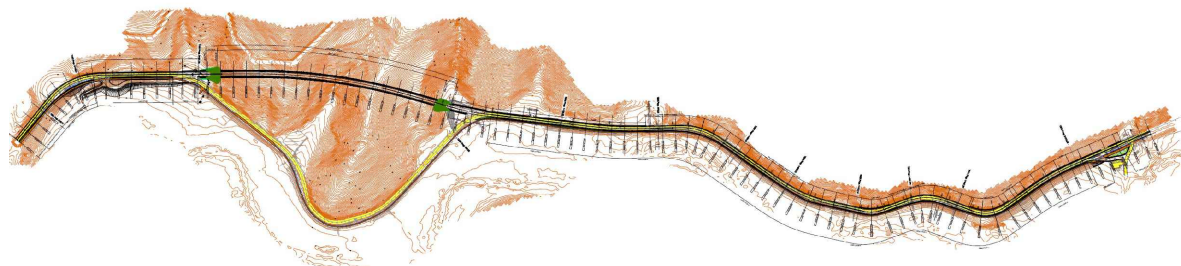


S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"

RETTIFICA DEL TRACCIATO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 41+500 al km 51+500
STRALCIO 1 - LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 49+300 al km 51+500



PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE



GRUPPO DI LAVORO ANAS

PROGETTAZIONE



RESPONSABILE DEI LAVORI

IL PROGETTISTA

Ing. Valerio BAJETTI
Ordine degli Ingegneri della
provincia di Roma n°A26211
(Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA
IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio BAJETTI
Ordine degli Ingegneri della
provincia di Roma n°10112
(Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro MICHELI

PROTOCOLLO

DATA

N. ELABORATO:

R102

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

PARTE GENERALE

Parte 2 - Lo scenario di base

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PG0374D2201

NOME FILE

T00_IA_00_AMB_RE_02

CODICE
ELAB.

T00IA00AMBRE02

REVISIONE

SCALA:

A

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

MARZO
2023

ING. CAROLINA
BAJETTI

ING. GIANCARLO
TANZI

ING. VALERIO
BAJETTI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1.	L'INFRASTRUTTURA ATTUALE.....	3
2.	IL CONTESTO AMBIENTALE	5
2.2	A – POPOLAZIONE UMANA	5
3.1.1.	INQUADRAMENTO TEMATICO	5
3.1.2.	LE PRINCIPALI FONTI DI DISTURBO DELLA SALUTE	6
3.1.3.	IL CONTESTO DEMOGRAFICO	8
3.1.4.	IL PROFILO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO	14
2.3	B – BIODIVERSITÀ	26
3.1.5.	INQUADRAMENTO BIOCLIMATICO	26
3.1.6.	INQUADRAMENTO VEGETAZIONALE.....	28
3.1.7.	INQUADRAMENTO FAUNISTICO.....	33
3.1.8.	HABITAT ED ECOSISTEMI	47
3.1.9.	AREE DI INTERESSE NATURALISTICO	54
3.1.10.	LE RETI ECOLOGICHE.....	59
2.4	C – SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	62
3.1.11.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PEDOLOGICO	62
3.1.12.	USO DEL SUOLO	64
3.1.13.	CONSUMO DI SUOLO	69
3.1.14.	PATRIMONIO AGROALIMENTARE.....	71
3.1.15.	SISTEMA COLTURALE	73
3.1.16.	ZOOTECNIA	75
2.5	D – GEOLOGIA E ACQUE	77
2.5.1	INQUADRAMENTO TEMATICO	77
3.1.17.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	77
3.1.18.	STRATIGRAFIA.....	82
3.1.19.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	83
3.1.20.	SISMICITÀ.....	85
3.1.21.	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	94
3.1.22.	PERICOLOSITÀ E RISCHIO ALLUVIONI	94
3.1.23.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	94

3.1.24.	STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	99
3.1.25.	STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	101
3.1.26.	VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO	103
3.1.27.	CAVE E DISCARICHE	103
3.1.28.	SITI CONTAMINATI.....	113
2.6	E – ATMOSFERA: ARIA E CLIMA	114
3.1.29.	INQUADRAMENTO TEMATICO	114
3.1.30.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	116
3.1.31.	INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO	118
3.1.32.	ANALISI EMISSIVA	155
3.1.33.	CAMBIAMENTO CLIMATICO E GAS SERRA.....	162
3.1.34.	ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	175
3.1.35.	ANALISI DEGLI INQUINANTI MONITORATI	182
3.1.36.	I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI	198
3.1.37.	LO SCENARIO ATTUALE: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI	201
2.7	F – SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI.....	218
3.1.38.	IL CONTESTO PAESAGGISTICO DI AREA VASTA.....	218
3.1.39.	LA STRUTTURA DEL PAESAGGIO NELL'AREA DI INTERVENTO	221
3.1.40.	IL PATRIMONIO CULTURALE E STORICO TESTIMONIALE	222
2.8	G – AGENTI FISICI.....	228
3.1.41.	G1 – RUMORE	228
3.1.42.	G2 – VIBRAZIONI	238

1. L'INFRASTRUTTURA ATTUALE

Il tratto di tracciato attuale esaminato, procedendo in direzione del "cratere sismico", inizia al km 51+806 della S.S. 685, poco dopo il cavalcavia di svincolo con la SP 469, il termine al km 49+320 (attuale intersezione con la SP 472), con uno sviluppo – misurato sul tracciato attuale – di circa 2,5 km.

Il tracciato della S.S. 685 preso in esame è il tratto compreso tra le chilometriche di progetto km 49+300 e km 51+500. Nel tratto in progetto sono presenti 14 curve, aventi raggi di curvatura compresi tra 60m e 850m. Di queste, cinque sono contraddistinte da raggi di curvatura sensibilmente inferiori a 118,10 m che rappresenta il raggio di curvatura minimo che può essere percorso alla velocità di 60 km/h, che è quella più bassa nell'intervallo 60-100 km/h previsto per le strade extraurbane secondarie.

Tre delle curve rilevate presentano un raggio leggermente inferiore al minimo imposto (rispettivamente 118,00 m, 117,00 m e 113,50 m) e pertanto in corrispondenza delle stesse la velocità di progetto è di poco inferiore a 60 km/h; in corrispondenza di queste tre curve è possibile ottenere la velocità di progetto desiderata con un modesto aggiustamento in fase di allargamento della sezione.

Le restanti curve, presentano un raggio di curvatura inferiore a 225,00 m, che è il valore minimo per cui non è richiesto un allargamento delle corsie per la corretta iscrizione dei veicoli in curva, pari a 45/R: con tale raggio il rapporto 45/R assume valore pari a 0,20 m che è il massimo per il quale la normativa non richiede l'allargamento.

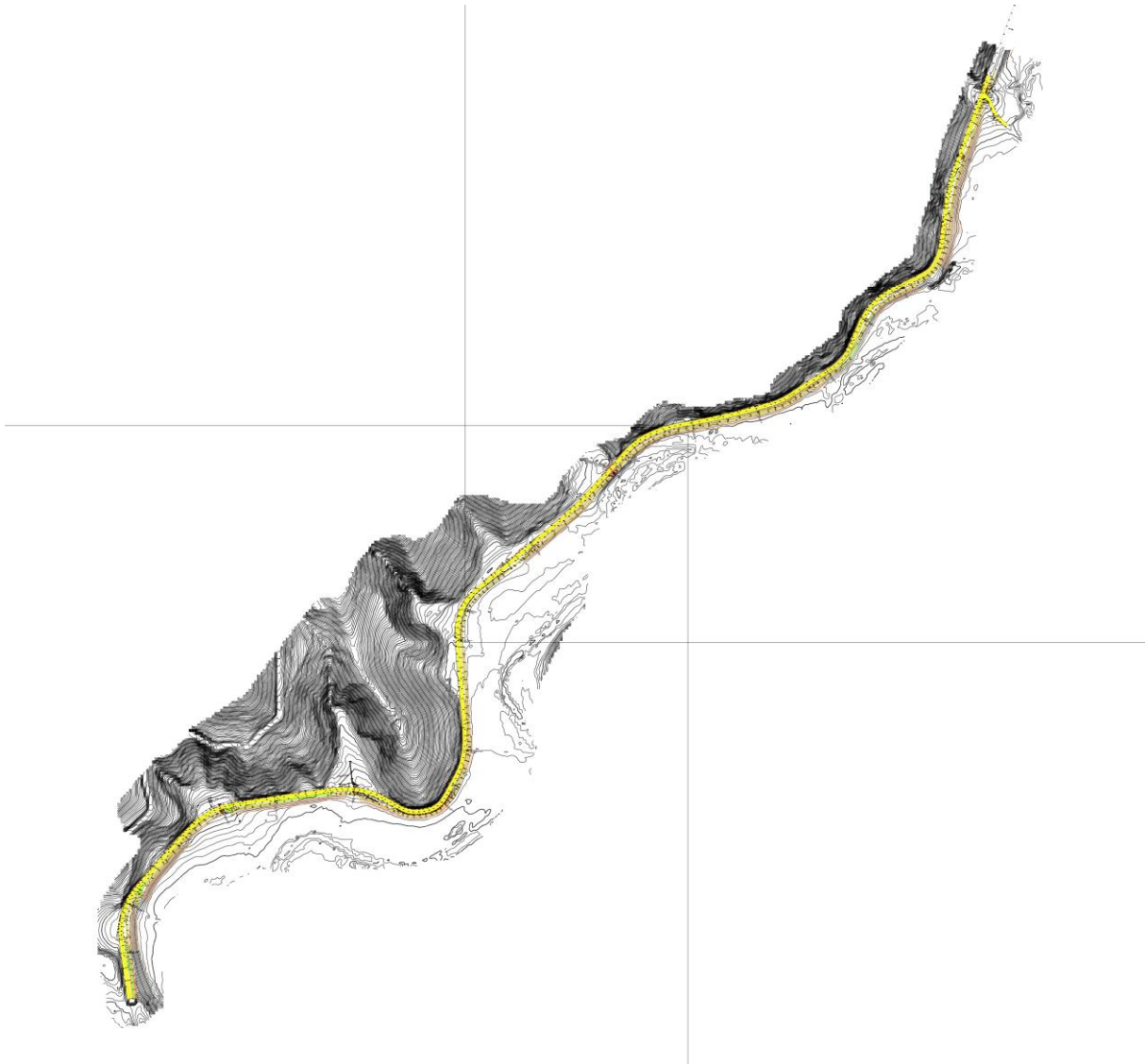


Figura 1-1 Restituzione del rilievo del tracciato stradale allo stato attuale

2. IL CONTESTO AMBIENTALE

2.2 A – Popolazione umana

3.1.1. Inquadramento tematico

L'obiettivo principale di questa analisi è quello di individuare le potenziali interferenze sullo stato di salute degli abitanti residenti in prossimità dell'opera oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.

Si ritiene opportuno ricordare che nel 1948 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha definito la salute come "*uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non solamente l'assenza di malattia*".

Questa definizione amplia lo spettro di valutazioni che normalmente vengono effettuate per la caratterizzazione e l'analisi della componente Salute umana, in quanto nella valutazione del benessere delle popolazioni o dei singoli individui coinvolti vengono introdotti anche gli elementi psicologici e sociali.

Pertanto, in un'ottica medico-sociale moderna, la salute è garantita dall'equilibrio tra fattori inerenti allo stato di qualità fisico-chimica dell'ambiente di vita e quelli riguardanti lo stato di fruizione degli ambienti e le condizioni favorevoli per lo svolgimento delle attività, degli spostamenti quotidiani e di qualsiasi altra azione quotidiana.

Attualmente si dispone di una conoscenza approfondita del legame esistente fra la salute e le concentrazioni di sostanze patogene alle quali si è esposti. La relazione fra salute e livelli quotidiani di inquinamento risulta, invece, molto più complessa; molte malattie, infatti, sono causate da una combinazione di più fattori, di ordine economico, sociale e di stile di vita e ciò rende difficile isolare gli elementi di carattere specificamente ambientale.

La caratterizzazione dello stato attuale del fattore ambientale in esame è strutturata in tre fasi:

- analisi delle principali fonti di disturbo per la salute umana;
- analisi del contesto demografico e della distribuzione della popolazione;
- analisi del profilo epidemiologico sanitario condotto attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici.

La prima fase di analisi (cfr. par 3.1.2) vede l'individuazione dei principali fattori che possono avere effetti sulla salute umana.

Come riportato nel suddetto paragrafo, data la tipologia di opera in esame, sono state individuati i due ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di impatto sulla componente: il clima acustico e la qualità dell'aria.

Per quanto concerne la seconda e terza fase, dall'analisi delle caratteristiche dell'operatività dell'infrastruttura stradale, delle potenziali fonti di disturbo da esse generate e dalla disponibilità di dati relativi allo stato di salute della popolazione di interesse, sono stati raccolti i dati necessari alla caratterizzazione dello stato attuale della popolazione, sia dal punto di vista demografico che epidemiologico (cfr. par 3.1.3 e 3.1.4).

3.1.2. Le principali fonti di disturbo della salute

L'obiettivo dello studio sullo stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana è quello di verificare la compatibilità degli effetti diretti e indiretti del progetto con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana.

Al fine di individuare le principali patologie che possono compromettere la salute dell'uomo, la prima operazione che è stata compiuta è l'individuazione delle potenziali fonti di disturbo derivanti dalle attività relative all'infrastruttura stradale in esame.

Nello specifico, le principali azioni che possono avere effetti sulla salute umana si riconducono in primo luogo alla produzione di emissioni atmosferiche ed acustiche relative alla fase di cantiere ed esercizio riconducibili all'intervento in esame.

Con riferimento agli effetti dell'inquinamento atmosferico sull'uomo, si è soliti distinguere effetti di tipo acuto a breve latenza ed effetti cronici. I primi si manifestano in modo episodico in occasione di picchi d'inquinamento e comportano disturbi che interessano principalmente l'apparato respiratorio ed il sistema cardiovascolare. Nel lungo termine invece, in alcuni soggetti possono svilupparsi malattie ad andamento cronico (broncopneumopatie croniche, tumori, ecc.).

I principali inquinanti che sono considerati nocivi per la salute umana e sono di interesse per il progetto in esame riguardano gli ossidi di azoto ed il particolato.

Il primo inquinante (NOx) è considerato un irritante polmonare che disturba la ventilazione, inibisce la funzione polmonare, incrementa la resistenza delle vie aeree, indebolisce la difesa contro i batteri, danneggia il sistema macrofagico, diminuisce l'attività fagocitaria, provoca edema polmonare, inattiva il sistema enzimatico cellulare, denatura le proteine e provoca le perossidazioni dei lipidi. Gli ossidi di azoto possono inoltre essere adsorbiti sulla frazione inalabile del particolato. Queste particelle hanno la possibilità di raggiungere, attraverso la trachea e i bronchi, gli alveoli polmonari provocando gravi forme di irritazione e, soprattutto nelle persone deboli, notevoli difficoltà di respirazione anche per lunghi periodi di tempo.

In merito al Particolato, il sistema maggiormente interessato è l'apparato respiratorio e il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso. Alcuni particolati sono efficacemente bloccati; si può ritenere che le particelle con diametro superiore a 5 µm si fermano e stazionano nel naso e nella gola. Le particelle di dimensioni tra 0,5 µm e 5 µm possono depositarsi nei bronchioli e per azione delle ciglia vengono rimosse nello spazio di due ore circa e convogliate verso la gola. Per quanto concerne l'esposizione al rumore, si specifica che l'immissione di rumore in un ricettore interferisce con il normale svilupparsi della vita del ricettore, determinando una condizione di disagio che si riflette sulla salute dei soggetti esposti con ripercussioni sulle varie sfere emotivamente sollecitabili.

Le conseguenze sull'uomo sono diverse e di differente entità in funzione della reattività specifica di ognuno: pregiudizio per sistema nervoso, apparato cardiovascolare e respiratorio. Gli effetti del rumore sull'organismo umano, quindi, sono molteplici e complessi, possono avere carattere temporaneo o permanente e possono riguardare specificatamente l'apparato uditivo, oppure interagire negativamente con altri fattori generando situazioni patologiche a carico del sistema nervoso o endocrino.

In fisiologia acustica gli effetti del rumore vengono classificati in tre categorie, denominate danno, disturbo e fastidio ("annoyance").

Gli effetti di danno si riferiscono ad alterazioni irreversibili o parzialmente irreversibili dovute al rumore che siano oggettivamente dal punto di vista clinico. L'azione patogena del rumore aumenta con il crescere dell'intensità sonora; non è tuttavia possibile stabilire un rapporto lineare relativo all'andamento dei due fenomeni, sia per la mancanza di una correlazione diretta tra incremento della potenza acustica recepita ed intensità della sensazione acustica provata, sia per il diversificarsi del danno in relazione alla entità dei livelli sonori impattanti. Si preferisce, pertanto, definire una serie di bande di intensità, i cui limiti sono stati delimitati sperimentalmente ed in corrispondenza delle quali tende a verificarsi un "danno tipo".

Gli effetti di disturbo riguardano, invece, le alterazioni temporanee delle condizioni psico-fisiche del soggetto che determinano conseguenze fisiopatologiche ben definite sull'apparato cardiovascolare, sull'apparato digerente, sulle ghiandole endocrine, sul senso dell'equilibrio, sulla vista, sull'apparato respiratorio, sull'apparato muscolare, sulla psiche, sul sonno e sulla depressione e aggressività.

Gli effetti di annoyance, in ultimo, indicano un sentimento di scontentezza riferito al rumore che l'individuo sa o crede possa agire su di lui in modo negativo. Tale fastidio è la risposta soggettiva agli effetti combinati dello stimolo disturbante e di altri fattori di natura psicologica, sociologica ed economica.

Alla luce delle considerazioni effettuate sulla base di studi noti di letteratura, si può concludere che l'esposizione ad elevati livelli di rumore, porta ad un deterioramento dello stato di salute, per cui si avverte una condizione di scadimento della qualità della vita.

In virtù di quanto fin qui esposto sono state dunque prese in considerazione le principali patologie legate agli effetti attribuibili allo svolgimento delle attività di cantiere per una infrastruttura stradale e che possono essere:

- patologie cardiovascolari;
- patologie respiratorie;
- patologie polmonari;
- patologie tumorali;
- alterazioni del sistema immunitario e delle funzioni psicologiche e psicomotorie.

3.1.3. Il contesto demografico

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito regionale, provinciale e comunale. In particolare, lo scopo è quello di verificare se la presenza dell'infrastruttura rappresenta un fattore enfatizzante sul sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione.

La popolazione totale residente nella Regione, nella Provincia e nei Comuni appartenenti all'area di studio è riportata nelle tabelle seguenti. Si evidenzia che, al fine di ottenere un quadro il più possibile oggettivo, sono stati considerati i dati relativi al 2019, poiché i dati inerenti alle annualità 2020 - 2021 potrebbero aver subito alterazioni in virtù dell'emergenza pandemica.

Secondo i dati Istat¹, riferiti al 1° gennaio 2019, la popolazione residente in Umbria è di circa 870 mila abitanti, dei quali poco più di 420 mila sono uomini e 450 mila donne.

¹ Demo – Geodemo Istat (<https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita>)

Regione Umbria

Età [anni]	Uomini	Donne	Totale
0-4	16.063	15.251	31.314
5-14	39.779	37.667	77.446
15-24	40.683	37.056	77.739
25-34	45.260	44.172	89.432
35-44	57.155	58.275	115.430
45-54	67.093	70.519	137.612
55-64	57.898	62.869	120.767
65-74	49.005	54.604	103.609
75+	48.515	71.880	120.395
Totale	421.451	452.293	873.744

Tabella 2-1 Popolazione residente in Umbria (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita> - dati relativi al 1° gennaio 2019)

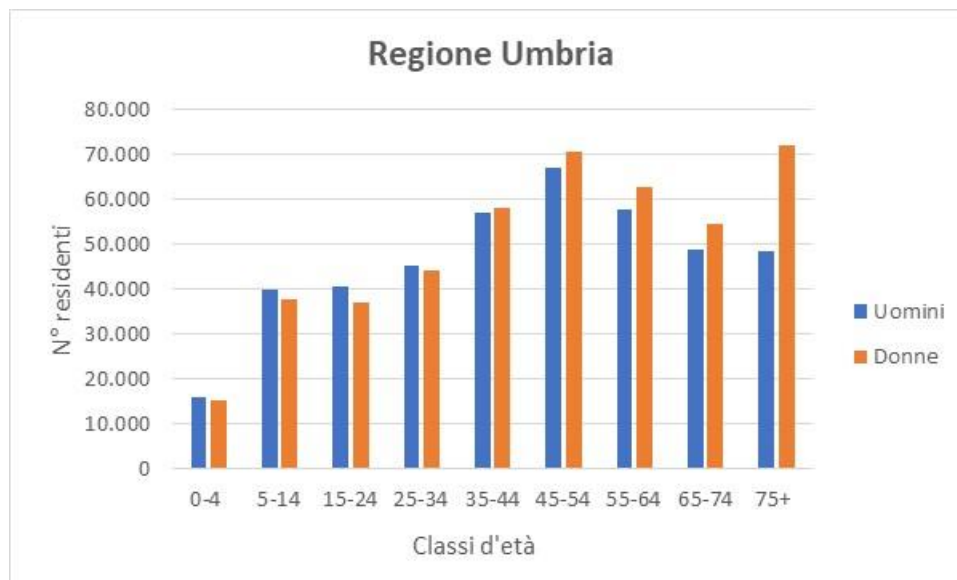


Figura 2-1 Distribuzione popolazione residente in Umbria distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita> - dati relativi al 1° gennaio 2019)

Dalla Tabella 2-1 è possibile evincere come sia distribuita la popolazione a livello regionale tra i due sessi nelle varie classi di età.

La popolazione tende a distribuirsi maggiormente nelle fasce tra i 35 e i 64 anni, con un picco che si registra in corrispondenza della classe 45-54 anni, per la quale emerge una leggera prevalenza della componente femminile su quella maschile. Si evidenzia, inoltre, come per la popolazione femminile la classe con più di 75 anni raggiunga il valore di circa 72 mila abitanti, il valore più alto registrato in tutte le classi.

Per quanto concerne il contesto provinciale, nella Tabella 2-2 si riportano i dati inerenti alla provincia di Perugia ed al relativo numero di abitanti relativi al 1° gennaio 2019. La popolazione provinciale si attesta attorno i 650 mila abitanti, ripartiti in poco più di 310 mila uomini e circa 340 mila donne.

Provincia di Perugia

Età [anni]	Uomini	Donne	Totale
0-4	12.400	11.710	24.110
5-14	30.183	28.641	58.824
15-24	30.488	27.815	58.303
25-34	34.312	33.522	67.834
35-44	43.040	43.802	86.842
45-54	49.707	51.848	101.555
55-64	42.851	46.300	89.151
65-74	35.619	39.487	75.106
75+	35.031	52.073	87.104
Totale	313.631	335.198	648.829

Tabella 2-2 Popolazione residente nella Provincia di Perugia (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita> - dati relativi al 1° gennaio 2019)

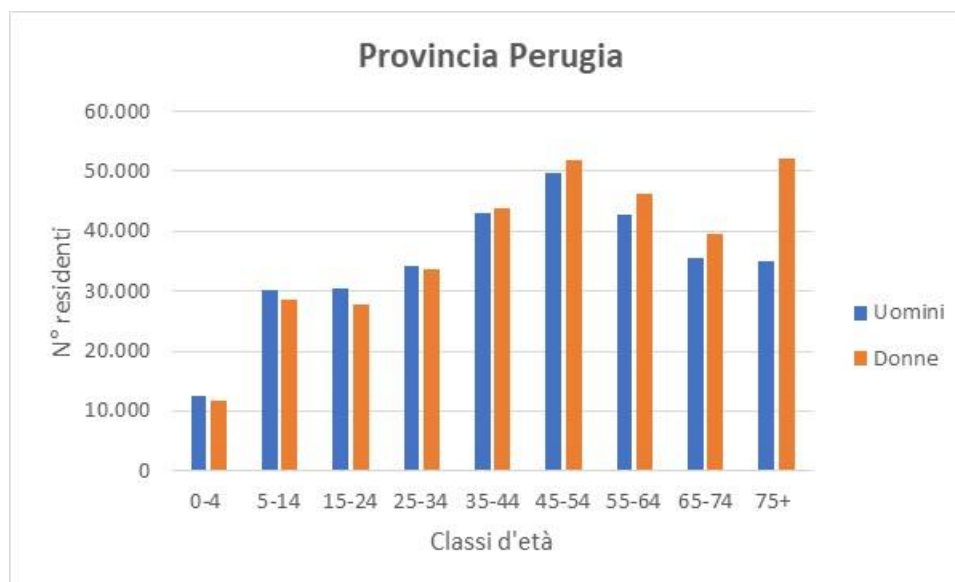


Figura 2-2 Distribuzione popolazione residente in Provincia di Perugia distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita> - dati relativi al 1° gennaio 2019)

I dati provinciali confermano quanto evidenziato per i dati regionali. Si può constatare infatti che il range d'età più popoloso risulta essere quello tra i 35 e i 64 anni, con un picco registrato in corrispondenza della fascia 45-54 anni. Risulta essere significativo il livello raggiunto dalla popolazione femminile con più di 75 anni, il cui valore (poco più di 52 mila donne) è pressoché confrontabile con quello riscontrato nella fascia 45-54 anni.

Relativamente al contesto comunale, nel seguito si riportano i dati demografici inerenti ai due comuni coinvolti dal progetto in esame, il Comune di Santa Anatolia di Narco e quello di Vallo di Nera.

La popolazione residente nel Comune di Sant' Anatolia di Narco si attesta attorno ai 600 abitanti, ripartiti pressoché equamente tra uomini e donne. Come si evince dalla Figura 2-3, la popolazione tende a distribuirsi maggiormente tra i 45 e i 74 anni, con la classe più popolosa rappresentata da quella tra i 55-64 anni.

Comune di Santa Anatolia di Narco

Età [anni]	Uomini	Donne	Totale
0-4	11	5	16
5-14	28	16	44
15-24	29	13	42
25-34	28	39	67
35-44	27	27	54
45-54	44	39	83
55-64	52	44	96
65-74	36	31	67
75+	45	44	89
Totale	300	258	558

Tabella 2-3 Popolazione residente nel Comune di Santa Anatolia di Narco (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita> - dati relativi al 1° gennaio 2019)

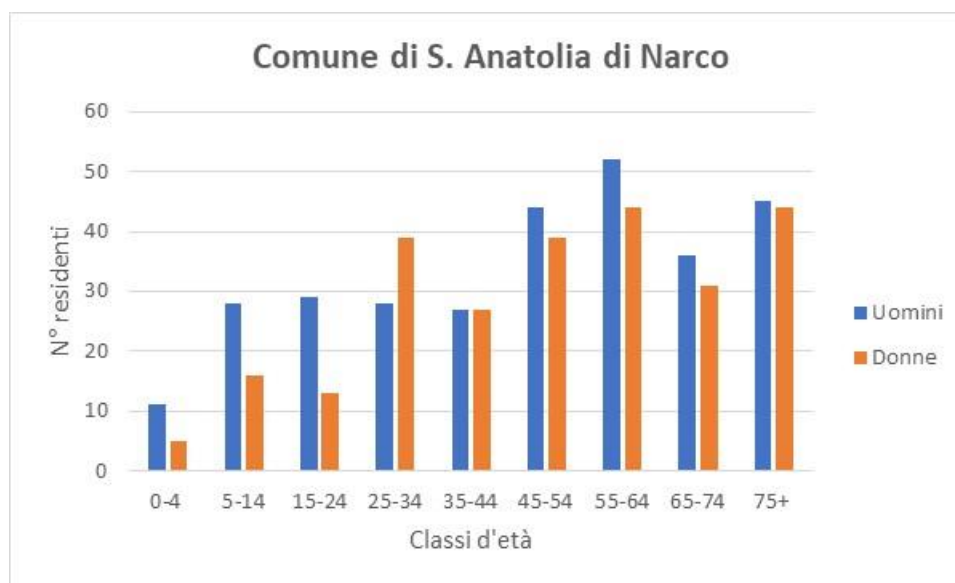


Figura 2-3 Distribuzione popolazione residente nel Comune di Sant' Anatolia di Narco distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita> - dati relativi al 1° gennaio 2019)

I dati concernenti il Comune di Vallo di Nera sono mostrati nella Tabella 2-4 e nella Figura 2-4. Dalle informazioni riportate si può constatare come la classe d'età più popolosa risulta essere quella tra i 35 e i 44

anni, considerando la totalità della popolazione maschile e femminile. È altresì possibile evidenziare come risultano fortemente popolate le fasce d'età più avanzate, come quella 55-64 e con più di 75 anni. A titolo esemplificativo si sottolinea come la popolazione femminile compresa nella fascia 55-64 anni risulta il gruppo più numeroso tra tutti quelli analizzati.

Comune di Vallo di Nera

Età [anni]	Uomini	Donne	Totale
0-4	3	3	6
5-14	19	16	35
15-24	17	12	29
25-34	10	12	22
35-44	30	28	58
45-54	25	26	51
55-64	23	32	55
65-74	25	24	49
75+	19	31	50
Totale	171	184	355

Tabella 2-4 Popolazione residente nel Comune di Vallo di Nera (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita> - dati relativi al 1° gennaio 2019)

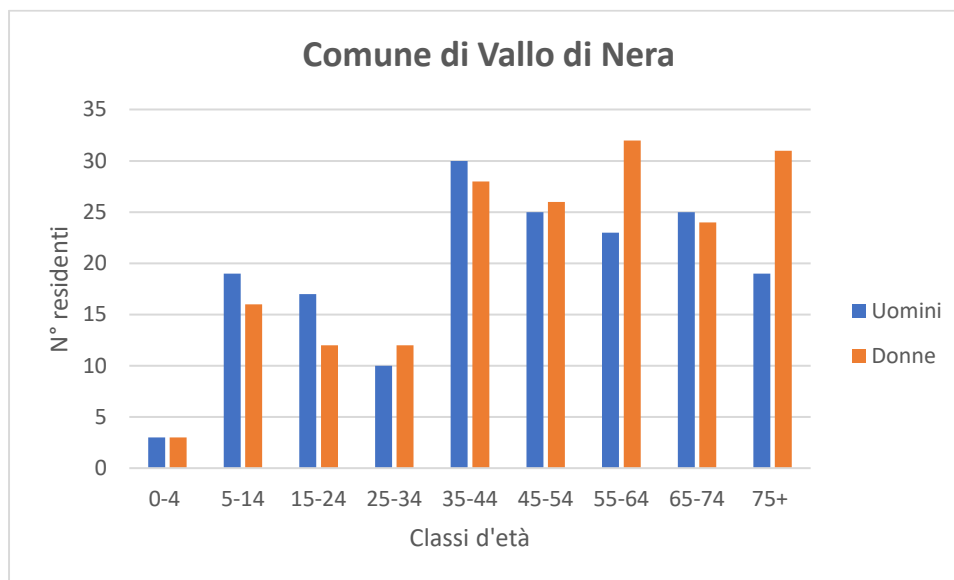


Figura 2-4 Distribuzione popolazione residente nel Comune di Vallo di Nera distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2019&lingua=ita> - dati relativi al 1° gennaio 2019)

3.1.4. Il profilo epidemiologico sanitario

Premessa

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione nell'area di studio sono state in primo luogo identificate le cause d'interesse per le quali analizzare gli indicatori epidemiologici presentati nel seguito.

La selezione di tali cause è stata effettuata sulla base di due criteri:

- evidenze epidemiologiche relative all'infrastruttura oggetto d'indagine, secondo gli orientamenti proposti dal progetto SENTIERI².
- sulla base delle evidenze tossicologiche relative agli inquinanti identificati come d'interesse.

Seguendo gli orientamenti indicati dallo studio SENTIERI, per quanto riguarda gli indicatori sanitari da sottoporre a valutazione, vengono indicate due aree di interesse, una relativa al fenomeno della mortalità e l'altra riferita al fenomeno della ospedalizzazione.

² Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P (a cura di). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: valutazione della evidenza epidemiologica Epidemiol Prev 2010;34(5-6) Supplemento 3:1-96.)

Avendo riscontrato che tra le opere valutate nel sopracitato studio non ve ne è una assimilabile all'infrastruttura oggetto del presente documento, vengono dunque presi in esame gruppi di patologie di interesse generale sulla base di evidenze tossicologiche associate ad inquinanti maggiormente significativi.

Con tale obiettivo e sulla scorta delle indicazioni fornite dalle Linee guida del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)³ che prevedono, per la caratterizzazione del fattore "Popolazione e salute umana", il reperimento e l'analisi di dati di mortalità e morbosità, sono state dunque identificate le principali cause di decesso e ospedalizzazione associate ad inquinanti.

Sono, infatti, prese a riferimento le patologie associate all'emissione di sostanze nocive ed al potenziale disturbo (associato ad inquinamento acustico) a cui è potenzialmente sottoposta la popolazione e che sono presentate in fonti di letteratura riprese (ad esempio) nel progetto VIIAS (Metodi per la Valutazione Integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'inquinamento atmosferico⁴).

Alla luce di quanto sin qui riportato, le patologie indicate in letteratura ed associate alle fonti di esposizione oggetto del presente studio, considerate sia come esiti di mortalità sia come ricoveri ospedalieri (se non diversamente specificato) sono quelle riportate nella tabella che segue.

3 VIA. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2020/05/Linee_Guida_SNPA_LLGGVIA_28_2020.pdf

4 Metodi per la valutazione integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'Inquinamento atmosferico [Viias | Metodi per la Valutazione Integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'inquinamento atmosferico](#)

Patologie

Tumori maligni

Tutti i tumori (mortalità) / Tutti i tumori maligni (morbosità)

Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici (solo mortalità)

Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni

Sistema cardiovascolare

Malattie del sistema circolatorio

Malattie ischemiche del cuore

Disturbi circolatori encefalo

Apparato respiratorio

Malattie dell'apparato respiratorio

Broncopneumopatia cronico ostruttiva - BPCO

Sistema nervoso e organi di senso

Malattie del sistema nervoso e organi di senso

Disturbi psichici (solo mortalità)

Tabella 2-5 Patologie potenzialmente connesse all'opera

In merito ai dati di mortalità, nel seguito sono riportati i dati registrati dall'Istat⁵, con riferimento all'ultima annualità disponibile rappresentata dal 2019, in termini di numero di decessi, tasso grezzo di mortalità e tasso di mortalità standardizzato, relativamente a tre livelli: provinciale, regionale e nazionale. Tale scelta ha lo scopo di verificare se, già allo stato ante operam, sussistono sostanziali differenze tra i tre livelli rispetto alle patologie potenzialmente collegate alle attività afferenti all'infrastruttura in esame.

In merito alle formule associate a ciascun indice di mortalità sopra menzionato valgono le seguenti:

Tasso grezzo di mortalità

Dati ISTAT-HFA: $\frac{\text{Numero decessi}}{\text{Popolazione}} * 10.000$

⁵ Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2022
<https://www.istat.it/it/archivio/14562>

Il tasso grezzo esprime il numero di decessi medio annuale che si verifica per ogni causa di mortalità ogni 10.000 residenti.

Tasso standardizzato di mortalità

Dati ISTAT-HFA: $\frac{\sum_i T_i * pse_i}{\sum_i pse_i} * 10.000$

con:

- $T_i = n_i / p_i$ = tasso di mortalità nella popolazione in osservazione nella i -esima classe di età;
- n_i = eventi osservati in tutto il periodo nella popolazione in osservazione nella classe i -esima di età;
- p_i = popolazione residente nella i -esima classe di età;
- pse_i = popolazione regionale nella i -esima classe di età.

Il tasso standardizzato rappresenta un indicatore costruito in modo "artificiale", che non corrisponde più esattamente al valore reale, ma che è adatto a confrontare i valori della mortalità tra periodi e realtà territoriali diversi per struttura di età delle popolazioni residenti.

Per quanto concerne i dati di morbosità, gli indicatori di livello provinciale, regionale e nazionale sono stati selezionati dal portale HFA dell'Istat⁶, per l'annualità 2019, in modo da non considerare potenziali alterazioni ascrivibili all'emergenza sanitaria Covid.

Mortalità

Ciascuna delle tabelle riportata nel seguito è relativa ad una specifica causa di mortalità analizzata su scala nazionale, regionale e provinciale. Per ciascuna patologia sono stati distinti i valori di mortalità per area territoriale di riferimento e sesso.

In primo luogo, in Tabella 2-6, si riportano i dati di mortalità messi a disposizione da Istat causati da tumori, prendendo in considerazione la totalità dei tumori, dei tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

⁶ Sistema informativo territoriale su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2022
<https://www.istat.it/it/archivio/14562>

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori	Perugia	1.098	913	34,49	26,63	28,81	17,53
	Umbria	1.520	1.242	35,28	27,03	28,84	17,54
	Italia	99.384	79.921	34,20	26,11	32,07	19,09
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	Perugia	277	119	8,72	3,41	7,28	2,45
	Umbria	386	160	9,06	3,43	7,44	2,47
	Italia	25.465	11.009	8,77	3,60	8,20	2,77
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Perugia	248	110	7,76	3,14	6,48	2,24
	Umbria	344	148	8,03	3,17	6,59	2,27
	Italia	22.854	10.163	7,87	3,32	7,36	2,56

Tabella 2-6 Decessi avvenuti causa tumori (fonte: HFA 2022- anno 2019)

Per le tre tipologie di malattia, si può constatare che:

- Per la totalità dei tumori, i tassi standardizzati nazionali (32,07 per la componente maschile e 19,09 per quella femminile) risultano superiori a quelli regionali e provinciali;
- Per i tumori maligni dell'apparato respiratorio, i tassi standardizzati che riguardano la popolazione maschile tendono a manifestare una certa coerenza tra il livello provinciale (7,28) e regionale (7,44), risultando comunque il valore nazionale (8,20) superiore rispetto a quello delle altre due aree territoriali. Analoghe considerazioni sono valide anche per la popolazione femminile, per la quale il tasso standardizzato nazionale (2,77) è lievemente superiore a quello provinciale (2,45) e regionale (2,47).
- Per i tumori maligni di trachea, bronchi e polmoni si possono evidenziare valutazioni analoghe a quelle mostrate per i tumori maligni dell'apparato respiratorio, per i quali gli indicatori standardizzati di livello nazionale tendono a prevalere, seppur in maniera non particolarmente marcata, su quelli degli altri due ambiti territoriali esaminati.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare si fa riferimento alle malattie del sistema circolatorio, alle malattie ischemiche del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, i cui valori di mortalità sono riportati rispettivamente in Tabella 2-7, Tabella 2-8 e nella Tabella 2-9.

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
		Malattie del sistema circolatorio	Perugia	1.140	1.472	36,47	44,02
	Umbria	1.583	2.110	37,23	45,91	29,61	22,13
	Italia	97.340	125.108	33,35	40,89	31,88	24,10

Tabella 2-7 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
		Malattie ischemiche del cuore	Perugia	441	444	14,31	13,18
	Umbria	573	583	13,64	12,72	10,90	6,08
	Italia	32.853	29.132	11,24	9,52	10,68	5,67

Tabella 2-8 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
		Disturbi circolatori encefalo	Perugia	283	398	9,04	11,89
	Umbria	376	529	8,89	11,46	7,00	5,56
	Italia	22.186	32.888	7,63	10,75	7,29	6,37

Tabella 2-9 Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Tra le tre differenti malattie legate al sistema cardiovascolare si evidenzia una netta differenza sia in termini assoluti di decessi, sia in termini di tasso di mortalità, caratterizzata da valori maggiori per le malattie del sistema circolatorio rispetto alle ischemie del cuore e disturbi circolatori dell'encefalo, poiché queste rappresentano una quota parte delle prime. Nonostante questa differenza tra le tre malattie, è possibile evincere come:

- Per le malattie del sistema circolatorio emerge la superiorità del tasso standardizzato nazionale (31,88 per la popolazione maschile e 24,10 per quella femminile) a fronte del dato provinciale e regionale;

- Per le malattie ischemiche del cuore si può constatare una certa coerenza tra i tassi standardizzati dei tre ambiti territoriali, emergendo la lieve superiorità del dato perugino;
- Per i disturbi circolatori dell'encefalo, i tassi standardizzati nazionali, rispettivamente 7,29 per la popolazione maschile e 6,37 per quella femminile, prevalgono su quelli del contesto provinciale e regionale.

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie bronco-pneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), si riportano i dati di mortalità rispettivamente nella Tabella 2-10 e nella Tabella 2-11.

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie respiratorio	Perugia	326	315	10,47	9,62	8,42	4,87
	Umbria	479	452	11,41	9,99	9,00	4,99
	Italia	28.108	25.549	9,67	8,36	9,27	5,02

Tabella 2-10 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2022- anno 2019)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Perugia	171	127	5,46	3,71	4,41	1,93
	Umbria	230	167	5,49	3,68	4,33	1,90
	Italia	13.725	10.780	4,73	3,53	4,52	2,14

Tabella 2-11 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio emerge, in termini generali, sia per la totalità delle malattie che per quelle polmonari croniche ostruttive, un quadro di sostanziale omogeneità tra gli indicatori standardizzati dei tre livelli geografici, pur rimanendo quelli nazionali i più elevati.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso si possono osservare le tabelle seguenti, in cui sono riportati i valori di mortalità relativi all'anno 2019 avvenuti a causa di malattie

del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi. L'analisi della Tabella 2-12 evidenzia che per le malattie del sistema nervoso e organi di senso, pur essendo pressoché in linea tra loro i tassi standardizzati maschili di livello provinciale (4,63), regionale (4,67) e nazionale (4,38), il dato umbro risulta lievemente superiore rispetto agli altri due. Considerando la popolazione femminile, il tasso standardizzato perugino (3,72) risulta pressoché in linea con il valore regionale (3,61) e superiore a quello nazionale (3,53).

Dalla Tabella 2-13 invece emerge come per i disturbi psichici i tassi standardizzati maschile (2,88) e femminile (3,24) di livello nazionale risultano superiori ai valori inerenti al contesto provinciale e regionale.

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	Perugia	180	225	5,72	6,96	4,63	3,72
	Umbria	251	311	5,87	6,89	4,67	3,61
	Italia	13.489	16.887	4,65	5,53	4,38	3,53

Tabella 2-12 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso e organi di senso (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi psichici	Perugia	91	216	2,91	6,31	2,37	3,00
	Umbria	139	285	3,26	6,16	2,59	2,87
	Italia	8.694	17.372	3,00	5,69	2,88	3,24

Tabella 2-13 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Morbosità

In questo paragrafo sono riportati in forma tabellare i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di dimessi, dal tasso grezzo di dimissione e dal tasso di dimissione standardizzato. I dati riportati sono forniti dall'Istat e sono relativi all'annualità 2019, trascurando gli indicatori relativi al periodo 2020-2021 i quali si considerano non rappresentativi a causa della emergenza pandemica. Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di dimissione in cui i valori per area territoriale di riferimento sono distinti per sesso.

In primo luogo, in Tabella 2-14, si riportano i dati di morbosità dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Perugia	4.555	3.723	143,78	109,79	125,61	87,21
	Umbria	5.892	4.904	138,73	107,44	118,94	84,43
	Italia	339.260	276.878	116,20	89,98	109,17	75,96
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Perugia	460	242	14,52	7,14	12,67	5,77
	Umbria	593	328	13,96	7,19	11,92	5,74
	Italia	31.381	15.984	10,75	5,20	10,07	4,36

Tabella 2-14 Dimissione dei malati di tumori (fonte: HFA 2022- anno 2019)

I tassi standardizzati di dimissione che emergono dalla Tabella 2-14 evidenziano, per entrambe le tipologie tumorali, sia per la componente maschile che femminile, come i valori perugini risultano superiori a quelli regionali e nazionali, seppur con differenze che nel caso dei tumori della trachea risultano essere meno marcate.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 2-15, in Tabella 2-16 e in Tabella 2-17 si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche e i disturbi circolatori dell'encefalo.

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Perugia	7.232	5.441	228,28	160,46	199,07	112,15
	Umbria	10.004	7.517	235,55	164,69	201,69	112,47
	Italia	642.415	447.555	220,06	145,47	206,92	110,04

Tabella 2-15 Dimissione dei malati di malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Perugia	1.673	740	52,81	21,82	46,34	15,58
	Umbria	2.331	997	54,89	21,84	47,22	15,29
	Italia	179.615	72.270	61,53	23,49	57,16	18,37

Tabella 2-16 Dimissione dei malati di malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori encefalo	Perugia	1.382	1.274	43,62	37,57	37,10	25,50
	Umbria	1.868	1.751	43,98	38,36	36,56	25,53
	Italia	105.650	100.959	36,19	32,82	33,93	23,86

Tabella 2-17 Dimissione dei malati di disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Dalle tabelle appena mostrate si può constatare come:

- per la totalità delle malattie del sistema circolatorio, prevale, nel caso della popolazione maschile, il dato standardizzato nazionale, mentre per la popolazione femminile risulta una maggiore coerenza tra gli indicatori dei tre contesti esaminati;
- per le malattie ischemiche del cuore si evidenzia la superiorità del tasso standardizzato nazionale;
- per i disturbi circolatori dell'encefalo tendono a prevalere i tassi standardizzati perugini ed umbri rispetto a quelli nazionali.

I valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio sono riportati in Tabella 2-18 e in Tabella 2-19, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO).

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Perugia	4.133	3.457	130,46	101,95	120,99	81,00
	Umbria	5.772	4.802	135,91	105,20	152,22	83,55
	Italia	347.800	286.381	119,13	93,07	118,38	79,48

Tabella 2-18 Dimissione dei malati di malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Perugia	218	202	6,88	5,96	6,02	4,40
	Umbria	331	290	7,79	6,35	6,73	4,76
	Italia	20.527	17.623	7,03	5,73	6,94	4,83

Tabella 2-19 Dimissione dei malati di malattie BPCO (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Dalla Tabella 2-18, in linea generale, emerge la superiorità del tasso standardizzato umbro rispetto a quello provinciale e nazionale.

Per le malattie polmonari croniche ostruttive (cfr. Tabella 2-19) si può invece rilevare come il tasso standardizzato nazionale, sia, seppur con differenze non particolarmente rilevanti, maggiore rispetto a quello degli altri due contesti considerati.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso si evidenziano i valori di morbosità relativi alle malattie di tale sistema, riportati in Tabella 2-20.

	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Perugia	2.081	2.081	65,69	61,37	62,35	57,15
	Umbria	2.697	2.664	63,48	58,34	60,16	54,72
	Italia	180.405	174.607	61,73	56,71	60,52	52,73

Tabella 2-20 Dimissione dei malati di malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

I tassi standardizzati inerenti alle dimissioni per malattie del sistema nervoso mettono in luce un quadro in cui gli indicatori standardizzati di livello provinciale (62,35 per la popolazione maschile e 57,15 per quella femminile) sono superiori a quelli regionali e nazionali.

Conclusioni

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute relativo alla Provincia di Perugia con i valori dell'ambito regionale umbro e nazionale. Ne è emerso che le cause di decesso maggiormente incidenti sulla provincia risultano essere le malattie del sistema circolatorio, seguite dai tumori maligni e dalle malattie ischemiche del cuore.

Per quanto riguarda le cause di ospedalizzazione quelle che influiscono di più sono le malattie del sistema circolatorio seguite dalle malattie dell'apparato respiratorio e dai tumori maligni.

Da tali confronti è possibile affermare che allo stato attuale non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie potenzialmente collegate alle attività pertinenti con l'opera oggetto di studio tra la provincia e il contesto regionale e nazionale. È pertanto possibile escludere fenomeni specifici rispetto all'infrastruttura in esame.

2.3 B – Biodiversità

3.1.5. Inquadramento bioclimatico

L'area interessata dall'intervento in esame si colloca nella regione Umbria, in Provincia di Perugia, nei territori dei comuni di Sant'Anatolia di Narco e di Vallo di Nera.

Il clima, inteso come la risultante delle condizioni meteorologiche medie in un dato luogo, influenza gli esseri viventi costituendo uno dei fattori determinanti della loro distribuzione sulla Terra.

In particolare, la "bioclimatologia" è la scienza che studia i climi in rapporto alla distribuzione degli organismi, detta fitoclimatologia quando si occupa specificamente del rapporto tra clima e piante.

In merito a quest'ultimo aspetto, per le analisi del territorio riportate di seguito, si è fatto riferimento alla Carta Fitoclimatica dell'Umbria⁷, redatta in scala 1: 200.000, la quale contiene le unità fitoclimatiche dell'Umbria. Queste ultime rientrano in due Regioni: Temperata Semioceanica di Transizione e Temperata Semioceanica, con l'individuazione sul territorio regionale dei 7 Piani bioclimatici (Collinare Submediterraneo, Basso-Collinare, Alto-Collinare, Collinare Subcontinentale, Basso-Montano, Alto-Montano, Subalpino-Alpino) e delle relative varianti.

L'inquadramento di area vasta ricade nella Regione Temperata Semioceanica, principalmente nel "Piano Bioclimatico Basso-Collinare" e nel "Piano Bioclimatico Alto-Collinare" (Figura 2-5).

Il Piano Bioclimatico Basso-Collinare riguarda prevalentemente i versanti dell'Umbria centro-meridionale (tra 450-500 e 750-750 m di altitudine). Coincide con il limite di penetrazione degli influssi climatici mediterranei (1 mese di aridità o subaridità; media delle temperature minime invernali leggermente superiori a 0°C; con durata del periodo vegetativo di circa 215 giorni) e si contraddistingue per la presenza di querceti di roverella (*Quercus pubescens*), cerrete, ostrieti con sclerofille sempreverdi o , sugli affioramenti litoidi, leccete mesofile (pendici sud e sud-ovest); cerrete ed ostrieti semi mesofili con, negli impluvi, piccoli castagneti (versanti nord, est ed ovest)

Le specie guida, dal punto di vista floristico sono principalmente: *Arbutus unedo*, *Arundo pliniana*, *Carpinus orientalis*, *Cercis siliquastrum*, *Coronilla emerus spp. emeroides*, *Erica arborea*, *Erica multiflora* *Inula viscosa*, *Juniperus oxycedrus*, *Lonicera estrusca*, *Malus florentina*, *Olea europaea var europaea*, *Paliurus spina-christi*,

⁷ ORSOMANDO E., CATORCI A., M. PITZALIS, M. RAPONI, 1999. Carta fitoclimatica dell'Umbria. Regione dell'Umbria, Università di Camerino, Università di Perugia.

Pyracantha coccinea , *Quercus crenata*, *Quercus frainetto* , *Rosa sempervirens*, *Sorbus domenstica*, *Sorbus torminalis*, *Spartium junceum*, *Stachelina dubia*, *Teucrium polium*, *Teucrium siculum*, *Viburnum tinus*.

Relativamente alle aree interessate dal Piano Bioclimatico Alto-Collinare, nel quale rientrano la dorsale appenninica centro-meridionale, nonché le aree collinari dell'Umbria centrale, occidentale e nord-orientale, in una fascia altitudinale estesa. Dal punto di vista climatico il Piano Alto Collinare si contraddistingue soprattutto per l'assenza di aridità estiva, presente solo su alcuni versanti sud per cause edafiche o di inclinazione, e per la presenza di uno stress da freddo moderato, con un media delle temperature minime prossime o leggermente inferiori a 0°C per 1 o 2 mesi, e mediamente prolungato. Il Termotipo è Collinare superiore con Ombrotipo Umido Inferiore.

Il paesaggio vegetale di questo ambito fitoclimatico è costituito da boschi di caducifoglie (xerofili privi di sclerofille sempreverdi), semi mesofili, con presenza di alcuni elementi montani nel sottobosco. Negli impluvi più freschi, inoltre sono talvolta presenti boschi mesofili di *Fagus sylvatica* o Castanea sativa, nonché boscaglie di carpino bianco (*Carpinus betulus*) e nocciolo (*Corylus avellana*). Per questo Piano Bioclimatico sono state considerate con specie floristiche guida: *Acer obtusatum*, *Carpinus betulus*, *Cistus lincanus*, *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*, *Cytisus sessilifolius*, *Daphne laureola*, *Evonymus latifolius*, *Helleborus bocconeii* spp.*bocconeii*, *Juniperus communis*, *Laburnum anagyroides*, *Lathyrus venetus*, *Lonicera xylosteum*, *Staphylea pinnata* e *Taxus baccata*.

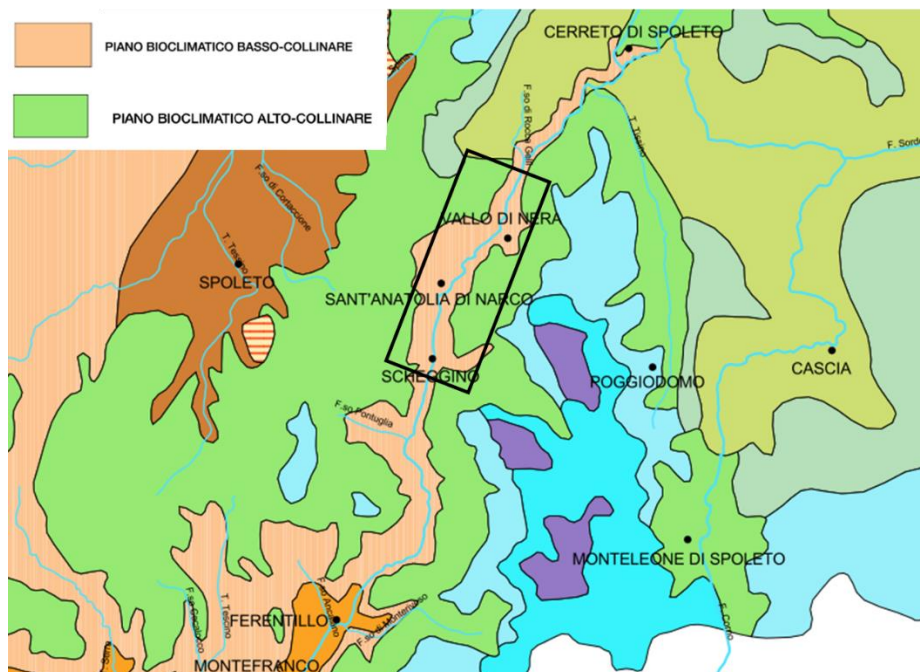


Figura 2-5 Stralcio della carta Fitoclimatica dell'Umbria. Il riquadro nero indica l'area vasta di progetto

3.1.6. Inquadramento vegetazionale

Come anticipato al paragrafo precedente, l'area vasta di studio ricade in due Piani Bioclimatici, i quali indicano la tipologia di vegetazione potenzialmente presente nell'area di studio. Dal punto di vista della vegetazione potenziale, quindi, sono potenzialmente presenti Querceti di roverella (*Quercus pubescens*), cerrete, ostrieti con sclerofille sempreverdi o, sugli affioramenti litoidi, leccete mesofile (pendici sud e sud-ovest); cerrete ed ostrieti semi mesofili con, negli impluvi, piccoli castagneti (versanti nord, est ed ovest). Le aree classificabili nel piano bioclimatico alto-collinare presentano una vegetazione potenziale costituita da boschi caducifogli e semi mesofili, con presenza di alcuni elementi montani nel sottobosco.

Nello specifico, l'area di progetto, facendo riferimento ai dati disponibili relativi alla cartografia redatta nell'ambito del progetto "Il Sistema Carta della Natura della Regione Umbria - cartografia e valutazione degli habitat" dell'ISPRA e alla Carta delle Unità Ambientali Paesaggistiche dell'Umbria⁸, si caratterizza per una vegetazione a matrice agricola, con la presenza tutta via di aree a vegetazione naturale importanti, con un fitto sistema di siepi e numerosi nuclei boschivi più o meno estesi.

⁸ Orsomando E., Catorci A., Martinelli M., Raponi M. 2000. Carta delle Unità Ambientali Paesaggistiche dell'Umbria, scala 1:100000. Regione dell'Umbria, Università di Camerino, Università di Perugia. S.E.L.C.A. s.r.l., Firenze.

Nell'area valliva del Fiume Nera, oltre a vegetazione a matrice agricola, principalmente seminativi, si riscontra la presenza di una consistente fascia boscata ripariale con specie quali *Populus spp.*, *Salix spp.*, *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*. A tale proposito, si menziona la presenza del Sito Natura 2000 IT5210046 – Valnerina, il quale, col suo regime di protezione, contribuisce al permanere di una vegetazione di tipo ripariale, e non solo, piuttosto ben conservata.

Sui versanti sono presenti formazioni per lo più boschive, talvolta alternate a piccole aree pascolive ed oliveti coltivati o in stato di abbandono.

In generale le formazioni boschive dei versanti calcarei alto-collinari circostanti l'area di progetto sono dominate dalla roverella (*Quercus pubescens*) sui costoni e sulle conoidi detritiche più aride, mentre a prevalenza di Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) sui versanti ombrosi, mentre sulle pendici soleggiate si trovano boschi misti di entrambe le specie. Solitamente sono formazioni governate a ceduo matricinato, con sottobosco ricco di elementi mesofili sui versanti nord e di specie termofile sulle pendici sud. La continuità della copertura boschiva è interrotta talvolta da aree pascolive a bromo (*Bromus erectus*) o a brachipodio (*Brachypodium rupestre*) oppure da modesti incolti erbosi derivanti dall'abbandono delle colture. Frequenti anche se di piccole dimensioni, gli arbusteti secondari a prevalenza di ginestra odorosa (*Spartium junceum*) o di ginepri (*Juniperus oxycedrus* e *Juniperus communis*).

La composizione dei boschi che caratterizzano i versanti meno acclivi, sono a prevalenza di querce caducifoglie, e nello specifico di Roverella (*Quercus pubescens*). Si tratta di boschi dominati da *Quercus pubescens* con elevata presenza di *Ostrya carpinifolia* che si sviluppano dal piano collinare inferiore, con numerosi elementi della macchia mediterranea, al piano montano. Comprendono sia gli aspetti mesofili, distribuiti lungo tutto l'arco appenninico, sia quelli più xerofili e freschi dell'Appennino centrale.

In Umbria questa tipologia forestale è diffusa in tutta la regione in ambiti terrigeni (ad es. unità pesistica di Monte Urbino e Monte dei Cani) e nelle zone carbonatiche, spesso in zone a basso pendio e su falde detritiche (Monti nei pressi di Foligno, monti di Spoleto). Tra le specie arbustive più diffuse nei consorzi umbri ricordiamo *Crataegus monogyna* e *Rosa arvensis*, mentre tra le erbacee sono particolarmente caratterizzanti *Silene viridiflora*, *Hypericum montanum*, *Viola canina*, *Hieracium sylvaticum* e l'orchidea *Platanthera bifolia*. Presentano inoltre elevata frequenza, anche in relazione ai turni di taglio che aumentano l'eliofilia di queste formazioni, arbusti temperati quali *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Cornus sanguinea*.

Frequenti anche le boscaglie *Ostrya carpinifolia*, formazioni boschive dominate nettamente dal Carpino nero, che si sviluppano sul margine meridionale degli Appennini e sulle principali catene calcaree preappenniniche.

Nell'ambito dell'analisi della componente è stata elaborata la "Carta della vegetazione reale" (cfr. T00IA06AMBCT01), in scala 1:10.000, redatta sulla base delle informazioni derivanti dalla Carta della Natura della Regione Umbria, dal Corine Land Cover Nazionale del 2018 (livello IV) ed elaborazioni specialistiche tramite analisi di ortofoto (2022).

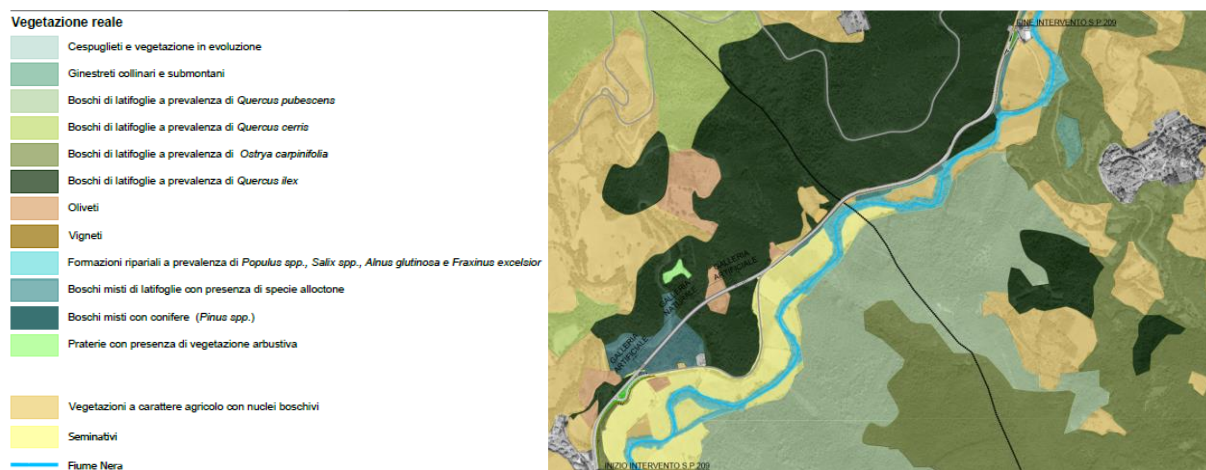


Figura 2-6 Stralcio dell'elaborato T00IA06AMBCT01 "Carta della vegetazione reale"

Come si evince dallo stralcio della Carta della Vegetazione Reale soprariportato, l'area in esame è occupata principalmente da vegetazione boschiva e aree agricole eterogenee che presentano numerosi elementi naturali quali nuclei boschivi sparsi, aree arbustive ed un fitto sistema di siepi e filari che caratterizzano il paesaggio agricolo mosaicizzato di queste zone.

Tra le tipologie di vegetazione agricole, le più frequenti nell'area di studio risultano, oltre ai seminativi, gli oliveti e i vigneti.

Tra la vegetazione di fondovalle, le formazioni boschive risultano molto frammentate e di scarsa estensione e sono spesso intercalate ai campi coltivati, con conseguente impoverimento floristico ed ingresso di specie infestanti. In questi territori sono presenti lembi più o meno estesi di boschi a dominanza di roverella (*Quercus pubescens*).

Le pendici dei rilievi che si sviluppano lungo il corso del Fiume Nera, sono caratterizzate da estese aree boscate e leccio (*Quercus ilex*), accompagnati spesso da altre latifoglie decidue o sempreverdi.



Figura 2-7 Formazioni a dominanza di *Quercus ilex* sui versanti adiacenti alla S.S. 685

Nelle zone esposte a Nord, dove aumenta l'umidità dei suoli e dell'aria, si possono trovare formazioni boschive dove il carpino nero diventa dominante.

Spesso presenti anche impianti artificiali di conifere a prevalenza di *Pinus spp.*, sia limitrofi alla strada ()che sui versanti.



Figura 2-8 Alberature di *Pinus spp.*



Figura 2-9 Piantagioni di conifere sui versanti

Il territorio dell'area di studio è inoltre caratterizzato dalla fascia ripariale del Fiume Nera: si tratta di boschi ripariali di estremo interesse per la presenza di vari specie di pioppo (*Populus alba*, *Populus nigra*, *Populus nigra var. italica*, *Populus tremula*) e di salici (*Salix alba*, *Salix cinerea*, *Salix purpurea*), ma con una presenza significativa anche dell'ontano nero (*Alnus glutinosa*), del sambuco (*Sambucus nigra*) e del nocciolo (*Corylus avellana*). Queste formazioni (Figura 2-10), spesso frammentate dalla vicinanza con i campi coltivati, sono popolati frequentemente anche di specie alloctone quali la robinia (*Robinia pseudacacia*) e l'ailanto (*Ailanthus altissima*).



Figura 2-10 Sulla sinistra, boschi misti con presenza di specie alloctone

3.1.7. Inquadramento faunistico

L'Umbria presenta un'orografia prevalentemente montano-collinare, mentre la superficie pianeggiante, con altitudini comprese tra 100 e 250 metri, rappresenta circa il 10% del territorio regionale.

Nella regione, sebbene sia priva di sbocchi sul mare, e quindi senza habitat costieri, e abbia dimensioni modeste, il territorio presenta una forte diversificazione ambientale, che è all'origine di un'ampia varietà di paesaggi e tipi vegetazionali.

L'eterogeneità ambientale comporta la presenza di una ricca e diversificata comunità faunistica.

Se, indubbiamente, le aree più solidamente caratterizzate da un dominio naturale costituiscono una importante riserva per la qualità del territorio umbro, non di meno il patrimonio più minuto e frammentario, all'interno delle aree a forte trasformazione antropica, rappresenta un valore di primaria importanza per le possibilità di interazioni, dirette e quotidiane, con gli ambiti insediativi urbani; inoltre, il valore aggiunto derivato dalla prossimità dei due ambiti e, quindi, dalla facilità per l'ambito urbano di potersi avvalere delle opportunità offerte dal mondo naturale, si basa sulla conservazione di un equilibrio tra i due mondi assai delicato e sensibile e che va necessariamente tutelato per la salvaguardia della sua benefica funzione.

In particolare il territorio della provincia di Perugia, nell'ambito del quale ricade il progetto in esame, seppure prevalentemente caratterizzato da un ambiente rurale di accentuata antropizzazione, conserva un considerevole patrimonio naturalistico, localizzato non solo nelle zone ad alta quota delle aree calcaree sud

orientali e centrali, dove nel corso della storia è stato limitato l'intervento antropico, ma anche in ambiti interessati da grandi interventi di trasformazione, in cui esso è visibile o come prezioso residuo di una situazione antecedente agli interventi stessi o come risultato di una rinaturalizzazione delle aree già trasformate.

Un utile strumento atto a definire le specie di **pesci** presenti sul territorio, è la Carta Ittica Regionale dell'Umbria, che è stata redatta nel 1989, sulla base dello studio delle caratteristiche ambientali, vegetazionali e faunistiche dell'intera rete fluvio-lacustre regionale. In seguito sono state eseguite analisi più approfondite, per i singoli bacini che compongono la rete idrica umbra: Tevere, Chiascio-Topino, Nera, Nestore, Paglia.

Per ogni bacino idrografico è stata definita la distribuzione delle specie ittiche, la loro abbondanza, la composizione in classi di età delle diverse popolazioni, il loro stato di salute, la presenza di specie autoctone ed endemiche e di quelle alloctone o esotiche.

L'area di studio ricade nell'ambito del bacino del Nera, quindi per il presente studio si è fatto riferimento alla relativa carta ittica.

Il Fiume Nera è un affluente di sinistra del Fiume Tevere ed è il più importante tributario come contributo alla portata totale, per la quantità di acque in magra che esso fornisce al Fiume Tevere; esso scorre prevalentemente incassato tra ripidi versanti e solo raramente la valle si apre e i versanti si addolciscono. Lungo le rive del Fiume Nera è presente quasi sempre una vegetazione rigogliosa, costituita da boschi igrofilici. Tra i pesci che vivono nel Fiume Nera la specie più diffusa nel relativo bacino è la trota fario *Salmo trutta*, il cui areale di distribuzione si è però contratto. Essa è oggetto di intense campagne di ripopolamento, per cui la sua distribuzione può variare leggermente nel corso dei vari anni, anche in funzione dell'intensità del prelievo operato dai pescatori sportivi.

Altra specie rilevata nel Fiume Nera è il vairone *Telestes muticellus*, la cui presenza risulta alquanto limitata e in particolare, dagli ultimi dati della carta ittica, risulta segnalato solo in un tratto del Fiume Nera, all'altezza della località di Ceselli, mentre precedentemente risultava distribuito con maggiore continuità lungo la suddetta asta fluviale. Le popolazioni di vairone potrebbero risentire negativamente della forte presenza di adulti della trota fario, a causa della loro intensa opera di predazione.

Per quanto attiene gli **anfibi**, nell'area sono presenti diverse specie, tra le quali alcune di interesse conservazionistico, quali ad esempio la salamandrina dagli occhiali settentrionale *Salamandrina perspicillata* e l'ululone appenninico *Bombina pachypus*.

L'ululone appenninico frequenta un'ampia gamma di raccolte d'acqua, come pozze temporanee, anse morte, canali e ambienti seminaturali, purché siano di modeste dimensioni. La specie è attiva da aprile ad ottobre, in autunno sverna nel terreno o sotto le pietre, nelle vicinanze della pozza d'acqua frequentata.

Tra le altre specie che possono frequentare l'area di interesse vi sono: rospo comune *Bufo bufo*, rospo smeraldino *Bufo balearicus*, raganella italiana *Hyla intermedia*, rana verde *Pelophylax bergeri* - *Pelophylax kl. hispanicus*, rana agile *Rana dalmatina*.

Il rospo comune *Bufo bufo* è ampiamente distribuito sul territorio regionale, con prevalenza nelle formazioni erbaceo-arbustive, ma frequenta anche le formazioni arboree e la matrice antropica.

Il rospo smeraldino *Bufo balearicus* di solito si trova in aree umide con vegetazione fitta ed evita ampie aree aperte, si riproduce in acque temporanee o permanenti, sono noti casi di riproduzione in zone d'estuario con acque ad elevata salinità, gli adulti sono terragnoli.

La raganella italiana *Hyla intermedia* predilige sostare sulla vegetazione erbacea, nei canneti, sulle macchie arboree e arbustive non troppo lontane dai biotopi riproduttivi, dai quali tuttavia può allontanarsi anche notevolmente, mostrando elevate doti di dispersione e colonizzazione. La specie si riproduce in pozze stagnanti anche instabili, salmastre o sulfuree.

La rana verde *Pelophylax bergeri* - *Pelophylax kl. hispanicus* frequenta principalmente le formazioni erbaceo-arbustive, ma è presente anche nelle zone boscate e in quelle antropizzate, in ragione della loro estensione, mentre è meno diffusa nelle zone coltivate.

Tra le rane rosse europee la rana agile *Rana dalmatina* è la meno legata all'ambiente acquatico, vive in prati e boschi, entrando in acqua solo per il periodo necessario alla riproduzione, da gennaio ad aprile.

Specie di **rettili** ampiamente distribuite sul territorio regionale, e quindi anche nell'area di interesse, sono: ramarro *Lacerta bilineata*, lucertola muraiola *Podarcis muralis*, lucertola campestre *Podarcis siculus*, biacco *Hierophis viridiflavus*,

Il ramarro *Lacerta bilineata* è un sauro dalle abitudini strettamente legate a fattori climatici, frequenta una notevole variabilità di ambienti. È attivo generalmente da marzo-aprile a ottobre-novembre, soprattutto nelle ore centrali della giornata.

La lucertola muraiola *Podarcis muralis* è attiva da febbraio a novembre e il periodo riproduttivo coincide con la primavera; questa specie ovipara può deporre più volte nell'arco dello stesso anno, di solito in tane scavate in terreni poco compatti o all'interno di fessure nelle rocce.

La lucertola campestre *Podarcis siculus* è più termofila della *Podarcis muralis* e in Umbria la maggior parte delle osservazioni sono state effettuate nel piano collinare, per quanto riguarda le quote, e nelle formazioni erbaceo-arbustive, per quanto attiene le caratteristiche vegetazionali.

Il biacco *Hierophis viridiflavus* è una specie ad elevata plasticità ecologica rispetto all'habitat, è attivo dalla primavera all'autunno e gli accoppiamenti avvengono tra aprile e giugno.

In considerazione del mosaico ambientale dell'area di studio, in essa è possibile la presenza di specie caratteristiche di diverse tipologie ambientali, quali ad esempio: testuggine di Hermann *Testudo hermanni*, orbettino *Anguis veronensis*, luscengola comune *Chalcides chalcides*, colubro liscio *Coronella austriaca*, natrice dal collare *Natrix helvetica*, saettone comune *Zamenis longissimus*, vipera comune *Vipera aspis*, vipera dell'Orsini *Vipera ursinii*.

La testuggine di Hermann *Testudo hermanni* frequenta sia ambienti aperti che boscosi.

L'orbettino *Anguis veronensis* presenta un'ampia valenza ecologica, prediligendo ambienti freschi ed umidi con copertura vegetale.

La luscengola comune *Chalcides chalcides* frequenta prevalentemente substrati ricoperti da vegetazione erbacea e densa.

Il colubro liscio *Coronella austriaca* si rinviene per lo più in ambiente forestale, ma frequenta anche ambienti antropizzati e pascoli d'alta quota.

La natrice dal collare *Natrix helvetica* frequenta ambienti acquatici lentici e lotici, ma da questi si può allontanare, temporaneamente o permanentemente, anche di molti chilometri.

Il saettone comune *Zamenis longissimus* vive in zone boschive e di margine, è un buon arrampicatore, infatti si muove agevolmente su arbusti, alberi, rocce e muri a secco.

La vipera comune *Vipera aspis* presenta un'ampia valenza ecologica relativamente all'habitat, anche se frequenta prevalentemente ambienti ecotonali soleggiati.

La vipera dell'Orsini *Vipera ursinii* vive in ambienti di prateria secondaria e primaria, ricchi di macereti e ghiaioni, con formazioni a *Juniperus*, che assolvono ad importanti funzioni di rifugio e di termoregolazione.

I **mammiferi** di piccole dimensioni svolgono diversi ruoli ecologici, occupando posti chiave nelle reti trofiche ed essendo coinvolti in molti processi ecologici.

In generale si tratta di specie adattate a usufruire di un ampio ventaglio di risorse, alcune sono molto note, perché condividono gli stessi spazi abitati dall'uomo, quali ad esempio il ratto nero *Rattus rattus*, o in quanto meno elusive nel loro comportamento, come lo scoiattolo comune *Sciurus vulgaris*, o per gli evidenti segni

di presenza, come nel caso del terriccio scavato e accumulato dalla talpa romana *Talpa romana*. Quest'ultima, nel territorio regionale, è stata rilevata soprattutto in aree incolte e coltivate, tra cui seminativi e oliveti, e, in misura minore, in praterie ed orti suburbani.

Il ratto nero *Rattus rattus* frequenta diverse tipologie ambientali, ma in particolare si rinviene in edifici sia ad uso abitativo sia con altra destinazione, in boschi di caducifoglie, sclerofille e misti, in oliveti; più frequentemente a quote inferiori agli 800 m.

Altre specie di piccoli mammiferi sono meno note o praticamente sconosciute per la maggior parte delle persone ed abitano anch'esse vari tipi di ambienti, tra di esse si possono citare: toporagno appenninico *Sorex samniticus*, arvicola rossastra *Myodes glareolus*, topo selvatico *Apodemus sylvaticus*.

Il toporagno appenninico *Sorex samniticus* vive in arbusteti, boschi di caducifoglie e aree ecotonali con zone coltivate, prati stabili o tessuto urbano discontinuo contigui a settori a maggiore copertura.

L'arvicola rossastra *Myodes glareolus* frequenta boschi e boscaglie di caducifoglie (querceti e faggete), aree coltivate e tessuto urbano discontinuo. Essa può vivere in sintopia con altri roditori, ad esempio con *Apodemus sylvaticus*, all'interno di boschi di caducifoglie o in inverno in ambito sinantropico.

Il topo selvatico *Apodemus sylvaticus* risulta presente in svariati tipi di habitat: quercete, faggete, leccete, canneti, uliveti, giardini.

Tra le altre numerose specie di mammiferi del contesto in esame vi sono: riccio europeo *Erinaceus europaeus*, ghio *glis glis*, lepre europea *Lepus europaeus*.

Il ghio *glis glis* frequenta i versanti boscati che si affacciano sui fondivalle sia del Nera che dei suoi affluenti.

La lepre europea *Lepus europaeus* è presente soprattutto nei prati e coltivi maggiormente in quota.

L'area di studio è frequentata da specie di interesse conservazionistico, quali il lupo *Canis lupus*, l'orso bruno *Ursus arctos*, il gatto selvatico *Felis silvestris* e diverse specie di chiroterteri, descritte nella parte seguente.

Il rinolofo maggiore *Rhinolophus ferrumequinum* preferisce aree mosaicizzate, con boschi di latifoglie e siepi alternati a pascoli e zone umide.

Il rinolofo minore *Rhinolophus hipposideros* nel territorio regionale è stato osservato prevalentemente nelle formazioni arboree.

Il vespertilio di Daubenton *Myotis daubentonii* preferisce ambienti con presenza di nuclei forestali e zone umide, in quanto è particolarmente legato a corsi d'acqua, stagni e laghi con cospicua vegetazione ripariale.

Il pipistrello albolimbato *Pipistrellus kuhlii* è una specie spiccatamente antropofila, spesso reperibile solo negli abitati, utilizza svariati tipi di rifugio, sovente gli stessi sia nel periodo estivo che per lo svernamento.

Il pipistrello nano *Pipistrellus pipistrellus* è una specie in origine boschereccia, divenuta antropofila: qualsiasi riparo, fessura o interstizio presente in fabbricati, rocce, o alberi, viene eletta a rifugio in ogni periodo dell'anno, come rifugio invernale predilige grandi edifici, cavità degli alberi o sotterranee.

La nottola di Leisler *Nyctalus leisleri*, pur presentando un certo livello di antropofilia, frequenta preferibilmente boschi umidi, dove si rifugia nelle cavità degli alberi.

Il pipistrello di Savi *Hypsugo savii* è una specie opportunistica rinvenibile in diversi tipi di ambienti, dalla costa alle aree antropizzate, frequenta aree semi desertiche, aree carsiche, zone agricole, mosaici di coltivi e macchia mediterranea.

Il contesto nel quale si inserisce il progetto in esame è, come detto, caratterizzato prevalentemente da formazioni boscate e secondariamente da superfici agricole, con presenza di siepi e nuclei boscati, questo comporta la presenza di una ricca comunità di **uccelli**.

Il numero di specie ornitiche nidificanti è alto, così come quello delle specie svernanti (cfr. figura seguente).

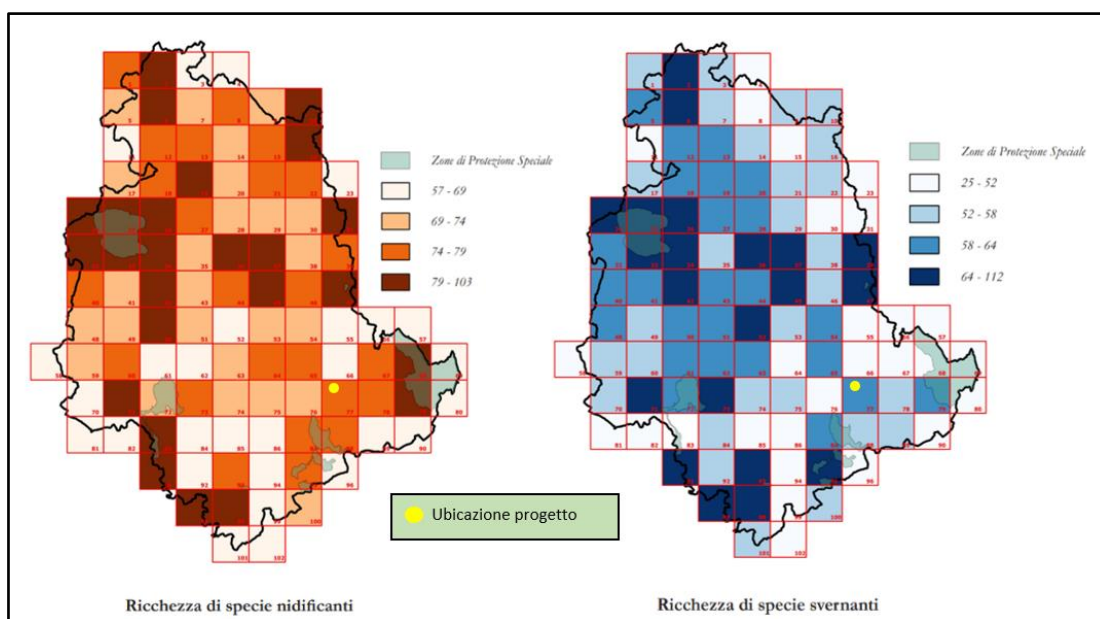


Figura 2-11 Numero di specie ornitiche nidificanti e svernanti in Umbria

Le superfici forestali sono frequentate sia da specie legate alla vegetazione arborea per l'intero ciclo biologico, che da quelle che vi svolgono solo alcune attività (nidificazione o alimentazione, ecc.). Numerosi sono i passeriformi che frequentano i boschi, quali ad esempio: pettirosso *Erithacus rubecula*, fringuello

Fringilla coelebs, usignolo comune *Luscinia megarhynchos*, fiorrancino *Regulus ignicapillus*, picchio muratore *Sitta europaea*, pigliamosche *Muscicapa striata*, codibugnolo *Aegithalos caudatus*, cincia mora *Periparus ater*, cincia bigia *Poecile palustris*, rampichino comune *Certhia brachydactyla*, lui bianco *Phylloscopus bonelli*, lui piccolo *Phylloscopus collybita*, capinera *Sylvia atricapilla*, scricciolo *Troglodytes troglodytes*.

Tra le altre specie legate agli ambienti boschivi vi è il cuculo *Cuculus canorus*, presente in Umbria come nidificante e distribuito su tutto il territorio regionale.

Il picchio verde *Picus viridis* si insedia in molte tipologie ambientali: boschi sia di latifoglie che di conifere, preferibilmente inframmezzati da aree aperte; ambienti agricoli mosaicizzati, provvisti di filari e nuclei arborei; praterie con presenza di nuclei di bosco; boschi ripariali sulle rive di fiumi e laghi; impianti arborei artificiali; raramente parchi e giardini in contesti urbani. In Umbria le categorie ambientali maggiormente utilizzate dal suddetto picchio sono i boschi di caducifoglie, i rimboschimenti di conifere e le praterie collinari. In Umbria, come altrove, l'habitat caratteristico della starna *Perdix perdix* è rappresentato dai sistemi agricoli tradizionali ben conservati. Essa risulta a distribuzione localizzata nel territorio regionale, ma tra i contesti territoriali nei quali è presente, vi è quello di vari settori della medio-alta Valnerina.

Il fagiano *Phasianus colchicus*, presente nell'area come svernante, predilige ambienti a mosaico di origine antropica, con alternanza di coltivi (colture erbacee e/o legnose), vegetazione erbacea spontanea, componenti arboreo-arbustive (siepi camporili, cespugliati, boschetti, boscaglie igrofile), che assumono funzioni di rifugio.

Diversi i rapaci presenti nell'area, tra di essi quelli a maggiore diffusione sono la poiana *Buteo buteo*, il gheppio *Falco tinnunculus*, l'allocco *Strix aluco*, la civetta *Athene noctua*.

In Umbria la poiana *Buteo buteo* appare legata ad un'ampia varietà di ambienti, in cui siano presenti boschi di varia estensione e composizione: lembi di bosco planiziale alternato a coltivazioni non intensive; territori collinari mosaicizzati con coltivi, prati, arbusteti e boschi di caducifoglie o sclerofile sempreverdi; territori montani con boschi di versante, ecotoni forestali e praterie secondarie in continuità con faggete.

L'habitat del gheppio *Falco tinnunculus* in Umbria è caratterizzato dalla presenza di pareti rocciose, anche di modesta entità, e da aree aperte, praterie, pascoli e coltivi, usati come territori di caccia.

L'allocco *Strix aluco* è distribuito nella maggior parte della regione, con siti di riproduzione e di svernamento sostanzialmente coincidenti, le zone non frequentate dalla specie insistono per lo più in zone di pianura e bassa collina, occupate prevalentemente da coltivazioni intensive.

L'habitat tipico della civetta *Athene noctua* è il paesaggio "a mosaico" della campagna aperta a conduzione tradizionale, degli oliveti pedemontani, dei centri storici delle città; nidifica sotto coperture dei tetti, in cavità di alberi, in anfratti rocciosi in vecchi forni o camini. Molto adattabile, può ancora trovare in tutta la regione siti idonei per alimentarsi e riprodursi.

La distribuzione dell'upupa *Upupa epops* comprende la totalità del territorio regionale: pur essendo presente in numerose tipologie ambientali, mostra una particolare preferenza per le praterie collinari, i seminativi arborati, gli oliveti e le formazioni di sclerofille.

L'habitat caratteristico del torcicollo *Jinx torquilla* è costituito dagli ambienti agricoli tradizionali, soprattutto dalle coltivazioni arboree o miste con presenza di siepi e filari alberati, ma sono frequentati anche parchi urbani e giardini, purché sia presente vegetazione arborea, in quanto la nidificazione avviene nelle cavità naturali degli alberi.

Il saltimpalo *Saxicola torquatus* frequenta, sia in inverno che in primavera-estate, spazi aperti costituiti da praterie naturali e semi-naturali, incolti e seminativi. Nel paesaggio agrario questo passeriforme predilige gli ambienti privi o quasi di elementi arborei ed arbustivi.

Focalizzando l'attenzione sull'area direttamente interessata dal progetto e sulle zone limitrofe, si riscontra una situazione analoga al contesto ambientale più vasto, appena descritto, nel quale esso si inserisce. Sebbene infatti il progetto sia relativo all'adeguamento e ad una rettifica di una strada esistente, quindi l'area direttamente interessata dall'intervento è costituita dalla strada esistente e da pochi tratti di vegetazione limitrofa, allargando di poco lo sguardo si rinvengono sia formazioni vegetazionali arboree, con presenza di boschi ripariali lungo il Fiume Nera, sia zone coltivate con vegetazioni arbustiva e nuclei boschivi. Tali caratteristiche ambientali favoriscono una comunità faunistica diversificata, descritta di seguito, per quanto attiene i vertebrati, trattando separatamente le singole classi.

La presenza nella zona limitrofa al progetto di un corso d'acqua, quale il fiume Nera, consente la vita sia di taxa esclusivamente legati all'acqua, quali i **pesci**, sia di taxa che vi svolgono una parte del loro ciclo biologico, costituiti soprattutto da anfibi, ma anche rettili, uccelli e mammiferi.

Nel tratto del Fiume Nera limitrofo al progetto, considerando quello compreso tra Piedipaterno e Scheggino, tra le specie ittiche vi è la trota fario *Salmo trutta*, che predilige acque a corrente molto rapida, fresche, limpide e ben ossigenate, con fondo roccioso, sassoso e ghiaioso; colonizza la parte montana dei corsi d'acqua in cui rappresenta la specie dominante.

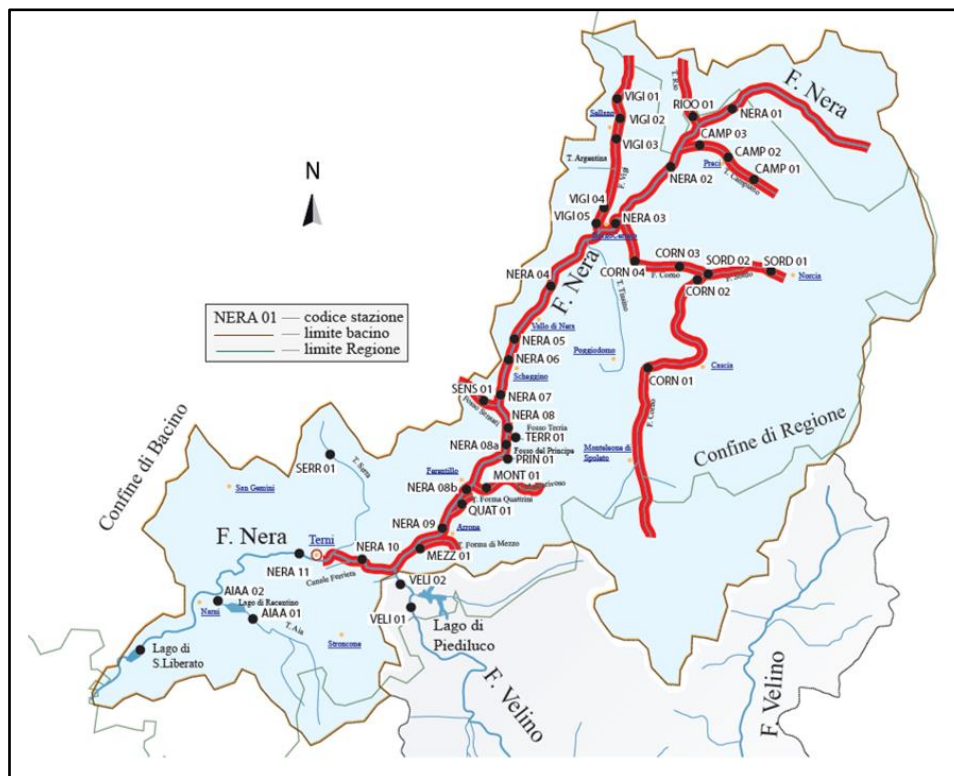


Figura 2-12 Distribuzione della trota fario lungo il Fiume Nera (Fonte: Carta ittica della Regione Umbria: bacino del Fiume Nera)

I pesci, in considerazione della localizzazione del progetto, non sono presenti nell'area direttamente interessata da esso, mentre è possibile la presenza degli **anfibi**, in particolare di specie a più ampia valenza ecologica, dato che l'intervento è relativo ad una strada esistente.

Il rospo comune *Bufo bufo* è una specie estremamente adattabile, ma lo è anche il rospo smeraldino *Bufo balearicus*. Quest'ultimo è presente in una varietà di ambienti tra cui boschi, cespuglieti, vegetazione mediterranea, prati, parchi e giardini.

Altra specie ampiamente distribuita sul territorio regionale, oltre al citato rospo comune *Bufo bufo*, è la rana verde *Pelophylax bergeri* - *Pelophylax kl. hispanicus*, la quale è più diffusa nei bacini di medie dimensioni con abbondante vegetazione ripariale, che fornisce protezione a tutti gli stadi di sviluppo.

La raganella italiana *Hyla intermedia* ha abitudini spiccatamente arboricole e si può allontanare anche molto dai luoghi riproduttivi, quindi è possibile la presenza nell'area limitrofa al progetto, ma non in quella direttamente interessata da esso, che è costituita da una strada esistente e zone prospicienti.

La classe dei **rettili** è rappresentata da specie distribuite su tutto il territorio regionale, quali il ramarro *Lacerta bilineata*, la lucertola muraiola *Podarcis muralis*, la lucertola campestre *Podarcis siculus* e il biacco *Hierophis viridiflavus*.



Figura 2-13 Distribuzione di 4 specie di rettili in Umbria (Fonte: Progetto Sunlife⁹)

⁹ "Manuale diagnostico degli Habitat e delle specie nel contesto territoriale umbro" del progetto Sun life (uno dei 12 progetti italiani finanziati nel 2013 dal programma europeo LIFE + Natura & Biodiversità (<http://www.life-sun.eu/>))

Il ramarro *Lacerta bilineata* è una specie termofila legata prevalentemente agli ambienti ecotonali.

La lucertola muraiola *Podarcis muralis* frequenta una grande varietà di ambienti, purché caratterizzati da superfici verticali, come pareti o rocce.

La lucertola campestre *Podarcis siculus* si trova principalmente in ambienti aperti e che offrono una buona insolazione. È una specie piuttosto termofila, diurna ed eliotermica, tuttavia nelle stagioni più calde si registrano lunghi periodi di attività che coprono l'intero arco della giornata.

Il biacco *Hierophis viridiflavus* è una specie che predilige ambienti ecotonali, anche di origine antropica, in generale evita ambienti uniformi come boschi maturi. Molto veloce ed agile non è raro trovarlo su arbusti e rami bassi. Questo ofide sverna negli ambienti più vari: sotto cataste di legna, petraie o tane abbandonate, dove rimane fino a marzo.

La vegetazione erbacea può essere frequentata dalla luscengola comune *Chalcides chalcides*.

Il colubro liscio *Coronella austriaca* predilige boschi termofili con rocce affioranti, ma frequenta anche prati e cespuglieti.

Il saettone *Zamenis longissimus* è tipico di vari ambienti, frequenta zone umide e fresche a basse quote e ambienti aridi e ben esposti nelle regioni settentrionali e montuose. I maschi mostrano una notevole capacità di dispersione durante il periodo di attività, che ha inizio tra marzo e aprile e si conclude tra ottobre e novembre.

Gli ambienti di elezione della vipera di orsini *Vipera ursinii* sono costituiti dalle praterie cespugliose e dai pascoli montani, ma anche dalle formazioni di arbusteti.

Tra i rettili acquatici, che possono essere presenti in vicinanza dell'area di progetto, vi sono la natrice dal collare *Natrix helvetica* e la natrice tassellata *Natrix tessellata*. Quest'ultima è tra le natrix la più legata all'acqua, frequenta quasi esclusivamente fiumi, torrenti, laghi e paludi, allontanandosi poco dalle zone umide.

Tra i **mammiferi** di interesse conservazionistico che possono frequentare l'area in esame vi sono alcune specie di chiroteri, segnalate nella limitrofa ZSC, che potrebbero attraversarla o frequentarla a scopo trofico, quali: miniottero di Schreiber *Miniopterus schreibersii*, rinolofo maggiore *Rhinolophus ferrumequinum*, rinolofo minore *Rhinolophus hipposideros*.

Il rinolofo maggiore *Rhinolophus ferrumequinum* nel territorio regionale è stato osservato prevalentemente nelle formazioni arboree.

Il rinolofo minore *Rhinolophus hipposideros* frequenta ambiti forestali intervallati a spazi aperti vicini a corsi d'acqua, utilizza come area di foraggiamento zone con vegetazione erbacea alta, biotopi forestali, foreste ripariali, fossi e piccoli centri abitati.

L'istrice *Hystrix cristata* è distribuita su tutto il territorio regionale, dove frequenta ambienti forestali con adeguata copertura forestale, per fornire riparo e sufficiente nutrimento.

Nella ZSC interessata dal progetto sono segnalate diverse specie di mammiferi di interesse conservazionistico, quali lupo *Canis lupus*, gatto selvatico *Felis silvestris* e orso bruno *Ursus arctos*, che non trovano ambiti idonei lungo la strada esistente.

Il gatto selvatico *Felis silvestris* è strettamente legato alla copertura forestale, evita infatti aree aperte e poco boscate se non, in alcuni casi, per la caccia.

Certamente nell'area di progetto è presente la volpe *Vulpes vulpes*, il mammifero più diffuso in Umbria, che frequenta tutte le categorie ambientali, infatti presenta una distribuzione uniforme e continua su tutto il territorio. Altre specie diffuse omogeneamente nel territorio regionale, grazie alla loro elevata plasticità ecologica, sono il cinghiale *Sus scrofa*, la donnola *Mustela nivalis* e la faina *Martes foina*.

Il tasso *Meles meles* in Umbria seleziona positivamente le formazioni boschive di sclerofille sempreverdi e di caducifoglie, mentre evita le coltivazioni e le zone edificate.

Il riccio *Erinaceus europaeus* frequenta zone nelle quali sia presente una certa copertura vegetale, dove trova rifugio, e si può rinvenire nelle aree agricole adiacenti al Fiume Nera.

Particolarmente importanti per lo scoiattolo comune *Sciurus vulgaris* risultano i boschi di caducifoglie, conifere e misti ed aree (sistemi colturali e radure) ad essi contigue o per la maggior parte distanti meno di 500 m; in misura minore, la specie è stata rilevata in ambito suburbano.

Il ghiro *glis glis* vive in boschi prevalentemente di caducifoglie e in aree coltivate o suburbane ad essi contigue.

Altra frequentatrice dei boschi è l'arvicola rossastra *Myodes glareolus*.

Specie di **uccelli** tipiche dei boschi, potenzialmente presenti nell'area, appartengono alla famiglia dei Picidi: torcicollo *Jinx torquilla*, picchio verde *Picus viridis*, picchio rosso maggiore *Dendrocopos major*, picchio rosso minore *Dryobates minor*. Il picchio verde preferisce le formazioni boschive rade a quelle più chiuse, anche se occupa un'ampia varietà di habitat; in ogni caso è necessaria la presenza di tronchi maturi adatti ad essere scavati per il nido, così come la vicinanza con radure od aree erbose ricche di insetti, che vengono catturati a terra. Anche il nido del picchio rosso maggiore è scavato nei tronchi degli alberi, ad una altezza superiore ai 3 metri. Il picchio rosso maggiore è una specie forestale ad ampia valenza ecologica; la sua alimentazione è

basata soprattutto su forme adulte e larvali di Artropodi forestali, ma può essere ampiamente integrata con semi e frutti, in funzione della disponibilità stagionale. Il picchio rosso minore è il più piccolo picchio europeo; il suo habitat d'elezione è costituito dai complessi forestali maturi di latifoglie con presenza di alberi morti o marcescenti. Tra i Paridi che frequentano l'ecosistema forestale vi sono la cinciarella *Cyanistes caeruleus*, la cinciallegra *Parus major*, la cincia mora *Periparus ater* e la cincia bigia *Percile palustris*. Alle suddette specie si aggiungono numerosi altri passeriformi legati all'ambiente forestale.

Altra specie caratteristica dei boschi è il colombaccio *Columba palumbus*: in Umbria, nel periodo riproduttivo, si insedia preferenzialmente in ambienti forestali, sia di conifere che di latifoglie, dalle faggete fino alle formazioni termofile di leccio ed altre sclerofille, mentre in inverno tende a frequentare regolarmente anche gli ambienti aperti, in particolare le aree a seminativo adiacenti ai boschi.

Fra le specie ornitiche presenti in Umbria, la tortora selvatica *Streptopelia turtur* è una di quelle con maggiore ampiezza di habitat, ma dimostra comunque una certa preferenza per gli ambienti agricoli tradizionali, spesso in vicinanza dell'acqua, e per i boschi.

L'habitat caratteristico dell'airone cenerino *Ardea cinerea*, presente nell'area come svernante, è costituito dalle zone umide localizzate prevalentemente nelle aree planiziali e basso-collinari, ma si rinviene anche lungo i corsi d'acqua in zone montane.

Tra le altre specie rinvenibili nelle zone umide vi sono ad esempio l'usignolo di fiume *Cettia cetti* e la ballerina gialla *Motacilla cinerea*, per quest'ultima l'habitat di nidificazione caratteristico è appunto costituito dai corsi d'acqua con corrente rapida, non troppo profondi, con substrato grossolano (pietre, ciottoli, ghiaie) e con fitta vegetazione ripariale.

Nell'area sono presenti anche diverse specie di rapaci, tra di essi quelli a maggiore diffusione, citati per il contesto ambientale più ampio, sono: poiana *Buteo buteo*, gheppio *Falco tinnunculus*, allocco *Strix aluco*, civetta *Athene noctua*.

Per quanto attiene le specie di particolare interesse conservazionistico citate nel Formulario Standard della ZSC "Valnerina", riportate in parte nell'inquadramento faunistico delineato nella parte precedente, si può fare riferimento allo specifico Studio di Incidenza Ambientale (elaborato PG0374_T00IA11AMBRE01_A).

3.1.8. Habitat ed ecosistemi

Al fine di approfondire la struttura del fattore ambientale in esame, sono stati analizzati gli habitat in riferimento alla classificazione Corine Biotopes¹⁰, e le unità ecosistemiche individuate.

1.1.1.1 HABITAT (CORINE BIOTOPES)

Gli habitat individuati nell'ambito dell'analisi del fattore in esame fanno riferimento al progetto Carta della Natura, basata sui sistemi di nomenclatura europei CORINE Biotopes ed EUNIS (APAT, 2004; ISPRA, 2009b). A loro volta tali sistemi di classificazione sono posti in connessione con i codici Natura 2000 utilizzati come riferimento per gli habitat di interesse comunitario come definiti dalla Direttiva "Habitat" 42/93/CEE.

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta degli Habitat (cfr. T00IA06AMBCT04) redatta nell'ambito dell'analisi del fattore ambientale in esame.

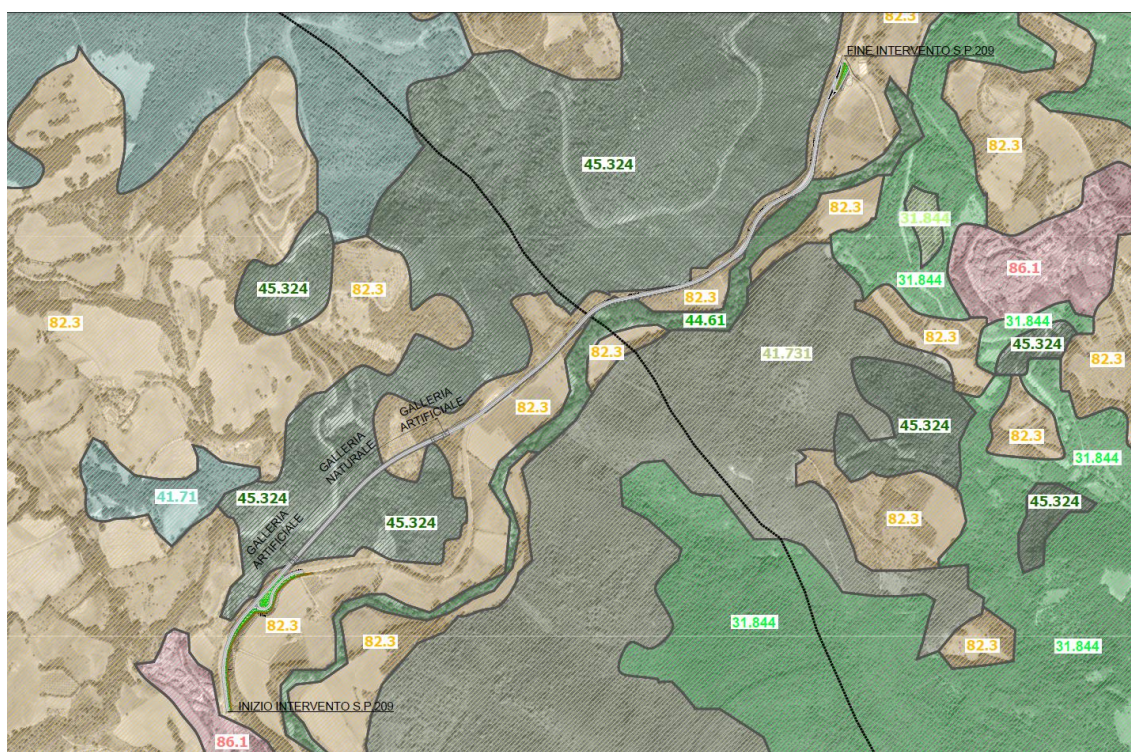


Figura 2-14 Stralcio dell'elaborato T00IA06AMBCT04 "Carta degli Habitat". I numeri riportati sulla carta indicano la tipologia di habitat secondo la nomenclatura del sistema di classificazione CORINE Biotopes.

¹⁰ Papallo O., Bianco P.M., Laureti L., Perfetti D., 2012. Carta della Natura della Regione Umbria: Carta degli habitat alla scala 1:50.000. ISPRA

Gli habitat individuati nell'area vasta di studio sono di seguito riportati, secondo la nomenclatura europea del sistema di classificazione CORINE Biotopes:

- 31.844 Ginestreti collinari e submontani dell'Italia peninsulare e Sicilia
- 41.731 Querceto a roverella dell'Italia settentrionale e dell'Appennino centro-settentrionale
- 41.74 Cerrete nord-italiane e dell'Appennino settentrionale
- 41.81 Boscaglie di *Ostrya carpinifolia*
- 44.61 Foreste mediterranee ripariali a pioppo
- 45.324 Leccete supramediterranee dell'Italia
- 82.3 Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi
- 83.11 Oliveti
- 86.1 Città: centri abitati
- 86.3 Siti industriali attivi

Con riferimento all'area di progetto, certamente i più rappresentati a livello di estensione sono l'habitat 82.3, denominato "Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi", l'habitat 45.324 Leccete supramediterranee dell'Italia e l'habitat 41.731 Querceto a roverella dell'Italia settentrionale e dell'Appennino centro-settentrionale. Inoltre, da menzionare per la sua rilevanza e vicinanza all'area di progetto, l'habitat 44.61 Foreste mediterranee ripariali a pioppo.

Relativamente all'habitat 82.3, si tratta di aree agricole tradizionali con sistemi di seminativo occupati specialmente da cereali autunno-vernini e gestite a rotazione con periodi di riposo e sistemi misti frazionati a basso impatto e quindi con una flora compagna spesso a rischio. Sono Compresi in tale habitat anche il sistema di siepi, i boschetti, i prati stabili etc. che caratterizzano i mosaici colturali umbri

Oltre alle specie tipiche delle colture estensive possono conseguentemente essere spesso presenti specie riferite a consorzi di maggior valore ambientale (*Prunetalia spinosae*, *FestucoBrometea*, *Quercus-Fagetes*, *Trhacynion dystachiae* etc.).

L'habitat 45.324, corrispondente alle associazioni a dominanza di leccio, trova corrispondenza con l'habitat di interesse comunitario **9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia***. Queste formazioni, tra tutte quelle dei nostri climi, realizzano il massimo assorbimento dell'energia radiante, che può superare il 95 %, per mezzo di una complessa stratificazione che comprende in situazioni evolute strati arborei e arbustivi

molto densi ed una notevole componente lianosa, che conferisce un aspetto subtropicale; di conseguenza lo strato erbaceo è in generale scarso.

In Umbria hanno caratteristiche supramediterranee e la specie guida è spesso accompagnata da *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Cercis siliquastrum*. Negli strati dominati accanto a specie propriamente mediterranee quali *Carex distachya*, *Phillyrea latifolia*, *Clematis flammula*, *Cyclamen repandum*, *Rubia peregrina* sono spesso presenti elementi più temperati quali, *Cyclamen hederifolium*, *Silene italica*, *Melica uniflora*, *Viola reichenbachiana*, *Cruciata glabra*. Altre specie costantemente presenti sono le subatlantiche *Ruscus aculeatus* ed *Hedera helix*. Sono anche frequenti le felci *Asplenium onopteris*, *Asplenium trichomanes*, *Ceterach squamosum*, soprattutto in ambiti rupestri e umidi. In queste formazioni può essere presente e localmente diffusa l'orchidea minacciata *Limodorum trautmanianum* (VU). Tra le specie rilevanti ricordiamo la presenza anche di altre orchidee nei consorzi meglio conservati (*Epipactis helleborine*, *Epipactis microphylla*, *Cephalanthera longifolia*, *Limodorum abortivum*).

L'habitat 41.731 include le foreste più mesofile di *Quercus pubescens*, accompagnata solitamente da *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus petraea* e *Carpinus betulus* diffuse nella fascia collinare 29 (100-500 metri) in ambito supramediterraneo nell'appennino centrale e settentrionale, nelle Alpi liguri e nella fascia collinare alla base delle Alpi.

Tra le specie arbustive più diffuse nei consorzi umbri ricordiamo *Crataegus oxyacantha* e *Rosa arvensis*, mentre tra le erbacee sono particolarmente caratterizzanti *Silene viridiflora*, *Hypericum montanum*, *Viola canina*, *Hieracium sylvaticum* e l'orchidea *Platanthera bifolia*. Presentano inoltre elevata frequenza, anche in relazione ai turni di taglio che aumentano l'eliofilia di queste formazioni, arbusti temperati quali *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Cornus sanguinea*.

In Umbria questa tipologia forestale è diffusa in tutta la regione in ambiti terrigeni e nelle zone carbonatiche, spesso in zone a basso pendio e su falde detritiche.

Infine, l'habitat 44.61 trova corrispondenza nell'habitat di interesse comunitario **92A0 Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba***.

Si tratta di foreste alluvionali multi-stratificate dell'area mediterranea caratterizzate da *Populus alba*, *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus minor*, *Salix alba*, *Alnus glutinosa*. Nelle situazioni di disturbo sono qui inclusi anche aspetti dominati da Robinia pseudoacacia se inferiori all'ettaro. Tra le erbacee frequenti e caratteristiche ricordiamo *Arum italicum*, *Carex pendula*, *Eupatorium cannabinum*, *Hypericum androsaemum*, *Saponaria officinalis* e l'endemica *Arisarum proboscideum*. E' spesso presente uno sviluppato strato arbustivo composto

prevalentemente da *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa* e *Cornus sanguinea*; negli spetti più termofili è particolarmente diffusa, spesso con elevate coperture, *Rosa sempervirens*.

Sono diffusi lungo tutti i principali corsi d'acqua dell'Umbria, come il Fiume Nera, che interessa l'ambito di studio preso in considerazione per il progetto in esame, anche se spesso frammentati e antropizzati.

1.1.1.2 ECOSISTEMI

Ciascuna unità ecosistemica è definita come una porzione di territorio caratterizzata da omogeneità strutturale e funzionale, con confini non sempre individuabili con precisione in quanto non sempre riconducibili a limiti fisici. Nell'area di interesse del progetto in esame sono state individuate le seguenti unità ecosistemiche:

- Ecosistema antropico
- Ecosistema agricolo
- Ecosistema forestale
- Ecosistema ripariale
- Ecosistema arbustivo

L'ecosistema agricolo costituisce un ecosistema seminaturale, che si differenzia da quelli naturali, per la propria origine, dovuta all'azione dell'uomo, e di conseguenza anche nelle componenti biotica ed abiotica che lo caratterizzano. Infatti, le specie animali che caratterizzano questo ecosistema sono legate alla vegetazione naturale originaria residua; specie generaliste che si sono adattate a vivere anche negli ambienti modificati dall'uomo; specie specializzate che però in questo ecosistema hanno trovato luoghi idonei ad essi, che presentano vantaggi rispetto a quelli presenti negli ecosistemi naturali, ad esempio l'utilizzo di strutture antropiche per la nidificazione e/o il rifugio.

I fattori fisici e chimici che interagiscono con le comunità vegetali e animali a formare l'ecosistema agricolo si differenziano da quelli presenti negli ecosistemi naturali, in quanto vi è anche la presenza dell'uomo, che modifica i normali processi fisico-chimici ad esempio utilizzando i fertilizzanti, innaffiando quando non piove, selezionando le piante più idonee ai propri scopi, ecc.

Nell'area in esame tale ecosistema risulta particolarmente presente la componente naturale, in quanto oltre alle superfici prettamente coltivate, è presente un fitto sistema di siepi, filari e boschetti che si fondono con la vegetazione forestale limitrofa.

Le colture dominanti sono seminativi e, in minor parte, da colture legnose permanenti come gli oliveti. In tale ecosistema, anche se il processo produttivo agricolo altera profondamente l'equilibrio preesistente, privilegiando una coltura a scapito della vegetazione spontanea, la componente naturale svolge ancora un ruolo importante.

L'ecosistema forestale è rappresentato dalle coperture boschive, che fungono da habitat per molte specie animali. L'ecosistema forestale, infatti, ha una struttura che si presenta più complessa rispetto a quella degli altri ecosistemi e quindi tali ambienti possono ospitare un maggior numero di specie animali. In tale ecosistema sono stati incluse tutte le formazioni boschive, incluse quelle di impianto, come le pinete.

Le superfici forestali sono frequentate sia da specie legate alla vegetazione arborea per l'intero ciclo biologico, che da quelle che vi svolgono solo alcune attività (nidificazione o alimentazione, ecc.)

Gli ecosistemi arbustivi sono aree di transizione legati ai processi di colonizzazione del bosco e ai processi di abbandono di aree agricole, con differenti assetti vegetazionali a seconda del litotipo argilloso – spesso associate a calanchi sui quali in alcuni casi si sviluppano processi di inerbimento. L'ecosistema è rappresentato da superfici a scarsa copertura erbacea, su cui si sviluppa per lo più la fisionomia arbustiva.

Nel contesto territoriale in esame tale ecosistema non risulta ampiamente diffuso, anche per la difficoltà nel cartografarlo e nel delimitarlo dalle formazioni forestali, in quanto si tratta di aree in evoluzione.

L'ecosistema antropico è rappresentato principalmente dagli abitati di Sant'Anatolia di Narco e Vallo di Nera e dalle frazioni di dimensioni più modeste, ai quali si aggiunge qualche insediamento industriali con spazi annessi, le reti stradali, tra cui quella oggetto di rettifica, ferrovie, ed aree sportive. Si tratta di un ecosistema artificiale, ma che in particolari situazioni ecologiche, può dar luogo a diverse tipologie di nicchie e ambienti, attirando alcune specie animali o vegetali, specializzate nel viverci. È il caso della vegetazione ruderale, della quale fanno parte specie vegetali specializzate nel colonizzare e vivere lungo muri, nelle fessure e su pavimentazioni stradali. Si tratta comunque di specie a basse esigenze ecologiche e con un'elevata adattabilità.

Infine, una parte della superficie territoriale in esame risulta costituita dall'ecosistema ripariale, il quale ricade nell'area in esame all'interno della ZSC IT5210046 "Valnerina". Tali ecosistemi sono ecosistemi

complessi, ad esempio in termini di diversità delle comunità presenti nell'ambiente acquatico, determinate, in primo luogo, dalla diversità delle forme fluviali, dal "water force" e dall'andamento temporale delle portate. Inoltre, sono da considerarsi come ecosistemi aperti, in quanto il mantenimento degli equilibri biologici al loro interno, è dovuto principalmente agli scambi, di materia ed energia, che essi hanno con l'ambiente circostante. Tale ecosistema è costituito da boschi igrofilo, in cui le specie arboree più rappresentative sono il salice (*Salix* sp.) e il pioppo (*Populus* sp.). Inoltre rientra in tale sistema l'habitat prioritario 91E0*, scarsamente rappresentato in Umbria e comprende le foreste alluvionali a dominanza di *Alnus glutinosa* e *Salix sp. pl.* che si sviluppano lungo i corsi d'acqua o le rive dei laghi, o ancora in aree palustri e soggette a ristagni idrici non necessariamente collegati alla dinamica fluviale, a quote variabili.

Oltre alla specie dominante, che è generalmente rappresentata da *Alnus glutinosa*, possono essere presenti; *Salix alba*, *S. cinerea*, *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *Angelica sylvestris*, *Arisarum proboscideum*, *Carex acutiformis*, *C. pendula*, *C. remota*, *C. sylvatica*, *Cirsium creticum subsp. triumfettii*, *Equisetum telmateja*, *Hedera helix*, *Humulus lupulus*, *Lysimachia nummularia*, *Petasites hybridus*, *Populus nigra*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus ficaria*, *Rubus caesius*, *Sambucus nigra*, *Scutellaria galericulata*, *Solanum dulcamara*, *Stachys sylvatica*, *Stellaria nemorum*, *Ulmus glabra*, *U. minor*, *Urtica dioica*, *Viburnum opulus*, *Frangula alnus*. Nell'ambito di progetto, l'ecosistema ripariale (e gli habitat ad esso associati), è presente lungo i tratti del Fiume Nera, ed in particolare risulta molto vicino alla strada esistente, oggetto dell'intervento in progetto.

A completamento dello studio di tale ambito è stata redatta la "Carta delle unità ecosistemiche" (cfr. T00IA06AMBCT02), sviluppata sulla base delle informazioni di uso del suolo, in cui si osserva come il progetto in esame si localizzi nelle tipologie ecosistemiche agricolo, antropico (dato dall'infrastruttura stradale stessa), forestale ed in parte limitrofo a quello ripariale. È possibile osservare quanto detto nella seguente figura, in cui si presenta uno stralcio della suddetta tavola.

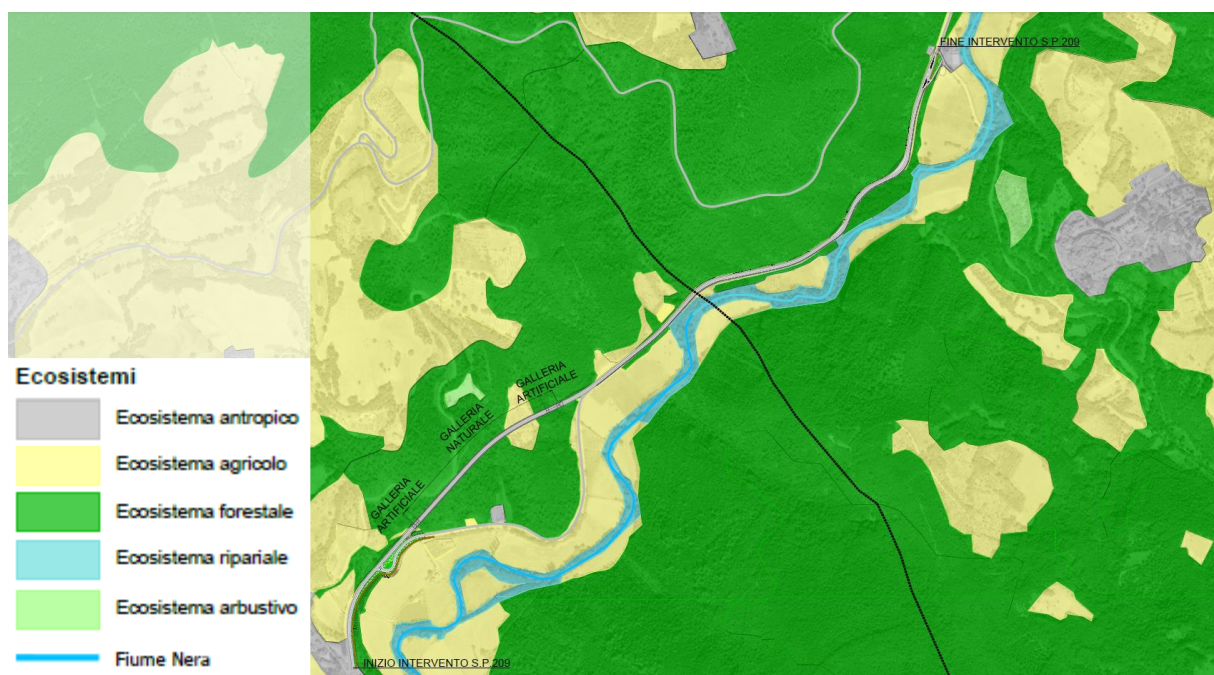


Figura 2-15 Stralcio dell'elaborato T00IA06AMBCT02 "Carta delle Unità Ecosistemiche"

3.1.9. Aree di interesse naturalistico

Ai fini dell'inquadramento di area vasta, vengono considerate le zone di interesse naturalistico-conservazionistico presenti, che costituiscono dei potenziali serbatoi di biodiversità e sono rappresentate da Aree Naturali Protette, Siti della Rete Natura 2000, IBA e zone Ramsar.

Le suddette aree sono state riportate graficamente nella "Carta delle aree protette e dei Siti Natura 2000", della quale vi è uno stralcio nella Figura 2-16, e descritte nel seguito del paragrafo.

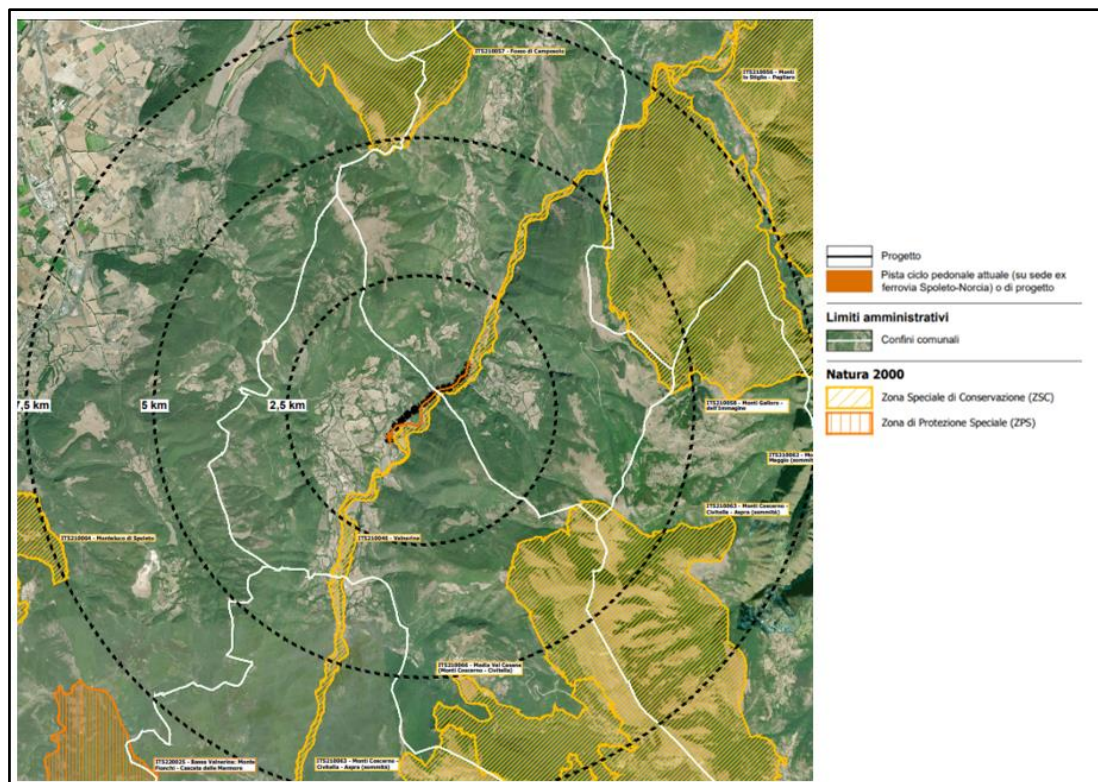


Figura 2-16 Stralcio della "Carta delle Aree protette e dei Siti Natura 2000"

Nell'ambito di interesse sono presenti solo Siti della Rete Natura 2000, indicati, con la relativa distanza dal progetto, nella tabella seguente.

Siti Natura 2000 nell'area di indagine

Codice	Denominazione	Distanza minima dal progetto (metri)
ZSC IT5210046	Valnerina	Interno
ZSC IT5210058	Monti Galloro – dell'Immagine	2.750
ZSC IT5210063	Monti Coscerno – Civitella – Aspra (sommità)	3.100
ZSC IT5210057	Fosso di Camposolo	4.100
ZSC IT5210066	Media Val Casana (Monti Coscerno – Civitella)	4.400
ZSC IT5210056	Monti lo Stiglio - Pagliaro	6.100
ZSC IT5210064	Monteluco di Spoleto	6.500
ZSC IT5210062	Monte Maggio (sommità)	6.600
ZPS IT5220025	Bassa Valnerina: Monte Fianchi – Cascata delle Marmore	6.940

Tabella 2-21 Siti della Rete Natura 2000 presenti nell'area di indagine

La **ZSC IT5210046 "Valnerina"**, designata come ZSC con DM del 07/08/2014, ha un'estensione di 679 ettari ed è costituita da un lungo tratto dell'alta Valle del Nera, comprendente l'asta e le sponde fluviali, dove tra gli habitat di Allegato I della Direttiva 92/43/CEE segnalati, la vegetazione idrofittica è attribuita all'alleanza *Glycerion fluitantis* (habitat 3260), mentre i boschi ripariali sono riferiti alle associazioni *Saponario-Salicetum purpureae* e *Salicetum albae* (habitat 92A0) ed *Alno-Ulmion* (91E0*). Nei punti in cui le sponde assumono aspetto rupestre, si rinvencono inoltre formazioni a *Buxus sempervirens* (habitat 5110) con lembi di *Quercus ilex* (habitat 9340). Nelle piccole anse dove la corrente è minima, sono presenti inoltre frammenti di *Phragmitetum australis* e, nei pressi delle sponde più basse, piccolissimi lembi di cariceto a *Carex gracilis*. Il sito assume un elevato interesse geobotanico, proprio perchè in esso sono presenti tutti gli aspetti vegetazionali e floristici tipici dei corsi d'acqua appenninici. Tra le entità floristiche si segnalano: *Fontinalis antipyretica*, *Lemna trisulca*, *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum spicatum* ed *Iris pseudacorus* in quanto rare a livello regionale; *Zannichellia palustris*, in quanto rara a livello nazionale.

La ZSC è di interesse anche per le specie faunistiche, tra le quali prevalgono quelle appartenenti alla classe degli uccelli.

La ZSC IT5210058 “**Monti Galloro – dell’Immagine**”, designata come tale con DM del 07/08/2014, ha una superficie di circa 1.460 ha ed interessa la dorsale costituita dal Monte Galloro e dal Monte delle Cerrete, scendendo sul fondovalle del fosso Tissino verso est e rimanendo sul versante della Valnerina lungo il lato occidentale. La quota massima viene raggiunta dalla cima del Monte Galloro con 1.216 m s.l.m. e tocca la quota minima (340 m s.l.m.) nei pressi della confluenza del fosso della Tiglia con il fiume Nera.

Si tratta di un complesso calcareo basso-montan, caratterizzato da versanti boscati e cime arrotondate con praterie secondarie cespugliate e piccoli appezzamenti di coltivazioni tradizionali, caratterizzato da un sistema idrografico articolato.

La ZSC include un significativo campione di vegetazione calcarea collinare e submontana appenninica, quali: boschi di *Ostrya carpinifolia*, *Quercus pubescens*, *Quercus cerris* o *Fagus sylvatica*; cenosi di sclerofille sempreverdi a *Quercus ilex*; pascoli a *Bromus erectus*; cespuglieti a *Juniperus communis*; tutti in buono stato di conservazione e completi nelle caratteristiche floristiche e fisionomico-strutturali. Tra le numerose specie faunistiche di interesse conservazionistico sono state segnalate ad esempio: sparviere *Accipiter nisus*, aquila reale *Aquila chrysaetos*, succiacapre *Caprimulgus europaeus*, averla piccola *Lanius collurio* e lupo *Canis lupus*.

La ZSC IT5210063 “**Monti Coscerno – Civitella – Aspra (sommità)**”, designata come tale con DM del 07/08/2014, ha un’estensione di 5.357 ettari ed occupa la dorsale montana che partendo dal Monte Coscerno, aggirando il Piano di Gavelli da est, raggiunge il Monte Aspra verso sud; quindi interessa a nord il Monte dell’Eremita e il Monte Civitella, scendendo solo parzialmente sui fondivalle limitrofi. Si tratta di un complesso montano caratterizzato da versanti boscati e cime interessate da praterie secondarie cespugliate e piccoli appezzamenti di coltivazioni tradizionali, nei valloni sono presenti pareti rocciose. La quota massima è raggiunta dalla cima del Monte Coscerno, con 1.684 m s.l.m. Si tratta un ottimo esempio di ambiente montano presente in Umbria, in quanto i tipi di vegetazione montana dell’Appennino centrale sono rappresentati nel modo migliore e completo. Spiccano per la grande estensione: le faggete (generalmente ben conservate e con ampie zone governate a fustaia) ed i pascoli dei *Festuco-Brometalia*, che presentano aspetti floristici e fitosociologici diversi in relazione alle caratteristiche geomorfologiche del territorio. Di particolare interesse fitogeografico sono i seslerieti di cresta a *Sesleria apennina* ed i cespuglieti a *Vaccinium myrtillus*, tipici di ambienti alto-appenninici e qui presenti in condizioni di extrazonalità. Nella ricca flora di questi rilievi, oltre ai numerosi endemismi, sono state segnalate: *Bulbocodium vernum* ssp. *versicolor* e *Gentiana lutea*, rare a livello appenninico, *Vaccinium myrtillus* e *Lonicera alpigena*, rare a livello regionale. Tra le numerose specie faunistiche di interesse conservazionistico sono state segnalate: sparviere *Accipiter*

nisus, astore *Accipiter gentilis*, aquila reale *Aquila chrysaetos*, biancone *Circaetus gallicus*, falco pecchiaiolo *Pernis apivorus*, succiacapre *Caprimulgus europaeus*, calandro *Anthus campestris*, averla piccola *Lanius collurio*, lupo *Canis lupus* e orso bruno *Ursus arctos*.

La ZSC IT5210057 "Fosso di Camposolo", designata come tale con DM del 07/08/2014, ha una superficie di circa 609 ha ed interessa quasi interamente il Fosso di Camposolo e il Fosso Moia, fino alle cime di Monte Felcito (1.182 m s.l.m.) e di Monte Pianciano (1.199 m s.l.m.). I due corsi d'acqua danno origine ad una valle incisa tra rilievi calcarei preappenninici, che si presenta larga e soleggiata in alto e stretta e ombrosa in basso. La ZSC, quasi interamente boscata con lembi di pascoli naturali in corrispondenza delle quote più elevate, è caratterizzata da versanti molto ripidi e con speroni di roccia affiorante. I boschi del Sito sono a prevalenza di *Ostrya carpinifolia*, alle quote più basse, e di *Fagus sylvatica* con *Ilex aquifolium* nei settori più elevati. Il sito acquisisce grande valore geobotanico per la presenza della più importante (per consistenza della popolazione) stazione di *Buxus sempervirens* dell'Italia centrale. Tra le numerose specie faunistiche di interesse conservazionistico sono state segnalate: sparviere *Accipiter nisus*, astore *Accipiter gentilis*, aquila reale *Aquila chrysaetos*, biancone *Circaetus gallicus*, falco pecchiaiolo *Pernis apivorus*, falco pellegrino *Falco peregrinus*, calandro *Anthus campestris*, averla piccola *Lanius collurio* e lupo *Canis lupus*.

La ZSC IT5210066 "Media Val Casana (Monti Coscerno – Civitella)", designata come tale con DM del 07/08/2014, ha un'estensione di 482 ettari ed interessa la profonda incisione valliva, contraddistinta verso l'alto da due imponenti pareti rocciose, le Balze del Coscerno e le Muraglie del Civitella, incise da lunghi canali in parte ricoperti da conoidi. Alle quote più basse nel settore settentrionale del sito si trova una conca pianeggiante detta "Piano delle Melette". Le pareti rocciose costituiscono un notevole esempio della vegetazione appenninica rupicola, dei brecciai e di contatto tra i boschi caducifogli montani di faggio e quelli sempreverdi mediterranei di leccio. Sui brecciai più elevati, all'interno dei canali, è presente *Drypis spinosa*. Tra le numerose specie faunistiche di interesse conservazionistico sono state segnalate ad esempio: sparviere *Accipiter nisus*, astore *Accipiter gentilis*, aquila reale *Aquila chrysaetos*, falco pellegrino *Falco peregrinus*, averla piccola *Lanius collurio*, lupo *Canis lupus*, rinolofa maggiore *Rhinolophus ferrumequinum* e rinolofa minore *Rhinolophus hipposideros*.

La ZSC IT5210064 "Montelucio di Spoleto", designata come tale con DM del 07/08/2014, ha una superficie di circa 504 ha ed è ubicata a sud-est di Spoleto e comprende i versanti interamente boscati di Montelucio, dal fosso di Vallecchia a quello di Valcieca. La ZSC si contraddistingue per la presenza di un'estesa lecceta, con esemplari ultrasecolari, che dal punto di vista forestale e floristico si presenta tra le meglio conservate e

tra le più rappresentative dell'Umbria. Tali boschi costituiscono, infatti, un ottimo esempio di lecceta appenninica mista con caducifoglie. All'interno dei boschi è presente *Monotropa hypopitys*, specie rara a livello nazionale. Per quanto attiene la fauna, tra le specie di interesse conservazionistico segnalate nella ZSC, si possono citare: sparviere *Accipiter nisus*, falco pellegrino *Falco peregrinus*, averla piccola *Lanius collurio*, succiacapre *Caprimulgus europaeus*, lupo *Canis lupus*, rinolofo maggiore *Rhinolophus ferrumequinum* e rinolofo minore *Rhinolophus hipposideros*.

La ZSC IT5210056 "Monti lo Stiglio – Pagliaro", designata come tale con DM del 07/08/2014, ha un'estensione di 1.004 ettari e occupa la dorsale collinare e basso-montana di natura calcarea costituita dai monti Lo Stiglio e Pagliaro e scende fino al fondovalle dove scorre il torrente Tissino sul versante ovest, rimanendo in quota sul versante est rivolto al Fiume Corno. La quota massima è raggiunta dalla cima del Monte Pagliaro con 1116 m s.l.m. e in vicinanza della frazione Borgo (Cerreto di Spoleto) tocca la quota minima (362 m s.l.m.).

Il valore di questo sito è connesso con le seguenti formazioni vegetali: i boschi di *Quercus pubescens* e *Carpinus orientalis*, che raggiungono qui il limite interno appenninico di distribuzione; i pascoli dei *Festuco-Brometalia*; i cespuglieti a *Juniperus communis*, tra i più estesi dell'Appennino umbro. In generale il sito rappresenta un buon campione della vegetazione termo-xerofila delle aree collinari appenniniche. Tra le entità floristiche, oltre alle endemiche, è di rilievo il *Carpinus orientalis*, di particolare interesse fitogeografico nell'Appennino umbro-marchigiano. Per quanto attiene la fauna, tra le specie di interesse conservazionistico segnalate nella ZSC si possono citare: sparviere *Accipiter nisus*, falco pellegrino *Falco peregrinus*, averla piccola *Lanius collurio*, succiacapre *Caprimulgus europaeus*, gufo reale *Bubo bubo*, lupo *Canis lupus*, rinolofo maggiore *Rhinolophus ferrumequinum* e rinolofo minore *Rhinolophus hipposideros*.

La ZSC IT5210062 "Monte Maggio (sommità)", designata come tale con DM del 07/08/2014, ha una superficie di 828 ettari e occupa la parte più elevata del complesso montano di Monte Maggio ed alcune sue valli laterali, scendendo solo parzialmente sui fondivalle. Si tratta di un rilievo caratterizzato da versanti boscati e cime interessate da praterie secondarie cespugliate e piccoli appezzamenti di coltivazioni tradizionali, nei valloni sono presenti pareti rocciose e, sul versante occidentale, la valle Tema è sovrastata da un complesso di grotte. La quota massima è la cima del Monte Maggio con 1.415 m s.l.m. e la quota minima (600 m s.l.m.) è localizzata nei pressi dell'Eremo della Madonna della Stella. Per quanto attiene la fauna, tra le specie di interesse conservazionistico segnalate nella ZSC si possono citare: sparviere *Accipiter*

nisus, falco pellegrino *Falco peregrinus*, averla piccola *Lanius collurio*, succiacapre *Caprimulgus europaeus*, lupo *Canis lupus*, orso bruno *Ursus arctos*.

La ZPS IT5220025 "Bassa Valnerina: Monte Fianchi – Cascata delle Marmore" interessa una superficie di 6.372 m ed è caratterizzata dalla valle del Fiume Nera e dai rilievi collinari e basso montani che la affiancano, sono presenti numerosi fossi, il maggiore dei quali, il Fosso Ranciano che confluisce nel Nera a poca distanza dall'abitato di Arrone. I rilievi più elevati superano i 1.000 m s.l.m., con i Monti Berretta (1.148 m), Solenne (1.286 m) e Fionchi (1.337 m). Nell'area sono presenti le seguenti formazioni vegetazionali: foreste ripariali lungo le sponde del Fiume Nera; boschi di *Pinus halepensis* e *Quercus ilex*, sui versanti collinari più soleggiati; cedui di *Ostrya carpinifolia*, sulle pendici più elevate o esposte a nord. Tali cenosi forestali sono interrotte da aree agricole o da pascoli a *Bromus erectus*. Di rilievo la presenza di vegetazione pietrificante del *Cratoneurion*. La ZPS ha un grandissimo valore naturalistico ed ambientale per la diversità biologica animale che la caratterizza, tra le diverse specie si segnalano: *Alcedo atthis*; *Aquila chrysaetos*; *Austropotamobius pallipes*; *Potamon fluviatile fluviatile*, specie in rarefazione; *Neomys fodiens*, specie stenotopa molto rara; *Cettia cetti*, specie stenotopa indicatrice delle buone qualità ambientali della vegetazione ripariale.

3.1.10. Le reti ecologiche

Con la Deliberazione della Giunta Regionale del 30/11/2005 n. 2003, "Approvazione del progetto di Rete Ecologica della Regione dell'Umbria (RERU), recepita nel P.U.T. con Legge regionale 22 febbraio 2005 n. 11 "Modifiche della L.R. 24 marzo 2000 n. 27", la regione Umbria ha approvato il progetto di rete ecologica regionale (RERU). Disposizioni sulla RERU vengono poi forniti nella L.R. n. 1 del 21 gennaio 2015 "Testo unico governo del territorio e materie correlate".

L'obiettivo principale della RERU è quello di realizzare una rete ecologica multifunzionale a scala regionale per integrare gli aspetti dell'assetto ecosistemico nei processi delle trasformazioni dei suoli e nelle attività di gestione del territorio umbro, in aggiunta, offre un supporto territoriale per eventuali azioni future di ripristino e di riqualificazione ecosistemica, favorendo l'applicazione di tecniche di pianificazione e di progettazione ecologica che distribuiscono e ottimizzano le iniziative gestionali volte alla conservazione della natura e del paesaggio su tutto il territorio, anche quello non interessato da provvedimenti localizzati di tutela ambientale.

Il lavoro di sviluppo della RERU è stato portato avanti da un gruppo di ricerca interdisciplinare, con le figure scientifiche che meglio contribuiscono alla conoscenza del quadro territoriale-ecosistemico e dell'impianto

ecologico-relazionale della regione. Il gruppo di ricerca RERU, formato da studiosi locali ed esterni altamente qualificati, ha elaborato un quadro complessivo della situazione ecologico-territoriale attuale e di quella potenziale della regione.

La Rete Ecologica Regionale è un sistema interconnesso di habitat, di elementi paesaggistici e di unità territoriali di tutela ambientale finalizzato alla salvaguardia ed al mantenimento della biodiversità.

La Rete Ecologica Regionale Umbra (RERU) è formata dai seguenti elementi spaziali funzionali:

- Unità Regionali di Connessione Ecologica: aree di habitat delle specie ombrello¹¹ di estensione superiore alla soglia critica, reciprocamente connesse e relativa fascia di permeabilità ecologica;
- Corridoi e Pietre di Guado: aree di habitat di estensione inferiore alla soglia critica, ma reciprocamente connesse, e relativa fascia di permeabilità ecologica in forma lineare (corridoi) o areale (pietre di guado), collegate con le Unità Regionali di Connessione Ecologica;
- Frammenti: aree di habitat di estensione inferiore alla soglia critica, reciprocamente non connesse e non collegate alle Unità Regionali di Connessione Ecologica, ma circondate da una fascia di matrice.

La suddetta matrice, riportata nella carta della rete ecologica regionale, comprende categorie vegetazionali non selezionate dalle specie ombrello. A completamento del disegno di RERU sono state inserite le barriere antropiche, costituite da aree edificate, strade e ferrovie.

Dallo shape della RERU, reso disponibile dalla Regione Umbria, è stata redatta per lo Studio di Impatto Ambientale la "Carta dell'ecomosaico-rete ecologica" (elaborato PG0374_T00IA06AMBCT03_A), della quale si riporta uno stralcio nella figura seguente.

¹¹ Le specie ombrello sono quelle dotate di caratteristiche tali da rappresentare ecologicamente molte altre specie, per cui la loro protezione implica la conservazione delle altre specie poste a livelli trofici sottostanti. Per la RERU è stato sviluppato uno screening sui macro mammiferi umbri da parte del gruppo di studiosi di Zoologia, che ha condotto alla definizione di 6 specie-ombrello: 3 consumatori primari (lepre bruna, istrice e capriolo) e 3 consumatori secondari (gatto selvatico europeo, lupo appenninico, tasso).

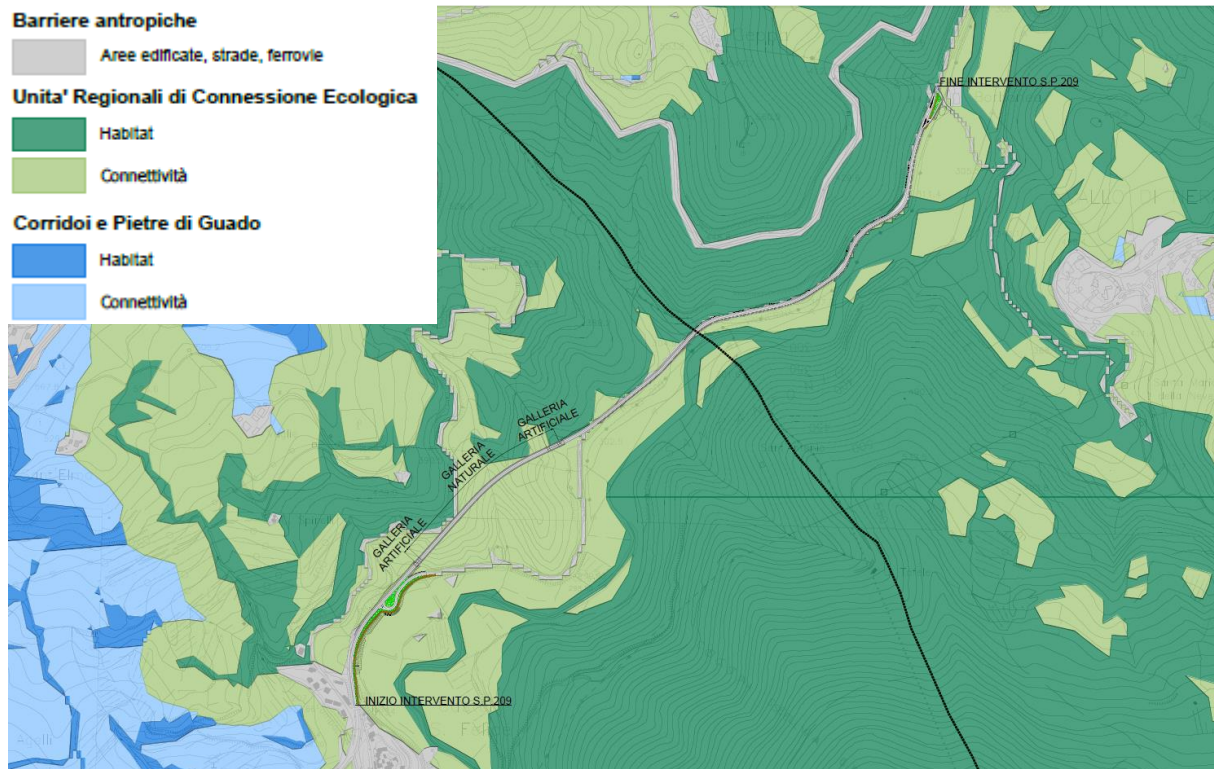


Figura 2-17 Stralcio dell'elaborato T00IA06AMBCT03 Carta dell'ecomosaico-rete ecologica

Come si può osservare dalla figura precedente, dato che il progetto è relativo ad una strada esistente, esso è localizzato in corrispondenza di una delle barriere antropiche e marginalmente interessa aree individuate come Unità Regionali di Connessione Ecologica.

2.4 C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

3.1.11. Inquadramento territoriale e pedologico

L'area in esame ricade completamente in Provincia di Perugia, nei territori dei comuni di Sant'Anatolia di Narco e di Vallo di Nera.. L'ambito territoriale è quello della Valle del Nera.

Secondo la Carta dei Suoli dell'Umbria¹² (scala 1:250.000), consultabile attraverso il SIAT della regione, il territorio in esame ricade nel sistema pedologico 25.10 "MONTAGNA DELLA DORSALE UMBRO – MARCHIGIANA". L'unità cartografica è localizzata nella fascia orientale della regione. È limitata a nord dal Corno di Catria e dal M. Forcello e si estende verso sud fino al confine con il Lazio, toccando, ad ovest, i rilievi collinari di Costacciaro e Gualdo Tadino, il tratto centrale della Valle Umbra ed il Sistema 24.4. Lungo quasi tutto il suo margine est segue il confine con le Marche, tranne che in coincidenza delle maggiori vette dei M. Sibillini. Essa è costituita da n. 148 sottosistemi che hanno ampiezza da 52 a 16686 ettari e forma isodiametrica, lobata e variamente articolata, allungata, dentellata e tal ora digitata. La superficie complessiva è di circa 1370 km², pari al 16,46% dei suoli regionali, rappresentando, quindi, il più ampio dei sistemi presenti. Stante la sua vastità, al suo interno ingloba 8 Sistemi rappresentati da altopiani carsico-tettonici.

¹² Servizio di consultazione dei sistemi e sottosistemi pedologici e della distribuzione dei diversi suoli (Unità tipologiche di Suolo-UTS) secondo le direttive e gli standard fissati dall' European Soil Bureau (ESB). La Carta dei Suoli dell'Umbria, in collaborazione con Dipartimento di Scienze Agroambientali e della produzione vegetale della Facoltà di Agraria dell'Università di Perugia), in attuazione del Programma Interregionale "Agricoltura e qualità, Mis. 5 "Realizzazione della carta dei suoli d'Italia 1: 250.000" (2000/2001)".

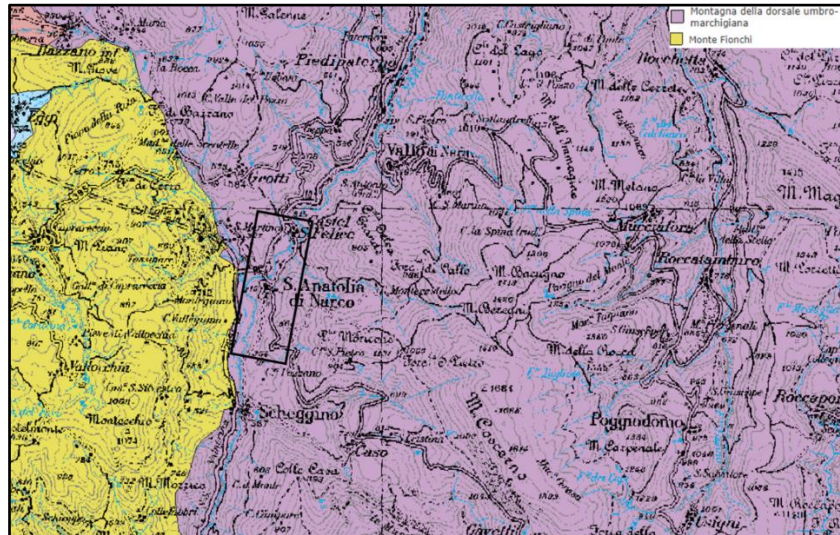


Figura 2-18: Ubicazione dell'area di progetto (rettangolo nero) sulla Carta dei Suoli dell'Umbria (Fonte: SIAT Regione Umbria).

L'area si identifica con la catena appenninica, con la sola esclusione delle cime più elevate. Risulta costituita da calcari riferibili a formazioni Giurassiche, Cretacee ed Eocenico-Mioceniche: Le prime sono rappresentate da calcari biancastri in grosse bancate riferibili alla formazione del “Calcarea Massiccio”, nonché da calcari e calcari marnosi con selce riferibili ad un complesso di formazioni che vanno dalla “Corniola” agli “Scisti ad Aptici”. Il secondo gruppo è costituito da calcari bianchi con selce e calcari marnosi rispettivamente ascrivibili al “Calcarea Rupestre” ed agli “Scisti a Fucoidi” mentre il terzo comprende calcari marnosi e marne della “Scaglia Bianca e Rossa”, “Scaglia Cinerea”, “Scaglia Variegata”, “Bisciario” e “Shlier”. A valle di tali affioramenti troviamo detriti ed alluvioni a costituire una porzione nettamente minoritaria del sistema. Se si escludono una parte delle aree su questi ultimi materiali dove le pendenze non superano il 10%, ci accorgiamo che la parte preponderante del territorio mostra pendenze tra il 10 ed il 60%, con punte anche oltre tale valore. Naturalmente, in queste condizioni, si hanno ampie superfici di denudamento, come lungo la Valle del Nera da Piedipaterno a Belforte, l'intera valle del fiume Corno, i versanti meridionali di M. Patino, M. Coscerno, ecc. ed altre interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico (M. Andrea, M. Motillo). Inevitabile anche il rischio di perdita di suolo per erosione anche sotto copertura boschiva che, ovviamente, è quella di gran lunga prevalente. Le quote sono comprese tra 228 e 1885 m.

I suoli presenti sui versanti di questo sistema, avendo generalmente una giacitura da acclive a molto acclive, hanno una profondità decisamente scarsa con affioramenti rocciosi segnatamente nelle aree impostate su

calcarei duri (scarpate) o sulle marne (incisioni pseudocalanchive). La pedogenesi è stata tipicamente orientata verso lo sviluppo di suoli calcimorfi e la loro completa brunificazione (in alcuni casi fino all'acidificazione) ma i suoi prodotti si possono osservare soltanto nelle aree sommitali o sui deboli pendii esposti a nord. Sui calcari selciferi e sui loro detriti, come in coincidenza di tasche o colluvium di "terra rossa", si osservano casi di lisciviazione e di desaturazione anche spinta. Sui versanti, invece, i fenomeni pedogenetici sono stati inevitabilmente contrastati da quelli erosivi che hanno assottigliato il suolo e in certi casi lo hanno anche retrogradato.

A livello di area di sito, l'uso del suolo prevalente è quello agricolo, il quale si rinviene lungo la valle del Fiume Nera, delimitata da versanti alto-collinari su cui l'uso del suolo prevalente è quello forestale, unito ad ampi territori coltivati ad oliveti.

3.1.12. Uso del suolo

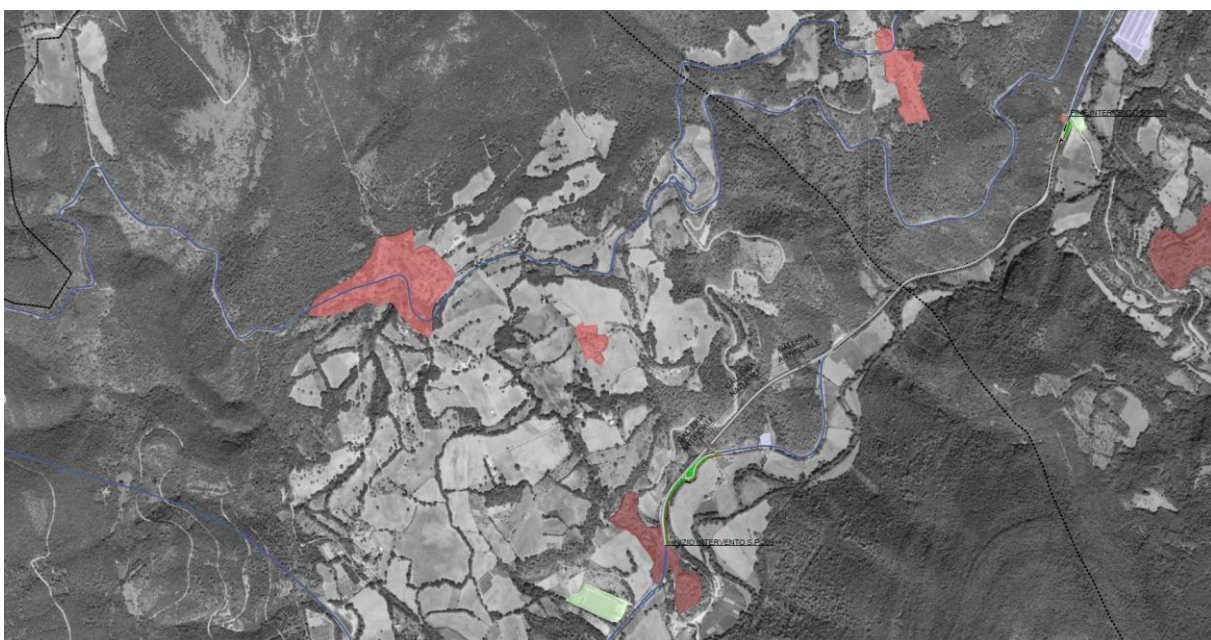
A livello di area vasta, facendo riferimento al sistema pedologico di riferimento, l'uso del suolo prevalente è caratterizzato da boschi misti di latifoglie, ma sono presenti anche estesi esempi di faggete, di rimboschimenti e di boschi di conifere e, in misura decisamente minore, di castagneti. Estese aree a pascolo contraddistinguono le radure sommitali delle maggiori cime della catena (M. Maggio, M. Penna, M. Faeto, M. Brunette, M. Maggiore, M. Coscerno, M. Aspro, M. Pizzuto) mentre aree minori sono distribuite sulle altre alture. Per quanto concerne i terreni agrari, oltre ai seminativi nudi troviamo esempi di oliveti (nelle località Petroia, Capodacqua, Campello Alto, Bazzano, Vallo di Nera, Buggiano) e subordinatamente di vigneti (località Campi).

Nell'ambito dell'analisi relativa alla componente in esame sono state redatte le carte di Uso del Suolo alla scala 1:10.000, divise per matrice antropica, agricola e naturale. L'elaborazione specialistica degli strati informativi riportati parte delle sottoelencate fonti:

- Corinne Land Cover (2018);
- Carta della Natura dell'Umbria (2013);

In merito alle componenti della matrice antropica, scarsamente diffusa a livello di area vasta, le classi principali sono riferibili ai nuclei dei centri abitati, quali Castel San Felice e Sant'Anatolia di Narco, a sud dell'area di progetto, la frazione di Grotti e il centro abitato di Vallo di Nera.

È presente inoltre un'area ricreativa sportiva lungo l'attuale S.S. 685, identificabile come un campo da calcio, e varie aree industriali a sud del progetto, nelle aree limitrofe al centro abitato di Sant'Anatolia di Narco. Infine la struttura antropica del territorio comprende la rete stradale, rappresentata principalmente dalla S.S. 685, dalle varie strade provinciali e locali. Inoltre, è compresa nella matrice antropica la pista ciclabile (che affianca la s.s. 685, oggetto anch'essa di adeguamento in alcuni tratti).



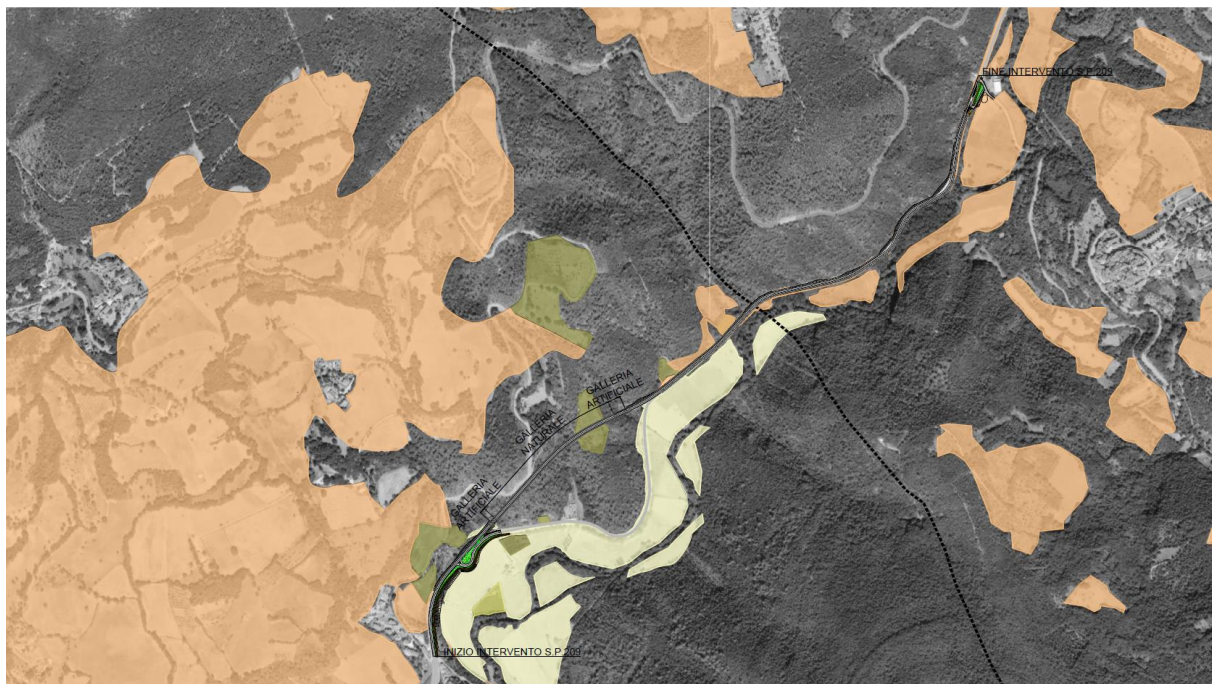
Matrice antropica

	111 - Zone residenziali a tessuto continuo
	112 - Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
	121 - Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
	122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
	143 - Aree ricreative e sportive

Figura 2-19 Stralcio della carta di uso del suolo – Matrice antropica (cfr. T00IA05AMBCT03)

Relativamente all'uso del suolo a matrice agricola è caratterizzato principalmente da seminativi lungo le superfici pianeggianti della Valnerina e nelle aree collinari a sinistra della S.S. 685, con coltivazioni di zafferano, cereali, foraggio e legumi.

La classe di uso del suolo maggiormente rappresentata è quella delle aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti. Si tratta di vaste aree agricole a seminativo, inframezzate spesso da un ricco sistema di siepi e boschetti. Diffusi a livello di area vasta anche gli oliveti nelle aree di versante ed alto-collinari, che spesso si fondono con i boschi circostanti.



Matrice agricola

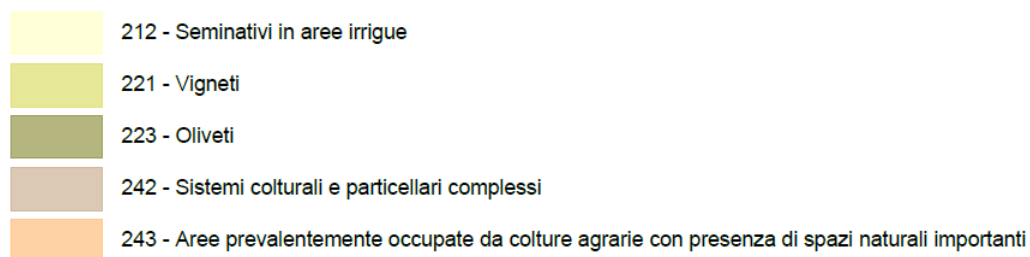


Figura 2-20 Stralcio della carta di uso del suolo – Matrice agricola (cfr. T00IA05AMBCT01)

La matrice naturale risulta essere dominante, anche rispetto a quella agricola, sono infatti ampiamente presenti su entrambi i versanti che chiudono la Valnerina boschi di latifoglie interrotti da modeste aree a pascolo naturale o cespuglieti. Poco rappresentati i boschi di conifere, i quali sono rappresentati perlopiù da specie impiantate.

Lungo la piana del Fiume Nera inoltre, tra le aree agricole, è presente la fascia boscata ripariale del fiume, che grazie alla presenza del Sito Natura 2000 "Valnerina" è ben conservata.



Matrice naturale

	311 - Boschi di latifoglie
	312 - Boschi di conifere
	313 - Boschi misti
	321 - Aree a pascolo naturale e praterie
	322 - Cespuglieti
	324 - Area a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
	511 - Corsi d'acqua, canali e idrovie

Figura 2-21 Stralcio della carta di uso del suolo – Matrice naturale (cfr. T00IA05AMBCT02)

A livello di area di sito, l'uso del suolo è caratterizzato dalla presenza della Strada Statale oggetto di rettifica del tracciato ed adeguamento della sezione, affiancata dalla pista ciclabile esistente da seminativi, nei quali è fortemente presente la matrice naturale, composta da filari alberati e boschetti e dalla fascia ripariale del Nera.



Figura 2-22 Area a copertura boschiva nell'area di progetto – boschi misti di latifoglie in primo piano e conifere sullo sfondo



Figura 2-23 Gli elementi a matrice antropica nell'area in esame – S.S. 685 e pista ciclabile adiacente



Figura 2-24 Matrice agricola nell'area di progetto – seminativi in primo piano ed oliveti sullo sfondo a sinistra

3.1.13. Consumo di suolo

Il consumo di suolo consiste in una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato). Sono generalmente i suoli migliori, quali quelli delle pianure, i più soggetti ad essere consumati, e si tratta di una perdita totale ed irreversibile della risorsa.

La copertura con materiali impermeabili è probabilmente l'uso più impattante che si può fare della risorsa suolo, poiché ne determina la perdita totale o una compromissione permanente della sua funzionalità, tale da limitare o inibire il suo insostituibile ruolo nel ciclo degli elementi nutritivi. L'impermeabilizzazione oltre a rappresentare la principale causa di degrado del suolo in Europa, accresce il rischio di inondazioni, contribuisce ai cambiamenti climatici, minaccia la biodiversità, provoca la perdita di terreni agricoli fertili e aree naturali e seminaturali, contribuisce insieme alla diffusione urbana alla progressiva e sistematica distruzione del paesaggio, soprattutto rurale e alla perdita delle capacità di regolazione dei cicli naturali e di mitigazione degli effetti termici locali (Commissione Europea, 2012).

I dati riportati nella tabella successiva derivano dal rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" (Report SNPA n. 177/2022), prodotto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che assicura le attività di monitoraggio del territorio e del consumo di suolo.

Il suolo consumato si può definire come quantità complessiva di suolo a copertura artificiale esistente in un dato momento. Il suolo consumato misurato in valori percentuali rispetto alla superficie territoriale rappresenta il grado di artificializzazione.

Il consumo di suolo netto è l'incremento della copertura artificiale del suolo, valutato attraverso il bilancio tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali, dovuto a interventi di recupero, demolizione, deimpermeabilizzazione, rinaturalizzazione o altre azioni in grado di riportare il suolo consumato in un suolo in grado di assicurare i servizi ecosistemici forniti da suoli naturali.

	Livello Nazionale	Livello Regionale (Umbria)	Livello Provinciale (Perugia)
Suolo consumato 2021 (ha)	2.148.512	44.543	34.659
Suolo consumato 2021 (%)	7,13	5,27	5,48
Consumo di suolo netto 2020-2021 (ha)	6.331	112	97
Consumo di suolo netto 2020-2021 (%)	0,30	0,25	0,28

Tabella 2-22: Suolo consumato (2021) e consumo netto di suolo annuale (2020-2021) a livello nazionale, regionale, provinciale e comunale (Fonte dati: report SNPA n. 177/2022)

A livello regionale, in termini di percentuale di suolo consumato nel 2021, l'Umbria si trova al di sotto della media nazionale. I dati illustrati nella tabella precedente indicano che nel 2021 la suddetta regione presenta una superficie consumata complessiva pari 5,27% del suo territorio, corrispondente a 44.543 ha, con un incremento rispetto al 2020 di circa 112 ha;

In termini assoluti, a livello provinciale, Perugia si caratterizza per una superficie consumata al 2021 pari a 34.659 ettari, corrispondenti a circa il 5,5% del territorio provinciale, dei quali 97 ettari nell'ultimo anno.

3.1.14. Patrimonio agroalimentare

La regione Umbria, localizzata nel cuore dell'Italia, si caratterizza per numerosi prodotti tipici e concentra la sua produzione su prodotti quali carni, olio e prodotti orticoli di montagna.

In particolare, le specie erbacee occupano una posizione di rilievo nel panorama agricolo della regione. A questo raggruppamento appartengono molti dei prodotti tipici regionali: il farro di Monteleone di Spoleto, la lenticchia di Castelluccio, la fagiolina del Lago Trasimeno, la patata di Colfiorito, il sedano nero di Trevi, la cipolla di Cannara, il fagiolo di Cave (Foligno) e lo zafferano di Cascia e di Città della Pieve.

Particolare importanza su scala regionale risulta essere la produzione di prodotti a marchio certificato di qualità. Per valorizzare e tutelare le numerose eccellenze agroalimentari del territorio, la Regione Umbria si avvale da anni di tutti gli strumenti messi a disposizione dalla normativa comunitaria e nazionale, tra cui le forme di qualificazione della Denominazione di Origine Protetta (DOP) e l'Indicazione Geografica Protetta (IGP).

Di seguito vengono riportati i prodotti, recanti marchi di qualità DOP/IGP, le cui aree di produzione ricadono nella provincia di Perugia, provincia in cui ricade l'area di progetto.

	Montefalco Sagrantino	DOP
	Torgiano Rosso Riserva	DOP
	Torgiano	DOP
	Montefalco	DOP
	Colli Perugini	DOP
	Colli Martani	DOP
	Colli del Trasimeno	DOP
Vini	Colli Altotiberini	DOP
	Assisi	
	Spoletto	DOP
	Todi	DOP
	Umbria	IGP
	Bettona	IGP
	Cannara	IGP
	Spello	IGP

Carni fresche (e frattaglie)	Agnello del Centro Italia	IGP
	Vitellone bianco dell'Appennino	IGP
Prodotti a base di carne	Prosciutto di Norcia	IGP
	Salamini alla cacciatora	DOP
Oli e grassi	Umbria	DOP
Ortofrutta e cereali	Farro di Monteleone di Spoleto	DOP
	Lenticchia di Castelluccio di Norcia	IGP
	Patata Rossa di Colfiorito	IGP

Tabella 2-23 Elenco dei prodotti a marchio di qualità prodotti nella provincia di Perugia e caratteristici dell'intero territorio regionale (Fonte: Masaf -Elenco dei Prodotti DOP, IGP e STG aggiornato 30 gennaio 2023).

Per quanto attiene altri prodotti regionali con certificazione di qualità con zona di produzione ricadente all'interno del comune di Sant'Anatolia di Narco e di Vallo di Nera e nell'area di progetto vi sono, oltre ai prodotti con aree di produzione ampie quali il Vitellone bianco dell'Appennino IGP, Salamini alla cacciatora DOP e l'Agnello del Centro Italia IGP, anche l'Olio EVO Umbria DOP accompagnata dalla menzione geografica "Colli Assisi-Spoleto" ed il Farro di Monteleone di Spoleto DOP, la cui zona di produzione comprende i comuni di Monteleone di Spoleto e Poggiodomo e parte dei comuni di Cascia, Sant'Anatolia di Narco, Vallo di Nera e Scheggino, nell'area montana (sopra i 700 metri s.l.m.). Tra i vini, solamente l'Umbria IGT comprende anche l'area di progetto, in quanto nella zona di produzione ricade l'intero territorio regionale.

Relativamente alla produzione biologica, nel corso degli ultimi 15 anni, il settore è cresciuto a livello nazionale a ritmi elevati guadagnando sempre più spazio nelle politiche agroalimentari, presso i consumatori e nelle strategie commerciali dell'intera filiera agricola. Solo negli ultimi cinque anni, in Italia le superfici e le aziende bio sono cresciute del 40%. Stando all'ultimo rapporto SINAB¹³ le superfici biologiche al 2021 sono pari a 2.186.570 ettari, con un'incidenza sulla SAU totale del 17,4%.

¹³ Anticipazioni "Bio in cifre 2022". Luglio 2022

La regione Umbria al 2021 si presenta con una superficie biologica pari a 50.936 ettari circa, con un incremento del 7,5% rispetto al 2020 ed un'incidenza sul totale nazionale del 15,2% relativamente alle superfici, mentre del 5,9% relativamente alle aziende agricole.

3.1.15. Sistema colturale

Dai primi risultati del settimo Censimento generale dell'agricoltura diffusi dall'Istat, in Umbria nel 2020, si rilevano 26.956 aziende agrarie, 1.133.023 in Italia, valori in sensibile calo rispetto al 2010 (36.244 Umbria, 1.620.884 Italia); la variazione percentuale è pari al - 25,6% in Umbria e al -30,1% in Italia.

La dimensione media delle aziende agricole (rapporto tra la superficie agricola utilizzata SAU complessiva e il numero di aziende agricole), in Umbria nel 2020, è pari a 10,9 ettari, valore inferiore a quello medio nazionale di 11,1 ettari.

A livello provinciale e comunale i dati discussi sono relativi al 6° Censimento Generale dell'Agricoltura (2010). Il territorio della Regione Umbria, all'anno di riferimento citato precedentemente, presentava una Superficie Agricola Totale (SAT) pari a circa il 536.676 ha con una Superficie Agricola Utilizzata (SAU) di circa 326.877 con una riduzione rispetto al decennio precedente rispettivamente del 14% circa e del 12%. I primi dati derivanti dal 7° censimento dell'agricoltura, relativi quindi al 2020, indicano una SAU regionale pari a circa 295.000 ettari e una variazione percentuale di -9,8 rispetto al 2010.

In termini di utilizzo del suolo, i seminativi, al 2010, occupavano la maggior parte della SAU (64%), seguono le leguminose agrarie che rappresentano il 14% della SAU, i prati permanenti e pascoli con il 20,7% mentre la restante superficie è investita ad orti familiari. Dal confronto con il 2000 emerge che la superficie occupata dalle coltivazioni legnose agrarie diminuisce nel 2010 di quasi il 6%. Particolare rilevanza occupa la coltivazione dell'olivo, in quanto le aziende olivicole umbre rappresentano l'88% delle aziende con coltivazioni legnose agrarie.

Nella tabella di seguito, è possibile osservare la superficie agricola utilizzata (SAU), per le principali tipologie di colture, nei comuni di Sant'Anatolia di Narco e Vallo di Nera, interessato dalla realizzazione del progetto ed i dati relativi alla provincia di Perugia, utili a scopo di confronto.

	Sant'Anatolia di Narco	Vallo di Nera	Perugia (Provincia)
SAU	1 357.9	438.64	257 402.23
Seminativi	322.12	195.07	166 986.38
Vite	3.14	2.05	7 625.39
Olivo	17.36	8.61	21 366.33
Frutteti	9.22	3.24	1 891.41
Prati permanenti e pascoli	988.41	223.53	57 947.77

Tabella 2-24 Superficie agricola utilizzata (ha), per tipologia di utilizzazione del terreno, nei comuni interessati dal progetto e la relativa Provincia (Fonte: ISTAT, 6° censimento dell'agricoltura).

Dai dati presenti nella suddetta tabella, si osserva come per entrambi i territori comunali più della metà della SAU risulta essere interessata da prati e pascoli e secondariamente da seminativi, mentre a livello provinciale i seminativi risultano essere dominanti. Inoltre, a livello dei due comuni interessati, ben rappresentata tra le colture arboree risulta essere quella dell'olivo.

Relativamente alla struttura delle aziende agricole, in termini di dimensioni, si rileva un aumento della superficie media delle aziende agricole a livello regionale, così come si è rilevato a livello nazionale. In Umbria la SAU aziendale risulta in media pari a 9,2 ettari mentre la SAT pari a 12,1 ettari, con incrementi rispettivamente del 27,3 e del 22,1 rispetto al 2000.

A diminuire sono principalmente le piccole aziende, mentre in aumento le aziende con superficie da 2 a 50 ettari, con un incremento maggiore per la fascia di aziende aventi una dimensione compresa tra 2 e 10 ettari. A livello dell'area di progetto, i comuni di Sant'Anatolia di Narco e di Vallo del Nera contano, al 2010, rispettivamente 43 e 38 aziende agricole, di cui la maggior parte con terreni superiori ai 10 ettari.

3.1.16. Zootecnia

Stando ai dati del 6° Censimento Generale dell'Agricoltura e dalle informazioni contenute nel Piano Zootecnico Regionale¹⁴, la situazione zootecnica regionale evidenzia come la contrazione del numero delle aziende zootecniche al 2010, rispetto al 2000, è stata notevole, poiché, nel periodo intercensuario, oltre 6.000 unità aziendali hanno cessato l'attività. La fuoriuscita più consistente è stata registrata nel comparto avicolo, in quello suino e in quello ovi-caprino. In generale, l'incidenza percentuale delle aziende zootecniche a livello regionale sul totale delle aziende agricole è del 13,8%.

Anche il numero dei capi censito si è contratto, a seconda del comparto, in linea con la diminuzione generale a livello nazionale. La consistenza media aziendale è, invece, aumentata con una concentrazione consistente soprattutto nei comparti avicolo e suinicolo.

Nella tabella seguente sono presenti i dati di UBA (Unità di Bestiame Adulto) sia a livello Regionale, sia nella Provincia e nei Comuni in cui ricade l'area del progetto in esame.

		Bovini	Bufalini	Equini	Ovini	Caprini	Suini	Avicoli
Livello Regionale	Umbria	42.220	409	5.318	10.713	317	49.381	85.883
Livello Provinciale	Perugia	34.079	86	4.106	7.978	232	45.698	64.884
Livello Comunale	Sant'Anatolia di Narco	98,7	/	0,8	12,5	/	39	1,24
	Vallo di Nera	6,2	/	12	30,4	/	1,2	2,89

Tabella 2-25 Unità di bestiame adulto (UBA) a livello regionale, provinciale e comunale (Fonte: ISTAT, 6° censimento generale dell'agricoltura)

Dall'analisi della suddetta tabella si evince come nel territorio della provincia di Perugia le consistenze di tutte le categorie zootecniche sono più della metà del totale regionale, con l'unica eccezione del comparto

¹⁴ adottato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 476 del 12.05.2014

bufalino, per il quale la provincia di Terni detiene la maggior parte delle UBA. Il suddetto comparto risulta inoltre assente nei comuni di interesse, così come il comparto dei caprini.

Per quanto riguarda le aziende DOP o IGP nell'ambito zootecnico, queste interessano un numero significativo di aziende, pari a 672 unità che rappresentano il 13,4% del totale delle aziende zootecniche regionali, percentuale inferiore al dato nazionale del 14,3%. Le filiere equina e caprina risultano assenti nelle produzioni DOP e IGP, mentre il comparto bovino è il più rappresentato pari al 22% del totale delle aziende bovine, a conferma della buona affermazione dell'IGP "Vitellone bianco dell'Appennino centrale" nel territorio Umbro, segue la filiera suinicola con il 9,9 % del totale degli allevamenti suinicoli regionali. Si evidenzia inoltre la scarsa presenza di allevamenti ovini aderenti all'IGP "Agnello dell'Italia centrale".

2.5 D – Geologia e acque

2.5.1 Inquadramento tematico

Nel presente capitolo vengono descritti i contesti geomorfologico, stratigrafico ed idrogeologico di riferimento, analizzando successivamente il tracciato in progetto con riferimento al rapporto tra l'assetto del sottosuolo ed il suo comportamento conseguente alla costruzione delle principali opere previste. Gli elementi necessari alla suddetta analisi derivano dall'esame della documentazione bibliografica disponibile per l'area in oggetto e dall'analisi diretta delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree all'interno delle quali ricade l'intervento in progetto.

3.1.17. Inquadramento geologico

L'area di studio è compresa nel settore meridionale dell'Appennino umbro-marchigiano e la sua attuale configurazione è il risultato di una storia deformativa complessa, che ha "inizio" nel Lias medio con lo sprofondamento della piattaforma carbonatica del Calcere Massiccio. Durante questa fase il bacino risulta articolato in depressioni allungate e piccoli rilievi ad esse paralleli. Nelle prime si depositano le serie complete le cui intercalazioni clastiche sono relazionabili alla presenza di faglie attive; in corrispondenza degli alti strutturali si ha invece la sedimentazione discontinua, rappresentata dalle serie ridotte.

L'attuale distribuzione delle serie complete e ridotte, allungate secondo una direzione SW-NE, e il parallelismo con la faglia della Valnerina, indicano probabilmente una stretta relazione fra l'attività tettonica di questo elemento e la scomposizione in blocchi della piattaforma carbonatica. Durante il Cretacico, ha inizio nell'area la sedimentazione della Scaglia s.l. accompagnata, a partire dal Campaniano- Maastrichtiano, dall'arrivo di depositi bioclastici a macroforaminiferi provenienti dalla piattaforma carbonatica abruzzese. Il confine nord-orientale della loro area di affioramento coincide circa con la "linea tettonica della Valnerina" (Figura 2-25) e questo è stato messo in relazione con la possibile esistenza di un alto relativo, che ne avrebbe impedito l'espansione verso nord-ovest, formatosi in seguito ad una nuova fase di attività della faglia della Valnerina. A partire dal Miocene sup. inizia nell'area la fase compressiva, distinta in tre eventi deformativi:

- a. formazione delle strutture plicative e delle mesostrutture associate;
- b. sviluppo delle zone di taglio inverse;
- c. formazione di faglie trascorrenti che dislocano i fronti (faglia della Valnerina), e che sono a loro volta
- d. dislocate da faglie sintetiche ed antitetiche.

L'ultima fase tettonica è quella distensiva Plio-Pleistocenica, con importanti sollevamenti tettonici e formazione di bacini neoautoctoni (Barchi e Brozzetti,1991).

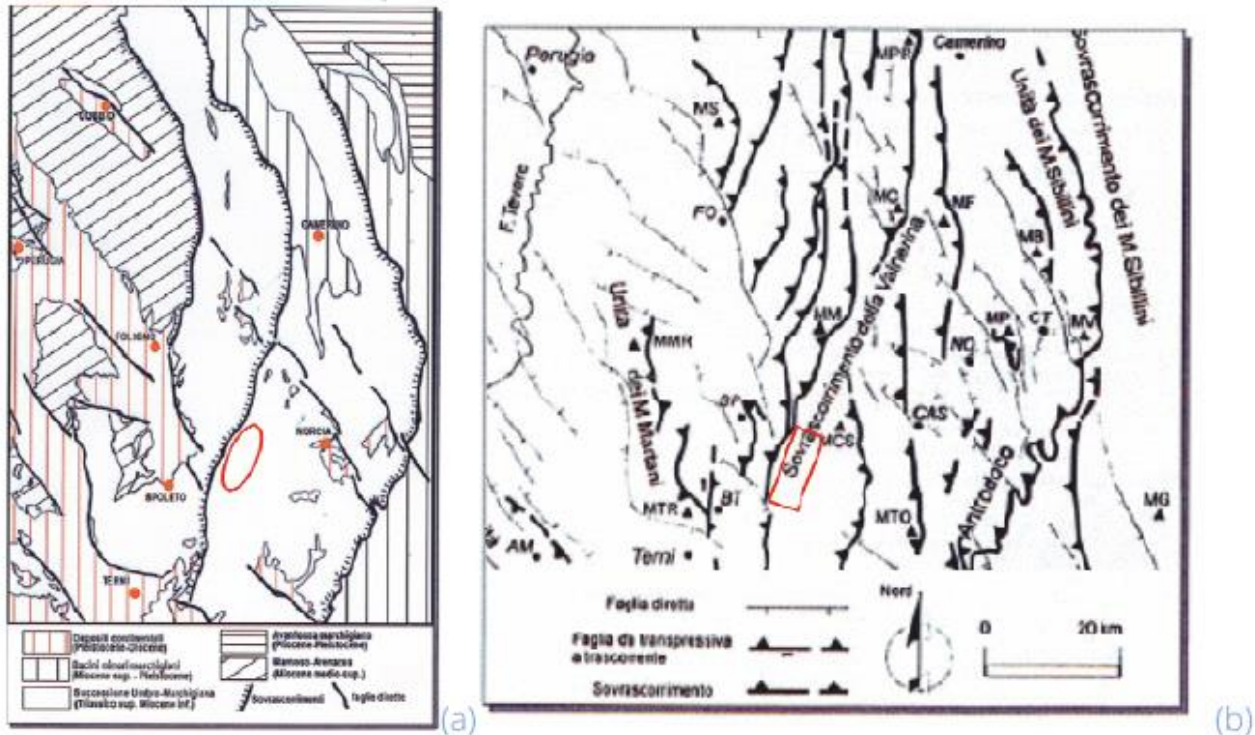


Figura 2-25 Schema strutturale regionale (a) e principali lineazioni tettoniche (b) con individuazione area di interesse (da Deiana – Piali, 1994)

L'area in esame ricade nell'Unità tettonica del M.te Coscerno (vedi Figura 2-26), caratterizzata dalla presenza di importanti elementi strutturali, e strutture plicative a scala regionale, anticlinali con direzione c.ca Nord-Sud, dislocate e traslate in più tratte, dalla presenza delle lineazioni trascorrenti, transtensive e con presenza di diffuse faglie dirette.

In particolare, la presenza della sinclinale della Valnerina, costituisce l'elemento dominante del modello deformativo in quest'area. È una struttura rovesciata e vergente verso est, con nucleo in Scaglia Cinerea nel tratto a sud di S. Martino, e in Bisciaro nella porzione settentrionale. Presenta direzione assiale circa N15, variabile fino a NE-SW nella porzione fra S. Martino e Piedipaterno, ed è complicata da una serie di mesopieghe con lunghezza d'onda variabile. È limitata ad oriente dal fianco occidentale retrovergente dell'anticlinale del M.Coscerno, e ad occidente dal fronte dell'anticlinale di Vallegiana, nel tratto meridionale;

e dalla faglia della Valnerina che la pone a contatto della struttura anticlinale di M. Galenne, nel tratto settentrionale. Faglie dirette orientate NE-SW dislocano la sinclinale della Valnerina in tutta la porzione centro-settentrionale, dove sono presenti anche faglie trascorrenti di limitata estensione.

Tra le lineazioni principali, a carattere regionale e minori, presenti all'intorno dell'area di intervento, vanno ricordate:

- Faglia della Valnerina, che segue la media Valle del F.Nera e la Valle del F.Vigi (c.ca km.40), in direzione N20;
- Il sovrascorrimento della Valnerina, a basso angolo, presente in corrispondenza del fianco orientale dell'anticlinale.

Nell'area di interesse (zona di Castel S. Felice), è importante sottolineare, che da bibliografia, si riscontra la presenza di strutture plicative multimetriche (mesopieghe) e di faglie sinsedimentarie di età cretacicapaleogenica (Tavernelli, 1993), peraltro confermata dalle risultanze delle osservazioni condotte durante il rilievo geologico e strutturale.

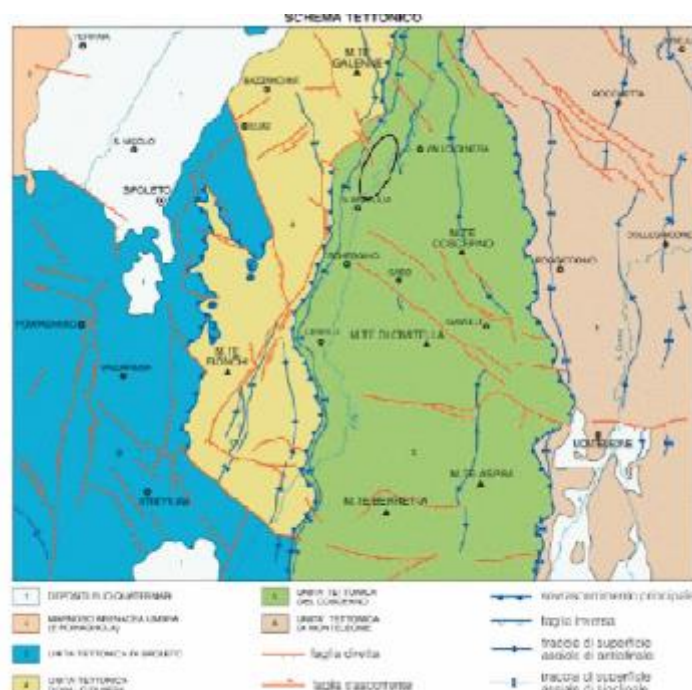


Figura 2-26 Schema Tettonico con individuazione area di interesse (CARG Fg.336 "Spoleto")

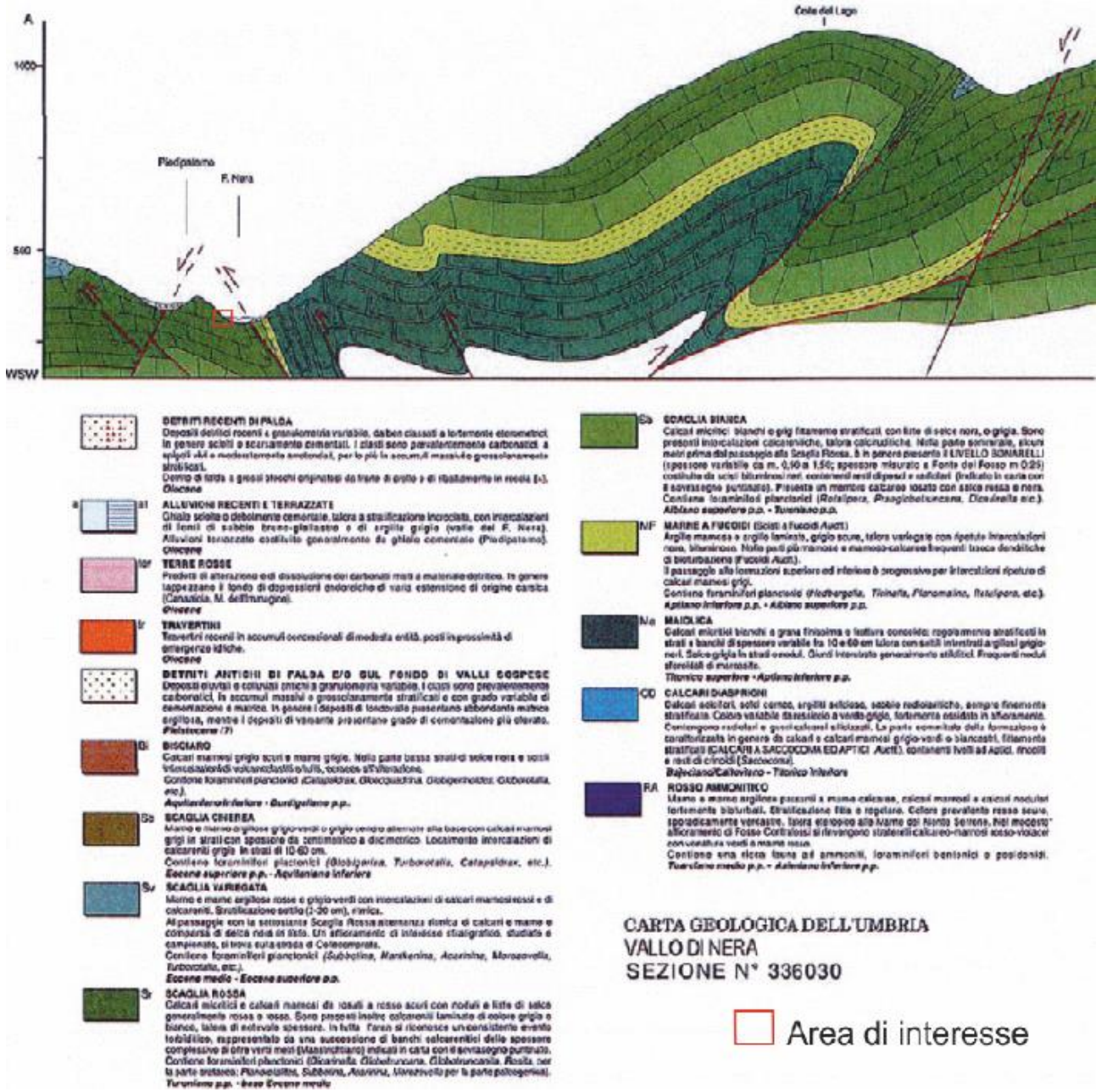


Figura 2-27 Sezione geologica con indicato l'ambito di interesse e schematizzato il modello deformativo (da Carta Geologica Regione Umbria Sez.336030 "Vallo di Nera")

L'area di interesse progettuale ricade prevalentemente nell'ambito della deposizione di età dal Cretacico all'Oligocene (Serie Umbro-Marchigiana), e dei depositi di copertura recenti (alluvioni del F. Nera, detriti di falda, conoidi alluvionali, e terreni antropici sottesi alle reti infrastrutturali presenti).

Di seguito viene riportato un inquadramento geologico dell'area in esame e la successione sedimentaria carbonatica della serie umbro-marchigiana di riferimento.

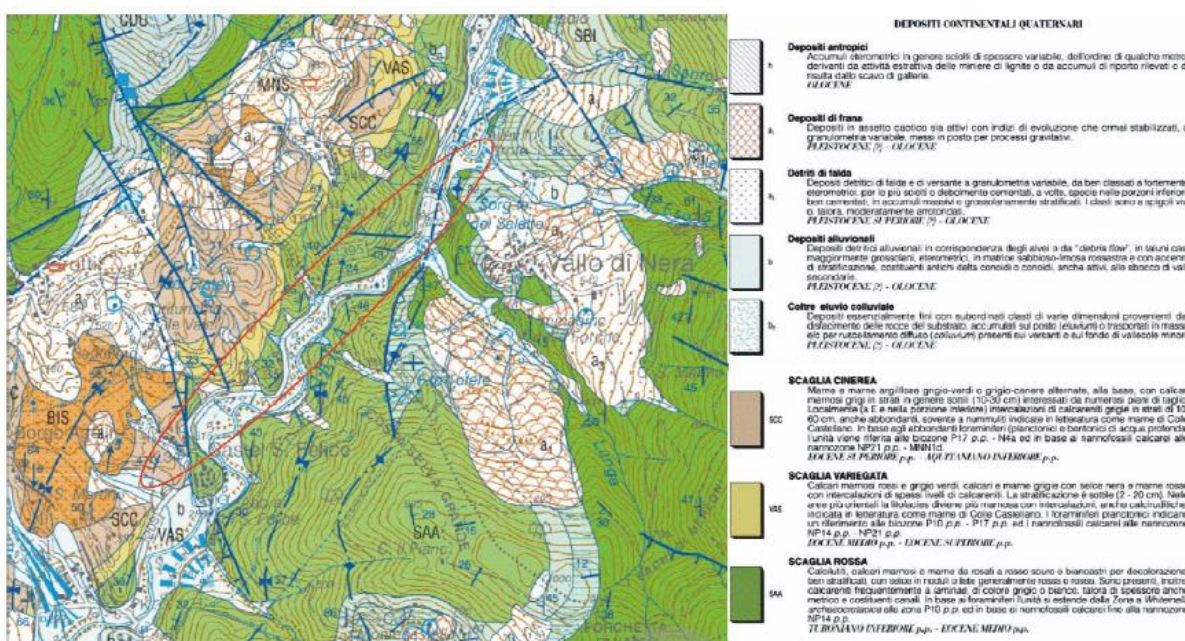


Figura 2-28 Inquadramento geologico area in esame (da Carta Geologica d'Italia sez. 336" Spoleto" Progetto CARG).

Correlazioni stratigrafiche delle successioni mesozoico - terziarie affioranti

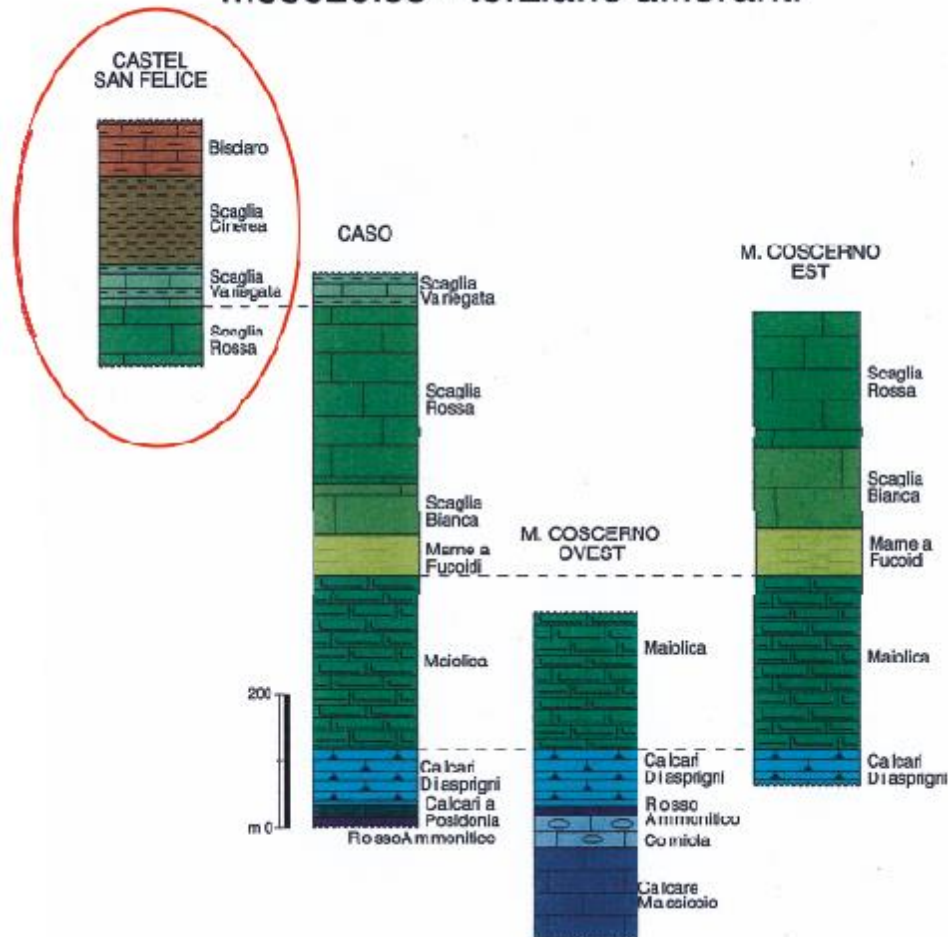


Figura 2-29 Successione stratigrafica area in esame (da Carta Geologica Regione Umbria sez 336070 "S. Anatolia di Narco").

3.1.18. Stratigrafia

Come già detto, l'area di studio ricade nella Carta Geologica d'Italia Sez.336 "Spoleto" Progetto CARG al 50.000 redatto da ISPRA, derivata dall'approfondimento della cartografia geologica della Regione Umbria, in scala 1:10.000 (Sez.336-030 Vallo di Nera, Sez.336-070 S.Anatolia Di Narco).

Il presente paragrafo fa riferimento a quanto dettagliato negli elaborati Carta Geologica e Profilo Geologico longitudinale, parte integrante del presente studio, sulla base dei dati bibliografici, cartografici e geognostici reperiti e di nuova realizzazione, unitamente alle risultanze del rilievo geologico di superficie.

Di seguito viene descritta la successione stratigrafica interagente con le opere in progetto, partendo dal termine più recente per arrivare al più antico.

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

COPERTURE ANTROPICHE. Depositi eterogenei derivanti da attività antropiche. (Olocene attuale)

DETRITI DI FALDA. Depositi essenzialmente gravitativi, a granulometria variabile, da ben classificati a fortemente eterometrici. Clasti a spigoli vivi o subangolosi, in accumuli massivi o grossolanamente stratificati (Olocene - attuale)

DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI ED ATTUALI. Depositi eterometrici ed eterogenei dai limi argillosi alle ghiaie sabbiose. Si rinvengono negli alvei e nelle piane alluvionali attuali o costituiscono terrazzi poco più elevati dell'alveo attuale. (Olocene recente - attuale)

FORMAZIONI LITOIDI DELLA SERIE UMBRO-MARCHIGIANA

FORMAZIONE DELLA SCAGLIA CINEREA. Marne calcaree sottilmente stratificate, grigio-cenere nella parte basale, verde marcio (quasi ocraceo all'alterazione) nella parte alta. Nella porzione inferiore possibili intervalli violacei. Passaggio graduale per alternanze in uno spazio di 7-8 m alla Scaglia Variegata. Spessore di circa 40 m (Eocene superiore p.p.-Aquitano inferiore p.p.)

FORMAZIONE DELLA SCAGLIA VARIEGATA. Calcari marnosi rosati o policromi in strati al massimo di 20 cm, a frattura scheggiata, alternati ad orizzonti di marne argillose e calcareniti. Passaggio alla sottostante Scaglia Rossa abbastanza graduale: con diminuzione progressiva della componente argillosa, aumento dello spessore medio degli strati e omogeneizzazione del colore sui toni del rosso. Spessore circa 40- 50 m. (Eocene medio p.p.- Eocene superiore p.p.)

FORMAZIONE DELLA SCAGLIA ROSSA. Calcari micritici rosati, più raramente biancastri, alternati a interstrati pelitici molto sottili. Liste e noduli di selce rosso-amaranto. Parte cretacea della formazione quasi esclusivamente calcarea e caratterizzata da strati più spessi (10-40 cm); parte paleogenica a strati più sottili e con intercalazioni marnoso-argillose relativamente più spesse, di un colore rosso-mattone più intenso di quello del calcare. Sono presenti, inoltre, calcareniti di colore grigio/bianco talora di spessore anche metrico. Spessore di circa 100 m. (Turoniano inferiore p.p.- Eocene medio p.p.)

3.1.19. Inquadramento geomorfologico

L'area in esame ricade nella porzione mediana della Valle del F.Nera, in sinistra idrografica, in prossimità dell'area di raccordo tra la piana alluvionale ed i massicci carbonatici che bordano ad Ovest la stretta valle

incisa, con orientamento c.ca NE-SO. Il tracciato in esame, si colloca nei territori comunali di Sant'Anatolia di Narco e Vallo di Nera, tra le progressive km. 49+300 e km. 51+500 della S.S. 685, dalla località Castel S. Felice (Sant'Anatolia di Narco) e il bivio per Vallo di Nera capoluogo, in località Borbone. L'assetto morfologico dell'area, fortemente dominato dalla presenza del F. Nera, nelle propaggini laterali che bordano la valle risulta modellato dall'intensa attività tettonica, che ha fortemente condizionato la geometria dei versanti montuosi e condizionato lo sviluppo dei processi di erosione, subordinati alla natura dei litotipi affioranti ed al differente grado di alterazione e fratturazione presente, unitamente alla presenza delle lineazioni tettoniche, che hanno condizionato anche la distribuzione dell'idrografia superficiale.

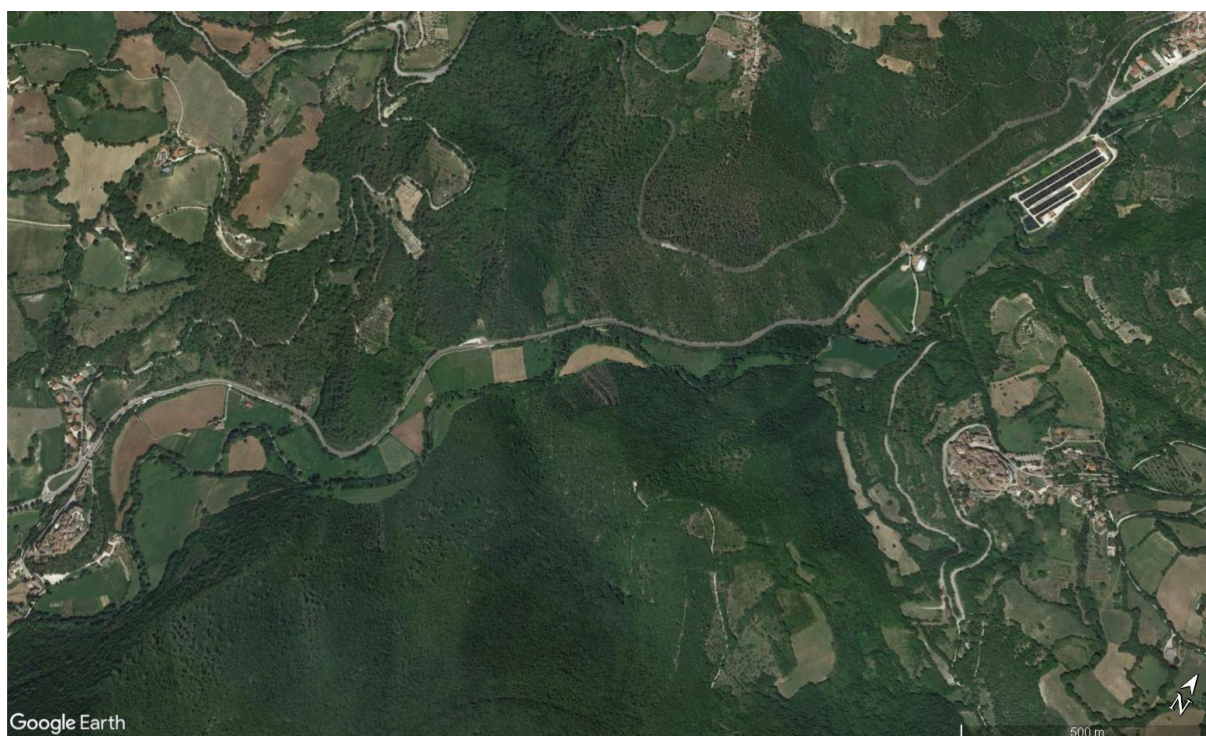


Figura 2-30 Inquadramento del contesto morfologico dell'area di tracciato (da Google Earth)

Il tracciato della statale corre a ridosso dei versanti nordoccidentali che bordano la piana alluvionale, mantenendosi tra la quota 305,0 m s.l.m. in prossimità di Castel S. Felice, fino alla quota di 313.0 m s.l.m. in corrispondenza del bivio per Vallo di Nera, in località Borbonea, affiancato in questo tratto dal tracciato della ex-ferrovia Spoleto Norcia, che corre praticamente parallela alla statale, per tratti alla stessa quota, per un lungo tratto a quote inferiori di pochi metri. L'attuale tracciato stradale e la ex ferrovia Spoleto-Norcia

rispetto alla piana alluvionale risultano posizionati a quote rialzate mediamente tra 5-10 m (in parte per l'originario assetto morfologico e localmente per le rimodellazioni morfologiche sottese alla realizzazione delle strutture viarie (scavi e riporti della strada e dell'ex tracciato ferroviario). I rilievi che delimitano l'attuale tracciato a monte e bordano la valle, con quote massime tra i 500-700 m s.l.m., presentano versanti con pendenze elevate, caratterizzati dalla presenza delle formazioni litoidi calcaree della serie Umbro-Marchigiana. Questi sono interrotti da piccoli impluvi con andamento pressoché ortogonale alla direttrice principale della valle del F. Nera, con andamento lineare, localmente condizionato dalla presenza delle lineazioni tettoniche, che dislocano le strutture carbonatiche. I fossi presentano nella loro porzione di raccordo alla piana alluvionale, sviluppati conoidi alluvionali, che in parte occupano anche l'area di piana. La piana alluvionale a valle dell'attuale tracciato stradale e dell'ex ferrovia, ad eccezione del tratto in prossimità di Castel S. Felice, dove si allarga, ha una larghezza media inferiore ai 500 m, con fondo piatto, con l'andamento meandriforme del F. Nera, che in alcuni tratti lambisce le strutture carbonatiche (tratte in erosione).

3.1.20. Sismicità

Le considerazioni di carattere geodinamico generale hanno consentito di definire il quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano, a grande scala, l'area studiata. Come avviene per l'intero territorio nazionale, esse sono contenute nel database DISS (Database of Individual Seismogenic Sources - Vers. 3.2.1) redatto dall'INGV e consultabile sul suo sito istituzionale (<https://diss.ingv.it>). In questo database, vengono distinte le sorgenti sismogenetiche "individuali" da quelle "composite" (Individual and Composite sismogenetic sources) e gli ambiti di subduzione (Subdunction sources). In particolare, una sorgente sismogenetica "composita" è una struttura, desunta sulla base di considerazioni di carattere regionale e dati geologici di sottosuolo, che abbraccia un numero imprecisato di sorgenti individuali. L'intero lavoro di definizione di questo database è finalizzato all'analisi di pericolosità sismica con approccio probabilistico.

L'area in esame è interessata direttamente dalla presenza della sorgente composita, denominata "Mugello-Città di Castello-Leonessa" (cod. ITCS037), come rappresentato nella Figura 2-31. I cataloghi storici e strumentali analizzati dal Gruppo di Lavoro ISPRA (Burrato P., Vannoli P., Fracassi U.) mostrano una serie di eventi con magnitudo massima pari a 6.9 associati a questa sorgente composita.

L’area rientra inoltre nella zona di subduzione “Northern Appennines Arc” (cod.ITSD002). I cataloghi storici e strumentali analizzati dal Gruppo di Lavoro ISPRA (Maesano F.E.) mostrano una serie di eventi con magnitudo massima pari a 8.1 associati a questo ambito.

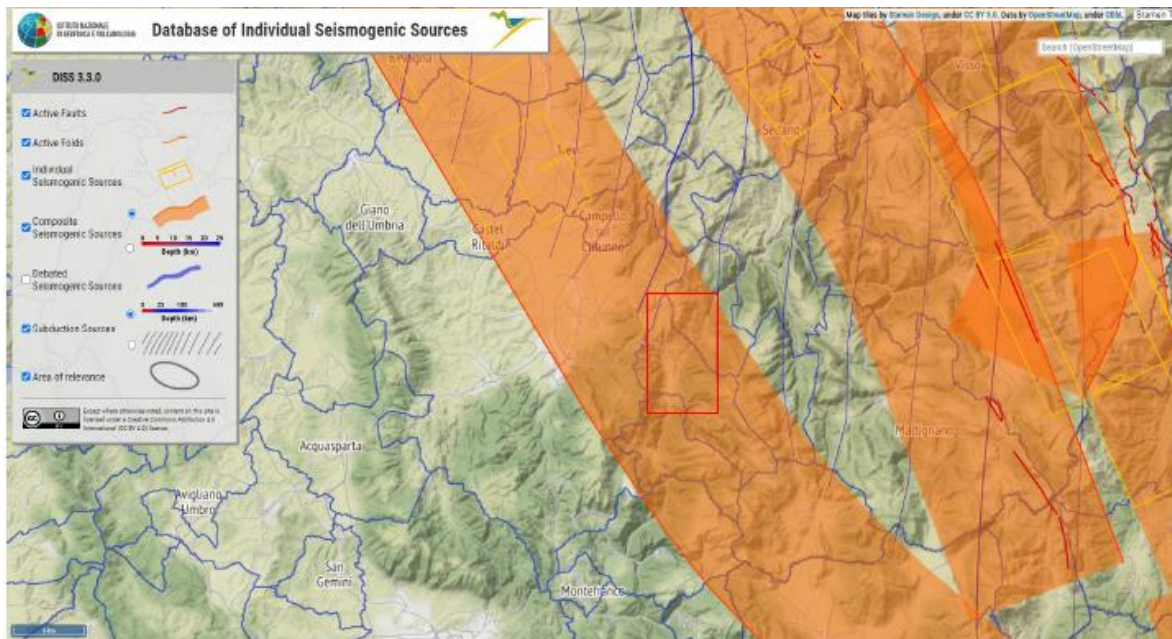


Figura 2-31 Quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano, a grande scala, l’area studiata (Database of Individual Seismogenic Sources - Vers. 3.2.1).

Il “Catalogo delle faglie capaci” (ITHACA), redatto dall’ISPRA – Dipartimento per il Servizio Geologico d’Italia, non riporta per l’area in esame la presenza di Faglie Capaci.

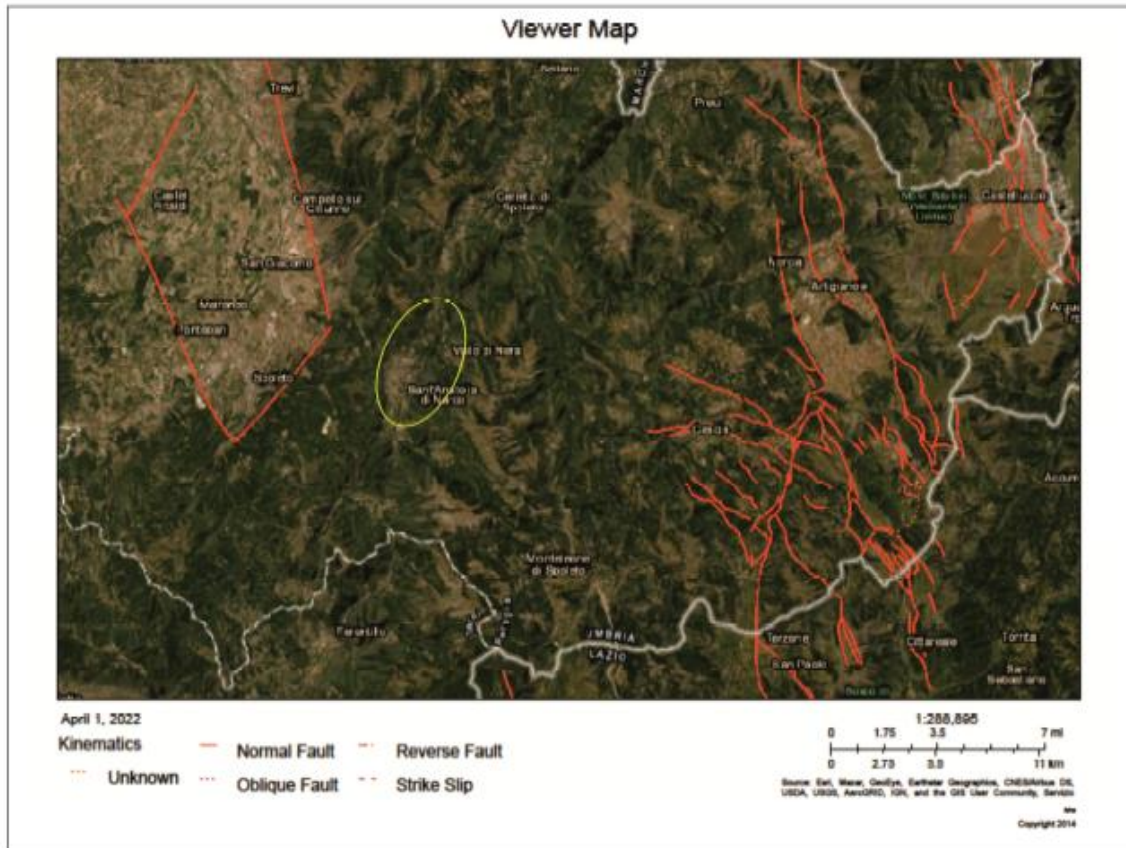


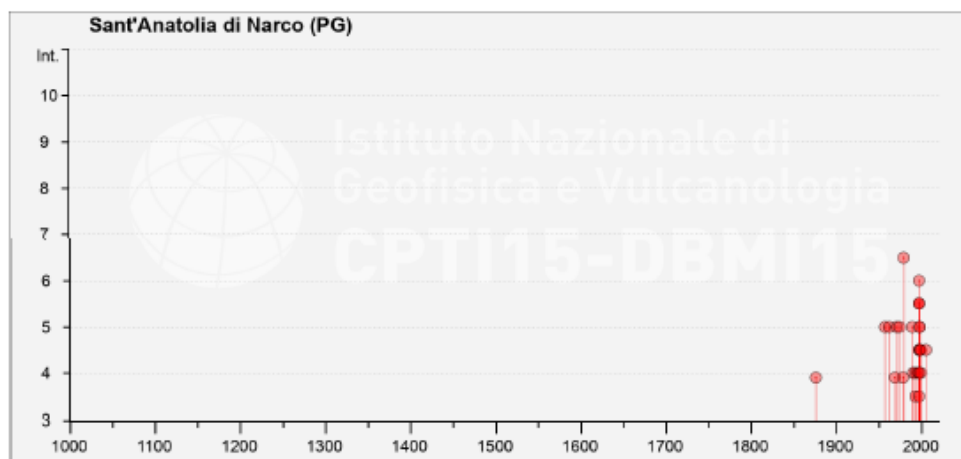
Figura 2-32 Stralcio, relativo all'area di progetto, del Catalogo delle Faglie Capaci (Progetto ITHACA) a cura del Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA.

La faglia capace piu vicina alle zone di interesse e la Faglia 62901 "Spoleto".



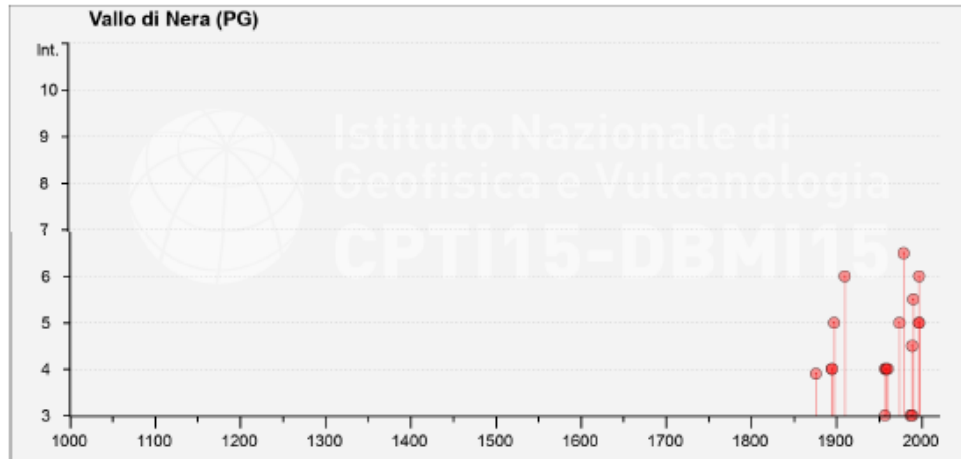
Figura 2-33 FAGLIA 62901 "SPOLETO"

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI15, v. 4.0) (disponibile sul sito dell'INGV all'indirizzo: https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/) che rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell'intero territorio nazionale, riporta, per i Comuni nel cui territorio ricadono i tracciati in esame (Sant'Anatolia di Narco, Vallo di Nera), le seguenti serie storiche di eventi sismici.



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
F	1876	05	22	00	30		Spoletto	14	5-6	4.57
5	1957	07	19	09	04	0	Valle Umbra	58	6-7	4.58
5	1962	08	30	12	10		Valnerina	35	7	5.02
F	1969	09	26	23	40	3	Teramano	97	5	4.39
5	1971	04	02	01	43	5	Valnerina	68	6	4.50
5	1974	12	02	01	55	1	Valnerina	27	7-8	4.58
F	1978	07	30	05	19	2	Ternano	25	7	4.32
6-7	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
NF	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1989	11	19	03	40	2	Valnerina	38	5	4.13
5	1989	12	22	06	48	1	Valle Umbra	114	5	4.44
4	1990	09	12	02	59	4	Valle Umbra	62	5-6	4.12
3-4	1993	06	04	21	36	5	Valle del Topino	90	5-6	4.39
4	1993	06	05	19	16	1	Valle del Topino	326	6	4.72
NF	1994	06	02	17	38	1	Aquilano	106	5	4.21
4	1996	10	20	19	06	5	Appennino laziale-abruzzese	100	5	4.36
3-4	1997	09	07	23	28	0	Appennino umbro-marchigiano	57	5-6	4.19
NF	1997	09	09	16	54	4	Appennino umbro-marchigiano	39	5-6	3.78
NF	1997	09	10	06	46	5	Appennino umbro-marchigiano	47	5	3.85
5-6	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5-6	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4-5	1997	10	03	08	55	2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
5-6	1997	10	06	23	24	5	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
6	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
4-5	1997	10	23	08	58	4	Appennino umbro-marchigiano	56		3.86
4	1997	11	09	19	07	3	Valnerina	180		4.87
2	1998	02	16	13	45	1	Valnerina	33		3.75
4-5	1998	03	21	16	45	0	Appennino umbro-marchigiano	141		5.00
5	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
5	1998	04	05	15	52	2	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
2	1998	08	15	05	18	0	Reatino	233	5-6	4.42
4-5	1999	10	10	15	35	5	Alto Reatino	79	4-5	4.21
4	1999	11	29	03	20	3	Monti della Laga	62	5-6	4.15
NF	2000	09	02	05	17	0	Appennino umbro-marchigiano	115	5	4.40
NF	2000	12	16	07	31	0	Ternano	129	5-6	4.29
4-5	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14

Figura 2-34 Storia sismica del Comune di Sant'Anatolia di Narco (PG), ricavata dal DBMI15 versione 3.0 (disponibile su web all'indirizzo https://emidius.mi.inq.gov.it/CPTI15-DBMI15/query_place/).



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
F	1876	05	22	00	30		Spoletto	14	5-6	4.57
4	1895	05	20	15	32	5	Valle Umbra	27	5-6	4.49
4	1895	08	25	00	17	1	Sellano	13	5	4.25
5	1897	01	19	19	20		Poggiodomo	19	6	4.68
NF	1898	09	12	14	14	1	Valnerina	16	8	5.48
NF	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
NF	1910	03	06	22	22		Monti Reatini	15	4-5	3.93
6	1910	06	29	13	52		Valnerina	58	7	4.93
3	1957	03	12	16	20		Valnerina	62	5	4.16
4	1957	07	19	09	04	0	Valle Umbra	58	6-7	4.58
4	1958	05	08	00	13	2	Valnerina	17	5	4.25
4	1960	03	16	01	52	4	Monti della Laga	81	5	4.44
2	1960	04	23	11	44		Monti Martani	21	6	4.66
5	1974	12	02	01	55	1	Valnerina	27	7-8	4.58
6-7	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
3	1987	07	03	10	21	5	Costa Marchigiana	359	7	5.06
3	1989	11	19	03	40	2	Valnerina	38	5	4.13
4-5	1989	12	22	06	48	1	Valle Umbra	114	5	4.44
5-6	1990	09	12	02	59	4	Valle Umbra	62	5-6	4.12
NF	1994	06	02	17	38	1	Aquilano	106	5	4.21
5	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
6	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62

Figura 2-35 Storia sismica del Comune di Vallo di Nera (PG), ricavata dal DBMI15 versione 3.0 (disponibile su web all'indirizzo https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/).

Esaminando gli aspetti relativi alla pericolosità sismica, essa può definirsi come "grado di probabilità che si verifichi, in una determinata area ed in un determinato periodo di tempo, un evento sismico dannoso con l'insieme degli effetti geologici e geofisici ad esso connessi, senza alcun riguardo per le attività umane".

L'analisi del livello di pericolosità distingue quindi due fasi: la definizione della pericolosità sismica di base, in condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), in assenza di discontinuità stratigrafiche e/o morfologiche; l'analisi della pericolosità locale, ossia della modificazione locale dello scuotimento sismico prodotta dalle reali caratteristiche del terreno, dalla successione litostratigrafica locale, dalle condizioni morfologiche, unitamente alla possibilità di sviluppo di effetti cosismici: fagliazione superficiale, densificazione, liquefazione, cedimenti differenziali, instabilità dei pendii e frane indotte dal sisma, movimenti gravitativi profondi, tsunami, ecc. Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale. Con l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 marzo 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", che rispondeva alla necessità di aggiornare gli strumenti normativi per la riduzione del rischio sismico, si stabiliscono i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall'OPCM 3519/06. L'intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06 (vedi tabella allegata). Tale classificazione è basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro a_g secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente"). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'Ordinanza DPCM del 28 aprile 2006, n. 3519. L'Allegato 1b di tale ordinanza presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

	Zona Sismica	Accelerazione
1	La zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto e alta	$ag > 0.25$
2	In questa zona forti terremoti sono possibili	$0.15 < ag \leq 0.25$
3	In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2	$0.05 < ag \leq 0.15$
4	La zona meno pericolosa. La probabilità che capiti un terremoto e molto bassa	$ag \leq 0.05$

Tabella 2-26 Suddivisione delle zone sismiche in relazione alla accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06). Gli intervalli di accelerazione (ag) si riferiscono alla probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

I territori comunali interessati dai tracciati in esame (Sant'Anatolia di Narco e Vallo di Nera), ricadono entrambi in zona sismica 1 (alta sismicità), secondo la zonazione espressa dalla normativa regionale vigente per la Regione Umbria (Delibera Giunta Regionale del n. 111/2012).

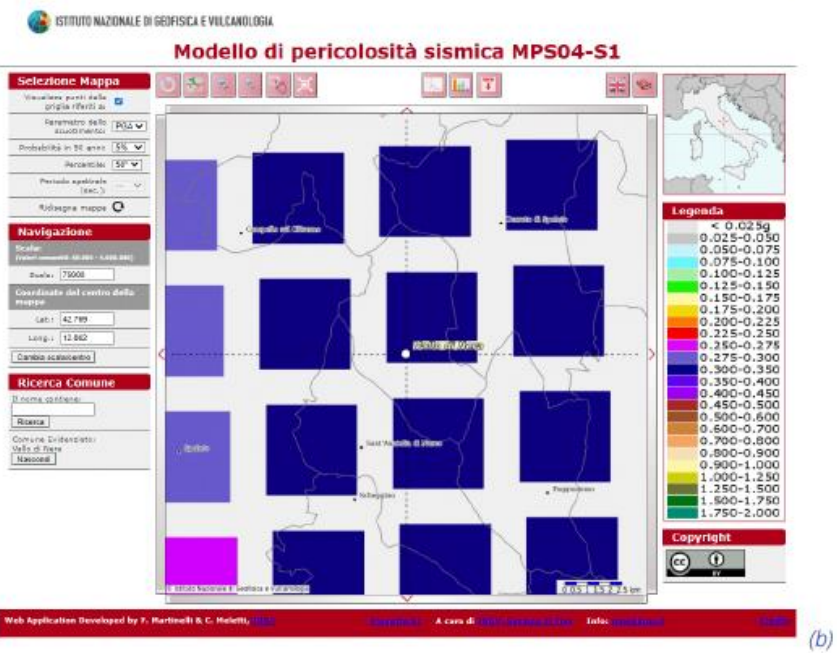
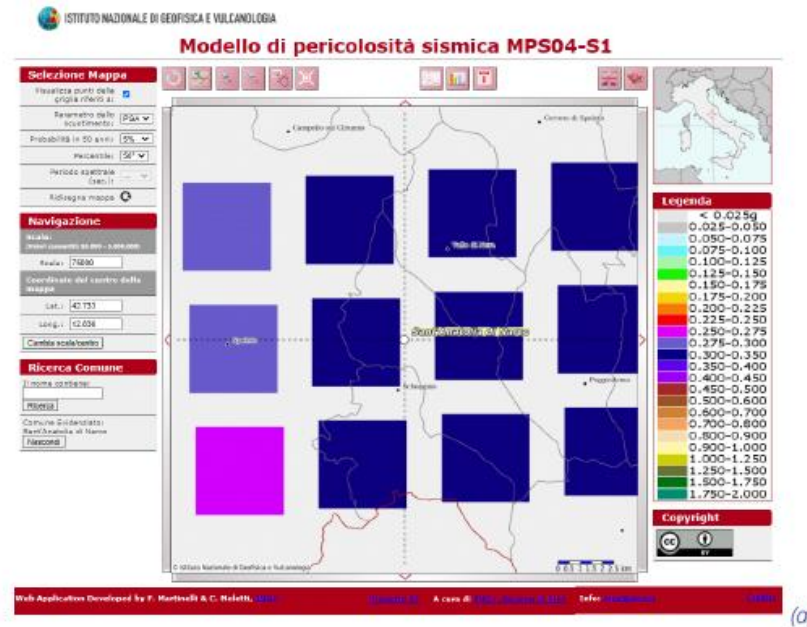


Figura 2-36 Stralci riferiti all'area oggetto di studio, Comuni di Sant'Anatolia di Narco(a) e Vallo di Nera(b) (dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) della Mappa di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale (DPCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b), espressa in termini di accelerazione massima (ag) del suolo con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($Vs30 > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

3.1.21. Pericolosità geomorfologica

Per valutare la pericolosità geomorfologica dell'area d'interesse è stato consultato il PAI Bacino Tevere nell'ambito di competenza dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale pubblicato il 23 giugno 2022.

3.1.22. Pericolosità e rischio alluvioni

Il PGRA Il ciclo dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale è stato adottato in data 20 Dicembre 2021 con Delibera n.27/2021 ai sensi degli art. 65 e 66 del D.Lgs 152/2006.

La piana alluvionale del F.Nera dalla consultazione delle cartografie risulta per la quasi totalità perimetrata a differenti livelli di Pericolosità e Rischio, come si evince dagli stralci cartografici allegati, mentre l'attuale tracciato non ricade nelle aree allagabili.

3.1.23. Inquadramento idrogeologico

L'area in esame appartiene al vasto dominio geologico-strutturale dell'Appennino umbro-marchigiano (Figura 2-37), compreso fra il dominio umbro interno ad ovest e l'avanfossa marchigiana dove affiorano prevalentemente le successioni emipelagiche e torbiditiche, caratterizzata dalla presenza dei termini ascrivibili alla successione carbonatica pelagica umbro-marchigiana e dalle coperture quaternarie di differente origine (depositi quaternari della piana del F.Nera e dei conoidi alluvionali, detriti di falda e depositi antropici). Tale dominio carbonatico appartiene al "Gruppo idrogeologico dei Monti dell'arco umbromarchigiano". In dettaglio il tracciato in variante interessa sia termini delle coperture, che le formazioni carbonatiche della serie Umbro-Marchigiana (Scaglia Rossa s.l. e Scaglia Variegata s.l.), queste ultime sia nel tratto in sotterraneo (galleria), che in altre prima e dopo la galleria.

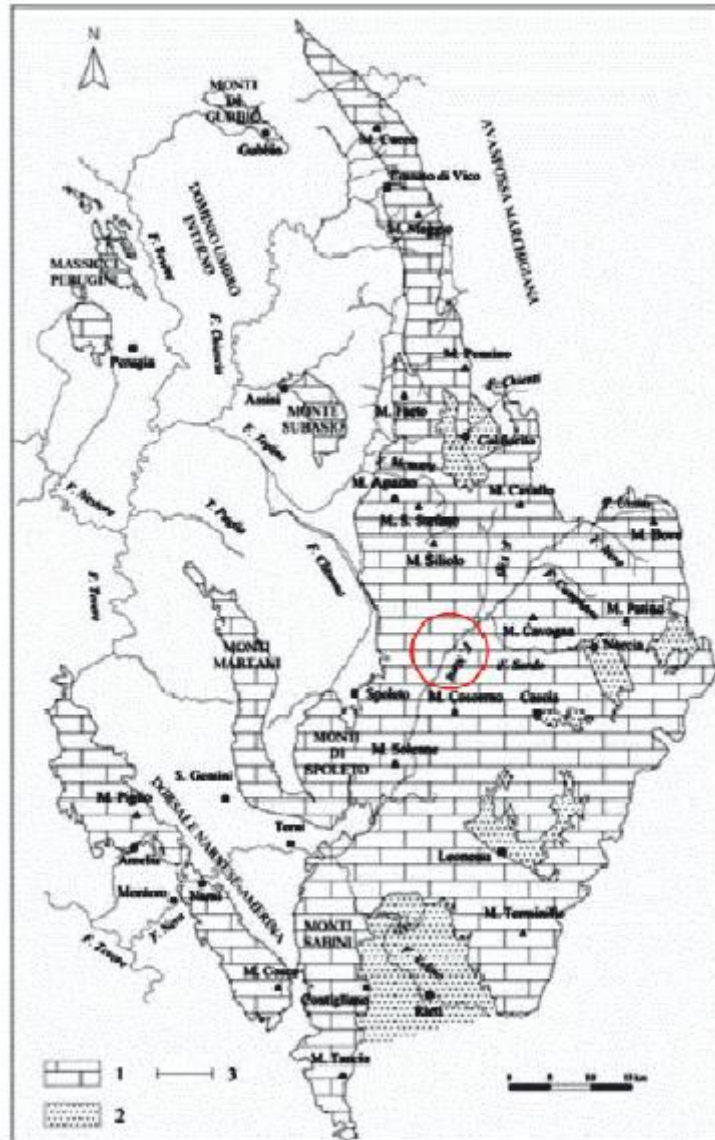


Figura 2-37 Individuazione area di interesse nel dominio geologico-strutturale dell'Appennino Umbro-Marchigiano (da Mastrolillo et Alii,2009).

Il particolare assetto geologico-strutturale e geomorfologico del dominio umbro-marchigiano ha favorito l'impostazione di un reticolo di drenaggio attivo trasversale all'asse delle strutture e profondamente inciso, tanto da raggiungere la quota di saturazione degli acquiferi contenuti nelle dorsali. In queste condizioni, alcuni tratti di alveo costituiscono il punto di recapito della locale circolazione idrica sotterranea, assumendo le caratteristiche di una sorgente. Questo tipo di sorgente viene definita "lineare" per distinguerla dai

tradizionali punti di emergenza delle acque sotterranee, definiti come sorgenti "puntuali". I rapporti stratigrafici e le caratteristiche strutturali del dominio umbro-marchigiano hanno dato origine ad un assetto idrogeologico regionale caratterizzato dall'esistenza di acquiferi separati, variamente articolati e con possibili reciproche interconnessioni idrauliche locali: a scala regionale, quindi, è stata riconosciuta una circolazione idrica più profonda, all'interno dei complessi idrogeologici costituiti dalle formazioni del Calcarea Massiccio, della Corniola e della Maiolica ed una circolazione idrica generalmente meno profonda, all'interno del complesso della Scaglia calcarea (Scaglia Bianca e Scaglia Rossa).

SCHEMA DEI RAPPORTI TRA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA, COMPLESSI IDROGEOLOGICI E ACQUIFERI

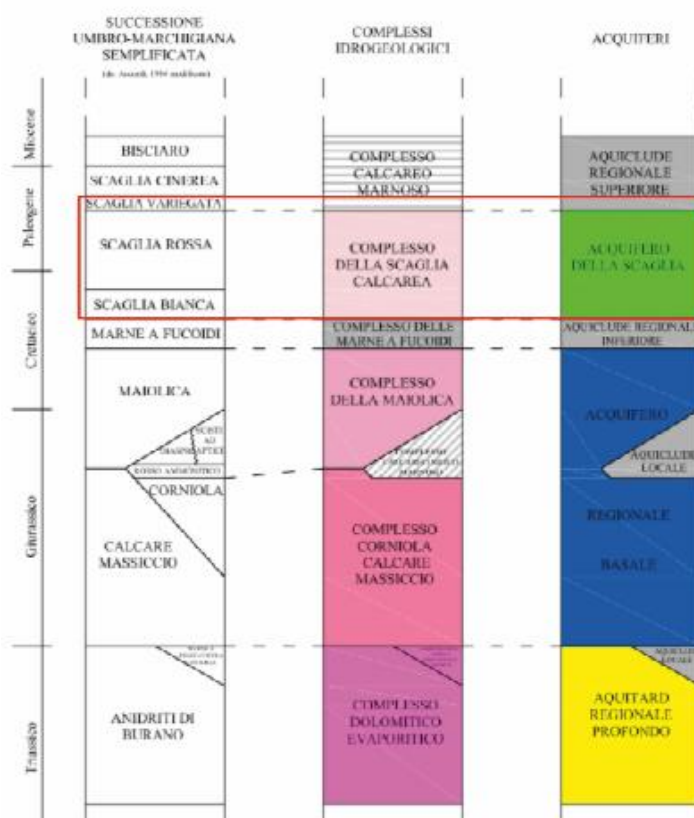


Figura 2-38 Schema dei rapporti fra successione stratigrafica umbro-marchigiana, complessi idrogeologici e acquiferi (da Mastrolillo et Alii, 2009)

In Valnerina, come in tutto il territorio umbro, e generalmente riscontrabile una netta distinzione fra i nuclei calcarei delle anticlinali bordate dai depositi poco permeabili delle Marne a Fuccidi e contenenti acquiferi

basali più o meno estesi, e la fascia periferica della Scaglia calcarea, sede della circolazione idrica meno profonda idraulicamente limitata dalla formazione della Scaglia Cinerea. Nell'area di nostro interesse la circolazione idrica presente e riconducibile al modello prima descritto con particolare riguardo alla circolazione idrica meno profonda, all'interno del complesso della Scaglia calcarea (ricompresa la Scaglia Variegata molto calcarea nell'ambito in esame); e lo stesso F. Nera risulta alimentato da questa circolazione sotterranea (Figura 2-39).

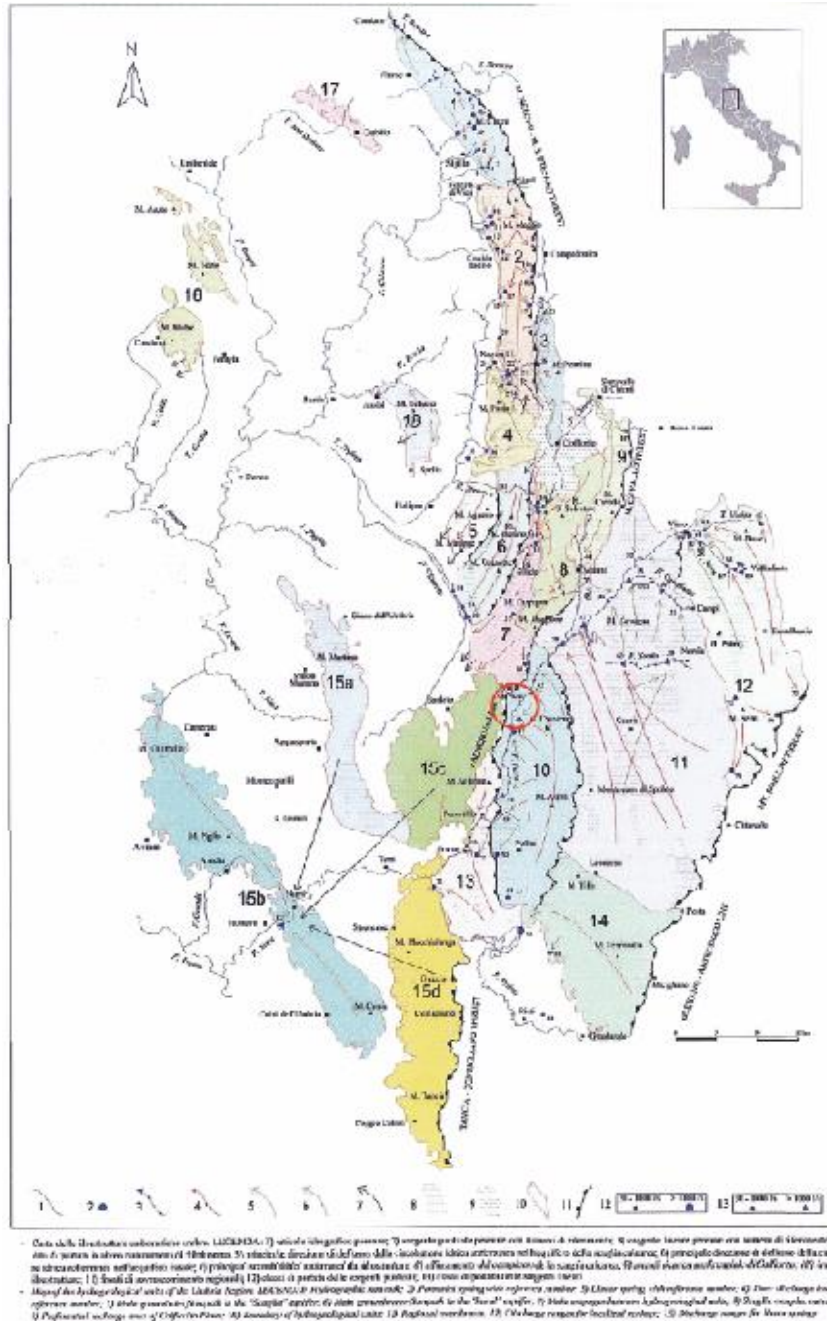


Figura 2-39 Carta delle idrostrutture carbonatiche umbre (da Mastrolillo et Alii,2009).

Da quanto emerso dalla ricostruzione dell'andamento della piezometrica lungo il tracciato, le quote relative della falda presente oscilla tra i 7.5 e 14.5 m da p.c..

3.1.24. Stato qualitativo delle acque superficiali

Alla fine del 2020 si è concluso il secondo ciclo sessennale (2015-2020) di monitoraggio delle acque superficiali ai sensi della Direttiva Acque.

Ad oggi sono individuati nel territorio regionale Umbro 144 corpi idrici fluviali. La rete regionale dei corpi idrici fluviali si compone complessivamente di 70 stazioni, delle quali:

- **50 appartenenti alla rete operativa** (corpi idrici a rischio), tra cui 8 localizzate alla chiusura delle principali unità territoriali di riferimento;
- **20 appartenenti alla rete di sorveglianza** (corpi idrici non a rischio), di cui 4 individuate come potenziali siti di riferimento.

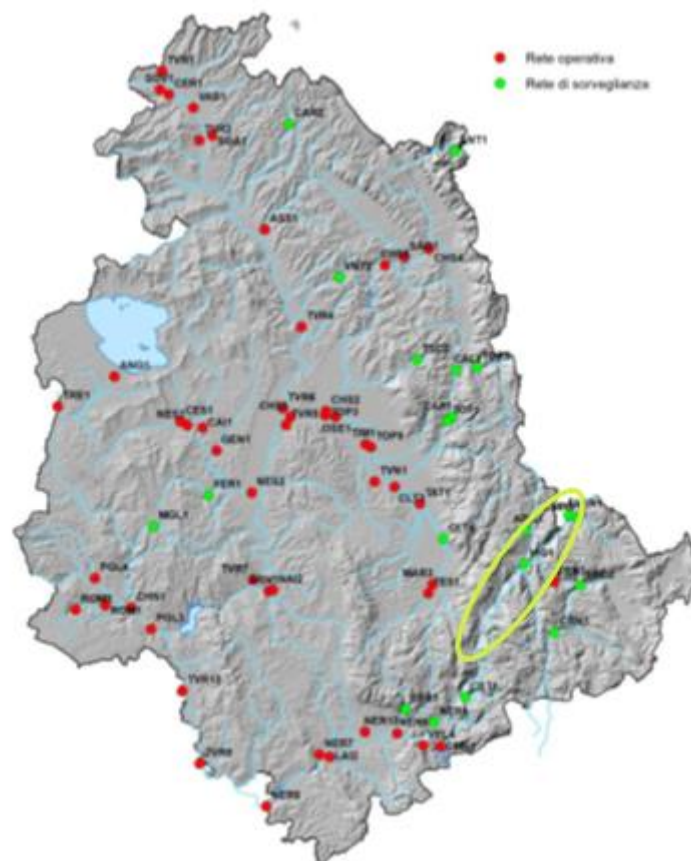


Figura 2-40 Rete regionale di monitoraggio dei corpi idrici fluviali della Regione Umbria – ciclo 2015-2020, il corso idrico di nostro interesse è cerchiato in lime.

I criteri per la definizione del programma di monitoraggio degli elementi di qualità biologica e chimica sono:

- Il ciclo di monitoraggio degli elementi di qualità biologica (macroinvertebrati, diatomee, macrofite e fauna ittica) è triennale per la rete operativa e per i potenziali siti di riferimento e sessennale per gli altri siti della rete di sorveglianza. Le frequenze annue di campionamento previste per ogni bioindicatore sono conformi a quanto riportato nel DM 56/2009 (par. A.3.5, tab. 3.6).
- Per gli elementi fisico-chimici di base (condizioni termiche e di ossigenazione, tenore dei nutrienti e acidificazione) il ciclo di monitoraggio è annuale nei corpi idrici appartenenti alla rete operativa, triennale nei siti di riferimento e sessennale negli altri corpi idrici in sorveglianza. In tutti i casi la rilevazione viene effettuata con frequenza trimestrale. Per le 8 stazioni di chiusura delle principali unità territoriali di riferimento viene mantenuto inoltre il monitoraggio mensile dei parametri macrodescrittori integrato con la determinazione del parametro microbiologico E.coli.
- L'analisi dei microinquinanti nella matrice acquosa viene effettuata mensilmente sia per le sostanze dell'elenco di priorità che per le sostanze non prioritarie in tutti i corpi idrici a rischio di immissione, con cicli di monitoraggio sessennali per la rete di sorveglianza e annuali per la rete operativa.

Il tratto del Fiume Nera che interessa il presente studio appartiene alla rete di sorveglianza, quindi, rientra tra i corsi idrici non a rischio.

Le stazioni che lo monitorano e lo stato Ecologico e Chimico sono riportati in Tabella 2-27.

Stazione	Corpo idrico	Stato Ecologico	Stato Chimico	Anno Campionamento
NER1	F. Nera dalle origini a F. Corno	BUONO	BUONO	2020
NER4	F. Nera da F. Corno a F. Velino	BUONO	BUONO	2020

Tabella 2-27 Stato qualitativo Fiume Nera (Arpa Umbria).

3.1.25. Stato qualitativo delle acque sotterranee

Nel territorio regionale sono stati identificati cinque complessi idrogeologici, all'interno dei quali, all'avvio del processo di attuazione del DLgs 30/09, sono stati individuati 43 corpi idrici sotterranei (CIS), di cui 7 rappresentativi delle Alluvioni Vallive (AV), 15 dei Calcari (CA), 9 delle alluvioni delle Depressioni Quaternarie (DQ), 11 degli Acquiferi Locali (LOC) e 1 delle Vulcaniti (VU).

In base ai risultati dell'analisi delle pressioni e degli impatti condotta ai sensi del DLgs 152/06 e ai risultati dei monitoraggi pregressi, 27 corpi idrici sono stati classificati a rischio di mancato raggiungimento degli obiettivi di qualità, mentre i restanti 14, in gran parte rappresentativi del complesso dei calcari, sono stati individuati non a rischio.

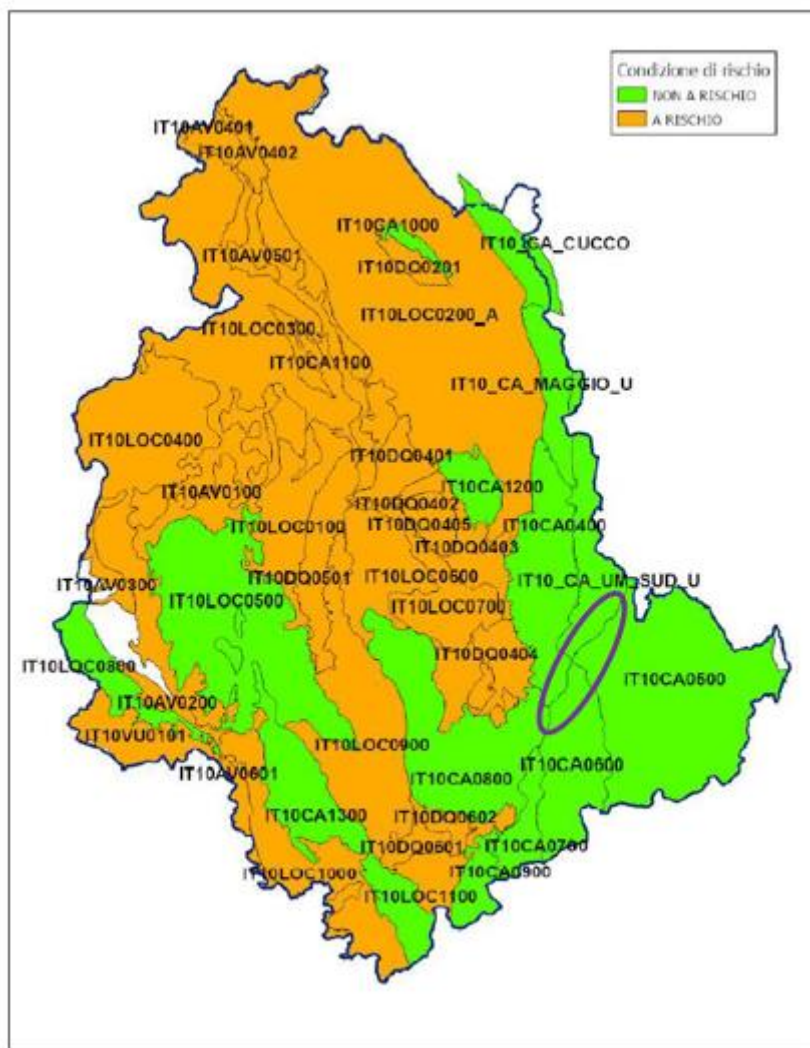


Figura 2-41 Condizione di rischio dei corpi idrici sotterranei, cerchiato in viola l'area di studio (Arpa Umbria).

Come si evince dall'immagine il corpo idrico oggetto di studio risulta essere non a rischio.

Lo stato chimico invece risulta essere BUONO come viene riportato in Figura 18.

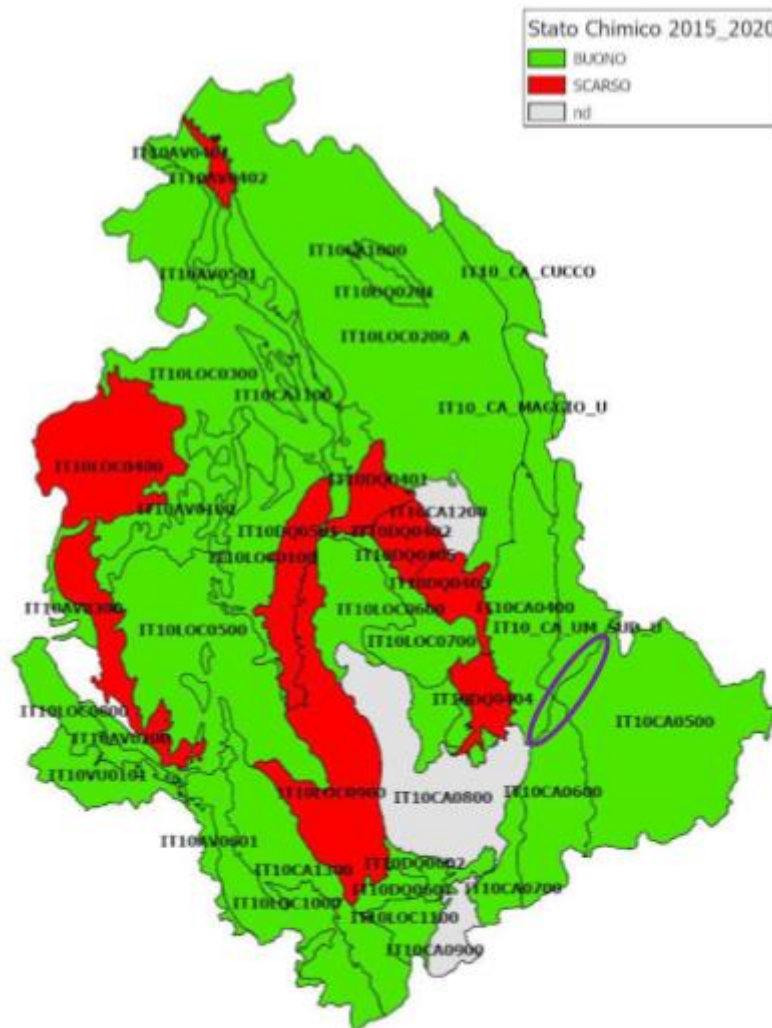


Figura 2-42 Stato chimico dei corpi idrici sotterranei monitorati relativo al sessennio 2015-2020. Cerchiato in viola l'area di studio (Arpa Umbria).

3.1.26. Vulnerabilità dell'acquifero

Dall'analisi della carta idrogeologica della Regione Umbria si evince che l'area interessata dal progetto è caratterizzata dai complessi:

- Calcari marnosi e marne (Paleocene – Miocene)
- Calcari e calcari marnosi (Cretacico – Eocene)

Le tipologie di complessi idrogeologiche sono permeabili per fratturazione, il complesso di Calcari e calcari marnosi assorbe in media da 400 a 600 mm/anno per precipitazioni variabili da 800 a 1300 mm.

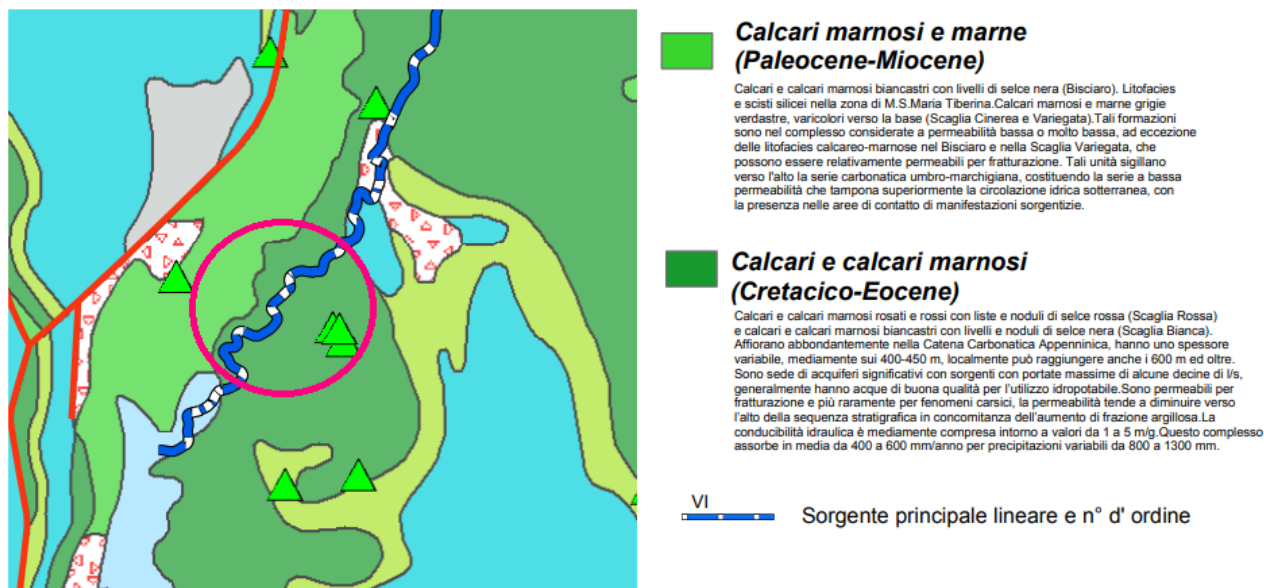


Figura 2-43 Carta idrogeologica della Regione Umbria scala 1:100.000.

3.1.27. Cave e discariche

La ricerca effettuata sul territorio d'interesse ha portato ad individuare i siti estrattivi esistenti, idonei ad essere utilizzati per la costruzione dell'opera, unitamente a quelle aree le quali, per destinazione autorizzativa, vocazione morfologica, posizione logistica o caratteristiche ambientali, meglio si prestano ad essere utilizzate per il conferimento delle terre di scarto o come sottoprodotto o come rifiuto con adeguato codice CER. La ricerca dei siti di cava attivi è partita dall'analisi dai dati a disposizione all'interno del Sito online della Regione Umbria ed in particolare all'interno delle pagine dedicate alle Cave e Miniere.

Di seguito è osservabile la lista delle cave attive al febbraio 2022, scaricato dalle suddette pagine.

N.	Id PRAE	Titolare	Località	Comune	Prov.	Materiali
1	02 518	C.U.S.I. S.r.l.	Roma Vecchia	Basilia Umbra	PG	Ghiaie e sabbie
2	04 301	FBM Fornaci Brizarelli Marsciano S.p.a.	Arguata	Bevagna	PG	Argille
3	07 497	Umbria Filler S.r.l.	Castel S. Maria	Cascia	PG	Calcani
4	07 145	Giovannoli Alberto	Rotondo - Chiavano - Villa S. Silvestro	Cascia	PG	Calcani
5	07 535	S.E.A. S.n.c.	Castel S. Giovanni - Valle Orsara	Cascia	PG	Calcani
6	11 303	Ceramica San Sepolcro S.r.l.	Fighille	Citerna	PG	Argille
7	12 307	SOFER S.r.l.	Poggiovale	Città della Pieve	PG	Ghiaie e sabbie
8	13 490	Piselli Cave S.r.l.	Sani Secondo	Città di Castello	PG	Ghiaie e sabbie
9	15 152	Impresa Edile Gradassi Mario	La Fonte (Fr. Migiana)	Corciano	PG	Calcani
10	15 176	Marnelli A. Calce Inerti S.r.l.	Mantignana	Corciano	PG	Calcani
11	18 148	Edilcalce Viola Oindo e figli S.p.a.	Fosso Rio	Foligno	PG	Calcani
12	18 486	S.E.Mo.Ter. S.n.c. F.lli Mattioli	Moano	Foligno	PG	Ghiaie e sabbie
13	18 482	Consorzio Recupero S.r.l.	Moano	Foligno	PG	Ghiaie e sabbie
14	18 322	De Santis Quartile di De Santis Agostino	Cepodacqua - Collelungo	Foligno	PG	Calcani
15	20 512	FBM Fornaci Brizarelli Marsciano S.p.a.	Poggio Cammello	Fratta Todina	PG	Argille
16	21 190	Colle Lucciolò S.r.l.	Colle Lucciolò e Fosso Aisa	Giano dell'Umbria	PG	Calcani
17	21 522	B.I.E.S. S.r.l.	Corone	Giano dell'Umbria	PG	Calcani
18	22 187	G.M.P. S.p.a.	Monte Polato	Guido Cattaneo	PG	Calcani
19	22 521	Consorzio Pietra Rosa San Terenziano S.c.a.r.l.	Monticello	Guido Cattaneo	PG	Calcani
20	23 40	Cava Fabiano e Gualdo S.r.l.	Colle dei Mori - Pian delle Quaglie (Vaccara)	Guido Tadino	PG	Calcani
21	26 221	Consorzio YPM	Montebuono Voc. Costa di Casa	Magione	PG	Calcarenti
22	26 153	Impresa Edile Gradassi Mario	Montemelino	Magione	PG	Calcarenti
23	27 539	G.M.P. S.p.a.	Voc. Casa Nova	Marsciano	PG	Ghiaie e sabbie
24	27 532	Tecnostrade S.r.l.	Schiavo	Marsciano	PG	Ghiaie e sabbie
25	27 531	G.M.P. S.p.a.	Voc. Ripe	Marsciano	PG	Ghiaie e sabbie
26	27 346	FBM Fornaci Brizarelli Marsciano S.p.a.	Fornaci	Marsciano	PG	Argille
27	34 355	MO.TE.MI. S.r.l.	Loc. Vallupala - Roncora	Nocera Umbra	PG	Calcani
28	34 357	Omya S.p.a.	Monte Acciano	Nocera Umbra	PG	Calcani
29	34 441	Omya S.p.a.	Monte Pannino	Nocera Umbra	PG	Calcani
30	34 217	Umbria Filler S.r.l.	Camponia	Nocera Umbra	PG	Calcani
31	39 177	Marinelli A. Calce Inerti S.r.l.	Colle Umberto I (Monticchio-Monte Petroso)	Perugia	PG	Calcani
32	39 536	Protercave S.p.a. Curatela Fallimentare	S. Orfeto Voc. Palazzaccia	Perugia	PG	Ghiaie e sabbie
33	39 26	Piselli Cave S.r.l.	San Marco	Perugia	PG	Calcani
34	40 34	Piselli Cave S.r.l.	Ceseli di Accovite	Pisgardo	PG	Calcarenti
35	42 163	Edilmonte Yannicelli S.r.l.	Forchetta di Usigni Voc. Col Martina e Macea	Poggiodomo	PG	Calcani
36	48 50	Guabbiotti Cave S.r.l.	Le Pura	Sellano	PG	Calcani
37	48 189	Centauro S.r.l.	Monte Cervara	Sellano	PG	Calcani
38	51 368	Spoletto Cementi S.r.l.	S. Chicco	Spoletto	PG	Calcani
39	51 164	Eredi Marcucci Alfio S.n.c.	Poreta M.	Spoletto	PG	Ghiaie e sabbie
40	51 87	Barbetti Materiali S.p.A.	Vallocchia	Spoletto	PG	Calcani
41	51 360	Spoletto Cementi S.r.l.	S. Martino in Trignano	Spoletto	PG	Argille
42	52 105	Toppetti 2 S.p.A.	Pontanata	Todi	PG	Argille
43	52 372	Burlarelli S.r.l.	Izzalini - Torre Baldo	Todi	PG	Calcani
44	52 15	Tudorpietra di Faticoni Enzo & C. S.n.c.	Izzalini	Todi	PG	Calcani
45	54 167	Luigi Metolli S.p.a.	Manciano	Trevi	PG	Calcani
46	55 376	Borgia Giulio & Mauro S.n.c.	S. Agata	Tuoro sul Trasimeno	PG	Arenarie
47	55 33	Le Cave S.r.l.	S. Agata	Tuoro sul Trasimeno	PG	Arenarie
48	56 06	Piselli Cave S.r.l.	Golora	Umbertide	PG	Calcani
49	56 377	SEAS S.r.l.	Scannata	Umbertide	PG	Calcani
50	52 385	FBM Fornaci Brizarelli Marsciano S.p.a.	Dunarobba	Avigliano Umbro	TR	Argille
51	60 108	Basalti Orvieto S.r.l.	Il Comale	Castel Viscardo	TR	Basalti
52	69 507	Bernasconi Luigi	Voc. Fornaci	Castel Viscardo	TR	Argille
53	69 537	Consorzio Estrazione Argilla di Castel Viscardo	Le Sode	Castel Viscardo	TR	Argille
54	69 538	Consorzio Argilla B.F.B.	Le Fornaci	Castel Viscardo	TR	Argille
55	69 540	Sugaroni Vincenzo S.r.l.	Baccano	Castel Viscardo	TR	Argille
56	73 505	Effe Service S.r.l.	I Renari	Giove	TR	Ghiaie e sabbie
57	76 397	FBM Fornaci Brizarelli Marsciano S.p.a.	Collesecco	Montecastelli	TR	Argille
58	76 49	D'Ubbaldi Renato	Paragnano	Montecastelli	TR	Calcani
59	77 169	Ranchichino Luciano	Cordigliano	Montecchio	TR	Travertino
60	81 479	C.S.C. S.r.l.	Pozzo Fredo	Narni	TR	Ghiaie e sabbie
61	81 91	Unicalce S.p.a.	San Pellegrino	Narni	TR	Calcani
62	81 18	Calcestruzzi Cipiccia S.p.a.	San Crispino	Narni	TR	Ghiaie e sabbie
63	81 82	Unicalce S.p.a.	Madonna Scoperta	Narni	TR	Calcani
64	81 186	Wienerberger S.p.A.	Colle Stoppione	Narni	TR	Argille
65	82 533	Gruppo Biagioli S.r.l.	Le Prese	Orvieto	TR	Ghiaie e sabbie
66	82 104	Basalto La Spicca S.p.A.	La Spicca	Orvieto	TR	Basalti
67	82 407	Gruppo Biagioli S.r.l.	Pian Nuovo	Orvieto	TR	Ghiaie e sabbie
68	87 410	Gruppo Biagioli S.r.l.	Castel Kubelo	Porano	TR	Pozzoiana
69	88 89	Excaveto S.r.l.	Molinello Voc. S. Angelo	San Gemini	TR	Ghiaie e sabbie

Per quanto attiene ai materiali che potrebbero essere necessari per soddisfare eventuali fabbisogni, attraverso un'analisi critica della suddetta lista e contatti diretti intercorsi con alcuni soggetti per verificare la reale disponibilità preliminare, sono stati individuati alcuni siti di particolare interesse. I siti estrattivi individuati presentano una capacità geometrica potenziale di circa a 650.000 m³.

Per quanto riguarda invece la ricerca di siti disponibili ad accogliere TRS in qualità di sottoprodotto, la stessa è stata effettuata contattando i già indicati soggetti titolari di attività estrattive e attraverso ricognizioni in zone al contorno dell'area progettuale.

Dal quadro conoscitivo emerge una capacità geometrica complessiva dei siti di deposito selezionati di acquisire TRS in qualità di sottoprodotto stimata dell'ordine di circa 550.000 m³ (di cui però, in alcuni casi, il vuoto minerario è, allo stato attuale, non presente e da creare in funzione delle attività di scavo che l' esercente potrà eseguire).

Nell'ambito di alcuni dei siti sopra individuati e in altri selezionati attraverso la consultazione del Catasto Gestione Rifiuti Regione Umbria presente all'interno del sito online dell'ARPA Umbria, è inoltre emersa la possibilità di gestire il recupero e/o lo smaltimento di terre e rocce classificate come rifiuti (CER 170504), per quantità autorizzate complessive superiori a 500.000 t/anno.

Sono stati individuati siti lungo la Valle Umbria (Cava di Moano e Cava di Poreta) e siti localizzati in corrispondenza delle strutture carbonatiche che dividono la Valnerina dalla Valle Umbra (per esempio la cava di La Pura in loc. Sellano).

Si riportano di seguito i dati essenziali relativi ai siti esaminati:

ID PRAE	51164
Denominazione sito	Cava di Poreta
Località e comune	Loc. Poreta - Comune di Sellano
Esercente	Eredi Marcucci Alfio S.n.c.
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.806682° Long. 12.77661°
Tipo di coltivazione	Cava a Fossa
Volume giacimento	126.230 m3
Volume residuo	124.000 m3
Risorsa mineraria	ghiaie naturali
Formazione geologica	Depositi di conoide alluvionale
Impiego commerciale	inerti nel settore edilizio, produzione di aggregati
Dati autorizzazione	Autorizzazione di cava del Comune di Spoleto con determinazione dirigenziale n. 1285 del 23/11/2018, variante autorizzata con determinazione dirigenziale n. 245 del 22/03/2021
Distanza dall'area d'intervento	16 Km

ID PRAE	4850
Denominazione sito	Cava di La Pura
Località e comune	Loc. La Pura - Comune di Spoleto
Esercente	Gubbiotti Cave s.r.l.
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.806682° Long. 12.77661°
Tipo di coltivazione	Cava di versante
Volume giacimento	847.000 m3
Volume residuo	420.000 m3
Risorsa mineraria	calcare

ID PRAE	4850
Formazione geologica	Formazione della Maiolica
Impiego commerciale	Sabbia, pietrisco, stabilizzato, Misto per calcestruzzo, Massi da scogliera, Pietra per gabbioni
Dati autorizzazione	Autorizzazione di cava del comune di Sellano n. 1 del 28/07/2017
Distanza dall'area d'intervento	28 Km

ID PRAE	18486
Denominazione sito	Cava di Moano
Località e comune	Loc. Moano - Comune di Foligno
Esercente	S.E.Mo.Ter. S.n.c. F.lli Mattioli
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.918197° Long. 12.735617°
Tipo di coltivazione	Cava a Fossa
Volume giacimento	345.000 m ³
Volume residuo	110.000 m ³
Risorsa mineraria	ghiaie naturali class. CNR UNI 10006 A 1-a / A2 – 4
Formazione geologica	Depositi di conoide alluvionale
Impiego commerciale	inerti nel settore edilizio, produzione di aggregati
Dati autorizzazione	Autorizzazione di cava del 15.04.2010 prot 19447 Comune di Foligno – (in proroga Covid art. 103 c. 2 D.L. 18/20 sino al mantenimento dello stato di emergenza), in attesa di poter presentare ulteriore proroga ai sensi della L.R. 2/2000.
Distanza dall'area d'intervento	28 Km

Nelle seguenti tabelle si riportano gli estremi delle ditte poste in prossimità dell'area di intervento, i cui impianti potrebbero essere utili allo smaltimento del materiale derivante dagli scavi in terre e rocce dell'opera stradale in qualità di rifiuto (CER 170504).

I dati sono stati reperiti prevalentemente attraverso la consultazione del Catasto Rifiuti della Regione Umbria consultabile online nel Sito di ARPA Umbria, subordinatamente attraverso contatti diretti con alcuni impianti. Le seguenti tabelle evidenziano come, nel caso venga deciso e sia possibile smaltire le terre e rocce di scavo con codice CER 170504, le quantità che potranno essere accolte dagli impianti individuati risultano attualmente pari a circa 500.000 t/a.

Denominazione	Recupero materia – Cava di Poreta
Località e comune	Loc. Poreta Comune di Spoleto
Soggetto gestore	Eredi Marcucci Alfio S.n.c.
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.806682° Long. 12.77661°
Situazione amministrativa	Autorizzata dal Comune di Spoleto, in attesa di Autorizzazione A.U.A.
Dati concernenti l'autorizzazione	Determina dirigenziale comune di Spoleto n.245 del 22/03/2021
Quantità	18.000 t/a
Distanza dall'area d'intervento	16 Km
Note	In attesa di Autorizzazione A.U.A.

Denominazione	Recupero materia in semplificata - Manciano
Località e comune	Loc. Manciano Comune di Trevi
Soggetto gestore	Luigi Metelli S.p.A.
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.899081° Long. 12.758566°
Situazione amministrativa	Autorizzata
Dati concernenti l'autorizzazione	A.U.A. 04/2021, Scadenza autorizzazione 25/07/2036
Quantità	150.000 t/a

Denominazione	Recupero materia in semplificata - Manciano
Distanza dall'area d'intervento	30 Km

Denominazione	Recupero materia in semplificata – Loc. Collepezzo
Località e comune	Loc. Collepezzo Comune di Giano dell'Umbria
Soggetto gestore	RPF s.r.l.
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.835206° Long. 12.535671°
Situazione amministrativa	Autorizzata
Dati concernenti l'autorizzazione	A.U.A. 04/2021, Scadenza autorizzazione 23/02/2030
Quantità	34.500 t/a
Distanza dall'area d'intervento	41 Km

Denominazione	Recupero Maratta Bassa
Località e comune	Loc. Maratta Bassa Comune di Terni
Soggetto gestore	R.M.T. Recupero Materiali Terni
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.561491° Long. 12.584188°
Situazione amministrativa	Autorizzata
Dati concernenti l'autorizzazione	Scadenza autorizzazione 23/02/2030
Quantità	432.000 t/a
Distanza dall'area d'intervento	46 Km

Le terre e rocce derivanti dagli scavi, in qualità di sottoprodotto (a seguito della loro caratterizzazione ambientale secondo la normativa vigente, da eseguire nelle successive fasi progettuali e realizzative in

funzione dell'iter progettuale), potranno essere sistemati, se necessario, nei siti di deposito definitivo appositamente individuati.

Tali aree comprendono sia cave in esercizio, che possono essere, al termine o nel corso dell'attività estrattiva e compatibilmente con le fasi produttive, rimodellate con l'apporto delle terre o rocce di scavo, sia cave inattive, per le quali il riempimento ricondurrà a condizioni morfologiche, propedeutiche al recupero ambientale e paesaggistico previsto per le stesse. Per quanto riguarda le cave in esercizio si ribadisce che il vuoto minerario evidenziato è, allo stato attuale, non presente e da creare in funzione delle attività di scavo che l'esercente potrà eseguire.

Le tabelle seguenti illustrano la disponibilità volumetrica delle aree individuate.

Denominazione	Cava di Poreta
Località e comune	Loc. Poreta Comune di Spoleto
Soggetto gestore	Eredi Marcucci Alfio S.n.c.
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.806682° Long. 12.77661°
Dati autorizzazione	Autorizzazione di cava del Comune di Spoleto con determinazione dirigenziale n. 1285 del 23/11/2018, variante autorizzata con determinazione dirigenziale n. 245 del 22/03/2021
Volume necessario per il riambientamento	300.000 m3
Distanza dall'area d'intervento	16 Km

Denominazione	Sito di Serravalle
Località e comune	Loc. Serravalle Comune di Norcia
Soggetto gestore	Ditta Innocenzi Franco
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.788575° Long. 13.036879°
Dati autorizzazione	Autorizzazione per attività di recupero ambientale del 2 maggio 2019 con inizio lavori il 16 marzo 2019, attuale durata autorizzazione n. 4 anni dalla data di inizio lavori
Volume necessario per il riambientamento	132.000 m3
Distanza dall'area d'intervento	24 Km
Note	Autorizzazione acquisita dalla ditta Nicolanti Angelo, sito acquistato dalla Ditta Innocenzi Franco con atto di compravendita del dicembre 2021

Denominazione	Cava di Moano
Località e comune	Loc. Moano Comune di Foligno
Soggetto gestore	S.E.Mo.Ter. S.n.c. F.lli Mattioli
Ubicazione (Google Earth)	Lat. 42.918197° Long. 12.735617°
Dati autorizzazione	Autorizzazione di cava del 15.04.2010 prot 19447 Comune di Foligno - (in proroga Covid art. 103 c. 2 D.L. 18/20 sino al mantenimento dello stato di emergenza), in attesa di poter presentare ulteriore proroga ai sensi della L.R. 2/2000.
Volume necessario per il riambientamento	110.000 m3
Distanza dall'area d'intervento	28 Km

Di seguito si riporta graficamente l'ubicazione di cave e discariche.

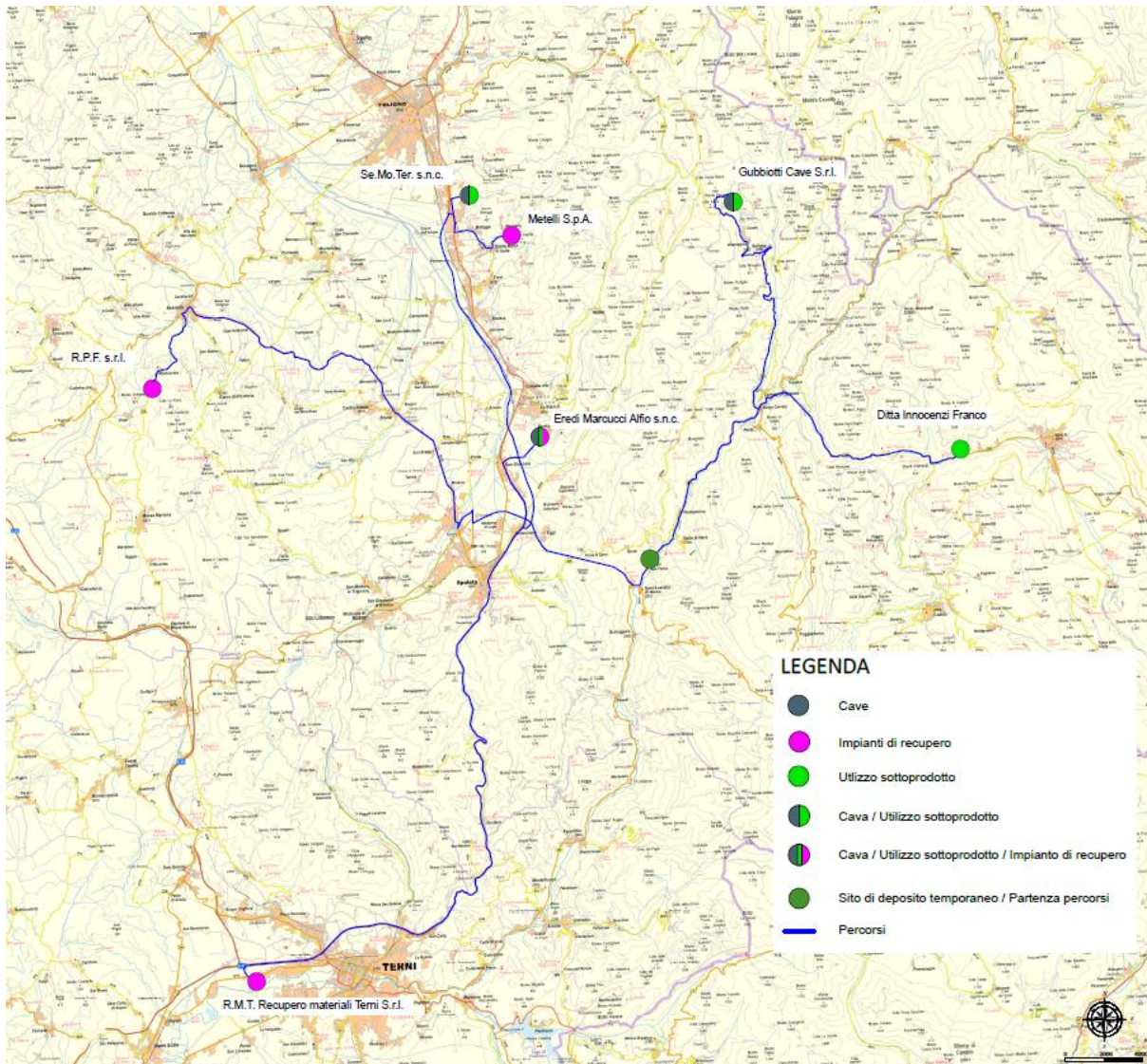


Figura 2-44 Ubicazione Cave e discariche e percorsi per raggiungere dall'area d'intervento di progetto in verde scuro.

3.1.28. Siti contaminati

Nell'ambito dello studio degli interventi di progetto, si è proceduto al riconoscimento di aree potenzialmente critiche dal punto di vista ambientale presenti nelle aree oggetto dei lavori, ovvero all'individuazione di siti contaminati. Nel seguente paragrafo si riassume l'esito del censimento e della verifica dei siti contaminati e potenzialmente contaminati che potrebbero risultare interferenti con le opere.

Il censimento dei siti contaminati è stato effettuato in base alla consultazione di:

S.I.N. Siti di Interesse Nazionale - Stato delle procedure per la bonifica (febbraio 2020, MiTE), contenente la localizzazione di SIN e SIR e la perimetrazione dei SIN;

I Siti di Interesse Nazionale (SIN) che sono individuati per le caratteristiche del sito, per la qualità e pericolosità degli inquinanti, per l'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali, l'articolo 252 al comma 4 indica che "la procedura di bonifica di cui all'art. 242 dei SIN è attribuita alla competenza del Ministero dell'Ambiente che può avvalersi delle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente delle regioni interessate".

Sulla base di quanto riportato nel documento "S.I.N. Siti di Interesse Nazionale - Stato delle procedure per la bonifica (febbraio 2020, MiTE)", l'unico SIN presente sul territorio regionale è il seguente:

Terni – Papigno

Il Sito di Interesse Nazionale di "Terni-Papigno" comprende un territorio di circa 650 ettari interamente ricompreso nel Comune di Terni. Nel SIN sono presenti più aree con corpi discarica, alcuni dei quali senza adeguati presidi ambientali. Il SIN presenta principalmente fenomeni di inquinamento delle acque di falda soprattutto da metalli.

Il SIN non è prossimo all'opera di progetto avendo una distanza di circa 30 km da quest'ultima.

2.6 E – Atmosfera: aria e clima

3.1.29. Inquadramento tematico

Il presente paragrafo è volto ad analizzare tutti gli aspetti relativi alla componente atmosfera, durante la realizzazione dell'opera e durante l'esercizio dell'opera in esame a valle della sua realizzazione.

Nello specifico le fasi che hanno caratterizzato tale studio sono le seguenti:

- analisi meteo-climatica;
- analisi emissiva;
- analisi della qualità dell'aria;
- determinazione delle concentrazioni per lo scenario attuale.

Ciò è stato realizzato effettuando inizialmente un'analisi meteo-climatica attraverso l'Atlante Climatico che ha permesso di ricostruire il regime termico, pluviometrico e anemometrico, su un arco temporale di un trentennio, dal 1971 al 2000 ottenendo un quadro meteo climatico storico di riferimento. Il procedimento è stato poi ripetuto con i dati meteo-climatici relativi ad un dato attuale su un arco temporale di un solo anno per realizzare le simulazioni previsionali. I dati storici e attuali sono stati ottenuti dall'Aeronautica Militare, prendendo come riferimento la stazione meteorologica di Perugia che è risultata essere rappresentativa delle sue condizioni climatiche. Effettuando il confronto fra le due analisi meteo-climatiche è stato possibile verificare la bontà del dato meteo attuale, utilizzato per le simulazioni modellistiche.

Per analizzare lo stato attuale delle emissioni di inquinanti, invece, a livello nazionale si è fatto riferimento al documento "Italian Emission Inventory 1990-2020. Informative Inventory Report 2022", realizzato dall'ISPRA dal quale è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle emissioni in atmosfera per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2020, suddivise per macro-attività, relativo agli inquinanti di interesse.

A livello regionale si è invece fatto riferimento all'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera della Regione Umbria (IRE) realizzato da ARPA Umbria.

Inoltre, facendo riferimento al "National Inventory Report 2022", sono state analizzate le emissioni di gas serra, e in particolare di CO₂ generate a livello nazionale. Per la stessa analisi, a livello regionale sono stati analizzati i dati forniti dall'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera realizzato da ARPA Umbria relativo al 2018 (ultimo anno disponibile).

Al fine di uno studio conoscitivo sulla qualità dell'aria della zona di intervento, dopo un excursus dei principali strumenti di pianificazione settoriale, sono stati analizzati i dati disponibili dai monitoraggi, forniti da ARPA Umbria, rispetto agli inquinanti di interesse, di seguito elencati:

- ossido di azoto (NO_x);
- biossido di azoto (NO₂);
- particolato PM10;
- particolato PM2,5;
- monossido di carbonio (CO);
- benzene (C₆H₆).

Al fine di caratterizzare al meglio la qualità dell'aria nella zona di intervento si è scelto di far riferimento alle centraline di qualità dell'aria della rete di monitoraggio regionale più vicine al progetto:

- la centralina di Spoleto – Madonna di Lugo distante circa 8 km dall'area di interesse, caratterizzata come "suburbana industriale", presso cui sono stati considerati i valori di PM10, PM2,5, NO_x e NO₂;
- la centralina di Spoleto – Piazza Vittoria, distante circa 9 km dall'area di intervento, caratterizzata come di "fondo urbana, presso la quale sono stati considerati i valori di CO e C₆H₆ (non monitorati dalla precedente centralina).

In particolare, il dato di concentrazione media annua relativo all'anno 2022 per ciascun inquinante sopra elencato è stato preso in considerazione come valore di fondo per le simulazioni modellistiche condotte nel presente studio.

Terminate le analisi conoscitive, si è proceduto all'applicazione dei modelli di simulazione, grazie ai quali è stato possibile stimare le concentrazioni di inquinanti con riferimento a differenti scenari di traffico veicolare. Nello specifico, nel presente paragrafo è stato simulato lo scenario attuale.

Per tale scenario, attraverso l'utilizzo del software Copert 5, sono stati calcolati i fattori di emissione sul tratto stradale attuale, che sono funzione del parco veicolare circolante e della velocità media percorsa considerata. Implementando, quindi, tutti gli input necessari (meteo, traffico, velocità, fattore di emissione, ecc.) all'interno del software di simulazione Calroads è stato possibile stimare i valori di concentrazione degli inquinanti di interesse.

Terminata la fase di modellazione degli input è stato possibile valutare l'output del modello, andando a

determinare i livelli di concentrazione per i principali inquinanti generati dalla sorgente stradale.

In particolare, sono stati analizzati i valori di concentrazione relativi ai seguenti inquinanti, per la protezione della salute umana:

- Biossidi di Azoto NO₂;
- Monossido di carbonio CO;
- Particolato PM10;
- Particolato PM2,5;
- Benzene.

Per la verifica del limite normativo sulla vegetazione, invece, sono stati analizzati anche gli ossidi di azoto (NO_x). Nel proseguo della trattazione verranno descritte nel dettaglio le simulazioni condotte, nonché i risultati delle stesse, opportunamente elaborati.

3.1.30. Normativa di riferimento

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi, Europei e Nazionali, che caratterizzano il fattore ambientale Atmosfera ed in modo specifico riferiti alla qualità dell'aria:

- Direttiva 04/107/CE relativa all'"arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria" che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla "qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Ha ribadito i contenuti della direttiva 2004/107/CE, aggiungendo il PM2.5 tra gli inquinanti da monitorare.
- Decreto Legislativo 152/2006 "Norme in materia ambientale"
- Decreto Legislativo 128/2010 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152", recante norme in materia ambientale;
- Decreto Legislativo 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. Quest'unica norma ribadisce i fondamenti del controllo dell'inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio contenuti nei precedenti decreti ed introduce, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità;

- Legge Regionale 7 aprile 2000, n. 43 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria";
- Legge Regionale 26 aprile 2000, n. 44 "Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali".

Il D.Lgs. 155/2010 oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti. Nella Tabella 1 1 seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010, agli allegati XI e XII.

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	N° sup. consentiti
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	-	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	-	3
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m ³	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m ³	-	-
Biossido di azoto NO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m ³	-	18
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m ³	-	-
Ossidi di azoto NOx	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m ³	-	-
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	-	35

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	N° sup. consentiti
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-
Particolato fine PM2,5	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-	-
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m ³	-	-
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m ³	-	-
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-	-
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m ³	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m ³	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m ³	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m ³	-	-

Tabella 2-28 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono (Fonte: Allegati XI e XII D. Lgs. 155/2010)

3.1.31. Inquadramento meteo-climatico

Il presente paragrafo è volto all'analisi meteoroclimatica dell'area di studio. Verrà quindi in primis analizzato, da un punto di vista "storico", l'area di intervento definendo le condizioni climatiche della stessa, lavorando con un arco temporale trentennale; successivamente verrà studiato il dato meteorologico attuale di riferimento (2021) che andrà utilizzato per realizzare le simulazioni modellistiche al fine di verificarne la coerenza con il dato storico. Così facendo sarà possibile validare il dato e verificare che le simulazioni effettuate non facciano riferimento ad outliers meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi.

Si sottolinea che non sono stati considerati i dati meteorologici relativi al 2022 in quanto presenti in percentuali minori rispetto a quanto indicato nel documento "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente

atmosfera" redatto da ARPA Lombardia, secondo il quale la percentuale di dati assenti/invalidi deve essere minore del 20 % sul totale dei dati meteo orari impiegati nelle simulazioni.

1.1.1.3 IL DATO STORICO: ANDAMENTO 1971-2000

Lo studio meteorologico è stato realizzato sulla base dei dati prelevati dall'Atlante Climatico dell'aeronautica Militare che raccoglie i dati relativi ad un arco temporale di un trentennio, permettendo così la ricostruzione, in termini medi, dell'andamento meteo climatico.

L'Atlante è gestito dall'Aeronautica Militare e risulta coerente con quanto espresso dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) dove il clima è definito come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche, con riferimento ad uno specifico periodo temporale e ad un'area circoscritta. Nei paragrafi successivi verranno analizzati separatamente diversi indicatori climatici appartenenti a tre categorie: temperatura, precipitazioni e venti. Al fine di rendere comprensibili e facilmente leggibili tali indicatori, sono state riportate di seguito le legende.

Simbolo	Descrizione	U.M.
Tm	Temperatura media (max + min)/2	°C
Tx 1d	Temperatura massima media della 1a decade	°C
Tx 2d	Temperatura massima media della 2a decade	°C
Tx 3d	Temperatura massima media della 3a decade	°C
Txm	Temperatura massima media mensile	°C
Tn 1d	Temperatura minima media della 1a decade	°C
Tn 2d	Temperatura minima media della 2a decade	°C
Tn 3d	Temperatura minima media della 3a decade	°C
Tnm	Temperatura minima media mensile	°C
TxP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature massime	°C
TnP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature minime	°C
P99x (P99n)	99° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P85x (P85n)	85° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P15x (P15n)	15° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P1x (P1n)	1° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
NgTn<=0	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= 0 °C	(conteggio)
NgTn<=-5	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= -5 °C	(conteggio)
NgTx>=25	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 25 °C	(conteggio)
NgTx>=30	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 30 °C	(conteggio)
GrGi>0	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 0°C	°C
GrGi>5	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 5°C	°C

Simbolo	Descrizione	U.M.
GrGi_18	Gradi-giorno (Somme (S-Tm) solo se (S-Tm) > 0°), dove S = 18°C	°C
Txx	Temperatura massima assoluta	°C
An Txx	Anno in cui si è verificata Txx	
Tnn	Temperatura minima assoluta	°C
An Tnn	Anno in cui si è verificata Tnn	

Tabella 2-29 Indicatori della temperatura (fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Per le precipitazioni e gli eventi correlabili, i principali indicatori sono stati riportati in Tabella 2-30.

Simbolo	Descrizione	U. M.
RTot	Precipitazione totale media mensile	mm
RQ0	Minimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
RQ1	Primo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ2	Secondo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ3	Terzo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ4	Quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ5	Massimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
Rx12a	Precipitazione massima fra le ore 00 e le 12 (ora UTC)	mm
Rx12b	Precipitazione massima fra le ore 12 e le 24 (ora UTC)	mm
Rx24	Precipitazione massima in 24 ore	mm
An Rx24	Anno in cui si è verificata Rx24	
Ng R>1	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 1 mm	(conteggio)
Ng R>5	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 5 mm	(conteggio)
Ng R>10	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 10 mm	(conteggio)
Ng R>50	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 50 mm	(conteggio)
Ng Fog	Numero medio di giorni al mese con nebbia	(conteggio)
Ux%	Media mensile dell'umidità percentuale massima	%
Un%	Media mensile dell'umidità percentuale minima	%
Ng h6 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ng h6 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ngh18 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 18	(conteggio)
Ngh18 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 18	(conteggio)

Tabella 2-30 Indicatori delle precipitazioni (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Infine, in relazione alla distribuzione dei venti è possibile fare riferimento alla Tabella 2-31.

Simbolo	Descrizione	U. M.
HH	Orario	UTC
MM	Mese	
Calme	Percentuali dei casi di vento con intensità = 0 nodi	%
N1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 1 e 10 nodi	%
N11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 11 e 20 nodi	%
N>20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità superiore a 20 nodi	%
NE1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NE11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NE>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
E1-10	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
E11-20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
E>20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità superiore a 20 nodi	%
SE1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SE11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SE>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
S1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 1 e 10 nodi	%
S11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 11 e 20 nodi	%
S>20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità superiore a 20 nodi	%
SW1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SW11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SW>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
W1-10	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
W11-20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
W>20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
NW1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NW11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NW>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
Vxx	Intensità massima del vento	KT

Tabella 2-31 Indicatori della distribuzione dei venti (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Per realizzare le simulazioni modellistiche sono necessari i dati meteorologici che sono stati ottenuti dalle stazioni meteo presenti nell'area di esame. Come stazione non è stata considerata quella più prossima alla zona di studio, situata sul Monte Terminillo, in quanto è posta a circa 1900 m di altitudine e quindi non si può considerare rappresentativa delle condizioni meteorologiche dell'area in esame.

Pertanto, in coerenza alla scelta della stazione meteorologica per l'analisi del dato attuale, è stata considerata la stazione di Perugia, che dista dall'area di studio circa 47 chilometri e può essere ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteoroclimatiche dell'area in esame, in quanto, come riporta il documento dell'APAT *"Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A."*, le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio.

La stazione meteo di riferimento è inquadrata in Figura 2-45, con le seguenti coordinate:

- Lat: 43,09,
- Lng: 12,51.

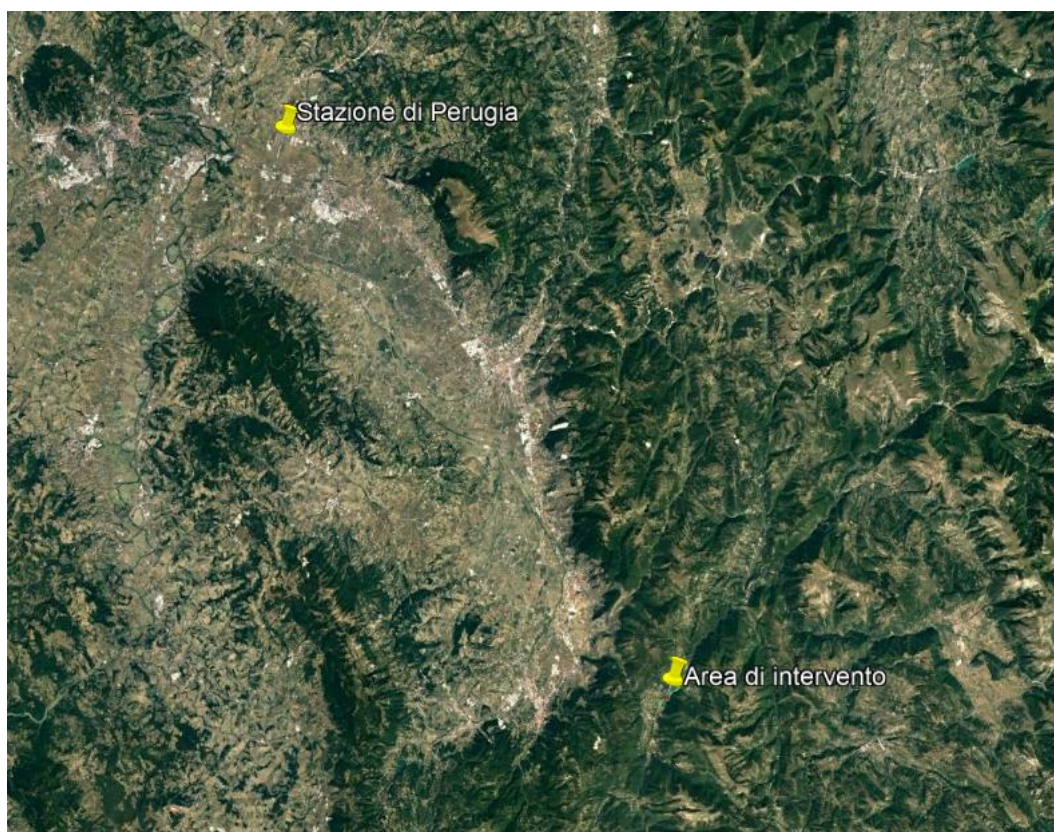


Figura 2-45 Localizzazione stazione meteorologica di Perugia e area di intervento

Regime Termico

Il primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico. La Tabella 2-32 riporta i dati principali circa le temperature nei tre decenni di analisi.

Mese	Tm	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Txm	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tnm	TxP85-15	TnP85-15
Gen	4,8	8,3	8,5	9,8	8,9	0,5	0,3	0,9	0,6	7,0	8,6
Feb	6,0	10,9	10,5	11,5	10,9	0,8	1,2	1,1	1,1	7,4	8,3
Mar	8,4	12,6	14,3	15,3	14,1	1,7	2,5	3,7	2,6	8,3	7,6
Apr	11,0	16,5	15,9	18,1	16,8	5,1	4,3	5,9	5,1	8,4	6,7
Mag	15,7	20,4	22,2	23,5	22,1	8,1	9,4	10,2	9,3	8,2	5,5
Giu	19,4	25,1	25,7	27,5	26,1	11,9	12,4	13,5	12,6	7,8	5,6
Lug	22,6	29,0	30,0	30,9	30,0	14,5	15,2	15,7	15,2	6,6	4,9
Ago	22,8	31,3	30,5	28,3	30,0	16,1	15,8	15,0	15,6	8,0	5,0
Set	19,2	26,7	25,8	24,0	25,5	13,4	12,9	12,3	12,8	7,8	5,5
Ott	14,4	21,7	20,4	17,3	19,7	10,8	9,5	7,3	9,1	7,9	7,8
Nov	8,9	15,5	13,6	11,0	13,3	5,8	4,5	3,0	4,4	7,5	8,6
Dic	5,5	9,4	9,6	8,9	9,3	2,1	1,9	1,4	1,8	7,5	8,3
Mese	NgTn≤0	NgTn≤-5	NgTx≥25	NgTx≥30	GrGi>0	GrGi>5	GrGi_18	Txx	AnTx	Tnn	AnTn
Gen	13,2	3,2	0,0	0,0	153	10	413	17,0	1971	-15,8	1985
Feb	12,0	1,4	0,0	0,0	171	32	341	21,7	1991	-17,0	1991
Mar	7,6	0,6	0,0	0,0	263	108	302	25,2	1991	-8,3	1987
Apr	1,4	0,0	0,4	0,0	328	178	210	26,8	1998	-4,0	1995
Mag	0,0	0,0	7,9	0,0	489	333	81	30,8	1994	1,8	1979
Giu	0,0	0,0	18,9	4,8	571	423	17	35,6	1982	5,2	1986
Lug	0,0	0,0	29,1	17,1	704	548	1	38,8	1983	6,9	1971
Ago	0,0	0,0	27,6	16,0	695	542	2	38,9	1971	6,0	1985
Set	0,0	0,0	18,1	3,3	581	430	20	34,4	1982	3,6	1977
Ott	0,2	0,0	2,9	0,0	457	299	119	29,3	1985	-1,4	1974
Nov	4,4	0,5	0,0	0,0	264	116	271	23,8	1971	-8,2	1973
Dic	10,5	1,1	0,0	0,0	168	24	375	19,3	1989	-14,8	1996

Tabella 2-32 Regime Termico (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Con riferimento alla temperatura media registrata nei tre decenni è possibile notare come le temperature siano comprese tra 4,8 °C e 22,8 °C, rispettivamente registrate nei mesi di gennaio e di agosto.

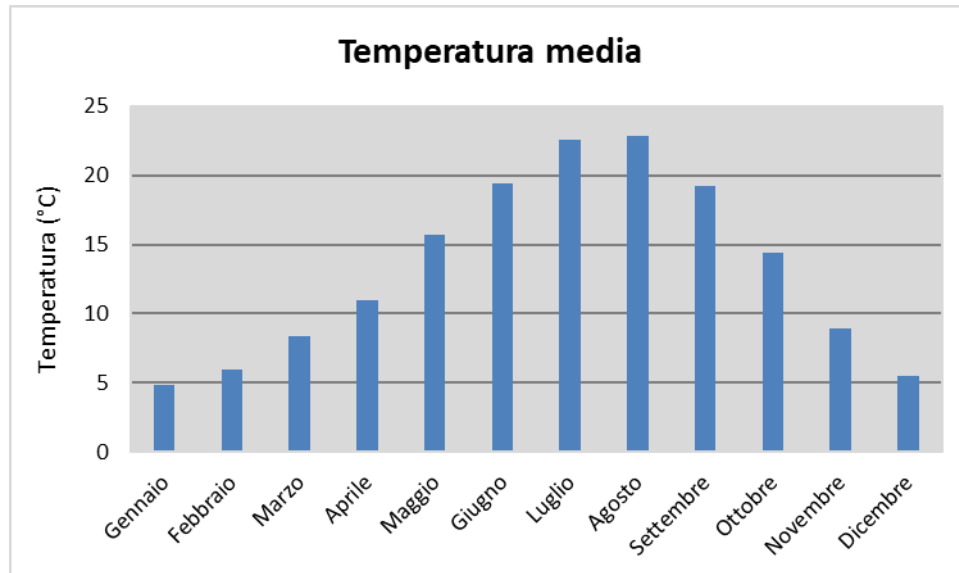


Figura 2-46 Temperatura media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura nelle tre decadi (cfr. Figura 2-47) si osserva come il mese in cui vengono raggiunte le temperature massime medie più elevate sono luglio e agosto con 30 °C, mentre il mese con la temperatura minima media più bassa risulta gennaio con 0,6 °C.

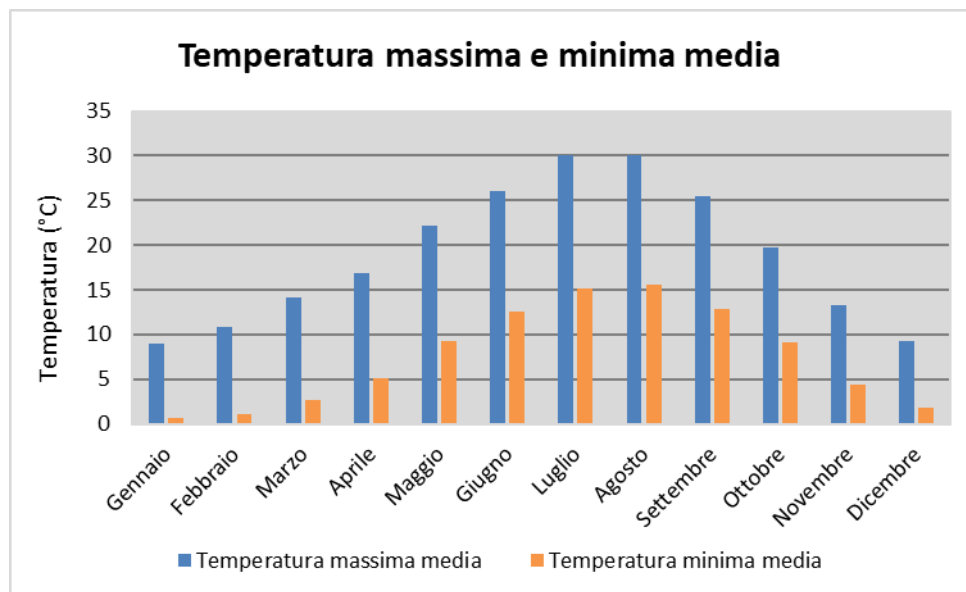


Figura 2-47 Temperatura massima e minima media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

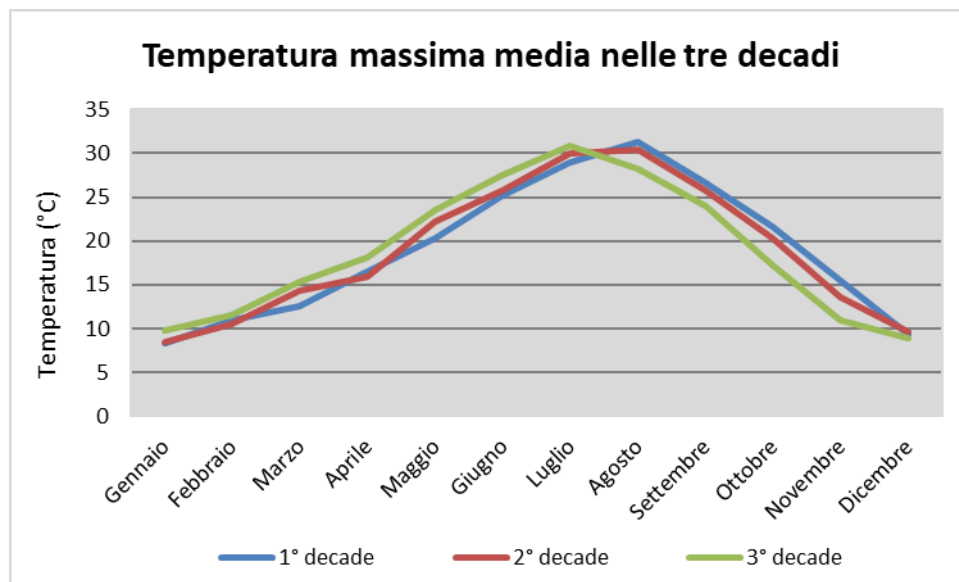


Figura 2-48 Temperatura massima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Al fine di poter valutare dei trend di evoluzione della temperatura è possibile fare riferimento ai valori di temperatura minima e massima media mensile analizzata nelle tre differenti decadi di riferimento (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000).

Dalla Figura 2-48 si può notare nel corso dei decenni un'inversione delle temperature con un anticipo delle temperature massime di circa un mese. La linea verde, infatti, rappresentativa della terza decade, fa registrare valori più elevati delle altre due nei mesi compresi tra gennaio e luglio. Nei mesi da agosto a dicembre si registra, invece, un andamento opposto con il valore della temperatura massima sempre inferiore a quello delle altre due decadi. Nell'ultima decade di analisi il mese con la temperatura massima media più elevata risulta luglio con un valore di 30,9°C.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate in riferimento alle temperature minime così come mostrato in Figura 2-49.

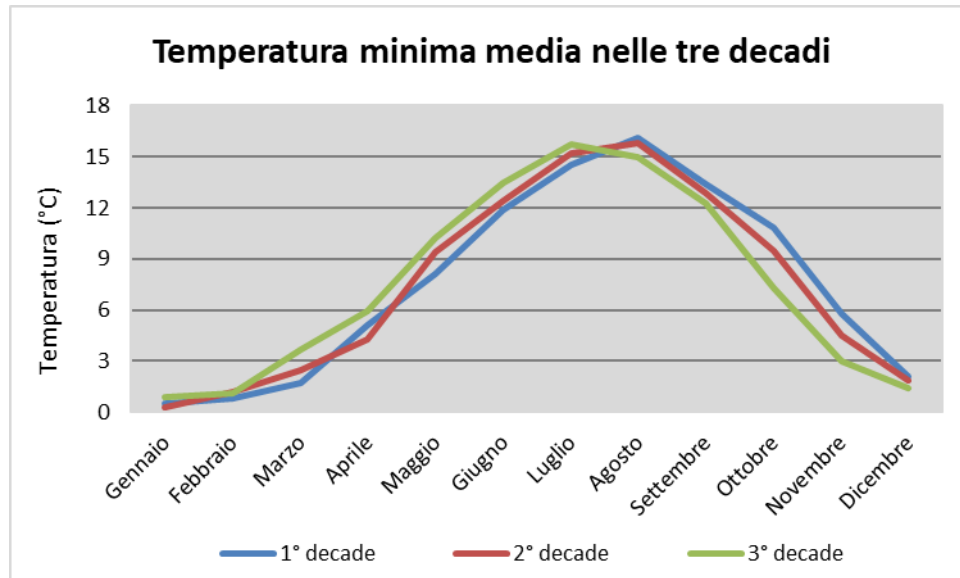


Figura 2-49 Temperatura minima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È inoltre possibile analizzare il fenomeno termico anche dal punto di vista dei percentili. In particolare, si può osservare la distribuzione in termini di differenze tra l'85° ed il 15° percentile al fine di determinare un intervallo di variazione dei valori contenuti tra tali percentili. Tale differenza può essere effettuata sia in termini di temperatura massima sia in termini di temperatura minima.

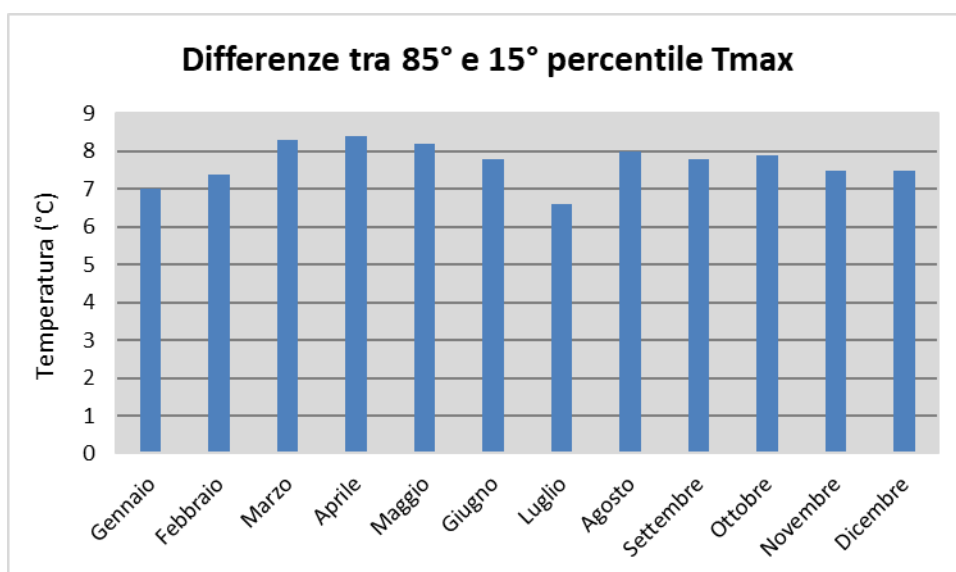


Figura 2-50 Differenza 85° – 15° percentile temperatura massima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

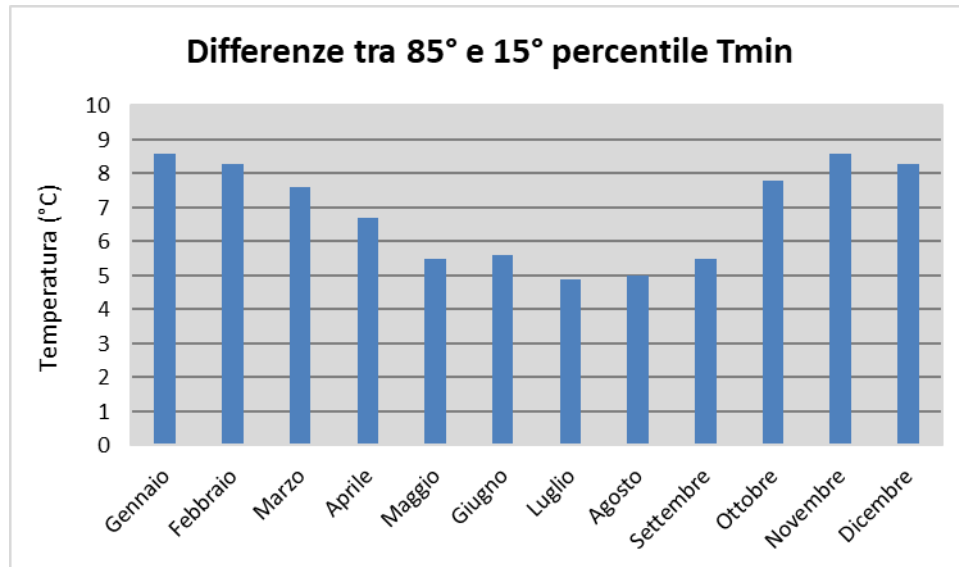


Figura 2-51 Differenza 85 – 15 percentile temperatura minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi delle temperature massime si può notare come il delta sia abbastanza costante e compreso tra i 6,5°C ed i 8,5°C circa. Con riferimento alla temperatura minima invece, si può evidenziare un trend in cui il minimo del delta si ha nei mesi di luglio e agosto ed è pari a 5 °C, mentre il massimo valore si ha nei mesi di gennaio e novembre, dove la differenza tra l'85° ed il 15° percentile raggiunge un valore intorno agli 8,5°C. In ultimo, al fine di completare l'analisi sulle distribuzioni delle temperature nei diversi mesi nelle tre decadi di riferimento, è possibile effettuare un'analisi sull'occorrenza di determinati eventi, oltre che sulla loro entità. In particolare, è possibile valutare l'occorrenza di fenomeni "estremi", quali il superamento di temperature "soglia" sia in termini di temperatura massima, sia in termini di temperatura minima.

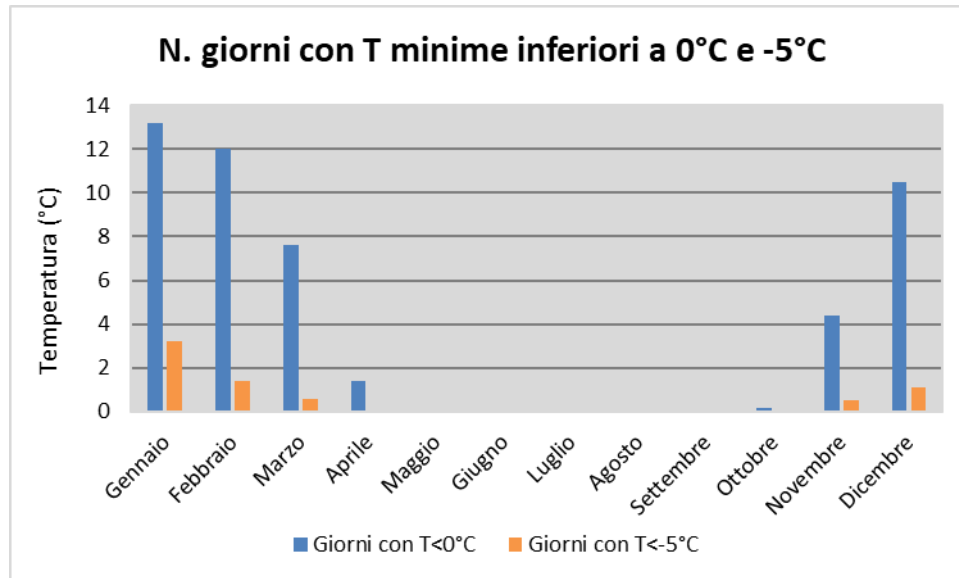


Figura 2-52 N° giorni con temperature minime inferiori a 0° e a -5° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento alle figure precedenti è possibile verificare come le temperature inferiori ai -5°C siano registrate nei mesi invernali e nel mese di novembre, mentre le giornate con temperature inferiori allo 0°C sono concentrate nei mesi da ottobre ad aprile.

Per quanto riguarda le temperature massime, invece, si registrano superamenti della soglia di 30 °C nei mesi estivi da giugno a settembre, mentre i superamenti della soglia di 25 °C si verificano da aprile a ottobre.

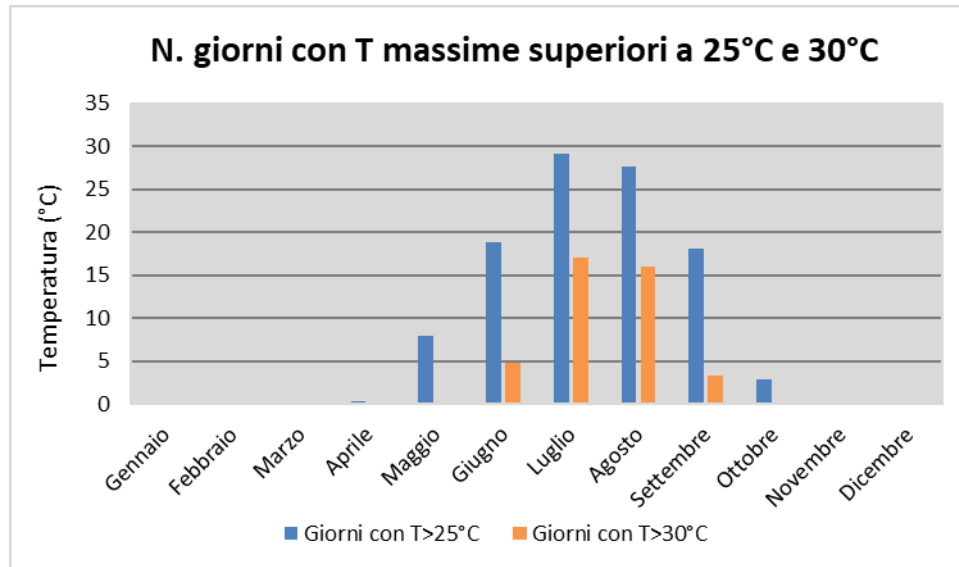


Figura 2-53 N° giorni con temperature massime superiori a 25° e 30° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Regime pluviometrico

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 2-33, in cui sono stati anche riportati i dati circa l'umidità registrata, nonché la presenza di nebbia e di copertura nuvolosa.

Mese	RTot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	AnRx24
Gen	52,7	1,1	13,2	39,4	56,1	77,3	202,5	26,6	99,0	99,0	1982
Feb	56,8	5,9	13,9	39,9	59,0	86,4	151,2	37,2	33,6	59,0	1984
Mar	54,0	0,6	24,2	43,9	50,1	87,3	114,9	33,0	32,4	34,4	1987
Apr	72,0	22,4	36,5	60,3	74,6	92,6	181,8	33,6	32,4	46,6	1998
Mag	75,6	3,9	33,2	59,6	71,3	86,1	259,0	99,0	99,0	115,0	1982
Giu	69,9	15,0	36,9	51,2	62,4	86,0	205,2	47,2	36,0	62,4	1997
Lug	37,4	0,4	11,4	23,7	31,6	64,0	154,0	29,8	44,6	44,6	1987
Ago	49,7	0,0	16,1	28,5	48,8	79,5	130,5	49,0	37,8	50,6	1976
Set	87,6	0,8	35,3	58,8	100,7	132,4	194,2	67,8	99,0	116,4	1998
Ott	85,7	0,9	34,6	70,7	88,3	127,4	217,4	69,6	64,0	69,6	1988
Nov	94,7	6,6	32,3	77,4	92,1	158,1	231,9	48,8	43,4	64,4	1975
Dic	68,4	0,0	22,8	52,9	74,7	94,2	161,2	31,8	46,0	61,6	1998
Mese	NgR>1	NgR>5	NgR>10	NgR>50	NgFog	Ux%	Un%	Ngh6Nu v≤4	Ngh6Nu v>4	Ngh18N uv≤4	Ngh18N uv>4
Gen	7,1	3,1	1,5	0,1	6,7	96	67	13,4	17,5	13,6	17,3
Feb	7,1	3,7	1,7	0,0	2,6	94	56	13,4	14,8	14,2	14,0
Mar	7,0	3,7	1,8	0,0	1,0	95	48	15,4	15,6	14,9	16,0
Apr	8,7	4,4	2,3	0,0	0,7	97	50	13,0	17,4	11,7	18,7

Mese	RTot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	AnRx24
Mag	8,4	4,6	2,5	0,1	0,7	98	48	16,7	14,8	13,6	17,8
Giu	7,1	4,2	2,4	0,0	0,6	97	43	18,8	10,9	14,7	15,1
Lug	4,7	2,2	1,2	0,0	0,1	95	38	25,0	5,8	21,5	9,3
Ago	4,9	2,7	1,8	0,0	0,3	95	38	23,1	7,1	19,9	10,3
Set	6,5	4,3	2,9	0,2	0,6	96	45	19,1	10,9	18,5	11,4
Ott	7,7	4,9	3,3	0,1	3,0	97	56	15,8	15,1	18,1	12,8
Nov	8,4	5,2	3,4	0,1	5,8	98	67	11,9	18,1	14,6	15,3
Dic	7,8	4,0	2,5	0,0	7,7	97	72	12,0	19,5	13,2	18,5

Tabella 2-33 Regime Pluviometrico (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

Il primo aspetto di analisi fa riferimento alla precipitazione totale media mensile registrata dalla stazione di riferimento in termini di millimetri, così come riportato in Figura 2-54.

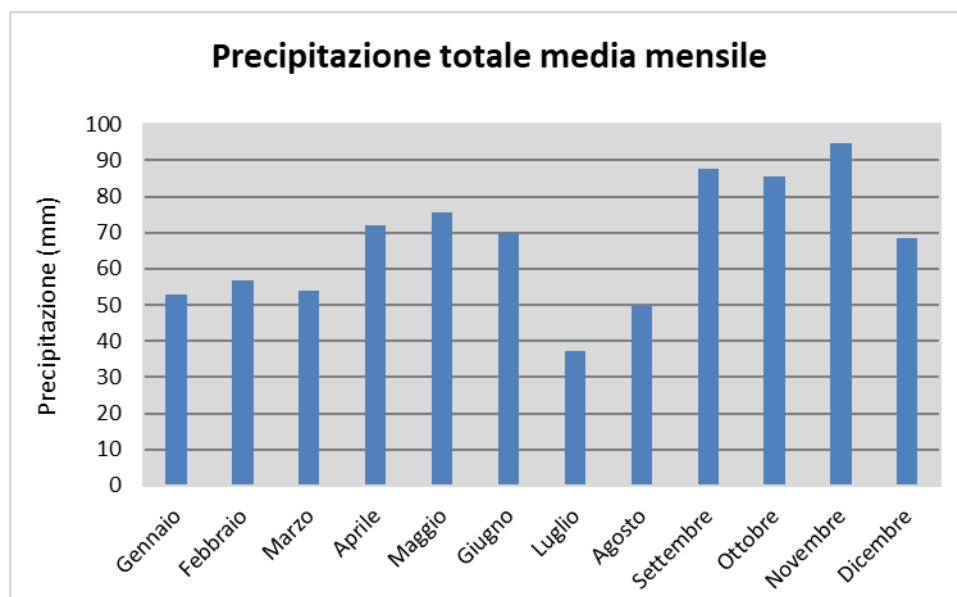


Figura 2-54 Precipitazione totale media mensile (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come il mese con la media mensile più elevata sia novembre con più 95 mm di precipitazione, mentre il mese maggiormente asciutto è luglio con un valore di circa 37 mm.

Al fine di avere una valutazione quantitativa della distribuzione delle precipitazioni nei diversi mesi è possibile fare riferimento alla Figura 2-55.

In termini qualitativi è possibile evidenziare un delta marcato tra il quarto ed il quinto quintile ovvero il massimo della distribuzione in quintili, con una notevole differenza nel mese di maggio, in cui si ha un picco pari a circa 260 mm; mentre le differenze dal primo al quarto quintile sono molto più contenute.

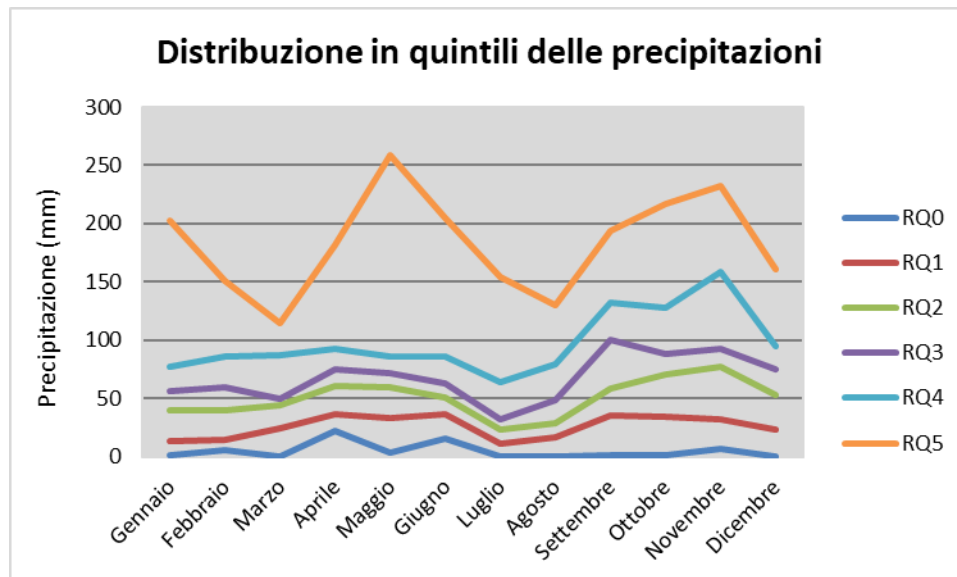


Figura 2-55 Distribuzione in quintili delle precipitazioni mensili (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È inoltre possibile valutare la divisione delle precipitazioni massime con riferimento a due intervalli temporali 00-12 e 12-24, così come definito nella Figura 2-56.

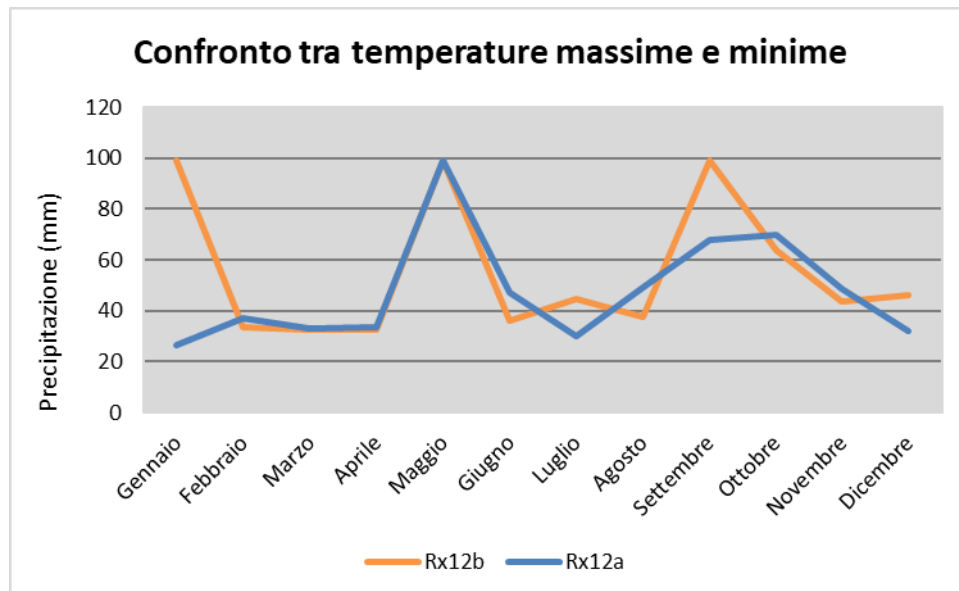


Figura 2-56 Precipitazioni massime periodi 00-12 e 12-24 (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come per entrambi i periodi sia raggiunto un massimo, pari a 99mm di precipitazione, nel mese di maggio. Oltre a ciò, si registrano due ulteriori massimi, pari sempre a 99mm, per il periodo 12-24 nei mesi di gennaio e settembre.

Di seguito si riporta la distribuzione dei massimi nelle 24 ore, nonché la data in cui si è verificata rispetto al periodo di analisi dell'Atlante Climatico.

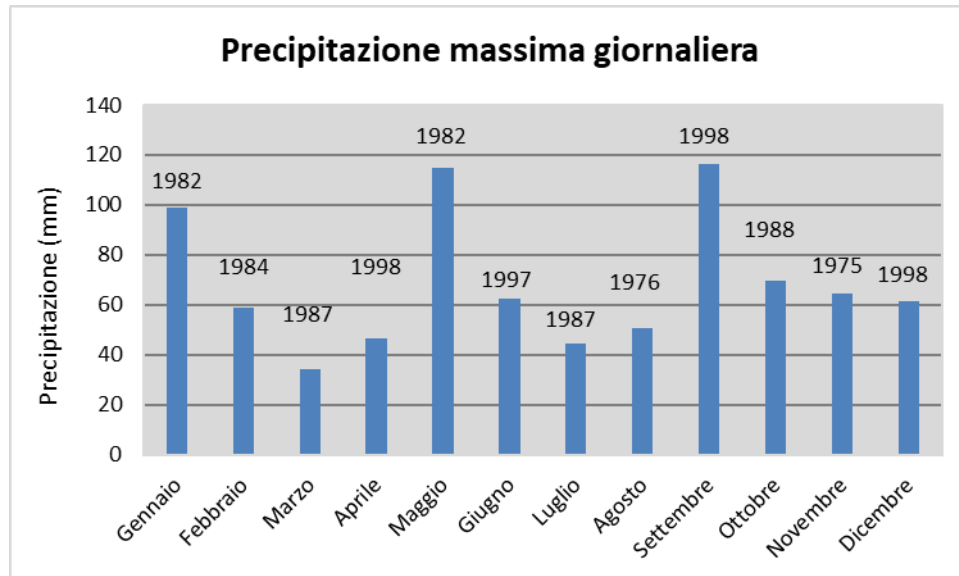


Figura 2-57 Precipitazioni massima nelle 24h ed anno di occorrenza (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In ultimo, in analogia a quanto visto per le temperature, anche per il regime pluviometrico viene effettuata un'analisi circa il numero di giorni in cui si verifica il superamento di determinati valori di soglia. Nel caso in esame, riportato in Figura 2-58, vengono riportati il numero medio di giorni con precipitazioni superiori ad 1, 5, 10 e 50 mm.

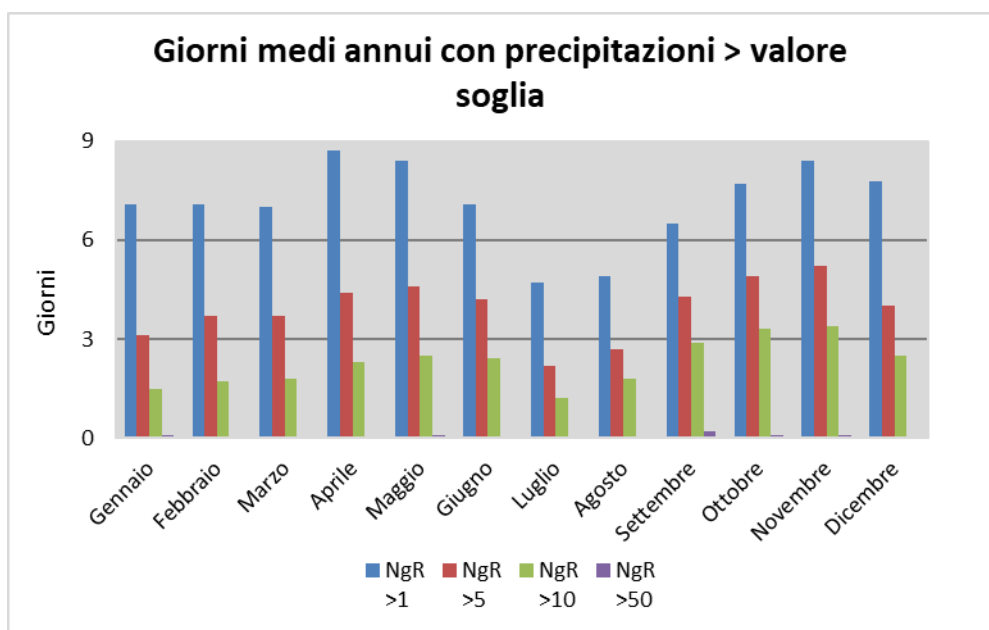


Figura 2-58 N° di giorni medio al mese con precipitazioni superiori a 1, 5, 10 e 50mm di precipitazioni (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi di tali dati è possibile evidenziare come il mese di aprile sia quello in cui mediamente ci sono più giorni con superamento del valore di 1 mm, e come per quanto riguarda la soglia più elevata (50 mm) si debba fare riferimento ai mesi di settembre e ottobre.

Con riferimento al secondo parametro analizzato, ovvero la presenza di nebbia, è possibile osservare la Figura 2-59, in cui vengono rappresentati i giorni medi al mese in cui è presente la nebbia. La distribuzione di tali valori varia notevolmente nei mesi dell'anno, con valori elevati nei mesi invernali e valori decisamente più bassi nei mesi estivi.

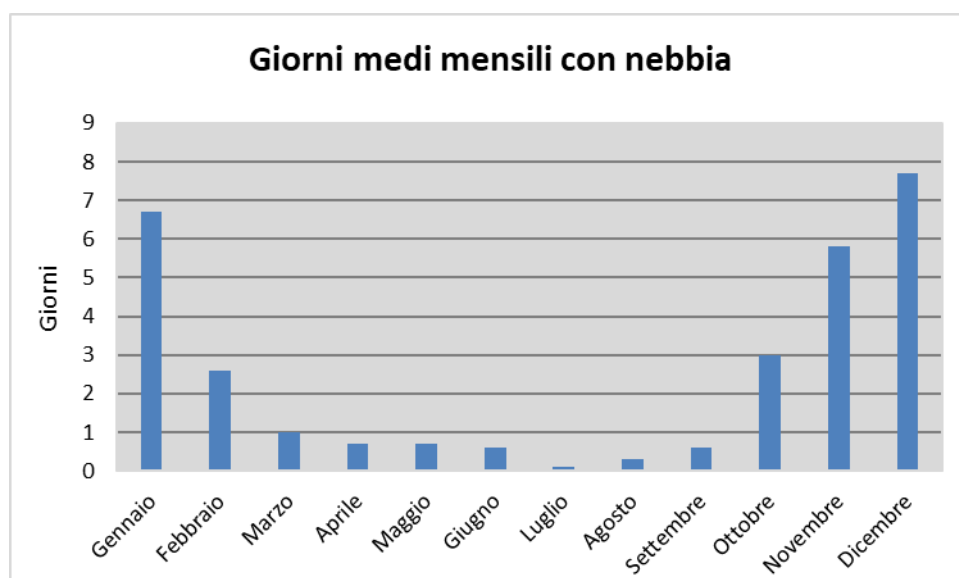


Figura 2-59 Numero di giorni medio al mese con presenza di nebbia (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento all'umidità percentuale massima e minima si nota come il primo parametro sia uguale, con approssimazione al 100% in tutti i mesi dell'anno. Con riferimento al secondo parametro il delta si amplia con un valore minimo nei mesi di luglio e agosto pari al 38% e un valore massimo registrato nel mese di dicembre pari al 72%.

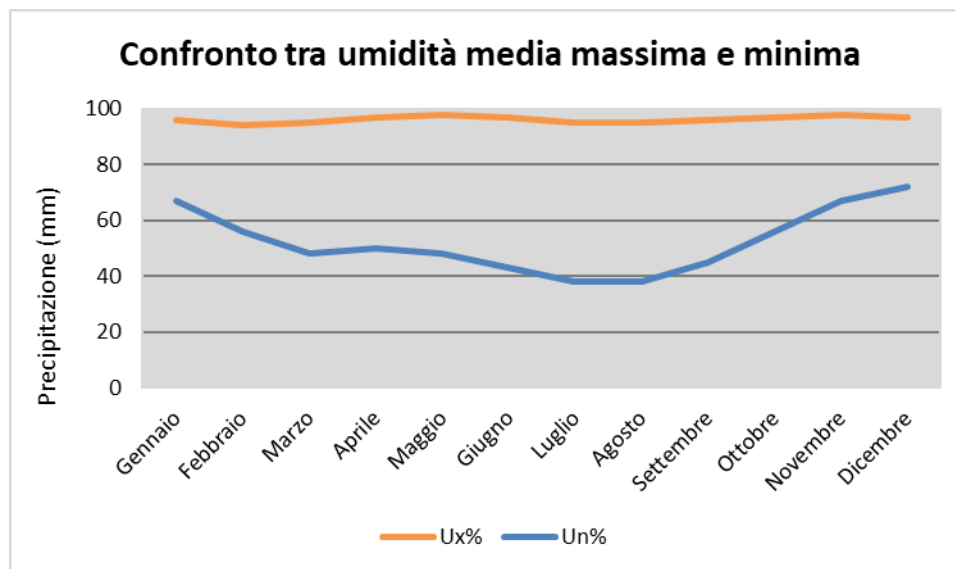


Figura 2-60 Media mensile dell'umidità percentuale massima e minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Ultimo aspetto del presente paragrafo riguarda l'analisi della copertura nuvolosa. In particolare, tale aspetto viene considerato con riferimento a:

- la copertura nuvolosa espressa in ottavi, ed in particolare se inferiore o superiore ai quattro ottavi;
- le ore del giorno, definendo due scenari di analisi alle ore 6 e alle ore 18.

La combinazione di tali aspetti dà luogo a quattro scenari di analisi:

- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 18;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 18.

Le risultanze di tali analisi sono riportate nella Figura 2-61.

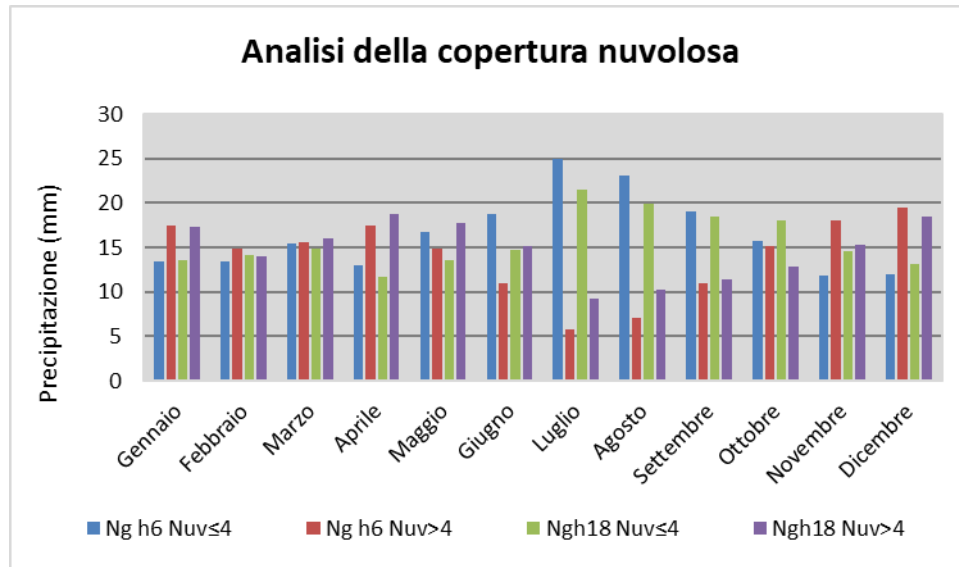


Figura 2-61 Analisi della copertura nuvolosa (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi, suddivisa nelle classi definite precedentemente. I valori registrati sono sinteticamente riportati nelle tabelle seguenti con riferimento a quattro orari: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00.

HH00

Mese	Calm e	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	55,12	17,65	6,65	0,38	2,30	3,71	0,38	0,51	0,00	0,00	0,90	0,51	0,00
Feb	48,48	22,94	6,78	0,29	3,03	4,76	0,14	0,14	0,14	0,00	1,30	0,43	0,00
Mar	49,33	20,70	5,65	0,13	4,84	3,76	0,27	0,13	0,00	0,00	2,15	0,13	0,00
Apr	60,14	14,72	2,78	0,00	3,19	2,36	0,00	0,28	0,14	0,00	1,94	0,56	0,00
Mag	66,09	14,49	2,93	0,00	2,53	0,53	0,00	0,27	0,00	0,00	1,46	0,40	0,00
Giu	70,89	13,57	0,45	0,00	1,66	0,15	0,00	0,45	0,00	0,00	0,90	0,15	0,00
Lug	69,84	16,40	1,76	0,00	2,64	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00
Ago	69,35	17,60	2,05	0,00	1,61	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
Set	65,76	20,00	1,67	0,00	3,03	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21	0,30	0,00
Ott	57,00	25,03	2,57	0,00	2,05	1,93	0,00	0,26	0,00	0,00	1,54	0,13	0,00
Nov	55,35	18,91	6,34	0,00	2,11	1,74	0,00	0,37	0,00	0,00	1,87	0,75	0,00

HH00

Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Dic	55,87	16,63	5,99	0,61	2,44	3,79	0,49	0,24	0,00	0,00	1,22	0,98	0,00
Gen	3,96	2,69	0,00	1,15	0,26	0,00	0,51	0,13	0,00	2,43	0,77	0,00	49
Feb	3,61	2,60	0,14	1,59	0,72	0,00	0,14	0,00	0,14	2,31	0,29	0,00	48
Mar	4,70	2,42	0,13	1,48	0,81	0,00	0,40	0,00	0,00	2,82	0,00	0,00	53
Apr	5,00	1,94	0,00	3,47	0,28	0,14	0,42	0,00	0,00	2,50	0,14	0,00	44
Mag	4,65	0,53	0,00	2,26	0,27	0,00	1,33	0,13	0,00	1,99	0,13	0,00	56
Giu	3,47	0,30	0,00	4,22	0,30	0,00	0,75	0,00	0,00	2,71	0,00	0,00	44
Lug	2,64	0,00	0,00	3,07	0,15	0,00	0,88	0,00	0,00	2,05	0,00	0,00	47
Ago	1,76	0,44	0,00	2,05	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	2,79	0,15	0,00	52
Set	2,12	0,76	0,00	0,91	0,15	0,00	0,61	0,00	0,00	2,73	0,00	0,00	64
Ott	4,11	1,93	0,00	1,03	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	2,18	0,13	0,00	45
Nov	3,98	2,24	0,12	1,49	1,00	0,00	0,25	0,00	0,00	2,61	0,87	0,00	46
Dic	2,93	2,08	0,12	1,96	0,86	0,00	0,37	0,00	0,00	2,93	0,49	0,00	56

Tabella 2-34 Andamento del regime anemometrico ore 00:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH06

Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	61,71	12,34	6,69	0,46	2,54	3,34	0,58	0,69	0,00	0,00	1,85	0,69	0,00
Feb	56,01	16,43	7,84	0,13	3,29	4,55	0,25	0,38	0,25	0,00	1,14	0,76	0,00
Mar	58,76	16,82	5,41	0,12	4,15	3,46	0,35	0,23	0,00	0,00	0,92	0,46	0,00
Apr	67,61	13,62	3,05	0,35	2,35	2,00	0,00	0,23	0,12	0,00	1,88	0,94	0,00
Mag	72,59	12,68	2,04	0,00	1,36	0,91	0,00	0,11	0,00	0,00	1,25	0,11	0,00
Giu	75,45	12,46	0,72	0,00	1,56	0,12	0,00	0,36	0,12	0,00	0,48	0,24	0,00
Lug	70,06	18,38	1,27	0,00	2,08	0,35	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00
Ago	69,48	18,53	2,38	0,00	2,38	0,24	0,00	0,24	0,00	0,00	0,36	0,24	0,00
Set	71,31	15,95	1,43	0,00	1,67	0,83	0,00	0,24	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00
Ott	66,47	15,32	3,11	0,00	2,76	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,12	0,00
Nov	65,36	13,93	4,88	0,12	1,31	1,79	0,00	0,24	0,00	0,00	1,55	0,83	0,12
Dic	58,71	13,80	7,47	0,23	1,92	3,05	0,79	0,45	0,23	0,00	1,24	0,90	0,11

Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	3,96	2,69	0,00	1,15	0,26	0,00	0,51	0,13	0,00	2,43	0,77	0,00	49
Feb	3,61	2,60	0,14	1,59	0,72	0,00	0,14	0,00	0,14	2,31	0,29	0,00	48
Mar	4,70	2,42	0,13	1,48	0,81	0,00	0,40	0,00	0,00	2,82	0,00	0,00	53
Apr	5,00	1,94	0,00	3,47	0,28	0,14	0,42	0,00	0,00	2,50	0,14	0,00	44
Mag	4,65	0,53	0,00	2,26	0,27	0,00	1,33	0,13	0,00	1,99	0,13	0,00	56
Giu	3,47	0,30	0,00	4,22	0,30	0,00	0,75	0,00	0,00	2,71	0,00	0,00	44
Lug	2,64	0,00	0,00	3,07	0,15	0,00	0,88	0,00	0,00	2,05	0,00	0,00	47
Ago	1,76	0,44	0,00	2,05	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	2,79	0,15	0,00	52
Set	2,12	0,76	0,00	0,91	0,15	0,00	0,61	0,00	0,00	2,73	0,00	0,00	64
Ott	4,11	1,93	0,00	1,03	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	2,18	0,13	0,00	45
Nov	3,98	2,24	0,12	1,49	1,00	0,00	0,25	0,00	0,00	2,61	0,87	0,00	46
Dic	2,93	2,08	0,12	1,96	0,86	0,00	0,37	0,00	0,00	2,93	0,49	0,00	56

HH06

Gen	1,85	2,88	0,00	1,15	0,46	0,12	0,58	0,00	0,00	1,96	0,12	0,00	1,85
Feb	3,16	1,52	0,25	0,76	0,25	0,00	0,25	0,13	0,00	2,40	0,25	0,00	3,16
Mar	2,53	1,73	0,12	1,15	0,23	0,00	0,35	0,00	0,00	2,76	0,46	0,00	2,53
Apr	2,93	1,29	0,00	0,82	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	2,58	0,12	0,00	2,93
Mag	2,94	1,25	0,00	1,13	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	2,83	0,11	0,00	2,94
Giu	3,11	0,24	0,00	1,56	0,12	0,00	0,36	0,00	0,00	3,11	0,00	0,00	3,11
Lug	1,73	0,46	0,12	1,16	0,00	0,00	0,23	0,12	0,00	3,70	0,12	0,00	1,73
Ago	1,19	0,71	0,00	0,48	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	3,33	0,00	0,00	1,19
Set	1,90	0,48	0,00	1,31	0,00	0,00	0,24	0,24	0,00	3,81	0,00	0,00	1,90
Ott	3,69	1,73	0,00	0,58	0,12	0,00	0,23	0,00	0,00	1,84	0,23	0,00	3,69
Nov	2,50	2,62	0,12	0,71	0,36	0,00	0,71	0,24	0,00	2,26	0,36	0,00	2,50
Dic	2,04	3,05	0,23	1,92	0,57	0,00	0,68	0,11	0,00	1,81	0,68	0,00	2,04

Tabella 2-35 Andamento del regime anemometrico ore 06:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH12

Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	54,84	5,30	8,76	0,46	2,76	8,29	0,69	0,46	0,12	0,00	1,73	0,58	0,00
Feb	42,73	6,83	8,09	0,76	3,54	16,31	1,01	1,39	0,00	0,00	2,28	0,88	0,00
Mar	28,88	7,83	6,90	0,69	5,06	13,35	1,38	0,69	0,35	0,00	0,81	0,69	0,00
Apr	18,69	5,96	6,54	0,35	5,02	11,33	0,47	0,58	0,35	0,00	3,15	1,29	0,00
Mag	16,40	7,24	6,45	0,00	5,32	9,05	0,00	1,36	0,23	0,00	2,04	0,79	0,00
Giu	11,75	6,71	3,36	0,12	7,67	5,76	0,00	1,68	0,00	0,00	1,80	0,48	0,00
Lug	11,33	10,06	4,28	0,12	9,36	7,75	0,12	1,39	0,46	0,00	1,16	0,12	0,00
Ago	14,64	10,12	4,40	0,12	7,62	7,86	0,00	0,71	0,24	0,00	1,67	0,36	0,00
Set	23,93	9,40	3,69	0,12	6,90	8,93	0,12	0,83	0,12	0,12	2,62	0,36	0,00
Ott	40,44	9,10	6,34	0,23	4,38	9,33	0,35	0,35	0,12	0,12	2,53	1,15	0,00
Nov	53,21	5,95	8,57	0,71	2,50	6,19	0,60	0,36	0,36	0,00	1,79	0,95	0,12
Dic	54,47	6,60	6,26	0,67	2,01	7,72	1,90	0,67	0,11	0,00	1,23	0,56	0,11
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	3,11	4,72	0,12	2,30	1,15	0,12	0,69	0,69	0,12	2,53	0,46	0,00	-
Feb	2,28	5,06	0,38	2,02	1,26	0,13	1,77	0,63	0,00	2,40	0,25	0,00	-
Mar	6,44	7,25	0,35	8,29	3,11	0,12	3,57	0,81	0,00	2,99	0,46	0,00	-

HH12

Apr	7,36	9,35	0,35	15,19	3,39	0,23	6,19	0,82	0,00	2,69	0,58	0,00	-
Mag	5,54	7,69	0,57	21,15	5,09	0,11	7,81	0,57	0,00	2,49	0,00	0,00	-
Giu	8,27	6,59	0,00	23,50	5,52	0,12	11,03	0,84	0,00	4,08	0,60	0,00	-
Lug	6,36	6,24	0,00	23,70	3,47	0,00	8,90	0,69	0,00	4,28	0,12	0,00	-
Ago	8,93	3,93	0,36	20,60	2,74	0,12	9,52	1,43	0,00	4,29	0,36	0,00	-
Set	8,33	5,71	0,36	15,71	1,55	0,12	7,02	0,24	0,00	3,45	0,24	0,00	-
Ott	5,41	6,22	0,35	5,18	1,96	0,12	3,23	0,46	0,00	2,30	0,12	0,00	-
Nov	2,86	7,02	0,36	1,55	1,79	0,12	1,19	0,48	0,12	2,62	0,60	0,00	-
Dic	2,68	5,82	0,78	2,46	1,23	0,00	0,56	0,34	0,00	3,02	0,78	0,00	-

Tabella 2-36 Andamento del regime anemometrico ore 12:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH18

Mese	Calme	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	51,84	14,63	10,14	0,35	3,92	4,38	0,58	0,58	0,00	0,00	2,07	0,58	0,00
Feb	40,20	14,03	10,62	0,00	7,84	8,98	0,38	1,01	0,00	0,00	1,14	0,13	0,00
Mar	32,95	11,87	6,80	0,00	10,71	10,25	0,58	1,04	0,23	0,00	1,96	0,35	0,00
Apr	28,57	7,61	5,39	0,00	9,95	7,96	0,00	0,70	0,35	0,00	4,45	0,94	0,00
Mag	27,49	7,92	4,07	0,00	11,09	6,11	0,00	0,23	0,00	0,00	3,73	0,57	0,00
Giu	26,16	8,36	2,51	0,00	9,92	3,35	0,00	1,19	0,00	0,00	3,35	0,24	0,00
Lug	22,54	6,94	4,28	0,00	14,80	6,47	0,00	0,92	0,00	0,00	1,39	0,23	0,00
Ago	29,95	7,88	4,53	0,00	14,08	8,00	0,00	0,72	0,48	0,00	2,27	0,84	0,12
Set	40,60	10,60	5,24	0,00	11,90	5,12	0,00	0,60	0,00	0,00	1,19	0,24	0,00
Ott	42,51	17,51	8,06	0,12	7,37	3,23	0,00	0,46	0,00	0,00	1,50	0,35	0,00
Nov	51,13	16,45	8,34	0,12	3,81	2,86	0,00	1,07	0,00	0,00	2,86	1,19	0,00
Dic	52,19	13,13	9,09	0,45	2,92	4,71	0,56	0,22	0,00	0,00	1,68	1,12	0,00
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	4,61	2,42	0,12	0,92	0,23	0,00	0,92	0,12	0,00	1,27	0,35	0,00	-
Feb	6,45	2,28	0,00	2,28	1,64	0,13	1,26	0,13	0,00	1,39	0,13	0,00	-
Mar	6,80	4,49	0,23	6,45	1,50	0,00	2,53	0,35	0,00	0,81	0,12	0,00	-
Apr	8,20	6,32	0,00	9,84	2,93	0,00	4,57	0,82	0,00	1,41	0,00	0,00	-
Mag	7,24	4,52	0,23	12,78	4,07	0,00	7,35	0,68	0,00	1,92	0,00	0,00	-
Giu	7,53	5,38	0,00	13,14	5,73	0,00	9,56	0,72	0,00	2,51	0,36	0,00	-

HH18

Lug	6,47	3,01	0,00	12,95	6,24	0,12	9,48	0,46	0,00	3,35	0,35	0,00	-
Ago	4,42	2,27	0,00	9,79	4,89	0,00	7,16	0,60	0,00	2,03	0,00	0,00	-
Set	7,74	2,14	0,00	7,50	2,38	0,00	2,74	0,24	0,00	1,67	0,12	0,00	-
Ott	8,53	3,11	0,00	3,69	0,58	0,00	0,46	0,12	0,00	2,07	0,23	0,00	-
Nov	4,89	3,46	0,24	0,83	0,36	0,00	0,83	0,00	0,00	1,19	0,36	0,00	-
Dic	4,38	4,83	0,11	1,01	0,56	0,00	0,34	0,00	0,00	1,91	0,79	0,00	-

Tabella 2-37 Andamento del regime anemometrico ore 18:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

I diagrammi seguenti riportano, in funzione delle diverse stagioni e dei diversi orari, le direzioni di provenienza dei venti, espressi in termini percentuali. Al fine di una loro corretta lettura è opportuno specificare come le diverse aree rappresentino la frequenza della direzione del vento osservata in funzione delle classi di intensità, rispettivamente partendo dal margine interno a quello esterno:

- tra 1 e 10 nodi – area in blu;
- tra 10 e 20 nodi – area in rosso;
- superiore a 20 nodi – area in verde.

La frequenza percentuale di ciascuna classe si ottiene sottraendo al valore mostrato nel diagramma, quello riferito all'area più interna. Solo per la prima classe (area in blu) il valore evidenziato sul diagramma anemometrico coincide con la frequenza.

I diagrammi anemometrici sono rappresentati per stagioni considerando:

- la stagione invernale nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio;
- la stagione primaverile nei mesi marzo, aprile e maggio;
- la stagione estiva nei mesi di giugno, luglio e agosto;
- la stagione autunnale nei mesi di settembre, ottobre e novembre.

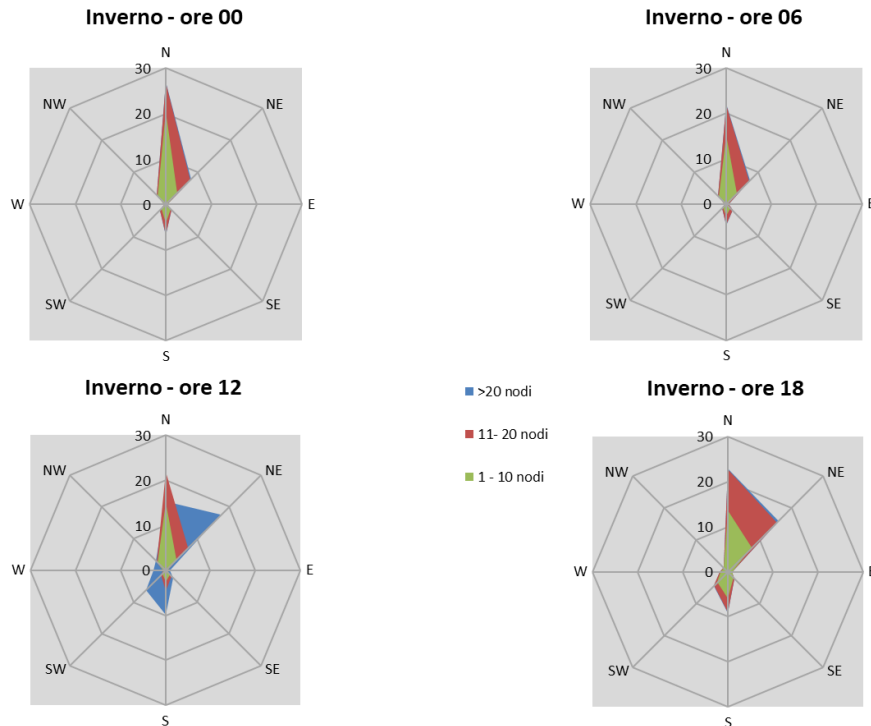


Figura 2-62 Regime anemometrico invernale nelle 4 ore di riferimento (fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di venti con direzione da Nord per tutte le fasce orarie e da NE per le fasce 12:00-18:00 e 18:00-24:00. Le velocità, in termini di nodi, sono concentrate principalmente nella prima classe e seconda classe, ad eccezione della fascia oraria 12:00-18:00 per la quale si assiste ad un importante contributo di venti con velocità maggiori ai 20 nodi.

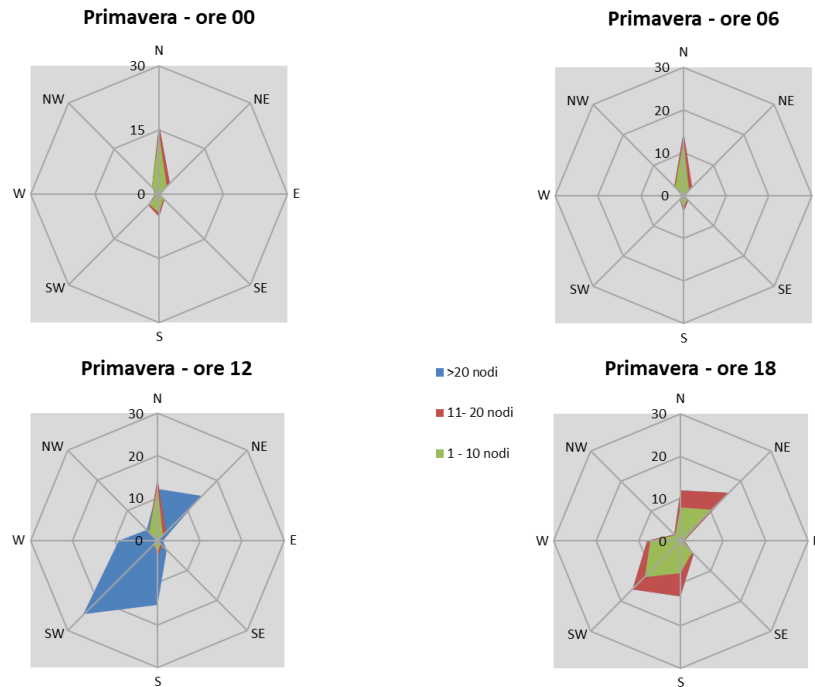


Figura 2-63 Regime anemometrico primaverile nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione dati Atlante Climatico)

La stagione primaverile mostra una prevalenza di venti da Nord nelle prime due fasce orarie della giornata, mentre per le altre due fasce (12:00-18:00 e 18:00-24:00) si assiste ad una marcata presenza di venti provenienti da Nord Est e Sud Ovest. In termini di velocità del vento, le classi dominanti rimangono la prima e la seconda per tutte le ore del giorno, ad eccezione della fascia 12:00-18:00 dove si ha una prevalenza di venti che spirano con velocità superiori ai 20 nodi.

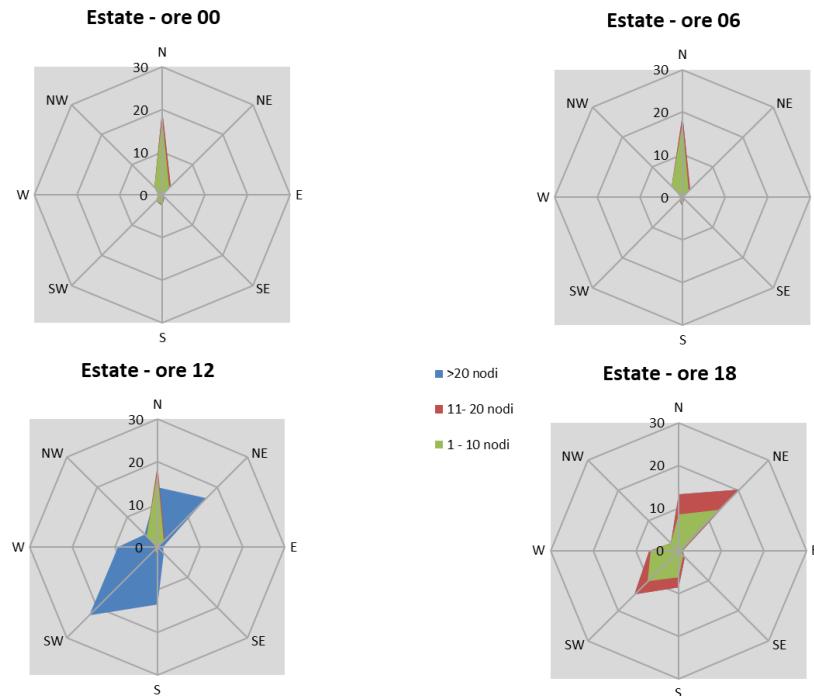


Figura 2-64 Regime anemometrico estivo nelle 4 ore di riferimento (fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Con riferimento alla stagione estiva, si registra una situazione analoga a quella primaverile: prevalenza di venti da Nord nelle prime due fasce orarie della giornata, mentre per le altre due fasce (12:00-18:00 e 18:00-24:00) si assiste ad una marcata presenza di venti provenienti da Nord Est e Sud Ovest. In termini di velocità del vento, le classi dominanti rimangono la prima e la seconda per tutte le ore del giorno, ad eccezione della fascia 12:00-18:00 dove si ha una prevalenza di venti che spirano con velocità superiori ai 20 nodi.

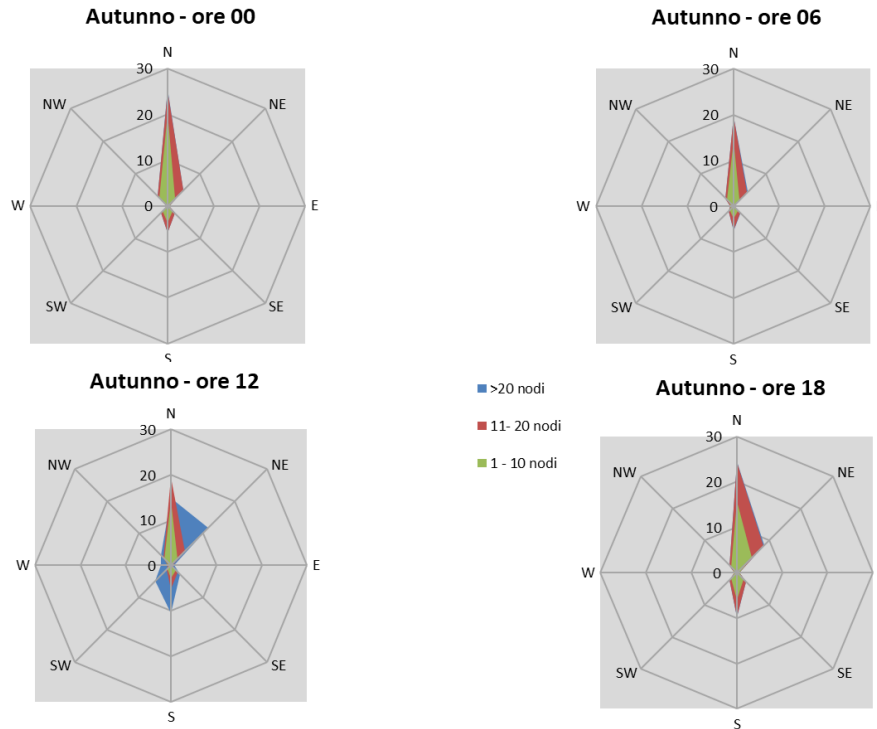


Figura 2-65 Regime anemometrico autunnale nelle 4 ore di riferimento (fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

La stagione autunnale presenta un andamento piuttosto analogo a quella invernale sia in termini di direzione che in termini di intensità del vento.

1.1.1.4 IL DATO ATTUALE: 2021

Descrizione: formato e disponibilità dati

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici da parte dell'Aeronautica Militare.

In particolare, il bollettino METAR, dal quale sono stati ricavati i dati meteorologici dell'area di studio relativi al 2021, rappresenta un messaggio di osservazione in superficie di tipo aeronautico, che viene emesso ogni mezz'ora oppure ogni ora a seconda del servizio della stazione.

Si sottolinea che non sono stati considerati i dati relativi al 2022 in quanto presenti in percentuali minori rispetto a quanto indicato nel documento "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la

simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera" redatto da ARPA Lombardia, secondo il quale la percentuale di dati assenti/invalidi deve essere minore del 20 % sul totale dei dati meteo orari impiegati nelle simulazioni.

I principali parametri meteorologici utilizzati sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi (°C). Affinché la rilevazione sia rappresentativa, i termometri sono ubicati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato (quale manto erboso), protetti da precipitazioni e radiazione incidente in apposita capannina (con apertura a nord), mantenendo libera la circolazione dell'aria. In particolare, per il bollettino METAR la temperatura dell'aria è registrata ogni ora o mezz'ora in °C, approssimata al grado intero.
- **Vento:** le unità di misura adottate per il vento sono: per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, il nodo (KT, corrisponde a 1,852 km/h) e per la direzione di provenienza, il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo. In particolare, per il bollettino METAR vengono rilevate la direzione e l'intensità del vento al suolo; inoltre viene misurata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento (su una media mobile strumentale di 3 secondi) riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità.
- **Pressione:** le unità di misura utilizzate sono l'hectoPascal [hPa] e il millibar [mb], che coincidono numericamente. I barometri sono di tipo a colonna di mercurio oppure a capsule aneroidi (interfacciate da regoli o sensori) ed indicano la pressione misurata al livello della stazione. In particolare, per il bollettino METAR viene fornito in hPa il QNH ovvero la pressione ridotta al livello del mare secondo un'atmosfera standard (ICAO).
- **Visibilità:** la visibilità orizzontale viene stimata empiricamente dall'operatore attraverso l'osservazione di opportuni riferimenti posti a distanza nota sul giro d'orizzonte oppure, e questo solo nei metar, misurata tramite un visibilometro lungo le piste aeroportuali (RVR).

In riferimento alla stazione considerata, che, coerentemente a quella scelta per l'analisi storica, è rappresentata dalla stazione di Perugia, i dati a disposizione hanno un intervallo di mezz'ora, per cui per ogni mese vengono registrati circa 1440 dati.

Al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei parametri meteorologici principali per l'anno di riferimento 2021, per poi successivamente confrontare questi con i dati storici e verificarne la coerenza.

Regime termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla Figura 2-66, si registrano temperature maggiori nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto, con un massimo assoluto di 39 °C nel mese di agosto.

Nei mesi invernali e nei primi giorni di aprile le temperature spesso scendono sotto gli 0 °C, registrando un minimo assoluto pari a -5 °C nel mese di marzo. In generale, la media annua è pari a circa 15°C.

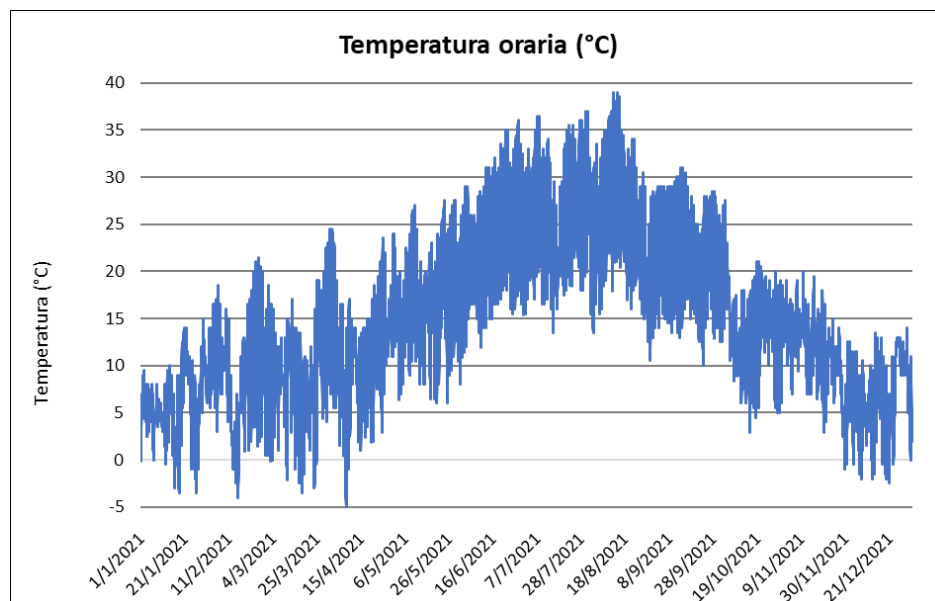


Figura 2-66 Temperatura oraria (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

Regime anemometrico

L'intensità del vento registrata, Figura 2-67, assume dei picchi di valore nei mesi di ottobre che arrivano anche a valori di circa 15 m/s, anche se durante tutto l'anno si mantiene una media assoluta di 3,14 m/s.

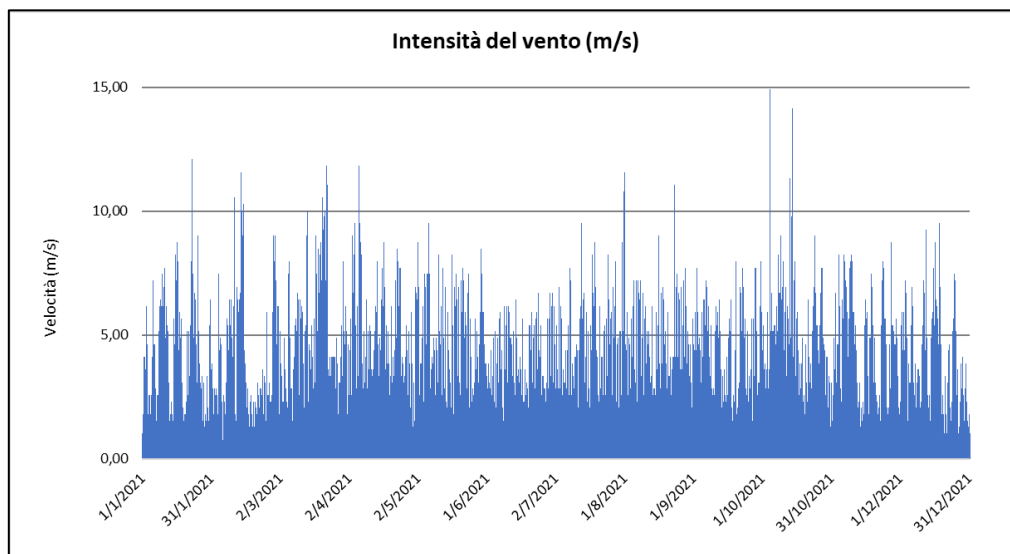


Figura 2-67 Intensità del vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

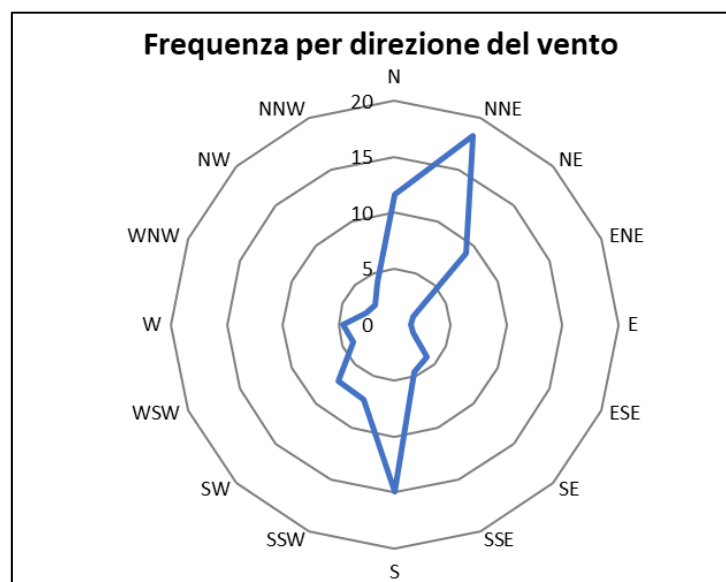


Figura 2-68 Frequenza per direzione di vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 2-68, si nota come le direzioni prevalenti registrate siano NNE, che si verifica in circa il 18% delle ore dell'anno e S (15% delle ore dell'anno).

Nuvolosità

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La Tabella 2-38 descrive nel dettaglio tale parametro.

Aspetto del cielo	Descrizione e intensità
Sereno	copertura 0 ottavi
Poco nuvoloso	copertura 1-2 ottavi
Nuvoloso	copertura 3-5 ottavi
Molto nuvoloso	copertura 6-7 ottavi
Coperto	copertura 8 ottavi

Tabella 2-38 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 2-69, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe di nuvolosità 3 o 4.

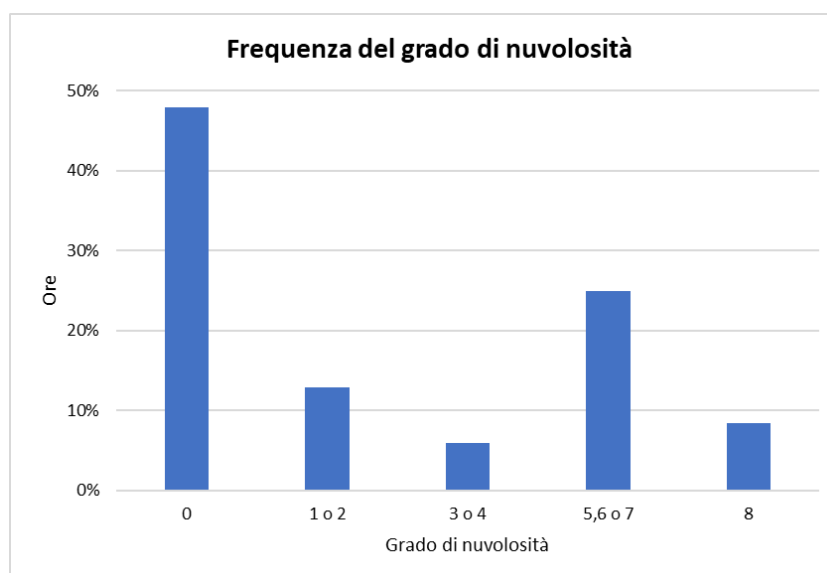


Figura 2-69 Frequenza del grado di nuvolosità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

1.1.1.5 IL CONFRONTO TRA IL DATO STORICO E L'ANNO DI RIFERIMENTO DELLE SIMULAZIONI

Parametri di confronto

Al fine di validare la simulazione che si andrà a condurre, in relazione all'aspetto meteorologico, è opportuno verificare la bontà del dato attuale assunto con la serie storica analizzata. Ciò che si intende valutare, quindi, è la significatività del dato attuale 2021 rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area in cui è localizzata la stazione meteo, prossima al luogo di intervento.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato meteorologico del 2021 sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outliers" rispetto alle condizioni meteo climatiche medie storiche analizzate nella stessa area. Nello specifico verranno, quindi, di seguito, analizzati e confrontati i principali parametri utilizzati nelle simulazioni modellistiche, quali il regime termico ed il regime anemometrico.

Si ricorda che non sono stati considerati i dati relativi al 2022 in quanto presenti in percentuali minori rispetto a quanto indicato nel documento "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera" redatto da ARPA Lombardia, secondo il quale la percentuale di dati assenti/invalidi deve essere minore del 20 % sul totale dei dati meteo orari impiegati nelle simulazioni.

Regime termico

Per quanto riguarda il Regime Termico il confronto è stato effettuato in primis tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 2-70). Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali. Come si evince in figura, la differenza tra le temperature medie è massima nel mese di giugno, dove è pari a circa 4°C, mentre per il resto dei mesi si mantiene compresa entro i 2°C.

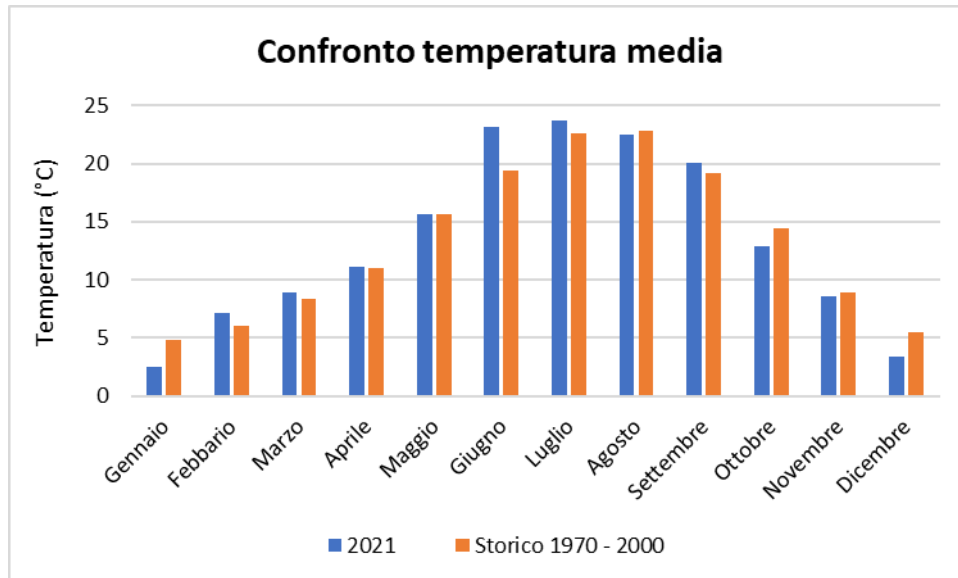


Figura 2-70 Confronto temperatura media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 2-71 e Figura 2-72) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, il trend rimane analogo.

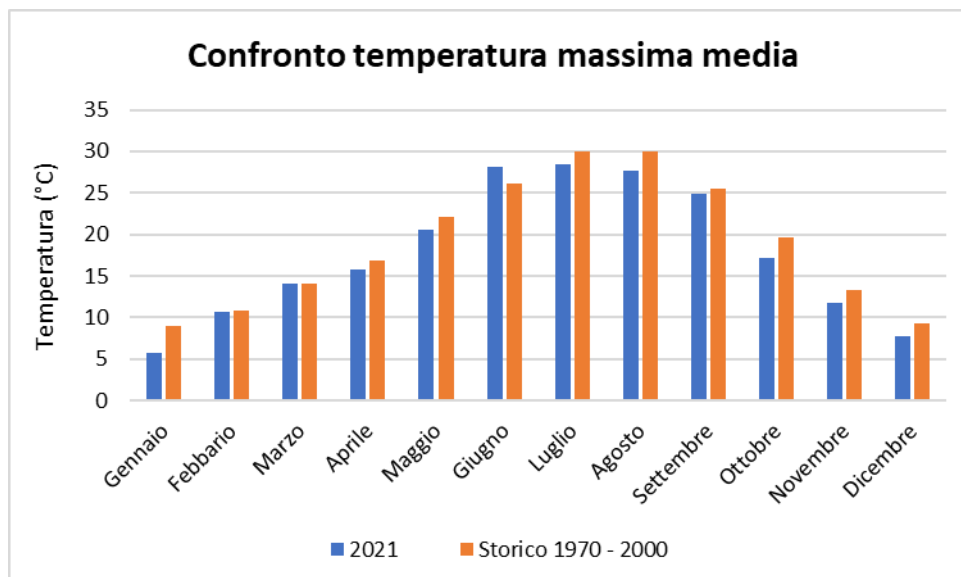


Figura 2-71 Confronto temperatura massima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

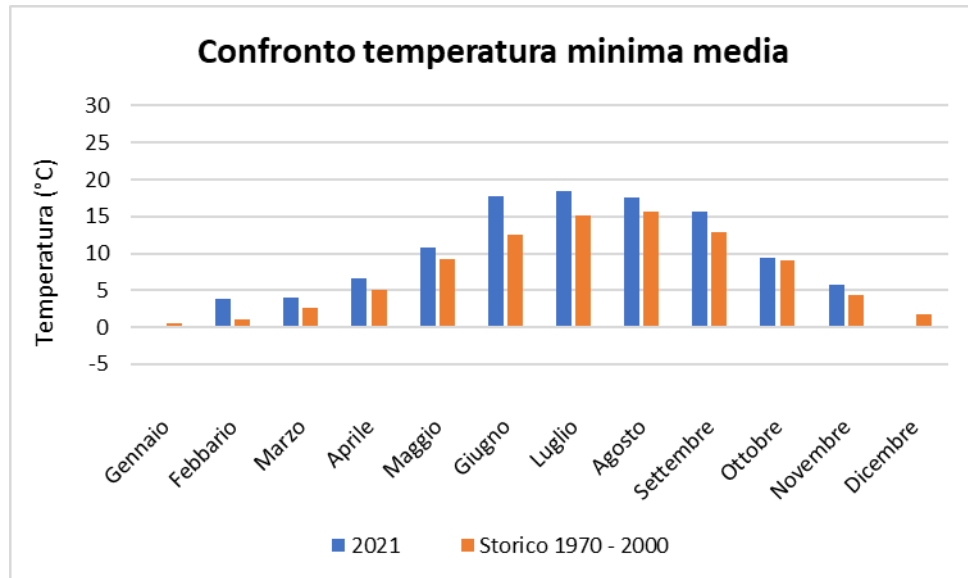


Figura 2-72 Confronto temperatura minima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi. Tale analisi, precedentemente effettuata per le tre decadi, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

Inverno 2021

Direzione	1 ≤ Nodi ≤ 10	11 ≤ Nodi ≤ 20	Nodi > 20
N	18,40	3,68	0,07
NE	12,66	6,50	0,21
E	3,63	0,32	0,00
SE	12,99	0,42	0,00
S	19,93	2,80	0,00
SW	6,99	0,93	0,09
W	5,16	0,21	0,00
NW	4,86	0,14	0,00

Tabella 2-39 Dati anemometrici - Inverno 2021

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento, suddivisi per stagioni. In coerenza a quanto visto per il dato storico, la prima stagione analizzata è la stagione invernale.

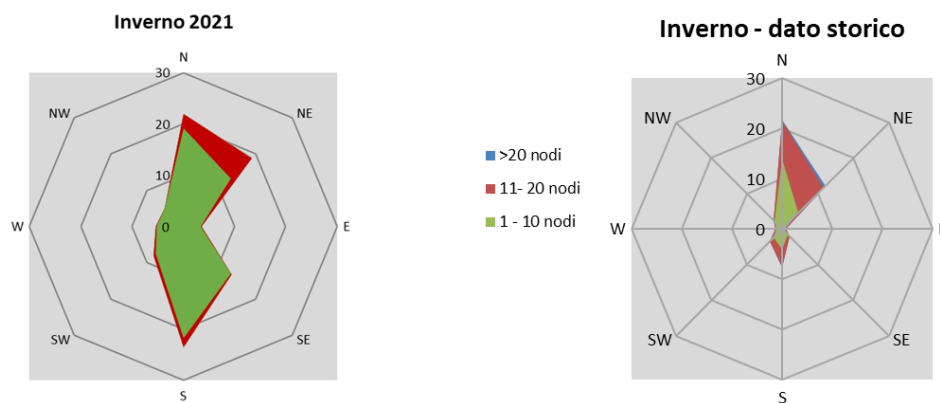


Figura 2-73 Confronto dati anemometrici stagione invernale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

Dal confronto risulta come la direzione principale dei venti sia da Nord-Ovest in entrambi i casi. Per quanto riguarda le velocità dei venti, entrambe le rose dei venti presentano una prevalenza di velocità comprese tra le prime due classi. In linea generale è possibile affermare come vi sia una buona approssimazione del dato attuale rispetto allo storico per la stagione invernale. È bene, però, ricordare come le differenze principali possano essere ricondotte ad una differenza nella modalità di registrazione del dato storico, suddiviso in 8 classi di vento per direzione a differenza del dato attuale suddiviso in 16 classi e ricondotto in back analysis ad 8.

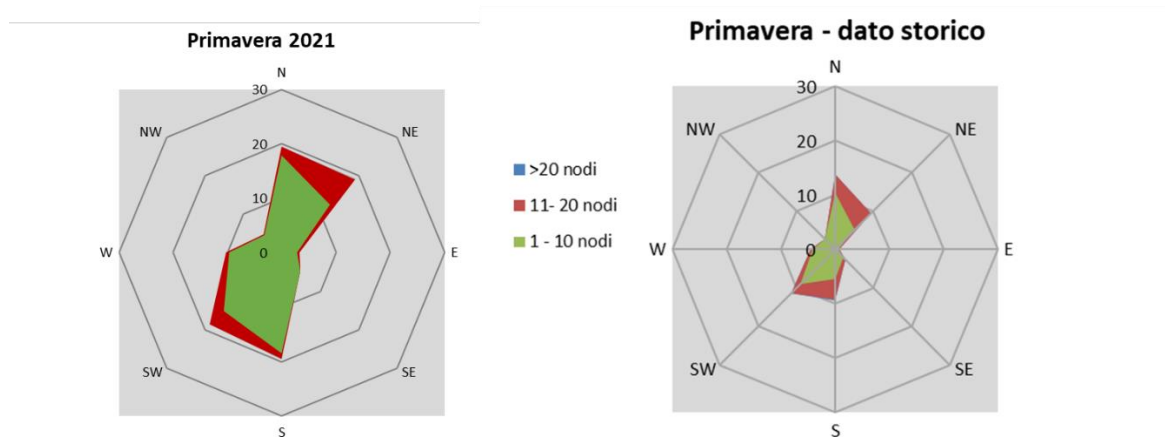


Figura 2-74 Confronto dati anemometrici stagione primaverile (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

Per la stagione primaverile, Figura 2-74, si ha, per entrambi gli archi temporali di riferimento, una buona percentuale di venti provenienti dal primo e dal terzo quadrante, con venti con velocità comprese principalmente tra 1 e 10 nodi. Anche per la stagione primaverile si registra una buona coerenza tra i due dati.

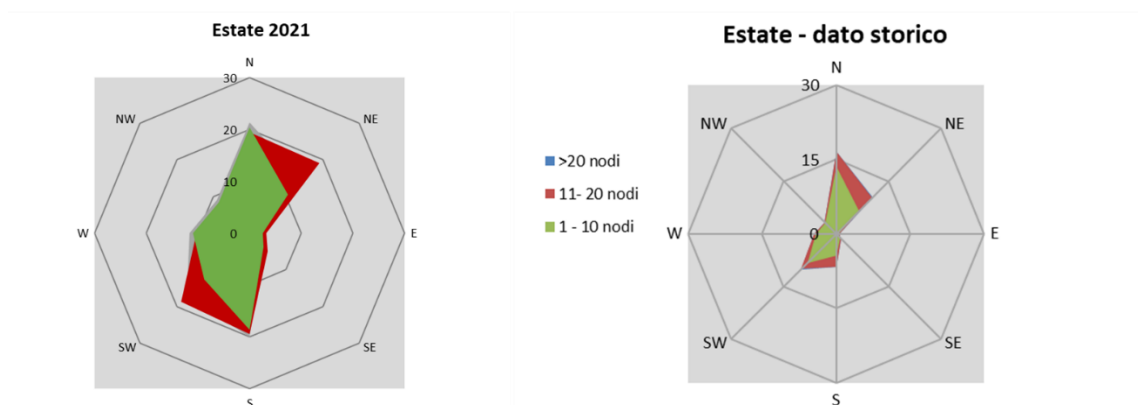


Figura 2-75 Confronto dati anemometrici stagione estiva (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

Anche per la stagione estiva, come già visto per quella primaverile, si può osservare una marcata provenienza di venti che spirano dal primo e terzo quadrante (cfr. Figura 2-75). Con riferimento all'intensità del vento, entrambi i dati (attuale e storico) mostrano un'alta percentuale di dati in classe 1. Coerentemente a quanto

visto per la stagione primaverile, considerando la combinazione direzione ed intensità, è possibile evidenziare una buona corrispondenza tra i due dati.

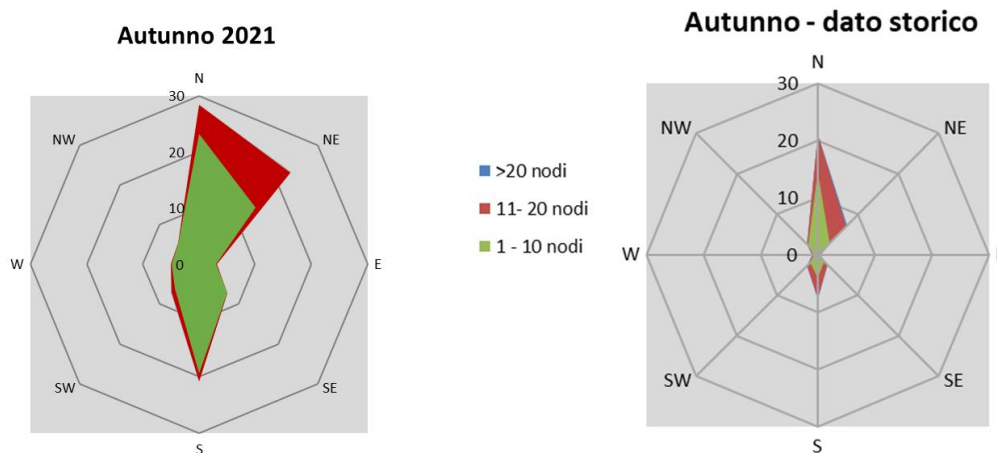


Figura 2-76 Confronto dati anemometrici stagione autunnale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Perugia)

Ultimo confronto ha riguardato la stagione autunnale, così come mostrato in Figura 2-76. Analizzando il dato storico, la componente più marcata risulta essere la Nord per entrambe le rose dei venti, con una differenza per quanto riguarda la direzione sud che è più marcata per quanto riguarda i dati meteo del 2021. Per entrambi i grafici si ha comunque una prevalenza di venti con velocità appartenenti alla prima fascia.

Conclusioni

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto meteorologico, è possibile evidenziare in generale, sia in termini anemometrici che termici, una buona corrispondenza del dato attuale relativo al 2021 con i dati provenienti dalle serie storiche fornite dall'Atlante Climatico per la stessa stazione meteo di riferimento. Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2021, che verrà nel proseguo della trattazione adottato per le simulazioni modellistiche.

3.1.32. Analisi emissiva

Con riferimento all'Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera del 2022, realizzato dall'ISPRA, è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle emissioni in atmosfera per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2020 relativo ai principali inquinanti d'interesse per la componente in esame, ossia gli ossidi di azoto (NOx), il particolato (PM10 e PM2,5) e il monossido di carbonio (CO). Si riportano di seguito le emissioni prodotte dalle macro - attività considerate nell'Inventario Nazionale (Italian Emission Inventory 1990-2020 Informative Inventory Report 2022).

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020

Emissioni di NOx [Gg]

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	457,4	344,3	172,6	117,9	81,3	52,4	45,6	41,6	38,7	34,0
Impianti di combustione non industriale	64,2	65,5	64,8	74,9	85,5	86,2	87,3	86,4	85,9	82,9
Combustione industriale	250,6	182,4	154,0	155,5	99,7	60,2	54,4	53,3	52,2	45,3
Processi produttivi	29,9	31,0	9,2	16,0	10,7	9,5	10,7	10,5	10,5	9,3
Uso di solventi e altri prodotti	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Trasporti stradali	996,1	1039,7	777,3	628,9	422,1	327,6	283,3	286,1	270,9	213,3
Altre fonti mobili e macchine	261,5	258,5	260,1	233,0	183,1	127,3	122,9	129,0	129,8	128,3
Trattamento e smaltimento rifiuti	2,9	3,1	2,6	2,9	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Agricoltura	62,0	64,5	63,7	60,0	49,8	49,8	52,1	51,5	49,4	48,7
TOTALE	2124,7	1988,9	1504,4	1289,0	934,2	718,6	699,4	645,8	639,1	626,7

Tabella 2-40 Emissioni nazionali di NOx (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Emissioni di PM10 [Gg]

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	44,8	39,6	18,4	5,9	2,8	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6
Impianti di combustione non industriale	67,8	71,2	68,6	68,6	123,1	106,8	113,0	95,1	94,0	89,9
Combustione industriale	27,6	25,1	18,6	17,9	12,4	7,7	7,8	8,0	7,3	6,7
Processi produttivi	30,1	29,1	26,0	27,6	20,3	13,7	13,2	13,6	13,6	12,3
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	0,7	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
Uso di solventi e altri prodotti	2,8	2,8	3,8	3,8	3,4	2,6	2,3	2,3	2,2	2,0
Trasporti stradali	58,7	57,6	52,6	46,3	33,3	24,4	20,9	20,4	19,4	15,5
Altre fonti mobili e macchine	31,6	32,1	30,5	25,1	15,9	10,0	9,0	9,0	8,8	8,8
Treatmento e smaltimento rifiuti	5,4	5,6	5,5	5,8	5,3	5,8	6,5	6,3	6,5	6,5
Agricoltura	33,5	34,2	33,0	30,2	22,9	23,1	23,2	23,2	23,2	23,2
TOTALE	302,5	297,4	257,1	231,5	239,8	195,0	196,5	178,4	176,1	165,7

Tabella 2-41 Emissioni nazionali di PM10 (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Emissioni di PM2,5 [Gg]

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	30,1	27,8	12,7	3,7	1,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4
Impianti di combustione non industriale	66,9	70,6	67,9	67,9	121,8	105,6	111,7	94,0	92,8	88,8
Combustione industriale	19,9	18,3	14,0	13,6	9,8	6,3	6,4	6,5	6,1	5,6
Processi produttivi	14,2	13,6	11,5	12,1	9,7	6,9	6,3	6,4	6,3	5,6
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Uso di solventi e altri prodotti	2,7	2,7	3,3	3,2	2,9	2,3	2,1	2,1	2,0	1,8
Trasporti stradali	52,9	51,0	45,5	39,0	26,5	17,5	14,7	13,9	13,5	10,6
Altre fonti mobili e macchine	31,5	32,0	30,4	25,0	15,9	9,7	8,8	8,9	8,8	8,8
Trattamento e smaltimento rifiuti	5,0	5,2	5,2	5,4	4,9	5,5	6,1	6,0	2,5	6,2
Agricoltura	7,1	7,0	6,9	6,5	5,3	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3
TOTALE	230,4	228,2	197,4	176,4	198,6	159,9	162,2	143,7	137,8	133,2

Tabella 2-42 Emissioni nazionali di PM2,5 (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Emissioni di CO [Gg]

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	58,9	54,1	54,4	53,9	34,5	39,9	44,5	39,6	38,6	39,0
Impianti di combustione non industriale	795,1	894	913,1	930,4	1664,9	1395,4	1475,5	1289,1	1267,8	1204,6
Combustione industriale	305,6	410,9	314,6	326	233,6	92,8	81,9	80,8	112,2	87,9
Processi produttivi	223,7	139,8	129,2	143,6	105,0	63,6	71,8	70,8	69,6	60,0
Uso di solventi e altri prodotti	5,1	5,1	5,7	5,3	5,1	4,4	4,3	4,2	4,0	3,9
Trasporti stradali	4874,5	5106,1	2973,8	1681,2	776,3	479,3	403,6	386,5	389,6	294,0
Altre fonti mobili e macchine	480,5	402,5	302,9	263,4	193,9	132,0	118,7	122,9	123,7	126,6
Trattamento e smaltimento rifiuti	40,7	46,9	45,4	50,5	47,2	47,0	46,0	44,3	44,0	44,9
Agricoltura	12,5	12,2	12,1	13,1	12,5	12,7	12,4	12,2	12,0	12,1
TOTALE	6796,5	7071,6	4751,1	3467,4	3073,0	2267,2	2258,6	2050,5	2061,5	1872,8

Tabella 2-43 Emissioni nazionali di CO (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Inventario Regionale delle Emissioni

Con riferimento all'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera della Regione Umbria (IRE) realizzato da ARPA Umbria secondo gli standard indicati a livello nazionale dalla normativa, dall'Istituto Superiore per

la Prevenzione e Ricerca Ambientale (ISPRA) nonché seguendo le metodologie adottate a livello europeo (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook), è stato possibile effettuare l'analisi emissiva del territorio circostante l'area in esame, dapprima a livello regionale e successivamente a livello provinciale. Dall'Inventario sono state considerate le emissioni prodotte nell'anno 2018 (ultimo anno disponibile) dai diversi macrosettori.

Dall'osservazione della Tabella 2-44, a livello regionale si evince che:

per le emissioni di ossidi di azoto (NO_x), queste sono principalmente dovute al macrosettore "Trasporto su strada" per circa il 50% delle emissioni totali di ossidi di azoto;

per il monossido di carbonio (CO), la principale fonte emissiva è rappresentata dal macrosettore "Riscaldamento", responsabile del 70% delle emissioni di CO per l'anno 2018 nella regione Umbria;

per il particolato, la principale fonte emissiva è rappresentata dal macrosettore "Riscaldamento", responsabile di circa il 76% delle emissioni di PM₁₀ e di circa l'88% del PM_{2,5};

le emissioni di benzene (C₆H₆) sono dovute al macrosettore "Riscaldamento" per circa l'89% delle emissioni totali di benzene.

Di seguito si riportano i valori di emissione della Regione Umbria suddivisi per macrosettori.

macrosettore	CO t/anno	NO _x t/anno	PM ₁₀ t/anno	PM _{2,5} t/anno	C ₆ H ₆ t/anno
Combustione nell'industria dell'energia	372,62	478,53	11,26	10,86	0,83
Riscaldamento	38891,5	1336,68	6726,3	6563,6	570,37
Combustione industriale	1981,24	4108,58	21,62	20,64	11,16
Processi senza combustione	1614,15	1471,94	364,69	137,89	4,16
Estrazione e distribuzione dei combustibili fossili	0	0	0	0	0,07
Uso di solventi	1,79	8,97	7,38	7,38	0,01
Trasporti stradali	11580,1	8088,01	581,4	451,43	50,05
Altre sorgenti mobili	211,98	633,82	30,61	30,54	1,69
Trattamento e smaltimento rifiuti	458,06	14,33	40,98	35,55	0,17
Agricoltura	0	0	1035,3	151,63	0,00
Natura	59,97	1,68	7,29	7,29	0,27
TOTALI	55171,3	16142,5	8826,8	7416,8	638,80

Tabella 2-44 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori della Regione Umbria (Fonte: elaborazione dati IRE)

Considerando lo stesso documento sopracitato, è stato possibile effettuare l'analisi emissiva anche a livello provinciale, con specifico riferimento alla Provincia di Perugia da cui si evince che:

- per le emissioni di ossidi di azoto (NOx), queste sono principalmente dovute al macrosettore "Trasporti stradali" per circa il 56% delle emissioni totali di ossidi di azoto;
- per il monossido di carbonio (CO), la principale fonte emissiva è rappresentata dal macrosettore "Riscaldamento", responsabile del 73% delle emissioni di CO per l'anno 2018 nella provincia di Perugia;
- per il particolato la principale fonte emissiva è rappresentata dal macrosettore "Riscaldamento", responsabile di circa il 78% delle emissioni di PM10 e circa l'89% di PM2,5;
- le emissioni di benzene (C6H6) sono dovute al macrosettore "Riscaldamento" per circa il 90% delle emissioni provinciali totali di benzene.

Macrosettore	CO t/anno	NOx t/anno	PM10 t/anno	PM2,5 t/anno	C6H6 t/anno
Combustione nell'industria dell'energia	324,94	241,47	9,62	9,25	0,27
Riscaldamento	29064,52	960,65	5029,33	4907,69	426,52
Combustione industriale	1752,18	2775,97	12,13	11,24	11,07
Processi senza combustione	0,86	2,75	190,92	67,17	0,72
Estrazione e distribuzione dei combustibili fossili	0	0	0	0	0,04
Uso di solventi	0	0	7,38	7,38	0,00
Trasporti stradali	7948,96	5531,56	403,62	312,26	35,96
Altre sorgenti mobili	111,89	318,85	14,7	14,64	0,80
Trattamento e smaltimento rifiuti	365,64	11,71	32,44	28,32	0,16
Agricoltura	0	0	779,84	112,25	0,00
Natura	41,41	1,16	5,03	5,03	0,19
TOTALI	39610,4	9844,12	6485,01	5475,24	475,73

Tabella 2-45 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori della Provincia di Perugia (Fonte: elaborazione dati IRE)

Per il progetto in esame, è possibile far riferimento al macrosettore "Trasporto su strada" che comprende tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli leggeri e pesanti, ai motocicli e agli altri mezzi di trasporto

su strada, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico che quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.

Relativamente agli inquinanti presi come riferimento nell'analisi del fattore ambientale Atmosfera, ossia il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx), il particolato (PM10 e PM2,5) e il benzene (C6H6), di seguito si riportano nel dettaglio le emissioni prodotte dal traffico veicolare nella provincia di Perugia distinte in funzione della categoria di veicolo.

Trasporti stradali	CO t/anno	NOx t/anno	PM10 t/anno	PM2,5 t/anno	C6H6 t/anno
Automobili	4888,99	2895,02	97,41	97,41	19,95
Veicoli leggeri P < 3,5 t	323,7	528,68	38,8	38,8	1,27
Veicoli pesanti P > 3,5 t	554,2	2053,43	63,32	63,32	0,16
Motocicli cc < 50 cm3	57,32	3,22	0,25	0,25	0,52
Motocicli cc > 50 cm3	2124,75	51,21	2,61	2,61	7,93
Emissioni evaporative dai veicoli	0	0	0	0	6,14
Usura freni veicoli stradali	0	0	69,27	27,71	0
Usura gomme veicoli stradali	0	0	68,13	47,69	0
Abrasiono strada veicoli stradali	0	0	63,82	34,46	0
TOTALI	7948,96	5531,56	403,61	312,25	19,95

Tabella 2-46 Emissioni provincia di Perugia 2018 (Fonte: elaborazione dati IRE)

In Tabella 2-47 si riassumono le emissioni complessivamente prodotte dal traffico veicolare nella Regione Umbria e nella Provincia di Perugia (2018).

rasporto su strada	CO t/anno	NOx t/anno	PM10 t/anno	PM2,5 t/anno	C6H6 t/anno
Regione Umbria	11580,1	8088,01	581,4	451,43	50,05
Provincia di Perugia	7948,96	5531,56	403,62	312,26	35,96
Contributo emissivo della Provincia sull'emissione Regionale	68,6%	68,4%	69,4%	69,2%	71,8%

Tabella 2-47 Ripartizione delle emissioni per il macrosettore "Trasporto su strada" (Fonte: elaborazione dati IRE)

3.1.33. Cambiamento climatico e gas serra

1.1.1.6 ASPETTI GENERALI DEL FENOMENO

Per cambiamento climatico (climate change) si intendono i cambiamenti del clima a livello globale. In particolare, la climatologia definisce come cambiamenti climatici le variazioni del clima della Terra (a livello regionale, continentale, emisferica e globale) e storico-temporali (decennale, secolare, millenario e ultramillenario) di uno o più parametri ambientali e climatici nei loro valori medi: temperature (media, massima e minima), precipitazioni, nuvolosità, temperature degli oceani, distribuzione e sviluppo di piante e animali.

Secondo l'UNFCCC (Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico delle Nazioni Unite), il cambiamento climatico si definisce come *"il cambiamento del clima che sia attribuibile direttamente o indirettamente ad attività umane, che alterino la composizione dell'atmosfera planetaria e che si sommino alla naturale variabilità climatica osservata su intervalli di tempo analoghi"*.

L'UNFCCC nella sopra citata definizione introduce il concetto della naturale variabilità climatica, legata ai complessi processi naturali esterni (cicli del sole e dell'orbita terrestre) e interni al pianeta, ma anche quello dell'alterazione della complessa variabilità naturale causata dalle attività umane.

Il clima terrestre è determinato dal bilancio radiativo del pianeta, ovvero dalla quantità di energia entrante e uscente dal sistema Terra, e da interscambi di materia in massima parte interni al sistema Terra. Una buona parte dell'energia del sistema è rappresentata dalla temperatura, mentre la materia scambiata nel sistema terrestre è costituita per lo più dal ciclo dell'acqua. Per questo motivo ogni classificazione climatica, e ogni valutazione della variabilità e del cambiamento del clima, si basa prima di tutto sulle temperature e sulle precipitazioni.

Le principali cause naturali dell'inquinamento atmosferico sono da attribuire nello specifico: alle eruzioni vulcaniche che emettono nell'atmosfera, oltre al vapor d'acqua, diversi gas tra i quali CO₂, HCl, H₂S; agli incendi boschivi che oltre a CO₂ e H₂O riversano nell'atmosfera fumo; agli effetti provocati dall'erosione del vento sulle rocce con formazione di polveri (piogge di sabbia nei deserti); alla decomposizione batterica di vari materiali organici che possono generare sostanze maleodoranti come ammine alifatiche e mercaptani e alle scariche elettriche che avvengono durante i temporali che possono dare origine a ossidi di azoto e di ozono. A queste cause si aggiungono quelle di natura antropica, cioè provocate dalle attività dell'uomo che hanno cambiato nel corso degli anni le capacità termiche dell'atmosfera introducendo fattori che sono stati

capaci di spostare l'equilibrio naturale esistente e le naturali fluttuazioni di questo equilibrio, generando, di fatto, un "effetto serra" aggiuntivo a quello naturale.

I recenti dati riportano che l'aumento della temperatura che si è già verificato, comincia a essere di notevole rilevanza, paragonabile a quello delle più grandi variazioni climatiche della storia della Terra e si sta manifestando con una velocità assolutamente straordinaria.

L'aumento delle temperature comporta effetti già parzialmente in atto come la diminuzione delle precipitazioni annue, gli incendi più estesi, la siccità, il collasso dei ghiacciai, l'aumento del livello del mare, la desertificazione, la diffusione di malattie, il collasso di ecosistemi e le migrazioni di massa. A livello meteorologico, è già in atto il processo di rarefazione delle precipitazioni annue. Ad un aumento di temperatura corrisponde un aumento dell'evaporazione ed una maggiore difficoltà nella trasformazione del vapore acqueo in gocce di pioggia. Questa tendenza è soprattutto comune a tutta la fascia del globo compresa tra l'equatore e i 45 gradi di latitudine circa. Nonostante le precipitazioni annue siano diminuite, paradossalmente, quando piove, piove in modo più intenso. Questo processo determina forti e violente precipitazioni che provocano alluvioni, frane, inondazioni e altri dissesti idrogeologici.

Nell'ultimo secolo, infatti, il livello del mare è aumentato sia a causa dell'espansione termica che dello scioglimento dei ghiacciai continentali e montani. Il continuo aumento del livello dell'acqua comporterà maggiori rischi per i centri abitati in vicinanza delle zone costiere europee del Mediterraneo, mentre nelle zone dell'Atlantico porterà a un aumento dell'intensità degli uragani e si potrebbe verificare una contaminazione delle falde acquifere potabili. Diverse specie animali e vegetali saranno compromesse a causa delle scarse capacità di adattamento al clima e solo una minoranza ne trarrà vantaggi, cioè quelle molto adattabili che non sono a rischio di estinzione. Questo provocherà perdita delle biodiversità esistenti e l'insediamento di nuove, con la formazione di nuovi ecosistemi.

I principali effetti sopra descritti possono essere sinteticamente rappresentati nella figura sottostante.

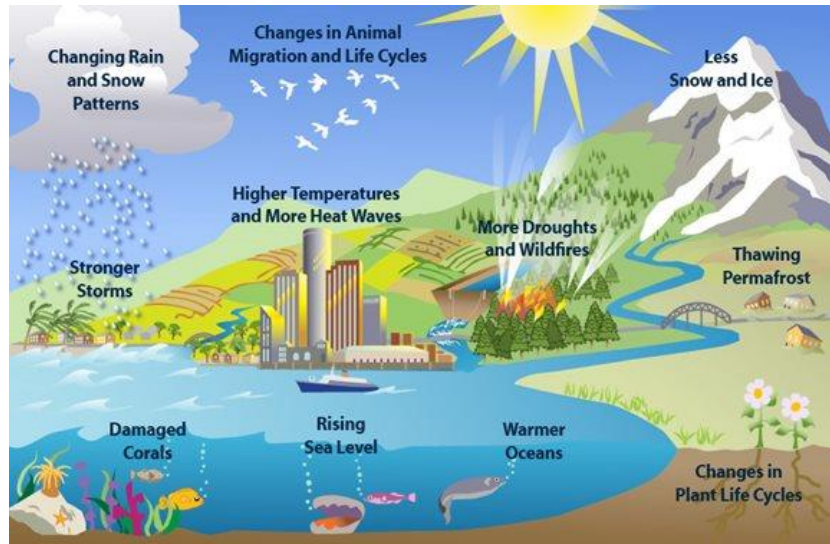


Figura 2-77 Rappresentazione effetti generati dai cambiamenti climatici sull'ambiente

Stante tali considerazioni, è chiaro anche come l'aria e il clima influenzino lo stato di salute di tutti gli esseri viventi. Tra i rischi maggiori previsti c'è la diffusione di malattie infettive, poiché eventuali siccità o inondazioni potrebbero creare le condizioni ideali per il proliferare di parassiti, batteri e virus. Un'aria più pulita ridurrebbe l'incidenza di malattie delle vie respiratorie, del sistema immunitario, cardiocircolatorio e il rischio di ammalarsi di tumore.

Per tali ragioni è sempre più necessario affrontare in maniera efficace il problema in modo da rimediare ai gravi effetti causati dai cambiamenti climatici.

Rispetto alla tematica in esame, i lavori svolti a livello internazionale dall'IPCC insistono nell'affermare che, a fronte delle molteplici azioni oggi intraprese per gestire gli effetti connessi alla variabilità climatica, attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, tali effetti siano comunque inevitabili. Gli studi condotti dall'IPCC evidenziano, inoltre, come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature, le emissioni di CO₂ e il livello dei mari continueranno progressivamente a crescere con impatti negativi su specifiche aree del Pianeta.

La maggior parte degli esperti riconducono il riscaldamento globale, prevalentemente, all'aumento delle concentrazioni di gas a effetto serra, ed in particolare alla CO₂, nell'atmosfera dovuto alle emissioni antropogeniche.

In conformità al Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra sono: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs).

Come affermato dalla Comunità Europea, la CO₂ in particolare è un gas serra prodotto soprattutto dall'attività umana ed è responsabile del 63% del riscaldamento globale causato dall'uomo. La sua concentrazione nell'atmosfera supera attualmente del 40% il livello registrato agli inizi dell'era industriale. L'attività dell'uomo negli ultimi secoli ha, infatti, incrementato l'ammontare di gas serra nell'atmosfera modificando l'equilibrio radiativo e la partizione energetica superficiale.

Di seguito si riportano le principali attività umane che causano l'incremento di emissione di gas serra nell'atmosfera causando a loro volta l'effetto serra ed i cambiamenti climatici.

- Uso di combustibili fossili: la combustione di carbone, petrolio e gas produce anidride carbonica e ossido di azoto.
- Deforestazione: gli alberi aiutano a regolare il clima assorbendo CO₂ dall'atmosfera. Abbattendoli, quest'azione viene a mancare e la CO₂ contenuta nel legno viene rilasciata nell'atmosfera, alimentando in tal modo l'effetto serra.
- Allevamento del bestiame: i bovini e gli ovini producono grandi quantità di metano durante il processo di digestione. Lo sviluppo di allevamenti intensivi causa un forte incremento di gas serra emessi nell'atmosfera.
- Fertilizzanti azotati: i fertilizzanti azotati producono emissioni di ossido di azoto.
- Gas Fluorurati o FGAS: i gas fluorurati causano un potente effetto serra. La legislazione dell'UE ne prevede la graduale eliminazione. Sono usati in impianti fissi di refrigerazione, di condizionamento d'aria e pompe di calore, commutatori di alta tensione, apparecchiature contenenti solventi, impianti fissi di protezione antincendio ed estintori.

1.1.1.7 **NORMATIVA E PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO**

PROTOCOLLO DI KYOTO

Il Protocollo di Kyoto è un accordo internazionale per contrastare il riscaldamento climatico.

Il trattato climatico, di natura volontaria, è stato sottoscritto l'11 dicembre 1997 durante la Conferenza delle parti di Kyoto (la COP3) ma è entrato in vigore solo il 16 febbraio 2005 grazie dalla ratifica del Protocollo da parte della Russia (che era avvenuta nel precedente Novembre 2004).

Infatti, perché il trattato potesse entrare in vigore era necessario che venisse ratificato da non meno di 55 Nazioni, e che queste stesse Nazioni firmatarie complessivamente rappresentassero non meno del 55% delle emissioni serra globali di origine antropica: un obiettivo raggiunto proprio grazie alla sottoscrizione della Russia.

Il Protocollo di Kyoto impegnava i Paesi sottoscrittori (le "Parti") ad una riduzione quantitativa delle proprie emissioni di gas ad effetto serra rispetto ai propri livelli di emissione del 1990 (baseline), in percentuale diversa da Stato a Stato: per fare questo le Parti sono tenute a realizzare un sistema nazionale di monitoraggio delle emissioni ed assorbimenti di gas ad effetto serra (l'"Inventario Nazionale delle emissioni e degli assorbimenti dei gas a effetto serra") da aggiornare annualmente, insieme alla definizione delle misure per la riduzione delle emissioni stesse

I gas climalteranti (GHG - GreenHouse Gases) oggetto degli obiettivi di riduzione sono:

- la CO₂ (anidride carbonica), prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività energetiche e industriali oltre che nei trasporti;
- il CH₄ (metano), prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso;
- l'N₂O (protossido di azoto), prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;
- gli HFC (idrofluorocarburi), impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- i PFC (perfluorocarburi), impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- l'SF₆ (esafluoruro di zolfo), impiegato nelle industrie chimiche e manifatturiere.

ACCORDO DI PARIGI

Nel dicembre 2015, alla conferenza sul clima di Parigi (COP21), 195 paesi hanno adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale. Tale accordo definisce un piano d'azione globale volto a mantenere l'aumento medio della temperatura mondiale ben al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali. Il 5 ottobre l'UE ha formalmente ratificato l'accordo di Parigi, consentendo la sua entrata in vigore il 4 novembre 2016 ed impegnandosi a ridurre le emissioni di gas ad effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 (anno base 1990). Per tale motivo, il quadro legislativo del sistema ETS dell'UE per il prossimo periodo di scambio è stato rivisto all'inizio del 2018, in linea con il quadro delle politiche per il clima e l'energia per il 2030 e come parte del contributo dell'UE all'accordo di Parigi del 2015.

La revisione si incentra sui seguenti aspetti:

- rafforzare l'EU-ETS come stimolo agli investimenti, aumentando il tasso di riduzione delle emissioni al 2,2% annuo a partire dal 2021;
- rafforzare la riserva stabilizzatrice del mercato (il meccanismo istituito dall'UE nel 2015 per ridurre l'eccedenza di quote di emissioni nel mercato del carbonio e migliorare la resilienza dell'EU ETS agli shock futuri);
- proseguire con l'assegnazione gratuita di quote a garanzia della competitività internazionale dei settori industriali esposti al rischio di rilocalizzazione delle emissioni di carbonio (carbon leakage), garantendo al tempo stesso che le regole per determinare l'assegnazione gratuita siano mirate e riflettano il progresso tecnologico;
- aiutare l'industria e il settore energetico a rispondere alle sfide dell'innovazione e degli investimenti richiesti dalla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio attraverso vari meccanismi di finanziamento.

OBIETTIVI DELLA COMMISSIONE EUROPEA DI RIDUZIONE GAS SERRA

L'UE si è prefissa obiettivi per ridurre progressivamente le sue emissioni di gas a effetto serra fino al 2050.

Gli obiettivi fondamentali in materia di clima e di energia sono stabiliti nel:

- Pacchetto per il clima e l'energia 2020,
- Quadro 2030 per il clima e l'energia

Tali obiettivi sono stati definiti per avviare l'UE verso un'economia climaticamente neutra, come indicato nella strategia a lungo termine per il 2050 e proposto nell'ambito della legge sul clima.

L'UE segue i progressi ottenuti nella riduzione delle emissioni grazie a una regolare attività di monitoraggio e di relazione.

L'UE si è posta l'obiettivo di diventare una società resiliente ai cambiamenti climatici entro il 2050 e pienamente adeguata agli impatti che inevitabilmente comporteranno. Il piano per conseguire tale obiettivo è definito nella strategia dell'UE sull'adattamento ai cambiamenti climatici.

Quadro 2030 per il clima e l'energia

Nell'ambito del Green Deal europeo, nel settembre 2020 la Commissione ha proposto di elevare l'obiettivo della riduzione delle emissioni di gas serra per il 2030, compresi emissioni e assorbimenti, ad almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990.

Ha preso in considerazione tutte le azioni necessarie in tutti i settori, compresi un aumento dell'efficienza energetica e dell'energia da fonti rinnovabili, e avvierà il processo per formulare proposte legislative dettagliate nel luglio 2021 al fine di mettere in atto e realizzare questa maggiore ambizione.

Ciò consentirà all'UE di progredire verso un'economia climaticamente neutra e di rispettare gli impegni assunti nel quadro dell'accordo di Parigi aggiornando il suo contributo determinato a livello nazionale

Gli obiettivi chiave per il 2030 sono:

- una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)
- una quota almeno del 32% di energia rinnovabile
- un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

L'obiettivo della riduzione del 40% dei gas serra è attuato mediante il sistema di scambio di quote di emissione dell'UE, il regolamento sulla condivisione degli sforzi con gli obiettivi di riduzione delle emissioni degli Stati membri, e il regolamento sull'uso del suolo, il cambiamento di uso del suolo e la silvicoltura. In tal modo tutti i settori contribuiranno al conseguimento dell'obiettivo del 40% riducendo le emissioni e aumentando gli assorbimenti.

A norma del regolamento sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima, l'UE ha adottato norme integrate per garantire la pianificazione, il monitoraggio e la comunicazione dei progressi compiuti verso il conseguimento dei suoi obiettivi in materia di clima ed energia per il 2030 e degli impegni internazionali assunti nel quadro dell'accordo di Parigi.

Strategia a lungo termine per il 2050

Il 28 novembre 2018 l'UE ha presentato la sua visione strategica a lungo termine per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra entro il 2050.

La strategia evidenzia come l'Europa possa avere un ruolo guida per conseguire un impatto climatico zero, investendo in soluzioni tecnologiche realistiche, coinvolgendo i cittadini e armonizzando gli interventi in

settori fondamentali, quali la politica industriale, la finanza o la ricerca, garantendo nel contempo equità sociale per una transizione giusta.

Facendo seguito agli inviti formulati dal Parlamento europeo e dal Consiglio europeo, la visione della Commissione per un futuro a impatto climatico zero interessa quasi tutte le politiche dell'UE ed è in linea con l'obiettivo dell'accordo di Parigi di mantenere l'aumento della temperatura mondiale ben al di sotto i 2°C e di proseguire gli sforzi per mantenere tale valore a 1,5°C.

NORMATIVA A LIVELLO NAZIONALE

Strategia Energetica Nazionale 2017 (SEN2017)

Con D.M. del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, è stata adottata la Strategia Energetica Nazionale 2017, il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico.

La SEN2017 è il risultato di un processo articolato e condiviso durato un anno che ha coinvolto, sin dalla fase istruttoria, gli organismi pubblici operanti sull'energia, gli operatori delle reti di trasporto di elettricità e gas e qualificati esperti del settore energetico. Nella fase preliminare sono state svolte due audizioni parlamentari, riunioni con i gruppi parlamentari, le Amministrazioni dello Stato e le Regioni. La proposta di Strategia è stata quindi posta in consultazione pubblica per tre mesi, con una ampia partecipazione: oltre 250 tra associazioni, imprese, organismi pubblici, cittadini e esponenti del mondo universitario hanno formulato osservazioni e proposte, per un totale di 838 contributi tematici, presentati nel corso di un'audizione parlamentare dalle Commissioni congiunte Attività produttive e Ambiente della Camera e Industria e Territorio del Senato.

L'Italia ha raggiunto in anticipo gli obiettivi europei, con una penetrazione di rinnovabili del 17,5% sui consumi complessivi al 2015 rispetto al target del 2020 di 17%. Sono stati, inoltre, compiuti importanti progressi tecnologici che offrono nuove possibilità di conciliare contenimento dei prezzi dell'energia e sostenibilità.

La Strategia si pone l'obiettivo di rendere il sistema energetico nazionale più:

- **competitivo:** migliorare la competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti;
- **sostenibile:** raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di de-carbonizzazione definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21;

- sicuro: continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche, rafforzando l'indipendenza energetica dell'Italia.

Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC)

Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 è uno strumento fondamentale che segna l'inizio di un importante cambiamento nella politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Il Piano si struttura in 5 linee d'intervento, che si svilupperanno in maniera integrata: dalla decarbonizzazione all'efficienza e sicurezza energetica, passando attraverso lo sviluppo del mercato interno dell'energia, della ricerca, dell'innovazione e della competitività.

L'obiettivo è quello di realizzare una nuova politica energetica che assicuri la piena sostenibilità ambientale, sociale ed economica del territorio nazionale e accompagni tale transizione.

A dicembre 2018 è stata inviata alla Commissione europea la bozza del Piano, predisposta sulla base di analisi tecniche e scenari evolutivi del settore energetico svolte con il contributo dei principali organismi pubblici operanti sui temi energetici e ambientali (GSE, RSE, Enea, Ispra, Politecnico di Milano).

A giugno 2019 la Commissione europea ha formulato le proprie valutazioni e raccomandazioni sulle proposte di Piano presentate dagli Stati membri dell'Unione, compresa la proposta italiana, valutata, nel complesso, positivamente. Nel corso del 2019, inoltre, è stata svolta un'ampia consultazione pubblica ed è stata eseguita la Valutazione ambientale strategica del Piano.

Infine, il Piano è stato oggetto di proficuo confronto con le Regioni e le Associazioni degli Enti Locali, le quali, il 18 dicembre 2019, hanno infine espresso un parere positivo a seguito del recepimento di diversi e significativi suggerimenti.

Il Ministero dello Sviluppo Economico ha pubblicato il 21 gennaio del 2020 il testo del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, predisposto con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, che recepisce le novità contenute nel Decreto-legge sul Clima nonché quelle sugli investimenti per il Green New Deal previste nella Legge di Bilancio 2020.

Il PNIEC è stato inviato alla Commissione europea in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, completando così il percorso avviato nel dicembre 2018, nel corso del quale, come sopra esposto, il Piano è stato oggetto di un proficuo confronto tra le istituzioni coinvolte, i cittadini e tutti gli stakeholder.

Con il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull’efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell’energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento.

Gli obiettivi del Piano sono:

- a) accelerare il percorso di decarbonizzazione, considerando il 2030 come una tappa intermedia verso una decarbonizzazione profonda del settore energetico entro il 2050 e integrando la variabile ambiente nelle altre politiche pubbliche;
- b) mettere il cittadino e le imprese (in particolare piccole e medie) al centro, in modo che siano protagonisti e beneficiari della trasformazione energetica e non solo soggetti finanziatori delle politiche attive; ciò significa promozione dell’autoconsumo e delle comunità dell’energia rinnovabile, ma anche massima regolazione e massima trasparenza del segmento della vendita, in modo che il consumatore possa trarre benefici da un mercato concorrenziale;
- c) favorire l’evoluzione del sistema energetico, in particolare nel settore elettrico, da un assetto centralizzato a uno distribuito basato prevalentemente sulle fonti rinnovabili;
- d) adottare misure che migliorino la capacità delle stesse rinnovabili di contribuire alla sicurezza e, nel contempo, favorire assetti, infrastrutture e regole di mercato che, a loro volta contribuiscano all’integrazione delle rinnovabili;
- e) continuare a garantire adeguati approvvigionamenti delle fonti convenzionali, perseguendo la sicurezza e la continuità della fornitura, con la consapevolezza del progressivo calo di fabbisogno di tali fonti convenzionali, sia per la crescita delle rinnovabili che per l’efficienza energetica;
- f) promuovere l’efficienza energetica in tutti i settori, come strumento per la tutela dell’ambiente, il miglioramento della sicurezza energetica e la riduzione della spesa energetica per famiglie e imprese;
- g) promuovere l’elettrificazione dei consumi, in particolare nel settore civile e nei trasporti, come strumento per migliorare anche la qualità dell’aria e dell’ambiente;
- h) accompagnare l’evoluzione del sistema energetico con attività di ricerca e innovazione che, in coerenza con gli orientamenti europei e con le necessità della decarbonizzazione profonda, sviluppino soluzioni idonee a promuovere la sostenibilità, la sicurezza, la continuità e l’economicità di forniture basate in modo crescente su energia rinnovabile in tutti i settori d’uso e favoriscano il

riorientamento del sistema produttivo verso processi e prodotti a basso impatto di emissioni di carbonio che trovino opportunità anche nella domanda indotta da altre misure di sostegno;

- i) adottare, anche tenendo conto delle conclusioni del processo di Valutazione Ambientale Strategica e del connesso monitoraggio ambientale, misure e accorgimenti che riducano i potenziali impatti negativi della trasformazione energetica su altri obiettivi parimenti rilevanti, quali la qualità dell'aria e dei corpi idrici, il contenimento del consumo di suolo e la tutela del paesaggio;
- j) continuare il processo di integrazione del sistema energetico nazionale in quello dell'Unione.

Direttiva NEC sui limiti di emissione

Il Decreto Legislativo 30 maggio 2018, n. 81, rappresenta l'attuazione della Direttiva UE 2016/2284.

Si tratta della cosiddetta Direttiva NEC (Nationale Emission Ceiling) concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici.

La finalità è quindi il miglioramento della qualità dell'aria tramite la riduzione delle emissioni per le emissioni atmosferiche antropogeniche degli Stati membri dei seguenti inquinanti:

- biossido di zolfo (SO₂),
- ossidi di azoto (NO_x),
- composti organici volatili non metanici (COVNM),
- ammoniaca (NH₃),
- particolato fine (PM_{2,5})
- altre sostanze inquinanti (metalli pesanti, IPA, Benzo(a)pirene, diossine/furani, ...).

Tale direttiva impone l'elaborazione, l'adozione e l'attuazione di programmi nazionali di controllo e monitoraggio. Come indicato all'art. 1 comma 2 del D. Lgs. 81 del 30/05/2018:

"Il presente decreto è finalizzato a perseguire:

- a) gli obiettivi di qualità dell'aria e un avanzamento verso l'obiettivo a lungo termine di raggiungere livelli di qualità dell'aria in linea con gli orientamenti pubblicati dall'Organizzazione mondiale della sanità;*
- b) gli obiettivi dell'Unione europea in materia di biodiversità e di ecosistemi, in linea con il Settimo programma di azione per l'ambiente;*

- c) *la sinergia tra le politiche in materia di qualità dell'aria e quelle inerenti i settori responsabili di emissioni interessate dagli impegni nazionali di riduzione, comprese le politiche in materia di clima e di energia."*

Decreto-legge n. 111 del 14/10/2019

Considerata l'urgenza e necessità di adottare una politica strategica nazionale che permetta di fronteggiare l'emergenza climatica e tenuto conto dei lavori svolti a livello internazionale dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), che evidenziano come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature e le emissioni di CO₂ continueranno progressivamente a crescere il 14 ottobre 2019 è stato emanato il Decreto Legge n. 111 "Misure urgenti per il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria e proroga del termine di cui all'articolo 48, commi 11 e 13, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229. (19G00125) (GU Serie Generale n.241 del 14-10-2019).

1.1.1.8 EMISSIONI DI GAS SERRA

Livello nazionale

L'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, è responsabile della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni di gas serra, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati. L'inventario viene correntemente utilizzato per verificare il rispetto degli impegni che l'Italia ha assunto a livello internazionale nell'ambito della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici.

Nel caso in esame attraverso i dati forniti dall'ISPRA sulle emissioni, è stato possibile ricavare le emissioni dei gas ad effetto serra, ed in particolare di CO₂, generate dal trasporto stradale sul territorio nazionale.

Il documento preso come riferimento, fornito dall'ISPRA è il "National Inventory Report 2022", dal quale è stato possibile individuare i valori medi annui delle emissioni di gas serra, espressi come CO₂ equivalente, generate dal settore "Trasporto stradale" dal 1990 al 2020.

Inventario Nazionale Italiano Emissioni dei Gas Serra 1990-2020

Emissioni di gas serra [kt CO₂ equivalente]

Gas serra	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO ₂	92332	103532	111524	117112	104659	98347	96863	92744	95773	96604	77832
CH ₄	867	976	730	470	279	208	194	182	180	18	148
N ₂ O	838	1612	1488	1025	944	891	894	865	891	900	737
Totale	94037	106120	113743	118607	105881	99445	97952	93791	96844	97690	78717

Tabella 2-48 Emissioni nazionali di CO₂ equivalente nel settore dei trasporti stradali (Fonte: Inventario nazionale delle emissioni di gas serra 2022 - ISPRA)

Livello regionale

Per analizzare i valori di emissione a livello regionale si è fatto riferimento ai dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera fornito da ARPA Umbria relativo al 2018 (ultimo anno disponibile). I valori di emissione di CO₂ e CH₄ registrati a livello regionale, suddivisi per macrosettore, sono riportati nella seguente tabella.

Macrosettori	CO ₂ (t/anno)	CH ₄ (t/anno)
Combustione nell'industria dell'energia	503986	121
Riscaldamento	2099322	10581
Combustione industriale	1527834	107
Processi senza combustione	869566	20
Estrazione e distribuzione dei combustibili fossili	88	4557
Uso di solventi	0	0
Trasporti stradali	1980014	152

Macrosettori	CO ₂ (t/anno)	CH ₄ (t/anno)
Altre sorgenti mobili	55650	3
Trattamento e smaltimento rifiuti	1483	9042
Agricoltura	0	8623
Natura	879	3
Totale	7038822	33209

Tabella 2-49 Emissioni annue di gas serra per macrosettore, Regione Umbria (Fonte elaborazione dati Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera – ARPA Umbria 2018)

3.1.34. Analisi della qualità dell'aria

1.1.1.9 LA PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il Consiglio Regionale della Regione Umbria ha approvato in data 9 febbraio 2005 con Delibera n.466 il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria (PRMQA), strumento di pianificazione a livello Regionale per la definizione delle miglior strategie volte a ridurre e migliorare i livelli di qualità dell'aria. L'ultimo aggiornamento del piano è stato approvato nel dicembre 2013 tramite deliberazione dell'Assemblea Legislativa del 17 dicembre 2013, n.296 e pubblicato nel B.U.R. della Regione Umbria del 5 febbraio 2014.

Il Piano prefigge come priorità riduzione delle concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) nell'area urbana di Perugia e Terni, di polveri fini (PM₁₀) nell'area urbana di Perugia, Terni e Foligno, dei livelli di benzo[a]pirene a Terni, attuando diverse tipologie di azione.

Le misure tecniche di base, definite "pacchetto minimo", rappresentano la condizione base per il raggiungimento dell'obiettivo del non superamento dei limiti di concentrazione di polveri fini e biossido di azoto stabiliti dalla normativa e si possono così riepilogare:

- **Traffico.** Il Piano si pone l'obiettivo di ridurre ogni cinque anni del 6% dei veicoli che circolano in città nelle aree urbane di Perugia, Corciano, Terni e Foligno. Una ulteriore misura, che riguarda i comuni di Perugia, Assisi, Bastia Umbra, Foligno, Bettona, Spello, Cannara, Bevagna, Spoleto e Trevi, prevede la riduzione del 15% del traffico nella valle umbra tramite il potenziamento del trasporto di passeggeri su ferrovia nella linea Perugia, Foligno, Spoleto aumentando, fino al 2020, del 20% la quota di spostamento passeggeri.

- **Traffico pesante.** Nelle aree urbane di Perugia, Corciano, Foligno e Terni è prevista la chiusura al traffico pesante (maggiore a 35 quintali) con una riduzione del 70% al 2015 e del 100% al 2020 e le emissioni spostate sull'extraurbano diminuite per via del cambio di velocità media.
- **Pulizia strade.** Nei Comuni in cui si è registrato il maggior numero di superamenti di concentrazione in atmosfera di polveri fini (Perugia, Foligno e Terni) che sulla base di studi specifici risultano dovute in parte, secondo importanti percentuali, al risollevarimento delle polveri da traffico, sono previste misure riguardanti la pulizia delle strade.
- **Riscaldamento.** Per ridurre le emissioni dovute alla combustione della legna, che contribuisce al superamento delle polveri fini nel periodo invernale nei comuni di Perugia, Corciano, Foligno e Terni, il Piano prevede misure che sostengono la progressiva sostituzione di caminetti e stufe tradizionali con sistemi ad alta efficienza, con l'obiettivo di ammodernare il 60% degli impianti entro il 2015 e l'80% entro il 2020. Nella Valle umbra e nella Conca ternana, si ipotizza una riduzione del 20% ogni 5 anni in favore dei sistemi ad alta efficienza.

Una delle prime azioni individuata dal Decreto Legislativo n. 155/2010 è la zonizzazione o meglio il suo riesame in caso di variazione dei presupposti su cui è basata ai sensi delle nuove indicazioni normative. Il decreto prevede inoltre che la classificazione delle zone e degli agglomerati sia riesaminata almeno ogni cinque anni.

L'articolo 3 dello stesso decreto stabilisce che alla zonizzazione provvedono le Regioni sulla base dei criteri indicati nell'Appendice I al decreto stesso. Secondo la norma, il processo di zonizzazione presuppone l'analisi delle caratteristiche orografiche e meteo-climatiche, del carico emissivo e del grado di urbanizzazione del territorio al fine di individuare le aree omogenee in cui una o più di tali caratteristiche sono predominanti nel determinare i livelli degli inquinanti. Il progetto di zonizzazione è stato adottato con Delibera di Giunta Regionale n. 488 del 16 maggio 2011 e qui si richiama nei suoi risultati.

Nello specifico, la zonizzazione della Regione Umbria prevede la divisione del territorio regionale in tre aree omogenee:

- Zona collinare e montuosa (IT1006), in cui ricade l'area di intervento, è la zona omogenea più estesa del territorio regionale, caratterizzata da una bassa densità abitativa e da un relativo carico emissivo; le emissioni per questa zona sono mediamente inferiori a quelle delle altre zone più urbanizzate, comunque generalmente concentrate in centri abitati di piccola e media grandezza ed in alcune

limitate aree industriali. In questa zona si distingue un centro abitato (Gubbio) che mostra termini di disomogeneità rispetto al resto della zona omogenea, sia per le emissioni di tipo industriale presenti nell'area comunale che per le emissioni antropiche.;

- Zona di valle (IT1007), costituita dalle valli occupate nel pliocene dal vecchio Lago Tiberino, è caratterizzata dalla maggiore densità abitativa e dalle maggiori pressioni in termini emissivi derivanti prevalentemente dal sistema della mobilità pubblica e privata, dal riscaldamento degli edifici e da alcuni contributi industriali di particolare rilevanza. Sono compresi nella zona il Capoluogo di regione (Perugia) ed i maggiori centri urbani delle valli (Bastia Umbra, Foligno, Città di Castello, Marsciano, Todi, Spoleto). La zona comprende anche l'area dell'orvietano la cui principale pressione emissiva è rappresentata dall'autostrada A1.
- Zona della Conca Ternana (IT1008), costituita da una particolare valle, circondata da rilievi montuosi, caratterizzata sia dalle pressioni dovute alla densità abitativa, trasporto e riscaldamento degli edifici, sia da pressioni in termini emissivi dovute al polo industriale Terni-Narni. In considerazione delle caratteristiche orografiche e meteo climatiche in questa zona sono particolarmente omogenei i livelli di concentrazione degli inquinanti, specialmente per le polveri fini nel periodo invernale.

Zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria-ambiente

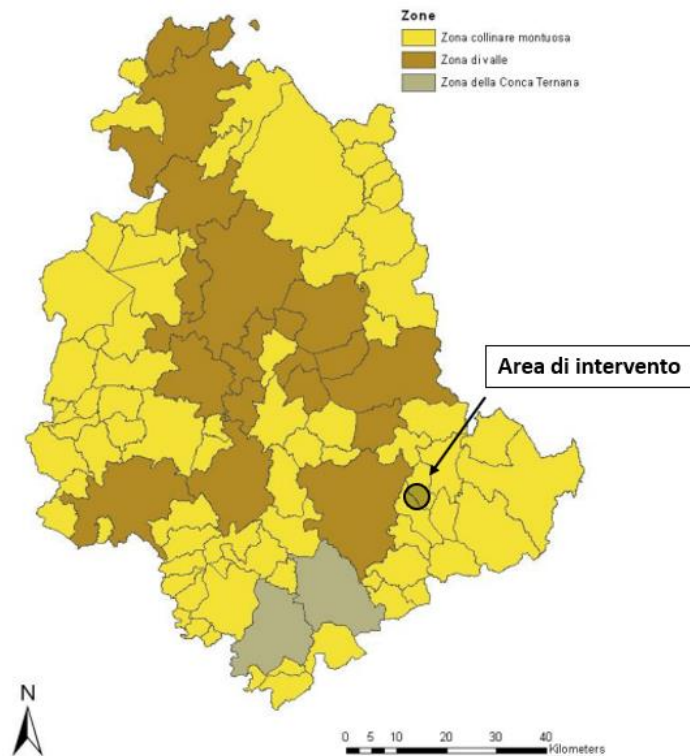


Figura 2-78 Zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente (Fonte: Piano Regionale per la Qualità dell'Aria)

1.1.1.10 LA RETE DI MONITORAGGIO E LE CENTRALINE DI RIFERIMENTO

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria nel 2013 è stata aggiornata in base alle indicazioni del D.Lgs. n. 155/10 sia in termini di strumentazione sia in punti di misura. Le stazioni della rete sono localizzate nelle aree più urbanizzate e/o industrializzate della regione.

Località	Nome Stazione	Tipo stazione	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	NO ₂	CO	C ₆ H ₆	Pb Ni Cd As	B(a)P
Perugia	Fontivegge	Urbana/Traffico		SI	SI		SI	SI	SI		
Perugia	Ponte San Giovanni	Urbana/Traffico		SI	SI		SI				
Foligno	Porta Romana	Urbana/Traffico		SI	SI		SI	SI	SI		SI
Terni	Carrara	Urbana/Traffico		SI	SI		SI	SI	SI	SI	SI
Terni	Le Grazie ^(*)	Urbana/Traffico-Industriale		SI	SI	SI	SI			SI	SI
Perugia	Parco Cortonese	Urbana/Fondo	SI	SI	SI	SI	SI			SI	SI
Gubbio	Piazza 40 martiri	Urbana / Fondo		SI	SI	SI	SI	SI	SI ⁽⁺⁾	SI	SI
Città di Castello	C Castello ^(*)	Urbana/Fondo		SI	SI		SI		SI ⁽⁺⁾		SI
Spoletto	Piazza Vittoria	Urbana/Fondo		SI	SI		SI	SI	SI		
Terni	Borgo Rivo	Urbana/Fondo		SI	SI	SI	SI		SI ⁽⁺⁾	SI	SI
Amelia	Amelia ^(*)	Urbana/Fondo		SI	SI	SI	SI				
Magione	Magione ^(*)	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI		SI ⁽⁺⁾		
Narni	Narni Scalo ^(*)	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Orvieto	Ciconia2 ^(*)	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI		SI ⁽⁺⁾		
Torgiano	Brufa	Rurale/Fondo		SI	SI	SI	SI		SI ⁽⁺⁾		
Giano dell'Umbria	M Martani	Rurale/Fondo		SI	SI		SI				
Gubbio	Ghigiano	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Gubbio	Semonte Alta ^(*)	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Gubbio	Via L. Da Vinci	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				SI
Gubbio	Padule	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Spoletto	S. Martino in Trignano	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI					SI	SI
Spoletto	Madonna di Lugo	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Terni	Prisciano ^(**)	Suburbana/Industriale		SI	SI		SI			SI	SI
Terni	Maratta ^(***)	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI	SI		SI	SI

^(*) Le stazioni di Città di Castello e Magione sono state attivate a fine 2012, mentre le stazioni Amelia e Ciconia2 sono state attivate a fine 2013

^(**) Le stazioni Narni Scalo e Semonte Alta sono state riposizionata nel febbraio 2013, la stazione di Le Grazie nel novembre 2014.

^(***) La stazione di Prisciano è stata attivata ad agosto 2014 mentre Maratta a dicembre 2014

⁽⁺⁾ Misure effettuate con campionamento diffuso su assorbente solido e analisi offline

Figura 2-79 Stazione fisse di monitoraggio della qualità dell'aria (Fonte: "Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Anno 2021")

In Figura 2-79 è riportato l'elenco delle stazioni fisse di monitoraggio presenti sul territorio regionale, classificate per tipologia e inquinante monitorato. La localizzazione di tali centraline è mostrata in Figura 2-80.

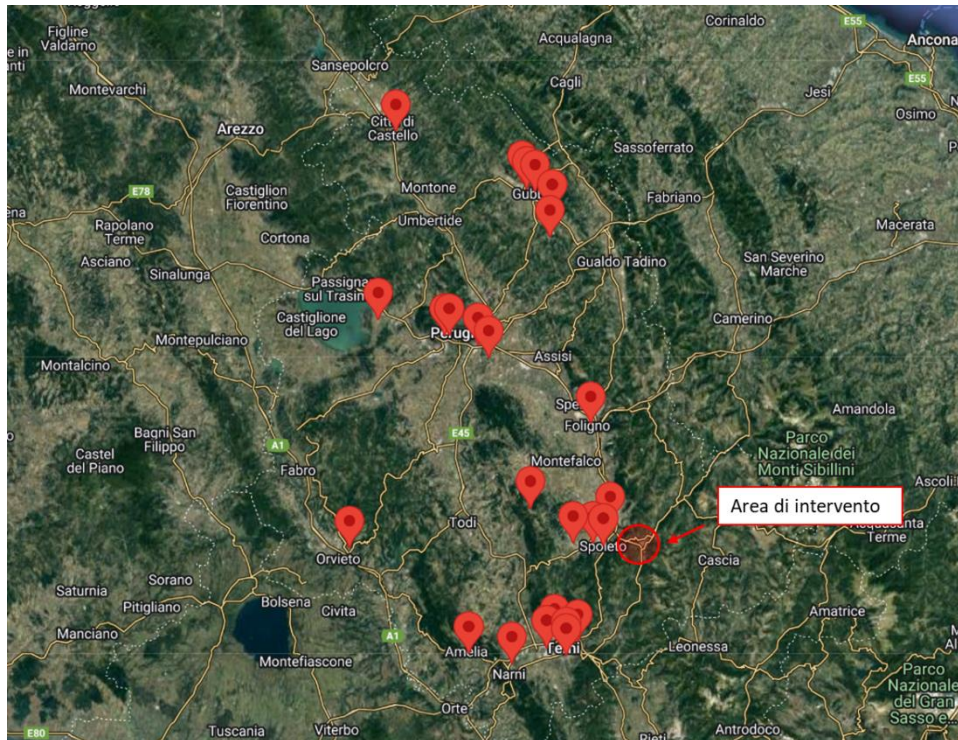


Figura 2-80 Localizzazione delle centraline per il rilevamento della qualità dell'aria nella Regione Umbria (Fonte: ARPA Umbria)

Relativamente all'area di studio del presente SIA, a valle di una prima analisi delle centraline presenti in prossimità dell'area di intervento, sono state scelte come centraline di riferimento quelle più vicine all'area di intervento:

- per PM₁₀, PM_{2,5}, NO_x e NO₂: la centralina di Spoleto – Madonna di Lugo, distante circa 8 km dall'area di interesse, caratterizzata come "suburbana industriale";
- per CO e C₆H₆ (in quanto non monitorati dalla precedente centralina): la centralina di Spoleto – Piazza Vittoria, distante circa 9 km dall'area di intervento, caratterizzata come di "fondo urbana".

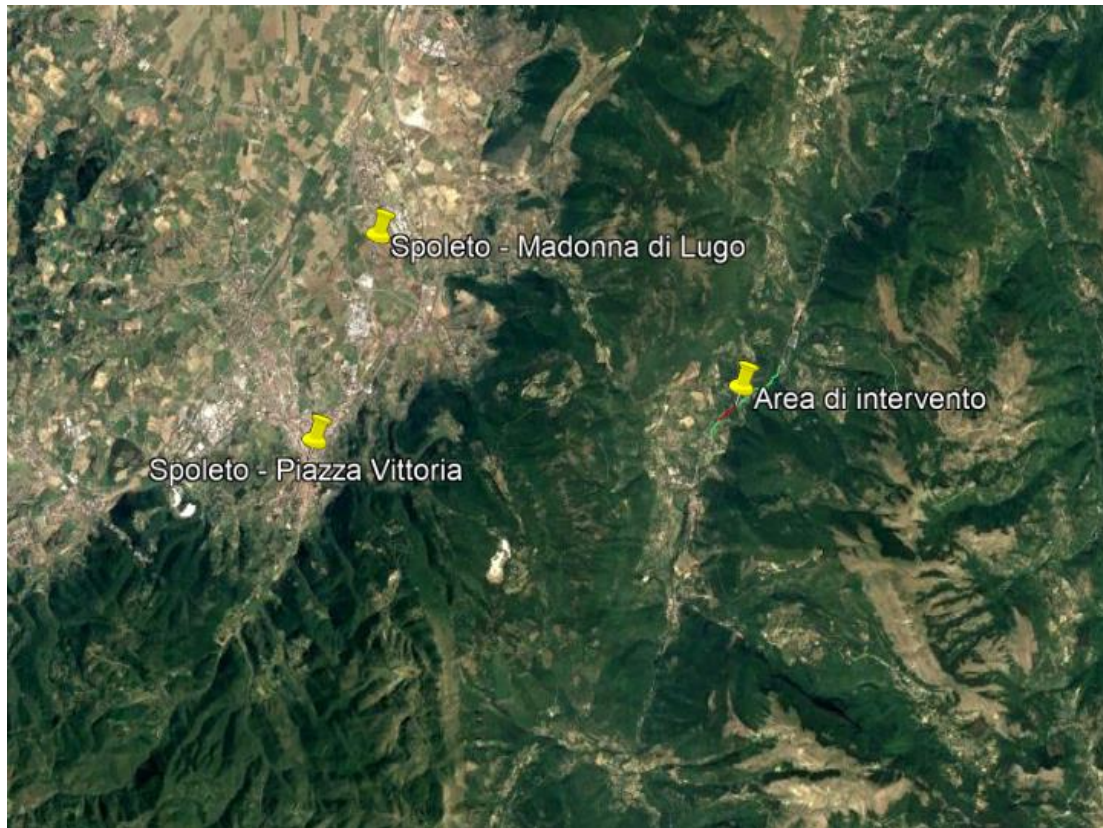


Figura 2-81 Localizzazione delle centraline di riferimento rispetto all'area di intervento

È bene sottolineare, come si evince anche dalla figura appena riportata, come il contesto territoriale in cui si inseriscono tali centraline non sia effettivamente lo stesso presente nell'intorno dell'area di intervento. Ciononostante, si può affermare che i valori di concentrazione registrati dalle centraline sono sicuramente superiori alle concentrazioni misurabili nell'area di intervento. Pertanto, sulla base di tali considerazioni, la scelta delle centraline risulta essere sicuramente maggiormente cautelativa rispetto all'ipotesi di considerare una centralina più distante dall'area di intervento caratterizzata da un contesto territoriale circostante più simile a quest'ultima.

Di seguito viene riportata un'analisi storica dei valori di concentrazione registrati dalle centraline di riferimento per il periodo 2018-2022.

3.1.35. Analisi degli inquinanti monitorati

1.1.1.11 OSSIDI E BISSIDI DI AZOTO

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂).

Durante le combustioni l'azoto molecolare (N₂) presente nell'aria, che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto (NO). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di azoto (NO₂), che è quindi un inquinante secondario, poiché non viene emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario" ciò significa che si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti.

L'ossido di azoto (NO), anche chiamato ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore con una tossicità limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo - rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto all'elevata presenza di questo gas. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi tra cui l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso e gli alchilnitrati. Da notare che gli NO_x vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente bassa. A causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido.

Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, di bronchiti croniche, di asma e di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica riduzione delle difese polmonari, con conseguente aumento di rischio di infezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, mentre lunghi periodi possono causare la senescenza e la caduta delle foglie più giovani.

Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Inoltre, l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Si stima infine che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscono per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato, in molti casi irreversibile.

Concentrazioni di NO_x

Tramite i dati registrati dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo è stato possibile analizzare l'evoluzione negli anni dell'inquinante NO_x, in particolare è stato preso in considerazione un intervallo temporale di 5 anni, dal 2018 al 2022. Nella Tabella 2-50 sono riportati tutti i valori calcolati per l'NO_x negli anni disponibili.

NO_x

Anno	2018	2019	2020	2021	2022
Concentrazione media annua (µg/m ³)	-	-	-	13	15

Tabella 2-50 Concentrazione media annua di NO_x registrati dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo (µg/m³) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

Come si può osservare nella precedente tabella, il limite annuo per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m³, non è mai stato superato negli anni analizzati.

Concentrazioni di NO₂

I soli NO_x, tuttavia, non forniscono dati sufficienti ad un'analisi completa del territorio e soprattutto non verificano i limiti normativi per la protezione della salute umana. Pertanto, è stato condotto uno studio analogo anche sul Biossido di Azoto NO₂. In Tabella 2-51 sono state riportate le concentrazioni medie annue di NO₂ registrate dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo nel periodo di riferimento (2018-2022).

NO₂

Anno	2018	2019	2020	2021	2022
Concentrazione media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32	17	11	9	10
N° superamenti del limite orario	0	0	0	0	0

Tabella 2-51 Concentrazione media annua e numero di superamenti del limite orario di NO₂ registrati dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

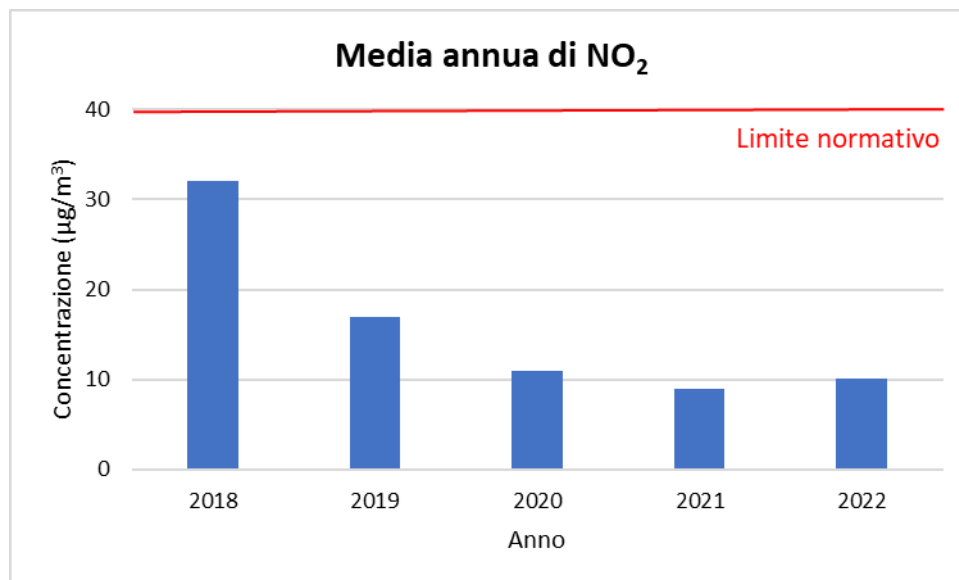


Figura 2-82 Concentrazione media annua di NO₂ registrata dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

Dalla tabella e figura precedenti si può notare come il limite annuo pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, non è mai stato superato negli anni analizzati.

Inoltre, il trend descritto negli anni evidenzia un leggero miglioramento dei livelli di qualità dell'aria per il biossido di azoto, passando dai $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2018 ai $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2022.

Per quanto riguarda invece le concentrazioni orarie registrate dalla centralina, non si registrano per nessun anno indagato superamenti del limite normativo di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Relazione NOx - NO₂

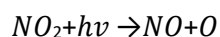
Il dato di partenza delle analisi, con particolare riferimento a quanto calcolato attraverso i modelli di analisi diffusionale degli inquinati, è relativo agli ossidi di azoto NOx. Con tale termine generalmente vengono indicate le due componenti più importanti, ovvero l'ossido di azoto NO ed il biossido di azoto NO₂.

Tali ossidi sono prodotti dal processo di combustione e dipendono fortemente dalla temperatura e dalla presenza di ossigeno durante la combustione. In termini generali la produzione primaria di ossidi di azoto da combustione è perlopiù composta da ossido di azoto (90%) e solo da una quota parte di biossido di azoto (10%). Tuttavia, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto nei processi di combustione si può convertire in NO₂, costituendo così una produzione secondaria di biossido di azoto, nonché producendo ozono.

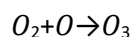
L'insieme di reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico.

Tale ciclo può essere schematizzato dalle seguenti reazioni.

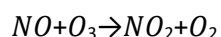
L'NO₂ prodotto nelle ore diurne assorbe energia dalle radiazioni UV, scindendosi in una molecola di NO ed in atomi di ossigeno reattivi:



Gli atomi di ossigeno altamente reattivi si combinano con le molecole di O₂ dando origine all'ozono O₃.



L'O₃ reagisce con l'NO per formare nuovamente NO₂ e O₂:



Le reazioni sin qui esposte rappresentano un ciclo che a sua volta rappresenta solo una quota parte delle reazioni chimiche che hanno luogo nella parte inferiore dell'atmosfera. Gli idrocarburi presenti in aria interferiscono nel ciclo, favorendo la conversione di NO in NO₂ in maniera più rapida rispetto al processo inverso, favorendo così l'accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera. Allo stesso modo andrebbero poi considerate le interazioni tra tali gas e l'umidità atmosferica, la quale porterebbe alla produzione acido nitrico e di nitrati. Come descritto il processo di trasformazione da ossidi di azoto in biossido di azoto (inquinante rispetto al quale è possibile effettuare un confronto con i limiti normativi) è molto complesso e dipende da molte variabili.

Per stimare tali valori esistono alcune leggi di correlazione empirica che permettono di valutare la quota parte di ossidi di azoto che si trasforma in biossido di azoto. Un esempio di valutazione è il metodo "Derwnt

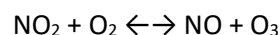
and Middleton” 1996¹⁵ il quale deriva da una stima di tipo empirico basata sul rapporto NO_x-NO₂ ricavato da numerose misure sperimentali nell’area di Londra.

Un altro metodo è quello sviluppato da “During et al.” nel 2011¹⁶, anch’esso derivante da studi sperimentali di correlazione effettuati in Germania.

Da ulteriori fonti bibliografiche, “ARPA Umbria”, è stato evidenziato come il valore del rapporto NO₂/NO_x sia pari al 10% “...si può ritenere che la produzione di NO₂, quale inquinante primario, sia pari al 10 % dell’ossido di azoto complessivamente generato...”.

Continuando l’analisi bibliografica è stato possibile determinare ulteriori relazioni relative alle trasformazioni degli NO_x nelle due componenti principali NO e NO₂. Uno studio condotto in Cina (Suqin Han et al.,2011)¹⁷ ha valutato il rapporto NO₂/NO_x relazionandolo all’ozono, O₃.

Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006¹⁸ hanno messo in evidenza come lo sviluppo, nel tempo, dei rapporti NO₂/NO_x e l’ozono O₃ indichi la correlazione fotochimica tra gli ossidi di azoto e ozono. Un approccio semplice è l’equilibrio foto-stazionario:



Secondo la legge di azione di massa si ha la seguente relazione:

$$\frac{\text{NO} * \text{O}_3}{\text{NO}_2} = k$$

dove k è la costante di equilibrio.

Tuttavia, per la valutazione del caso in esame, ed in funzione delle variabili da cui dipende il ciclo di trasformazione sopraesposto, si è ritenuto importante considerare una legge empirica che potesse tener conto delle condizioni locali. A tale scopo è stata effettuata un’elaborazione specifica per determinare la correlazione tra NO_x e NO₂ in funzione dei dati rilevati dalla centralina della rete di monitoraggio della qualità dell’aria presa come riferimento, esposti precedentemente.

Dalla nuvola di punti, Figura 2-83, è stato possibile determinare una legge di regressione tra NO_x e NO₂.

Nel caso in esame siamo andati a valutare la relazione che intercorre tra NO_x e NO₂ rappresentandoli nel grafico sottostante calcolandoci l’equazione della retta che rappresenta l’interazione che intercorre tra i due

¹⁵ Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996. An empirical function to the ratio NO₂: NO_x. Clean Air, 26: 57-60

¹⁶ Düring I, Bächlin W, Ketzler M, et al. (2011) A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift 20:67–73. doi: 10.1127/0941-2948/2011/0491

¹⁷ Analysis of the Relationship between O₃, NO and NO₂ in Tianjin, China Suqin Han, Hai Bian, Yinchang Feng, Aixia Liu, Xiangjin Li, Fang Zeng, Xiaoling Zhang, 2011

¹⁸ Unexpectedly low decrease of NO₂ air pollution – Correlation with ozone concentration and altered exhaust emissions Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006

elementi e il coefficiente di correlazione R^2 che ci permette di quantificare la forza della relazione lineare tra le due variabili. R^2 può assumere valori che vanno da -1 ad 1, dove 1 è indice di correlazione positiva in cui i valori delle due variabili tendono ad aumentare in parallelo. Nel caso in esame il valore di R^2 risulta essere pari a 0,78 per cui la retta può essere considerata un'ottima rappresentazione delle due variabili.

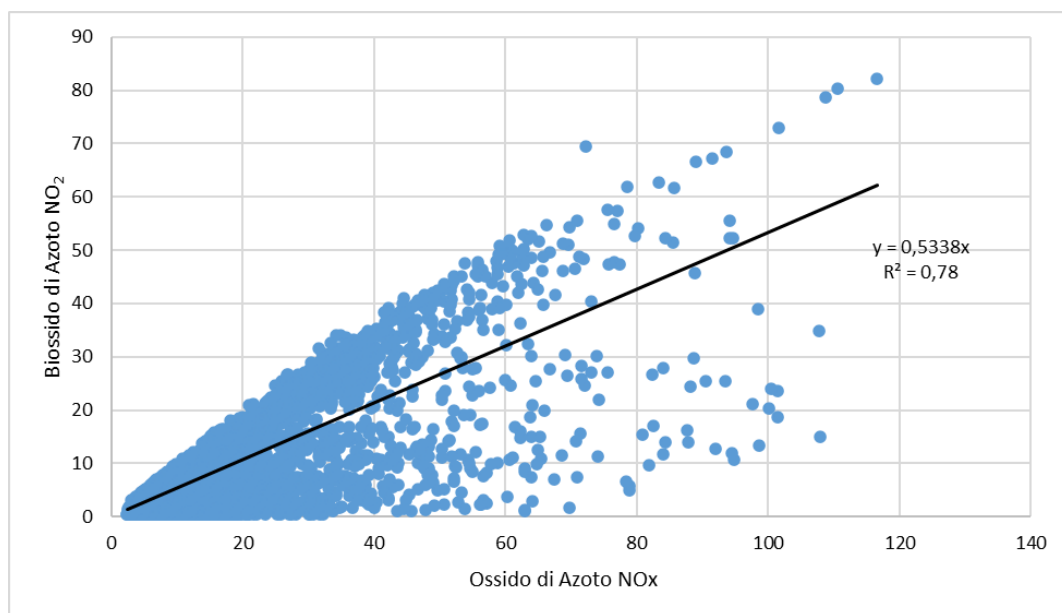


Figura 2-83 Nuvola di punti concentrazioni NOx - NO₂ valori orari ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

1.1.1.12 PARTICOLATO

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico per ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese, anche indicate come PM (Particulate Matter), sono sostanze allo stato solido o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc.

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle possiamo distinguere:

- gli aerosol, costituiti da particelle solide o liquide sospese in aria e con un diametro inferiore a 1 micron (1 μm);
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 μm ;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad 1 μm e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;
- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai 2 μm e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra 0,25 e 500 μm ;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai 500 μm .

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera.

Conseguenze diverse si hanno in relazione alla differente grandezza della particella inalata, distinguiamo le particelle fini che sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5 μm , e le altre dette grossolane. Da notare che il particolato grossolano è costituito esclusivamente da particelle primarie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 μm e vengono anche dette polveri inalabili perché sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Una frazione di circa il 60% di queste è costituita dalle polveri PM2,5 che rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron. Le PM2,5 sono anche dette polveri respirabili perché possono penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).

A prescindere dalla tossicità, le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente quelle di dimensioni più ridotte; infatti, nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 μm vengono generalmente rimosse dal naso.

Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, ecc.).

Per la particolare struttura della superficie, le particelle possono anche adsorbire dall'aria sostanze chimiche cancerogene, trascinandole nei tratti respiratori e prolungandone i tempi di residenza, accentuandone gli effetti.

Le particelle più piccole penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità e possono trascorrere lunghi periodi di tempo prima che vengano rimosse, per questo sono le più pericolose, possono infatti aggravare le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema.

Le persone più vulnerabili sono gli anziani, gli asmatici, i bambini e chi svolge un'intensa attività fisica all'aperto, sia di tipo lavorativo che sportivo. Nei luoghi di lavoro più soggetti all'inquinamento da particolato l'inalazione prolungata di queste particelle può provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano una broncopolmonite cronica accompagnata spesso da enfisema polmonare.

Gli effetti del particolato sul clima e sui materiali sono piuttosto evidenti. Il particolato dei fumi e delle esalazioni provoca una diminuzione della visibilità atmosferica; allo stesso tempo diminuisce anche la luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Negli ultimi 50 anni si è notata una diminuzione della visibilità del 50%, ed il fenomeno risulta tanto più grave quanto più ci si avvicina alle grandi aree abitative ed industriali. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, costituendo i nuclei di condensazione attorno ai quali si condensano le gocce d'acqua, di conseguenza favoriscono il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide, che comportano effetti di erosione e corrosione dei materiali e dei metalli. Il particolato inoltre danneggia i circuiti elettrici ed elettronici, insudicia gli edifici e le opere d'arte e riduce la durata dei tessuti.

Le polveri (ad esempio quelle emesse dai cementifici) possono depositarsi sulle foglie delle piante e formare così una patina opaca che, schermando la luce, ostacola il processo della fotosintesi.

Gli effetti del particolato sul clima della terra sono invece piuttosto discussi; sicuramente un aumento del particolato in atmosfera comporta una diminuzione della temperatura terrestre per un effetto di riflessione e schermatura della luce solare, in ogni caso tale azione è comunque mitigata dal fatto che le particelle riflettono anche le radiazioni infrarosse provenienti dalla terra.

È stato comunque dimostrato che negli anni immediatamente successivi alle più grandi eruzioni vulcaniche di tipo esplosivo (caratterizzate dalla emissione in atmosfera di un'enorme quantità di particolato) sono seguiti degli anni con inverni particolarmente rigidi.

Alcune ricerche affermano che un aumento di 4 volte della concentrazione del particolato in atmosfera comporterebbe una diminuzione della temperatura globale della terra pari a 3,5°C.

Concentrazioni di PM10

Per analizzare i valori di concentrazione del PM10 sono stati visionati i dati registrati dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo nell’arco temporale di riferimento, ossia dal 2018 al 2022. Tali dati, mostrati nella seguente tabella, hanno permesso di comprendere l’evoluzione dell’inquinante in questo arco temporale.

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anno	2018	2019	2020	2021	2022
Concentrazione media annua	19	16	21	17	19
N° superamenti del limite giornaliero	5	0	9	5	5

Tabella 2-52 Concentrazione media annua e numero di superamenti del limite giornaliero di PM10 registrati dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

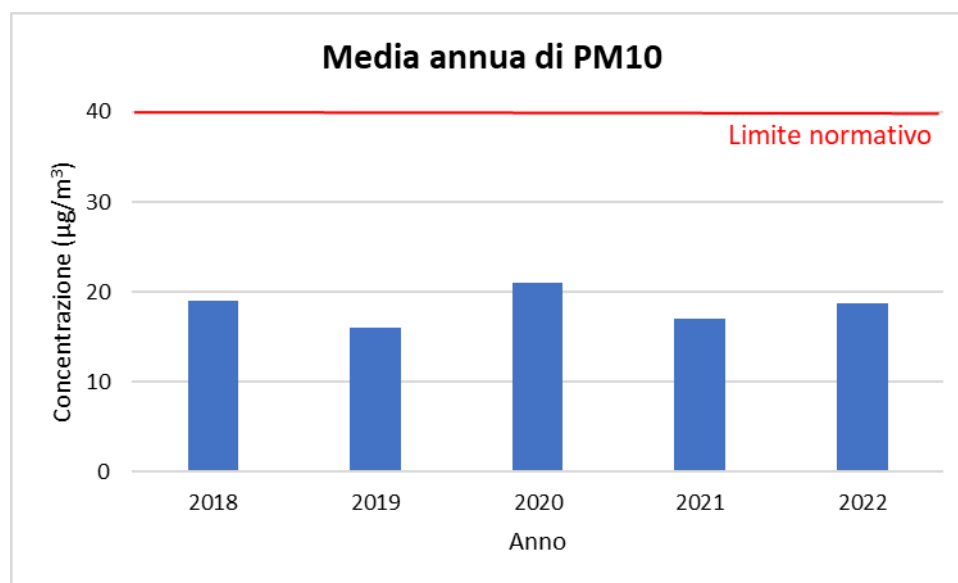


Figura 2-84 Concentrazione media annua di PM10 registrata dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

Si può notare come il limite annuo pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, non è mai stato superato (cfr. Tabella 2-53 e Figura 2-84).

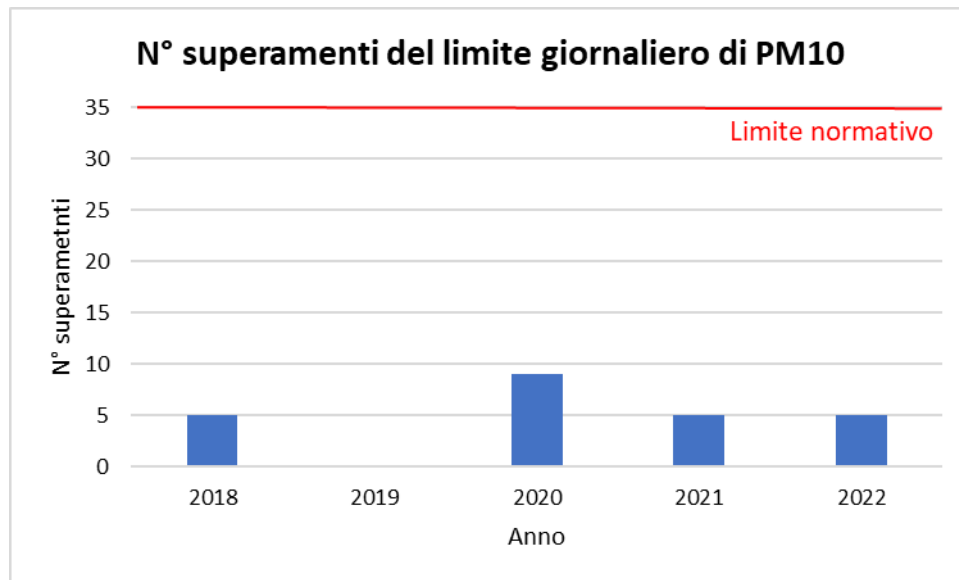


Figura 2-85 Numero di superamenti del limite giornaliero di PM10 registrati dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

Il massimo numero di superamenti del limite giornaliero consentito, pari a 35, non è mai stato superato. Nello specifico, il 2019 è risultato essere il migliore in quanto non è stato registrato nessun superamento di tale limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (cfr. Tabella 2-52 e Figura 2-85).

Concentrazioni di PM2,5

Analogamente a quanto fatto per il particolato grossolano, è stato possibile analizzare i dati di concentrazione media annua di particolato fine registrati dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo nel periodo di riferimento, mostrati in tabella e figura seguenti.

PM2,5

Anno	2018	2019	2020	2021	2022
Concentrazione media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13	11	12	12	13

Tabella 2-53 Concentrazione media annua di PM2,5 registrata dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

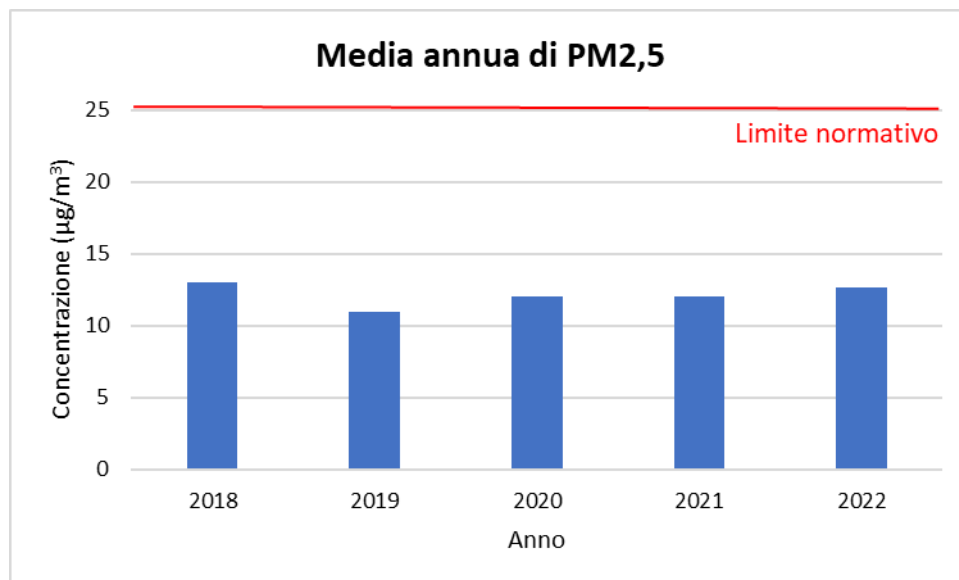


Figura 2-86 Concentrazione media annua di PM2,5 registrata dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo (µg/m³) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

Come si può osservare la centralina non ha registrato superamenti del limite annuo del PM2,5 pari a 25µg/m³. In particolare, i valori medi annui registrati per tale inquinante nel periodo 2018-2022 si mantengono costanti tra i 11 e i 13 µg/m³.

1.1.1.13 MONOSSIDO DI CARBONIO

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Il monossido di carbonio (o ossido di carbonio o ossido carbonioso) è un gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore e insapore. La sua molecola è costituita da un atomo di ossigeno e un atomo di carbonio legati con un triplo legame (costituito da due legami covalenti e un legame dativo). La sua formula chimica è CO.

Il monossido di carbonio viene prodotto da reazioni di combustione in difetto di aria (cioè quando l'ossigeno presente nell'aria non è sufficiente a convertire tutto il carbonio in anidride carbonica), per esempio negli incendi di foreste e boschi, dove il prodotto principale della combustione rimane comunque l'anidride carbonica. Altre fonti naturali sono i vulcani, mentre la maggior parte si genera da reazioni fotochimiche che avvengono nella troposfera. Inoltre, si sprigiona durante le combustioni in ambienti chiusi e dalle vecchie stufe a gas liquido, responsabili dell'alta frequenza di intossicazione da monossido di carbonio.

Si miscela bene nell'aria, con la quale forma facilmente miscele esplosive. In presenza di polveri metalliche finemente disperse, forma metallocarbonili tossici e infiammabili. Può reagire vigorosamente con ossigeno, acetilene, cloro, fluoro, ossidi di azoto.

Il monossido di carbonio è un prodotto della combustione incompleta dei combustibili organici (ad esempio: carbone, olio, legno, carburanti). Il CO è inoltre un combustibile importante perché rilascia una considerevole quantità di calore quando brucia all'aria

Importanti combustibili industriali a base di monossido di carbonio sono il gas d'acqua (una miscela di CO e H₂), il gas d'aria (una miscela di CO e N₂) e il gas da carbone (miscela di CO, H₂, CH₄ e CO₂, prodotto per distillazione del carbone e conservato nei gasometri). Quest'ultimo era il cosiddetto gas di città, fornito nelle case per cucinare e per il riscaldamento, oggi sostituito dal gas naturale, costituito principalmente da metano (CH₄).

Il monossido di carbonio è un'emotossina, perché legandosi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina del sangue forma un complesso, chiamato carbossiemoglobina, 300 volte più stabile di quello formato dall'ossigeno, chiamato ossiemoglobina, ostacolando così il trasporto di ossigeno nel sangue.

A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori.

L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

Concentrazioni di CO

Per analizzare i valori di concentrazione di CO sono stati visionati i dati registrati dalla centralina di Spoleto – Piazza Vittoria nell'arco temporale considerato. Tali dati hanno permesso di comprendere l'evoluzione, in questo arco temporale, dell'inquinante.

In Tabella 2-55, in considerazione del limite giornaliero di 10 mg/m³, sono stati riportati i valori di concentrazione massima media calcolata su 8 ore consecutive registrati per il CO negli anni analizzati.

Concentrazione massima media calcolata su 8 ore consecutive di CO (mg/m³)

2018	2019	2020	2021	2022
1,7	3,4	2,1	1,8	2,0

Tabella 2-54 Concentrazione massima giornaliera calcolata su 8 ore consecutive di CO registrata dalla centralina di Spoleto – Piazza Vittoria (mg/m³) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

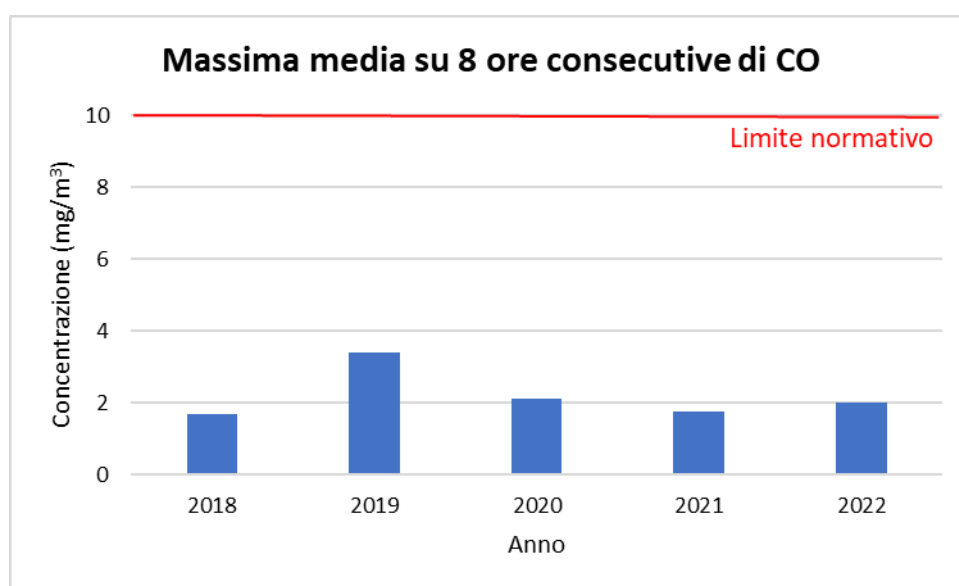


Figura 2-87 Concentrazione massima media calcolata su 8 ore consecutive di CO registrata dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo (µg/m³) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

Come si osserva in Tabella 2-54 e in Figura 2-87, nel periodo 2018-2022 non sono stati registrati superamenti del limite normativo di 10 mg/m³, di concentrazione massima media calcolata su 8 ore consecutive. I valori riportati sono al di sotto di tale limite, raggiungendo un minimo di 1,7 mg/m³ nel 2018 ed un massimo nel 2019, per cui risulta essere pari a 3,4 mg/m³.

Nella seguente tabella sono invece riportati i valori medi annui di CO registrati negli anni disponibili.

Concentrazione media annua di CO (mg/m³)

2018	2019	2020	2021	2022
-	-	-	0,7	0,7

Tabella 2-55 Concentrazione media annua di CO registrata dalla centralina di Spoleto – Piazza Vittoria (mg/m³) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

1.1.1.14 BENZENE

Caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

Il benzene è un composto chimico che a temperatura ambiente e pressione atmosferica si presenta sotto forma di liquido volatile incolore altamente infiammabile, dall'odore caratteristico.

Dal punto di vista chimico, il benzene è un idrocarburo aromatico monociclico avente formula C₆H₆. È un costituente naturale del petrolio, ma viene anche sintetizzato a partire da altri composti chimici presenti nel petrolio stesso. Possiede notevoli proprietà solventi: è miscibile in tutte le proporzioni con molti altri solventi organici, mentre è poco solubile in acqua (0,18% a 25 °C).

Viene da tempo impiegato come antidetonante nelle benzine, ma a causa della sua pericolosità per la salute e della facilità con cui contamina le falde freatiche, diverse entità (tra cui gli Stati Uniti e l'Unione europea) ne stanno scoraggiando l'uso limitandone le concentrazioni ammesse per legge.

Il benzene viene prodotto per combustione incompleta di composti ricchi in carbonio, ad esempio, è prodotto naturalmente nei vulcani o negli incendi di foreste, ma anche nel fumo delle sigarette, o comunque a temperature superiori ai 500 °C.

Fino alla Seconda Guerra Mondiale, la quasi totalità del benzene era un sottoprodotto della produzione di carbon coke nell'industria dell'acciaio. Durante gli anni Cinquanta, la domanda di benzene crebbe enormemente per le richieste delle neonate fabbriche di produzione di materie plastiche, per cui fu necessario produrre il benzene anche dal petrolio.

Attualmente, la maggior parte del benzene è prodotta dalle industrie petrolchimiche, e in una minor parte, dal carbone.

Relativamente all'utilizzo, il benzene è un solvente molto usato nell'industria chimica; è stato anche impiegato per la sintesi di varie medicine, di materie plastiche, del caucciù sintetico, e di alcuni coloranti.

Prima degli anni Venti, il benzene era spesso utilizzato come solvente industriale, soprattutto per sgrassare i metalli. Quando la sua tossicità e le sue proprietà cancerogene divennero evidenti, venne rimpiazzato via via da altri solventi meno tossici nelle applicazioni che comportano un'esposizione diretta dell'operaio. La maggior parte del benzene viene utilizzato come intermedio nella sintesi di altri composti chimici.

Il benzene, come noto, ha effetti nocivi sulla salute dell'uomo, in particolare la sua inalazione provoca l'intossicazione. L'inalazione di un tasso molto elevato di benzene può portare anche al decesso.

Il principale effetto di un'esposizione cronica al benzene è il danneggiamento dei tessuti ossei e la diminuzione delle cellule del midollo osseo, che può causare una diminuzione del tasso di globuli rossi nel

sangue e un'anemia aplastica o una leucemia. Può anche dare origine a coaguli, difficoltà di coagulazione del sangue ed indebolimenti del sistema immunitario.

Il benzene è stato classificato dall'IARC come agente cancerogeno del gruppo 1. La sua cancerogenicità è legata al suo comportamento da agente intercalante: esso, infatti, "scivola" tra i nucleotidi di un acido nucleico (come il DNA) provocando errori di lettura o scrittura del codice genetico; ciò danneggia la sintesi proteica e rende incontrollata la riproduzione cellulare. Danneggia soprattutto le cellule germinali.

Non tutti i composti planari sono necessariamente cancerogeni. Ad esempio, l'acido benzoico, molto simile al benzene, perfettamente planare (sia l'anello che il gruppo carbossilico sono planari), non è cancerogeno (viene trasformato in acido ippurico) e i suoi sali di sodio e potassio vengono utilizzati come conservante alimentare. Allo stesso modo, la fenilalanina, un amminoacido essenziale, comprende nel suo residuo un gruppo fenile (un anello benzenico), non è assolutamente cancerogena, anzi, la mancata assunzione di tale sostanza può provocare seri problemi.

Il benzene è annoverato nella lista degli inquinanti atmosferici redatta nel documento del Clean Air Act e come inquinante delle acque nel Clean Water Act.

Il benzene è presente nei gas di scarico delle vetture. Uno dei luoghi in cui si hanno maggiori esposizioni al benzene del pubblico e dei lavoratori sono le stazioni di servizio, in quanto è inevitabile che una certa quantità di benzene, che è contenuto nella benzina come additivo, si disperda durante le operazioni di rifornimento.

Concentrazioni di benzene

Per quanto concerne il benzene, relativamente a tale inquinante sono state analizzate le medie annue registrate nel periodo di riferimento, tramite i dati registrati dalla centralina di Spoleto – Piazza Vittoria.

Concentrazione media annua di benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

2018	2019	2020	2021	2022
0,8	0,6	0,9	0,8	1,2

Tabella 2-56 Concentrazione media annua di benzene registrata dalla centralina di Spoleto – Piazza Vittoria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

La Figura 2-88 , come già espresso nella sopracitata tabella, mette in luce come per l'intero periodo di riferimento il limite normativo di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sia ampiamente rispettato, mantenendosi sempre inferiore agli 1,2

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ e raggiungendo un minimo nell’anno 2019 in cui viene registrata una concentrazione media pari a 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

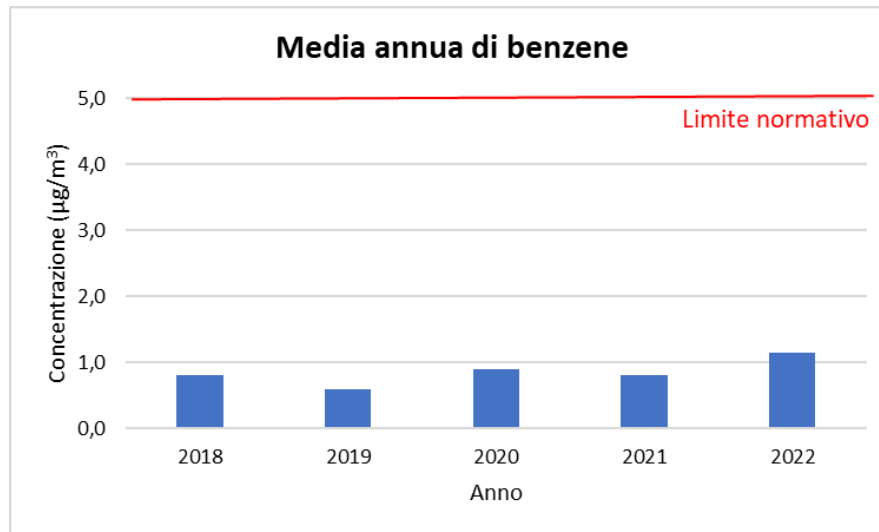


Figura 2-88 Concentrazione media annua di benzene registrata dalla centralina di Spoleto – Piazza Vittoria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel periodo 2018-2022 (Fonte: elaborazione dati ARPA Umbria)

1.1.1.15 QUADRO SINOTTICO DELLA QUALITÀ DELL’ARIA

Nella seguente tabella si riassumono i valori di qualità dell’aria degli inquinanti di interesse, rilevati dalle centraline considerate

- dalla centralina di Spoleto – Madonna di Lugo, caratterizzata come “suburbana industriale”, sono state rilevate le concentrazioni di NO_x , NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$;
- dalla centralina di Spoleto – Piazza Vittoria, caratterizzata come di “fondo urbana”, sono state invece prese le concentrazioni relative a CO e C_6H_6 .

La Tabella 2-57 nello specifico mostra i valori di riferimento all'anno 2022, anno di riferimento dello scenario attuale per le analisi effettuate. I valori riportati in tabella sono stati utilizzati come valori di fondo della qualità dell'aria dell'area di intervento.

Centralina di riferimento	Inquinante	Valore di qualità dell'aria media annua - 2022
Spoleto – Madonna di Lugo	NOx	15 µg/m ³
	NO ₂	10 µg/m ³
	PM10	19 µg/m ³
	PM2,5	13 µg/m ³
Spoleto – Piazza Vittoria	CO	0,7 mg/m ³
	Benzene C ₆ H ₆	1,2 µg/m ³

Tabella 2-57 Valori di qualità dell'aria media annua (2022)

3.1.36. I modelli di simulazione utilizzati

Copert V

Ci si è avvalsi di alcuni modelli di simulazione al fine di condurre le analisi diffusionali generate dall'opera in esame. Nello specifico, per la stima dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al software di calcolo COPERT 5. Il software sopracitato è lo standard europeo per la valutazione delle emissioni da traffico veicolare stradale. Lo sviluppo del software COPERT è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, all'interno delle attività del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation". Responsabile dello sviluppo scientifico è il European Commission's Joint Research Centre. Il modello è stato realizzato ed è utilizzato per gli inventari delle emissioni stradali degli stati membri.

La metodologia utilizzata da COPERT 5 è parte integrante del EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook per il calcolo dell'inquinamento atmosferico ed è in linea con gli orientamenti IPCC per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra.

COPERT 5 trae le sue origini da una metodologia sviluppata da un gruppo di lavoro che è stato istituito in modo esplicito a tale scopo nel 1989 (COPERT 85). Questo è stato poi seguito da versioni successive aggiornate, fino ad arrivare alla versione attuale che rappresenta una sintesi dei risultati delle varie attività su larga scala e progetti dedicati, quali:

- Progetti dedicati finanziati dal Centro comune di ricerca/Trasporti e l'Unità Qualità dell'aria;
- Programma annuale di lavoro del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC / ACM)";

- c) Programma di lavoro del "European Research Group on Mobile Emission Sources (Ermes)";
- d) Progetto MEET (Methodologies to Estimate Emissions from Transport), una Commissione Europea (DG VII) che ha promosso il progetto all'interno del 4° Framework Program (1996-1998);
- e) Il progetto particolare (Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles), una Commissione europea (DG Transport) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2003);
- f) Il progetto ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems), una Commissione europea (DG Trasporti) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2007);
- g) Il progetto congiunto JRC/CONCAWE/ACEA sull' evaporazione del carburante da veicoli a benzina (2005-2007)¹⁹.

Attraverso alcuni dati di input, quali la composizione del parco veicolare circolante e la velocità media è possibile calcolare i fattori di emissioni corrispondenti per ogni tipologia di veicolo e per ogni inquinante considerato.

Calroads

Il software utilizzato per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti prodotti dal traffico veicolare, invece, è Calroads View. Questo software integra su un'unica piattaforma grafica tre modelli differenti per l'analisi delle concentrazioni da traffico veicolare:

- Caline 4;
- CAL3QHC;
- CAL3QHCR.

Nel caso in esame è stato utilizzato, per la modellazione dell'area, il modello CAL3QHCR. Questo modello è una versione evoluta del modello CAL3QHC che è in grado di processare un intero anno di dati meteorologici. Inoltre, è possibile imputare al modello i fattori di emissione generati dai veicoli ed il volume di traffico.

Il software, al fine di analizzare i dati meteorologici è integrato con un processore meteorologico specifico, RAMMET View, il quale partendo dai rilievi meteorologici a terra ed in quota è in grado di processare i dati al fine di poter generare un file di input utile per l'analisi delle dispersioni. Rammet View al suo interno contiene uno specifico processore, che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

¹⁹ Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com>

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni "link" simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato in Figura 2-89.

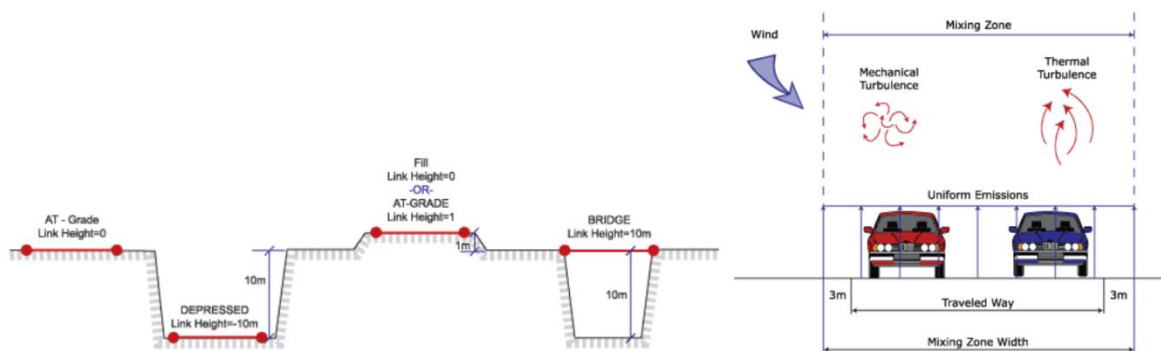


Figura 2-89 Modellazione geometrica del tracciato

Il software inoltre è in grado di poter modellare ogni singolo link secondo la tecnica di flusso libero o in coda. Rispetto a quest'ultimo aspetto il modello permette di definire due differenti tipologie di parametri emissivi: nel caso di flusso libero il parametro emissivo risulta calcolato in g/km, mentre in caso di coda in g/h considerando quindi l'effetto generato dai veicoli fermi in coda in attesa di utilizzare l'intersezione.

In ultimo il software consente di inserire i ricettori quali punti di calcolo del modello. I ricettori possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

Per quanto riguarda la prima tipologia di ricettore, occorre definire la posizione in termini di X, Y e Z. Per la seconda tipologia invece, definito un link di riferimento è possibile creare una linea di ricettori parallela al link selezionato posto ad una distanza D e spaziate tra loro di una distanza S, come mostrato in Figura 2-90. Per quanto riguarda la maglia, infine, occorre identificare il passo e il numero di punti nelle due dimensioni X e Y.



Figura 2-90 Esempio di ricettori a link

3.1.37. Lo scenario attuale: analisi delle concentrazioni

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato è stato necessario costruire un file meteorologico compatibile con il modello di simulazione Calroads. Per lo scenario attuale sono stati considerati i dati meteoroclimatici misurati dalla stazione di Perugia, per i dettagli si rimanda allo studio atmosferico.

1.1.1.16 INPUT PROGETTUALI

La composizione del parco veicolare circolante

Uno degli elementi fondamentali per il calcolo dei fattori di emissione degli inquinanti, che rappresentano uno degli input del modello dispersivo, è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli ed entità di traffico. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI). Si è fatto riferimento nello specifico alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2021 ("Autoritratto 2021", ultimo anno disponibile).

Il documento che si è consultato, contenente tutti i dati relativi alle differenti tipologie veicolari, è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell'ente sulle informazioni tecnico – giuridiche dei veicoli circolanti. L'analisi sul traffico veicolare viene fatta suddividendo questo in diverse classi "COPERT" ovvero secondo la classificazione individuata dall'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è, inoltre, suddiviso per ambito territoriale di riferimento:

- area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- regionale;
- provinciale;
- comunale.

Nel caso specifico dell'area di interesse l'ambito a cui far riferimento è funzione del bacino di influenza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa "genera e attrae".

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione regionale del parco veicolare (Regione Umbria), essendo questa maggiormente rappresentativa del traffico veicolare circolante sull'infrastruttura di analisi e sulla rete stradale di riferimento.

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- autobus, distinti per uso.

Relativamente allo scenario attuale, sono stati assunti come dati per la rappresentazione del parco veicolare esattamente quelli riportati nell' "Autoritratto 2021" fornito dall'ACI. Di seguito si riportano i dati in forma tabellare e grafica per ogni tipologia di veicolo.

Autovetture Regione Umbria - Scenario attuale											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	34.722	6.192	24.500	24.036	46.924	21.943	43.940		185	202.442
	1401 - 2000	7.998	3.175	6.147	3.199	5.947	1.831	3.773		33	32.103
	Oltre 2000	1.498	404	581	511	942	247	459		10	4.652
	Non definito	10								2	12
BENZINA Totale		44.228	9.771	31.228	27.746	53.813	24.021	48.172		230	239.209
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	2.445	400	1.264	1.304	11.278	7.450	15.291		3	39.435
	1401 - 2000	2.229	773	1.190	683	2.677	1.263	1.708		2	10.525
	Oltre 2000	132	46	75	77	181	7	5		1	524
	Non definito					1					1
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		4.806	1.219	2.529	2.064	14.137	8.720	17.004		6	50.485
BENZINA E METANO	Fino a 1400	1.092	279	1.148	850	8.785	10.620	11.180		2	33.956
	1401 - 2000	635	277	554	598	1.628	48	68		2	3.810
	Oltre 2000	32	7	27	20	109	14				209
	Non definito										
BENZINA E METANO Totale		1.759	563	1.729	1.468	10.522	10.682	11.248		4	37.975
ELETTRICITA'	Non contemplato								1.086		1.086
ELETTRICITA' Totale									1.086		1.086
GASOLIO	Fino a 1400	868	58	53	6.045	28.908	16.860	11.789		1	64.582
	1401 - 2000	4.546	1.297	8.610	24.323	42.020	44.038	74.122		2	198.958
	Oltre 2000	3.429	1.239	4.514	6.654	6.808	4.679	5.890		2	33.215
	Non definito	3									3
GASOLIO Totale		8.846	2.594	13.177	37.022	77.736	65.577	91.801		5	296.758
IBRIDO BENZINA	Fino a 1400					5	57	5.415			5.477
	1401 - 2000					25	363	4.171			4.559
	Oltre 2000					11	16	555			582
IBRIDO BENZINA Totale					41	436	10.141			10.618	
IBRIDO GASOLIO	1401 - 2000						36	1.040			1.076
	Oltre 2000	1					4	268			273
IBRIDO GASOLIO Totale		1					40	1.308		1.349	
METANO	Fino a 1400	18	4	10	9	16	899	3.696			4.652
	1401 - 2000	19	4	3	42	913	360	1.680			3.021
	Oltre 2000			1			1				2
METANO Totale		37	8	14	51	929	1.260	5.376			7.675
ALTRE	Fino a 1400	11									11
ALTRE Totale		11									11
NON DEFINITO	Fino a 1400	9				1					10
	1401 - 2000	1				1				1	3
	Oltre 2000				1						1
	Non definito	3									3
NON DEFINITO Totale		13			1	2				1	17
TOTALE Umbria		59.701	14.155	48.677	68.352	157.180	110.736	185.050	1.086	246	645.183

Tabella 2-58 Suddivisione Autovetture, Regione Umbria (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

Veicoli industriali leggeri Regione Umbria - Scenario attuale										
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
BENZINA	Fino a 3,5	712	303	613	342	352	208	246	12	2788
	Non definito	63	1					2		66
BENZINA Totale		775	304	613	342	352	208	248	12	2854
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	135	30	56	44	318	112	216		911
	Non definito	24	1							25
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		159	31	56	44	318	112	216		936
BENZINA E METANO	Fino a 3,5	43	23	44	46	489	768	776		2189
	Non definito	1						2		3
BENZINA E METANO Totale		44	23	44	46	489	768	778		2192
GASOLIO	Fino a 3,5	7053	3942	8289	12917	11809	7029	11317	10	62366
	Non definito	592	70	3	4	5	4	12		690
GASOLIO Totale		7645	4012	8292	12921	11814	7033	11329	10	63056
IBRIDO BENZINA	Fino a 3,5							48		48
IBRIDO BENZINA Totale								48		48
IBRIDO GASOLIO	Fino a 3,5							97		97
IBRIDO GASOLIO Totale								97		97
METANO	Fino a 3,5	2		1	5	154	128	150		440
METANO Totale		2		1	5	154	128	150		440
NON DEFINITO	Fino a 3,5	1						1	1	3
	Non definito								1	1
NON DEFINITO Totale		1						1	2	4
TOTALE Umbria		8626	4370	9006	13358	13127	8249	12867	24	69627

Tabella 2-59 Suddivisione Veicoli industriali leggeri, Regione Umbria (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

Veicoli industriali pesanti Regione Umbria - Scenario attuale											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	33	1	1	1	2				2	40
BENZINA Totale		33	1	1	1	2				2	40
BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	2	1	2	1	2					8
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		2	1	2	1	2					8
ELETTRICITA	Non contemplato								44		44
ELETTRICITA Totale									44		44
GASOLIO	3,6 - 7,5	1153	218	488	548	283	203	237		11	3141
	7,6 - 12	1009	164	369	368	60	153	173		5	2301
	12,1 - 14	222	19	34	34	6	30	15		3	363
	14,1 - 20	464	130	327	381	55	225	159		4	1745
	20,1 - 26	783	163	481	521	64	421	490			2923
	26,1 - 28	2			2		1	56			61
	28,1 - 32	5	25	121	255	27	130	98			661
Oltre 32	25	1	7	7	2	1	7			50	
GASOLIO Totale		3663	720	1827	2116	497	1164	1235		23	11245
METANO	Oltre 3,5	1			1		18	41			61
METANO Totale		1			1		18	41			61
TOTALE Umbria		3699	722	1830	2119	501	1182	1276	44	25	11398

Tabella 2-60 Suddivisione Veicoli industriali pesanti, Regione Umbria (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

Autobus Regione Umbria - Anno 2021											
USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE	
Noleggio	65	35	128	140	67	131	173			739	
Privato	84	34	52	26	13	10	14			233	
Pubblico	53	19	93	213	56	113	52			599	
Altri usi	4	1	2	5	1					13	
Non contemplato								17		17	
TOTALE Umbria	206	89	275	384	137	254	239	17		1.601	

Tabella 2-61 Suddivisione Autobus, Regione Umbria (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

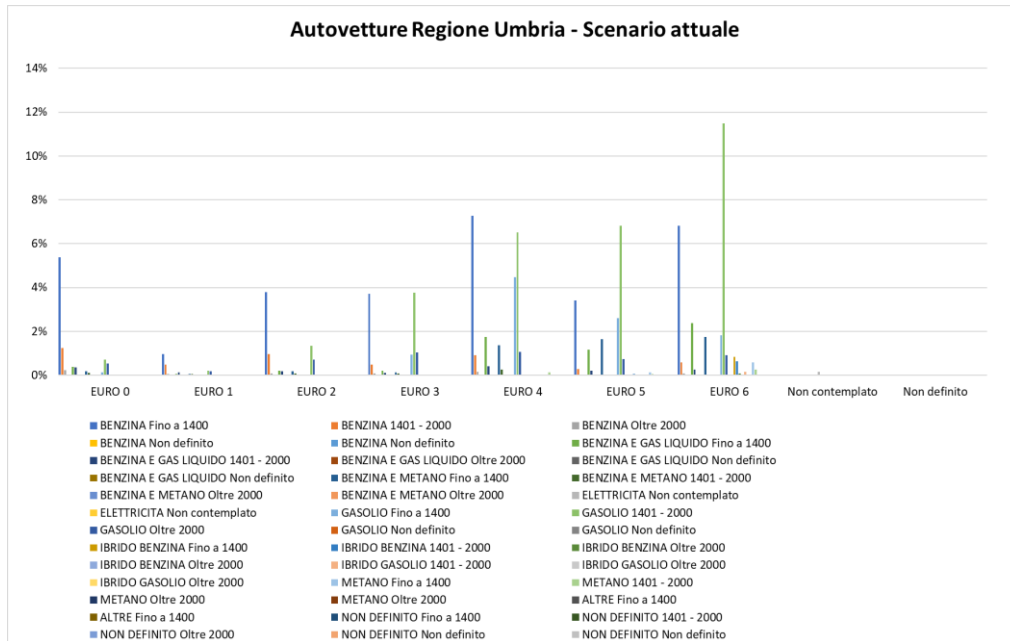


Figura 2-91 Suddivisione percentuale Autovetture, Regione Umbria (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

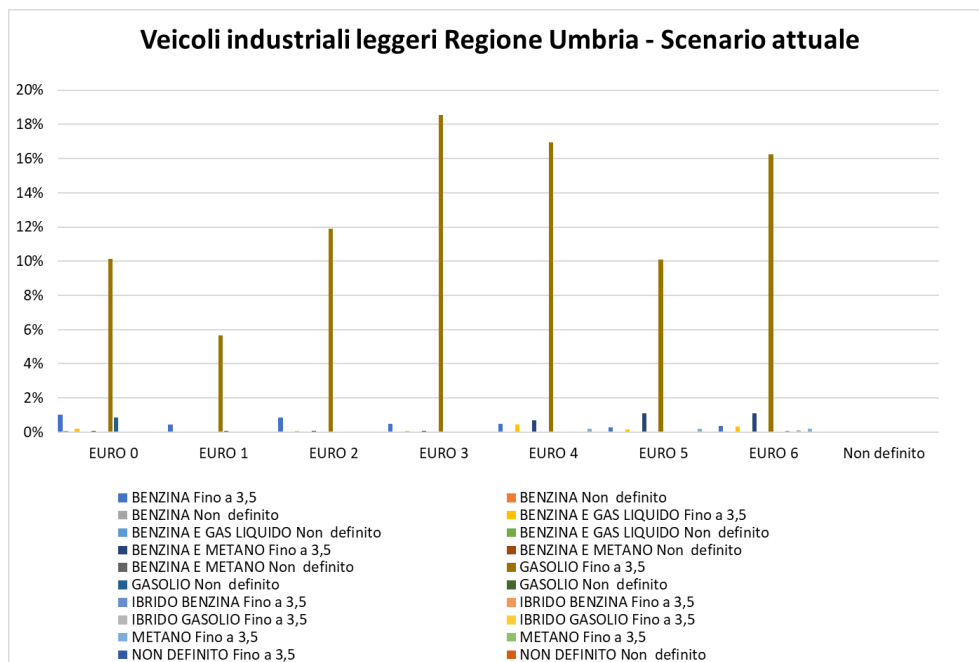


Figura 2-92 Suddivisione percentuale Veicoli industriali leggeri, Regione Umbria (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

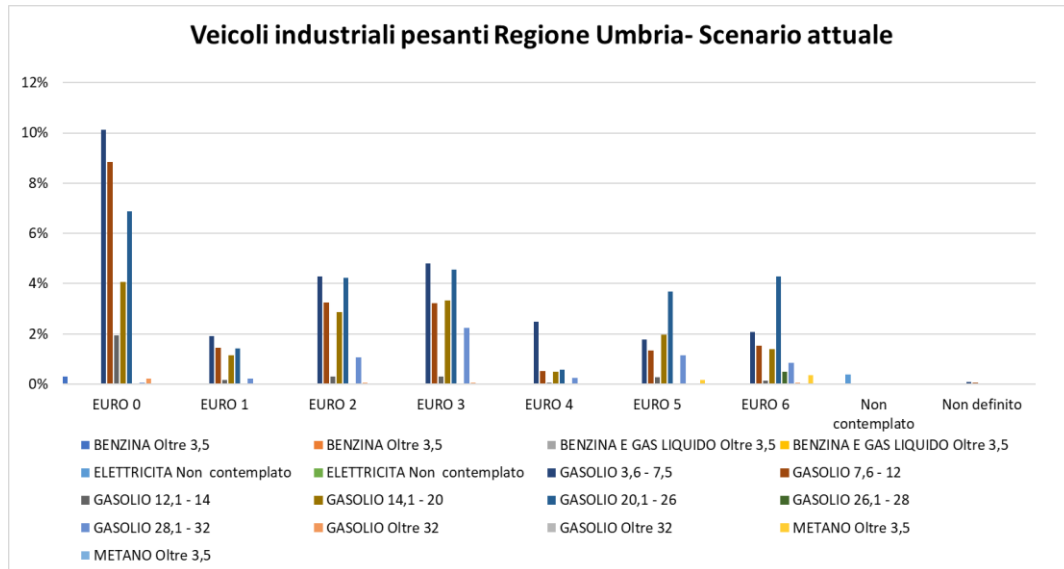


Figura 2-93 Suddivisione percentuale Veicoli industriali pesanti, Regione Umbria (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

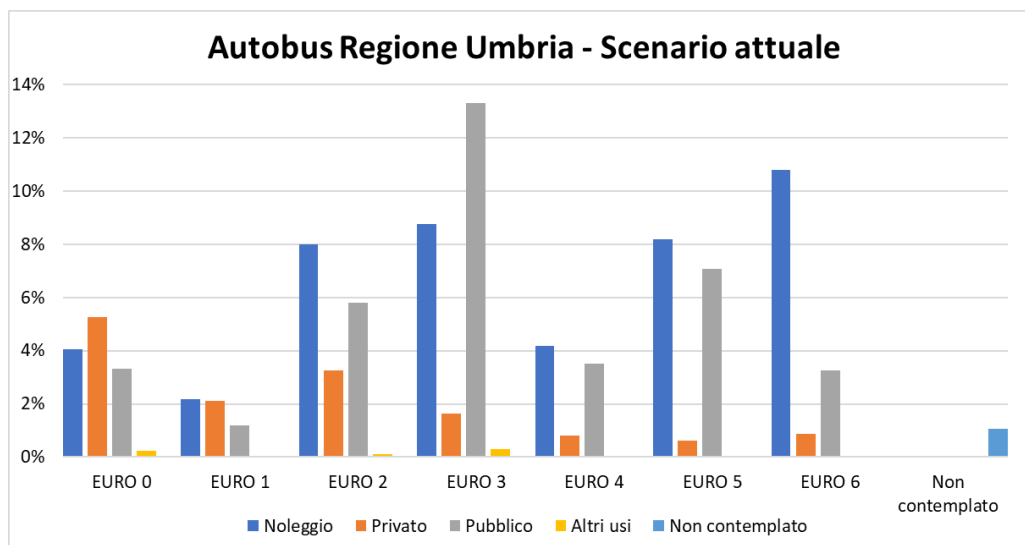


Figura 2-94 Suddivisione percentuale Autobus, Regione Umbria (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2021)

1.1.1.17 VOLUMI E VELOCITÀ DEL TRAFFICO CIRCOLANTE

Tra gli input fondamentali del modello si sottolineano i flussi veicolari circolanti sul tratto di interesse con le relative velocità medie di esercizio associate. Di seguito si riportano i valori di traffico orario e di velocità media relativi al tratto stradale di interesse e ad ogni scenario di riferimento.

In particolare, con riferimento allo Studio Trasportistico, è stato assunto per lo scenario attuale il seguente traffico orario, relativo al 2022, e le seguenti velocità medie associate al tratto attuale.

Veicoli leggeri/h	Veicoli pesanti/h	Velocità veicoli leggeri (km/h)	Velocità veicoli pesanti (km/h)
127	8	60	50

Tabella 2-62 Dati di traffico e velocità medie per lo scenario attuale

Nella seguente figura è rappresentato il tracciato stradale attuale considerato nelle simulazioni modellistiche per lo scenario attuale.

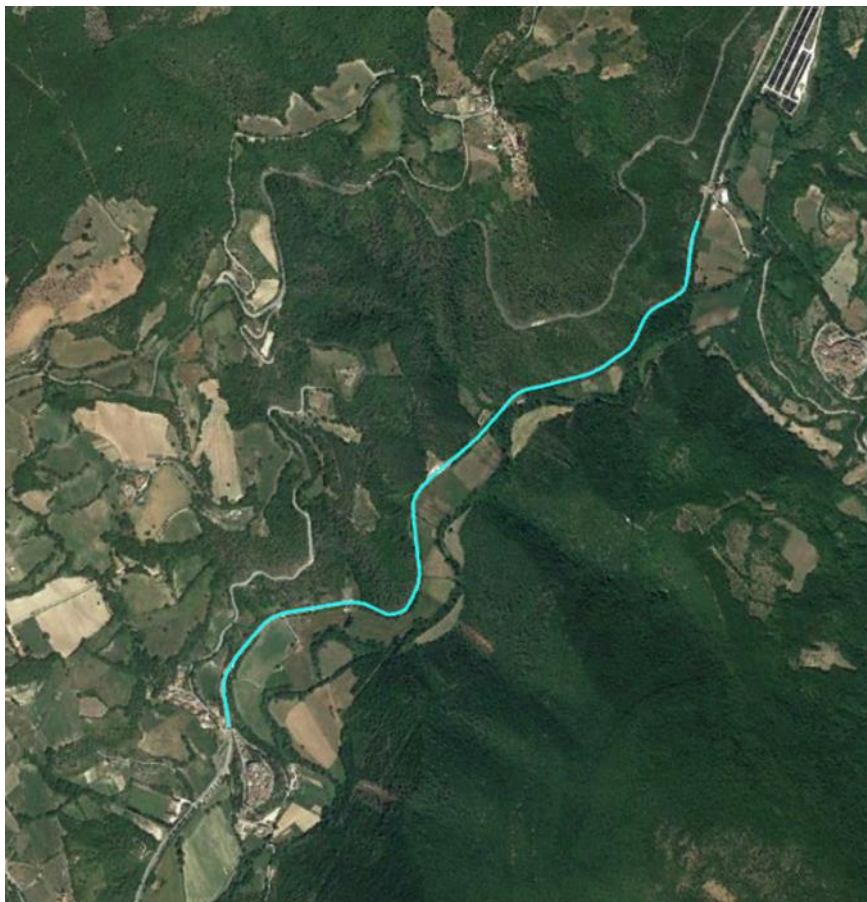


Figura 2-95 Tracciato attuale

1.1.1.18 | FATTORI DI EMISSIONE

Parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Queste equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame, pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare circolante è stato poi calcolato un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

Alle diverse categorie veicolari sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di questi valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo. Il fattore di emissione rappresenta uno degli input di base del software Calroads, utilizzato per la stima delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

Dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile, quindi, determinare un fattore di emissione per ogni inquinante, per i veicoli leggeri e pesanti.

Con riferimento allo stato attuale, nella tabella seguente sono riportati i fattori di emissione relativi a NO_x, CO, PM₁₀ e PM_{2,5} ricavati a partire dagli output ottenuti da Copert 5.

Inquinanti	Fattore di emissione veicoli leggeri (g/km*veicolo)	Fattore di emissione veicoli pesanti (g/km*veicolo)
NO_x	0,443	5,102
CO	0,611	1,246
PM₁₀	0,013	0,152
PM_{2,5}	0,008	0,091

Tabella 2-63 Fattore di emissione NO_x, CO, PM₁₀, e PM_{2,5} di veicoli leggeri e pesanti - Scenario attuale

Relativamente ai fattori di emissione del Benzene, questi sono stati ricavati applicando dei coefficienti relativi alla frazione percentuale in massa del Benzene alle emissioni dei VOC totali, ricavate direttamente da Copert

5. I valori della "Mass Fraction" sono suddivisi in funzione della tipologia di veicoli e del carburante, come riportato nella figura sottostante.

Group	Species	NMVOC Fraction (% wt.)				
		Petrol 4 stroke		Diesel PC & LCV	HDV	LPG
		Convent.	Euro I & on	IDI & DI		
ALDEHYDES	formaldehyde	2.08	1.70	12.00	8.40	1.56
	acetaldehyde	0.59	0.75	6.47	4.57	1.81
	acrolein	0.16	0.19	3.58	1.77	0.59
	benzaldehyde	0.60	0.22	0.86	1.37	0.03
	crotonaldehyde	0.02	0.04	1.10	1.48	0.36
	methacrolein		0.05	0.77	0.86	0.10
	butyraldehyde		0.05	0.85	0.88	0.11
	isobutanaldehyde			2.09	0.59	
	propionaldehyde	0.11	0.05	1.77	1.25	0.70
	hexanal			0.16	1.42	
	i-valeraldehyde			0.11	0.09	0.01
	valeraldehyde		0.01	0.41	0.40	
	o-tolualdehyde	0.19	0.07	0.24	0.80	
	m-tolualdehyde	0.38	0.13	0.34	0.59	
p-tolualdehyde	0.19	0.06	0.35			
KETONES	acetone	0.21	0.61	2.94		0.78
	methyl ethyl ketone	0.11	0.05	1.20		
AROMATICS	toluene	12.84	10.98	0.69	0.01	1.22
	ethylbenzene	4.78	1.89	0.29		0.24
	m,p-xylene	6.66	5.43	0.61	0.98	0.75
	o-xylene	4.52	2.26	0.27	0.40	0.26
	1,2,3 trimethylbenzene	0.59	0.86	0.25	0.30	0.05
	1,2,4 trimethylbenzene	2.53	4.21	0.57	0.86	0.25
	1,3,5 trimethylbenzene	1.11	1.42	0.31	0.45	0.08
	styrene	0.57	1.01	0.37	0.56	0.02
	benzene	6.83	5.61	1.98	0.07	0.63
	C9	3.12	4.21	0.78	1.17	0.25
	C10		3.07			
C>13	6.01	3.46	13.37	20.37		
TOTALS (all species)		99.98	99.65	99.42	96.71	99.98

Figura 2-96 NMVOC Fraction (% wt.) Fonte: Table 3.100b: Composition of NMVOC in exhaust emissions (aldehydes, ketones, aromatics) - 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 - – Last Update Oct. 2020

Alla luce di ciò, di seguito si riportano i fattori di emissione del Benzene calcolati e distinti in funzione delle velocità e della tipologia di veicoli (leggeri e pesanti).

Inquinante	Fattore di emissione leggeri (g/km*veicolo)	Fattore di emissione pesanti (g/km*veicolo)
C₆H₆	0,534	0,755

Tabella 2-64 Fattore di emissione Benzene veicoli leggeri e pesanti - Scenario attuale

Applicando lo stesso procedimento sopra indicato, per la definizione dei fattori di emissione degli inquinanti relativi all'anno 2036 per lo scenario di progetto è possibile far riferimento alla tabella sottostante.

Inquinanti	Fattore di emissione veicoli leggeri (g/km*veicolo)	Fattore di emissione veicoli pesanti (g/km*veicolo)
NO_x	0,289	2,321
CO	0,182	0,546
PM10	0,007	0,044
PM2,5	0,004	0,026
C₆H₆	0,039	0,185

Tabella 2-65 Fattori di emissione veicoli leggeri e pesanti - Scenario di progetto

Sulla base dei traffici stimati forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sui differenti rami della rete stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando un fattore di emissione medio.

Si evidenzia come il modello Calroads, per poter effettuare la stima delle concentrazioni, necessita di un fattore di emissione espresso in miglia. Pertanto, al fine di ottenere un valore compatibile con il modello, è stata effettuata la trasformazione da g/km*veicoli a g/miglia*veicolo (1km=0,6214 miglia) per ogni fattore di emissione medio.

1.1.1.19 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI CALCOLO

Individuazione dei ricettori puntuali

I punti ricettori, in prossimità dei quali sono state stimate le concentrazioni degli inquinanti, sono stati scelti in funzione di quelli più vicini dell'asse stesso, al fine di poter stimare la modificazione della qualità dell'aria sia nelle vicinanze delle opere di progetto.

Nel complesso sono stati individuati 2 ricettori residenziali e 2 ricettori vegetazionali, localizzati all'interno della Zona Speciale di Conservazione "Valnerina", mostrati in figura e tabella seguenti.



Figura 2-97 Localizzazione ricettori (in rosso il tratto della galleria di progetto)

Ricettore	Coordinate	
	X (m)	Y (m)
R1	323214	4734773
R2	323472	4734947
V1	323587	4734991
V2	324119	4735643

Tabella 2-66 Coordinate ricettori

Definizione della maglia di calcolo

In aggiunta ai ricettori puntuali è stata definita una maglia di calcolo comprendente la rete stradale di riferimento, grazie alla quale il modello di simulazione, calcolando le concentrazioni sui punti della maglia, riesce a generare delle curve di isoconcentrazione da poter rappresentare in forma grafica. In particolare, la maglia individuata per questa analisi di dettaglio è caratterizzata da un "buffer" intorno ai rami della rete stradale, caratterizzato da punti di calcolo posti ad una distanza di 25, 75 e 150 metri dalla strada con distanza reciproca di 25, 75 e 150 metri.

1.1.1.20 I RISULTATI DELLE ANALISI ALLO STATO ATTUALE

Nel presente paragrafo si riportano i principali risultati ottenuti dal modello di simulazione per lo scenario di progetto. In particolare, per quanto riguarda le concentrazioni medie annue degli inquinanti di interesse stimate sull'intera maglia di calcolo è possibile far riferimento agli elaborati grafici allegati:

- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO_x - Ante Operam – Post Operam";
- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni CO - Ante Operam – Post Operam";
- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni Benzene - Ante Operam – Post Operam";
- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni PM₁₀ - Ante Operam – Post Operam";
- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni PM_{2,5} - Ante Operam – Post Operam".

Analizzando nello specifico le concentrazioni dei singoli inquinanti, di seguito si riportano quelle calcolate per lo scenario attuale in prossimità dei ricettori individuati. Gli inquinanti considerati sono stati relazionati a diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente. Nello specifico si considera la media annua per tutti gli inquinanti tranne per la CO per la quale vengono analizzati i valori massimi medi su 8 ore consecutive. In aggiunta alla media annua, sono stati analizzati i valori orari per l'NO₂ e i valori giornalieri per il PM₁₀.

NO_x

Nella tabella seguente si riportano i valori di concentrazione media annua dell'NO_x emersi dalle simulazioni dello scenario attuale in prossimità dei punti ricettori vegetazionali considerati.

Ricettori	SCENARIO ATTUALE			
	Concentrazione media annua di NOx stimata	Concentrazione media annua di NOx registrato	Concentrazione media annua di NOx totale	Limite normativo
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	dalla centralina [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
V1	0,511	15	15,511	30
V2	1,482		16,482	

Tabella 2-67 Valori di concentrazione media annua di NOx– Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del ricettore V2, pari a 1,482 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, risulta essere inferiore al limite normativo di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, anche considerando il valore di fondo della centralina di Spoleto – Madonna di Lugo.

NO₂

Per quanto riguarda le analisi condotte sull'inquinante NO₂, sono stati analizzati i valori di concentrazione risultanti dalle simulazioni allo scenario attuale presso i punti ricettori residenziali considerati.

Si ricorda come i valori di concentrazione dell'NO₂ siano stati ottenuti dall'applicazione della formulazione che lega l'NO_x all'NO₂, individuata sulla base dei monitoraggi condotti da ARPA Umbria in prossimità della centralina di Spoleto – Madonna di Lugo. Di seguito si riporta l'analisi dei percentili, nonché i valori orari minimi e massimi delle concentrazioni orarie dell'NO₂.

Ricettore	SCENARIO ATTUALE – VALORI ORARI NO ₂							Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	Min [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentili [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					Max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
		50°	85°	90°	95°	99,8°		
R1	≈0	0,047	0,809	1,510	1,989	3,643	3,731	200
R2	≈0	0,167	0,397	0,575	0,769	1,610	1,672	

Tabella 2-68 Percentili e valori massimi e minimi orari NO₂ – Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a 3,731 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento, pari a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Di seguito si riportano i valori di concentrazione media annua dell'NO₂ emersi dalle simulazioni dello scenario attuale in prossimità dei punti ricettori residenziali considerati.

SCENARIO ATTUALE – MEDIE ANNUE NO₂

Ricettori	Concentrazione media annua di NO ₂ stimata [µg/m ³]	Concentrazione media annua di NO ₂ registrato dalla centralina [µg/m ³]	Concentrazione media annua di NO ₂ totale [µg/m ³]	Limite normativo [µg/m ³]
R1	0,478	10	10,478	40
R2	0,226		10,226	40

Tabella 2-69 Valori di concentrazione media annua di NO₂ – Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a 0,478 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

CO

Di seguito si riportano i valori di concentrazione massima media di 8 ore consecutive di CO emersi dalle simulazioni dello scenario attuale in prossimità dei punti ricettori residenziali considerati.

SCENARIO ATTUALE–MASSIMA MEDIA SU 8 ORE CONSECUTIVE DI CO

Ricettori	Concentrazione massima media su 8 ore consecutive di CO stimata [mg/m ³]	Concentrazione media annua di CO registrato dalla centralina [mg/m ³]	Concentrazione massima media di CO totale [mg/m ³]	Limite normativo [mg/m ³]
R1	0,0029	0,7	0,7029	10
R2	0,0013		0,7013	

Tabella 2-70 Valori di concentrazione massima media di 8 ore di CO – Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a 0,0029 mg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 10 mg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

C₆H₆

Di seguito si riportano i valori di concentrazione media annua del benzene emersi dalle simulazioni dello scenario attuale in prossimità dei punti ricettori residenziali considerati.

SCENARIO ATTUALE – MEDIA ANNUA C₆H₆

Ricettori	Concentrazione media annua di C ₆ H ₆ stimata [µg/m ³]	Concentrazione media annua di C ₆ H ₆ registrato dalla centralina [µg/m ³]	Concentrazione media annua di C ₆ H ₆ totale [µg/m ³]	Limite normativo [µg/m ³]
R1	0,418	1,2	1,618	5
R2	0,198		1,398	

Tabella 2-71 Valori di concentrazione media annua di C₆H₆ – Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a 0,418 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 5 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

PM10

L'analisi svolta sul PM10 ha visto la stima sia delle concentrazioni giornaliere che delle concentrazioni medie annue. In primo luogo, partendo dai valori giornalieri di PM10 risultanti dalla simulazione dello scenario attuale, sono stati calcolati i percentili nonché i valori massimi e minimi.

SCENARIO ATTUALE – VALORI GIORNALIERI PM10

Ricettore	Min [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Percentili [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					Max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
		50°	85°	90,4°	95°	99°		
R1	≈0	0,014	0,025	0,030	0,038	0,051	0,057	50
R2	≈0	0,007	0,011	0,012	0,014	0,019	0,023	

Tabella 2-72 Percentili e valori massimi e minimi giornalieri PM10 – Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a $0,057 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Inoltre, tutti i valori massimi di PM10 giornalieri risultanti in corrispondenza di entrambi i ricettori, sommati al valore di fondo della centralina di riferimento, pari a $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, non generano superamenti rispetto al limite normativo giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Di seguito si riportano i valori di concentrazione media annua di PM10 emersi dalle simulazioni dello scenario attuale in prossimità dei punti ricettori residenziali considerati.

SCENARIO ATTUALE – MEDIE ANNUE PM10

Ricettori	Concentrazione media annua di PM10 stimata [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione media annua di PM10 registrato dalla centralina [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Concentrazione media annua di PM10 totale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Limite normativo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	0,016	19	19,016	40
R2	0,008		19,008	

Tabella 2-73 Valori di concentrazione media annua di PM10 – Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a $0,016 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

PM2,5

Di seguito si riportano i valori di concentrazione media annua di PM2,5 emersi dalle simulazioni dello scenario attuale in prossimità dei punti ricettori residenziali considerati.

SCENARIO ATTUALE – MEDIE ANNUE PM2,5

Ricettori	Concentrazione media annua di PM2,5 stimata [µg/m ³]	Concentrazione media annua di PM2,5 registrato dalla centralina [µg/m ³]	Concentrazione media annua di PM2,5 totale [µg/m ³]	Limite normativo [µg/m ³]
R1	0,010	13	13,010	25
R2	0,005		13,005	

Tabella 2-74 Valori di concentrazione media annua di PM2,5 – Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a 0,01 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 25 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

2.7 F – Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali

3.1.38. Il contesto paesaggistico di area vasta

Il Paesaggio regionale individuato come “Valnerina” è ricompreso, in gran parte, nelle aree montuose sud-orientali della Regione Umbria, un territorio contiguo alla valle del fiume Nera, delimitato dalle creste dell’Appennino umbro-marchigiano comprendenti il massiccio del Coscerno-Aspra.

Il territorio è caratterizzato da un preminente valore naturalistico ed ecologico e la sua rilevanza è fortemente legata alla presenza del fiume Nera con le sue gole strette, profonde e sinuose; proprio grazie a questo riconosciuto valore intrinseco, il corso medio-inferiore del Nera è tutelato per circa 20 km grazie all’istituzione del Parco fluviale del Nera ed una vasta porzione del territorio oggetto di studio rientra in siti di importanza comunitaria.



Figura 2-98 Paesaggio identitario della Valnerina

Si tratta di un paesaggio generato dall'aspra morfologia e dalle suggestive gole densamente boscate che lo percorrono, con improvvisi restringimenti ed allargamenti delle visuali su piccole pianure coltivate e su borghi fortificati e sistemi di castelli collocati in prossimità dell'infrastruttura viaria d'altura, antichi presidi per il controllo della fertile valle sottostante, fonte di sostentamento e di comunicazione.



Figura 2-99 Il borgo fortificato di Vallo di Nera

È un territorio in cui la localizzazione dei siti produttivi, le matrici insediative e le attività antropiche, sono state decise, quasi esclusivamente, dall'orografia la cui genesi deriva a sua volta dal sistema di fiumi e torrenti che hanno profondamente strutturato il territorio nel corso dei millenni: gole strette e profonde con ripide pendici boscate o affioramenti rocciosi secondo la pendenza; si tratta di un carattere morfologico eccezionale rispetto alla norma dei paesaggi della regione, solitamente più dolci da un punto di vista morfologico, tale conformazione offre all'uomo poche e ben delimitate aree fruibili per le funzioni di cui si necessita.

Le aree montane con sistemi insediativi in rarefazione e di difficile accesso, come da elaborato "QC7 Risorse identitarie /_FN_Valnerina" del Piano Paesaggistico Regionale prevalgono rispetto alle aree collinari e altocollinari concentrate in prossimità di Terni e alle aree di pianura e di fondovalle che si snodano lungo il corso del fiume Nera e dei suoi affluenti, queste ultime aree sono generalmente preposte alla viabilità di fondovalle ed a forme di utilizzo agricolo la cui consuetudine e tipologia si è sviluppata in centinaia di anni di pianificazione e gestione delle risorse.



Figura 2-100 Il fiume Nera

La valle del fiume Nera è, inoltre, grazie alla sua posizione, un'antica via di comunicazione naturale tra il Tirreno e l'Adriatico, colonizzata e abitata per questo motivo fin dall'antichità: sono numerose le testimonianze di stratificazione archeologica presenti, alcuni di rilevanza internazionale come Monteleone, altri identitari come quelli della valle Campiana e Castoriana, delle strutture termali di Triponzo e della ferrovia Spoleto-Norcia.

Il ruolo della Valnerina come matrice di collegamento tra ovest ed est è noto e ben rappresentato dalla presenza di strade romane di epoca repubblicana come la via Nursina che ricalca sostanzialmente il tracciato della viabilità che collega Spoleto a Norcia.

3.1.39. La struttura del paesaggio nell'area di intervento

L'intervento è incluso nei comuni di Sant'Anatolia di Narco e di Vallo di Nera, in particolare tra Castel San Felice e l'intersezione tra la SP209 e la SP472 che conduce a Vallo di Nera.

Il ruolo chiave nella lettura del contesto paesaggistico di riferimento è costituito dalla presenza del fiume Nera, che scorre dai Monti Sibillini al fiume Tevere, e dalla profonda valle che esso ha generato nel corso dei millenni in un territorio costituito perlopiù da substrati calcarei.

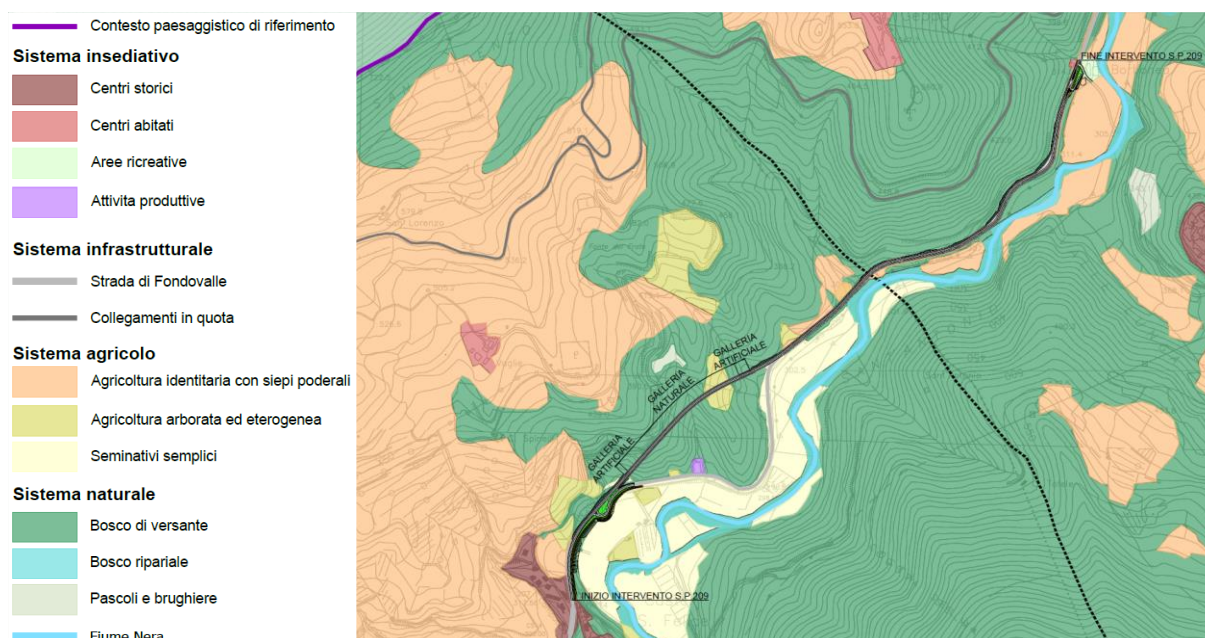


Figura 2-101 Stralcio della Carta del contesto e della struttura del paesaggio

Gli elementi caratterizzanti di paesaggio individuati si compongono di: sistema insediativo, infrastrutturale, agricolo e naturale.

Gli insediamenti caratteristici dell'area in esame sono costituiti da borghi che conservano una matrice medievale, situati generalmente in altura, in alcuni casi fortificati da mura o che conservano, nei pressi, le vestigia di un castello; in prossimità di questi insediamenti si rileva, saltuariamente, la presenza di complessi religiosi.

La matrice di sviluppo dell'infrastruttura viaria può essere suddivisa in due tipologie di elementi: quello principale di fondovalle, che segue il corso del fiume Nera percorrendo la vallata, e quello in quota che si

sviluppa a mezzacosta come collegamento capillare tra i centri abitati e come sistema che favorisce una buona fruibilità del complesso naturale che caratterizza il territorio.

Il sistema agricolo dell'area oggetto di studio, localizzato prevalentemente lungo le aree aperte della fertile vallata, si sviluppa a nord di Sant'Anatolia di Narco e nei dintorni di Vallo di Nera, con colture prevalentemente a seminativo e sporadica presenza di vigne ed uliveti.

Si tratta di un paesaggio agricolo peculiare, inclusivo di spazi naturali e piccoli boschi, in cui l'uomo ha sfruttato le aree concesse dall'aspra orografia del territorio, un paesaggio i cui appezzamenti sono sovente delimitati da filari alberati e siepi.

Il sistema naturale, egemone nell'area di studio, consta di boschi, prevalentemente di latifoglie, diffusi lungo le scoscese pendici della valle del Nera e che ricoprono i sistemi montuosi limitrofi, raramente intervallati da praterie e brughiere; grande importanza ha anche il bosco ripariale, caratterizzato da una grande varietà di habitat e da un'elevata ricchezza di specie sia vegetali che animali; svolge funzioni di rilievo sotto il profilo ecologico e di serbatoio di biodiversità.

3.1.40. Il patrimonio culturale e storico testimoniale

1.1.1.21 IL PATRIMONIO CULTURALE

Il concetto di patrimonio culturale è rappresentato dai beni soggetti a disposizioni di tutela in base al D.Lgs. 42/2004 e smi.

Secondo quanto disposto dall'art. 2 del DLgs 42/2004 e smi "Codice dei beni culturali e del paesaggio", Parte Prima, con Patrimonio culturale si è inteso riferirsi sia ai beni culturali, ossia *«le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà»*, sia ai beni paesaggistici, costituiti dagli *«immobili e le aree indicati all'articolo 134, costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge»*.



Figura 2-102 Chiesa abbaziale di San Felice di Narco

Le fonti conoscitive utilizzate al fine di individuare il quadro complessivo di detti beni sono:

- Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro MiC, Vincoli in rete
- Piano Territoriale Coordinamento Provinciale di Perugia, approvato con D.C.P. n.59 del 23 luglio 2002 ed in particolare gli elaborati: A.4.2.b, A.4.3.b e A.7.1.b.

Stante quanto premesso, la sintetica descrizione di detti beni, riportata nel presente paragrafo, è stata espressamente riferita, per quanto attiene ai beni culturali, a quelli il cui interesse culturale sia stato dichiarato e, per quelli paesaggistici, a quelli oggetto di vincoli dichiarativi, ossia tutelati ai sensi dell'articolo 136 del Codice del paesaggio e dei beni culturali. Inoltre, nel condurre detta descrizione, è stata centrata l'attenzione sulle ragioni alla base del riconoscimento dell'interesse pubblico di tali beni, per come riportate nei relativi decreti di vincolo, così da poter offrire una chiara rappresentazione della loro rilevanza.

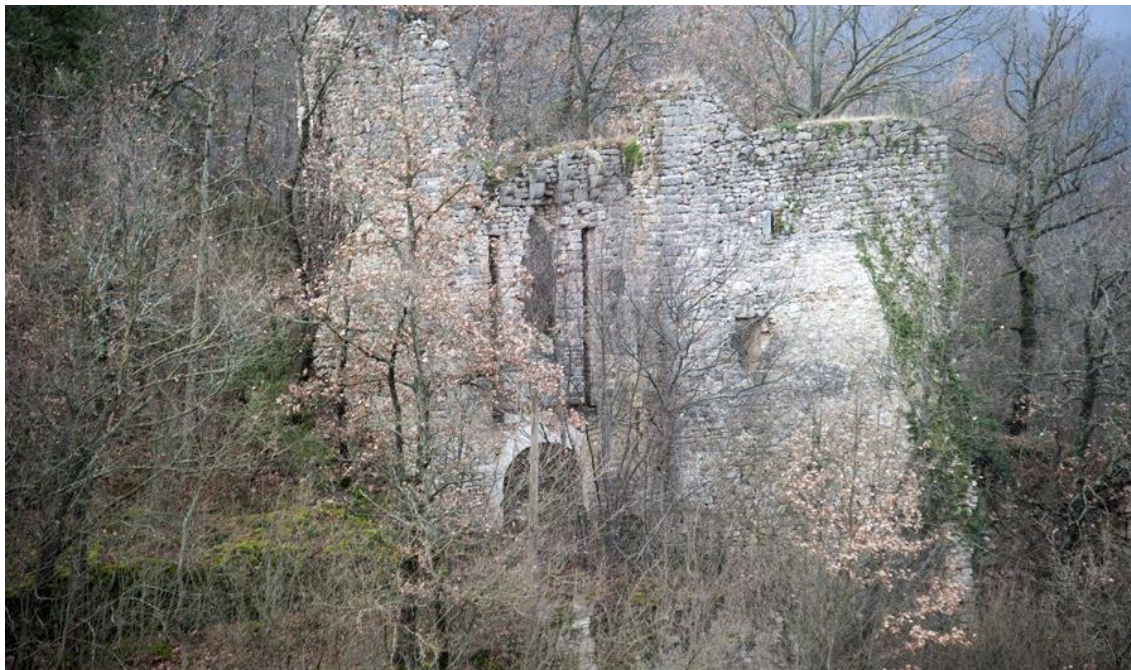


Figura 2-103 Resti del Castello di Geppa

I beni di interesse culturale dichiarato presenti nell'area in esame, e rappresentati nell'elaborato T00IA01AMBCT06A e T00IA01AMBCT08A, tutelati ai sensi dell'art. 10 del DLgs 42/2004, sono quattro:

- Resti dell'antico castello di Geppa, situato sul poggio ad ovest della località omonima, dichiarato di interesse culturale ai sensi del decreto n. 131 del 17/08/2021; ne rimangono visibili i ruderi del bastione e la porta d'accesso con i resti della chiusura a saracinesca. Restano anche tratti della cinta muraria e una torre eretta sopra uno sperone roccioso.
- Casali Costiere è un bene culturale situato a sud di Castel San Felice, in prossimità della chiesa di San Felice di Narco, si tratta di una struttura di tipologia abitativa di inizio 1900 vincolata ai sensi del D.M.8/11/2006.
- Casali di Montecastello è un bene vincolato ai sensi del D.M. 6/11/2006, si tratta di una struttura di tipo abitativo, situata a sud di Castel San Felice.
- Ex ferrovia Spoleto – Norcia, il cui tracciato attraversa i comuni di Spoleto, Santa Anatolia di Narco, Vallo di Nera, Cerreto di Spoleto e Norcia. Tracciato vincolato ai sensi del D.M. 14/03/2001, ad oggi sentiero ciclopedonale in gran parte percorribile.

Vi è un unico bene paesaggistico sottoposto a vincolo ai sensi dell'art.136, co.1, lettere c) e d) del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggi tramite D.G.R. n. 7040 del 27/10/87: si tratta dell'area denominata Vallo di Nera, ricomprendente il capoluogo del comune omonimo ed i suoi dintorni; tale area costituisce, come indicato nel decreto istitutivo del vincolo, "un indispensabile completamento panoramico per la tutela delle principali visuali da e per il centro storico di Vallo di Nera" ed "un complesso di cose immobili aventi un caratteristico aspetto di valore estetico e tradizionale".



Figura 2-104 Castel San Felice

1.1.1.22 IL PATRIMONIO STORICO TESTIMONIALE

Per quanto attiene i beni materiali occorre rammentare come il D.Lgs 42/2004 e smi, all'articolo 131, individua nel "paesaggio" «il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni» e, sulla base di detta definizione, nel definire le finalità proprie della parte terza del Codice, le individua nel «tutela[re] il paesaggio relativamente *a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali*».

La nozione di patrimonio storico testimoniale, alla base della presente trattazione, muove da tali riferimenti culturali e normativi, nonché in modo particolare dal rilievo che questi attribuiscono al concetto di identità,

operandone una specifica declinazione rispetto al sistema insediativo ed alla valenza locale del suo portato identitario.

In altri termini si è inteso identificare quell'insieme di manufatti edilizi che, a prescindere dal regime di tutela al quale sono soggetti, rappresentano chiara manifestazione, ossia – come recita il citato articolo del D.Lgs 42/2004 e s.m.i. - «*rappresentazione materiale e visibile*», di modelli insediativi, tipologie edilizie, tecniche costruttive o stili che sono espressione dell'identità locale di un determinato contesto territoriale.

La fonte conoscitiva utilizzata al fine di individuare il quadro complessivo di detti beni è:

- Piano Territoriale Coordinamento Provinciale di Perugia, approvato con D.C.P. n.59 del 23 luglio 2002 ed in particolare gli elaborati: A.3.1 b, A.3.2 b ed A.3.3 b.

La comprensione del valore storico testimoniale di quelle architetture o complessi architettonici oggi riconducibili alle permanenze della stratificazione insediativa del territorio della Valnerina si ha a partire dalla lettura dei processi di territorializzazione di lunga durata, e, dunque, dal riconoscere all'interno del contesto di riferimento il permanere dell'uso del territorio, che ha conformato l'attuale assetto paesaggistico e deciso i caratteri dell'identità territoriale.

La presenza antropica nell'area è testimoniata da ritrovamenti archeologici che risalgono all'VIII secolo a.C., tra il IV e il II secolo a.C. l'area subì la romanizzazione che interessò buona parte dell'Italia centrale e nell'alto medioevo iniziò lentamente a svilupparsi la conformazione tutt'ora visibile dei borghi fortificati e dei castelli, le componenti analizzate di seguito si trovano negli elaborati grafici appartenenti all'Atlante del sistema ambientale e paesaggistico del PTCP della Provincia di Perugia.

Gli elementi architettonici caratterizzanti dell'area sono principalmente di tre tipi:

- I borghi fortificati
- I castelli
- Le chiese e i complessi religiosi

I borghi fortificati sono un sistema presente in tutta la Valnerina, si tratta di insediamenti situati generalmente in una posizione dominante con funzione di controllo e presidio della valle sottostante, sono cinti da mura e hanno una cintura di campi coltivati nelle aree limitrofe dove permesso dalla morfologia. Un esempio di questa conformazione è il borgo di Castel San Felice, i cui canoni costruttivi rientrano nella tipologia di nucleo urbano fortificato contraddistinto dal forte adattamento alla morfologia dei luoghi e dalla presenza di mura, torri e porte di accesso.

I borghi fortificati non erano, nel medioevo, l'unico modo di presidiare il territorio e di affermare la propria dominazione su un territorio, l'incastellamento nel territorio analizzato risale al X secolo e si protrae fino al XV secolo con la costruzione di una fitta rete di strutture difensive lungo tutta la valle comprendenti torri di avvistamento e fortificazioni di varia natura.

Un esempio di questa architettura caratteristica è la fortificazione di Geppa che sorge sulla destra orografica della valle, su di un promontorio collinare (m. 559 s.l.m.), in posizione intermedia, anche altimetricamente, fra il castello di Grotti e quello di Paterno; il nucleo rurale sorge fuori dall'area della fortificazione; del castello restano oggi i ruderi del bastione e della zona d'ingresso. Il fosso sul quale doveva aprirsi il ponte levatoio appare completamente ricoperto da depositi di terra.

Un ulteriore elemento caratteristico del territorio in esame è costituito dai complessi religiosi, dalle chiese e degli eremi che punteggiano la Valnerina; possono trovarsi sia all'interno sia in prossimità dei borghi, in alcuni casi sono abbazie e conventi e costituiscono testimonianza della profonda presenza della Chiesa nell'area. Un esempio di questa matrice è la chiesa abbaziale di San Felice di Narco nella frazione di Castel San Felice, un monastero benedettino in stile romanico costruito nel XII secolo nei pressi del fiume Nera, articolato in quattro corpi di fabbrica disposti a corti.

2.8 G – Agenti fisici

3.1.41. G1 – Rumore

1.1.1.23 INQUADRAMENTO TEMATICO

Lo studio acustico si pone come obiettivo quello di definire e valutare i potenziali impatti acustici indotti sia dalla fase di esercizio dell'asse stradale della statale 685 "delle tre valli umbre", che dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione delle opere di progetto.

La metodologia considerata nell'analisi preliminare acustica si sviluppa in tre fasi: una prima dedicata alla definizione del quadro conoscitivo mediante l'individuazione del quadro normativo di riferimento, una seconda dedicata alla verifica del clima acustico indotto dal traffico veicolare e un'ultima sezione finalizzata alla verifica del rumore indotto dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'asse stradale di progetto.

Per quanto riguarda gli elementi normativi per la classificazione acustica del territorio si è fatto riferimento al quadro normativo nazionale in materia di inquinamento acustico che prevede l'individuazione di specifiche fasce di pertinenza acustica e relativi limiti in Leq(A) nel periodo diurno e notturno secondo i criteri stabiliti dal DPR 142/2004. Oltre tali fasce si considerano i valori territoriali individuati dai Comuni territorialmente competenti e definiti attraverso i Piani di Classificazione Acustica, qualora approvati e vigenti.

Al fine di verificare la presenza di ricettori all'interno dell'area di studio è stato condotto un censimento di tutti gli edifici situati nelle fasce di pertinenza acustica e quindi entro i 150 metri per lato dal confine stradale. Per quanto concerne le fasce di pertinenza acustica, sono funzione della categoria stradale e nello specifico sono state definite le fasce di pertinenza acustica A e B, la prima fascia A di ampiezza pari a 100 m per lato e la seconda fascia B di ampiezza pari a 50 m per lato

Successivamente mediante specifico software di modellazione acustica previsionale (SoundPLAN 8.2) è stato sviluppato lo scenario di simulazione ante operam riferito alle condizioni di esercizio dell'asse stradale secondo l'attuale configurazione infrastrutturale., determinando sia la mappatura acustica calcolata a 4 m dal piano campagna rispetto al descrittore Leq(A) diurno e notturno sia i valori in facciata per ciascun edificio. L'applicazione del modello permette di individuare l'ampiezza della fascia caratterizzante i limiti massimi acustici imposti dal DPR 142 del 30.03.2004, ai sensi della L.447/95.

1.1.1.24 IL MODELLO DI SIMULAZIONE SOUND PLAN

Il modello di calcolo utilizzato è SoundPLAN versione 8.2: un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato. Questo modello di simulazione è uno tra gli strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da quelle infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a quelle fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti energetici, etc.

SoundPLAN è uno strumento previsionale ad "ampio spettro", progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici.

Tra i diversi standard di propagazione acustica per le strade, ferrovie o infrastrutture industriali, disponibili all'interno del software, è presente inoltre l'NMPB Routes 1996 riconosciuto dal Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n.194 «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale» per il calcolo del livello acustico limitatamente alle infrastrutture viarie.

Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio.

L'area di studio viene caratterizzata orograficamente mediante l'utilizzo di file georeferenziati con la creazione di un DGM (Digital Ground Model) ottenuto attraverso algoritmo TIN (Triangular Irregular Network), che è ritenuto il più attendibile per la realizzazione di modelli digitali del terreno partendo da mappe vector. Questo sistema sfrutta alcune potenzialità del DEM (Digital Elevation Model) come la possibilità di mediare le distanze tra le isoipse, ma introduce, in caso di soli punti quotati noti, la tecnica di triangolazione ad area minima, crea cioè una serie di triangoli tridimensionali, i quali hanno come vertici i punti quotati noti e con la minor area possibile e attribuisce a queste aree triangolari valori di quota calcolati sulla differenza dX, dY e dZ, ovvero le pendenze dei versanti.

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall'innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale

strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all'interno di scenari virtuali tridimensionali.

Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre, i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

Il software permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricevitore, per ognuna delle sue facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la differenza di quota sorgente-ricevitore ed altre informazioni presenti nel modello: è, ad esempio, in grado di effettuare calcoli statistici relativi all'impatto sonoro a cui è soggetta la popolazione presente nell'area di studio, seguendo i dettati delle ultime normative europee.

In ogni caso, SoundPLAN presenta un'ampia flessibilità di gestione, permettendo di risolvere i differenti casi che di volta in volta è possibile incontrare.

In particolare, si osserva la possibilità di definire il materiale della struttura acustica in modo che presenti completo assorbimento acustico senza riflessione, definendo un coefficiente di riflessione per ognuna delle facce della barriera, o introducendo un coefficiente di assorbimento acustico differente in funzione della frequenza dell'onda sonora prodotta dalla sorgente.

I dati di input del modello sono i seguenti.

- Cartografia 3D: un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica è la realizzazione di una cartografia tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato. Per una precisa descrizione del terreno da inserire all'interno del modello è necessario definire all'interno del software le isoipse, l'edificato e le infrastrutture di trasporto interessate;
- Sorgenti stradali: per ogni infrastruttura è necessario definire la conformazione geometrica, i dati relativi ai flussi e alle velocità di percorrenza in ciascun tratto, il tipo di asfalto e il senso di marcia;
- Edifici: per ciascun edificio è necessario definire posizione e altezza;
- Griglia di calcolo: occorre definire la griglia di calcolo in cui verranno effettuate le simulazioni;
- Tempi di riferimento: secondo quanto predisposto dalla legge n°447 26/10/1995 e s.m.i. gli scenari temporali di riferimento sono due: diurno (6.00-22:00) e notturno (22:00-6:00).

1.1.1.25 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

Il quadro normativo nazionale in materia di inquinamento acustico prevede che il Comune territorialmente competente stabilisca i limiti acustici delle sorgenti sonore attraverso i criteri prestabiliti dal DPCM del 14/11/97.

L'asse di progetto si sviluppa lungo il territorio dei Comuni di Sant'Anatolia di Narco e Vallo di Nera nella provincia di Perugia.

I comuni interessati dalle opere in progetto hanno stabilito i limiti acustici territoriali secondo il DPCM 14/11/1997 attraverso il Piano Comunale di Classificazione Acustica in accordo a quanto previsto dalla normativa di riferimento regionale e nazionale.

In Tabella 2-75 si riporta lo stato autorizzativo dei Piani per i Comuni ricadenti all'interno dell'ambito di studio.

Provincia	Comune	Estremi di approvazione PCCA
Perugia	Sant'Anatolia di Narco	Approvato con D.C.C. n.43 del 13/12/2010
Perugia	Vallo di Nera	Approvato con D.C.C. n.28 del 26/09/2011

Tabella 2-75 Comuni interessati dal progetto ed estremi di approvazione zonizzazione acustica

Per quanto riguarda il rumore di origine stradale, questo è regolamentato dal DPR 142/2004 in accordo a quanto previsto dalla Legge 447/95. Tale DPR stabilisce in funzione della tipologia e categoria di strada i relativi limiti acustici diurni e notturni e le fasce di pertinenza acustica. Per quanto riguarda l'asse stradale di progetto, questo è classificato come strada variante ed assimilabile ad esistente così come stabilito dal suddetto DPR all'art 1 comma 1 lettera h):"1. Ai fini dell'applicazione del presente decreto di intende per:[...] h) variante: costruzione di un nuovo tratto stradale in sostituzione di uno esistente, fuori sede, con uno sviluppo complessivo inferiore a 5 km per autostrade e strade extraurbane principali, 2 km per strade extraurbane secondarie ed 1 km per le tratte autostradali di attraversamento urbano, le tangenziali e le strade urbane di scorrimento". I limiti acustici sono pertanto individuati dal DPR stesso nell'ambito delle infrastrutture esistenti e indicati nella Tabella 2 dell'Allegato 1 previsto dall'articolo 3, comma 1 per la categoria di strada extraurbana secondaria ad unica carreggiata di tipo "Cb".

Nella Tabella 2-76:Valori-limite stabiliti per strade di nuova realizzazione e strade esistenti o assimilabili a esistenti si riportano i valori acustici limite e le relative ampiezze delle fasce di pertinenza per il caso in esame.

Valori limite stabiliti per strade extraurbane esistenti

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
		Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
Cb – Extraurbana Secondaria	100 (fascia A)	50	40	70	60
	50 (fascia B)			65	55

Tabella 2-76:Valori-limite stabiliti per strade di nuova realizzazione e strade esistenti o assimilabili a esistenti

1.1.1.26 RICETTORI

Al fine di verificare la presenza di ricettori all'interno dell'area di studio è stato condotto un censimento di tutti gli edifici situati nelle fasce di pertinenza acustica e quindi entro i 150 metri per lato dal confine stradale. Il censimento ha previsto l'elaborazione di una scheda dettagliata per ogni edificio, contenente tutte le principali informazioni quali le dimensioni, numero di piani, esposizione, d'uso, stato di conservazione, etc. L'insieme di tutte le schede è contenuto nel documento allegato "Schede censimento ricettori acustici".

In questa fase la presenza di più strutture appartenenti allo stesso complesso strutturale viene censita come un unico ricettore. Nelle successive analisi acustiche ciascun edificio oggetto di verifica dei livelli acustici viene considerato singolarmente. In riferimento alla destinazione d'uso, i ricettori sono classificati in residenziali, commerciali e industriali. A questi si aggiungono gli annessi non residenziali, ossia le strutture secondarie connesse alle unità residenziali e all'interno delle proprietà ma non costituenti ambienti abitativi.

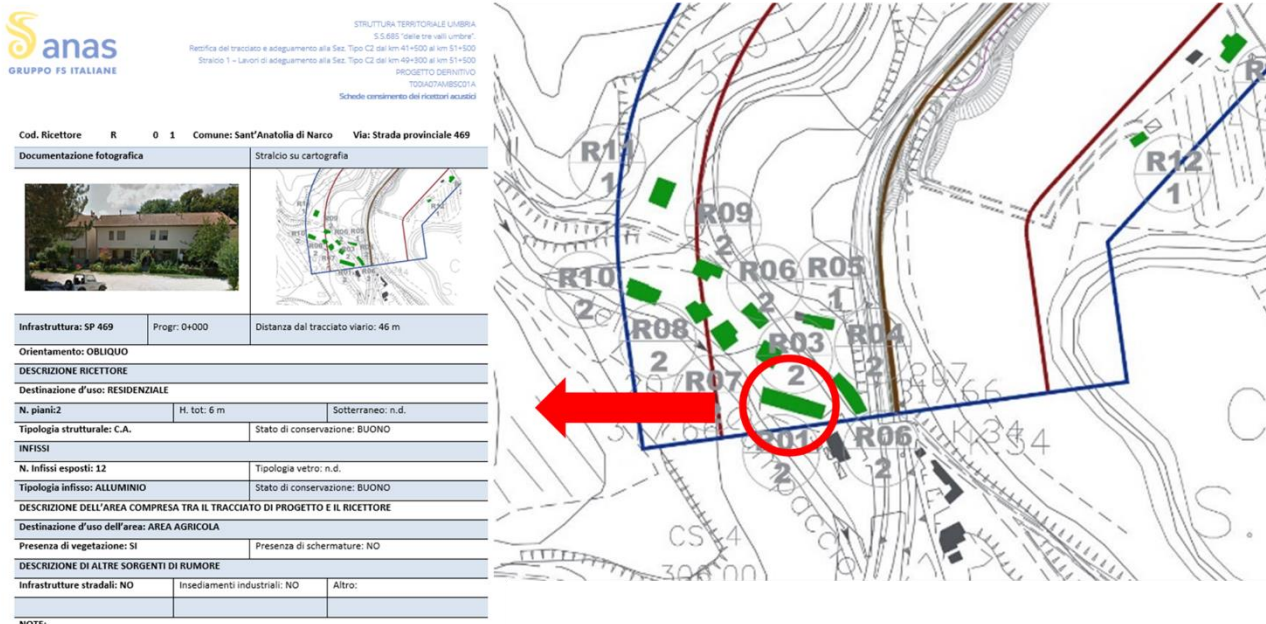


Figura 2-105: Censimento ricettori: esempio di indicazione caratteristiche edifici su planimetria e schede

Nel complesso, il censimento ha evidenziato la presenza di 18 ricettori, classificati come riportato nella tabella di seguito.

Destinazione d'uso	N. edifici
Residenziali	12
Commerciali	2
Industriali	1
Annessi non residenziali	3

Tabella 2-77: Numero di edifici in funzione della destinazione d'uso

Per quanto concerne i parchi e le aree naturali protette, definite dall'art.1 comma 1 lettera I del DPR 142/2004 come ricettori, il tracciato attraversa l'area protetta ZSC "Valnerina" IT52100046.

1.1.1.27 INDAGINI FONOMETRICHE

Per la caratterizzazione allo stato attuale, il giorno 20/02/2023, è stata effettuata una campagna fonometrica con tecnica di campionamento MAOG, mediante installazione di un fonometro di classe I lungo l'asse stradale ad una distanza di circa 1,5 metri dal ciglio stradale.

I rilievi fonometrici, unitamente a rilevamenti metereologici, sono stati effettuati in una postazione sia in periodo diurno che notturno. La campagna di monitoraggio consta di una serie di rilievi fonometrici di durata pari a 20 minuti in cinque periodi della giornata.

In Tabella 9 sono riportate la localizzazione e la documentazione fotografica del punto di misura scelto per la campagna fonometrica.

Postazione Rum_01



Coordinate GPS		Latitudine		42°44'53.01"N	
		Longitudine		12°50'42.40"E	
Regione	Umbria	Provincia	Perugia	Comune	Sant'Anatolia di Narco
Sorgente principale	SP209	Altre sorgenti		-	
Localizzazione su ortofoto			Documentazione fotografica		
					

Tabella 2-78: Localizzazione del punto di misura Rum_01

Le misure sono finalizzate alla caratterizzazione dello stato attuale e alla caratterizzazione del rumore ambientale prima dell'inizio delle lavorazioni.

Rimandando per ulteriori approfondimenti all'elaborato "Rapporto di misura per i rilievi fonometrici" - T00IA07AMBRE02A.

In Tabella 10 si riporta una sintesi dei valori del Leq(A) divisi in funzione del periodo diurno e notturno:

Punto di misura	Data	Leq(A) diurno	Leq(A) notturno
Rum_01	20/02/2023	66,3	55,1

Tabella 2-79 Sintesi dei risultati delle misure

1.1.1.28 DETERMINAZIONE DEI LIVELLI DI IMMISSIONE ACUSTICA ALLO STATO ATTUALE

1.1.1.29 DATI DI INPUT

Parametri territoriali

All'interno del modello di simulazione acustico SoundPlan è stata ricostruita l'orografia attuale dell'ambito di studio. La modellazione digitale del terreno (Digital Ground Model) attraverso il software è stata costruita tramite punti quota, linee di elevazione infrastrutture esistenti e gli edifici rilevati in fase di censimento.

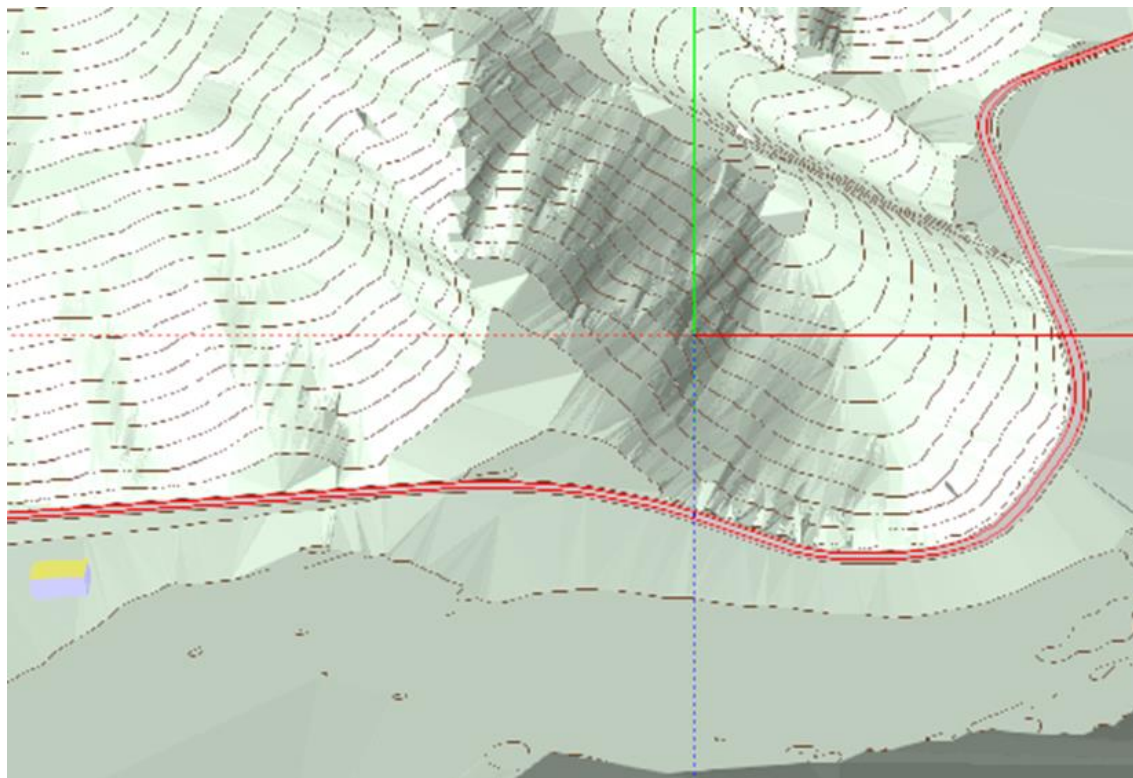


Figura 2-106 Modellazione tridimensionale in SoundPlan dello scenario Ante Operam, esempio di costruzione del DGM

Sorgente stradale

Nel caso in studio l'asse stradale SS 685 "delle tre valli umbre" è la sorgente acustica viaria oggetto di studio. Oltre, quindi, ad inserire le caratteristiche geometriche della stessa secondo l'attuale configurazione per la costruzione del terreno, sono stati definiti i seguenti ulteriori parametri per poterne determinare il contributo emissivo acustico e quindi i livelli in $Leq(A)$ indotti sul territorio e sui ricettori in funzione del modello di esercizio assunto.

In tal senso sono stati definiti i seguenti parametri:

Sezione stradale bidirezionale a 1 corsia dimensioni 3,50m

Nel modello è stata costruita una strada ad unica carreggiata con doppia linea di emissione, una per corsia.

Flussi di traffico

Come noto la normativa in materia di inquinamento acustico individua due tempi di riferimento, rispetto ai quali occorre definire i flussi di traffico stradale distinti tra veicoli leggeri e pesanti, periodo diurno (6:00-

22:00) e notturno (22:00-6:00) e flusso ascendente e discendente dove nel primo caso va in direzione Spoleto e nel secondo in direzione Arquata del Tronto.

Velocità di percorrenza

Rispetto a tale parametro è stata assunta lungo il tratto stradale una velocità di percorrenza per i veicoli leggeri di 60km/h, mentre per quelli pesanti 50 km/h.

1.1.1.30 DATI DI OUTPUT

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in Leq (A) mediante mappature acustiche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. La griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri, mentre l'ordine di riflessione è stato assunto pari a 3.

Le curve di isolivello acustico sono rappresentate nelle tavole "Clima acustico ante operam periodo diurno" (Codice elaborato T00IA07AMBCT04A) e "Clima acustico ante operam periodo notturno" (Codice elaborato T00IA07AMBCT05A). L'output del modello consiste inoltre nei valori del Leq(A) calcolati ad 1 metro dalla facciata, per ciascun piano, per tutti gli edifici ricadenti all'interno dell'ambito di studio con destinazione residenziale data l'assenza di edifici sensibili (scuole e/o ospedali).

Cod. Ricettore	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Impatto residuo in facciata	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R01	PT	Residenziale	70	60	39,3	30,1	-	-
	P1	Residenziale	70	60	41,6	32,4	-	-
R02	PT	Residenziale	70	60	56,8	47,7	-	-
	P1	Residenziale	70	60	60,6	51,5	-	-
R03	PT	Residenziale	70	60	39,2	30,1	-	-
	P1	Residenziale	70	60	42,6	33,5	-	-
R04	PT	Residenziale	70	60	50,4	41,3	-	-
	P1	Residenziale	70	60	56,5	47,5	-	-
R06	PT	Residenziale	70	60	41,1	32,1	-	-
	P1	Residenziale	70	60	45,7	36,7	-	-
R07	PT	Residenziale	70	60	33,1	24,0	-	-
	P1	Residenziale	70	60	38,2	29,1	-	-
R08	PT	Residenziale	70	60	39,8	30,7	-	-
	P1	Residenziale	70	60	42,2	33,2	-	-
R09	PT	Residenziale	70	60	40,6	31,6	-	-
	P1	Residenziale	70	60	43,6	34,5	-	-
R10	PT	Residenziale	65	55	36,0	26,9	-	-
	P1	Residenziale	65	55	39,4	30,3	-	-
R11	PT	Residenziale	65	55	39,5	30,4	-	-
R12	PT	Residenziale	65	55	45,3	36,2	-	-
R13	PT	Residenziale	65	55	45,0	35,9	-	-

Cod. Ricettore	Piano	Destinazione d'uso	Limiti esterni Leq(A)		Livelli esterni Leq(A)		Impatto residuo in facciata	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
R16	P1	Residenziale	65	55	46,9	37,8	-	-
	PT	Commerciale	70	60	63,3	54,3	-	-
R17	PT	Commerciale	70	60	51,8	42,7	-	-
	P1	Commerciale	70	60	55,2	46,1	-	-
AP_01	H=4m	Area protetta	70	60	59,7	50,6	-	-
AP_02	H=4m	Area protetta	70	60	60,4	51,4	-	-
AP_03	H=4m	Area protetta	70	60	60,6	51,5	-	-
AP_04	H=4m	Area protetta	70	60	61,2	52,1	-	-

Tabella 2-80 Scenario Ante Operam – Livelli acustici calcolati in prossimità dei ricettori (1 metro dalla facciata)

3.1.42. G2 – Vibrazioni

1.1.1.31 ASPETTI INTRODUTTIVI

Con specifico riferimento alla componente vibrazioni si segnala che non sono presenti sorgenti rilevanti nell'area in esame.

Di seguito si riporta il regime normativo che sarà utilizzato al fine di poter effettuare le valutazioni necessarie alle analisi degli impatti della dimensione costruttiva nelle parti successive dello SIA.

1.1.1.32 RIFERIMENTI NORMATIVI

In relazione alla tematica delle vibrazioni, le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", che definiscono:

- i tipi di locali o edifici;
- i periodi di riferimento;
- i valori che costituiscono il disturbo;
- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne.

Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:

- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o

meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti: asse z passante per il coccige e la testa, asse x passante per la schiena ed il petto, asse y passante per le due spalle. Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i valori di riferimento riportati nelle tabelle: Tabella 2-81 e Tabella 2-82 tali valori sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza a_w e del suo corrispondente livello L_w .

Quando i valori delle vibrazioni in esame superano i livelli di riferimento, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc.

	a_w (m/s ²)	L_w (dB)
Aree critiche	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni (notte)	7,0 10 ⁻³	77
Abitazioni (giorno)	10,0 10 ⁻³	80
Uffici	20,0 10 ⁻³	86
Fabbriche	40,0 10 ⁻³	92

Tabella 2-81 Valori e livelli limite di riferimento delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse z (UNI 9164:1990, App. A1)

	a_w (m/s ²)	L_w (dB)
Aree critiche	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni (notte)	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni (giorno)	7,2 10 ⁻³	77
Uffici	14,4 10 ⁻³	83
Fabbriche	28,8 10 ⁻³	89

Tabella 2-82 Valori e livelli limite di riferimento delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi x e y (UNI 9164:1990, App. A1)

La norma UNI 9614:2017 rappresenta la versione più aggiornata e definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi. La norma modifica, in modo sostanziale, la versione precedente introducendo un approccio innovativo e profondamente diverso nelle modalità di valutazione dei disturbi da vibrazione. Essa fa riferimento alla ISO 2631-2:2003, prevalentemente per i metodi di misurazione e valutazione, ed alla norma norvegese NS 8176.E. Relativamente alle modalità di misura, si sottolinea che, sebbene esse siano le stesse della versione precedente (UNI 9614:1990), nella versione più attuale (UNI 9614:2017) la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione delle vibrazioni immesse nell'edificio dalla specifica sorgente oggetto di indagine (v_{sor}), quale valore pari al 95esimo percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata $a_{w,max}$ misurata sui singoli eventi. Tale valore viene confrontato con una serie di limiti individuati per gli edifici a seconda della destinazione d'uso e dal periodo temporale di riferimento (diurno 6:00-22:00, notturno 22:00-6:00), il quale rappresenta un ulteriore elemento di novità rispetto al periodo temporale considerato all'interno della precedente versione UNI 9614:1990 (diurno 7:00-22:00, notturno 22:00-7:00).

I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

	v_{sor} (m/s ²)	L_{sor} (dB)
Abitazioni (notte)	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni (giorno)	$7,2 \cdot 10^{-3}$	77
Luoghi lavorativi	$14 \cdot 10^{-3}$	83
Ospedali, case di cura ed affini	$2 \cdot 10^{-3}$	66
Asili e case di riposo	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Scuole	$5,4 \cdot 10^{-3}$	75

Tabella 2-83 Valori limite di riferimento massimi per la massima accelerazione ponderata della sorgente V_{sor} (UNI 9164:2017, Cap. 9)

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di

misura. Nel caso del rumore prodotto dalle attività di cantiere, le diverse attività dello stesso costituiscono una sorgente di disturbo con caratteristiche molto diverse da caso a caso; nella maggioranza dei casi, tuttavia, si tratta di fenomeni transitori di breve durata facilmente isolabili nella storia temporale delle attività. Come riportato nell'appendice A.4 – *Vibrazioni prodotte da attività di cantiere* della normativa vigente, per le attività di cantiere è necessario che i valori misurati siano raggruppati per tipologia di attività o quantomeno di scenario di cantiere. All'interno di un'attività o scenario di cantiere, il numero minimo di eventi da considerare è 15.

La norma UNI 9916:2004 "*Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici*" fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è quello di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. Per semplicità, la presente norma considera gamme di frequenza variabili da 0,1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazione causata dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio (per esempio vibrazioni indotte da macchinari all'interno degli edifici): tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. Gli urti direttamente applicati alla struttura attraverso macchine industriali, gli urti prodotti dalle esplosioni, dalla battitura dei pali e da altre sorgenti immediatamente a ridosso dei ristretti limiti della struttura non sono inclusi nella gamma di frequenza indicata, ma lo sono i loro effetti sulla struttura. In appendice A della norma stessa è riportata la classificazione degli edifici.

Nell'Appendice B della norma, che non costituisce parte integrante della norma stessa, sono indicate nel Prospetto IV le velocità ammissibili per tipologia di edificio, nel caso particolare di civile abitazione i valori di riferimento sono riportati nella Tabella 2-84.

Civile abitazione

	Fondazione	Pavimento		
frequenza	< 10 Hz	10-50 Hz	50 -100 Hz	diverse freq.
velocità (mm/s)	5	5-15	15-20	15

Tabella 2-84 Valori di riferimento delle velocità

La norma UNI 11048 "Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo", sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il disturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. La norma non si applica alla valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, in relazione a possibili danni strutturali o architettonici, per la quale si rimanda alla UNI 9916.