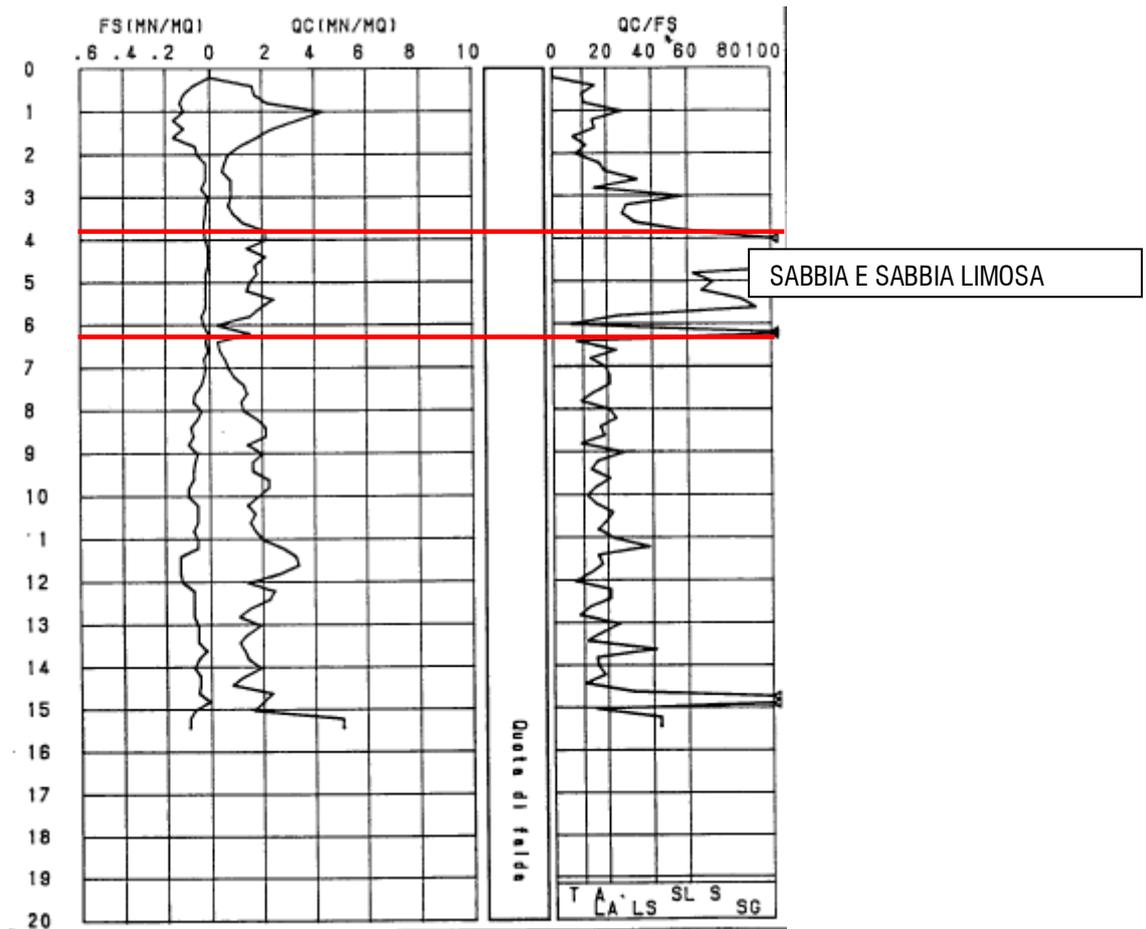


Figura 77 - Prova CPT 201030C039B

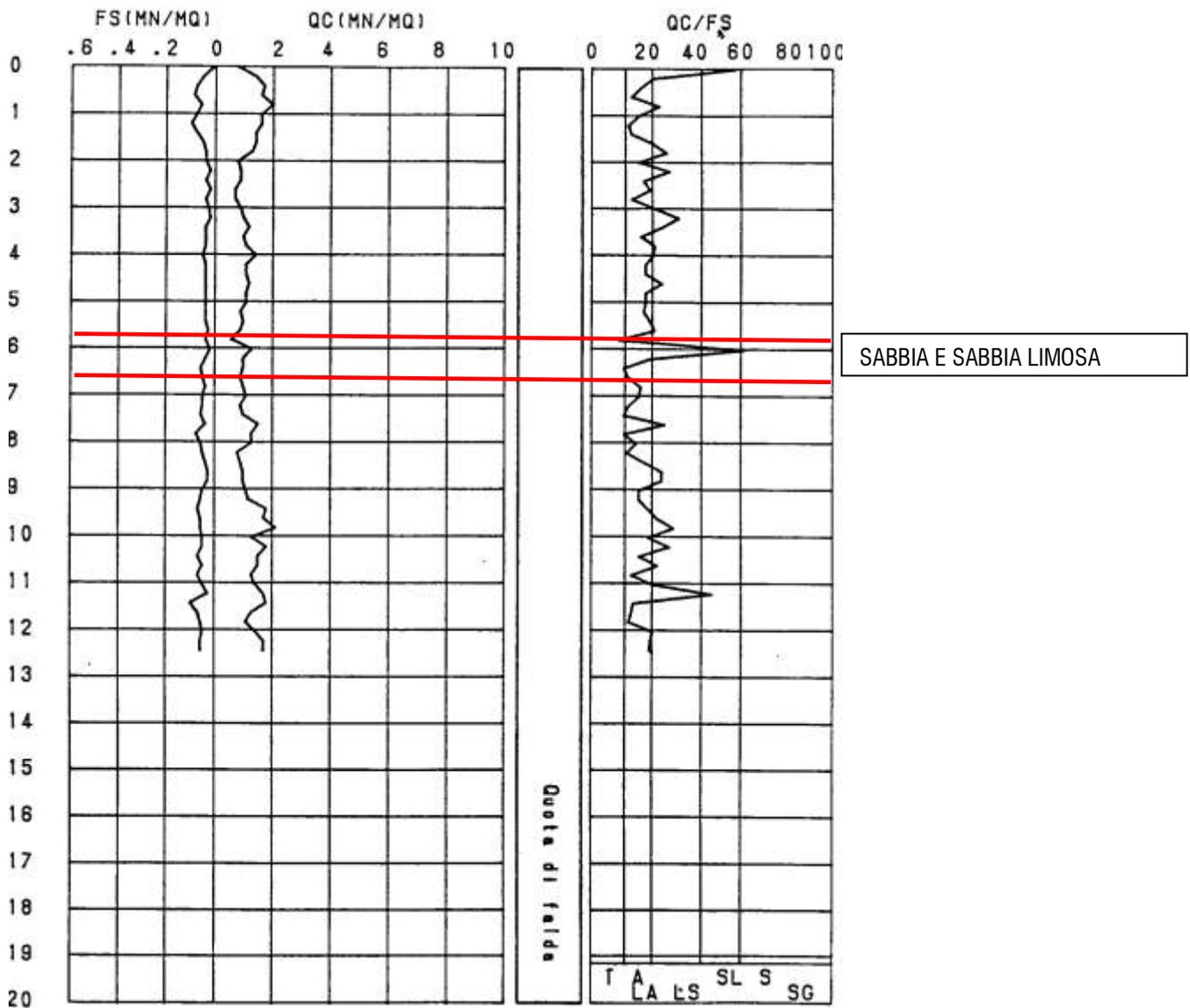
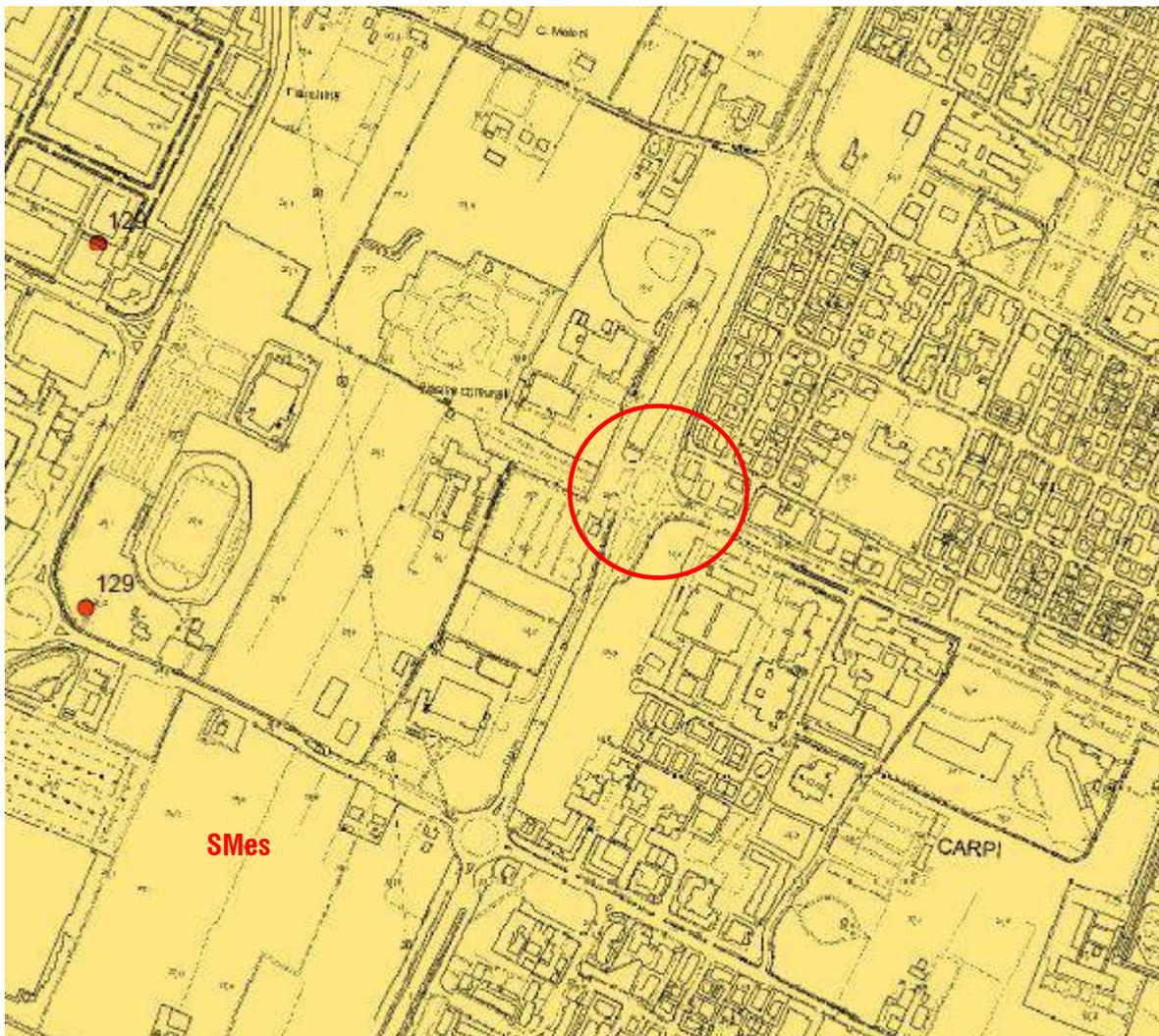


Figura 78 - Prova CPT 201030C041D

La Carta Geologico-tecnica di corredo allo studio di microzonazione sismica del Comune di Carpi (Fig.79) che illustra le caratteristiche litologiche, sedimentarie e granulometriche del primo sottosuolo (entro 2-3m da p.c.) mostra che i terreni di copertura nell'area di progetto sono classificati come SMes: sabbie limose, miscela di sabbia e limo di argine/barra/canali. Ciò è in discordanza con quanto desumibile dalle prove CPTU1 e CPTU2 che fanno rilevare terreni prevalentemente limoso-argillosi.



SMes Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di argine/barre/canali

Figura 79 - Carta geologico-tecnica. Microzonazione sismica del Comune di Carpi

In generale i sondaggi e le prove CPT di riferimento evidenziano la presenza, nell'area di progetto, di terreni a litologia limoso argillosa o argilloso limosa con intercalati consistenti livelli di sabbie e sabbie limose; i depositi, di origine alluvionale, hanno rapporti tra le facies marcatamente eteropici.

La campagna di indagini prevista nella successiva fase di progettazione consentirà di implementare il quadro conoscitivo con conseguente affinamento del modello stratigrafico nell'area di progetto.

5.2.6 Sismica

Sismicità Storica (da 1000 al 2017)

Con riferimento all'analisi della sismica storica del territorio interessato, vengono esaminati i dati riportati nel D.B.M.I.15 v2.0 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), che fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 . Rispetto alle versioni precedenti il contenuto del catalogo è stato rivisto per quanto concerne:

- la copertura temporale, estesa dal 2006 a tutto il 2017
- il database macrosismico di riferimento (DBMI15 versione 2.0; Locati et al., 2019), significativamente aggiornato
- i dati strumentali considerati, nuovi e/o aggiornati
- le soglie di ingresso dei terremoti, abbassate a intensità massima 5 o magnitudo 4.0 (invece di 5-6 e 4.5 rispettivamente)
- la determinazione dei parametri macrosismici, basata su una nuova calibrazione dell'algoritmo Boxer
- le magnitudo strumentali, che comprendono un nuovo set di dati e nuove relazioni di conversione.

Il catalogo copre all'incirca la stessa area di CPTI11 (Fig. 80), vale a dire l'intero territorio italiano con porzioni delle aree e dei mari confinanti, e contiene 4760 terremoti nella finestra temporale 1000-2017. Il catalogo, quindi, considera e armonizza il più possibile dati di base di diverso tipo e provenienza.

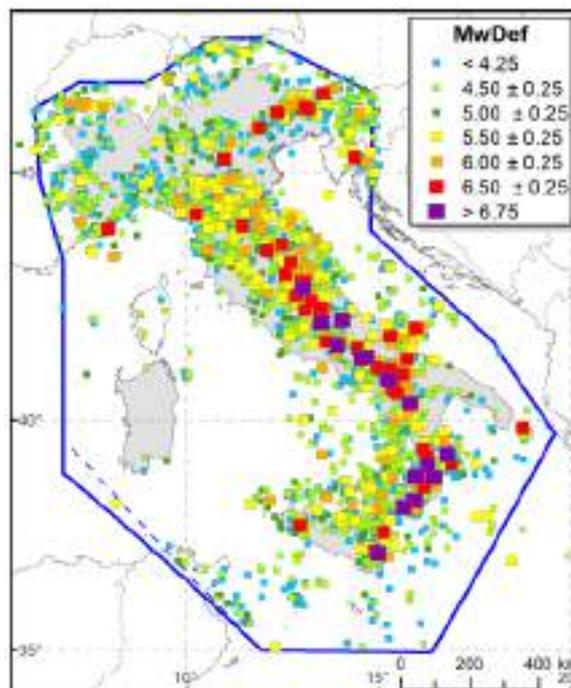


Figura 80 - Distribuzione geografica degli epicentri dei terremoti contenuti in CPTI15 per classi di Mw. La nuova copertura spaziale è rappresentata insieme a quella precedente (tratteggiata).

La magnitudo utilizzata è la magnitudo momento (Mw) e in tutti i casi è riportata la relativa incertezza.

In particolare sono stati estratti i dati disponibili per il comune di Carpi, in cui ricade l'area di progetto.

Nella seguente Tab. 9.1 viene riportato, l'elenco degli 84 terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4-5, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese, giorno, ora UTC), l'area epicentrale, il numero progressivo, l'intensità epicentrale e la magnitudo momento.

Seismic history of Carpi					
PlaceID IT_38203					
Coordinates (lat, lon) 44.784, 10.885					
Municipality (ISTAT 2015) Carpi					
Province Modena					
Region Emilia-Romagna					
No. of reported earthquakes: 84					
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
HD	1117 01 03 15 15	Veronese	55	9	6,52
F	1474 03 11 20 30	Modena	3	5	4,16
5	1624 03 19	Argenta	18	7-8	5,43
6-7	1661 03 21 23	Modenese	4	6-7	4,86
5	1666 04 14 18 58	Bolognese	3	5	4,16
5-6	1671 06 20 10	Modenese-Reggiano	8	7	5,27
4	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8	5,59
4	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4
6-7	1806 02 12	Reggiano	28	7	5,21
4-5	1811 07 15 22 44	Modenese-Reggiano	19	6-7	5,13
6	1818 12 09 18 55	Parmense	26	7	5,24
F	1828 10 09 02 20	Oltrepò Pavese	110	8	5,72
F	1831 07 14 15 30	Reggiano	8	5-6	4,6
6	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5,48
3-4	1831 09 13 05 30	Pianura emiliana	7		
6	1832 03 11 06 45	Carpi	14	5	4,51
5	1832 03 11 08 45	Parmense	14		
3-4	1832 03 12 08 45	Reggiano	7		
7	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5,51
F	1832 03 14 04 40	Reggiano	5		
F	1832 03 14 07 41	Reggiano	7		
5	1832 04 19 14 14	Reggiano	5		

Seismic history of Carpi					
PlaceID IT_38203					
Coordinates (lat, lon) 44.784, 10.885					
Municipality (ISTAT 2015) Carpi					
Province Modena					
Region Emilia-Romagna					
No. of reported earthquakes: 84					
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
3	1834 02 14 13 15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5,96
4	1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5,08
3	1834 10 04 19	Bolognese	12	6	4,71
3	1837 04 11 17	Lunigiana	60	9	5,94
3	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6,04
F	1850 09 18 06 20	Modenese	7	5	4,16
4	1860 07 17 13 43 31.00	Reggiano	5	4-5	3,93
4-5	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
3	1889 03 08 02 57 04.00	Bolognese	38	5	4,53
NF	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4,59
NF	1908 06 28 03 19	Finale Emilia	11	4-5	3,93
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34
NF	1910 03 22 23 29	Bassa modenese	15	5	4,16
5	1912 09 12 21 15	Carpi	13	4	3,76
6	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
4	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4,87
3	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5,82
4-5	1918 05 06 08 05	Reggiano	8	5-6	4,41
6	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6,38
6	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
3-4	1923 06 28 15 12	Modenese	22	6	5,04
7	1928 06 13 08	Carpi	35	6	4,67
5	1928 07 25 01 25	Carpi	3	4-5	3,93
3	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5,05
5	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5,13
3	1929 04 19 22 40	Bolognese	12	5-6	4,54
5	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5,36
4-5	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5,1
4	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5,29
4	1932 07 13 03 42	Reggiano	8	4-5	3,86

Seismic history of Carpi					
PlaceID IT_38203					
Coordinates (lat, lon) 44.784, 10.885					
Municipality (ISTAT 2015) Carpi					
Province Modena					
Region Emilia-Romagna					
No. of reported earthquakes: 84					
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
4	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
3-4	1937 12 10 18 04	Frignano	28	6	5,3
4	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4,96
2	1957 08 27 11 54	Appennino modenese	58	5	4,73
5	1963 11 04 15 46	Bassa modenese	5	5	4,16
4	1967 04 03 16 36 18.00	Reggiano	45	5	4,44
6	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	228	8	5,51
5	1971 09 11 23 18 12.00	Pianura emiliana	15	5	4,19
4	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
5	1978 12 25 22 53 41.00	Bassa modenese	28	5	4,39
3	1980 12 23 12 01 06.00	Piacentino	69	6-7	4,57
4	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
2	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4,43
4-5	1987 04 24 02 30 27.04	Reggiano	54	6	4,64
6	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
4	1987 05 08 11 10 27.88	Bassa modenese	24	6	4,44
5	1988 03 15 12 03 16.17	Reggiano	160	6	4,57
4	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	779	6-7	4,85
6-7	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	135	7	5,38
4	1996 10 26 04 56 54.10	Pianura emiliana	63	5-6	3,94
4	1996 10 26 06 50 26.94	Pianura emiliana	35	5-6	3,63
4-5	1996 11 25 19 47 53.85	Pianura emiliana	65	5-6	4,29
4-5	1996 12 16 09 09 53.08	Pianura emiliana	115	5-6	4,06
4	1997 05 12 22 13 52.50	Pianura emiliana	56	4-5	3,68
5	2000 06 18 07 42 07.68	Pianura emiliana	304	5-6	4,4
NF	2002 06 08 20 13 07.10	Frignano	115	4	4,23
NF	2002 06 18 22 23 38.10	Frignano	186	4	4,3
4	2003 09 14 21 42 53.18	Appennino bolognese	133	6	5,24
4-5	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	291	6-7	5,36
3-4	2011 07 17 18 30 27.31	Pianura lombardo-veneta	73	5	4,79
6	2012 05 29 07 00 02.88	Pianura emiliana	87	7-8	5,9

Tab. 9.1.

Nella seguente Fig. 81 sono riportate le intensità sismiche degli eventi elencati in Tab. 9.1 in funzione degli anni.

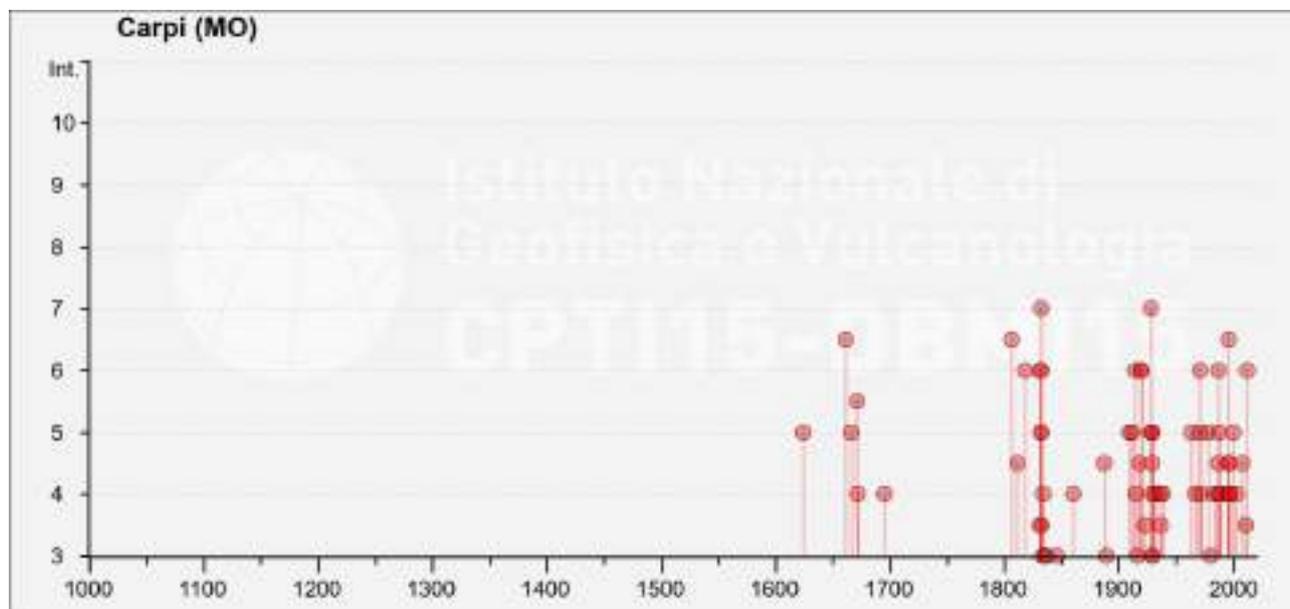


Figura 81 - Intensità macrosismiche dal 1000 al 2017 nel Comune di Carpi

Faglie capaci

Il termine “faglie capaci” è utilizzato per descrivere le faglie “sismiche” con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni potenzialmente “capaci” di produrre deformazioni in superficie.

La riattivazione di faglie capaci è in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere \geq VIII-IX grado della scala ESI2007.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA “ITaly HAZard from CApable faults”, disponibile on-line all’indirizzo <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/index.html>.

Il database del Progetto ITHACA, raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

Nella seguente Fig. 82 si riporta uno stralcio planimetrico della distribuzione delle faglie capaci del Progetto ITHACA relativamente ad un ampio areale contenente la tratta in progetto.

Come si può osservare l’area vasta è interessata dalla presenza di faglie che sono collegate al modello strutturale del sottosuolo della pianura già esposto nei paragrafi precedenti. Spiccano per vicinanza all’area di Carpi la faglia inversa Budrione-Modena (Cod. 93760) localizzata a N e la faglia inversa Castellazzo-Modena (Cod. 90511) localizzata a S.

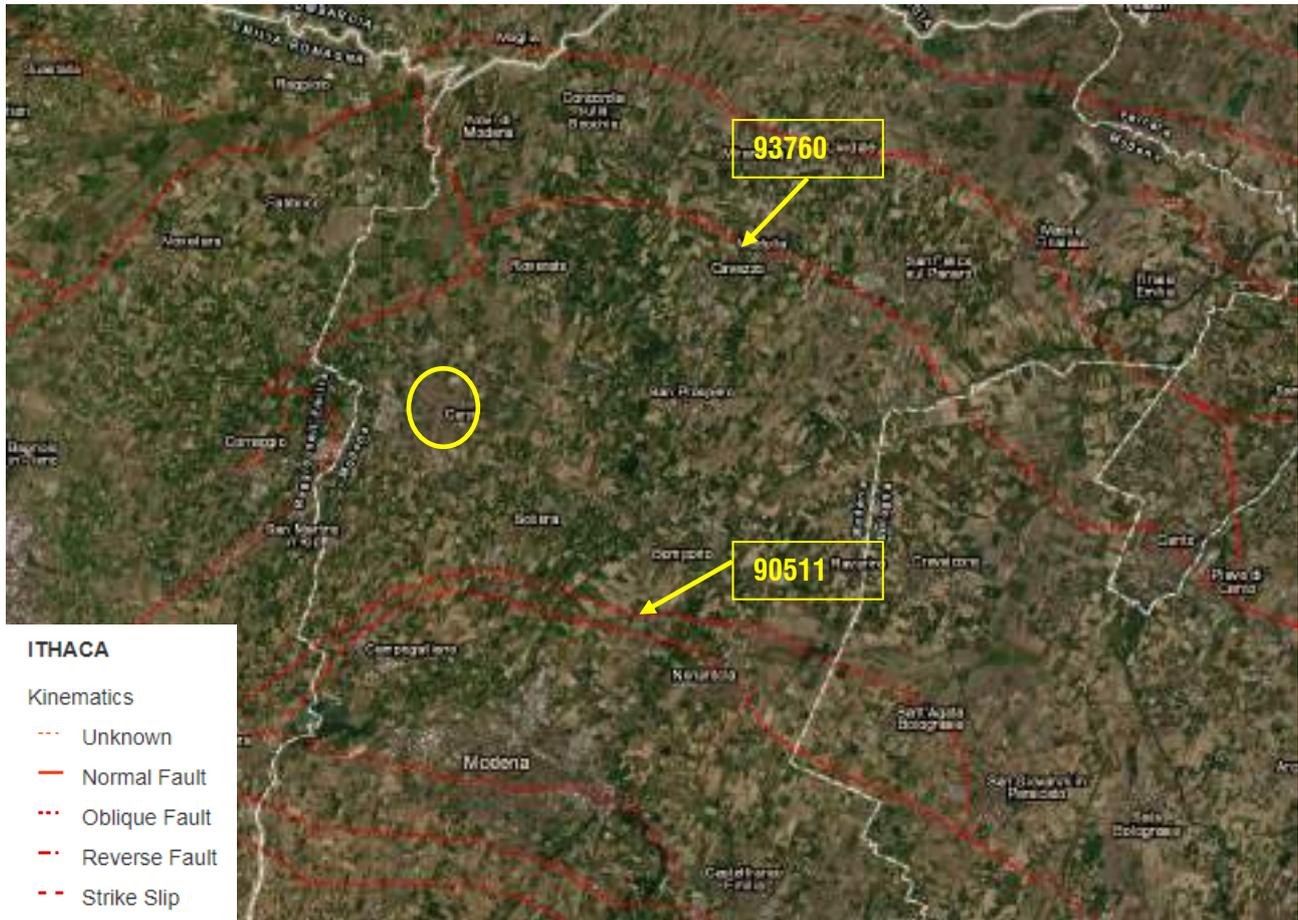


Figura 82 - Faglie capaci nell'area intorno a Carpi e loro codice. Progetto ITHACA

Strutture sismogenetiche

Benché le moderne investigazioni della sismotettonica regionale siano iniziate più di 30 anni fa, la conoscenza delle sorgenti sismogenetiche è ancora incerta. Questo dipende soprattutto dal fatto che l'attività tettonica è collegata ai movimenti di sistemi di faglie cieche, le cui caratteristiche (es. lunghezza del singolo segmento, entità del scivolamento ecc.) non può essere definita solamente attraverso la classica analisi geomorfologica ma derivano dall'applicazione di algoritmi che permettono di definire la geometria della sorgente dai dati puntuali di distribuzione dell'intensità dei terremoti storici.

L'identificazione di tali sorgenti, concisamente definite silenti, permette di definire le aree potenzialmente affette da un alto livello di pericolosità sismica.

La sismicità dell'area è legata al complesso quadro strutturale del fronte compressivo del margine sepolto dell'Appennino Settentrionale. Secondo il Database of Individual Seismic Sources (DISS 3.2.1) l'area di progetto è collocata all'interno della sorgente sismogenetica composita "ITCS051-Carpi-Poggio Renatico" (Fig. 83 a, b), caratterizzata da una magnitudo di riferimento ($TR=475$ anni) pari a $Mw=6$; un segmento di questa sorgente è la sorgente sismogenetica del terremoto di magnitudo $MW=5,9$ del 29 Maggio 2012, che fu il secondo shock sismico principale della sequenza del 2012. Immediatamente ad Ovest di Carpi, è presente un'altra sorgente sismogenetica composita denominata "ITCS049-Campegine-Correggio" con $Mw=5,5$.

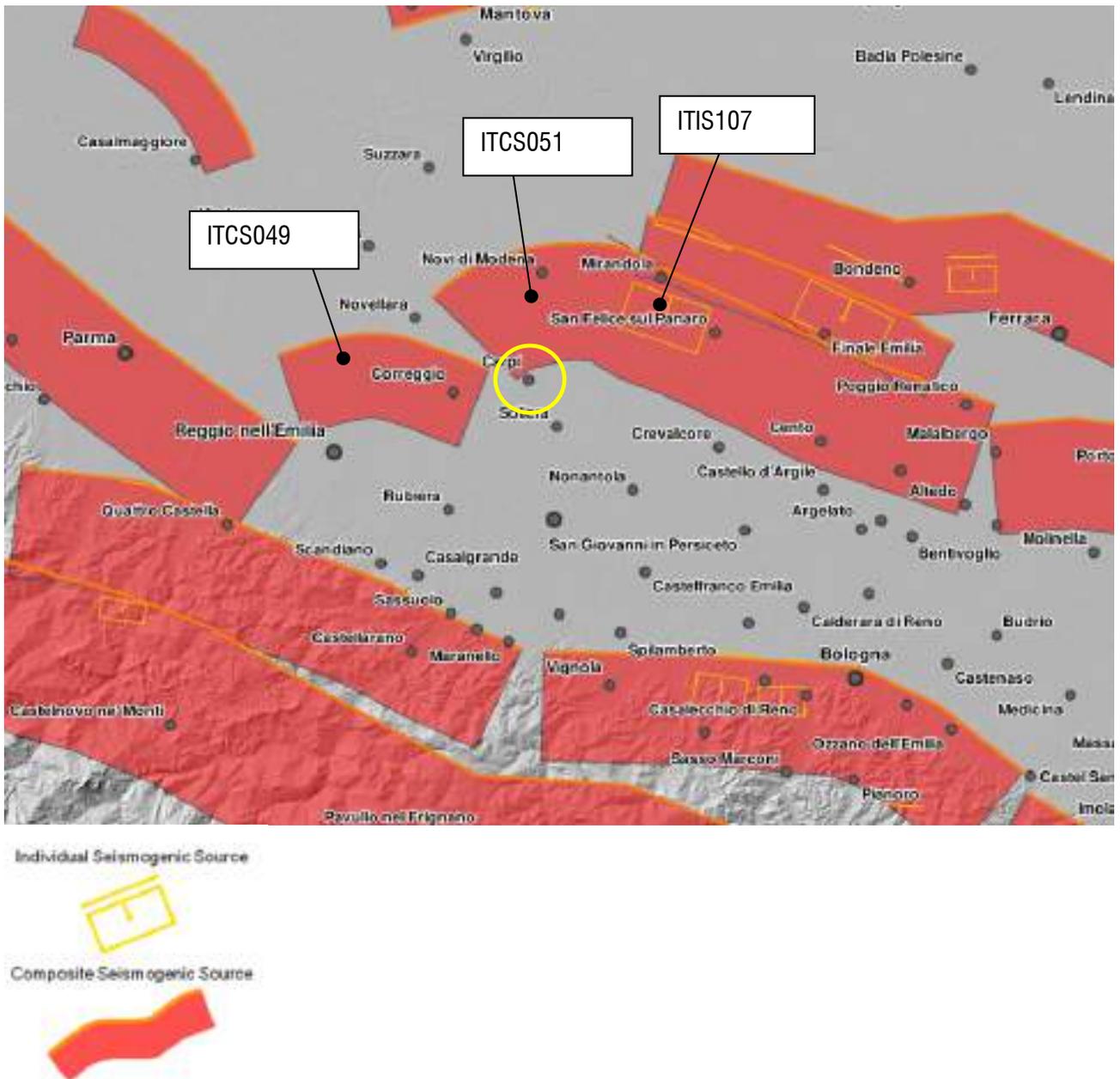


Figura 83. Posizione dell'area di progetto in funzione delle sorgenti sismogenetiche. Da banca dati DISS3.2.1.
<http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>

All'interno della sorgente composta è presente la sorgente sismica individuale denominata "ITIS107-Mirandola" che fu attivata dal sisma del 29 Maggio 2012 producendo un percettibile sollevamento dell'anticlinale sepolta di Mirandola (Fig. 84) anch'essa caratterizzata da magnitudo $M_w=6$.

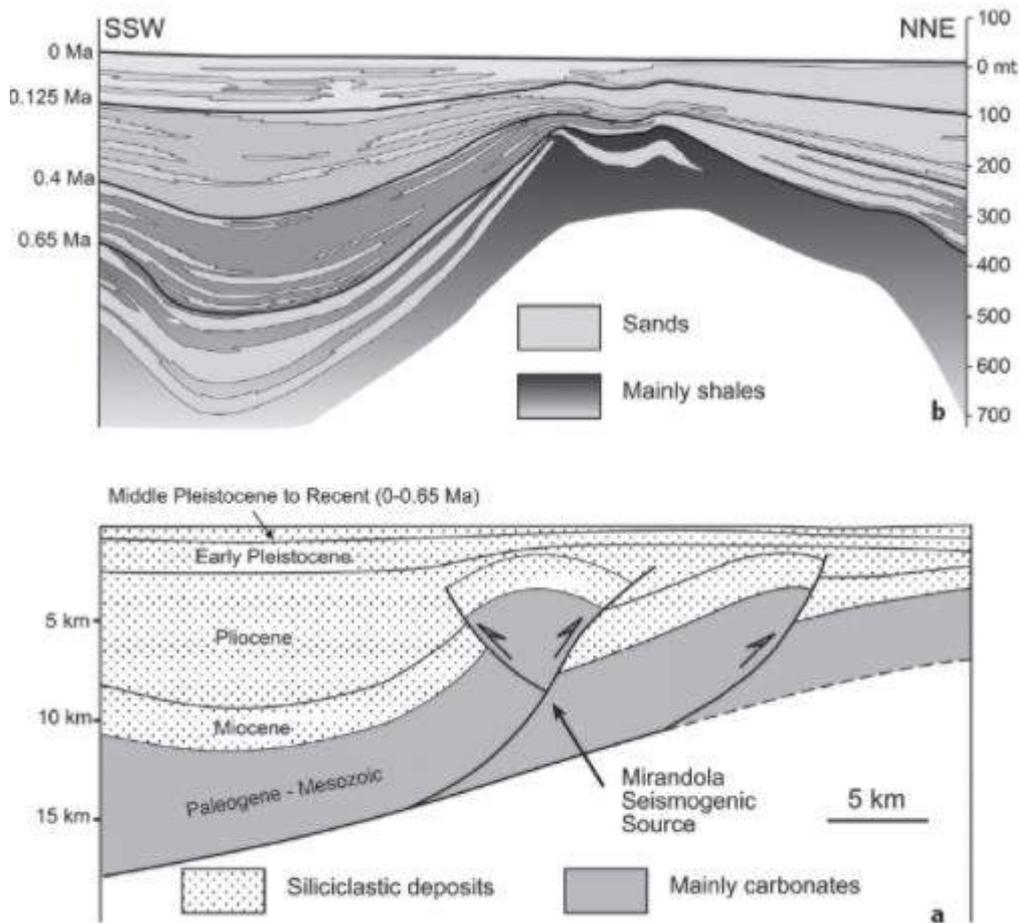


Figura 84 - Sezione geologica dell'anticlinale di Mirandola. a) sezione geologica semplificata (Pieri & Groppi 1981, CNR 1992), b) assetto stratigrafico da Pleistocene medio all'Attuale basato su dati stratigrafici ad alta risoluzione (RER & AGIP-ENI 1998)

Zone Sismogenetiche

Le zone sismogenetiche sono state definite in base a uniformità e congruenza cinematica con il modello deformativo. In base alla cartografia ZS9 del Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica – INGV (OPCM 3274/03), la porzione di pianura emiliano-romagnola in cui ricade l'area di progetto può essere associata alla zona **912** "Dorsale Ferrarese (Mw=6,4)" (Fig. 85).

La zona 912, assieme alla 917 rappresentano la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale. Nella zona 912, che chiude poco a Sud di Porto San Giorgio, dove non si hanno più evidenze di cinematica compressiva, il numero di terremoti è superiore rispetto alla zona 917 che include le sorgenti sismogenetiche principali della fascia appenninica esterna.

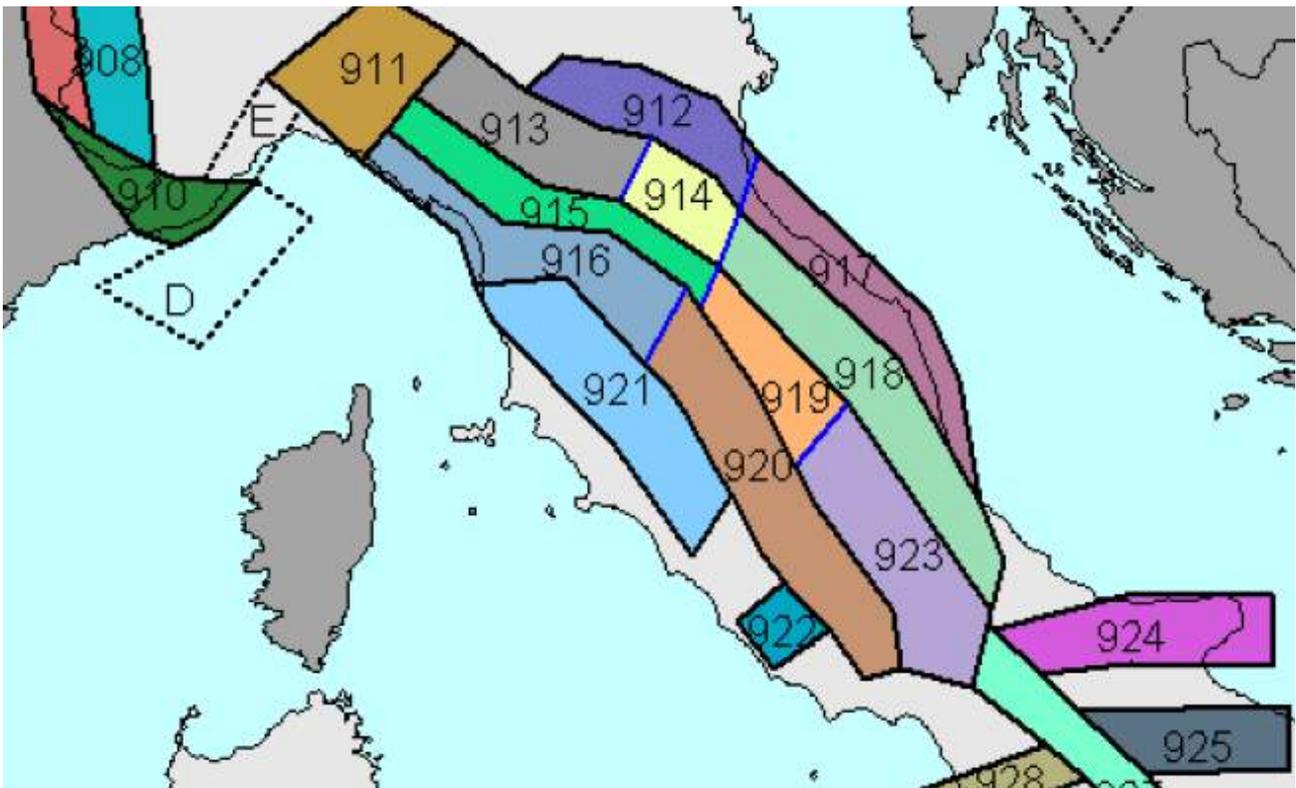


Figura 85 - Zonazione sismogenetica ZS9 per l'Appennino Settentrionale e Centrale.

Classificazione Sismica

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità, che coprivano però circa il 45% della superficie nazionale (Decreti ministeriali del Ministero dei Lavori Pubblici emanati dal 1981 al 1984). L'emanazione dell'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003 ha stabilito la nuova classificazione sismica di tutto il territorio nazionale sulla base di studi più recenti, e disciplinato la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio, hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, realizzato con il supporto di centri di competenza quali l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Gruppo di Lavoro 2004), è stato adottato successivamente con l'Ordinanza del P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità introduce

degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche:

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

Tab. Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

La Regione Emilia-Romagna con **DGR 1164 del 23/07/2018** ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale. In base alla classificazione il territorio comunale di Carpi rientra in **ZONA 3** (Fig. 86).



Figura 86 - Mappa di aggiornamento della classificazione sismica della Regione Emilia Romagna - DGR 1164 del 23/07/2018

Con l'introduzione delle NTC del D.M. 14 gennaio 2008 e, successivamente, con le NTC 2018, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente" (secondo il quale

l'accelerazione di base a_g derivava direttamente dalla Zona sismica di appartenenza del comune senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni).

Per ogni costruzione ci si deve riferire dunque ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della "vita nominale" dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Dalla Mappa di Pericolosità Sismica di Fig. 9.8. elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si evince che il territorio interessato dal progetto ricade in un areale caratterizzato da valori di a_{max} con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800\text{m/s}$ - cat. A di cui al DM 14/01/2008 e s.m.i.) che variano da 0.150 a 0.175g.

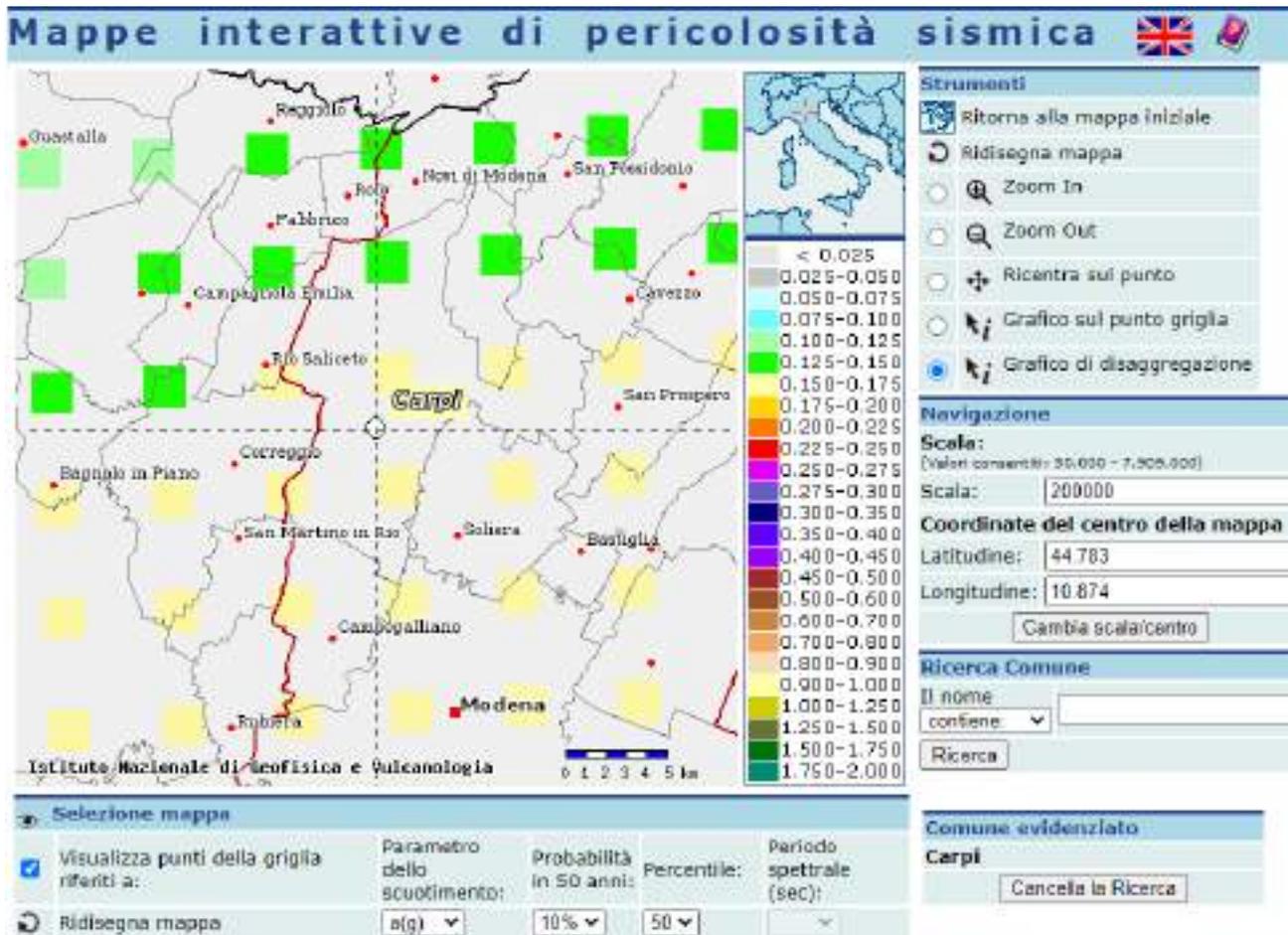


Figura 87 - Mappa di Pericolosità Sismica (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Bisogna rilevare che le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale sopra menzionate prevedono una diminuzione della PGA da sud verso nord, in opposizione a quanto si è verificato con il sisma del Maggio 2012 nel territorio emiliano. Nella seguente Tab. 9.3 sono riportati i dati delle stazioni accelerometriche che mostrano che i valori di normativa sono stati superati più volte nel corso dell'evento sismico.

Sigla	Nome stazione	Comune	PGA _{max} (PGA/g)	Evento (M _L)	D
CAS0	Castelmassa	Castelmassa (RG)	130.000 (0.133)	29/5/2012 07.00.03 (5.8)	26.3
CRP	Carpi	Carpi	140.000 (0.143)	29/5/2012 10.55.57 (5.3)	16.0
FIN0	Finale Emilia	Finale Emilia	122.322 (0.125)	23/5/2012 21.41.18 (4.3)	5.1
MOG0	Moglia	Moglia (MN)	240.000 (0.245)	29/5/2012 07.00.03 (5.8)	16.4
			216.634 (0.221)	29/5/2012 10.55.57 (5.3)	9.0
MRN	Mirandola	Mirandola	303.300 (0.309)	20/5/2012 02.03.52 (5.9)	13.2
			205.155 (0.209)	20/5/2012 03.02.50 (4.9)	3.3
			900.000 (0.917)	29/5/2012 07.00.03 (5.8)	3.6
			155.342 (0.158)	29/5/2012 08.27.23 (4.7)	4.4
			197.267 (0.201)	29/5/2012 10.55.57 (5.3)	4.4
			250.960 (0.256)	29/5/2012 11.00.25 (5.2)	9.1
NVL	Novellara	Novellara	134.292 (0.137)	29/5/2012 10.55.57 (5.3)	22.4

Stazioni accelerometriche che hanno registrato PGA superiori a 100 cm s^{-2} nel corso della crisi sismica del Maggio 2012 (dal Bollettino della Rete Accelerometrica Nazionale a cura del Dipartimento della Protezione Civile. PGA_{max} = massima accelerazione del terreno registrata (in cm s^{-2} e, tra parentesi, rispetto all'accelerazione di gravità, $g = 981 \text{ cm s}^{-2}$), M_L = magnitudo del terremoto che ha prodotto la PGA_{max}, D = distanza della stazione dall'epicentro (km). La data dell'evento è seguita dal tempo origine della scossa (ora, minuti e secondi).

Tab. Stazioni accelerometriche che hanno registrato PGA superiori a 100 cm/s^2 durante la crisi sismica del Maggio 2012

Le caratteristiche sismiche di un'area dipendono dalle sorgenti sismogenetiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti (pericolosità sismica di base); tuttavia il moto sismico in superficie può essere modificato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali (accumuli di detriti, versanti acclivi, depositi suscettibili di liquefazione etc....). La Microzonazione Sismica ha lo scopo di individuare, a scala comunale, le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso oppure possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

A livello nazionale, il 13 novembre 2008 è stato approvato il documento relativo agli "Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica", dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza Unificata delle Regioni e delle Province autonome. Gli indirizzi e i criteri costituiscono un utile documento di interesse nazionale di riferimento per gli studi e le analisi relative alla microzonazione sismica, applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica e della normativa tecnica per la progettazione.

A livello comunale e subcomunale, in base a quanto definito dall'O.P.C.M. 3907/2010 e dalle specifiche tecniche definite negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) è stato necessario individuare le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

Gli ICMS individuano, in funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, vari livelli di approfondimento degli studi di Microzonazione Sismica (MS), con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3.

Lo studio di Microzonazione del Comune di Carpi è stato effettuato per i livelli 1, 2, 3 nel 2013 ed ha portato alla realizzazione dei seguenti elaborati cartografici:

Livello 1

- Carta delle Indagini

- Carta Geologico-Tecnica: descrive le caratteristiche litologiche dei primi 2-3m da p.c.
- Carta delle frequenze naturali dei terreni: riporta il valore della frequenza naturale
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

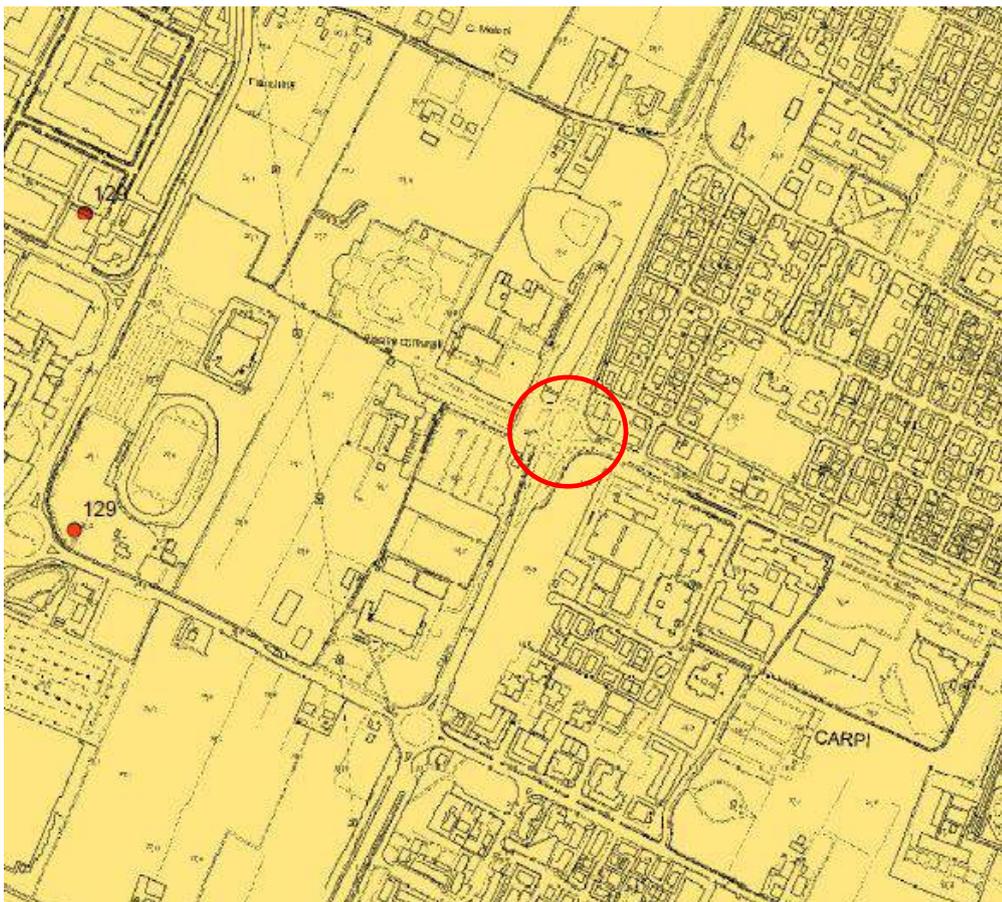
Livello 2

- Carta delle Velocità delle onde di taglio: riporta i valori puntuali delle Vs30
- Carta di Microzonazione sismica Livello 2 FA SI 0.1-0.5s, 0.5-1s
- Carta di Microzonazione sismica Livello 2 FA-PGA

Livello 3

- Carta di Microzonazione Sismica Livello 3 solo per aree urbanizzate e urbanizzabili.

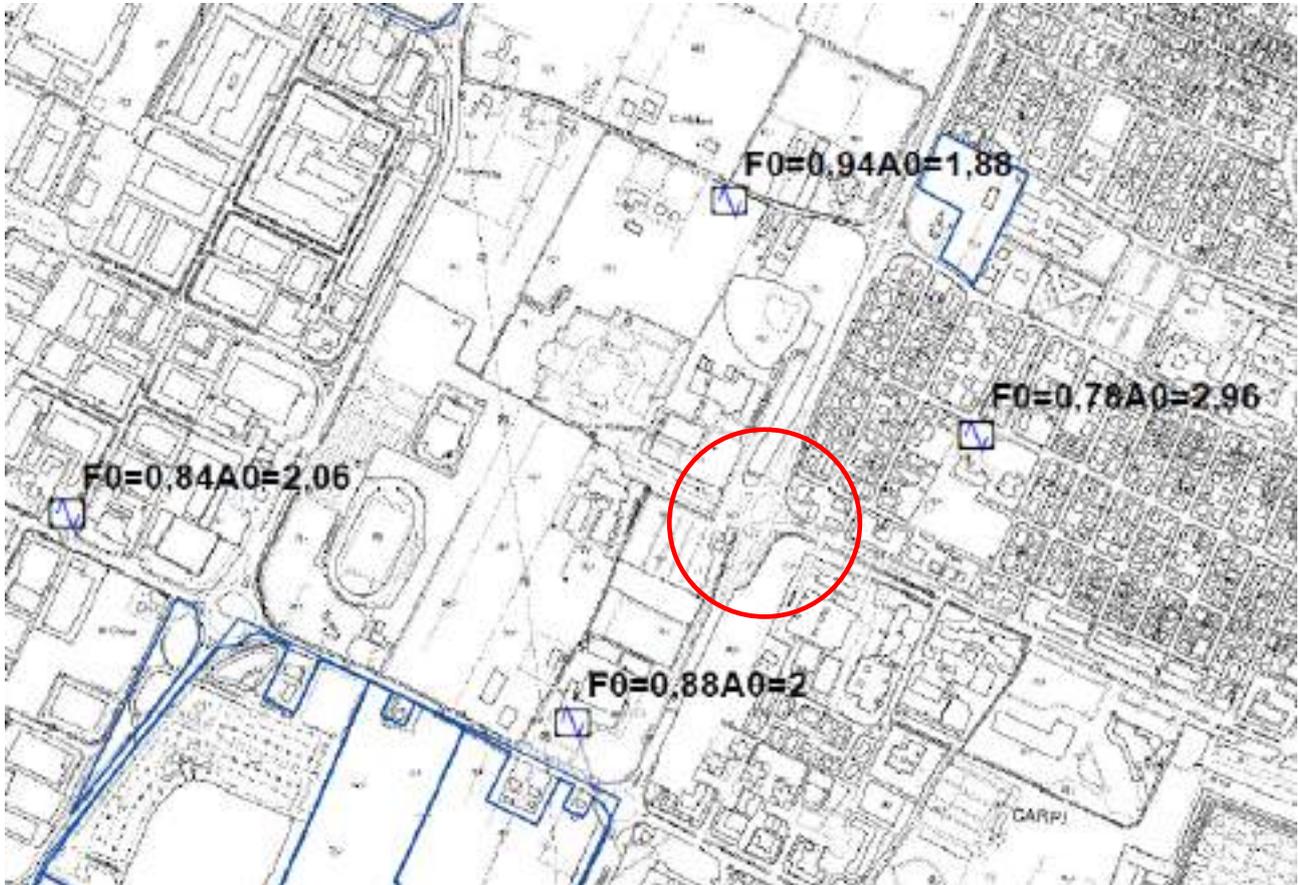
La Carta geologico-tecnica (Fig. 87), come già esposto precedentemente, mostra che l'area di progetto ricade su terreni classificati come "Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di argine/barre/canali" (**SMes**). Si fa però presente che la cartografia si riferisce al primo sottosuolo (entro 2-3m da piano campagna).



SMes Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di argine/barre/canali

Figura 87 - Carta Geologico-Tecnica

La Carta delle frequenze naturali del terreno (Fig. 88) mostra che nell'ambito dell'area di progetto la frequenza naturale F_0 varia tra 0,88 e 0,94Hz e che il rapporto H/V varia tra $A_0=1,88$ e $A_0=2,96$.



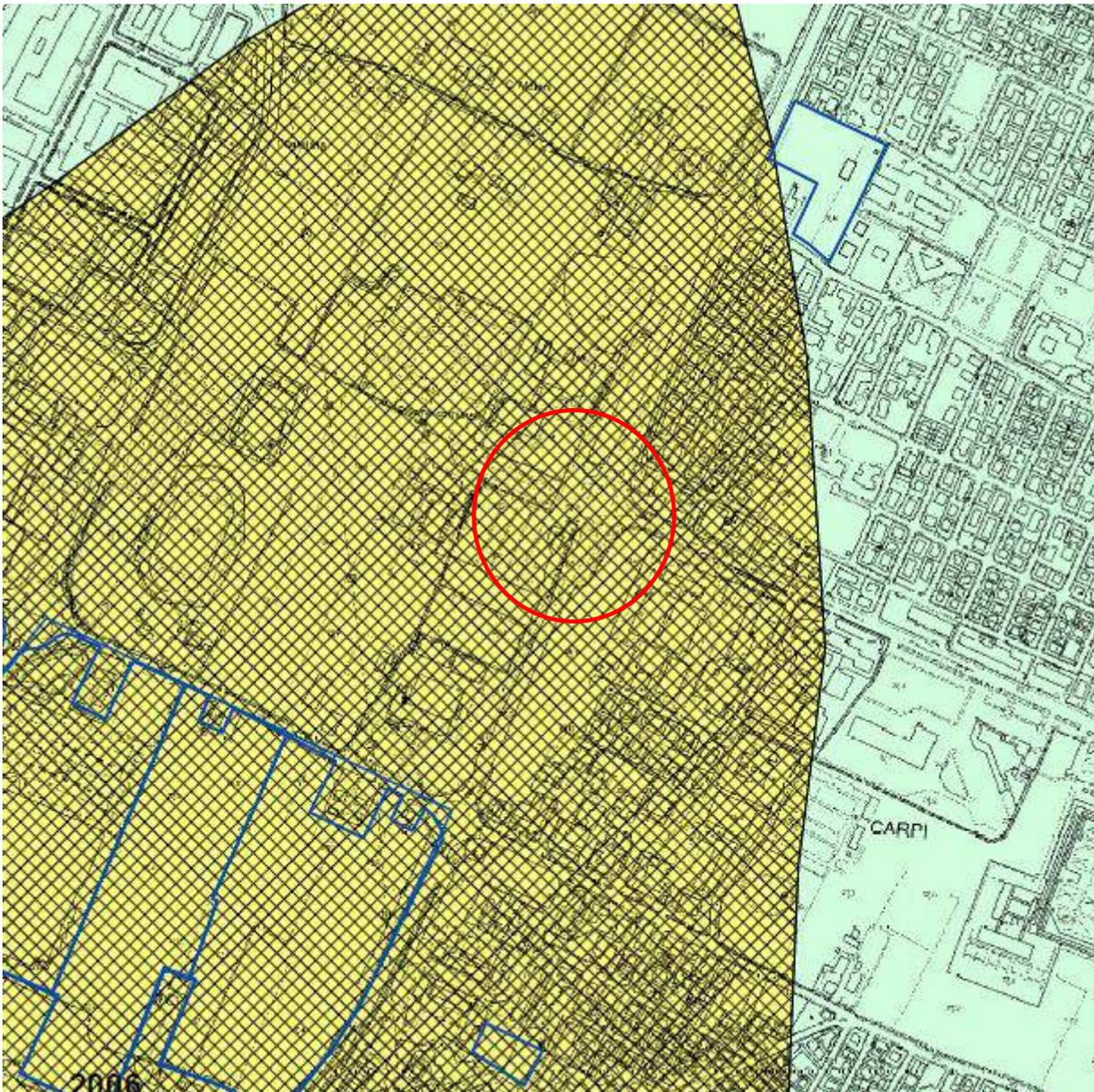
F_0 - Frequenza naturale dell'indagine HVSR (in hertz)

A_0 - Ampiezza del rapporto H/V

 Stazione microtremore a stazione singola

Figura 88 - Carta delle frequenze naturali del terreno

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – MOPS (Fig. 89) mostra che l'area di progetto ricade nella Zona 6: Alternanze tra strati metrici/plurimetrici sabbiosi e strati metrici/plurimetrici pelitici. Risultano inoltre problematiche connesse a fenomeni di liquefazione.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001 Zona 1 - Alternanze di strati di argille e argille limose con strati di limi, limi sabbiosi e sabbie limose (sedimenti di provenienza appenninica)
- 2004 Zona 4 - Peliti prevalenti (con radi strati sabbiosi) fino almeno a 20-30 m di profondità.
- 2005 Zona 5 - Alternanze tra strati metrici/plurimetrici sabbiosi e strati metrici/plurimetrici pelitici

Zone suscettibili di instabilità

- Liquefazioni
- Aree urbanizzate e urbanizzabili

Figura 89 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

La Carta della velocità delle onde di taglio di Livello 2 (Fig. 90) mostra che, in base alle misure effettuate in sede di studio di micro zonazione sismica, valori della velocità delle onde di taglio V_{s30} nell'ambito dell'area di progetto ricadono fra 197 e 236m/s.

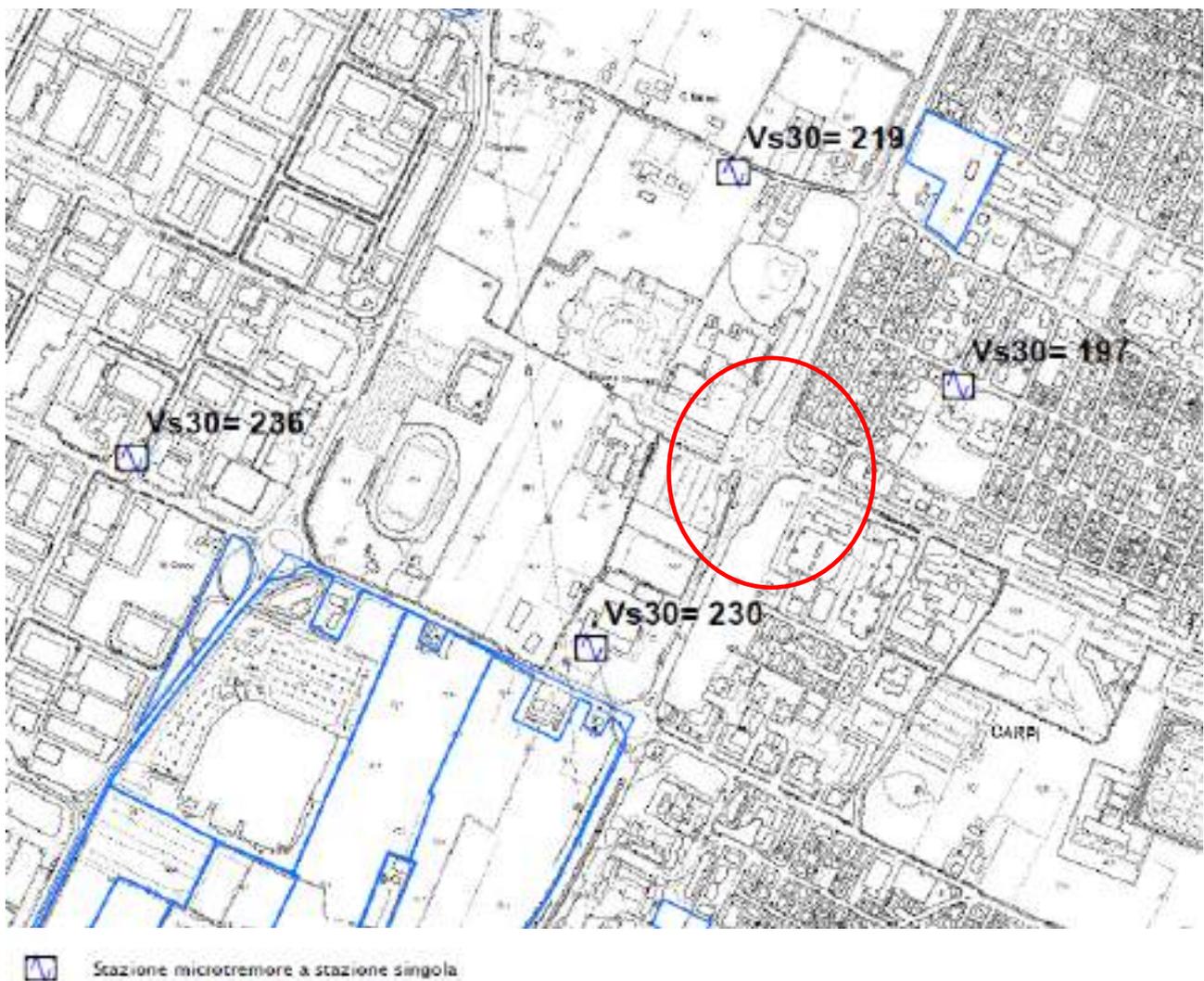


Figura 90 - Carta della velocità delle onde di taglio di Livello 2

La Carta di microzonazione sismica di livello 2 (Fig. 91) riporta il valore del fattore di amplificazione in termini di intensità spettrale nell'intervallo 0,1-0,5 secondi. L'area di progetto ricade in zona con F_a compreso tra 1,7 e 1,8



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (FA SI 0.1 - 0.5 s)



Zone suscettibili di instabilità

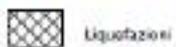
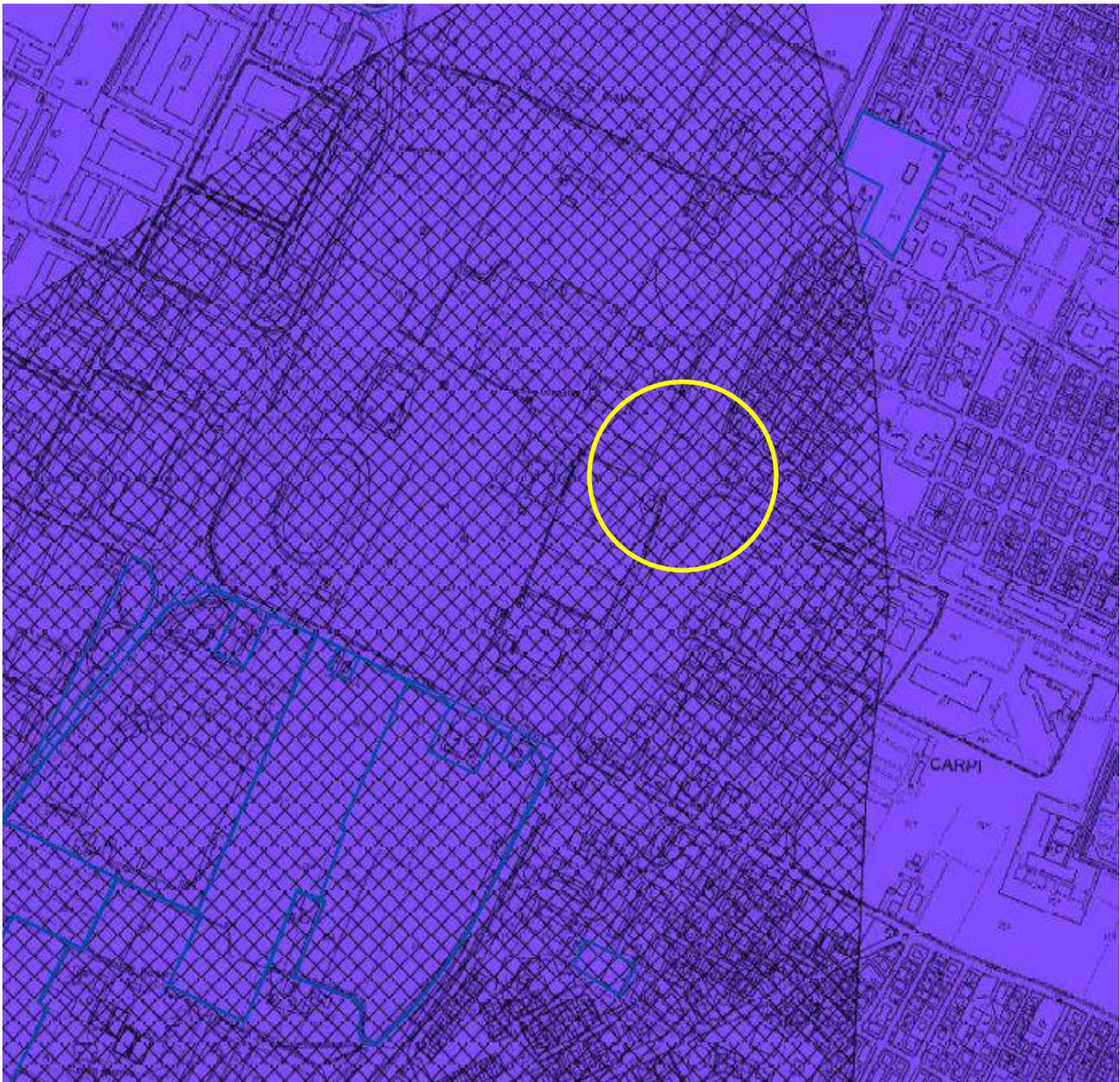


Figura 91 -Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FA SI 0,1-0,5s

La Carta di microzonazione sismica di livello 2 (Fig. 92) riporta il valore del fattore di amplificazione in termini di intensità spettrale nell'intervallo 0,5-1 secondi. L'area di progetto ricade, come del resto tutto il territorio comunale, in zona con $F_a > 2,5$.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (FA SI 0.5 – 1 s)

 $F_a > 2.5$

Zone suscettibili di instabilità

 Liquefazioni

Figura 92 - Carta di microzonazione sismica di livello 2 – FA SI 0,5-1s

La Carta di microzonazione sismica di livello 2 (Fig. 93) riporta il valore del fattore di amplificazione in termini di PGA. L'area di progetto ricade in zona con F_a compreso tra 1,5 e 1,6.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (FA PGA)

 Fa = 1,5 - 1,6

Zone suscettibili di instabilità

 Liquefazioni

Figura 93 - Carta di Microzonazione sismica Livello 2 FA-PGA

Si fa inoltre presente che tutto il territorio comunale è sede di cedimenti per presenza di terreni coesivi compressibili. Il terzo Livello di approfondimento copre solo le aree urbanizzate e, conseguentemente, l'area di progetto non è coperta da tale studio.

Determinazione dell'azione sismica

La determinazione dell'azione sismica di progetto si effettua a partire dalla pericolosità sismica di base del sito d'intervento, descritta dalla probabilità (PVR) che, in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento VR), nel sito prescelto si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. La pericolosità è definita in

termini di accelerazione orizzontale attesa a_g in condizioni di campo libero (assenza di edifici) su sito di riferimento rigido (sottosuolo A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1) e di ordinate del corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$, con riferimento a determinate PVR (probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento). Le forme spettrali sono definite per ciascuna PVR a partire dai valori di a_g di F_0 (valore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e di $T^* C$ (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), riportati nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008 (poi ripresi pedissequamente nelle NTC 2018) e rappresentati in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno T_R per l'intero territorio nazionale. Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento fornita dall'INGV mentre F_0 e $T^* C$ sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici forniti dal D.M. 14 gennaio 2008, anch'essi ripresi nelle NTC 2018, approssimino al meglio quelli derivanti dalla pericolosità di riferimento.

La vigente normativa (NTC 2008 e NTC 2018) definisce quattro stati limite di riferimento, ordinati per azione sismica crescente (SLO, SLD, SLV e SLC), ai quali sono stati attribuiti valori specifici di PVR (pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%); tali probabilità di eccedenza, valutate nel periodo di riferimento proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente. In assenza di determinazioni derivanti da analisi di risposta sismica locale, per le componenti orizzontali del moto la forma spettrale di riferimento per il sito prescelto, quale che sia la PVR, è modificata attraverso il coefficiente S (dato dal prodotto di S_s , coefficiente di amplificazione stratigrafica che tiene conto della categoria di sottosuolo, con S_T , coefficiente di amplificazione topografica) ed il coefficiente CC (funzione della categoria di sottosuolo) che modifica il valore del periodo T_C corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di riferimento.

Come detto, a partire dalle NTC 2008 e successivamente con le NTC 2018, la stima della pericolosità viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla pericolosità di base del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F e T_C necessari per la determinazione delle azioni sismiche di riferimento. Nella Relazione di Progetto saranno indicati periodo di riferimento, coordinate del sito, vita nominale, tipo di costruzione TR, PVr etc. nonché sarà definita l'azione sismica del sito.

Categoria di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento .

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tab. Categorie di sottosuolo NTC 2018

In funzione della categoria di sottosuolo del sito in esame è possibile poi determinare attraverso la Tab. le espressioni per il calcolo di S_s e di C_C .

Categoria sottosuolo	S_s	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tab.

Ai fini della caratterizzazione del sottosuolo si fa in questa fase progettuale riferimento alle indagini condotte in sede di microzonazione sismica dalle quali risulta che nell'area di progetto il valore di V_{seq} (in questo caso coincidente con V_{s30} perché il bedrock sismico si trova a profondità $>30m$) calcolato secondo la formula:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove

h_i è lo spessore dell' i -esimo strato

$V_{s,i}$ è la velocità delle onde di taglio dell' i -esimo strato

N è il numero di strati

H è la profondità del substrato, definito come la formazione costituita da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da valori di V_s non inferiore a 800m/s.

è compreso tra **197 e 236m/s il che pone i terreni in categoria C di sottosuolo** secondo le definizioni di cui alle NTC 2018 (Tab. 9.4.).

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Descrizione
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15 \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella Categorie topografiche

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab., in funzione delle categorie topografiche definite nella tabella precedente e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	pianeggiante o poco inclinato	1,00
T2	pendii con inclinazione $i > 15^\circ$	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media tra 15° e 30°	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione superiore a 30°	1,40

Tabella Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Nel caso in esame, in relazione all'orografia del sito si ricade in **categoria T1** cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica **$S_T = 1,00$** .

5.3 SUOLO, USO DEL SUOLO

Le informazioni sui suoli sono state reperite nello sportello cartografico della Regione Emilia Romagna in cui è disponibile sia la cartografia che altre informazioni relative ai suoli (https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=pedologia&bookmark=1%22).

L'area di progetto ricade nella tipologia di suolo dell'Unità CTL3 (consociazione dei suoli Cataldi, franco argilloso limosi).

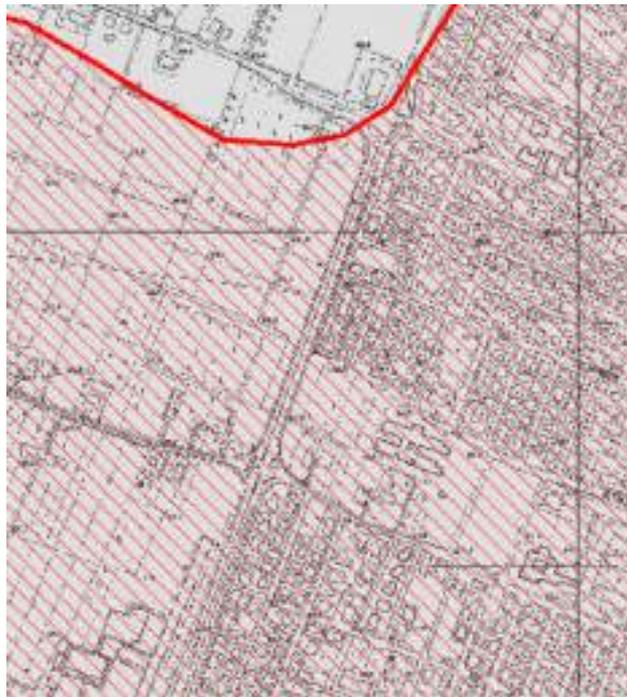


Figura 94 - Area di affioramento del suolo CTL3

I suoli CATALDI franco argillosi limosi, 0.1-0.2% pendenti sono molto profondi e moderatamente alcalini; sono da scarsamente a moderatamente calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore; da moderatamente a molto calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa e franca limosa in quella inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura media.

I suoli CATALDI franco argillosi limosi, 0.1-0.2% pendenti sono nella piana a copertura alluvionale, in aree di transizione (piana modale argine naturale distale). La messa in posto dei sedimenti è riferibile al periodo precedente all'età romana. In queste terre la pendenza varia da 0,1 a 0,2%. La densità di urbanizzazione è molto elevata. Sono molto frequenti le aziende agricole di piccole e medie dimensioni. L'uso agricolo del suolo è in prevalenza a seminativo semplice, vigneto e frutteto. Opere atte a regolare il deflusso delle acque sono necessarie saltuariamente e solo a livello aziendale (scoline poco profonde, baulature)

Il profilo tipo è rappresentato come di seguito indicato:

Classificazioni

Soil Taxonomy	W.R.B	Legenda F.A.O.
(2010) Udic Calcustepts fine silty, mixed, superactive, mesic	(2007) Hypocalcic Haplic Calcisols (Silic)	

Orizzonti genetici del suolo (caratteri modal)

N°	OrizGen	ProfLmSup	Spes	Arg	Sab	%Schel	S.O.	CalcTot	pH	Ksat	BD	Concentrazioni	%Conc	Qualità
1	Ap	0	50	30,0	10,0	0	1,8	7,0	8,1	0,031	1,48	noduli di ferro e manganese	0	alta
2	Bw	50	35	34,0	10,0	0	1,2	9,0	8,1	0,012	1,54		0	alta
3	Bk	80	30	30,0	10,0	0	0,8	19,0	8,2	0,012	1,50			alta
4	BC o C (g)	110		23,0	25,0	0	0,5	20,0	8,4	0,15	1,48			media

Oltre alla cartografia dei suoli, sul sito regionale sono disponibili anche cartografie applicative derivate dai dati pedologici. Nello specifico si fa riferimento alla Carta della conducibilità idraulica satura dei suoli della pianura e alla Carta della capacità d'uso dei suoli.

La conducibilità idrica satura è una caratteristica importante in quanto indice della facilità con cui il suolo si lascia attraversare dall'acqua. Dipende dalle proprietà sia del mezzo poroso (geometria dei pori) che del fluido (viscosità e densità) che lo satura. Se la Ksat è alta l'acqua si muove velocemente, se bassa l'acqua si muove lentamente. I fattori che influenzano la Ksat sono:

- La **tessitura**: le dimensioni dei pori diminuiscono con le dimensioni delle particelle e conseguentemente suoli a tessitura fine sono meno permeabili;
- la presenza di **sostanza organica**: favorisce la struttura del suolo e aumenta la stabilità degli aggregati;
- la **struttura**: è relazionata alla continuità dei pori, un suolo ben strutturato è più permeabile di un suolo poco strutturato;
- la presenza di **canali** formati dalle radici o dall'attività biologica;
- le **dimensioni e la continuità dei pori**: tanto più i pori sono continui e sufficientemente grandi da permettere il passaggio di acqua ed aria, tanto più l'acqua si muove velocemente.

La Ksat può essere riferita a singoli orizzonti, ad una combinazione di orizzonti o all'intero suolo. La classe di permeabilità riferita all'intero suolo è quella dell'orizzonte o strato per cui è stata stimata la classe più bassa di Ksat nell'ambito della sezione di controllo **0-150 cm**.

La conducibilità idraulica non descrive la capacità dei suoli di regolare il flusso d'acqua al proprio interno nel loro contesto naturale. Un suolo situato in una classe molto alta può contenere acqua libera perché ci potrebbero essere orizzonti limitanti sotto il suolo o perché il suolo si trova in una depressione dove l'acqua proveniente dalle aree circostanti si accumula più velocemente di quanto non riesca a passare attraverso il suolo. In questi casi l'acqua potrebbe in realtà muoversi molto lentamente nonostante la Ksat sia alta.

L'area di progetto ricade (Fig. 95) in suoli di **classe I** senza nessun tipo di limitazione.



Figura 95 - Carta della Capacità d'uso

5.4 BIODIVERSITA', POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

5.4.1 Flora

L'area nella quale si interverrà ricade nel comune di Carpi, sito nella media pianura (20-30 m slm) la quale comprende la fascia di territorio essenzialmente delimitata dalla direttrice Concordia, S. Possidonio, Cavezzo e Camposanto a nord, e dalla Via Emilia a sud. Questa fascia presenta gradienti di pendio molto bassi, che variano dallo 0,1 allo 0,2%.

Tra i fattori meteorologici che maggiormente influenzano la distribuzione della flora vi sono sicuramente la temperatura e le precipitazioni. Nel territorio immediatamente a nord di Modena si realizzano le condizioni climatiche che sono tipiche del clima padano, caratterizzate da molti aspetti tipici del clima continentale: scarsa circolazione aerea, con frequente ristagno d'aria per presenza di calme anemologiche e formazioni nebbiose. Gli inverni particolarmente rigidi si alternano a estati molto calde ed afose per elevati valori di umidità relativa. L'andamento delle temperature presenta un massimo nel mese di luglio e un minimo nel mese di gennaio. La piovosità media annuale risulta 660 mm e il regime pluviometrico è caratterizzato da stagioni autunnali e primaverili più piovose e da stagioni estive e invernali meno piovose e può essere incluso in quello di tipo subcontinentale proprio di tutta la Pianura Padana.

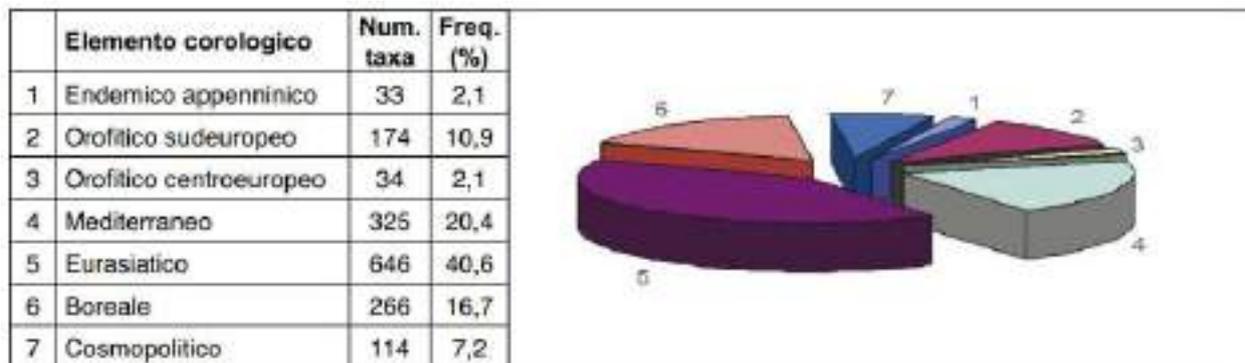
Il territorio modenese può essere suddiviso, procedendo da nord a sud ovvero dalla pianura al crinale appenninico, in: una fascia planiziale, una fascia collinare di tipo supramediterraneo, una fascia montana di tipo oceanico, una fascia subalpina di tipo boreale e una fascia alpina di tipo alpico. L'area oggetto di studio ricade nella fascia planiziale, la quale occupa all'incirca 1323 km², corrispondenti al 49,2% del territorio provinciale.



Figura 96 - Carta delle fasce altitudinali di vegetazione del territorio modenese

La pianura modenese è intensamente coltivata e i resti della vegetazione originaria sono estremamente scarsi. La vegetazione spontanea si concentra in corrispondenza dei corsi d'acqua, degli stagni e nelle siepi. La vegetazione degli ambienti umidi è costituita da comunità idrofile o liberamente natanti (classe *Lamnetea*) o radicanti sul fondo (classe *Potametea*) e da comunità ripariali a elofite appartenenti alla classe *Phragmitetea*. Tutte queste fitocenosi si presentano comunque in aspetti frammentari e floristicamente impoveriti. Altri contesti colonizzati dalla flora spontanea sono le colture di vario tipo, invase da specie spontanee infestanti, e gli ambienti ruderali fortemente disturbati ed eutrofici. Le corrispondenti fitocenosi non hanno comunque finora attirato l'interesse dei vegetazionisti, che se a livello floristico sono state fonte di nuove segnalazioni, soprattutto di specie avventizie.

La corologia ha per oggetto la distribuzione geografica delle diverse piante e fornisce anche un'indicazione sintetica delle loro preferenze ecologiche, in particolare nei confronti del clima e del substrato. La ripetitività di determinati modelli di distribuzione delle specie consente di individuare alcuni tipi di areali, chiamati anche tipi corologici.



Il grafico mostra che la gran parte dei componenti della flora modenese appartiene all'elemento Eurasiatico e a quello Mediterraneo. Nell'elemento Eurasiatico particolarmente rappresentato risulta il corotipo Europeo, che caratterizza il 51% dell'elemento. Quello Mediterraneo è invece rappresentato per tre quarti dal corotipo Eurimediterraneo. Nel loro insieme i due elementi descritti rappresentano più del 60% dell'intero spettro corologico.

Due corotipi particolarmente importanti per la flora modenese, anche se numericamente poco rappresentati, sono quello Stenomediterraneo (4% delle specie), afferente all'elemento Mediterraneo, e quello Artico-Alpino (2,5%), incluso nell'elemento Boreale. Questi corotipi sono rappresentati da specie distribuite tipicamente in aree con climi molto differenti da quello attualmente presente nel modenese, costituendo a volte vere e proprie testimonianze delle vicissitudini climatiche che hanno interessato il territorio in epoche passate. Nella maggior parte dei casi queste specie sono confinate in piccoli lembi di territorio e risultano estremamente rare nel contesto modenese e regionale.

Nel corotipo Stenomediterraneo il contingente floristico è costituito da specie termofile, perlopiù geofite, distribuite prevalentemente nella fascia pianiziale e in quella collinare. Gli ambienti caratteristici di questi specie sono i parti aridi o boschi termofili. Altre specie a distribuzione steneomediterranea della flora modenese sono rappresentate da orchidee del genere *Ophrys* e *Orchis*, specie tutelate a livello regionale.

Sulla base dei tipi corologici le diverse specie possono essere più sinteticamente raggruppate in tre termocorotipi, consentendo di evidenziare le preferenze climatiche della flora del territorio indagato. Viene così individuato un termocorotipo macrotermo per identificare le specie di climi caldi, uno mesotermo per le specie dei climi temperati e uno microtermo per le specie dei climi freddi. L'elemento corologico endemico, per come è definito, può comprendere al suo interno specie dissimili, rendendolo non associabile a nessun termocorotipo. Nella elaborazione di sintesi della ripartizione delle specie in funzione dei termocorotipi, le endemiche non sono pertanto state prese in considerazione, anche se, nel contesto italiano modenese, risultano molto affini al termocorotipo microtermo. Le Orofite sudeuropee, pur comprendendo alcune specie dalle caratteristiche termofile, dato che sul territorio modenese sono distribuite per massima parte nella fascia soprasilvatica, sono state inserite nel termocorotipo microtermo.

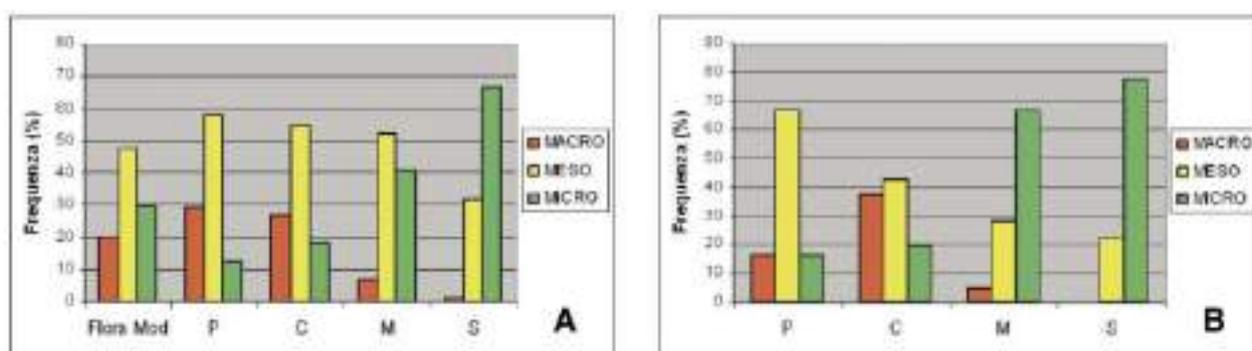


Figura 97 - A: Frequenze percentuali dei termocorotipi nell'intera fascia modenese e delle specie presenti nelle diverse fasce altitudinali. B: Frequenze percentuali dei termocorotipi delle sole specie esclusive di ciascuna fascia altitudinale. In entrambi i casi sono state escluse dalle elaborazioni le specie Endemiche.

Dal grafico A emerge chiaramente la dominanza nella flora modenese del termocorotipo mesotermo che include le specie del corotipo più rappresentato nel territorio: l'Europeo. Contributi significativi giungono anche dal corotipo Eurasiatico, Paleotemperato e Cosmopolitico, che, come detto in precedenza, comprende buona parte delle specie ruderali e di ambienti disturbati. Tra gli altri due termocorotipi si evidenzia una dominanza di quello microtermo. Evidente e facilmente intuibile è il trend contrastante tra il termocorotipo macrotermo e quello microtermo al variare della fascia altitudinale. Gli andamenti rispecchiano la topografia del territorio Modenese, con una fascia pianiziale e collinare con clima tendenzialmente caldo e secco e una fascia montana decisamente più fresca e umida.

La tabella che segue sintetizza i dati (numero di taxa) di distribuzione per fascia altitudinale dei diversi tipi corologici. Ovviamente, poiché la stessa entità può essere presente in diverse fasce, le somme non corrispondono al numero di taxa di quel corotipo, ma sono sensibilmente maggiori.

Termocorotipo	Tipo corologico	Pianura	Collina	Montagna	Soprasilv.	Totale taxa
Macrotermo	Eurimediterraneo	175	237	45	5	247
	Stenomediterraneo	29	60	7	0	65
	Mediterraneo-Turaniano	12	13	1	0	13
Mesotermo	Eurasiatico	100	129	101	36	173
	Europeo	130	259	170	53	310
	Eurimediterraneo atlantico e subatl.	12	20	8	2	24
	Subatlantico	6	20	18	4	23
	Paleotemperato	89	108	61	6	116
	Cosmopolitico (sensu lato)	89	85	53	15	114
Microtermo	Circumboreale	44	81	104	53	139
	Eurosibirico	39	60	47	14	84
	Euroamericano	0	1	3	3	3
	Artico-Alpino	0	2	21	38	40
	Orofittico europeo	0	0	4	3	4
	Orofittico centroeuropeo	2	5	10	10	14
	Alpico (incl. Alpico-Appenninico)	1	1	10	11	16
	Orofittico sudeuropeo	6	61	124	112	174
	Vario	Endemico appenninico	2	13	21	20

Figura 98 - Numero di specie native per tipo corologico e fascia altitudinale. In neretto il dato della fascia di massima espressione.

Rispetto ai corotipi indagati, la fascia di pianura è quella in cui le Cosmopolite raggiungono il loro massimo. Ciò deriva anche dal fatto che molte specie di ambienti umidi appartengono a questo tipo corologico; lo stesso vale anche per le commensali delle colture e per le ruderali.

Nei tempi recenti si è sviluppato un grande interesse per la flora esotica, un tema cruciale per la conservazione della biodiversità: è, infatti, una tendenza a livello planetario quella dell'impoverimento della flora autoctona e dell'incremento di quella esotica.

Complessivamente il contingente di entità (specie e sottospecie) esotiche della flora Modenese recentemente confermata ammonta a poco meno del 10% con 175 entità xenofite su un totale di 1834 presenze. Impressionante è il dato che si ricava analizzando il numero di specie esotiche rinvenute di recente: su un totale di 307 entità di recente segnalazione, 71 sono esotiche. Rapportando quest'ultimo dato a quello totale delle entità esotiche accertate si intuisce immediatamente quanto sia marcato il processo che vede l'aumento di specie aliene a discapito di quelle autoctone. Le esotiche, che in alcuni casi invadono rapidamente e intensivamente determinati ambienti togliendo spazio alle specie indigene più sensibili, andrebbero controllate e segnalate in una apposita lista nera. Il fenomeno si avverte in particolare nelle zone umide, dove è notevole il dinamismo della vegetazione.

La fascia planiziale conta attualmente, su un totale di 896 entità confermate, 133 presenze esotiche di cui poco meno del 40% rinvenuto di recente.

L'elevata incidenza delle specie esotiche, soprattutto nella fascia di pianura, e il marcato trend al rialzo recentemente riscontrato mostrano, ancora una volta, dal punto di vista floristico, un territorio planiziale particolarmente compromesso. L'incidenza delle alloctone può quindi essere utilizzata come un indice sintetico della naturalità dell'ambiente, inquanto proporzionale all'intensità delle attività umane e al grado di trasformazione del territorio.

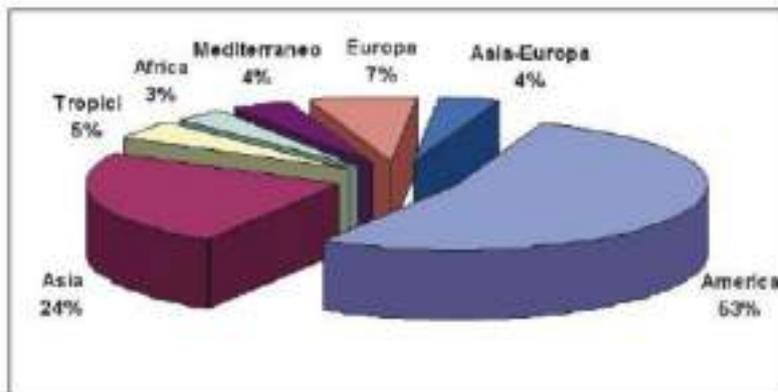
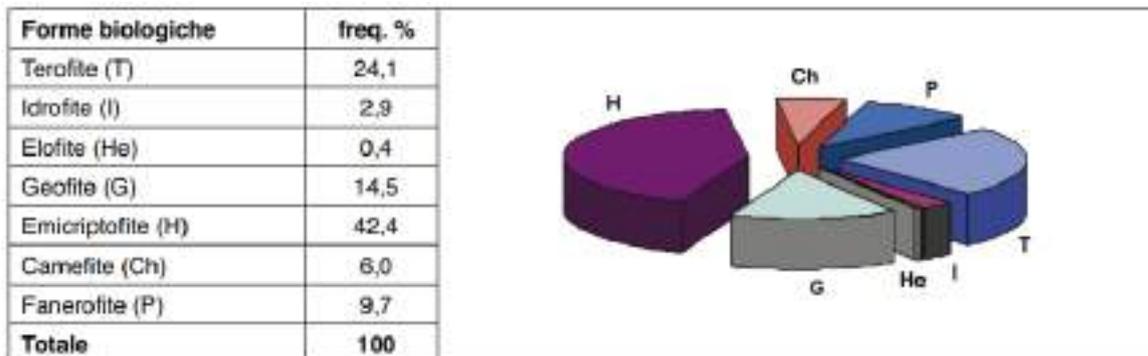


Figura 99 - Ripartizione delle specie esotiche della flora modenese in funzione della regione di provenienza.

Le forme biologiche forniscono un'informazione sintetica sul portamento della pianta e sulle caratteristiche biologiche generali. Le forme biologiche rappresentano insiemi di vegetali appartenenti ad entità sistemiche diverse che, vivendo in eguali condizioni ambientali, presentano caratteri di adattamento simili. Attraverso la loro analisi è quindi possibile costruire uno spettro biologico che indica la percentuale con cui sono rappresentate e fornisce indicazioni sulle condizioni ecologiche dominanti della zona presa in considerazione.

Lo spettro biologico della flora modenese calcolato sulla base dei taxa (specie e sottospecie) attualmente confermati, è rappresentato dalle seguenti forme biologiche:



La marcata dominanza delle emicriptofite conferma la sostanziale localizzazione del territorio modenese nella fascia climatica temperata. Da sottolineare comunque il valore ampiamente significativo che assumono le terofite nel contesto provinciale: infatti molte terofite sono legate ad ambienti aridi e disturbati costantemente dall'uomo.

Nella fascia di pianura modenese si assiste alla dominanza della forma biologica della terofite, fatto che non si riscontra nelle altre province occidentali vicine, come Cremona e Piacenza. Il dato potrebbe sottolineare un maggiore disturbo antropico della pianura modenese derivante da una maggiore urbanizzazione del territorio. Le specie appartenenti a questa forma biologica (piante annuali che superano la stagione avversa allo stato di seme, sono quelle meglio adatte adattate a superare la stagione sfavorevole secca) sono infatti nel contesto della Pianura Padana legate prevalentemente ad ambienti di origine antropica come ruderi e coltivi, e non a praterie aride naturali come si riscontra nel contesto mediterraneo, dove questa forma vede la massima espressione.

Le geofite (piante perenni, che durante la stagione avversa non presentano organi aerei e le cui gemme sopravvivono sottoterra collegate a tuberi, rizomi, bulbi, radici, gemme) presentano una abbondanza maggiore nelle fasce intermedie essendo una forma biologica tipica di specie di ambienti boschivi. La relativa abbondanza delle geofite anche nel contesto pianiziale è determinata in prevalenza da specie che privilegiano le praterie umide, in questa fascia ben rappresentate. Allo stesso modo anche le fanerofite (piante perenni, legnose, con gemme portate da fusti eretti che trascorrono il periodo di riposo ad una certa altezza dal suolo) presentano una maggiore concentrazione nelle tre fasce più basse, essendo la forma biologica tipica delle specie legnose arboree caratteristiche dei boschi. Le poche zone boscate di pianura, che si sviluppano prevalentemente lungo i corsi d'acqua principali, costituiscono in questo contesto l'ambiente semi esclusivo di questa forma biologica, pertanto da preservare e potenziare.

Infine, le idrofite (piante acquatiche perenni le cui gemme si trovano sommerse o natanti) e le elofite (piante semi-acquatiche con la base e le gemme perennanti sommerse, ma con il fusto e le foglie aeree), pur risultando poco rappresentate nel contesto provinciale, risultano meglio espresse nelle zone di pianura dove la presenza di vaste zone umide costituisce per queste forme biologiche un *optimum* ecologico.

Per quanto riguarda il territorio di pianura in un contesto complessivamente povero di specie di interesse conservazionistico, quasi tutte legate agli ambiti umidi, emergono quattro quadranti. Il più ricco è quello comprendente le Casse di espansione del fiume Secchia, nella parte occidentale della provincia seguono i quadranti a est della città di Modena caratterizzati rispettivamente da alcuni prati stabili in parchi urbani (Parco della Resistenza) e da un ambiente boschivo quale il parco storico di Villa Sorra. È interessante notare come in un contesto così povero di ambienti naturali come è quello della pianura modenese, anche ambienti apparentemente banali come prati e giardini possono costituire un importante serbatoio di specie d'interesse conservazionistico. Ultimo quadrante posto all'estremo nord è quello che comprende le Valli mirandolesi, ambiente umido di notevole estensione.

La fragilità ecologica oggi riscontrata per gli ambienti umidi non è frutto della loro stessa natura, ma piuttosto della recente storia che li ha visti sottoporsi a profonde trasformazioni sia nelle zone di montagna che in quelle di pianura. A queste trasformazioni ha fatto seguito un progressivo impoverimento della flora locale e un aumento del grado di vulnerabilità di molte specie legate a questi ambienti.

Il territorio della pianura modenese alla fine del secolo XIX presentava ancora una grande varietà di ambienti quali zone umide, boschi planiziali, corsi d'acqua non completamente a regime ma ad andamento meandriforme. Tale diversità è andata poi progressivamente riducendosi nel corso dei decenni, fino all'attuale assetto territoriale caratterizzato prevalentemente da una agricoltura altamente specializzata e da una urbanizzazione diffusa. La flora del territorio, intrinsecamente legata all'ambiente di crescita, ha per tali ragioni subito profonde modificazioni.

Le bonifiche, iniziate in epoca romana e terminate nei primi anni del secolo scorso, hanno determinato una progressiva artificializzazione dell'ambiente: delle antiche foreste e paludi che ricoprivano la pianura non sono rimasti che i riferimenti toponomastici come, ad esempio, le località Saliceto Panaro, Saliceta San Giuliano, bosco della Saliceta, o le vie Stradello Paludi, Strada delle Morane, via Uccelliera.

Se la semplificazione del territorio è riconducibile, fino agli anni '50, quasi esclusivamente all'ammodernamento del comparto agricolo, negli ultimi decenni una delle cause della diminuzione di ambienti naturali è da imputare anche alla forte espansione urbana. Alla perdita di superficie disponibile vanno poi aggiunte altre modificazioni di origine antropica: come l'abbassamento delle falde acquifere e il peggioramento della qualità delle acque, che hanno contribuito a rendere difficile la sopravvivenza delle specie più esigenti come le idrofite.

Di seguito si riportano le iconografie concernenti le piante presenti nell'area oggetto di studio.



Per quanto concerne l'area limitrofa all'area di progetto, a Sud-Est della futura rotonda, è localizzata una grande area boschiva adibita a verde pubblico e filtro verde tra l'asse stradale e i vicini istituti d'istruzione, in cui spiccano

5.4.2 Fauna

Le conoscenze relative alla fauna fanno riferimento agli studi eseguiti nel corso del Novecento e si riferiscono soprattutto all'ultimo trentennio del secolo e derivano in parte da indagini eseguite, a scala provinciale o locale, su vari taxa di vertebrati o singole specie, oppure in parte su aree di particolare rilevanza territoriale.

Tutte le informazioni sono archiviate nella Banca dati faunistica provinciale allestita nel 2002 presso il Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Modena. Tale banca dati, che include oltre 7.000 segnalazioni storiche e recenti relative a 435 specie di vertebrati in più di 800 località in ambito provinciale (tutte georeferenziate in ambiente GIS), costituisce oggi il principale supporto informativo riguardante la diversità faunistica del territorio modenese.

A inizio secolo, fra le specie indigene originarie, i grandi mammiferi, quali il cinghiale, il capriolo, il cervo e il lupo, erano estinti nella zona ormai da secoli a causa della caccia e della loro incompatibilità con un uso del territorio prevalentemente agricolo e zootecnico. Da oltre mezzo secolo, non erano inoltre più segnalati, se non del tutto occasionalmente, anche altri mammiferi, quali lo scoiattolo, la volpe e il tasso, ancora più o meno diffusi nella fascia collinare e appenninica ma che difficilmente riuscivano ad inserirsi in contesti territoriali dove l'insediamento umano e lo sfruttamento agricolo erano così capillari come in gran parte della campagna modenese dell'Ottocento e della prima metà del Novecento. La presenza di animali selvatici estranei alla fauna locale era limitata alle quattro specie comparse nella zona già da più o meno lungo tempo (la carpa, il topo domestico e due specie di ratti) mentre una sola, il carassio, risultava introdotta più recentemente nel corso del XIX secolo.

Nonostante la scarsa documentazione, si può verosimilmente ritenere che, per i taxa di Vertebrati considerati, l'assetto descritto per la fine dell'Ottocento si sia sostanzialmente mantenuto anche nei primi decenni del secolo. Il quadro complessivo è poi mutato repentinamente seguendo a breve il grande sviluppo urbano e industriale e della conduzione agricola degli anni Cinquanta e Sessanta, tanto da risultare radicalmente stravolto nei primi anni 2000.

I principali cambiamenti sono riconducibili da un lato all'incremento del tasso di estinzione e del grado di minaccia e di vulnerabilità delle popolazioni indigene e, dall'altro, all'ingresso di numerose specie alloctone di provenienza disparata. Delle 53 specie indigene presenti all'inizio del secolo, infatti, nel giro di pochi decenni se ne sono estinte circa 1/5 e quelle minacciate o molto vulnerabili sono oggi addirittura la metà del totale mentre solo 1/3 non sono da considerare a rischio.

E' interessante notare che tutte le estinzioni, l'ontra esclusa, avvenute nei secoli precedenti riguardano specie terrestri mentre quasi tutte quelle del XX secolo sono invece legate ad habitat acquatici e ciò costituisce un'ulteriore conferma di quanto pesantemente gli ambienti acquatici abbiano subito la pressione dei fattori di degrado più attivi negli ultimi

decenni del secolo (eliminazione fisica di biotopi quali fontanili e canali, inquinamento e diminuzione delle risorse idriche superficiali, gestione ittica a fini di pesca sportiva, introduzione di specie esotiche ecc.).

In controtendenza nel panorama di generalizzato declino della fauna indigena, negli ultimi vent'anni si registra il reinsediamento di specie estinte nella zona da più o meno lungo tempo, quali la volpe, il capriolo e, in misura decisamente più circoscritta, lo scoiattolo e il tasso. Questo fenomeno è da mettere in relazione a due fattori concomitanti: da un lato l'incremento numerico e la tendenza espansiva delle loro popolazioni appenniniche e collinari di queste specie e, dall'altro, l'aumento nella fascia di media pianura di superfici marginali incolte, e in parte rimboschite. Recentemente sono inoltre comparsi l'istrice e il gecko comune, originariamente non segnalati nella zona; la prima immigrata spontaneamente da altre regioni italiane, la seconda anche in seguito ad introduzioni accidentali e ambedue, essendo tipiche del bioclimate mediterraneo, favorite dal clima sempre più mite degli ultimi anni.

Anticipando la tendenza al declino della fauna autoctona, già dall'inizio del secolo si è osservato un incremento nell'ingresso di nuove specie esotiche. Tale tendenza subisce un'impennata nel secondo dopoguerra quando il tasso d'incremento triplica rispetto al lustro precedente concentrandosi particolarmente nell'ultimo ventennio. Raggiungendo le specie esotiche oggi addirittura il 28% del totale, risulta evidente quanto l'integrità faunistica sia ormai profondamente compromessa.

La presenza dell'avifauna è spesso condizionata da fattori direttamente attribuibili alla presenza umana quali: perdita e frammentazione di habitat, inquinamento, disturbo antropico diretto ed indiretto, impatto provocato dalla presenza di infrastrutture, cattura e commercio di specie, introduzione di specie esotiche.

Gli uccelli si prestano molto bene per essere utilizzati quali indicatori ambientali in quanto rispondono in tempi brevissimi alle minime variazioni dell'ecosistema, sono in grado di abbandonare rapidamente ambienti apparentemente idonei e di occuparne immediatamente di nuovi. Inoltre, sono animali ben visibili e facilmente censibili.

Il periodo 1900-1950 è caratterizzato da una progressiva riduzione sia nel numero di specie, che di effettivi. Nel 1939, una legge sulla caccia, primo passo per regolamentare la materia, ammetteva però l'abbattimento di quasi ogni specie e introduceva il concetto di nocivo (limitato ai Rapaci diurni ed al Gufo reale), di cui si autorizzava l'abbattimento, con ogni mezzo ed in ogni stagione. A questo quadro sono da aggiungere l'inizio del periodo di forte inurbamento, particolarmente nel periodo post-bellico e la diffusa povertà, che portava le popolazioni rurali ad un bracconaggio efferato. Le conseguenze furono un primo crollo dell'entità delle popolazioni e del numero di specie di uccelli presenti in provincia di circa il 20% in meno rispetto alla situazione di fine Ottocento.

Nel periodo 1950-1970, nonostante la scarsità di fonti documentali, si registra una pur timida inversione nell'erosione della biodiversità rispetto a quella di fine XIX secolo.

Nell'ultimo periodo 1970-2000 emerge un alto numero di specie non-Passeriformi segnalate, dovuto alla presenza di estesi bacini artificiali recentemente realizzati, quali quelli derivanti dalle opere idrauliche realizzate per ridurre il rischio di piena sui fiumi Panaro e Secchia e sul Canale San Giovanni, o dai ripristini ambientali quali quelli del Torrazzuolo (Nonantola). Un risultato positivo raggiunto anche grazie alla tutela ed al continuo monitoraggio di questi nuovi ambienti, dimostratisi ottimi bacini di biodiversità. Al contrario, alcune specie legate ad ambienti ecotonali, quali quelli della campagna con la pratica della "piantata", come il Torcicollo, l'Averla piccola e l'Averla capirossa, hanno subito effetti nefasti dalla sostituzione delle matricine arboree con pali in cemento.

In questo stesso periodo, nel mondo venatorio più evoluto cresce la consapevolezza di come la tutela del capitale venatorio, in passato drasticamente ridottosi, sia un concetto fondamentale di gestione. In questo periodo, infatti, presero sempre più forza i tentativi di reintroduzione delle specie di alta valenza cinegetica e naturalistica.

Anche da un punto di vista ambientale, la campagna non è più sfruttata come in passato. Nascono i primi set-aside, vengono ricostituite, attraverso il reimpianto, chilometri e chilometri di siepi di essenze autoctone. Si afferma e consolida la pratica urbanistica della "città giardino", con il calamitare in centro urbano di migliaia e migliaia di uccelli, grazie a ricreate pseudo-naturalità ambientali.

In definitiva, si assiste, in questa ultima parte del secolo, ad un cambio di trend nell'erosione della biodiversità, con valori che superano quelli di fine '800.

Ad oggi la Lega Italiana Protezione Uccelli e il Comune di Carpi a tutela della Rondine (*Hirundo rustica*), Rondone (*Apus apus*), e Balestruccio (*Delichon urbicum*) promuovono la salvaguardia dei siti di nidificazione e gli esemplari presenti sul territorio. Ogni rondine cattura ogni giorno 170 grammi di insetti pari a 7/8 volte il suo peso.

La rimozione dei nidi è vietata dalla legge n° 157/92 e con Ordinanza Comunale n° 26037 del 26/05/10 è pertanto sanzionata.

5.4.1 Popolazione

Il comune di Carpi risulta essere il più popoloso della provincia di Modena, dopo il capoluogo. In relazione a tale aspetto, ci si è riferiti all'Analisi della popolazione residente al 31 dicembre 2018 e all'omonimo elaborato redatto dall'Ufficio Statistica del comune. La Tavola 1 *Popolazione al 31.12 di ogni anno dal 1975 al 2018 per sesso* ci mostra come si sia verificato nella città un incremento della popolazione presente, la quale è passata da 58.514 abitanti nel 1975 a 71.836 nel 2018.

	MASCHI	FEMMINE	TOTALE	Incremento / decremento assoluto	%
1975	29.048	30.468	59.516		
1976	29.248	30.734	59.982	466	0,80
1977	29.439	30.827	60.266	284	0,48
1978	29.629	31.128	60.756	490	0,83
1979	29.799	31.268	61.067	311	0,52
1980	29.883	31.428	61.311	244	0,41
1981	29.027	31.624	60.651	-660	-1,08
1982	29.070	31.779	60.849	198	0,33
1983	29.066	31.699	60.765	-84	-0,14
1984	29.069	31.757	60.826	61	0,10
1985	29.856	31.818	61.674	848	1,39
1986	29.776	31.638	61.414	-260	-0,42
1987	29.726	31.789	61.515	101	0,16
1988	29.780	31.865	61.645	130	0,21
1989	29.818	31.874	61.692	47	0,08
1990	29.927	31.887	61.814	122	0,20
1991	29.973	31.813	61.786	-28	-0,05
1992	29.866	31.767	61.633	-153	-0,25
1993	29.826	31.698	61.524	-109	-0,18
1994	29.883	31.474	61.357	-167	-0,27
1995	29.645	31.562	61.207	-150	-0,24
1996	29.775	31.589	61.364	157	0,26
1997	29.869	31.596	61.465	101	0,16
1998	29.039	31.641	60.680	-785	-1,28
1999	29.297	31.857	61.154	474	0,78
2000	29.536	32.095	61.631	477	0,78
2001	29.827	32.360	62.187	556	0,90
2002	30.087	32.471	62.558	371	0,60
2003	30.481	32.835	63.316	758	1,21
2004	30.738	33.028	63.766	450	0,71
2005	31.167	33.350	64.517	751	1,18
2006	31.475	33.650	65.125	608	0,94
2007	31.779	34.058	65.837	712	1,09
2008	32.375	34.828	67.203	1.366	2,07
2009	32.819	35.240	68.059	856	1,27
2010	33.266	35.755	69.021	962	1,41
2011	33.737	36.200	69.937	916	1,33
2012	33.823	36.162	69.985	48	0,07
2013	34.296	36.802	71.098	1.113	1,58
2014	33.902	36.517	70.419	-679	-0,95
2015	34.066	36.643	70.709	290	0,41
2016	34.306	36.754	71.060	351	0,50
2017	34.383	36.795	71.178	118	0,17
2018	34.792	37.054	71.846	668	0,94

Figura 100 - Popolazione al 31.12 di ogni anno dal 1975 al 2018 per sesso

Per eseguire l'analisi della popolazione il territorio comunale viene suddiviso in zone statistiche, ovvero aree del centro abitato e frazionali che permettono uno studio più approfondito e dettagliato.

L'area oggetto di intervento si trova a cavallo delle Zone Statistiche 14/13/32.

Nella seguente tabella seguente si è riassunto quanto descritto dalla Tavola 9.1 alla tavola 9.33 al fine di ricavare una visione generale della distribuzione della popolazione all'interno del territorio comunale.

Zona Statistica	Popolazione presente	Zona Statistica	Popolazione presente
1	2.703	18	4.156
2	2.663	19	3.290
3	3.753	20	1.099
4	2.396	21	711
5	1.504	22	1.022
6	3.212	23	1.071
7	1.841	24	4.416
8	1.455	25	1.549
9	1.318	26	1.812
10	7.273	27	1.854
11	3.622	28	2.123
12	3.157	29	103
13	1.917	30	13
14	810	31	1.314
15	2.766	32	715
16	4.056	33	630
17	1.512		

Si evince come la maggior parte della popolazione sia concentrata nel centro storico e vada diminuendo man mano che ci sia allontana.

Si riporta di seguito la Tavola 9.32 *Popolazione per classi d'età al 31.12.2018*, la quale fornisce un quadro di dettaglio della popolazione presente nella zona comprendente l'area nella quale si interverrà.

CLASSI D'ETA'	MASCHI	FEMMINE	TOTALE	di cui stranieri	
				n.a.	%
0 - 2	9	8	17	3	17,6
3 - 5	7	13	20	4	20,0
6 - 10	15	17	32	3	9,4
11 - 13	17	17	34	7	20,6
14 - 18	14	24	38	7	18,4
19 - 24	16	22	38	9	23,7
25 - 29	20	20	40	8	20,0
30 - 34	26	26	52	5	9,6
35 - 39	24	21	45	8	17,8
40 - 44	22	29	51	14	27,5
45 - 49	28	33	61	15	24,6
50 - 54	30	19	49	9	18,4
55 - 59	22	23	45	3	6,7
60 - 64	26	24	50	4	8,0
65 - 69	18	13	31	1	3,2
70 - 74	15	21	37	0	0,0
75 - 79	11	14	25	0	0,0
80 - 84	11	16	27	0	0,0
85 - 89	9	6	15	0	0,0
90 e oltre	4	4	8	0	0,0
Totale	345	370	715	100	14,0

Figura 101 - Tavola 9.32 Popolazione per classi d'età al 31.12.2018

Il Servizio Statistica del comune di Carpi ha elaborato l'Annuario n.39 relativo all'anno 2018, il quale permette di ricavare nozioni anche in merito all'economia e al lavoro. Nella fattispecie la Tavola 4.2 *Imprese, artigiani ed unità locali per divisioni di attività economica – 2° semestre 2018* fornisce una rappresentazione di quella che è l'economia carpigiana, eseguendo una divisione delle attività presenti sul territorio ed andando a definire le imprese presenti per ciascuna attività.

Fonte: arch. StockView - infocamere

DIVISIONI DI ATTIVITA' Classificazione Istat - ateco 2007	Imprese Individ.	Società Persone	Società Capitali	Altre	TOTALE MPRESE	di cui artigiane	UNITA' LOCALI
A Agricoltura, silvicoltura pesca	460	73	18	2	553	8	575
C Attività manifatturiere	475	259	542	8	1.284	737	1.585
D Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condiz...	-	-	3	-	3	-	13
E Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione d...	2	3	3	2	10	5	20
F Costruzioni	611	114	229	24	978	719	1.092
G Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di aut...	870	296	329	6	1.501	83	2.013
H Trasporto e magazzinaggio	100	8	41	12	161	102	216
I Attività dei servizi alloggio e ristorazione	143	144	54	2	343	72	442
J Servizi di informazione e comunicazione	69	31	76	4	180	32	235
K Attività finanziarie e assicurative	107	18	29	-	154	-	226
L Attività immobiliari	32	265	369	2	668	0	708
M Attività professionali, scientifiche e tecniche	125	70	143	8	346	58	415
N Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle im...	116	35	51	9	211	93	240
P Istruzione	3	8	6	7	24	1	36
Q Sanità e assistenza sociale	4	4	11	10	29	-	59
R Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e diver...	27	6	27	13	73	10	89
S Altre attività di servizi	216	78	20	1	313	263	355
Imprese e U.L. non classificate	2	-	-	-	2	-	12
TOTALE	3.362	1.410	1.951	110	6.833	2.183	8.331

Figura 102 - Tavola 4.2 Imprese, artigiani ed unità locali per divisioni di attività economica – 2° semestre 2018

Si vede come i settori che presentano un maggiore numero di imprese nel territorio comunale siano quelli del commercio all'ingrosso e al dettaglio, delle attività manifatturiere, delle costruzioni, delle attività immobiliari e dell'agricoltura, silvicoltura e pesca.

In relazione a quest'ultima categoria si è voluto eseguire un approfondimento, essendo quello di Carpi un comune profondamente legato al settore primario. La Tavola 4.3 *Superficie e produzioni delle principali colture* mostra l'evoluzione del settore agricolo a partire dall'annata agraria 2008/2009.

Fonte: Ispettorato Prov. Agricoltura

Annata agraria		Grano	Mais	Orzo	Sorgo da granella	Riso	Barbabietole	Soia	Ortive	Foraggere (media)	Vite per vini		Frutteti		
											D.O.C.	Altri	Melo	Pera	Pesce
2008/09	Sup. Ettari Q.II	1.776 97.880	895 65.005	230 12.650	268 13.400	330 21.450	428 246.240	90 3.150	127 31.750	1.756 333.640	1.060 215.180	306 62.118	10 3.610	540 159.840	72 2.180
2009/10	Sup. Ettari Q.II	1.683 107.840	865 66.500	180 9.360	293 24.905	365 23.140	300 162.000	78 2.964	110 27.800	1.915 383.000	1.058 240.166	307 69.669	15 4.500	540 10.590	72 2.220
2010/11	Sup. Ettari Q.II	1.530 111.690	960 100.600	170 9.350	377 32.049	370 24.050	165 97.350	120 3.600	137 34.690	1.932 405.720	1.062 207.090	307 59.865	20 6.200	535 149.000	70 1.800
2011/12	Sup. Ettari Q.II	1.532 113.368	973 72.975	194 11.252	223 10.125	352 21.120	312 149.780	36 1.872	119 29.950	1.843 736.000	1.093 210.240	310 50.520	25 7.000	520 109.200	70 1.850
2012/13	Sup. Ettari Q.II	1.535 107.450	715 64.350	235 11.750	425 34.000	340 20.400	205 110.700	33 1.320	115 29.000	1.850 703.000	1.116 214.252	316 66.370	36 11.340	480 110.400	70 1.840
2013/14	Sup. Ettari Q.II	1.535 101.075	670 67.000	205 11.275	365 30.660	265 15.900	324 194.400	120 4.800	110 27.830	1.913 755.000	1.145 224.420	316 61.906	36 13.680	465 111.135	70 1.840
2014/15	Sup. Ettari Q.II	1.597 103.084	695 62.550	218 11.990	368 27.600	258 14.964	235 126.300	205 8.150	100 42.510	1.530 767.250	1.183 249.613	327 66.967	58 21.750	338 84.500	9 1.764
2015/16	Sup. Ettari Q.II	1.589 108.062	615 67.600	228 13.224	403 34.265	249 15.438	294 159.760	179 4.185	98 41.650	1.564 774.180	1.221 257.630	339 75.749	56 21.504	345 75.900	9 1.746
2016/17	Sup. Ettari Q.II	1.355 100.270	475 45.125	287 17.794	415 36.105	269 19.878	230 149.500	239 9.082	108 45.360	1.415 651.850	1.270 194.310	377 67.661	59 22.420	310 62.770	70 2.020
2017/18	Sup. Ettari Q.II	1.635 98.240	416 45.650	321 14.445	440 39.600	178 11.214	259 142.460	82 2.878	91 37.310	1.610 755.986	1.270 226.600	379 66.660	40 23.700	280 74.200	70 1.866

Figura 103 - Tavola 4.3 Superficie e produzioni delle principali colture

Si vede come il trend non sia il medesimo per tutte le tipologie di colture: grano, orzo, sorgo da granella, ortive, foraggere, vite per vini e frutteti di meli presentano un aumento delle colture, mentre si è registrata una diminuzione nella coltivazione di mais, riso, barbabietole, soia e frutteti di pere e pesche.

5.5 PAESAGGIO

Dal punto di vista paesaggistico la zona di interesse si colloca, sotto una visione di macroarea nell'unità di paesaggio 8 "Pianura Bolognese e Reggiana", secondo quanto previsto dal Piano Territoriale Paesistico Regionale dell'Emilia-Romagna.

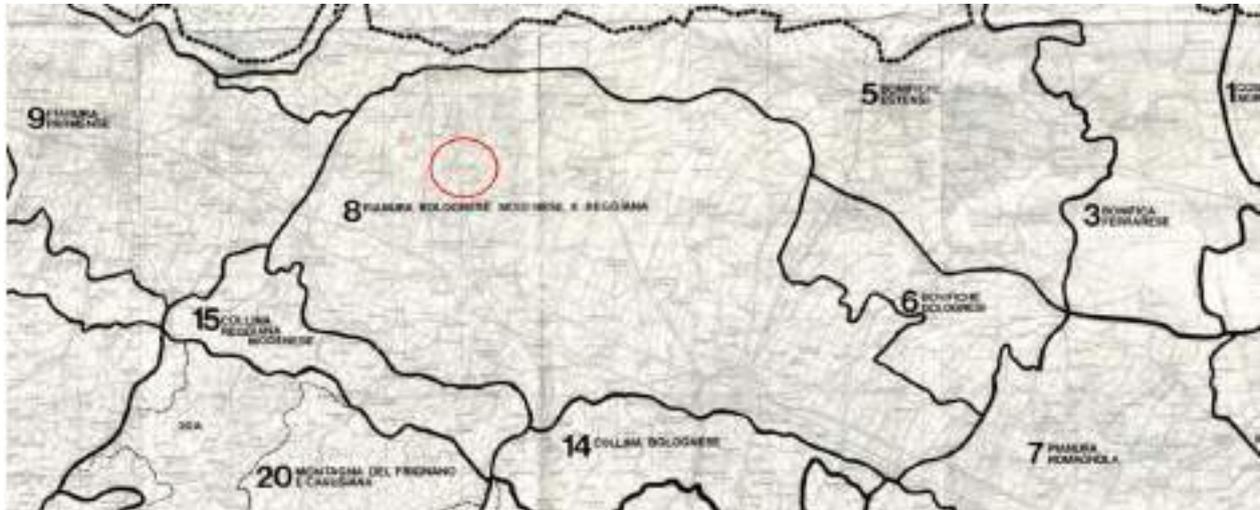


Figura 104 - Estratto PTPR – Tavola 4 Unità di Paesaggio

Scendendo ad una scala di maggiore dettaglio, il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Modena colloca la cittadina all'interno dell'Unità di Paesaggio 7 *Pianura di Carpi, Soliera e Campogalliano*, come mostrato dalla Carta 7 – Carta delle Unità di Paesaggio.

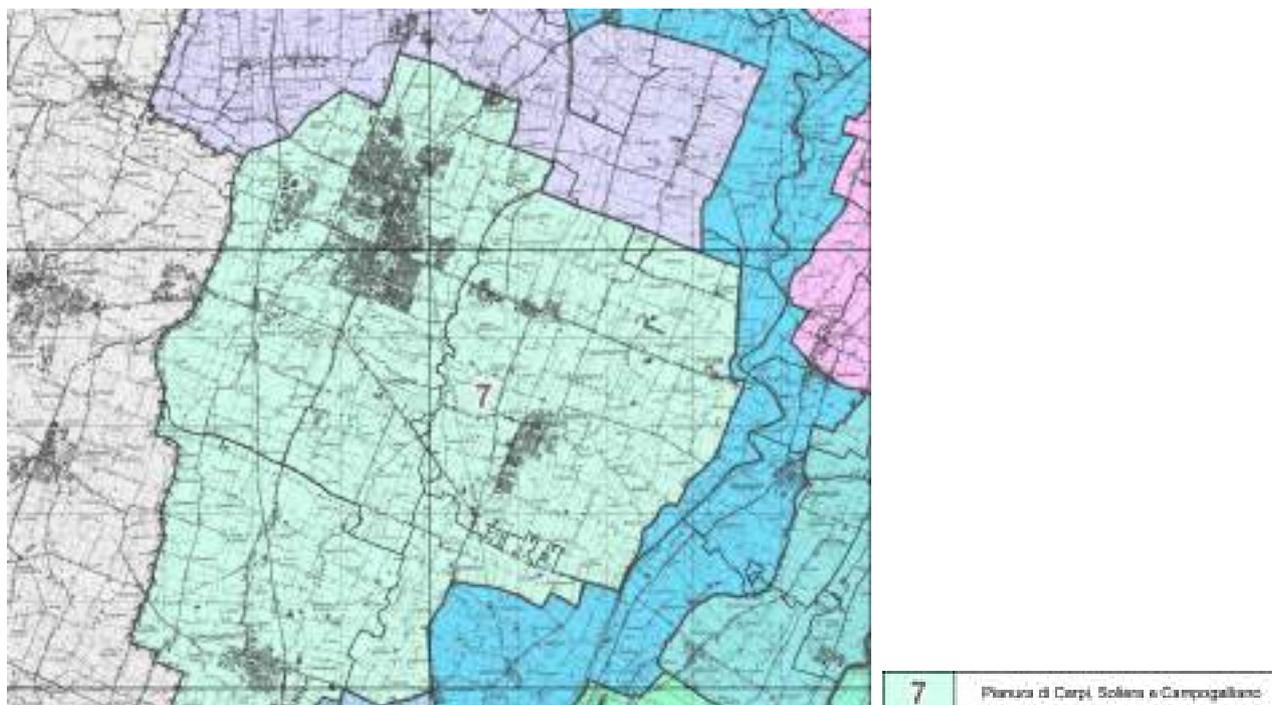


Figura 105 - Carta 7 – Carta delle Unità di Paesaggio, estratto PTCP

Gli elementi caratterizzanti il territorio sono rappresentati dalle strade principali, poderali e interpoderali, dai canali di scolo disposti lungo gli assi principali della centuriazione, dai tabernacoli agli incroci degli assi, dalle case coloniche, dalle piantate e dai relitti di filari di antico impianto orientati secondo la centuriazione e da altri elementi topografici presenti riconducibili alla divisione agraria romana. Nella zona più a sud il territorio presenta caratteri in parte analoghi alle zone perfluviali del Secchia.

In relazione al profilo morfologico l'unità di paesaggio è caratterizzata dalla presenza di due dossi con andamento generale Sud-Nord che attraversano quasi per intero il territorio della unità di paesaggio e su cui si dispongono anche alcune importanti aree di concentrazione di materiali archeologici.

L'area di progetto ricade all'interno dell'ambito urbanizzato della città di Carpi. La viabilità storica si sviluppa secondo maglie regolari dando origine a un reticolo denso e articolato soprattutto in prossimità di Campogalliano. L'unità di paesaggio comprende i principali centri urbani di Carpi, Soliera e Campogalliano, oltre a una serie di centri frazionali quali S. Marino, Limidi, Ganaceto, Santa Croce, Sozzigalli.

La rete idrografica è costituita prevalentemente da canali di bonifica di varia importanza, sia per uso irriguo, sia di scolo. Fra i maggiori: a Ovest il Tresinaro (che nonostante l'origine naturale in questo tratto assume carattere di notevole artificialità a causa di interventi idraulici), il cavo Lama a est; e il canale dei Mulini a Sud. La rete dei fossati per uso irriguo e di scolo costituisce inoltre una maglia densa e regolare.

Carpi è una città sita nella pianura modenese che ha visto il suo massimo sviluppo in periodo medievale (è infatti un borgo medievale di origine preistorica: civiltà villanoviana) anche se il suo territorio è segnato da elementi antecedenti riconducibili all'epoca romana, come visibile da alcuni dei segni più importanti del suo assetto territoriale: le vie romane e tra queste la via Emilia.

Volendo eseguire un'analisi dell'evoluzione storica del paesaggio, si può partire con l'asserire che il territorio modenese fu soggetto alla centuriazione, ossia alla misurazione e divisione regolare del terreno - propria dell'epoca romana - in grandi appezzamenti quadrati di 200 iugeri (ossia 50 ettari), mediante incroci di assi ortogonali, i cardini e i decumani, a distanza regolare di 710 metri. Ad oggi il paesaggio agrario presenta ancora le tracce del reticolo centuriale, costituito da strade, viottoli, canali e filari. I segni di questa epoca sono rilevanti nella media pianura e in particolare nel territorio intorno a Carpi e anche nella zona compresa tra Nonantola (MO) e il torrente Samoggia (anche se quest'ultima zona attualmente rientra in parte nel territorio bolognese: di essa è stata ormai accertata con sicurezza l'appartenenza all'Ager Mutinensis). Nella cartografia riportata sono evidenziate le tracce degli assi centuriali che ancora costituiscono l'orditura del territorio organizzandolo secondo una maglia quadrata regolare di 710 metri di lato.



Figura 106 - Evidenziazione del territorio centuriato nella campagna carpigiana raffigurante DM (cardine massimo) e KM (decumano massimo) in una foto aerea del 1955 contenuta all'interno di Immagini di un territorio a cura di Antonella Manicardi

Carpi, come altri centri abitati sorti in epoca medievale, è situata all'incrocio di cardini e decumani, che costituivano l'ossatura principale della viabilità romana, mentre nelle campagne gli antichi insediamenti e le attuali frazioni sono ancora in gran parte addossati ai limites. Nel carpigiano le linee del cardine massimo (DM) e del decumano massimo (KM) sono state riconosciute nei due assi ortogonali che attraversano perfettamente a metà gli impianti centuriali. Il DM è identificato nella strada rettilinea che attraversa da ovest ad est la campagna e sulla quale è situata la frazione di Limidi (MO) assieme al centro di Sozzigalli (MO) - Strada Provinciale n. 1 "Sorbarese" o "CarpiRavarino"), mentre il KM è identificato nel rettilineo che attraversa Carpi in direzione sud-ovest nord-est, e sul quale è situata la località di Quartirolo, ora completamente integrata nel nucleo urbano cittadino. Ulteriore testimonianza della persistenza nel tempo della centuriazione è data proprio dalla frazione di Limidi, il cui toponimo non è altro che la derivazione da un termine tecnico della centuriazione: limes, limites (linea di confine).



Figura 107 - La prima ripresa aerea della città effettuata il 5 settembre del 1944 e contenuta all'interno di Immagini di un territorio a cura di Antonella Manicardi



Figura 108 - Carpi oggi, estratto Google Earth

Per quanto riguarda il paesaggio circostante, tra gli aspetti che lo caratterizzano, in una visione che ne analizza l'evoluzione, vi è il disegno geometrico degli appezzamenti delimitati da "piantate" e da siepi, ad oggi sempre più rado. È senza dubbio con i Romani che si diffonde questa coltura promiscua di vite e di cereali. La piantata costituiva un'organizzazione colturale arborea in cui la vite veniva "maritata" a tutori vivi, in gran parte rappresentati da Olmo e Acero campestre (detto anche "Oppio"), ma anche da Pioppo nero, Farnia, Salice bianco, Ciliegio, Gelso. Questa forma di allevamento assicurava all'azienda agricola legna da ardere, paleria e legname da lavoro (con l'Acero, ad esempio, si costruivano gli zoccoli) ma, soprattutto, la ripetuta sfrondata della frasca offriva una validissima

integrazione alimentare per il bestiame. L'intero sistema territoriale si basò per secoli su questa struttura, ovvero sul podere come elemento-chiave di assetto del territorio, a sua volta basato sull'alternanza città-campagna-incolto.

A partire dagli anni '50-'60 la piantata conosce un'inesorabile regressione, legata ad un complesso di fattori, tra i quali il più importante è la diffusione delle lavorazioni meccanizzate, per le quali le piantate costituiscono impedimento. Anche la perdita di importanza della frasca come risorsa foraggera in allevamenti sempre più intensivi, la moria dell'Olmo – attaccato dalla Grafiosi - la necessità di molta manodopera per la manutenzione e la diffusione di sistemi di allevamento della vite a spalliera, sorretta da pali di cemento, concorrono alla scomparsa della piantata.

Nella foto di seguito riportata, scattata nel 1957 nella zona di San Possidonio (MO), sono riconoscibili anche altri due elementi tipici dell'equipaggiamento territoriale della pianura: i filari di Pioppi cipressini e le siepi. In comune assolvevano alla funzione di delimitazione dei confini poderali e di protezione delle colture dal vento. La siepe era costituita da uno strato denso di cespugli, composto da biancospino, prugnolo, sanguinella, ligustro, corniolo, rovo, azzeruolo, rosa selvatica, perastro, sambuco, sorbo domestico e da uno strato più alto di specie arboree quali olmo, acero campestre, farnia, salice bianco. Nell'economia contadina le siepi fornivano bacche, legna, strame, rifugio per la selvaggina e gli insetti impollinatori, come api e bombi. La foto rappresenta, pertanto, una magnifica immagine del paesaggio rurale tradizionale a maglia stretta, prima che l'adozione di tecniche di coltivazione fortemente intensive e meccanizzate, la razionalizzazione degli schemi di rotazione colturale, l'abbandono delle campagne e l'ampliamento delle superfici aziendali portassero alla semplificazione monocolturale del paesaggio agrario attuale.



Figura 109 - Fotografia del 1957 scattata nella campagna di San Possidonio (MO) raffigurante il sistema della "piantata" e delle siepi di pianura, con la tipica vite "maritata" ad un olmo. La foto è presente nel volume Immagini di un territorio a cura di Antonella Manicardi [p. 97].

5.6 RUMORE E VIBRAZIONI

Con inquinamento acustico si intende per legge “l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi”.

L'inquinamento acustico è quindi prodotto dall'insieme di rumori provenienti da più fonti, in grado di condizionare l'equilibrio psicofisico del soggetto percettore.

La popolazione risulta frequentemente esposta a rumori diurni continuati che sfiorano la soglia limite dei 65 dB, oltre cui il suono inizia a porre problemi fra i quali i più frequenti sono – oltre alla sensazione generica di fastidio – i disturbi del sonno e del riposo, lo stress fisiologico, i danni cardiovascolari e psichici, le interferenze sul rendimento, concentrazione e apprendimento, oltre ai danni economici rappresentati da spese sanitarie, astensioni dal lavoro, deprezzamento degli alloggi e ridotte possibilità di destinazioni urbanistiche plurime.

Dal punto di vista normativo, la Legge quadro 447/1995 sull'inquinamento acustico ha introdotto i concetti di valori di emissione, immissione, attenzione e qualità.

Il DCPM del 14 novembre 1997 ha invece fissato, in relazione alle classi di destinazione d'uso del territorio, i valori di limite emissione delle sorgenti sonore (singole e nel loro insieme), i valori di attenzione, i valori di qualità < 3dB rispetto ai valori limite assoluti d'immissione, il valore limite differenziale, confermando inoltre l'obbligo dei comuni di effettuare la zonizzazione acustica.

Il Comune di Carpi ha approvato il Piano Comunale di Classificazione acustica con D.D.le n. 48 del 01/02/2020.

Nella tabella successiva si riportano i valori limite assoluti di immissione per le classi di destinazione d'uso del territorio (“Tabella C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A) art.3 D.P.C.M. 14/11/97”).

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	DIURNO dB(A) (06.00-22.00)	NOTTURNO dB(A) (22.00-06.00)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree di intensa attività umana	65	55
V - aree prevalentemente industriali	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

Figura 110 - Tabella C valori limite assoluti di immissione



Figura 111 - Estratto PCCA del Comune di Carpi

L'area interessata dall'intervento rientra nelle classi acustiche III, IV ed è prossima ad alcuni ricettori sensibili.

L'analisi dei ricettori è stata eseguita in conformità alla definizione riportata nel DPR 142/2004. L'attività di censimento ha riguardato una porzione di territorio di ampiezza pari a 100 m circa dalla nuova rotatoria. Per il censimento dei ricettori sensibili il raggio è stato esteso. Si riporta di seguito l'ubicazione dei ricettori.



Figura 112- Individuazione dei ricettori interessati

Ogni ricettore individuato nella tabella seguente, riportando un codice alfanumerico, riportante una numerazione progressiva. Nella modellazione numerica, per la valutazione del rumore immesso in corrispondenza degli edifici ricettori, i "punti di calcolo"³ sono stati posizionati in corrispondenza della facciata più esposta alla sorgente acustica stradale. Si è avuto cura di posizionare un "punto di calcolo" in corrispondenza di ogni piano fuori terra dell'edificio.

Ric.	Destinazione	Nr. piani	Classe Acustica	Distanza intervento	Fascia di rispetto
RS01	Palestra	3	I	270	Parzialmente
RS02	Palestra	1	I	250	Parzialmente
RS03	Palazzetto dello sport	3	I	80	SI
RS04	Scuola	2	I	100	SI
RS05	Scuola	3	I	80	SI
RS06	Scuola	3	I	165	NO
RS07	Scuola	2	I	265	NO
RS08	Scuola	2	I	220	NO
RS09	Scuola	2	I	220	NO
R01	Piscina	3	III	190	NO
R02	Piscina	1	III	130	NO
R03	Commerciale	1	IV	40	SI
R04	Residenziale	3	III-IV	55	NO
R05	Residenziale	3	III-IV	45	SI
R06	Residenziale	2	IV	20	SI
R07	Residenziale	7	IV	55	SI
R08	Residenziale	4	IV	100	SI
R09	Residenziale	3	IV	100	SI
R10	Residenziale	3	III	60	SI
R11	Residenziale	3	III	85	SI
R12	Residenziale	4	III	65	SI

Figura 113 - Elenco ricettori

L'intervento prevede la sostituzione mirata degli impianti semaforici esistenti a servizio dell'incrocio fra la tangenziale Losi e via Peruzzi. Questa soluzione implica una riduzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico urbano,

³ I "punti di calcolo" sono punti della facciata dell'edificio in cui vengono calcolati i livelli di emissione acustica.

in conseguenza dell'eliminazione delle fermate ed accelerazioni in partenza degli automezzi, tipiche delle intersezioni semaforizzate.

Dalla valutazione emergono delle criticità, già esistenti, dovuti alla tangenziale Bruno Losi; vengono comunque garantiti i livelli interni previsti dall'Art. 6 commi 2 e 3 del DPR 142/04:

Nelle fasi successive verrà approfondita la seguente analisi, integrandola anche con dei rilievi fonometrici, e verranno valutate eventuali opere di mitigazioni.

Per approfondimenti in merito allo studio acustico si rimanda all'elaborato: ROAMRT01 - Relazione Acustica.

5.7 INQUINAMENTO LUMINOSO E OTTICO

L'inquinamento luminoso è prodotto dalla dispersione di luce da parte di sorgenti artificiali nel cielo notturno al di fuori degli spazi dove è necessario illuminare, in particolare, oltre il piano dell'orizzonte.

Spesso questo fenomeno si verifica attraverso gli impianti di illuminazione esterna (illuminazione pubblica e privata), ma anche a causa di illuminazione interna, ad esempio l'illuminazione di vetrine di esercizi commerciali.

L'inquinamento luminoso può essere dettato dall'immissione diretta di flusso luminoso verso l'alto e/o dalla diffusione di flusso luminoso riflesso da superfici illuminate con intensità superiori a quanto necessario.

L'area oggetto di intervento **ricade nella "Zona di protezione dall'inquinamento luminoso degli osservatori astronomici"** poiché è tra le aree che rientrano nel raggio di 15 km attorno all'osservatorio del Comune di Cavezzo (MO) – Geminiano Montanari.

L'inquinamento ottico, o luce intrusiva, è prodotto invece dalla luce dispersa da una sorgente artificiale che illumina direttamente un'area che non è da illuminare.

L'inquinamento ottico è diverso dal concetto di abbagliamento. Quest'ultimo è il disturbo prodotto dalla luce dispersa da una sorgente artificiale verso l'utente dell'impianto di cui fa parte la sorgente. Invece, si parla di inquinamento ottico quando la luce dispersa da una sorgente artificiale colpisce un soggetto che non è utente dell'impianto.

Ad esempio, si parla di abbagliamento quando i proiettori di un campo sportivo disturbano gli atleti, invece si parla di inquinamento ottico quando gli stessi proiettori disturbano una persona che cammina nella via accanto al campo che non è illuminata.

L'Italia negli ultimi anni è molto sensibile al tema del contenimento dell'inquinamento luminoso e ottico, infatti, tutte le Regioni hanno normative locali eccetto la Calabria e Sicilia.

Con la riduzione dell'inquinamento luminoso e ottico si ha anche il vantaggio di contenere le emissioni di CO2 necessarie per l'energia elettrica destinata all'illuminazione. La norma di riferimento è la UNI 10819/1999 "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso

luminoso". Tale norma si applica nelle regioni in cui le leggi in materia fanno riferimento ad essa (Piemonte, Valle d'Aosta, Basilicata) o in quelle dove non ci sono leggi regionali (Calabria e Sicilia).

La normativa regionale più recente è quella dell'Emilia-Romagna, con la D.G.R. del 18 novembre 2013, n. 1688 "Nuova direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della Legge regionale 29 settembre 2003, n. 19" recante "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico", creata per integrare alla normativa preesistente anche l'utilizzo di nuove tecnologie come i LED.

6 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

In questa sezione vengono analizzati i principali impatti del progetto sulle varie componenti precedentemente analizzate, al fine di poterne valutare la fattibilità ambientale. La valutazione generale degli impatti su ciascuna componente fa riferimento agli effetti del progetto sia in fase di cantiere (si rimanda alla relazione PSC ROSIRT01_30_5094 per approfondimenti) che in fase di esercizio.

6.1 ATMOSFERA

Il progetto delle "Opere di viabilità complementare al Nuovo Polo Sportivo", si inserisce in un più ampio ripensamento della gerarchia della viabilità della città consolidata. L'introduzione di una rotatoria favorisce la fluidificazione di tutte le manovre, riducendo al minimo i fenomeni di "stop and go" che invece contraddistinguono altre soluzioni (intersezioni semaforizzate o regolate da segnaletica) e moderando le velocità di percorrenza (traffic calming), contribuirebbero anche a mitigare l'inquinamento atmosferico.

Il progetto contribuisce inoltre al raggiungimento degli obiettivi del Piano regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria con il rafforzamento della mobilità dolce tramite la sistemazione della ciclabile esistente promuovendo la mobilità sostenibile in bicicletta all'interno del tessuto urbano.

Le principali problematiche indotte dalla fase di cantiere sulla componente atmosfera riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta principalmente nelle aree di cantiere e nelle aree di lavorazione:

- diffusione e sollevamento di polveri legate alla demolizione, al carico ed alla movimentazione degli inerti provenienti dalle demolizioni - significativo;
- diffusione di inquinanti aeriformi emessi dai motori a combustione interna delle macchine operatrici (non significativo).

In virtù della presenza di alcuni ricettori nei pressi delle aree di intervento, si prevede la necessità di introdurre adeguate misure di mitigazione. La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di cantiere è stata basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento tramite impiego di processi di lavorazione ad umido (sistematica bagnatura delle piste di cantiere e delle aree di cantiere) e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

Sono stati previsti anche un'altra serie di mitigazioni al fine di contenere le emissioni di polveri in atmosfera a seguito delle lavorazioni previste in cantiere, che di seguito vengono schematicamente illustrate:

- Copertura dei cassoni dei mezzi destinati alla movimentazione dei materiali con teli;
- Spazzolatura della viabilità in prossimità degli accessi delle aree di cantiere.

Infine si stima che il numero dei mezzi di trasporto che si prevede di utilizzare nel cantiere non avrà un'incidenza rilevante sul normale traffico veicolare urbano, considerando anche il numero di viaggi giornalieri che verrà effettuato

dagli stessi mezzi. Pertanto, l'incidenza di emissioni in atmosfera dovute all'utilizzo di mezzi dotati di motori a combustione interna è da ritenersi non significativa.

6.2 GEOLOGIA ED ACQUE

L'area di progetto, da quanto emerso dagli studi condotti, è in situazione pianeggiante e non risulta la presenza di elementi geomorfologici tali da rappresentare una criticità a livello progettuale. I terreni sono costituiti da limi argillosi alternati a sabbie e sabbie limose. Per quanto concerne la componente acque l'area non è classificata come zona vulnerabile da nitrati e non risulta che la realizzazione dell'opera in progetto possa comportare variazioni in tal senso. Il progetto idraulico prevede il dimensionamento di opere adeguate al drenaggio delle acque di piattaforma. Poiché il progetto stradale consiste nell'adeguamento di una intersezione esistente, non si prevede il trattamento delle acque di prima pioggia.

Il progetto prevede due nuove intersezioni sui tratti di raccordo alla viabilità esistente a nord e a sud dell'intervento. Poiché tali intersezioni interferiscono con il suddetto fosso di guardia, è necessario prevedere dei tombini di attraversamento per garantire la continuità della linea d'acqua. Nella fattispecie l'intersezione a nord attraversa il fosso di guardia con sezione triangolare, mentre l'intersezione a sud interferisce con il fosso a sezione trapezoidale.

Al fine di garantire un franco idraulico di sicurezza di almeno il 75% si prevedono le risoluzioni delle due interferenze con una tubazione in cls DN600, che garantisce una sezione idraulica pari a 1.13mq, la quale risulta sufficiente ad assicurare la continuità dei deflussi lungo i fossi di guardia esistenti.

Durante la fase di cantiere la tutela della risorsa idrica è correlata alla gestione delle acque che circolano all'interno del cantiere ed a quelle che si producono con le lavorazioni, nonché alla gestione dei rifiuti e di particolari impianti e lavorazioni che possono interferire con il suolo, le acque superficiali e le profonde.

Nel cantiere in oggetto non si prevede un uso delle acque tale per cui si ritiene necessario predisporre un bilancio idrico; per quanto riguarda l'area logistica, in considerazione della durata dell'Appalto, sono previsti solo due wc chimici dotati di lavabo. Per quanto riguarda gli impianti fissi, non sono previsti impianti di lavaggio gomme dei mezzi, di lavaggio della betoniera, di rifornimento di carburante. È prevista solo la presenza di una vasca di raccolta delle acque di lavaggio della canale della betoniera.

L'Impresa dovrà gestire ed ottimizzare l'impiego della risorsa, eliminando o riducendo al minimo l'approvvigionamento dall'acquedotto e massimizzando, ove possibile, il riutilizzo delle acque impiegate nelle operazioni di cantiere.

6.3 SUOLO, USO DEL SUOLO

La messa in sicurezza dell'incrocio in esame non prevede ulteriore consumo di suolo: la riconfigurazione degli assi di progetto avverrà sfruttando la sede stradale esistente (per la viabilità che interessa Via Peruzzi a Est, la parte a Sud, Via Losi a Nord, e per la parte di viabilità ad Ovest). Sul margine stradale esistente Ovest si riconforma la nuova corsia

che permette l'uscita dal parcheggio rientrando nella viabilità circolatoria prima di immettersi in rotatoria; tale innesto è regolato da un impianto semaforico con logica di preferenziamento degli autobus in modo da non creare troppe soste al mezzo pubblico. Anche per la corsia di svolta dedicata a chi proviene da Nord dalla Tangenziale Bruno Losi è stato deciso di utilizzare, per quanto possibile, il sedime della viabilità esistente.

Infine, quelle aree che risulteranno residuati stradali, saranno riconformate ad aree verdi.

Durante la fase di cantiere la tutela del suolo è correlata alla gestione delle terre che circolano all'interno del cantiere ed a quelle che si producono con le lavorazioni, nonché alla gestione dei rifiuti e di particolari impianti e lavorazioni che possono interferire con il suolo stesso.

L'obiettivo primario è preferire, quando vi siano le condizioni, il riutilizzo del materiale scavato all'interno della stessa opera o in un'altra opera come sottoprodotto o il recupero come rifiuto, con lo scopo di favorirne il reimpiego e limitare il più possibile il ricorso a materie prime di nuova estrazione. Il cantiere pertanto dovrà rispettare ed effettuare:

- Lo stoccaggio delle terre scavate in attesa di essere reimpiegate nel sito in area delimitata e protetta su tutti i lati; deve essere impedito il dilavamento e il trascinarsi del materiale in caso di piogge, ad esempio tramite copertura e protezioni impermeabili, e di dispersione, in caso di vento;
- La movimentazione delle terre all'interno del cantiere deve avvenire in cassoni che impediscano la fuoriuscita del materiale;
- Impermeabilizzare le aree di deposito delle terre, tale da evitare spandimenti nelle aree circostanti e nei sistemi fognari.

Sono da considerarsi eventuali, di natura accidentale, impatti negativi per quanto riguarda l'inquinamento del suolo: possibili sversamenti accidentali, evitabili con l'adozione di idonee misure di sicurezza sia nella fase di cantiere, che di esercizio.

6.4 BIODIVERSITA', POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

L'area oggetto di intervento appartiene ad un ambito urbano fortemente antropizzato, costeggiata da residenze, servizi pubblici e aree industriali. Il progetto non interessa aree vincolate dal punto di vista ambientale. Intervenendo su un tratto di tracciato stradale già esistente, il progetto non impatta negativamente la componente biodiversità. Saranno inoltre convertite ad aree verdi quelle aree che risulteranno residuati stradali, a seguito della messa in sicurezza della nuova viabilità.

Il progetto delle opere a verde ha scelto essenze vegetali finalizzate a massimizzare il risultato percettivo e ridurre la necessità di cura e manutenzione, spesso di difficile gestione per un'amministrazione comunale. Le nuove piantumazioni sono inoltre rispettose delle caratteristiche previste dalle "Linee guida comunali per la costruzione di infrastrutture stradali, impianti d'illuminazione pubblica, opere di verde pubblico ed arredo urbano" (vedi paragrafo

2.4 es. alberature dimensione minima di fornitura 16-18 cm, arbusti dimensione minima di fornitura in vaso 18 e 24 cm).

I fattori critici più ricorrenti sono in genere rappresentati dalle disponibilità idriche e dal controllo delle specie indesiderate, per questo motivo assumono un ruolo determinante le scelte dei substrati di coltivazione e dei materiali pacciamanti. La corretta gestione di tali problematiche consente di garantire la sostenibilità in senso ambientale ed economico degli interventi di inverdimento delle rotatorie.

Il progetto prevede la risagomatura dei tratti di via Losi e di via Baldassarre Peruzzi in prossimità della nuova rotatoria. Questo comporta l'abbattimento di n. 19 alberature esistenti e la realizzazione di nuove aree verdi che verranno ricavate dove attualmente sono presenti corsie veicolari in asfalto.

Il progetto delle opere a verde prevede la piantumazione di n. 2 alberi per ciascun albero abbattuto. Le specie vegetali per il nuovo arredo sono state scelte in funzione di diverse prerogative, tra cui, la facilità di manutenzione e le qualità estetico-funzionali.

In sostituzione dei filari di *Cercis siliquastrum* abbattuti si prevede l'inserimento di *Pyrus calleryana* «Chanticleer». Nell'aiuola spartitraffico che viene risagomata lungo via Baldassarre Peruzzi si prevede l'inserimento di n. 2 *Morus alba* a completamento della vegetazione già esistente. Nell'area più prossima al centro sportivo è stato inserito un gruppo *Acer platanoides*, albero di grandi dimensioni a crescita medio rapida con buona resistenza all'inquinamento urbano. Le aiuole più strette lungo via Losi sono piantumate con *Abelia grandiflora*, un arbusto da fiore rustico e facilmente adattabile a diverse condizioni ambientali.

6.5 PAESAGGIO

L'intervento oggetto del presente studio determina la sistemazione di un tratto di tessuto stradale già esistente, pertanto non comporterà notevoli modificazioni alla morfologia. Le soluzioni progettuali permettono di non intaccare le edificazioni esistenti al contorno fatta eccezioni per minime aree nel quadrante Nord-Ovest e Sud-Est. La nuova intersezione sarà realizzata tramite la ripavimentazione della sede viaria esistente, la realizzazione delle nuove geometrie delle isole divisionali (di nuova realizzazione o con modifica delle aiuole esistenti) e la messa in opera della nuova segnaletica orizzontale e verticale. Il progetto prevede di conservare le corsie dedicate di svolta a destra esistenti.

Non saranno infine apportate modifiche allo skyline, naturale o antropico, del sito d'intervento.

Gli interventi sono stati attentamente ponderati per non creare squilibrio alla percezione visiva: le opere di mitigazione ambientale sono coerenti con il contesto territoriale, storico-culturale e paesaggistico e ricercano un equilibrio tra piacevolezza della percorrenza e sicurezza alla guida. Il progetto delle opere a verde inoltre non costruisce barriere verso il paesaggio. La realizzazione della rotatoria si basa in forte misura sulla necessità di garantire elevati standard

di sicurezza in corrispondenza delle intersezioni. Anche il progetto della sistemazione a verde ha assunto la sicurezza come obiettivo e in particolare:

- si è previsto che il centro della rotatoria sia realizzato in modo che non sia visibile la parte opposta: in questo modo l'attenzione degli automobilisti e degli altri utilizzatori della strada sarà attirata dalla presenza fisica dell'isola centrale;
- nelle aree più esterne della rotatoria, vicine alla viabilità, sono previsti tappezzanti bassi, in modo da non ostacolare la visibilità durante la guida.

In generale, le relazioni con il sistema paesaggistico e, quindi, i potenziali impatti derivanti dalla fase di cantiere, possono essere ricondotti:

- al fattore "occupazione/sottrazione-alterazione diretta" di risorse (temporanea o permanente);
- al fattore "intervisibilità" (intrusione visiva temporanea e limitata all'esecuzione dei lavori).
- agli impatti sulle comunità che hanno relazioni con l'area oggetto di intervento.

Al fine di delimitare le piste di cantiere e di confinare le aree che saranno interessate dai lavori, verranno predisposte durante la fase preliminare di cantierizzazione, recinzioni di cantiere in polietilene color arancio per tutto il perimetro esterno delle aree assoggettate ad esproprio definitivo e/o occupazione temporanea. Per specifiche in merito alle tipologie di recinzioni si rimanda al paragrafo 2.3.3 del PSC (RO_SIRT01_30_5094).

6.6 RUMORE E VIBRAZIONI

La valutazione dello scenario post operam è effettuata attraverso modellizzazione acustica; l'intervento prevede la sostituzione mirata degli impianti semaforici esistenti a servizio dell'incrocio fra la tangenziale Losi e via Peruzzi. Questa soluzione implica una riduzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico urbano, in conseguenza dell'eliminazione delle fermate ed accelerazioni in partenza degli automezzi, tipiche delle intersezioni semaforizzate.

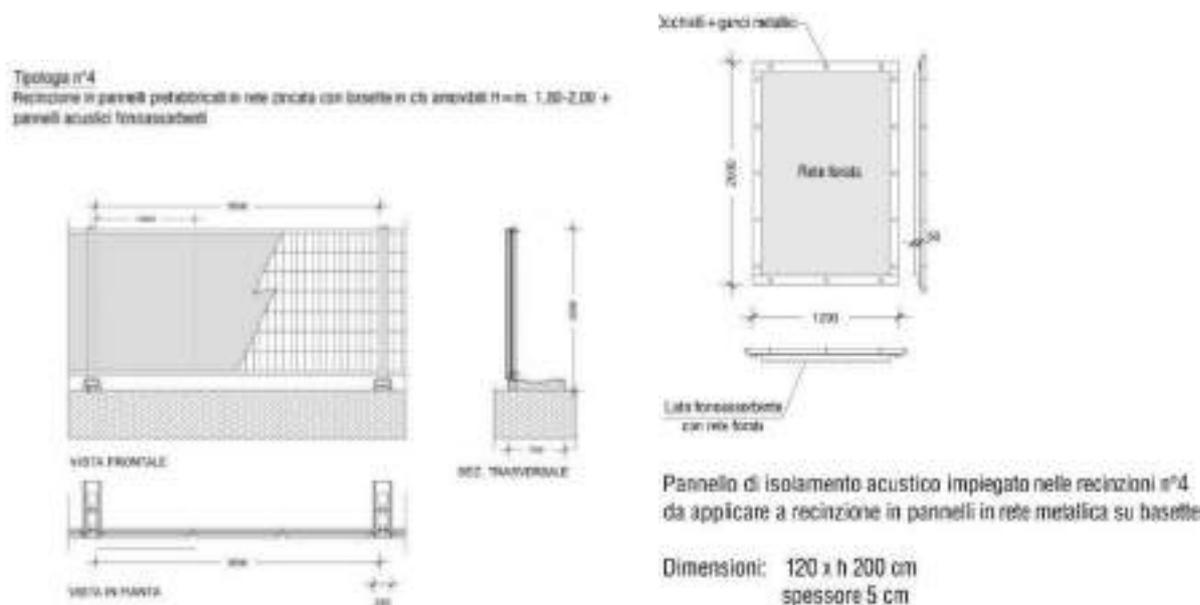
Come emerso dallo studio trasportistico effettuato, la scelta di introdurre un'intersezione a rotatoria, permette di ridurre l'inquinamento acustico (nelle intersezioni a raso classiche sono sempre presenti cartelli di stop, per cui i veicoli sono costretti a fermarsi e ripartire producendo inquinamento acustico, le rotatorie invece sono governata esclusivamente da cartelli di precedenza).

Dalla valutazione emergono delle criticità, già esistenti, dovuti alla tangenziale Bruno Losi; vengono comunque garantiti i livelli interni previsti dall'Art. 6 commi 2 e 3 del DPR 142/04.

Per quanto riguarda lo svolgimento delle attività di cantiere sono previste lavorazioni con livello di rumorosità variabile. Allo scopo di mitigare al massimo l'emissione sonora verso gli edifici (scolastici e residenziali) presenti nelle aree limitrofe al cantiere, durante le attività di cantiere saranno utilizzate il più possibile attrezzature di nuova generazione

a basso impatto acustico e predisposte barriere antirumore nelle zone ove sono presenti emissioni rumorose di tipo puntuale.

In caso di necessità potranno essere utilizzati, per tali delimitazioni puntuali, in ambito di cantiere apposite barriere mobili ad abbattimento acustico poste in corrispondenza delle emissioni sonore.



schema recinzioni per mitigazione rumore e polveri

Inoltre per la componente rumore è previsto un monitoraggio in corso d'opera in continua:

saranno effettuate misure in continuo presso i ricettori esposti alle attività di cantiere per tutta la durata delle diverse fasi. Il programma delle misure sarà sincronizzato con il cronoprogramma di cantiere e le diverse fasi di lavorazione previste, considerando gli stati di avanzamento dello stesso.

Occorrerà infine chiedere un'autorizzazione in deroga visto la distanza, fra il cantiere ed i ricettori sensibili, a distanza inferiore a 100 metri. La deroga farà riferimento alle sole attività e giornate per le quali si stimerà un superamento dei limiti, ed essendo il cantiere di durata inferiore ad un anno, sarà concessa per una durata massima di 60 giorni/cantiere.

Per quanto riguarda le prescrizioni generali relative al rischio rumore si rimanda comunque alla lettura della Parte 3 – capitolo 6 degli elaborati dell'elaborato RO_SIRT02_30_5094– Analisi e valutazione rischi –SEZIONE 1.pdf ;

6.7 INQUINAMENTO LUMINOSO E OTTICO

L'aumento di luminosità nel cielo di notte determina effetti negativi sulla qualità della vita dell'uomo, dell'ambiente e anche sulla ricerca astronomica.

In particolare:

- sulla flora si verificano fenomeni come la diminuzione della fotosintesi clorofilliana;
- sulla fauna si verifica lo smarrimento delle specie migratorie, modifiche delle abitudini di vita e di caccia degli animali, disturbi alla riproduzione e alterazioni dei ritmi circadiani;
- sull'uomo si hanno fenomeni come l'abbagliamento, peggioramenti della vista, alterazioni dei ritmi circadiani e possibili modifiche della produzione di melatonina.

Altro problema relativo all'inquinamento luminoso è legato agli osservatori astronomici.

Infatti, oggi gli osservatori hanno iniziato ad osservare solo le stelle di magnitudine più elevata a causa degli impianti di illuminazione delle città che diffondono parte del flusso luminoso verso il cielo rendendo meno visibili i corpi celesti.

A tal proposito, l'area oggetto di intervento **ricade nella “Zona di protezione dall'inquinamento luminoso degli osservatori astronomici”** poiché è tra le aree che rientrano nel raggio di 15 km attorno all'osservatorio del Comune di Cavezzo (MO) – Geminiano Montanari.

Pertanto il progetto illuminotecnico del nuovo impianto di illuminazione stradale a servizio dell'intervento in progetto riceverà gli accorgimenti necessari per la mitigazione delle emissioni luminose seguendo quanto prescritto dalla **Legge Regionale n°19/2003 - Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico - e dalla rispettiva Delibera di Giunta Regionale n.1732 “Terza Direttiva” applicativa.**

L'impianto sarà progettato rispettando quanto prescritto all'art. 4, della Delibera di Giunta Regionale n.1732 “Terza Direttiva applicativa Legge Regionale n°19/2003, che in sintesi richiede, come caratteristiche prestazionali degli apparecchi illuminanti per i nuovi impianti di illuminazione pubblica esterna:

- L'utilizzo dei LED o di altre sorgenti a luce bianca, è consentito per le zone di protezione in cui l'intervento rientra, se la temperatura di colore (CCT) è minore o uguale a 3000K;
- non emettano luce verso l'alto, cioè possano dimostrare di avere nella loro posizione di installazione, per almeno 90°, un'intensità luminosa massima compresa tra 0,00 e 0,49 cd/klm;
- rispondano a determinati requisiti di prestazione energetica, cioè possano dimostrare di avere un Indice IPEA corrispondente alla "classe C" o superiore;
- siano ritenuti sicuri dal punto di vista fotobiologico, e cioè siano conformi alla Norma EN 60598-1:2015.

Per lo sviluppo del progetto, oltre alla Legge Regionale dell'Emilia-Romagna, saranno adottati anche i principi enunciati nei **Criteri Ambientali Minimi**, CAM, per l'acquisizione di sorgenti luminose per l'illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica – Decreto 27 settembre 2017.

L'impianto di illuminazione deve garantire agli utenti, oltre ai livelli minimi di sicurezza e confort luminoso, anche la massima riduzione dei consumi energetici, l'aumento della vita media dei componenti e quindi la riduzione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e anche il contenimento dell'inquinamento luminoso e della luce molesta.

A seguire i punti, estratti dai CAM, di cui si è tenuto conto per lo sviluppo del progetto per il contenimento dell'inquinamento luminoso e ottico:

- le luminanze medie mantenute di progetto ovvero gli illuminamenti medi mantenuti di progetto non dovranno superare del 20% i livelli minimi previsti dalle norme tecniche di riferimento in funzione dell'ambito considerato.
- gli apparecchi dovranno essere installati preferibilmente in posizione orizzontale, ovvero non inclinati. Qualora si rendesse necessario inclinare l'apparecchio, il progettista dovrà motivare tale scelta dimostrando che non esistono soluzioni alternative valide.
- adottare sistemi automatici di controllo e riduzione del flusso luminoso dopo le ore ventiquattro;
- categorie dell'indice di abbagliamento (categorie Dx da norma UNI EN 13201-2) superiori a D4;
- colore della luce adeguato al contesto;
- indice di resa cromatica elevato.