

S.S. 67 "Tosco Romagnola"
Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la
località S.Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di
Dicomano.

Variante di Rufina (FI) – LOTTI 2A e 2B

PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI462

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:

Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL GEOLOGO:

Geol. Massimo Mezzanica – Società Pro Iter Srl
Ordine Geologi della Lombardia n. 762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Massimo Mangini – Società Erre.Vi.A Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Varese n. 1502

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Francesco Pisani

PROTOCOLLO:

DATA:



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
SIA - SCENARIO DI BASE E ANALISI DELLA COMPATIBILITA'
SIA - ATMOSFERA E CLIMA
Relazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	T01-IA37-AMB-RE01A.pdf			
ACNO01113	D 20	CODICE ELAB.	T01 IA37 AMBRE01	A	-
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	10/2023	Gambarana	Luppi	Formichi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLEA AMBIENTE	 sinèrgo	A
			Data 10/2023	

INDICE

1	PREMESSE	6
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO E PIANIFICATORIO	7
3	ANALISI METEO-CLIMATICA.....	12
3.1	Regime pluviometrico	15
3.3	Regime termico	17
3.4	Regime anemometrico.....	18
4	IL QUADRO DELLE EMISSIONI	21
4.1	Modellazione delle emissioni.....	32
4.1.1	Emissioni da traffico stradale.....	32
4.1.2	Dati caratteristici del traffico nelle simulazioni	35
4.1.3	Il parco veicolare	40
5	IL QUADRO DELLE CONCENTRAZIONI.....	43
5.1	Rete di monitoraggio regionale della qualità dell'aria.....	43
5.1.1	Il Biossido di Azoto (NO ₂).....	45
5.1.2	Il particolato atmosferico aerodisperso (PM ₁₀ e PM _{2.5}).....	47
5.1.3	Il Benzene (C ₆ H ₆).....	49
5.2	La modellazione della dispersione degli inquinanti atmosferici.....	50
5.2.1	Il modello ARIA Impact.....	50
5.2.2	Descrizione delle simulazioni	52
5.2.3	Risultati delle simulazioni.....	53
6	FASE DI CANTIERE	60
6.1	Valutazione delle emissioni di polveri.....	60
6.1.1	Individuazione delle sorgenti emissive	60
6.1.2	Metodologia di calcolo.....	60
6.1.3	Risultati della stima delle emissioni di cantiere	62
6.2	Mitigazioni fase di cantiere	69
7	CAMBIAMENTI CLIMATICI	70
7.1	Generalità.....	70
7.1.1	Analisi delle tendenze a livello globale	71
7.1.2	Analisi delle tendenze climatiche nazionali	81
7.2	Impatti.....	97
ALLEGATO 1 - STIMA EMISSIONI DI POLVERI DA CANTIERE AI SENSI DELLE "LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI" (ARPA TOSCANA, D.G.P. N. 213 DEL 03 NOVEMBRE 2009 DELLA PROVINCIA DI FIRENZE)		102

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 3 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  CIRA s.p.a. ENERGIA VALLE D'AOSTA	 sinèrgo	VA D.VisionArchitecture
			Data 10/2023	

INDICE FIGURE

Figura 1 - Zonizzazione e rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria.....	11
Figura 2 – Stazione di Remole (Pontassieve).....	13
Figura 3 – Stazione di Monte Giovanni.....	14
Figura 4 – Confronto piovosità mensile 2022 vs periodi climatici 1971-2000 e 1981-2010 (in mm).....	16
Figura 5 - Confronto temperature annue medie, massime e minime 2022 vs periodi climatici 1971-2000 e 1981-2010 (in °C)	18
Figura 6 – Velocità media del vento dal 2010 al 2020 (in m/s)	20
Figura 7 – Andamento emissioni inquinanti PM10, PM2.5, SOX.....	22
Figura 8 – Andamento emissioni inquinanti CO, COVNM, NOX	23
Figura 9 – Variazione percentuale emissioni rispetto al 1995	24
Figura 10 – Andamento emissioni CO [tonn/anno] per fonte.....	25
Figura 11 – Andamento emissioni COVNM [tonn/anno] per fonte.....	25
Figura 12 – Andamento emissioni NOX [tonn/anno] per fonte	25
Figura 13 – Andamento emissioni PM10 [tonn/anno] per fonte	26
Figura 14 – Andamento emissioni PM2.5 [tonn/anno] per fonte	26
Figura 15 – Andamento emissioni SOX [tonn/anno] per fonte	26
Figura 16 - Andamento emissioni PM10 e PM2.5 nel periodo 1995-2010 a scala regionale, articolate per sorgente emissiva	27
Figura 17 - Andamento emissioni PM10 e PM2.5 nel periodo 1990-2018 a scala nazionale, articolate per sorgente emissiva	28
Figura 18 - Andamento emissioni CO2eq [tonn/anno] per fonte	29
Figura 19 - Andamento emissioni gas serra [tonn/anno].....	30
Figura 20 - Classificazione dei veicoli secondo la metodologia COPERT (1/2)	33
Figura 21 - Classificazione dei veicoli secondo la metodologia COPERT (2/2)	34
Figura 22 -Rete regionale delle stazioni di misura degli inquinanti	43
Figura 23 - Localizzazione stazione “FI-BASSI”	44
Figura 24 - Localizzazione stazione “FI-SETTIGNANO”	44
Figura 25 - Dinamica delle concentrazioni di NO ₂ misurate nella stazione di Fi-Bassi.....	46
Figura 26 - Dinamica delle concentrazioni di NO ₂ misurate nella stazione di Fi-Settignano.....	47
Figura 27 - Dinamica delle concentrazioni di PM10 misurate nella stazione di Fi-Bassi.....	48
Figura 28 - Dinamica delle concentrazioni di PM2.5 misurate nella stazione di Fi-Bassi.....	48
Figura 29 - Dinamica delle concentrazioni di benzene misurate nella stazione di Fi-Bassi.....	49
Figura 30 – Parametri di dispersione orizzontale e verticale modello ARIA Impact	52
Figura 31 - Aree climatiche previste dall'IPCC	74
Figura 32 - Andamenti annuali e stagionali delle stime modellistiche del AR5 IPCC	75
Figura 33 - Mappa delle variazioni della Tmedia rispetto al periodo di riferimento 1986-2005 (50° percentile) – scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 – periodo annuale (1/2)	76
Figura 34- Mappa delle variazioni della Tmedia rispetto al periodo di riferimento 1986-2005 (50° percentile) – scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 – periodo annuale (2/2).....	77
Figura 35 - Mappa delle variazioni delle precipitazioni medie annuali rispetto al 1986-2005 (50° percentile) – scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 – periodo annuale (1/2).....	78
Figura 36 - Mappa delle variazioni delle precipitazioni medie annuali rispetto al 1986-2005 (50° percentile) – scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 – periodo annuale (2/2).....	79
Figura 37- Sintesi esiti valutazioni modellistiche per la temperatura media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2016÷2035	80
Figura 38- sintesi esiti valutazioni modellistiche per la temperatura media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2046÷2065	80
Figura 39- sintesi esiti valutazioni modellistiche per la temperatura media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2081÷2100	80

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 4 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ARNO	 sinèrgo	D_VA DVisionArchitecture
			Data 10/2023	

Figura 40- Sintesi esiti valutazioni modellistiche per la precipitazione media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2016÷2035	80
Figura 41- Sintesi esiti valutazioni modellistiche per la precipitazione media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2056÷2065	81
Figura 42- Sintesi esiti valutazioni modellistiche per la precipitazione media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2081÷2100	81
Figura 43- Valori delle principali variabili climatiche previsti per l'area in esame (ESPON 2013 Program)	81
Figura 44- Aumento della temperatura media annuale [°c] (ESPON 2013 Program)	82
Figura 45- Diminuzione del numero medio annuale di giorni di gelo (ESPON 2013 Program)	82
Figura 46- Incremento del numero medio annuale di giorni estivi (ESPON 2013 Program)	82
Figura 47- Cambiamento delle precipitazioni medie annuali in periodo invernale [%] (ESPON 2013 Program)	83
Figura 48 - Cambiamento delle precipitazioni medie annuali in periodo estivo [%] (ESPON 2013 Program)	83
Figura 49 - Cambiamento del numero di giorni con forti piogge (ESPON 2013 Program)	83
Figura 50 - Cambiamento dell'evaporazione media annuale [%] (ESPON 2013 Program)	84
Figura 51 - Diminuzione del numero di giorni all'anno con copertura nevosa (ESPON 2013 Program)	84
Figura 52 - Anomalia media 2020 (annuale e mensile) della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990 – Nord, Centro, Sud e Isole	85
Figura 53 - Serie delle anomalie medie annuali in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (numero di giorni con gelo, numero di notti tropicali, numero di giorni estivi, numero di notti calde)	86
Figura 54 - Anomalia media mensile ed annuale 2020, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata Nord, Centro, Sud e Isole, rispetto al valore normale 1961-1990.	87
Figura 55 - Serie delle anomalie medie nel Centro Italia, del numero di giorni nell'anno con precipitazione superiore o uguale a 10 mm (R10mm) e delle precipitazioni nei giorni molto piovosi (R95p), rispetto al valore normale 1971-2000.	88
Figura 56 – Zonizzazione climatica nazionale di cui al PNACC	91
Figura 57 - Scenario RCP4.5: mappa dei cluster individuati e valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP4.5 2021-2050 vs 1981-2010).	92
Figura 58 - Scenario RCP8.5: mappa dei cluster individuati e valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP8.5 2021-2050 vs 1981-2010).	93
Figura 59 - Opportunità e minacce Macroregione 1 – Infografiche (1/2) (Allegato 4 PNACC)	100
Figura 60 - Opportunità e minacce Macroregione 1 – Infografiche (2/2) (Allegato 4 PNACC)	101

INDICE TABELLE

Tabella 1 - Valori limite ed obiettivo per la protezione della salute umana	9
Tabella 2 - Soglie di informazione ed allarme relative a SO2, NO2 ed ozono	9
Tabella 3 - Valori obiettivo e i livelli critici per la protezione della vegetazione	9
Tabella 4 –Velocità massima e media del vento nella stazione di Monte Giovi (anno 2022; valori in m/s)	19
Tabella 5 - Quantità assolute delle sostanze inquinanti emesse nel comparto territoriale in esame, suddivise per sorgenti emissive	31
Tabella 6 - Autovetture Provincia di Firenze distinte per alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2021	40
Tabella 7 - Veicoli industriali leggeri Provincia di Firenze distinti per alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2021	41
Tabella 8 - Veicoli industriali pesanti Provincia di Firenze distinti per alimentazione e tipologia. Anno 2021	41
Tabella 9 - Trattori stradali Provincia di Firenze distinti per alimentazione e tipologia. Anno 2021	42
Tabella 10 - Autobus Provincia di Firenze distinti uso. Anno 2021	42
Tabella 11 - Motocicli Provincia di Firenze distinti per fascia di cilindrata. Anno 2021	42
Tabella 12 - Risultanze delle simulazioni - valori di concentrazione medi dell'intero dominio di calcolo	55
Tabella 13 - Fattori di emissione per tipo di attività di cantiere	61
Tabella 14 - Valori dei coefficienti ki, ai e bi e al variare del tipo di particolato	61
Tabella 15 - Fattori di emissione per tipo di particolato	62
Tabella 16 - Scenari RCP (Representative Concentration Pathways) individuati nell'Assessment Report n. 5 (AR5) dell'IPCC (2014)	73

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 5 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastruttura Territoriale s.r.l.	MANDANTI  EITVIA s.r.l. ENERGIA VALLE D'AOSTA  sinèrgo  D_VA DVisionArchitecture		Data 10/2023	

Tabella 17 - Trend (e relativo errore standard) della temperatura in Italia dal 1981 al 2020, stimati con un modello di regressione lineare semplice. Tutti i trend sono statisticamente significativi	86
Tabella 18 - Trend (e relativo errore standard) delle precipitazioni cumulate dal 1961 al 2020 stimati con il modello di regressione lineare semplice. In tutti i casi non risultano tendenze statisticamente significative.....	88
Tabella 19 - Valori medi e deviazione standard degli indicatori per ciascuna macroregione individuata	90
Tabella 20 - Descrizione delle macroregioni climatiche omogenee, RCP4.5 (PNACC)	94
Tabella 21 - Descrizione delle macroregioni climatiche omogenee, RCP8.5 (PNACC)	95
Tabella 22 - Impatti sul sistema dei trasporti, associati ai cambiamenti climatici (Allegato 2 PNACC)	99

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 6 di 102
	MANDATARIA  Mandatario  MANDANTI  	Data 10/2023		

1 PREMESSE

Il presente studio ha lo scopo di individuare il complesso delle eventuali criticità relative al fattore ambientale atmosfera a seguito della realizzazione del progetto in esame.

Si precisa che la relazione è conforme al documento *Specifiche tecniche per la predisposizione e la trasmissione della documentazione in formato digitale per le procedure di VAS e VIA ai sensi del d.lgs. 152/2006 e s.m.i.* ed in coerenza con le *Linee guida per la Valutazione di Impatto Ambientale SNPA 28/2020*.

Inizialmente si è proceduto ad inquadrare la tematica dal punto di vista normativo e pianificatorio ed a caratterizzare l'ambito indagato in termini meteo-climatici.

Si è successivamente provveduto ad effettuare una disamina dello stato di qualità dell'aria nel comparto territoriale di riferimento e delle fonti di emissione che agiscono sull'ambiente atmosferico, attraverso l'analisi sia dei dati misurati dalle centraline di rilevamento di ARPA Toscana sia di quelli relativi allo stato delle emissioni, disponibili nell'inventario regionale IRSE (Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissioni in atmosfera).

Per analizzare i possibili effetti sull'atmosfera, si è verificata la portata degli incrementi attesi sul traffico attuale indotti dalla realizzazione dell'opera; a tal fine sono stati utilizzati i dati di cui alle simulazioni trasportistiche effettuate nello studio di traffico redatto a supporto della presente progettazione definitiva (cfr. allegato T00-EG00-GEN-RE03 Relazione trasportistica). Le analisi sono state condotte per due diversi scenari, lo stato di fatto e quello di progetto; attraverso opportuni software di simulazione, sono state calcolate le emissioni e le concentrazioni rappresentative dei due scenari di cui si è detto:

- attraverso il modello TREFIC sono stati simulati gli scenari di riferimento al fine di effettuarne un confronto in termini di emissioni da traffico stradale (gli input del modello sono rappresentati dal grafo modellistico dello scenario di interesse e dai dati rappresentativi del parco circolante nell'anno 2021 in Provincia di Firenze);
- attraverso il modello ARIA IMPACT sono stati simulati gli scenari di riferimento al fine di effettuarne un confronto in termini di concentrazioni (gli input del modello sono rappresentati dalle emissioni calcolate con TREFIC e dai principali dati meteorologici che, misurati nel 2022, connotano dal punto di vista meteorologico l'ambito territoriale di interesse).

Gli impatti sulla componente determinati dalla fase di realizzazione dell'opera sono valutati nel capitolo 6.

In ultima analisi, nel capitolo 7 si fornisce un quadro complessivo delle principali tendenze climatiche che connotano l'area su cui insiste il progetto, con l'obiettivo di delineare i possibili scenari rispetto ai quali l'intervento dovrà misurarsi.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 7 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.p.a. ENERGIA VALLE D'AOSTA  sinèrgo  D_VA D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO E PIANIFICATORIO

In via generale, la normativa di riferimento per la tutela della qualità dell'aria affronta la tematica secondo due aspetti fondamentali: da una parte agisce mediante il controllo delle emissioni dalle fonti inquinanti, dall'altra individua gli obiettivi di qualità dell'aria e valuta questa, predisponendone il monitoraggio e fissando standard di qualità, con metodi e criteri comuni, con lo scopo di proteggere la salute umana e l'ambiente nel suo complesso.

Per quanto riguarda più specificatamente gli aspetti emissivi, il testo normativo cui fare riferimento è il c.d. "Codice dell'ambiente", il d.lgs. n. 152 del 03 aprile 2006 e ss.mm.ii.¹, in particolare la Parte V, *Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera*; i principali dispositivi normativi che nel corso degli anni sono intervenuti a modificarne ed integrarne i contenuti sono i seguenti:

- Decreto legislativo 15 novembre 2017, n. 183 "Attuazione della direttiva (UE) 2015/2193 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2015, relativa alla limitazione delle emissioni nell'atmosfera di taluni inquinanti originati da impianti di combustione medi, nonché per il riordino del quadro normativo degli stabilimenti che producono emissioni nell'atmosfera, ai sensi dell'articolo 17 della legge 12 agosto 2016, n. 170" (GU Serie Generale n. 293 del 16.12.2017);
- Legge 20 novembre 2017, n. 167 "Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione europea - Legge europea 2017" (GU Serie Generale n. 277 del 27.11.2017);
- Decreto Legislativo 29 giugno 2010, n.128 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69" (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 186 dell'11 agosto 2010 - Suppl. Ordinario n. 184);
- Legge 4 marzo 2014, n. 46 "Attuazione della direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento)" (GU 27 marzo 2014, n. 72).

La legislazione italiana in materia di inquinamento atmosferico è costruita sulla base della Direttiva 96/62/CE² che, recepita dal d.lgs. 351/1999³, stabilisce che le Regioni sono l'autorità competente in questo campo, e prevede la suddivisione del territorio in zone ed agglomerati su cui valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite.

Il 30.09.2010 è entrato in vigore il d.lgs. 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" che ha abrogato il d.lgs. 152/2007⁴ ed il d.lgs. 351/1999 ed i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/2002, il d.lgs. 183/2004 ed il DM 261/2002).

Nel recepire la direttiva europea 2008/50/CE viene ridefinito il quadro di riferimento normativo complessivo ed il d.lgs. 155/2010 diviene la norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico; successivamente sono stati emanati:

- il DM Ambiente 29 novembre 2012 che, in attuazione del 155/2010, individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria;
- il d.lgs. n. 250/2012 che modifica ed integra il 155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili;
- il DM Ambiente 22 febbraio 2013 che stabilisce il formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di monitoraggio;
- il DM Ambiente 13 marzo 2013 che individua le stazioni per le quali deve essere calcolato l'indice di esposizione media per il PM2.5;
- il DM 5 maggio 2015 definisce i metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del d.lgs. 155/2010;

¹ Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" (GU n. 88 del 14 aprile 2006).

² Direttiva del Consiglio, del 27 settembre 1996, in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

³ Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente" (GU n. 241 del 13 ottobre 1999).

⁴ Decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente" (GU Serie Generale n. 213 del 13.09.2007 - Suppl. Ordinario n. 194).

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 8 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  ENERGIA VALLE D'AOSTA   D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

- il DM 26 gennaio 2017 modifica ulteriormente il d.lgs. 155/2010, recependo i contenuti della Direttiva 1480/2015 in materia di metodi di riferimento per la determinazione degli inquinanti, procedure per la garanzia di qualità per le reti e la comunicazione dei dati rilevati e in materia di scelta e documentazione dei siti di monitoraggio.

Il d.lgs. 155/2010 stabilisce per i vari inquinanti, valori limite e/o valori obiettivo, livelli critici, soglie di allarme e soglie di informazione. Per valore limite si intende il livello ovvero la concentrazione di un inquinante fissata al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che non deve essere superato. Per valore obiettivo si intende il livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita. Per livello critico si intende il livello ovvero la concentrazione di un inquinante oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti sui recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi ambientali esclusi gli esseri umani. La soglia di allarme e la soglia di informazione sono le concentrazioni dell'inquinante oltre le quali sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata rispettivamente per la popolazione nel suo complesso e per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione.

Il decreto stabilisce i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM10 ed introduce per la prima volta un valore limite per il PM2.5, pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 31.12.2015; per quest'ultimo inquinante fissa inoltre l'obiettivo di riduzione nazionale dell'esposizione: la media delle concentrazioni di PM2.5 misurate in aree urbane rappresentative dell'esposizione media della popolazione deve diminuire di una percentuale prefissata dal triennio 2008-2010 al triennio 2018-2020 anche laddove si avessero valori inferiori al valore limite. Il decreto fissa inoltre i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e di informazione per l'ozono, e i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene. Rispetto alla tempistica entro cui i valori limite devono essere raggiunti, conformemente a quanto previsto dalla norma europea, è introdotta la possibilità di derogare ai limiti di PM10, NO2 e benzene per un periodo di tempo limitato, se è stato attuato un piano di risanamento secondo quanto previsto dalla norma, e, per il PM10, se sussistono condizioni meteorologiche sfavorevoli.

Il decreto stabilisce che per le zone in cui i livelli di inquinanti presenti nell'aria ambiente superano un valore limite o un valore-obiettivo, le regioni devono provvedere a predisporre piani per la qualità dell'aria, al fine di conseguire il relativo valore limite o valore-obiettivo predefinito. Per le aree, invece, in cui i livelli di inquinanti sono inferiori ai valori limite, le regioni devono adottare le misure necessarie per preservare la migliore qualità dell'aria che risulti compatibile con lo sviluppo sostenibile.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 9 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VA D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

Di seguito si riportano i limiti previsti dalla normativa nazionale per i diversi inquinanti. In particolare, nella prima tabella sono riportati i valori limite ed obiettivo per la protezione della salute umana, nella successiva tabella le soglie di informazione ed allarme relativa a SO₂, NO₂ ed ozono e infine nella terza tabella sono riportati i valori obiettivo e i livelli critici per la protezione della vegetazione.

Inquinante	Tipo di limite	Limite
SO ₂	Limite orario	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte all'anno
	Limite giornaliero	125 µg/m ³ da non superare più di 3 giorni all'anno
NO ₂	Limite orario	200 µg/m ³ come media oraria da non superare più di 18 volte all'anno
	Limite annuale	40 µg/m ³
CO	Limite giornaliero	10 mg/m ³ come media mobile di 8 ore
O ₃	Valore obiettivo	120 µg/m ³ come media mobile di 8 ore da non superare più di 25 volte all'anno
PM ₁₀	Limite giornaliero	50 µg/m ³ da non superare più di 35 giorni all'anno
	Limite annuale	40 µg/m ³
PM _{2.5}	Limite annuale	25 µg/m ³ (dal 2015)
Benzene	Limite annuale	5 µg/m ³
B(a)P	Valore obiettivo	1 ng/m ³ come media annuale
As	Valore obiettivo	6 ng/m ³ come media annuale
Cd	Valore obiettivo	5 ng/m ³ come media annuale
Ni	Valore obiettivo	20 ng/m ³ come media annuale
Pb	Limite annuale	0,5 µg/m ³

Tabella 1 - Valori limite ed obiettivo per la protezione della salute umana

Inquinante	Tipo di soglia	Valori soglia
SO ₂	Soglia di allarme	500 µg/m ³ misurata su tre ore consecutive
NO ₂	Soglia di allarme	400 µg/m ³ misurata su tre ore consecutive
O ₃	Soglia di informazione	180 µg/m ³ come media oraria
	Soglia di allarme	240 µg/m ³ come media oraria

Tabella 2 - Soglie di informazione ed allarme relative a SO₂, NO₂ ed ozono

Inquinante	Criticità o obiettivi	Valori
SO ₂	Livello critico annuale	20 µg/m ³
	Livello critico invernale (1 ott - 31 mar)	20 µg/m ³
Ossidi di Azoto	Livello critico annuale	30 µg/m ³ di NO _x
O ₃	Protezione della vegetazione	AOT40 18.000 µg/m ³ *h come media su 5 anni (AOT40 calcolato dal 1 maggio al 31 luglio)
	Protezione delle foreste	AOT40 18.000 µg/m ³ *h come media su 5 anni (AOT40 calcolato dal 1 aprile al 30 settembre)

Tabella 3 - Valori obiettivo e i livelli critici per la protezione della vegetazione

Infine, tra le ultime disposizioni normative entrate recentemente in vigore sul tema, si ricordano altresì il d.lgs. n. 81/2018⁵ ed il d.lgs. n. 102/2020⁶: il primo provvedimento attua quanto previsto dalla Direttiva 2016/2284/UE (Direttiva NEC- *National Emission Ceiling*) che stabilisce limiti nazionali per le emissioni in atmosfera di specifici inquinanti (biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili non metanici, ammoniaca e particolato fine) per il periodo 2020-2029 e dal 2030 in avanti e si applica alle emissioni delle sostanze inquinanti originanti da tutte le

⁵ Decreto legislativo 30 maggio 2018, n. 81 "Attuazione della direttiva (UE) 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2016, concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE" (GU Serie Generale n. 151 del 02.07.2018).

⁶ Decreto legislativo 30 luglio 2020, n. 102 "Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 15 novembre 2017, n. 183, di attuazione della direttiva (UE) 2015/2193 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2015, relativa alla limitazione delle emissioni nell'atmosfera di taluni inquinanti originati da impianti di combustione medi, nonché per il riordino del quadro normativo degli stabilimenti che producono emissioni nell'atmosfera, ai sensi dell'articolo 17 della legge 12 agosto 2016, n. 170" (GU Serie Generale n. 202 del 13.08.2020).

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  ETRVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ARNO  sinèrgo  D-VisionArchitecture	A	10 di 102
			Data 10/2023	

fonti presenti nel territorio degli Stati membri; il secondo reca disposizioni integrative e correttive al d.lgs. 183/2017, che a sua volta modificava il Codice dell'ambiente, attuando la direttiva (UE) 2015/2193 relativa alla limitazione delle emissioni nell'atmosfera e riordinando il quadro normativo degli stabilimenti che producono emissioni nell'atmosfera; il nuovo decreto opera delle modifiche soprattutto in relazione ai medi impianti di combustione e aggiunge nuove disposizioni volte a razionalizzare e semplificare le procedure autorizzative.

A livello regionale, è stato approvato il Piano Regionale per la Qualità dell'Aria ambiente (PRQA) così come previsto dal Programma Regionale di Sviluppo (PRS) 2016-2020 (approvazione del 18 luglio 2018 con delibera consiliare n. 72/2018).

Il PRQA, previsto dalla l.r. 9/2010⁷, è l'atto di governo del territorio attraverso cui la Regione Toscana persegue in attuazione del PRS 2016-2020 ed in coerenza con il Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER), il progressivo e costante miglioramento della qualità dell'aria ambiente, allo scopo di preservare la risorsa aria. Anche se l'arco temporale del piano, in coerenza con il PRS 2016-2020, è il 2020, molti delle azioni e prescrizioni contenuti hanno valenza anche oltre l'orizzonte temporale sopraccitato.

Sulla base del quadro conoscitivo dei livelli di qualità dell'aria e delle sorgenti di emissione, il PRQA interviene prioritariamente con azioni finalizzate alla riduzione delle emissioni di materiale particolato fine PM10 (componente primaria e precursori) e di ossidi di azoto NOX, che costituiscono elementi di parziale criticità nel raggiungimento degli obiettivi di qualità imposti dall'Unione Europea con la Direttiva 2008/50/CE e dal d.lgs. 155/2010. Gli obiettivi principali del Piano in oggetto sono di seguito riportati:

- a) portare a zero entro il 2020 la percentuale di popolazione esposta a livelli di inquinamento atmosferico superiori ai valori limite: è l'obiettivo principale che potrà essere raggiunto a valle di azioni coordinate con gli altri settori regionali e con i comuni al fine di fornire a tutti un'educazione ambientale. Si ha la necessità, quindi, di ridurre le emissioni in atmosfera in considerazione degli attuali superamenti dei limiti normativi per alcune sostanze più critiche (particolato fine - PM10, PM2.5 - e gli ossidi di azoto);
- b) ridurre la percentuale di popolazione esposta a livelli di inquinamento superiori al valore obiettivo per l'ozono: la riduzione dell'ozono rappresenta un fenomeno complesso in quanto, essendo un inquinante secondario che si genera da reazioni tra altre sostanze, è difficoltoso individuare misure utili al controllo dei livelli di concentrazione dello stesso. Per queste ragioni si dovrà agire sui precursori dell'ozono, che sono anche i precursori del PM10. Pertanto, le azioni di riduzione delle emissioni previste per l'obiettivo precedente valgono anche per il contenimento dell'ozono;
- c) mantenere una buona qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati in cui i livelli degli inquinamenti siano stabilmente al di sotto dei valori limite: in tali aree territoriali in cui i livelli di qualità dell'aria sono buoni, o comunque risultano essere al di sotto dei limiti normativi, si prevede l'adozione, da parte della regione, di misure atte a preservare la qualità dell'aria, coerentemente a quanto indicato dall'art. 9 comma 3 del d.lgs. 155/2010;
- d) aggiornare e migliorare il quadro conoscitivo e diffusione delle informazioni: il continuo aggiornamento del sistema di monitoraggio della qualità dell'aria, già ottimizzato grazie alla nuova rete di rilevamento adottata con la d.g.r. 964/2015⁸, riveste un ruolo fondamentale per l'attuazione del PRQA e per la verifica degli effetti delle azioni previste.

Uno degli elementi principali del Piano è l'aggiornamento del quadro conoscitivo della qualità dell'aria nella Regione Toscana. L'analisi delle caratteristiche orografiche, paesaggistiche e climatiche e delle caratteristiche legate alle pressioni esercitate sul territorio come demografia, uso del suolo ed emissioni in atmosfera ha portato alla classificazione del territorio regionale in zone ed agglomerati.

⁷ Legge regionale n. 9 del 11.02.2010 "Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente"

⁸ Deliberazione Giunta Regionale n. 964 del 12.10.2015 "Nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale, nuova struttura della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria e adozione del programma di valutazione ai sensi della L.R. 9/2010 e del D.Lgs. 155/2010".

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 11 di 102
	MANDATARIA 	MANDANTI   	Data 10/2023	

Con l'entrata in vigore del d.lgs. 155/2010 e s.m.i., la struttura delle Rete regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria della Toscana è stata nel corso degli anni modificata a partire da quella di cui all'allegato III della d.g.r.t. 1025/2010, fino alla struttura attualmente ufficiale che è quella di cui all'allegato C della Delibera n. 964 del 12 ottobre 2015.

In generale per la suddivisione del territorio regionale in zone sono state prese in considerazione:

- caratteristiche orografiche, paesaggistiche e climatiche che contribuiscono a definire "zone di influenza" degli inquinanti in termini di diffusività atmosferica;
- caratteristiche legate alle pressioni esercitate sul territorio come demografia, uso del suolo ed emissioni in atmosfera.

Per l'ozono sono invece state considerate prevalenti altre caratteristiche, legate principalmente all'altitudine e alla vicinanza alla costa, individuando così una diversa zonizzazione. Si distinguono pertanto:

- zone individuate per tutti gli inquinanti di cui all'Allegato V del d.lgs. 155/2010 (escluso l'ozono) e s.m.i.;
- zone individuate per l'ozono.

Per quanto riguarda le Zone individuate per tutti gli inquinanti eccetto l'ozono, l'area di interesse comprensiva dei Comuni di Rufina e Pontassieve, appartiene alla Zona Collinare montana; si tratta di un'area caratterizzata da bassa densità abitativa e da bassa pressione emissiva, generalmente inferiori a quelle delle altre zone urbanizzate, e comunque concentrata in centri abitati di piccola e media grandezza ed in alcune limitate aree industriali (fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana - anno 2021, pubblicata nel 2022; ARPAT - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana).

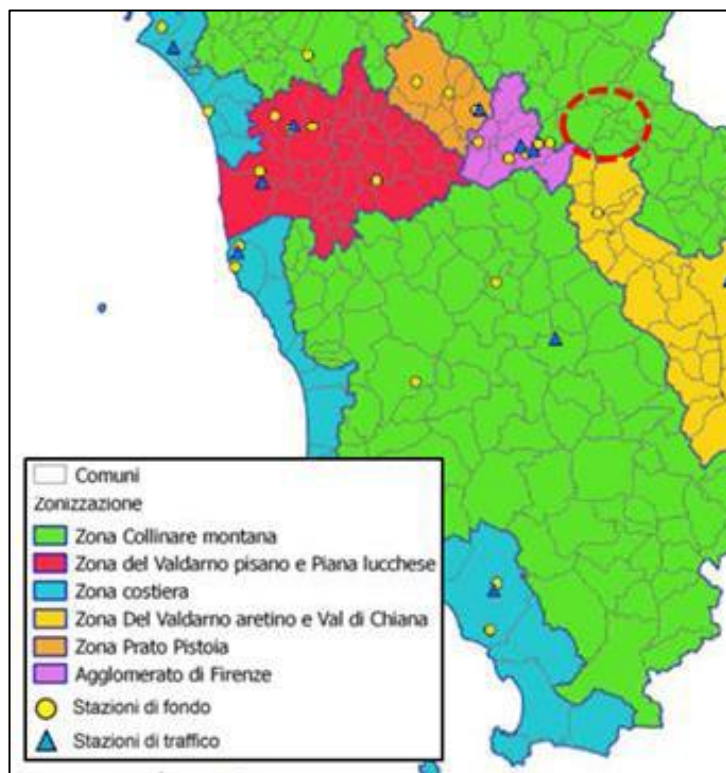


Figura 1 - Zonizzazione e rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ARNO  sinèrgo  D_VA D_VisionArchitecture	A	12 di 102
			Data 10/2023	

3 ANALISI METEO-CLIMATICA

L'analisi climatologica del territorio rappresenta un elemento di valutazione essenziale dello stato di qualità dell'aria di un sito: la caratterizzazione del regime dei venti e delle capacità dispersive dell'atmosfera consente infatti di individuare le condizioni meteorologiche più ricorrenti o più critiche per l'accumulo delle sostanze inquinanti.

È nota l'influenza delle condizioni meteorologiche nei fenomeni di inquinamento atmosferico: infatti, a parità di inquinante emesso in atmosfera, le concentrazioni misurate possono essere molto diverse a seconda che si realizzino o meno condizioni favorevoli all'accumulo in aria delle sostanze emesse. In generale, si possono individuare un insieme di parametri meteorologici che caratterizzano la diffusività dei bassi strati dell'atmosfera, e cioè che corrispondono a condizioni di maggiore o minore turbolenza. Per effettuare uno studio climatologico finalizzato a valutare le capacità dispersive dell'atmosfera, è quindi necessario individuare alcuni indicatori climatologici sintetici, ottenuti dall'analisi delle principali variabili meteorologiche.

In questa sede, le osservazioni meteorologiche utilizzate sono state desunte dalla Rete regionale di rilevamento dei dati idrometeorologici che, individuata con la d.g.r. n. 857 del 04.10.2010, ad oggi consta di più di 450 stazioni. Il Settore Idrologico Regionale (SIR) della Toscana assicura la gestione della rete di rilevamento dei dati ambientali di tipo quantitativo riferiti alla risorsa idrica ed ai parametri meteorologici (pluviometri, termometri, anemometri, igrometri, idrometri, freatimetri, mareografi), raccogliendo e pubblicando i dati registrati dalle diverse stazioni di misura.

Nel seguito si fornisce dunque la caratterizzazione meteo-climatica del comparto territoriale in esame, attraverso l'analisi dei principali parametri meteorologici in grado di influenzare la diffusione delle emissioni di inquinanti in atmosfera; per tali analisi, necessarie altresì alle successive modellazioni della dispersione delle concentrazioni, si sono assunti a riferimento i dati misurati dalla stazione di Remole (Comune di Pontassieve) e dalla stazione di Monte Giovi (Comune di Monte Giovi), che, per disponibilità dei dati e localizzazione sia in termini orografici che di distanza, si ritengono rappresentativi delle condizioni meteo-climatiche dell'ambito indagato; i parametri meteorologici considerati riguardano per la prima stazione il regime termico e quello pluviometrico, per la seconda il regime anemometrico. L'anno di riferimento è il 2022.

La caratterizzazione meteo-climatica condotta per il 2022 è stata raffrontata con quella rappresentativa del territorio, elaborata dal Consorzio LaMMA⁹ sulla base dei dati di cui al SIR per 2 periodi climatici di riferimento trentennali 1971-2000 e 1981-2010; tale analisi permette di ricostruire in termini medi l'andamento meteo-climatico dell'area in esame, verificandone altresì la validità rispetto a quanto emerso per il 2022. Per effettuare un'analisi climatica secondo le norme del WMO (*World Meteorological Organization*) si è ritenuto opportuno ricercare almeno un periodo storico trentennale per poter fotografare e confrontare le condizioni climatiche del passato con quelle attuali. I 30 anni, pur rappresentando una durata convenzionale, sono considerati secondo la comunità scientifica un intervallo temporale sufficiente affinché gli elementi climatici possano presentarsi con una certa regolarità lasciandosi quindi analizzare con opportune metodologie statistiche. Per l'anno in analisi, analogamente a tutti gli anni dal 2010 al 2020, il WMO stabilisce convenzionalmente che la correlazione tra il clima attuale e quello passato, debba essere fatta con il blocco climatico 1971-2000; allo scopo di disporre di un confronto più ampio dei dati, sono state riportate le correlazioni anche con i valori medi dello stato climatico successivo, 1981-2010 (le variabili climatiche per cui è stato condotto il raffronto sono la temperatura e le precipitazioni).

⁹ Il LaMMA, Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile, è un consorzio pubblico tra la Regione Toscana ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche (<http://www.lamma.rete.toscana.it/>).

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastruttura Territorio s.r.l.	MANDANTI ETEVA s.r.l. ENERGIA VALLETTA AMBIENTE	sinèrgo	D_VA DVisionArchitecture
				Data 10/2023

Le seguenti figure sono rappresentative della localizzazione della stazione di Remole (Comune di Pontassieve), ubicata circa 5,5 km a sud-ovest dall'area di intervento, e della stazione di Monte Giovi (Comune di Monte Giovi), ubicata a circa 6,5 km dall'intervento.

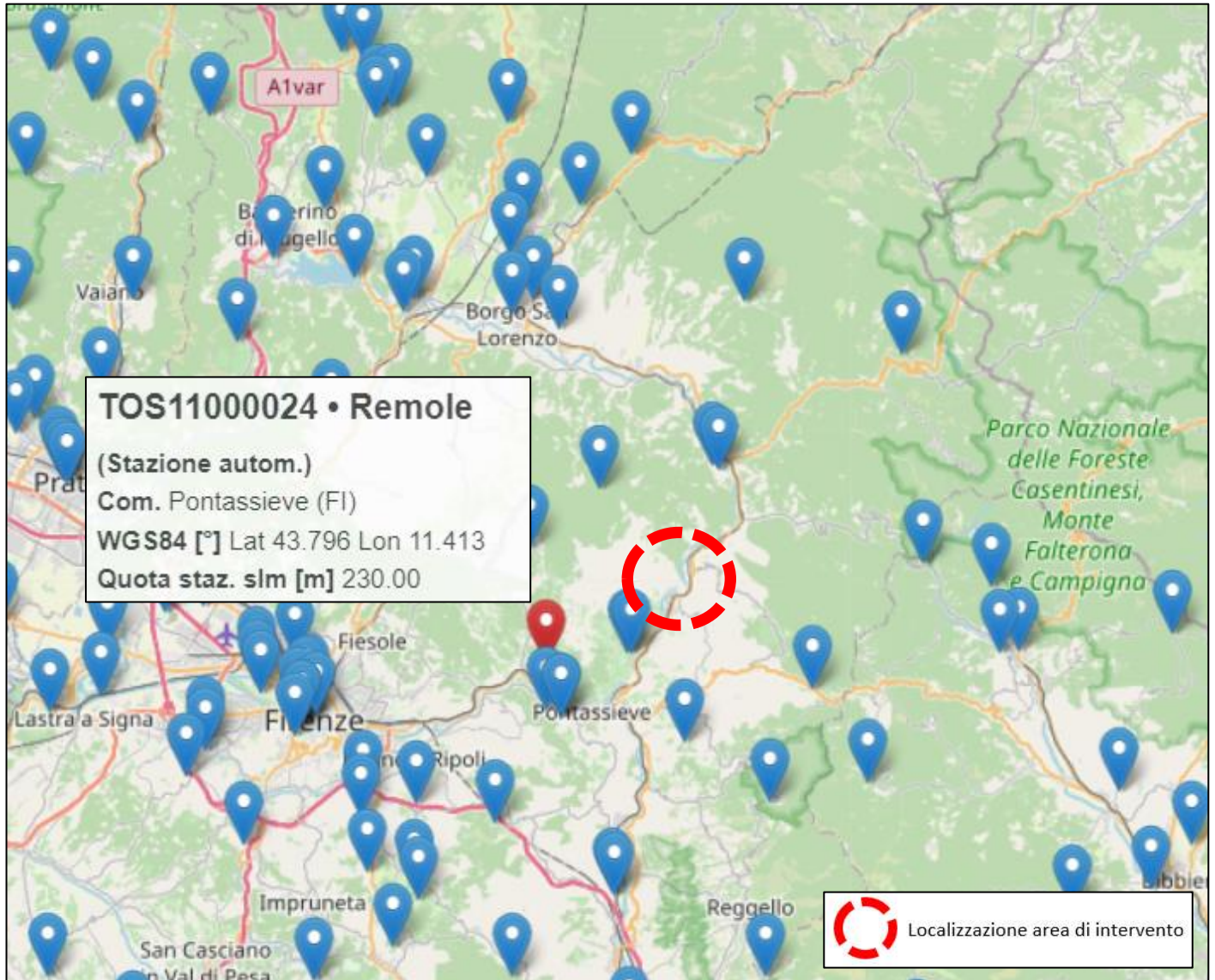


Figura 2 – Stazione di Remole (Pontassieve)

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastruttura Territorio s.r.l.	MANDANTI ETEVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ARNO sinèrgo D VisionArchitecture	A	14 di 102
			Data 10/2023	

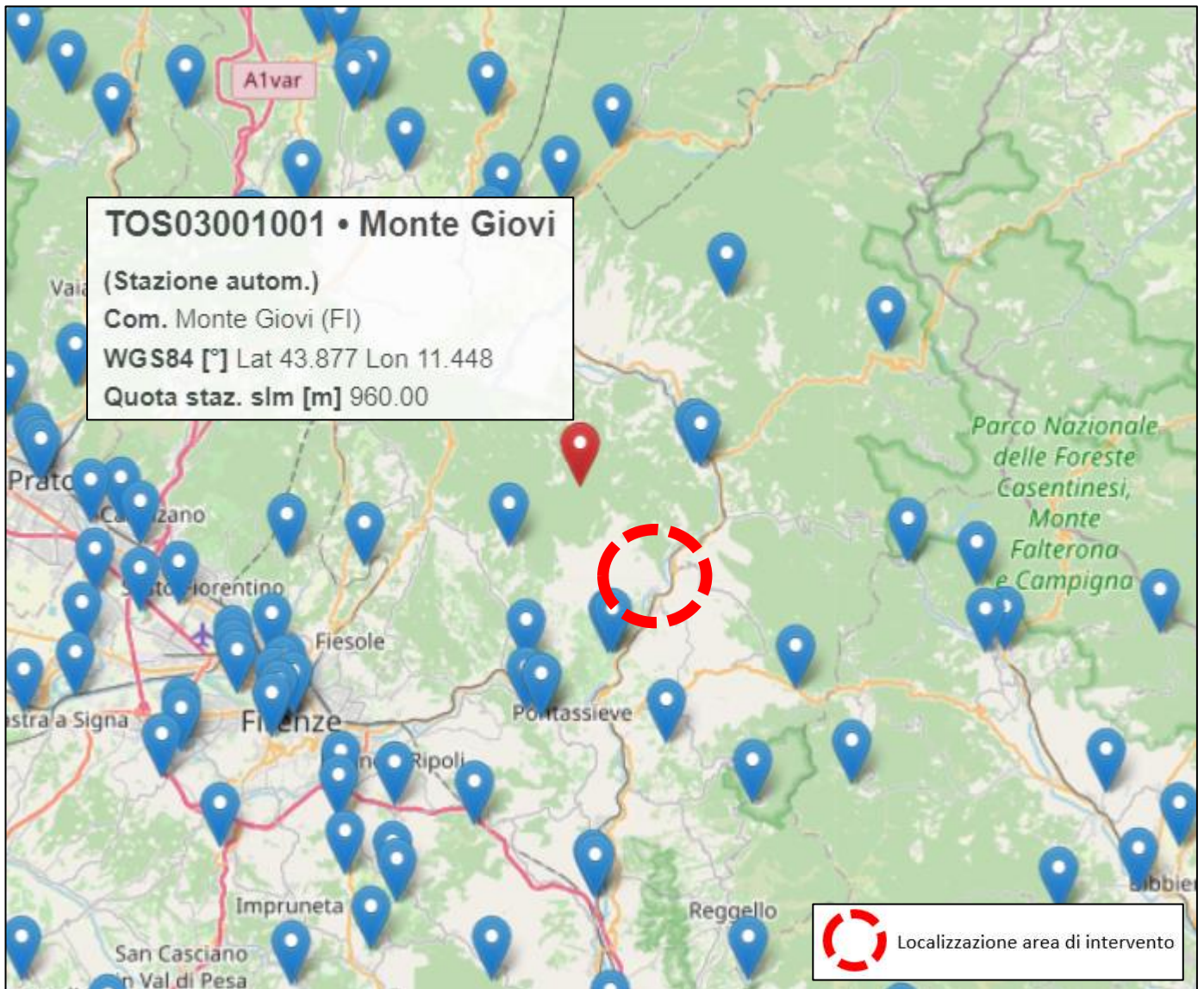


Figura 3 – Stazione di Monte Giovi

Nel seguito si procede all'illustrazione dell'andamento nel corso del 2022 delle variabili metereologiche di cui si è detto:

- precipitazioni;
- temperatura;
- velocità e direzione del vento.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 15 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VisionArchitecture		Data 10/2023	

3.1 Regime pluviometrico

Nel corso del 2022, la stazione meteorologica di Remole ha registrato abbondanti precipitazioni in particolare nei mesi di settembre e dicembre, con valori rispettivamente pari a 166,4 e 150,6 mm. Il mese meno piovoso è risultato essere giugno, con soli 0,8 mm di pioggia.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	-	-	-	10.4	1.0	-	-	-	-	-	0.2	-
2	0.2	-	-	3.4	0.2	-	-	-	-	-	-	-
3	4.0	-	-	0.8	-	-	-	-	10.0	-	0.2	6.4
4	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	0.2	10.8	4.8
5	23.0	3.0	-	-	9.6	-	-	-	-	-	-	20.0
6	1.4	-	-	5.6	2.0	-	-	-	-	-	-	12.6
7	-	0.4	-	0.2	-	-	2.6	-	-	0.2	-	0.4
8	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.8	0.2	-	3.8
9	11.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.6
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	4.0	9.6
11	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.6
12	-	-	-	-	-	-	-	7.6	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	8.0	-	-	-	1.0
14	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
15	-	27.6	-	-	-	0.4	-	19.4	6.6	0.2	5.6	17.6
16	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	6.0	31.8
17	-	0.2	-	-	-	-	-	-	12.2	0.2	2.6	0.4
18	0.2	-	-	-	-	-	-	21.6	0.2	-	10.0	-
19	1.4	-	-	-	-	-	-	17.2	-	0.2	5.6	0.2
20	7.0	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.2	0.6	0.2
21	0.2	2.6	-	14.6	-	-	-	15.6	-	-	2.8	0.2
22	-	-	-	17.6	-	-	-	-	-	-	48.2	4.4
23	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	0.2	1.2
24	0.2	-	-	20.6	-	-	-	-	52.8	-	-	0.6
25	-	10.2	-	0.2	-	-	-	-	0.8	-	1.6	-
26	-	1.0	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2	-	-
28	-	-	-	-	0.6	0.4	-	-	6.2	0.2	-	0.4
29	-	-	-	-	-	-	-	0.6	47.4	0.2	0.2	1.4
30	-	-	18.2	-	-	-	0.2	-	27.2	-	-	6.4
31	-	-	32.8	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4
TOT	49	49.6	52.8	73.6	13.4	0.8	2.8	91.2	166.4	3	98.6	150.6
GG	6	6	3	6	3	0	1	6	9	1	10	16

Cumulata annuale 751,8

Totale giorni piovosi 67

Legenda:

Precipitazione nulla -

Dato mancante »

Dato ricostruito []

Cumulata mensile **TOT**

Totale dei giorni piovosi (giorni con precipitazione >= 1mm) **GG**

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l. MANDANTI ETIWA s.r.l. ENERGIA VALLE D'AOSTA AMBIENTE sinèrgo D_VA DVisionArchitecture			REV. A	FOGLIO 16 di 102
	Data 10/2023				

Le precipitazioni del 2022 sono risultate essere complessivamente inferiori (circa 752 mm) rispetto a quelle registrate per i periodi 1971-2000 e 1981-2010 in cui si rilevano valori medi poco distanti tra loro, pari rispettivamente a circa 867 mm e a circa 845 mm; nel corso del 2022 si evidenziano in particolare le abbondanti piogge di settembre e dicembre e la quasi totale assenza di precipitazioni registrata nei mesi di giugno, luglio ed ottobre.

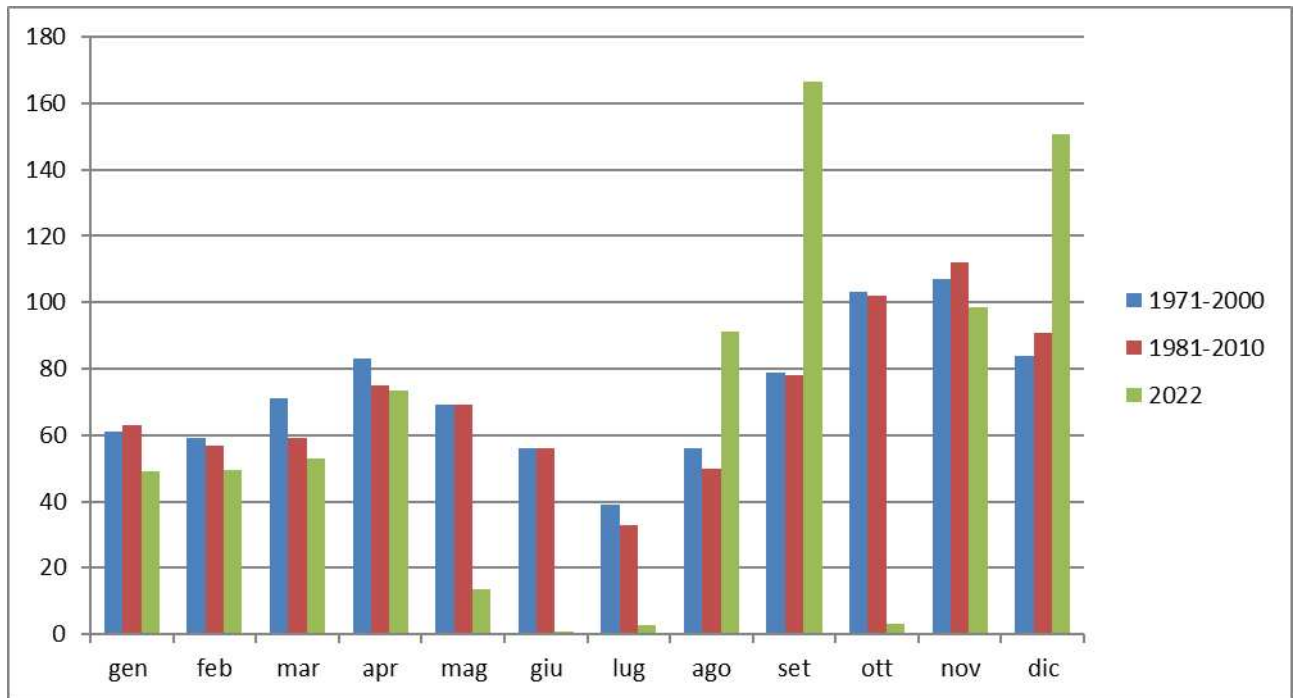


Figura 4 – Confronto piovosità mensile 2022 vs periodi climatici 1971-2000 e 1981-2010 (in mm)

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 17 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITRVA s.p.a. ENERGIA VALLE D'AOSTA  sinèrgo  VA DvisionArchitecture		Data 10/2023	

3.3 Regime termico

Nel 2022, nella stazione di Remole le temperature più elevate si sono verificate da giugno ad agosto con valori medi che variano tra i 24,5 e i 26,6°C, mentre i mesi più freddi sono risultati essere gennaio e febbraio.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	10.4	13.6	8.5	13.6	20.0	30.4	34.0	37.5	27.6	20.6	20.4	9.7
2	8.2	1.3	0.2	3.9	8.1	13.8	14.8	17.2	18.1	13.2	7.0	3.2
3	10.7	14.0	12.4	8.6	19.8	33.9	36.6	34.5	28.9	20.7	20.5	8.3
4	7.5	-2.0	-3.3	1.7	7.0	14.0	15.3	19.0	15.9	14.3	8.8	0.5
5	11.6	16.5	12.6	12.5	22.6	29.6	38.3	36.6	25.5	25.7	18.8	11.6
6	9.3	1.5	1.4	0.5	6.7	17.2	18.9	19.0	16.4	13.6	10.2	5.7
7	13.5	11.8	11.4	14.6	23.2	36.1	37.2	38.2	29.3	24.2	18.8	14.2
8	9.7	8.2	4.3	4.0	7.7	16.2	19.0	17.3	15.8	9.8	8.9	8.4
9	13.2	14.3	8.1	16.9	16.0	34.1	34.2	37.1	31.8	24.9	16.2	13.3
10	6.0	4.9	2.0	1.3	8.5	18.4	18.6	19.5	16.2	10.6	8.1	10.3
11	6.8	12.9	6.0	16.3	16.7	30.2	33.6	38.4	32.2	25.1	16.7	12.8
12	3.4	0.9	1.2	1.3	12.8	15.7	19.7	18.6	16.7	10.3	5.3	10.4
13	9.1	14.3	8.9	13.2	18.1	29.1	33.7	33.0	32.2	25.9	18.1	13.8
14	0.6	3.3	1.8	6.2	13.9	15.0	16.8	24.6	17.2	11.0	3.0	5.9
15	9.1	13.6	8.7	19.6	20.8	29.4	29.4	32.4	29.8	23.6	19.1	9.9
16	-1.6	-2.0	-0.7	11.5	14.2	15.6	15.2	22.0	20.9	10.8	7.8	4.6
17	4.0	14.5	14.4	16.2	23.9	24.9	30.2	32.2	28.7	23.5	20.6	14.5
18	-1.5	0.3	-2.3	5.7	13.4	16.9	14.4	21.6	18.6	12.2	11.5	9.7
19	7.2	14.2	15.7	16.9	26.9	26.2	33.1	32.4	27.1	21.1	16.3	13.0
20	2.4	2.7	-1.6	3.4	9.3	16.2	13.6	22.0	16.3	14.8	12.4	10.0
21	8.7	13.1	15.6	18.6	25.4	29.6	33.8	32.3	27.7	23.3	18.3	9.8
22	4.9	1.4	0.5	1.3	9.8	15.0	15.6	19.4	14.4	12.9	11.4	3.0
23	7.5	10.1	12.4	20.3	24.9	32.7	33.0	31.0	29.6	23.5	18.5	4.3
24	3.4	5.9	0.1	3.2	11.0	13.9	17.1	16.9	13.2	10.7	12.1	-0.7
25	9.1	13.2	15.5	24.1	25.3	33.1	34.6	30.1	29.6	22.7	15.5	5.8
26	1.6	0.0	-1.9	5.4	8.5	13.3	17.4	15.3	12.9	11.9	8.6	1.9
27	11.8	10.9	18.5	25.2	26.1	34.0	37.1	32.7	30.8	22.5	16.9	7.2
28	-2.1	5.8	5.0	7.1	9.4	14.4	15.1	15.0	17.6	8.7	5.2	3.6
29	11.7	8.5	16.9	27.0	26.6	34.0	35.0	32.6	26.7	21.7	11.2	12.7
30	-1.2	4.9	3.8	8.1	11.5	18.0	17.7	16.9	20.0	10.7	4.2	5.8
31	12.0	12.9	13.0	23.4	27.3	34.8	35.9	32.8	28.3	24.1	16.4	12.6
1	3.9	2.7	7.2	10.8	10.0	16.4	17.2	15.7	18.4	12.2	10.8	9.6
2	11.1	13.9	18.1	14.2	27.5	34.0	36.7	34.2	19.4	25.5	16.9	14.5
3	0.6	4.3	5.7	7.9	11.0	16.8	17.9	18.4	7.9	11.9	9.8	5.6
4	13.1	13.8	13.1	18.1	28.5	32.4	36.9	30.1	23.7	23.9	17.1	13.0
5	0.1	2.6	9.0	7.5	11.4	18.3	20.1	18.1	5.8	11.1	9.8	2.8
6	12.2	15.9	14.7	18.7	30.4	35.7	37.4	25.1	25.6	24.1	11.9	8.2
7	-1.3	10.0	7.6	2.8	13.1	16.7	19.4	17.9	11.3	13.4	8.4	-0.4
8	10.7	17.1	13.8	19.2	29.0	33.6	38.5	31.0	25.5	25.6	13.6	11.1
9	3.9	9.1	6.0	10.1	12.2	16.8	18.1	15.9	8.7	10.3	3.2	7.4
10	8.6	11.9	14.3	18.1	27.5	34.0	37.4	32.0	21.4	20.3	11.7	11.5
11	1.1	2.8	4.6	10.3	11.2	16.7	19.0	17.5	10.2	11.2	2.0	8.8
12	9.0	15.9	16.3	12.4	27.3	33.4	37.4	31.2	21.7	25.1	10.6	10.5
13	-3.5	3.1	2.6	9.9	13.4	17.6	18.3	16.1	8.5	16.7	5.4	8.2
14	9.4	17.4	20.0	20.9	31.1	29.8	36.1	31.4	23.2	22.3	13.7	11.5
15	-2.7	0.4	1.1	9.3	12.4	18.8	19.6	15.1	6.0	16.8	2.7	9.6
16	12.4	16.9	21.2	15.9	27.9	33.1	35.1	29.8	19.5	24.3	15.4	13.5
17	-2.6	2.3	1.5	9.5	14.7	18.7	21.5	17.7	8.6	16.1	4.6	11.1
18	10.7	13.0	20.1	17.5	30.0	31.6	35.9	31.8	19.2	24.5	11.7	15.5
19	-1.6	4.3	1.8	8.7	17.1	18.9	19.5	18.2	14.4	14.8	4.6	10.6
20	9.6	8.8	23.4	20.2	30.6	38.3	35.3	30.9	22.8	24.3	13.5	15.3
21	2.0	2.9	3.3	7.4	16.3	16.5	20.3	17.5	14.9	13.5	8.6	10.7
22	9.9	7.5	21.4	22.5	34.8	41.1	33.7	31.9	19.6	24.6	12.9	14.7
23	3.4	4.9	7.5	6.8	17.4	18.4	20.4	17.8	12.8	11.4	3.8	10.2
24	14.8	12.7	23.7	20.4	33.3	29.6	36.0	29.0	17.4	25.1	7.7	15.1
25	3.8	2.7	7.6	8.4	17.0	19.8	18.3	16.3	11.7	10.9	0.4	9.1
26	12.1		18.9	20.3	24.8	29.9	35.3	31.7	19.4	25.3	9.6	17.0
27	-1.6		5.2	11.2	16.3	17.9	18.4	16.3	13.4	9.3	5.4	9.7
28	12.3		10.9	22.5	26.9	33.5	33.6	31.4	18.1	24.6	7.7	16.5
29	6.0		8.2	8.3	15.4	14.8	21.7	18.0	12.2	8.4	4.6	10.0
30	8.7		10.6		30.0		35.4	29.4		23.2		15.1
31	5.8		9.1		14.0		15.9	19.9		8.4		11.2
Mmax	10.4	13.3	14.8	18.3	25.9	32.4	35.2	32.4	25.4	23.7	15.2	12.1
Mmin	2.2	3.2	3.2	6.5	12.1	16.6	17.9	18.1	13.8	12	7	7
Mmed	6.3	8.3	9	12.4	19	24.5	26.6	25.3	19.6	17.9	11.1	9.6

Legenda:

- Temperatura massima giornaliera **Tmax**
- Temperatura minima giornaliera **Tmin**
- Media delle massime giornaliera **Mmax**
- Media delle minime giornaliera **Mmin**
- Media mensile **Mmed**

Media dei massimi mensili 21.6

Media dei minimi mensili 10

Media annuale 15.8

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 18 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  ENERGIA VALLE D'AOSTA   D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

Le temperature medie dell'anno 2022, siano esse riferite ai valori massimi, minimi o medi, rispetto a quelle storiche di riferimento dei due periodi trentennali, sono risultate tutte in aumento; gli incrementi più significativi si registrano per i valori di temperatura media minima, pari a +7,5% rispetto al trentennio 1971-2000 e di +4,2% rispetto al trentennio più recente 1981-2010.

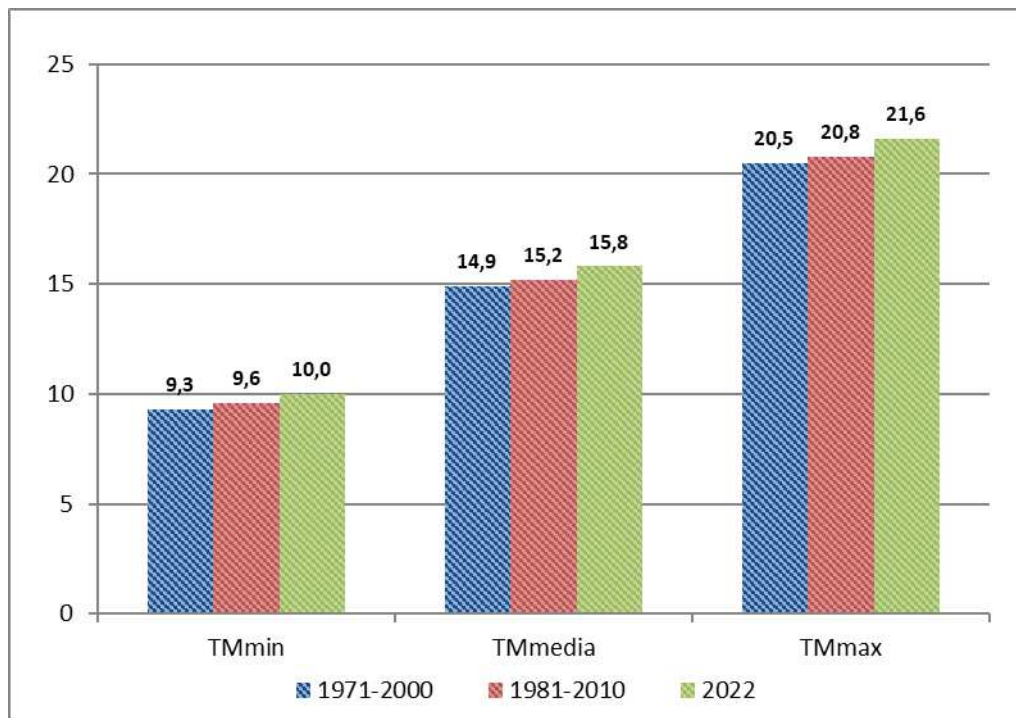


Figura 5 - Confronto temperature annue medie, massime e minime 2022 vs periodi climatici 1971-2000 e 1981-2010 (in °C)

3.4 Regime anemometrico

La caratterizzazione meteorologica dell'area in esame si basa inoltre sull'analisi dei regimi anemologici e sulla classificazione delle diverse tipologie di condizioni atmosferiche. Infatti, l'intensità e la direzione del vento, la turbolenza e la stabilità atmosferica sono le quantità fondamentali nello studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

La velocità media del vento nel 2022 varia da 1,7 m/s di luglio ai 4 m/s di dicembre, con una media annua pari a 2,8 m/s.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	4.9	9.1	11.0	15.6	9.5	8.5	9.6	6.0	5.8	12.6	9.1	5.3
2	1.4 O	1.7 NE	1.9 NE	6.7 SO	1.7 N	3.5 SO	3.2 SO	1.6 E	0.9 O	3.5 SO	2.4 SO	0.6 N
3	10.3	7.0	6.7	12.2	6.5	7.2	3.6	8.6	5.8	11.4	6.2	5.8
4	3.9 SO	1.4 SO	2.5 N	3.4 SO	1.4 N	2.8 SO	0.5 N	1.1 SO	1.2 NE	4.1 SO	1.5 SO	0.6 N
5	11.2	9.8	9.6	5.6	5.5	8.1	3.5	5.7	11.9	7.0	18.9	9.6
6	4.8 SO	3.7 N	2.7 SO	1.0 SO	1.3 N	3.0 SO	0.7 N	1.1 N	3.6 SO	0.3 SO	3.9 SO	2.3 E
7	18.9	12.2	8.4	6.6	9.2	8.7	8.0	6.1	4.3	4.7	22.6	16.4
8	8.3 S	5.1 S	1.6 SO	1.3 S	3.2 N	4.0 S	2.0 N	1.3 NE	0.9 SO	0.1 N	6.2 S	5.6 N
9	20.6	6.0	10.8	7.6	8.2	15.0	8.3	8.3	7.0	5.0	10.8	17.9
10	10.0 S	1.6 SO	2.6 NE	2.8 O	2.1 O	6.0 S	1.6 N	2.0 SO	1.6 SO	0.2 NO	0.3 N	8.2 S
11	10.3	15.4	8.1	10.4	9.2	7.1	5.5	6.6	7.4	3.2	5.8	13.1
12	3.3 N	4.7 SO	1.6 N	3.3 SO	3.2 NE	2.8 SO	1.0 NO	0.9 S	2.9 O	0.2 O	0.2 N	2.9 SO
13	11.6	17.0	8.0	20.1	8.3	10.4	14.0	6.1	8.1	4.4	4.5	8.4
14	2.8 NE	3.6 S	1.8 N	4.9 O	2.8 NE	3.3 SO	1.1 NE	1.4 NE	3.5 SO	0.4 N	0.2 SO	2.3 SO
15	4.8	6.5	10.0	21.9	8.0	11.8	6.5	6.4	13.9	5.9	7.7	13.7
16	1.1 N	2.2 N	2.3 N	8.4 SO	2.6 NE	2.4 NO	1.2 NE	1.1 NE	5.6 SO	1.2 SO	2.4 SO	4.7 SO
17	14.7	11.1	6.0	19.9	7.6	9.3	6.4	8.3	16.2	3.7	9.1	23.2
18	2.6 SO	5.2 SO	1.1 N	7.0 S	2.2 NE	1.7 SO	1.2 NE	1.3 NE	5.8 SO	0.2 N	4.7 S	11.4 S
19	16.6	11.0	6.6	10.0	5.9	8.0	5.7	9.0	15.4	4.8	10.1	11.2
20	2.1 N	5.4 SO	1.7 O	1.7 NE	1.4 N	1.2 SE	1.3 NE	1.7 NE	4.4 SO	0.2 SE	1.8 S	1.4 SO
21	16.7	7.9	5.7	10.0	7.8	6.8	7.4	7.1	3.8	4.6	6.8	15.3
22	4.4 N	2.9 SO	1.6 E	4.2 SO	2.3 SO	1.1 N	2.2 S	1.1 NE	0.8 SO	0.6 NE	0.7 N	1.5 SO
23	14.4	12.1	7.0	7.1	9.7	4.2	6.0	6.3	8.9	3.6	9.5	6.3
24	4.1 NE	3.5 N	2.3 N	2.6 SO	3.9 SO	0.8 N	1.6 O	1.2 N	1.8 NE	0.2 NE	1.2 N	0.3 N
25	16.6	7.9	5.8	5.7	8.8	7.1	5.9	5.9	8.3	4.0	7.7	4.9
26	3.8 N	2.8 N	1.6 N	1.5 NE	3.6 SO	2.4 E	1.0 N	1.0 SE	3.5 SO	0.2 N	0.2 NE	0.7 NE
27	10.6	16.0	5.0	6.2	8.2	4.8	6.7	8.3	15.3	4.2	5.2	9.4
28	1.7 N	7.6 SO	1.4 S	1.8 N	2.0 SO	1.0 O	1.5 NE	2.2 N	6.5 SO	0.1 N	0.0 N	1.1 SO
29	3.0	26.1	9.5	7.2	6.7	8.4	8.5	15.4	16.2	4.7	12.1	21.8
30	1.1 N	7.7 S	3.7 SE	1.8 N	1.9 O	2.6 SO	2.7 SO	5.2 SO	6.8 SO	0.9 O	5.5 SO	7.6 SO
31	9.8	6.7	10.5	12.1	9.5	7.3	8.7	8.6	17.0	4.0	12.8	16.9
32	3.4 SO	1.8 O	3.9 SO	3.2 N	2.8 O	2.0 SO	2.8 SO	2.8 S	6.4 SO	0.2 SO	5.2 S	6.3 SO
33	7.7	9.3	10.9	17.4	5.9	3.9	6.1	8.7	10.5	3.2	15.2	13.5
34	1.6 SO	4.8 SO	2.8 NE	3.2 N	1.6 SO	0.7 NO	0.9 NO	2.6 SO	2.1 SO	0.1 N	6.0 SO	2.9 SO
35	4.8	12.6	12.6	10.9	7.1	5.6	5.1	30.3	7.9	5.0	14.5	6.0
36	1.2 SO	4.8 SO	4.2 NE	2.3 NE	1.5 NO	1.2 N	1.1 N	3.2 S	2.6 N	0.3 SO	5.0 SO	0.8 N
37	9.8	15.0	12.2	14.3	10.9	6.6	5.6	9.7	9.9	2.4	6.7	6.8
38	3.6 SE	6.1 S	3.4 NE	5.3 SO	1.7 NE	2.3 N	1.1 N	1.8 SO	2.8 SO	0.0 O	1.1 SO	2.4 S
39	13.2	9.8	8.6	6.9	10.8	11.1	4.8	6.1	5.3	6.0	6.7	9.9
40	4.2 SO	3.1 SO	2.6 NE	1.8 SO	3.8 O	4.6 SO	1.0 N	0.9 O	1.0 NE	0.6 E	0.2 N	4.6 SO
41	9.3	15.9	9.1	11.2	10.3	10.2	8.2	4.9	8.1	15.1	12.9	9.4
42	1.8 O	4.8 SO	2.0 NE	2.3 S	4.7 SO	4.7 SO	2.0 SO	0.8 N	1.5 NE	7.2 SO	4.2 SO	5.1 SO
43	6.0	9.7	8.2	8.1	9.0	9.2	7.8	3.7	6.2	21.0	12.1	9.9
44	1.5 NE	1.3 S	2.1 N	1.6 N	3.1 SO	4.4 S	2.3 O	0.8 N	1.3 NE	9.3 S	8.0 S	4.7 S
45	5.7	3.9	7.9	25.5	14.9	9.4	9.4	4.1	7.5	11.7	6.9	10.4
46	1.6 NE	1.4 SO	2.1 N	7.8 SO	5.3 SO	4.2 SO	3.5 NO	0.8 N	2.3 NE	5.9 S	2.4 S	5.2 SO
47	6.1	10.9	8.4	18.5	16.1	12.0	8.1	8.9	13.6	18.0	3.6	11.7
48	1.7 N	4.7 SO	2.4 N	7.1 SO	5.9 S	5.3 SO	2.4 SO	1.2 N	5.3 SO	8.5 S	0.1 SO	4.9 SO
49	8.3	13.3	8.2	12.5	8.0	12.0	8.7	6.7	13.2	14.6	3.9	9.3
50	2.7 N	2.9 SO	2.0 SO	5.0 SO	2.9 SO	3.6 SO	2.4 NO	1.0 NE	3.8 S	4.9 S	0.9 S	3.4 SO
51	8.3	19.3	6.9	11.7	5.7	11.8	7.8	7.6	13.2	6.5	»	13.0
52	3.4 SO	3.4 N	1.9 NE	4.1 SO	1.0 SO	3.5 SO	2.8 N	0.6 N	4.0 S	1.2 SO	»	6.1 SO
53	9.0	15.0	8.2	7.4	9.4	11.5	4.8	11.0	16.0	0.9	»	10.0
54	3.7 SO	3.1 N	2.4 N	2.0 SO	1.9 SO	5.5 S	1.1 S	2.1 SE	5.7 SO	0.0 S	»	4.0 SO
55	11.0	9.7	8.2	10.4	5.4	18.7	6.6	15.4	17.7	4.3	»	9.5
56	2.7 SO	1.9 N	2.1 NE	2.8 N	1.4 SO	4.7 SO	1.3 N	2.9 SO	6.5 SO	0.0 N	»	3.4 O
57	8.1	»	12.0	12.9	7.9	11.4	10.6	5.2	17.1	1.3	10.0	17.3
58	2.9 NE	3.9 SO	3.0 NE	1.5 NE	4.4 SO	2.8 O	1.1 SO	6.3 SO	0.0 N	2.6 N	7.4 S	»
59	10.4	»	10.9	8.3	10.0	7.3	8.4	7.5	10.5	1.2	11.3	14.7
60	3.9 SO	»	3.4 SO	1.9 NE	3.2 N	2.7 O	1.6 SO	1.9 SO	4.0 S	0.0 N	2.0 N	7.3 S
61	12.8	»	10.3	»	7.1	»	4.6	9.1	»	5.5	»	8.7
62	3.8 SO	»	2.2 SE	»	2.7 SO	»	0.8 N	2.6 SO	»	0.9 SE	»	4.4 SO
Max	20.6	26.1	12.6	25.5	16.1	18.7	14	30.3	17.7	21	22.6	23.2
Mmed	3.2 SO	3.7 SO	2.4 N	3.5 SO	2.6 SO	3.1 SO	1.7 N	1.7 SO	3.5 SO	1.7 N	2.6 SO	4 SO

Legenda:
Intensità massima vento:
 raffica massima giornaliera [m/s] o, in assenza di tale valore, velocità massima giornaliera (m/s) registrata alla minima aggregazione temporale disponibile.
Intensità media vento:
 velocità media giornaliera [m/s] e relativa direzione prevalente secondo la rosa dei venti suddivisa nei seguenti otto settori:

NORD dir >= 337.7 o dir < 22.5
NORD-EST dir >= 22.5 o dir < 67.5
EST dir >= 67.5 o dir < 112.5
SUD-EST dir >= 112.5 o dir < 157.5
SUD dir >= 157.5 o dir < 202.5
SUD-OVEST dir >= 202.5 o dir < 247.5
OVEST dir >= 247.5 o dir < 292.5
NORD-OVEST dir >= 292.5 o dir < 337.5

Intensità massima vento mensile [m/s] **Max**
 Media mensile dell'intensità di vento [m/s] e direzione prevalente mensile **Mmed**

Tabella 4 –Velocità massima e media del vento nella stazione di Monte Givi (anno 2022; valori in m/s)

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 20 di 102
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ETIEM ENERGIA VERDE ITALIA s.r.l.	sinèrgo ENERGIA	D_VA D_VisionArchitecture	
					Data 10/2023

La seguente figura è rappresentativa dei valori medi di velocità del vento degli ultimi 5 anni.

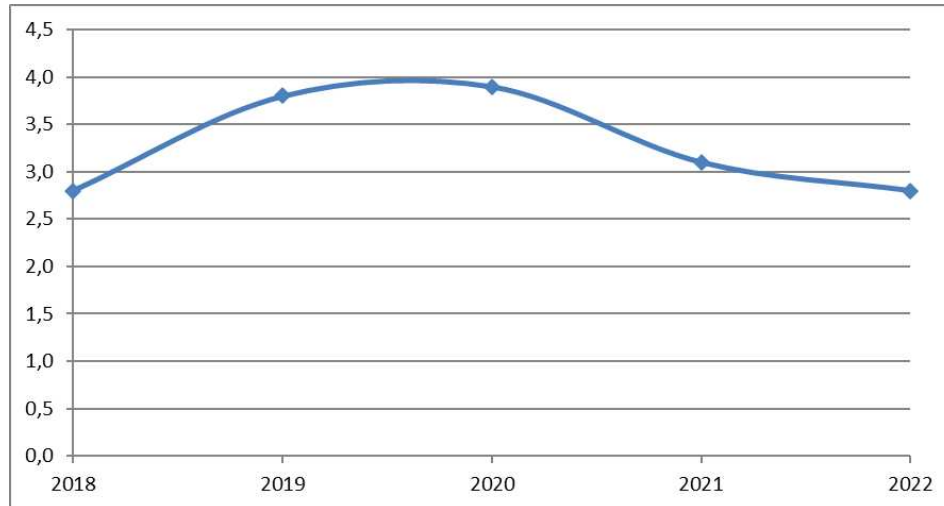


Figura 6 – Velocità media del vento dal 2010 al 2020 (in m/s)

Le direzioni di provenienza osservate su base annua sono prevalentemente relative al quadrante SO; per il periodo di osservazione (anno 2022), le velocità medie giornaliere del vento sono così distribuite:

- per gran parte dei giorni (77%) si osservano velocità comprese tra 1 e 6 m/s;
- per circa il 15% dei giorni si rilevano condizioni di “calma di vento”, ovvero con velocità del vento inferiori a 1 m/s;
- nell’8% dei casi si registrano velocità maggiori di 6 m/s.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI   	A	21 di 102
			Data 10/2023	

4 IL QUADRO DELLE EMISSIONI

L'Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissioni in atmosfera (IRSE) è una raccolta dei quantitativi di inquinanti emessi da tutte le sorgenti presenti nel territorio regionale, sia industriali che civili e naturali.

Le sorgenti emissive incluse nell'Inventario sono classificate secondo la nomenclatura standard europea denominata SNAP '97 (Selected Nomenclature for Air Pollution) che le divide in 11 macrosettori così come di seguito definiti.

01. Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche

Il macrosettore riunisce le emissioni di caldaie, turbine a gas e motori stazionari e si focalizza sui processi di combustione necessari alla produzione di energia su ampia scala e alla sua trasformazione.

02. Impianti di combustione non industriali

Comprende i processi di combustione finalizzati per la produzione di calore (riscaldamento) per le attività di tipo non industriale: sono compresi, quindi, gli impianti commerciali ed istituzionali, quelli residenziali (riscaldamento e processi di combustione domestici quali camini, stufe, ecc.) e quelli agricoli.

03. Impianti di combustione industriale e processi con combustione

Comprende tutti i processi di combustione strettamente correlati all'attività industriale e, pertanto, vi compaiono tutti i processi che necessitano di energia prodotta in loco tramite combustione: caldaie, fornaci, prima fusione di metalli, produzione di gesso, asfalto, cemento, ecc.

04. Processi produttivi

Comprende le rimanenti emissioni industriali che non si originano in una combustione, ma da tutti gli altri processi legati alla produzione di un dato bene o materiale (tutte le lavorazioni nell'industria siderurgica, meccanica, chimica organica ed inorganica, del legno, della produzione alimentare, ecc.).

05. Estrazione, distribuzione combustibili fossili e geotermia

Il macrosettore raggruppa le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore. Comprende, inoltre, anche le emissioni dovute ai processi geotermici di estrazione dell'energia.

06. Uso di solventi

Comprende tutte le attività che coinvolgono l'uso di prodotti contenenti solventi, ma non la loro produzione. (es. dalle operazioni di verniciatura e sgrassaggio sia industriale che non, fino all'uso domestico che si fa di tali prodotti).

07. Trasporti su strada

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.

08. Altre sorgenti mobili e macchine

Include il trasporto ferroviario, la navigazione interna, i mezzi militari, il traffico marittimo, quello aereo e le sorgenti mobili a combustione interna non su strada, come ad esempio mezzi agricoli, forestali (motoseghe, apparecchi di potatura, ecc.), quelli legati alle attività di giardinaggio (falciatrici, ecc.) e i mezzi industriali (ruspe, caterpillar, ecc.).

09. Trattamento e smaltimento rifiuti

Comprende le attività di incenerimento, spargimento, interrimento di rifiuti, ma anche gli aspetti ad essi collaterali come il trattamento delle acque reflue, il compostaggio, la produzione di biogas, lo spargimento di fanghi, ecc.

10. Agricoltura

Comprende le emissioni dovute a tutte le pratiche agricole ad eccezione dei gruppi termici di riscaldamento (inclusi nel macrosettore 3) e dei mezzi a motore (compresi nel macrosettore 8): sono incluse le emissioni dalle coltivazioni con e senza fertilizzanti e/o antiparassitari, pesticidi, diserbanti, l'incenerimento di residui effettuato in loco, le emissioni dovute alle attività di allevamento (fermentazione enterica, produzione di composti organici) e di produzione vivaistica.

11. Natura e altre sorgenti e assorbimenti

Comprende tutte le attività non antropiche che generano emissioni (attività fitologica di piante, arbusti ed erba, fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo, vulcani, combustione naturale, ecc.) e quelle attività gestite dall'uomo che ad esse si ricollegano (foreste gestite, piantumazioni, ripopolamenti, combustione dolosa di boschi).

Gli inquinanti presi in considerazione nell'inventario sono i seguenti:

- inquinanti principali: monossido di carbonio (CO) – composti organici volatili, con l'esclusione del metano (COV) – particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM10) – particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron (PM2.5) – ammoniaca (NH3) – ossidi di azoto (NOX) – ossidi di zolfo (SOX) – idrogeno solforato (H2S);
- gas serra: anidride carbonica (CO2) – metano (CH4) – protossido di azoto (N2O);
- metalli pesanti: Arsenico (As) – Cadmio (Cd) – Cromo (Cr) – Rame (Cu) – Mercurio (Hg) – Manganese (Mn) – Nichel (Ni) – Piombo (Pb) – Selenio (Se) – Zinco (Zn);
- idrocarburi policiclici aromatici e benzene: benzo[a]pirene (BAP) – benzo[b]fluorantene (BBF) – benzo[k]fluorantene (BKF) – indeno[123cd]pirene (INP) – benzene (C6H6) – black carbon (BC).

Ad oggi, l'IRSE ha conosciuto sei edizioni relative agli anni 1995, 2000, 2003, 2005 e 2007 e 2010.

Nel seguito sono riportati gli andamenti relativi alle principali sostanze inquinanti censite nell'inventario, selezionate anche in termini di maggiore correlazione alla fonte "traffico stradale" (valori espressi in tonnellate/anno); il comparto territoriale di analisi è quello composto dal Comune di Rufina e dal Comune di Pontassieve (fonte: Regione Toscana – Inventario Regionale sulle Sorgenti di Emissione in aria ambiente IRSE – aggiornamento anno 2010).

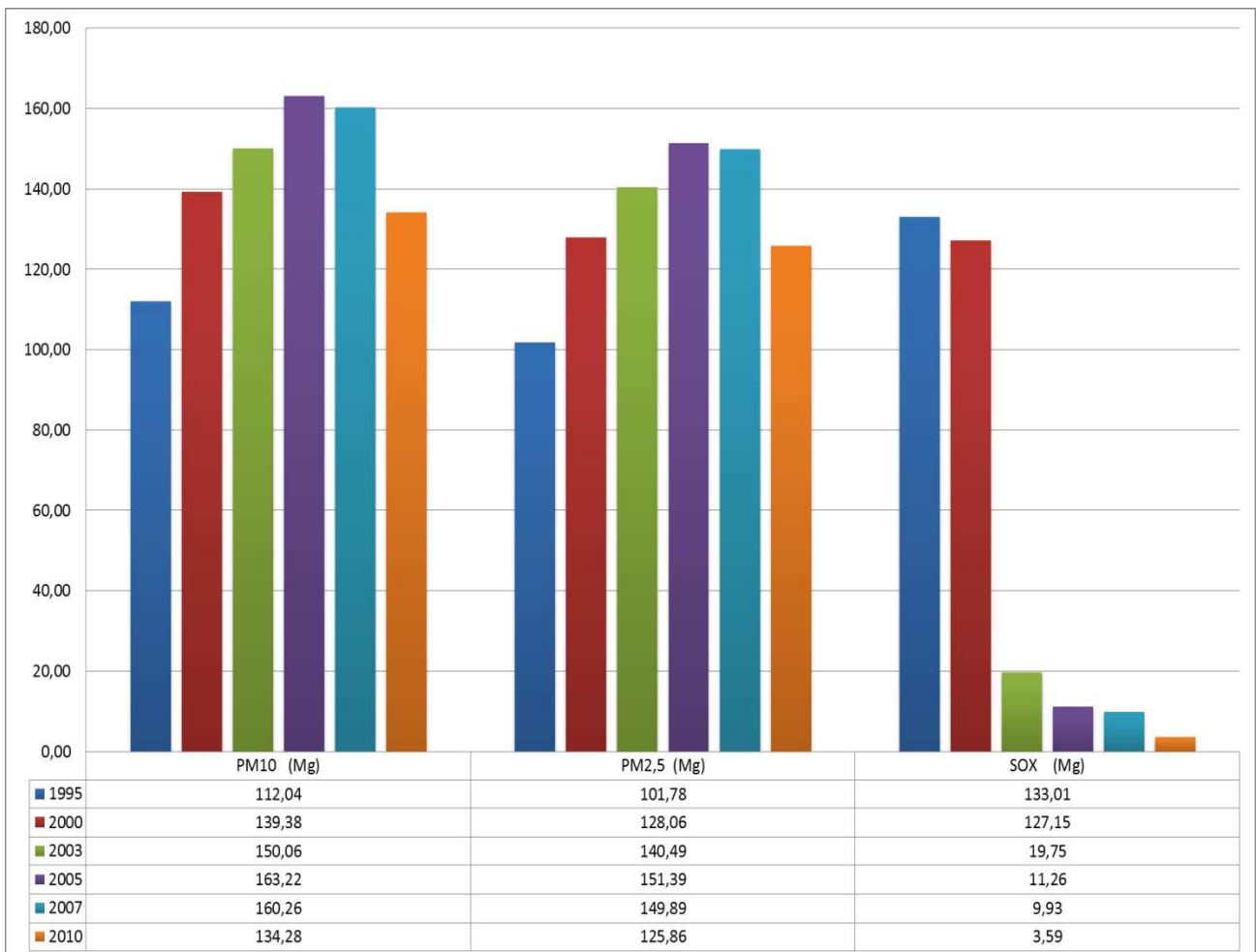


Figura 7 – Andamento emissioni inquinanti PM10, PM2.5, SOX

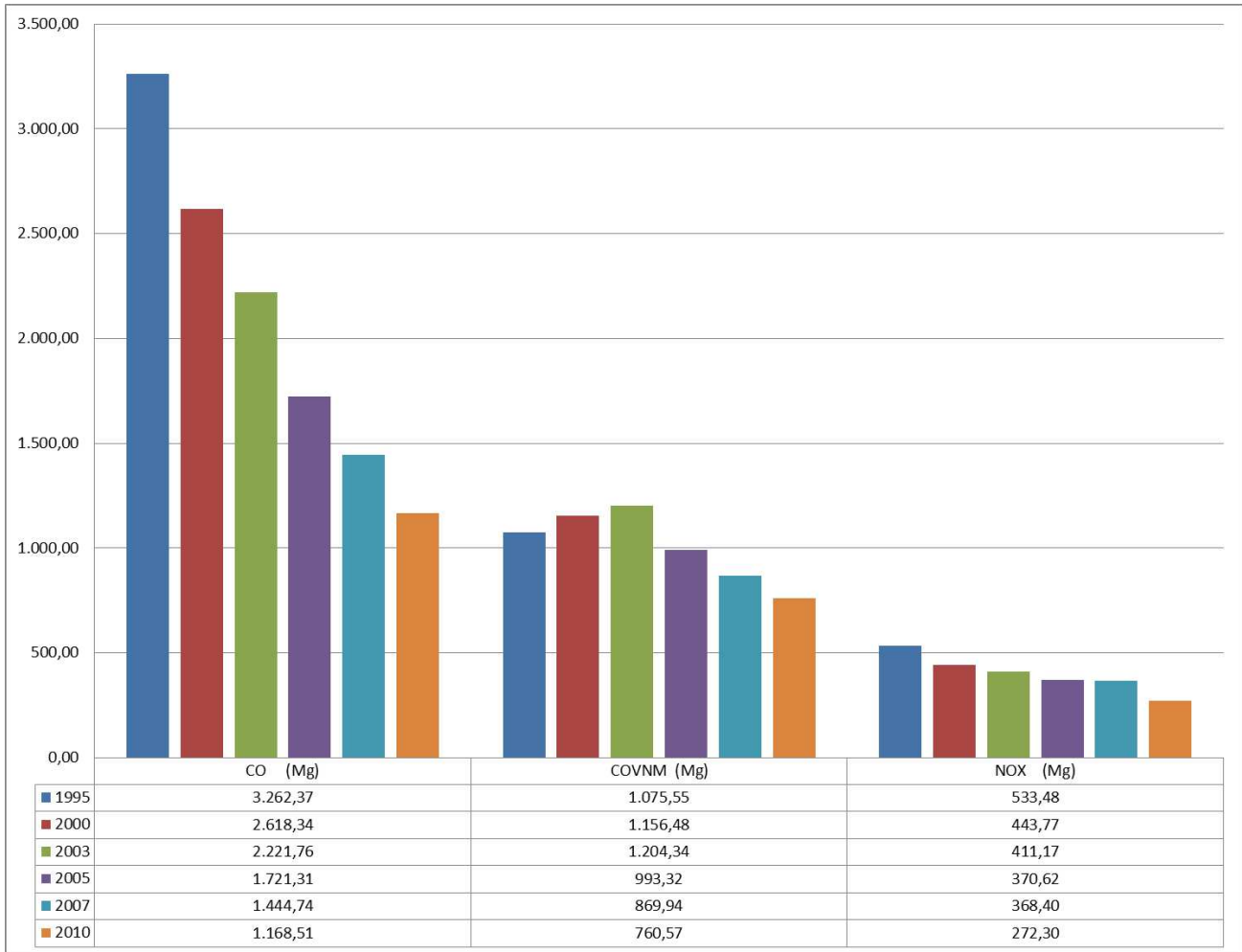


Figura 8 – Andamento emissioni inquinanti CO, COVNM, NOX

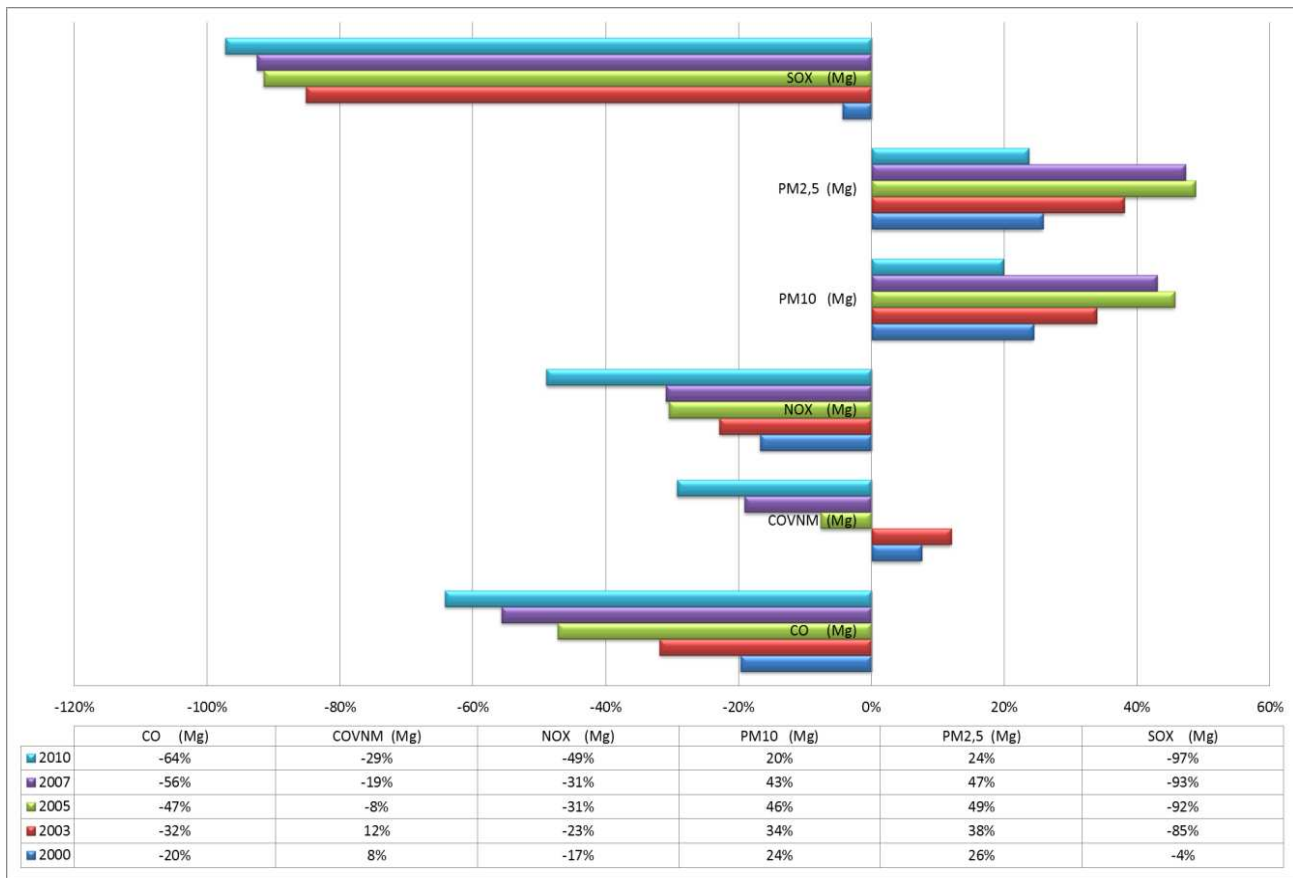


Figura 9 – Variazione percentuale emissioni rispetto al 1995

Le seguenti figure sono rappresentative dell'andamento nel corso degli anni di ciascun inquinante considerato in relazione alle fonti che ne contribuiscono all'emissione; per semplicità di lettura, i macrosettori sono stati aggregati così come di seguito indicato:

- **Industria** che comprende i macrosettori: "Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche", "Impianti di combustione industriale e processi con combustione", "Processi Produttivi" e che, quindi, raggruppa tutte le emissioni derivanti da attività industriali.
- **Riscaldamento** che comprende i macrosettori: "Impianti di combustione non industriali".
- **Mobilità** che comprende i macrosettori: "Trasporti stradali", "Altre Sorgenti Mobili".
- **Altro** che comprende i macrosettori: "Estrazione, distribuzione combustibili fossili ed energia geotermica", "Uso di solventi", "Trattamento e Smaltimento Rifiuti", "Agricoltura", "Natura".

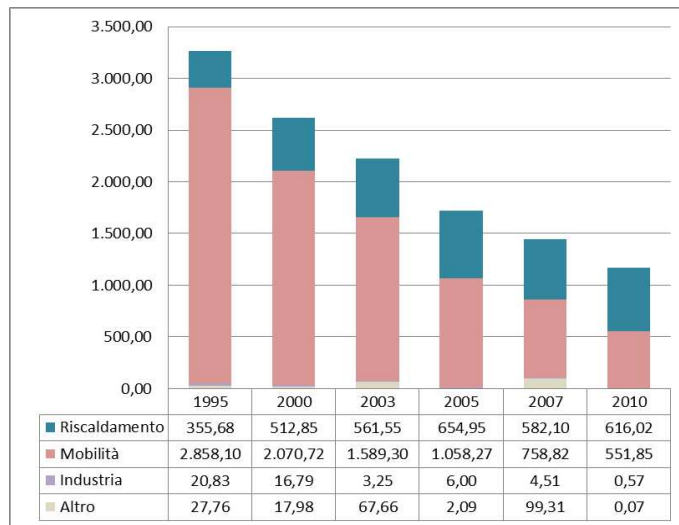


Figura 10 – Andamento emissioni CO [tonn/anno] per fonte

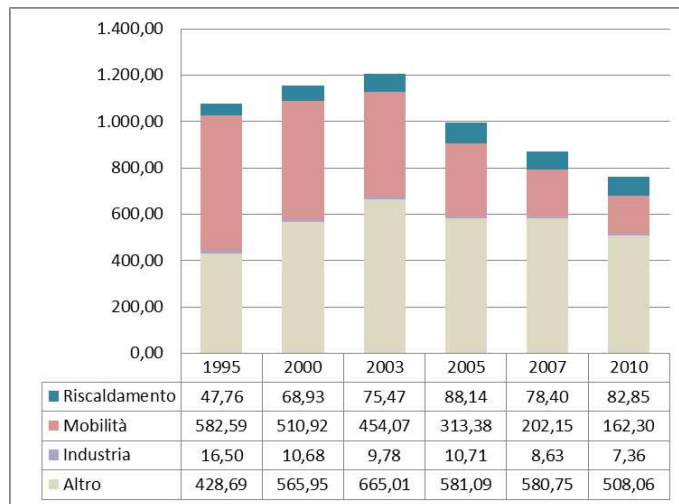


Figura 11 – Andamento emissioni COVNM [tonn/anno] per fonte

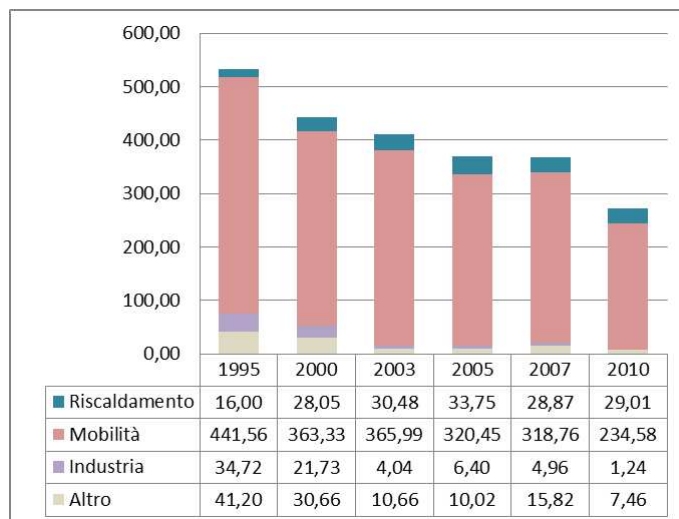


Figura 12 – Andamento emissioni NOX [tonn/anno] per fonte

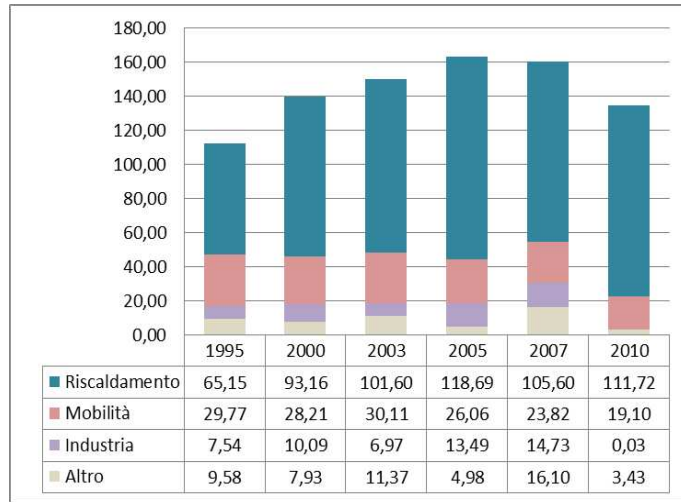


Figura 13 – Andamento emissioni PM10 [tonn/anno] per fonte

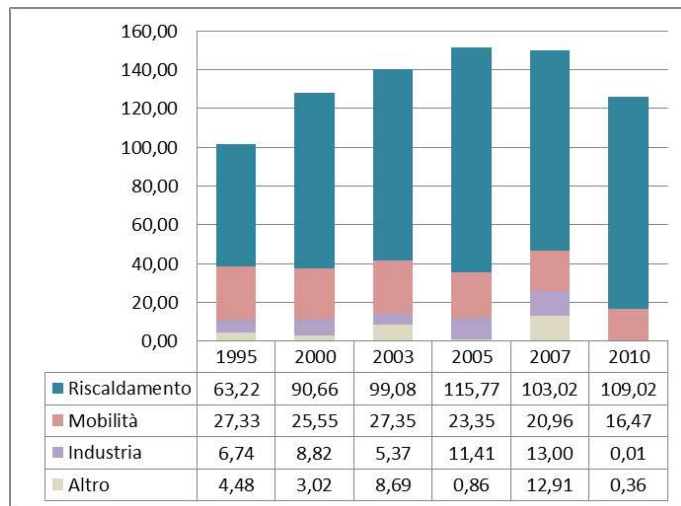


Figura 14 – Andamento emissioni PM2.5 [tonn/anno] per fonte

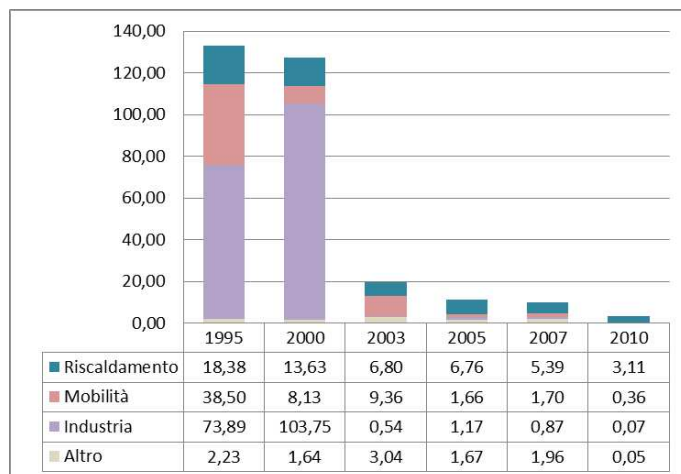


Figura 15 – Andamento emissioni SOX [tonn/anno] per fonte

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ENERGIA VALLEA AMBIENTE	A	27 di 102
			Data 10/2023	

I grafici mostrano come le emissioni di tutti gli inquinanti considerati, ad eccezione del particolato, siano sensibilmente diminuite rispetto a quanto registrato nel 1995.

Relativamente al monossido di carbonio (CO), il grafico mostra un trend decrescente. Le stime, infatti, indicano nel 1995 un valore complessivo di 3.262 tonnellate e di 1.168 tonnellate nel 2010, con una riduzione del carico emissivo di circa il 65%; il settore che più ha contribuito a tale riduzione risulta essere quello dei trasporti, mentre le emissioni dovute al settore riscaldamento sono aumentate.

Anche per gli ossidi di azoto (NOX) ed i composti organici volatili non metanici (COVNM) si rileva una significativa riduzione delle relative emissioni, rispettivamente del 50 e del 30% in meno rispetto a quelle stimate per il 1995; tale riduzione è da ascrivere prevalentemente alla riduzione delle emissioni dovute ai settori della mobilità e dell'industria. Anche in questo caso le emissioni dovute al settore riscaldamento sono aumentate.

Le emissioni degli ossidi di zolfo (SOX) sono quelle che tra il 1995 ed il 2010 hanno avuto il maggior decremento, pari ad una riduzione complessiva di oltre il 95%. In questo caso tutti i valori di emissione per ogni settore sono in diminuzione.

Per quanto riguarda il materiale particolato (PM10 e PM2.5), i grafici mostrano un andamento crescente fino al 2005 ed una inversione di tendenza solo nel 2007. Il settore che maggiormente contribuisce alle emissioni di particolato è il riscaldamento, che ha visto aumentate le proprie emissioni dal 1995 al 2010 di circa il 70%; al contrario, nel medesimo periodo, i settori relativi alla mobilità ed all'industria hanno avuto un deciso calo delle relative emissioni.

Per tutti gli inquinanti di cui si è detto, nel periodo compreso tra il 1995 ed il 2010, si rileva il medesimo trend anche a scala regionale: CO -59%; NOX -38%; COVNM -37%; -90% SOX. A seguire, le figure rappresentative dell'andamento delle emissioni di PM10 e PM2.5, in cui è evidente anche a livello regionale, l'inversione di tendenza alla crescita delle emissioni avvenuta dal 2007 (fonte: estratto Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in aria ambiente – IRSE, aggiornamento all'anno 2010; Regione Toscana). Tale andamento, se si osservano i dati disponibili alla più ampia scala nazionale, nel corso degli anni è continuato; il carico emissivo di particolato, infatti, a partire dal 2008 è costantemente diminuito in ragione prevalentemente di una significativa riduzione delle emissioni riconducibili al settore dei trasporti, come appare evidente in Figura 17 (fonte: estratto *Italian Emission Inventory 1990-2018, Informative Inventory Report 2020*; ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

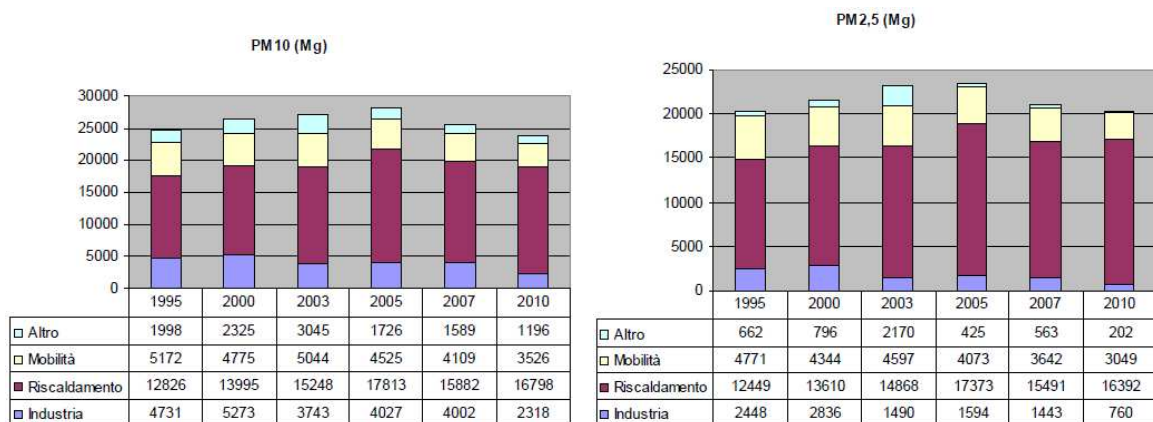
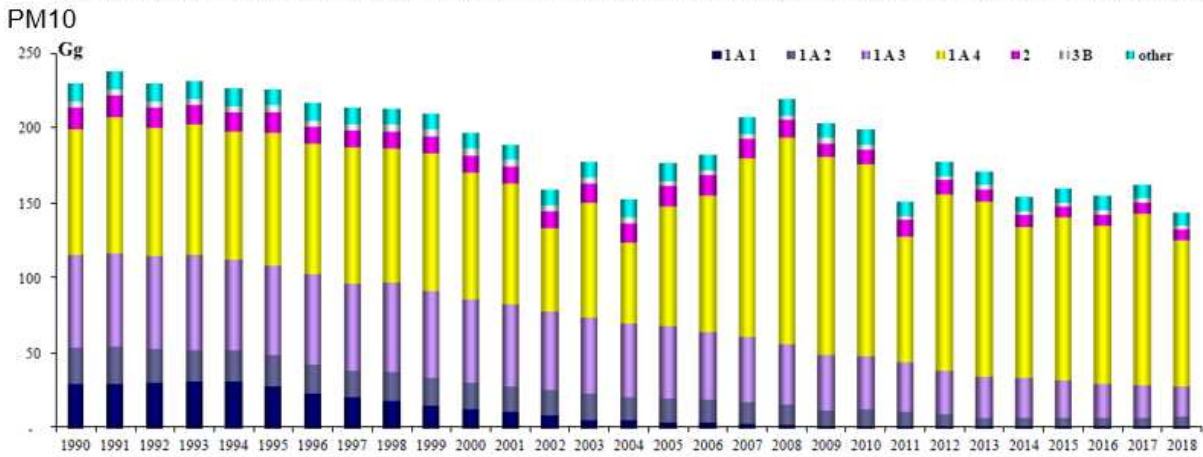
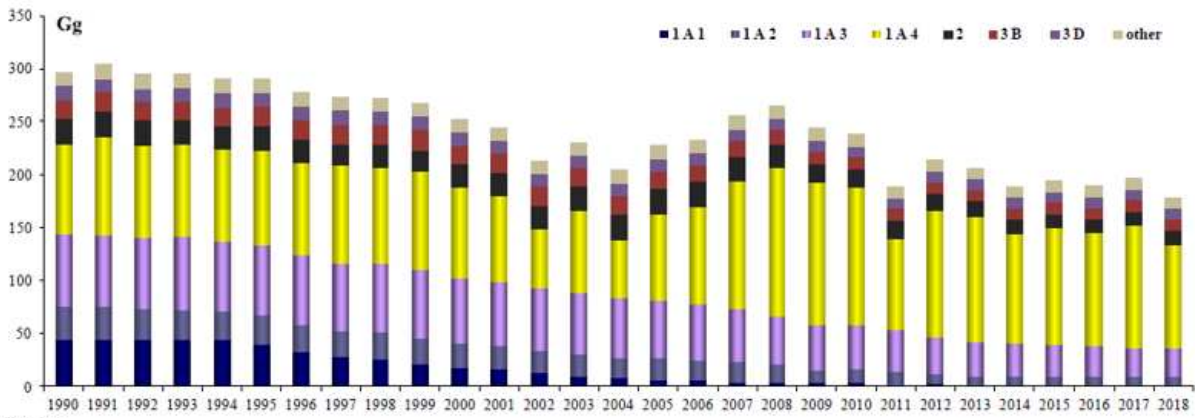


Figura 16 - Andamento emissioni PM10 e PM2.5 nel periodo 1995-2010 a scala regionale, articolate per sorgente emissiva



PM2.5

SECTOR	ACTIVITY DATA	SOURCE
1 Energy		
1A1 Energy Industries	Fuel use	Energy Balance - Ministry of Economic Development Major national electricity producers European Emissions Trading Scheme
1A2 Manufacturing Industries and Construction	Fuel use	Energy Balance - Ministry of Economic Development Major National Industry Corporation European Emissions Trading Scheme
1A3 Transport	Fuel use Number of vehicles Aircraft landing and take-off cycles and maritime activities	Energy Balance - Ministry of Economic Development Statistical Yearbooks - National Statistical System Statistical Yearbooks - Ministry of Transportation Statistical Yearbooks - Italian Civil Aviation Authority (ENAC) Maritime and Airport local authorities
1A4 Residential-public-commercial sector	Fuel use	Energy Balance - Ministry of Economic Development
2 Industrial Processes	Production data	National Statistical Yearbooks- National Institute of Statistics International Statistical Yearbooks-UN European Emissions Trading Scheme European Pollutant Release and Transfer Register Sectoral Industrial Associations
3 Agriculture	Agricultural surfaces Production data Number of animals Fertilizer consumption	Agriculture Statistical Yearbooks - National Institute of Statistics Sectoral Agriculture Associations

Figura 17 - Andamento emissioni PM10 e PM2.5 nel periodo 1990-2018 a scala nazionale, articolate per sorgente emissiva

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ENERGIA VALLE D'AOSTA sinèrgo D_VA DVisionArchitecture	A	29 di 102
			Data 10/2023	

Relativamente alle emissioni di gas serra, di seguito si riportano i grafici degli andamenti delle emissioni dei gas climalteranti: metano (CH₄), anidride carbonica (CO₂) e protossido di azoto (N₂O) sia singolarmente sia espresse come CO₂equivalente¹⁰.

Le emissioni di CO₂eq nel 2010 sono complessivamente diminuite di circa il 4% rispetto a quelle del 1995; se le emissioni riconducibili al comparto industriale diminuiscono di ben il 95% nel 2010 rispetto a quelle registrate nel 1995, quelle dovute al riscaldamento domestico subiscono un incremento di circa l'85%, passando dalle 26.000 tonnellate del 1995 alle 48.000 tonnellate del 2010. Le emissioni riconducibili al comparto dei trasporti, nel medesimo periodo, si riducono di circa il 5%.

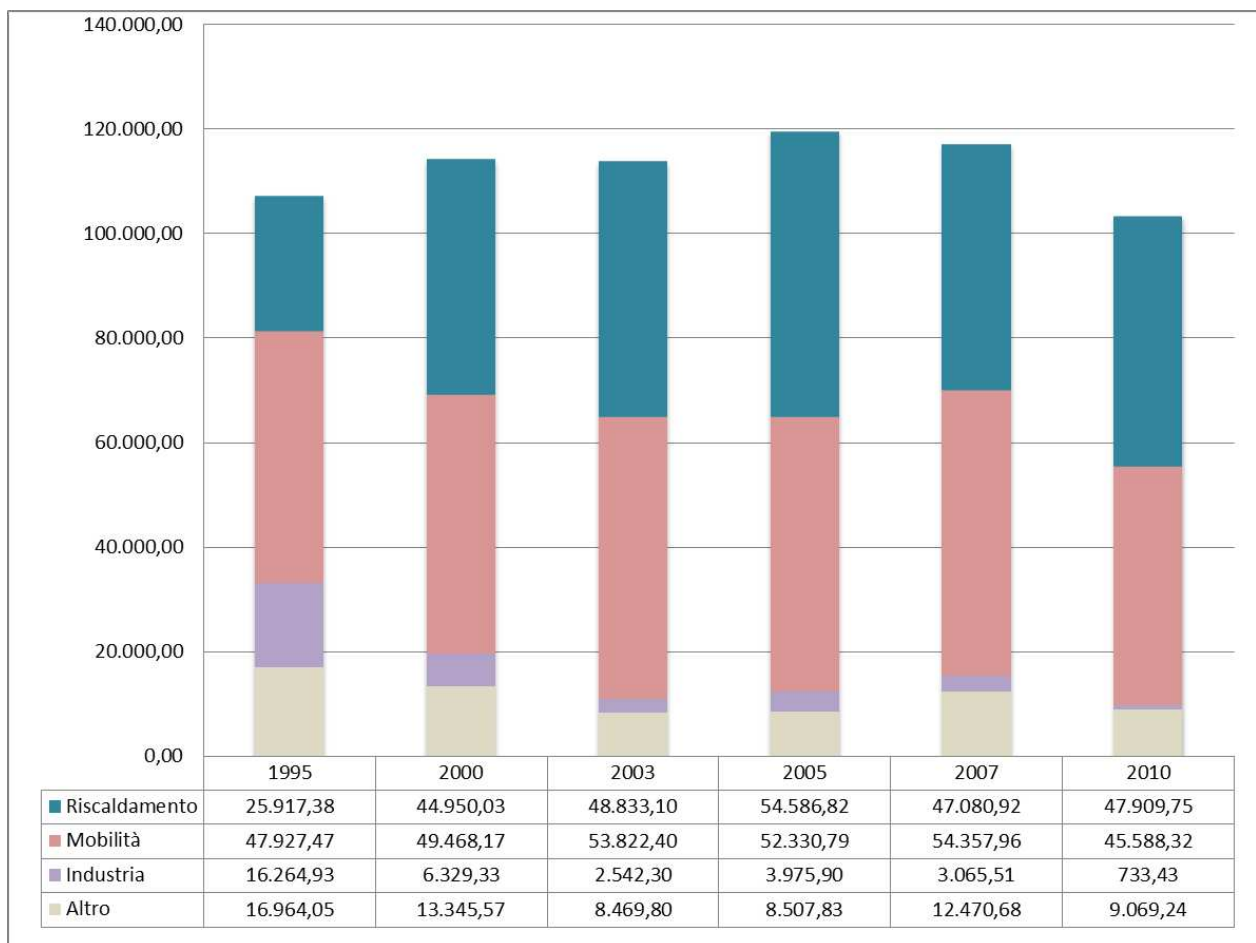


Figura 18 - Andamento emissioni CO₂eq [tonn/anno] per fonte

¹⁰ Per il calcolo della CO₂ equivalente è stata utilizzata la seguente formula: CO₂eq=CO₂+21xCH₄+ 310xN₂O.

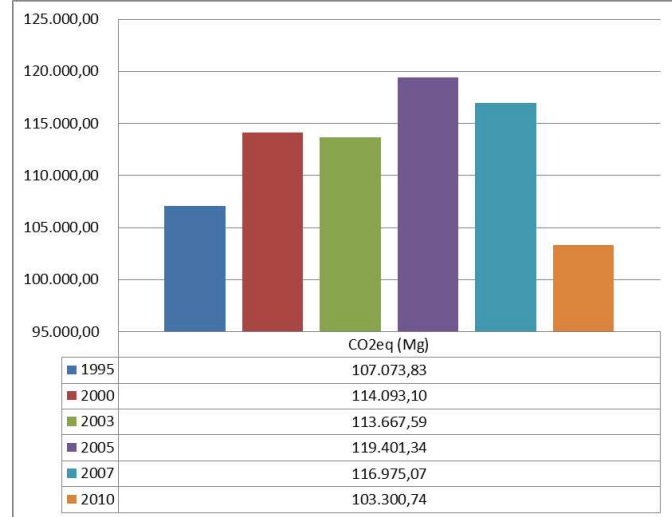
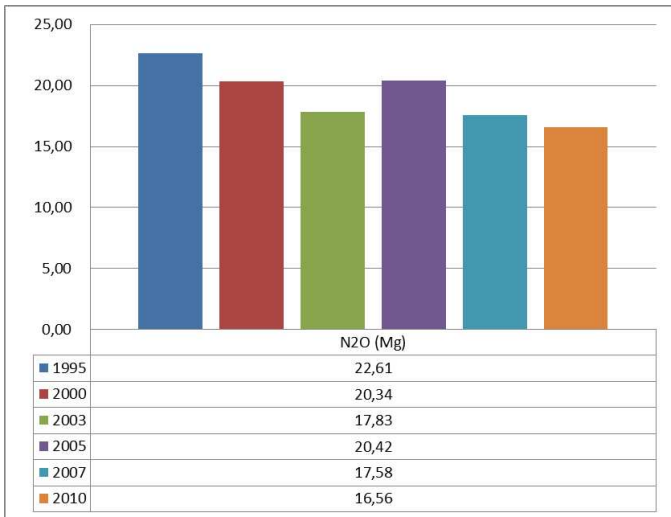
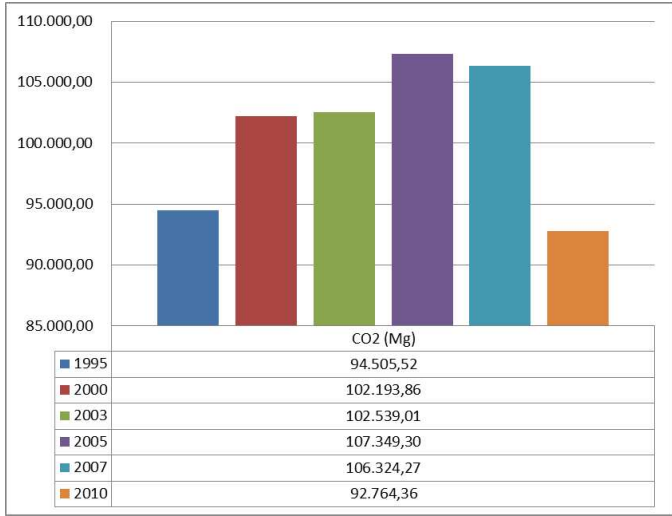
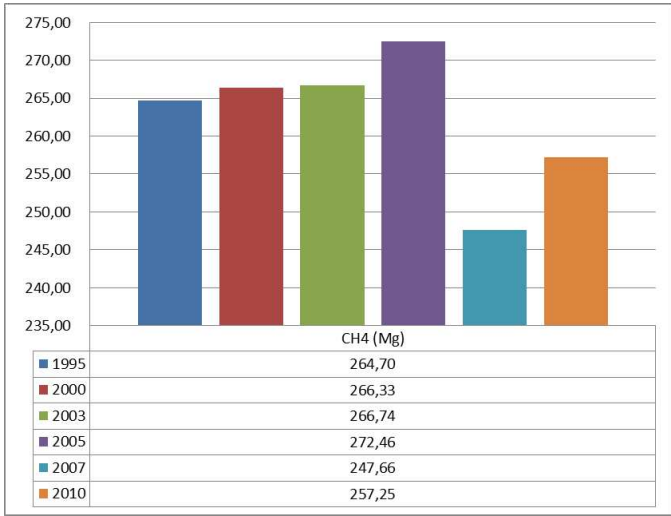


Figura 19 - Andamento emissioni gas serra [tonn/anno]

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 31 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  	 D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

In ultima analisi, le seguenti tabelle forniscono una fotografia al 2010, anno in cui è disponibile l'ultimo aggiornamento dell'inventario regionale, in termini di emissioni sia per il comparto in esame nel suo complesso sia per ciascun comune in esso compreso (Rufina e Pontassieve); osservando i dati emerge come le sorgenti che maggiormente contribuiscono al carico emissivo registrato nel territorio indagato siano il riscaldamento domestico ed in subordine il trasporto stradale (per ciascun inquinante, in rosso sono evidenziati i due valori maggiori).

Comuni di Rufina e Pontassieve

Id	CO	SOX	COVNM	NOX	PM10	PM2.5	CO2eq
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	616,02	3,11	82,85	29,01	111,72	109,02	47.909,75
3	0,57	0,07	0,03	1,24	0,01	0,01	699,52
4	0,00	0,00	7,33	0,00	0,02	0,00	33,91
5	0,00	0,00	9,50	0,00	0,00	0,00	1.476,54
6	0,00	0,00	362,15	0,00	0,00	0,00	0,00
7	537,54	0,26	156,95	190,13	17,40	14,81	41.897,47
8	14,31	0,10	5,35	44,45	1,70	1,67	3.690,85
9	0,07	0,05	0,00	7,46	0,00	0,00	3.634,53
10	0,00	0,00	7,44	0,00	3,43	0,35	3.958,17
11	0,00	0,00	128,97	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale	1.168,51	3,59	760,57	272,30	134,28	125,86	103.300,74

Comune di Rufina

Id	CO	SOX	COVNM	NOX	PM10	PM2.5	CO2eq
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	203,85	1,00	27,51	8,04	37,19	36,29	13.762,43
3	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	41,95
4	0,00	0,00	2,52	0,00	0,00	0,00	12,33
5	0,00	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	255,45
6	0,00	0,00	97,98	0,00	0,00	0,00	0,00
7	156,93	0,07	42,60	53,60	4,87	4,13	11.919,49
8	5,83	0,04	2,32	20,67	0,68	0,66	1.563,05
9	0,07	0,05	0,00	7,46	0,00	0,00	3.634,53
10	0,00	0,00	1,50	0,00	0,81	0,08	895,06
11	0,00	0,00	73,90	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale	366,71	1,17	250,04	89,84	43,55	41,17	32.084,28

Comune di Pontassieve

Id	CO	SOX	COVNM	NOX	PM10	PM2.5	CO2eq
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	412,17	2,11	55,34	20,97	74,53	72,73	34.147,32
3	0,54	0,07	0,03	1,18	0,01	0,01	657,57
4	0,00	0,00	4,81	0,00	0,02	0,00	21,59
5	0,00	0,00	7,80	0,00	0,00	0,00	1.221,09
6	0,00	0,00	264,17	0,00	0,00	0,00	0,00
7	380,61	0,19	114,36	136,54	12,53	10,68	29.977,98
8	8,47	0,06	3,03	23,78	1,02	1,01	2.127,80
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	5,94	0,00	2,62	0,27	3.063,12
11	0,00	0,00	55,07	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale	801,79	2,42	510,53	182,46	90,73	84,69	71.216,46

- 01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche
- 02 Impianti di combustione non industriali
- 03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione
- 04 Processi produttivi
- 05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica
- 06 Uso di solventi

- 07 Trasporti stradali
- 08 Altre sorgenti mobili e macchine
- 09 Trattamento e smaltimento rifiuti
- 10 Agricoltura
- 11 Altre sorgenti/Natura

Tabella 5 - Quantità assolute delle sostanze inquinanti emesse nel comparto territoriale in esame, suddivise per sorgenti emissive

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'AOSTA AMBIENTE	 sinèrgo	A
			Data 10/2023	

4.1 Modellazione delle emissioni

4.1.1 Emissioni da traffico stradale

La stima delle emissioni inquinanti da traffico stradale è oggetto di una metodologia ufficiale europea che mantiene aggiornate, sulla base delle nuove informazioni messe a disposizione dalla ricerca, le indicazioni per la stima delle emissioni a partire dai fattori d'emissione (*"Emission Factors"* = EF, valori di emissione per unità di percorrenza), relativi ai singoli veicoli appartenenti a categorie codificate.

Tale metodologia è implementata in un programma informatico, denominato COPERT 4¹¹, concepito per calcolare le emissioni da traffico aggregate a livello nazionale. Lo sviluppo di COPERT (*COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic*) è coordinato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), nell'ambito delle attività del Centro Tematico Europeo sull'Atmosfera e sul Cambiamento Climatico (ETC-ACC).

Sulla base della metodologia COPERT e per le polveri la metodologia IIASA, è stato sviluppato da ARIANET S.r.l. un programma di calcolo delle emissioni inquinanti da traffico stradale denominato TREFICTM (*TRaffic Emission Factor Improved Calculation*). TREFIC prevede, per molti degli inquinanti atmosferici tipici del traffico (NOX, N2O, SOX, VOC, CH4, CO, CO2, NH3, particolato, metalli pesanti, diossine e furani), la valutazione degli EF in termini di massa d'inquinante emessa per unità di percorrenza (g/km). Tali coefficienti dipendono:

- dal tipo di carburante/alimentazione (benzina con o senza piombo, gasolio, gpl, elettricità);
- dal tipo di veicolo (autovettura, veicolo commerciale leggero o pesante, autobus, motoveicolo);
- dalla velocità media di percorrenza o dal tipo di strada percorsa (urbana, extraurbana, autostrada);
- dalla cilindrata del motore per i veicoli passeggeri e dalla portata nel caso di veicoli commerciali;
- dall'età del veicolo, o più precisamente dall'anno di immatricolazione e dal chilometraggio complessivo.

L'età del veicolo permette di risalire alla tecnologia costruttiva, normata dalle varie direttive che in ambito europeo hanno nel tempo regolamentato le massime emissioni dei nuovi motori prodotti. Tale informazione consente anche di legare il fattore d'emissione allo stato di efficienza e di manutenzione del veicolo stesso. Tra le categorie di veicoli contemplate nel progetto COPERT, alcune riguardano tecnologie costruttive normate da particolari legislazioni nazionali non vigenti nel nostro paese. La distinta delle categorie di veicoli COPERT è presentata nella tabella seguente.

¹¹ Da settembre 2017, COPERT 5.

Vehicle Type	Class	Legislation
Passenger Cars	Gasoline <1.4l 1.4 - 2.0l >2.0l	PRE ECE ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15/04 Improved Conventional Open Loop Euro 1 - 91/441/EEC Euro 2 - 94/12/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005 Euro 5 - EC 715/2007 Euro 6 - EC 715/2007
	Diesel <2.0l >2.0l	Conventional Euro 1 - 91/441/EEC Euro 2 - 94/12/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005 Euro 5 - EC 715/2007 Euro 6 - EC 715/2007
	LPG	Conventional Euro 1 - 91/441/EEC Euro 2 - 94/12/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005
	2 Stroke	Conventional
	Hybrids <1.6l	Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005
Vehicle Type	Class	Legislation
Mopeds	<50cm ³	Conventional 97/24/EC Stage I - Euro 1 97/24/EC Stage II - Euro 2 Euro 3 proposal
Motorcycles	2 Stroke >50cm ³	Conventional
	4 stroke 50 - 250cm ³	97/24/EC - Euro 1
	4 stroke 250 - 750cm ³	2002/51/EC Stage I - Euro 2
	4 stroke >750cm ³	2002/51/EC Stage II - Euro 3

Figura 20 - Classificazione dei veicoli secondo la metodologia COPERT (1/2)

Vehicle Type	Class	Legislation
Light Duty Vehicles	Gasoline <3.5t	Conventional Euro 1 - 93/59/EEC Euro 2 - 96/69/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005 Euro 5 - EC 715/2007 Euro 6 - EC 715/2007
	Diesel <3.5t	Conventional Euro 1 - 93/59/EEC Euro 2 - 96/69/EC Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000 Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005 Euro 5 - EC 715/2007 Euro 6 - EC 715/2007
Heavy Duty Vehicles	Gasoline >3.5t	Conventional
	Rigid ≤7.5t	Conventional Euro I - 91/542/EEC Stage I Euro II - 91/542/EEC Stage II Euro III - 1999/96/EC Stage I Euro IV - 1999/96/EC Stage II Euro V - 1999/96/EC Stage III Euro VI - No proposal yet
	Rigid 7.5-12t	
	Rigid 12-14t	
	Rigid 14-20t	
	Rigid 20-26t	
	Rigid 26-28t	
	Rigid 28-32t	
	Rigid >32t	
	Articulated 14-20t	
	Articulated 20-28t	
	Articulated 28-34t	
	Articulated 34-40t	
	Articulated 40-50t	
Articulated 50-60t		
Buses	Urban ≤15t	Conventional Euro I - 91/542/EEC Stage I Euro II - 91/542/EEC Stage II Euro III - 1999/96/EC Stage I Euro IV - 1999/96/EC Stage II Euro V - 1999/96/EC Stage III Euro VI - No proposal yet
	Urban 15-18t	
	Urban >18t	
	Coaches standard ≤18t	
	Coaches articulated >18t	
	CNG	Euro I - 91/542/EEC Stage I Euro II - 91/542/EEC Stage II Euro III - 1999/96/EC Stage I EEV - 1999/96/EC

Figura 21 - Classificazione dei veicoli secondo la metodologia COPERT (2/2)

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ETIWA ENERGIA VALLE ABBADIA	sinèrgo	D_VA D_VisionArchitecture
				Data 10/2023

4.1.2 Dati caratteristici del traffico nelle simulazioni

Gli input di TREFIC sono rappresentati dalla consistenza del parco veicolare circolante nell'area di riferimento (cfr. paragrafo seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) e dal grafo stradale dello scenario di interesse che riporta flussi di veicoli leggeri e pesanti e velocità per ciascun arco stradale. Per "veicoli leggeri" sono intesi le autovetture, i veicoli commerciali leggeri ed i motocicli; per "veicoli pesanti", i veicoli commerciali pesanti e gli autobus. La definizione completa della rete stradale di interesse e dei relativi dati di traffico è quella effettuata mediante la modellistica di assegnazione dello studio di traffico al quale si rimanda per le specifiche.

I flussi di traffico considerati nelle simulazioni sono quelli relativi agli scenari di seguito descritti.

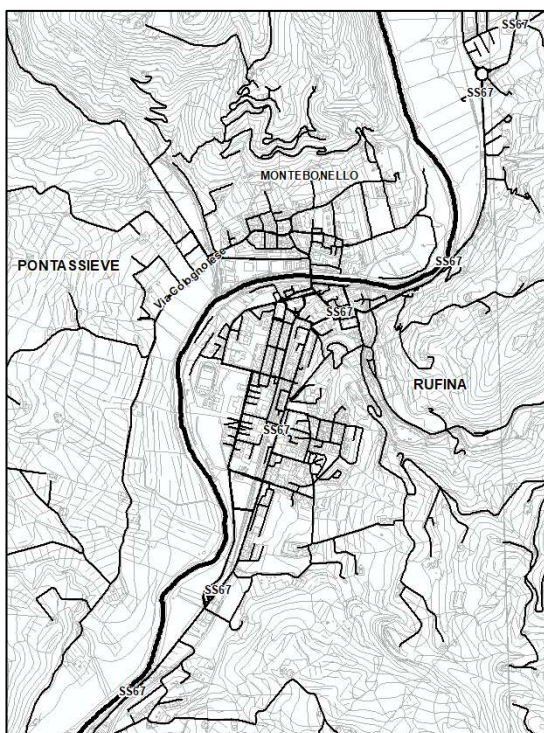
Stato di Fatto (SDF), determinato dalla domanda di traffico ad oggi presente sulla rete infrastrutturale esistente, così come rilevata dalle indagini e ricostruita modellisticamente.

Stato di Progetto (SDP), determinato dalla domanda attesa nel 2027, anno di prevista messa in esercizio dell'opera, sulla rete infrastrutturale esistente e di progetto.

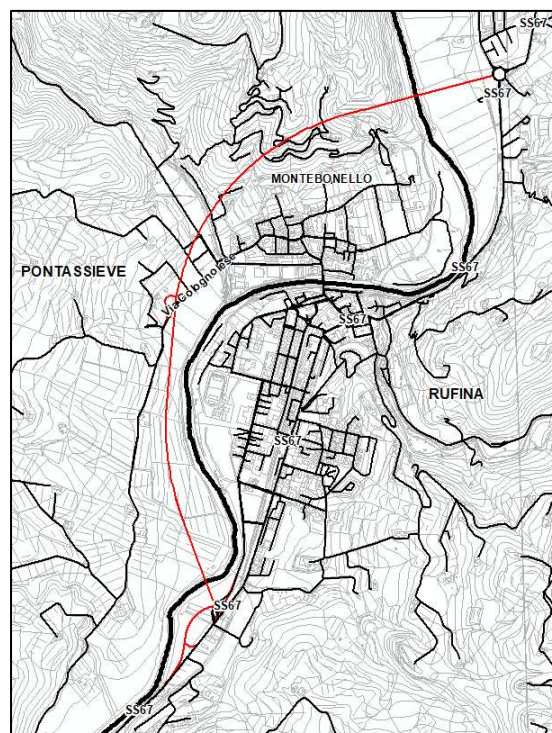
Le simulazioni trasportistiche hanno riguardato le ore di punta serali e mattutine di un giorno feriale (per maggiori dettagli si rimanda all'allegato T00-EG00-GEN-RE03 Relazione trasportistica); in questa sede, a ciascun arco del grafo stradale su cui sono state condotte le analisi volte a stimare le emissioni inquinanti da traffico (per entrambi gli scenari in esame, SDF e SDP), sono stati associati i dati rappresentativi sia dei flussi veicolari circolanti espressi in Traffico Giornaliero Medio (TGM), distinti in veicoli leggeri e commerciali pesanti, sia della velocità di percorrenza. Le velocità di percorrenza di ogni arco sono state impostate al 90% delle seguenti velocità di libero deflusso:

- 90 km/h per le extraurbane;
- 50 km/h per la viabilità urbana.

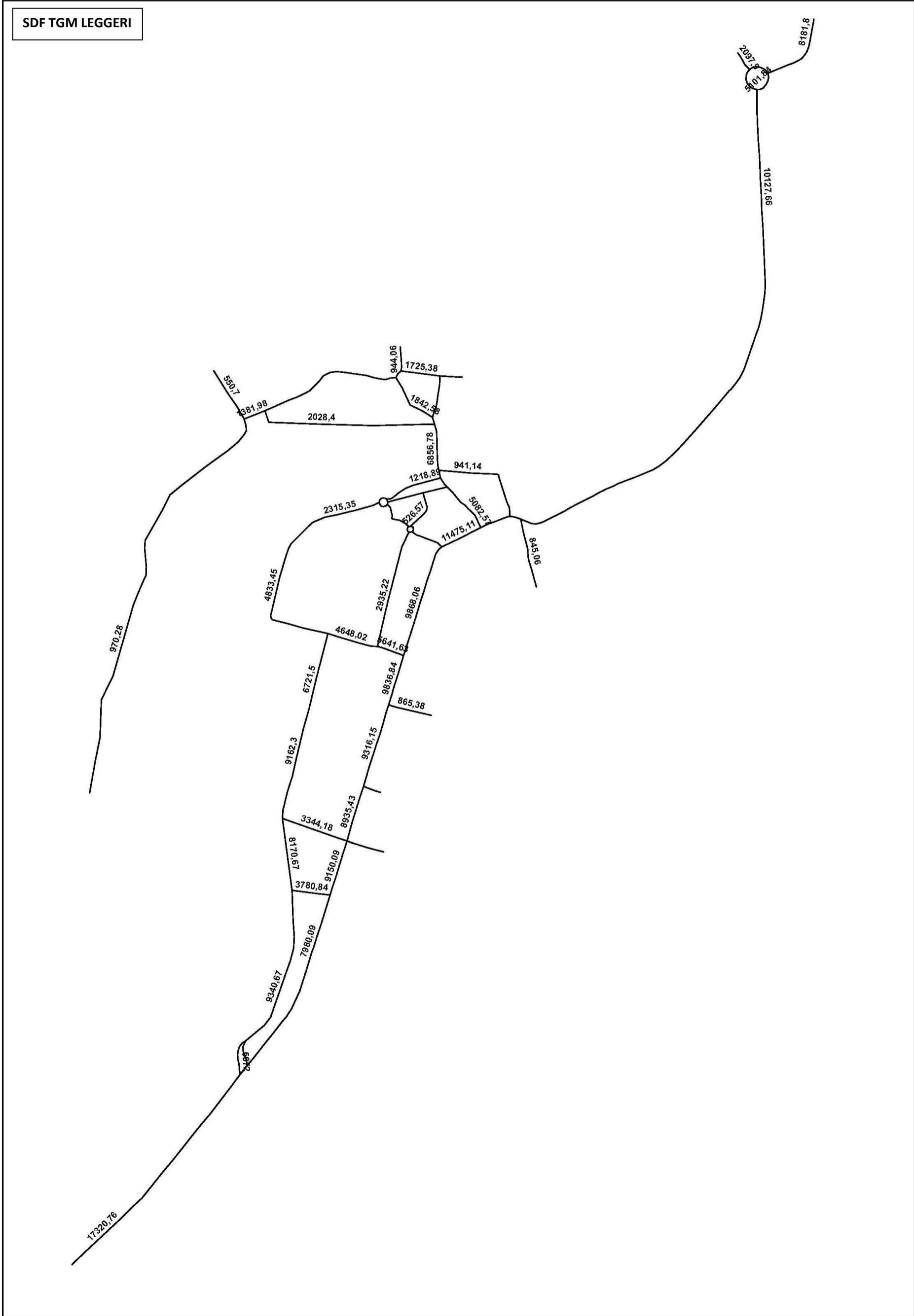
Attraverso il modello TREFIC sono stati dunque simulati gli scenari di cui si è detto al fine di ottenere le emissioni da traffico riconducibili a ciascun grafo esaminato; le figure seguenti sono rappresentative del grafo stradale su cui sono state condotte le analisi: SDF e SDP. Nelle pagine seguenti si riportano invece i dati di traffico utilizzati nel modello.



SDF



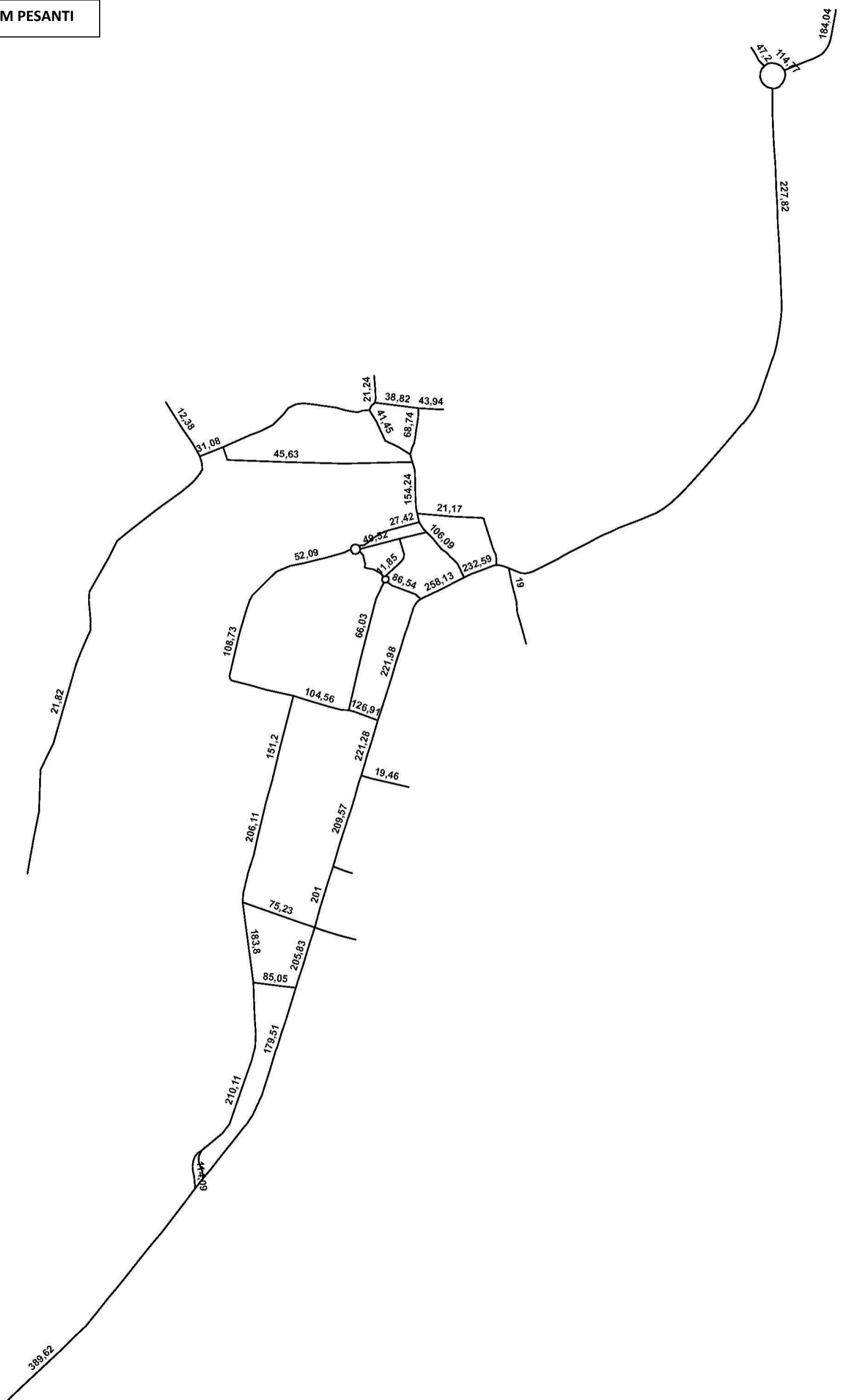
SDP



SDP TGM LEGGERI



SDF TGM PESANTI



SDP TGM PESANTI



CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE				REV. A	FOGLIO 40 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLEA AMBIENTE	 sinergo	 VA DvisionArchitecture	Data 10/2023	

4.1.3 Il parco veicolare

Di seguito si riportano i dati rappresentativi del parco circolante nell'anno 2021, disponibili sul sito dell'Automobile Club d'Italia (www.aci.it), relativi al numero di veicoli immatricolati in Provincia di Firenze classificati per settore (autoveicoli, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, ciclomotori e motocicli), per alimentazione (diesel e benzina), per cilindrata, per peso (nel caso dei veicoli merci) e per categoria legislativa (EURO).

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE	
FIRENZE	BENZINA	Fino a 1400	22.748	3.774	15.064	22.372	60.523	39.507	102.535		204	266.727	
		1401 - 2000	6.497	2.337	5.125	3.323	8.447	3.678	23.539		38	52.984	
		Oltre 2000	1.691	370	537	463	876	270	2.907		8	7.122	
		Non definito		12									12
		BENZINA Totale		30.948	6.481	20.726	26.158	69.846	43.455	128.981		250	326.845
		BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	894	181	458	509	8.680	6.722	16.918		1	34.363
	1401 - 2000		912	308	564	339	1.942	1.657	2.962		2	8.686	
	Oltre 2000		135	37	76	59	150	18	12		1	488	
		Non definito				1							1
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1.941	526	1.099	907	10.772	8.397	19.892		4	43.538
		BENZINA E METANO	Fino a 1400	305	49	196	194	3.877	4.805	5.161			14.587
	1401 - 2000		225	88	207	185	732	12	17			1.466	
	Oltre 2000		15	14	11	5	45	4				94	
		Non definito		1									1
		BENZINA E METANO Totale		546	151	414	384	4.654	4.821	5.178			16.148
		ELETTRICITA'	Non contemplato								7.292		7.292
		ELETTRICITA' Totale									7.292		7.292
		GASOLIO	Fino a 1400	328	10	10	2.754	13.511	13.581	19.111			49.305
	1401 - 2000		1.733	390	2.491	11.931	26.447	41.233	184.965			269.190	
	Oltre 2000		1.744	658	2.388	4.484	5.590	4.902	15.000		1	34.767	
		GASOLIO Totale		3.805	1.058	4.889	19.169	45.548	59.716	219.076		1	353.262
		IBRIDO BENZINA	Fino a 1400					12	95	13.085			13.192
	1401 - 2000							70	697	19.496			20.263
	Oltre 2000							32	25	2.375			2.432
		IBRIDO BENZINA Totale						114	817	34.956			35.887
		IBRIDO GASOLIO	1401 - 2000						17	5.159			5.176
	Oltre 2000								5	667			672
	IBRIDO GASOLIO Totale							22	5.826			5.848	
	METANO	Fino a 1400	4		1	1	1	722	2.823			3.552	
1401 - 2000		6	1	4	11	364	172	851			1.409		
Oltre 2000		1		1		1		7			10		
	METANO Totale		11	1	6	12	366	894	3.681			4.971	
	ALTRE	Fino a 1400	16									16	
Oltre 2000							1					1	
	ALTRE Totale		16				1					17	
	NON DEFINITO	Fino a 1400	6								1	7	
1401 - 2000		2										2	
Non definito		11										5	
	NON DEFINITO Totale		19								6	25	
FIRENZE Totale			37.286	8.217	27.134	46.630	131.301	118.122	417.590	7.292	261	793.833	

Tabella 6 - Autoveicoli Provincia di Firenze distinte per alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2021

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VisionArchitecture	A	41 di 102
			Data 10/2023	

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	TOTALE
FIRENZE	BENZINA	Fino a 3,5	830	209	461	488	485	367	4.147	10	6.997
		Non definito	79	4					1	1	85
	BENZINA Totale		909	213	461	488	485	367	4.148	11	7.082
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	148	47	36	76	446	225	1.335		2.313
		Non definito	19	1		1			1		22
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		167	48	36	77	446	225	1.336		2.335
	BENZINA E METANO	Fino a 3,5	34	11	16	34	295	569	3.409		4.368
		Non definito	1								1
	BENZINA E METANO Totale		35	11	16	34	295	569	3.409		4.369
	GASOLIO	Fino a 3,5	4.089	2.701	5.798	9.784	9.838	18.919	53.619	4	104.752
		Non definito	475	38	1	2	5	6	27	2	556
	GASOLIO Totale		4.564	2.739	5.799	9.786	9.843	18.925	53.646	6	105.308
	IBRIDO BENZINA	Fino a 3,5							474		474
		Non definito							2		2
	IBRIDO BENZINA Totale							476		476	
	IBRIDO GASOLIO	Fino a 3,5					1	1	232		234
		Non definito							2		2
	IBRIDO GASOLIO Totale						1	1	232		234
	METANO	Fino a 3,5				4	74	71	657		806
		Non definito									
	METANO Totale					4	74	71	657		806
	ALTRE	Fino a 3,5	2	1							3
		Non definito									
	ALTRE Totale		2	1							3
	NON DEFINITO	Fino a 3,5	1								1
		Non definito									
	NON DEFINITO Totale		1								1
FIRENZE Totale			5.678	3.012	6.312	10.389	11.144	20.158	63.904	17	120.614

Tabella 7 - Veicoli industriali leggeri Provincia di Firenze distinti per alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2021

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
FIRENZE	BENZINA	Oltre 3,5	34			4	2					40
		Non contemplato										
	BENZINA Totale		34			4	2					40
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	7	1								8
		Non contemplato										
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		7	1								8
	BENZINA E METANO	Oltre 3,5	1				1	1	3			6
		Non contemplato										
	BENZINA E METANO Totale		1				1	1	3			6
	ELETTRICITA	Non contemplato								1.099		1.099
		Non definito									1.099	
	ELETTRICITA Totale									1.099		1.099
	GASOLIO	3,6 - 7,5	553	111	247	412	220	364	900		6	2.813
		7,6 - 12	503	106	210	339	65	242	262		2	1.729
		12,1 - 14	91	9	24	64	16	61	44		1	310
		14,1 - 20	213	71	150	273	55	219	368		1	1.350
		20,1 - 26	220	62	206	239	33	336	545			1.641
		26,1 - 28	3			1			18			22
		28,1 - 32	5	5	27	97	20	72	96			322
		Oltre 32	7	1	1	6	1	1	6			23
	GASOLIO Totale		1.595	365	865	1.431	410	1.295	2.239		10	8.210
	IBRIDO BENZINA	Oltre 3,5	1									1
		Non contemplato										
	IBRIDO BENZINA Totale		1									1
	METANO	Oltre 3,5			1	2		9	144			156
		Non contemplato										
	METANO Totale				1	2		9	144			156
	NON DEFINITO	14,1 - 20				1						1
		Non contemplato										
	NON DEFINITO Totale					1						1
FIRENZE Totale			1.638	366	866	1.438	413	1.305	2.386	1.099	10	9.521

Tabella 8 - Veicoli industriali pesanti Provincia di Firenze distinti per alimentazione e tipologia. Anno 2021

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE				REV. A	FOGLIO 42 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ARNO	 sinèrgo	 D_VA D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
FIRENZE	BENZINA	fino a 14	1									1
	BENZINA Totale		1									1
	BENZINA E GAS LIQUIDO	14,1 - 20						3				3
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale							3				3
	BENZINA E METANO	14,1 - 20						1				1
	BENZINA E METANO Totale							1				1
	ELETTRICITA	Non contemplato								1		1
	ELETTRICITA Totale									1		1
	GASOLIO	fino a 14	14			4			2			20
		14,1 - 20	28	17	86	186	31	339	599			1.286
		20,1 - 28	3	3		7	2	4	10			29
		28,1 - 34				1	1		1			3
		34,1 - 40				2		1				3
		40,1 - 50			1	1		1				3
		Non definito	32	4				3	7		1	47
	GASOLIO Totale		77	24	87	201	34	348	619		1	1.391
	METANO	14,1 - 20							9			9
	METANO Totale								9			9
FIRENZE Totale			78	24	87	201	34	352	628	1	1	1.406

Tabella 9 - Trattori stradali Provincia di Firenze distinti per alimentazione e tipologia. Anno 2021

PROVINCIA	USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
FIRENZE	Noleggio	14	6	9	45	29	72	180			355
	Privato	16	13	23	57	26	18	35		1	189
	Pubblico	11	5	51	186	15	90	334			692
	Altri usi	2		3							5
	Non contemplato								19		19
FIRENZE Totale		43	24	86	288	70	180	549	19	1	1.260

Tabella 10 - Autobus Provincia di Firenze distinti uso. Anno 2021

PROVINCIA	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	Non contemplato	Non definito	TOTALE
FIRENZE	Fino a 125	12.856	3.281	2.504	17.873	11.190	2.017		143	49.864
	126 - 250	7.860	5.435	5.867	20.259	5.831	889		68	46.209
	251 - 750	11.347	3.025	5.014	14.959	8.881	1.718		33	44.977
	Oltre 750	3.420	2.578	2.020	6.644	3.655	781		1	19.099
	Non contemplato							385		385
	Non definito	37							22	59
FIRENZE Totale		35.520	14.319	15.405	59.735	29.557	5.405	385	267	160.593

Tabella 11 - Motocicli Provincia di Firenze distinti per fascia di cilindrata. Anno 2021

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI   	A	43 di 102
			Data 10/2023	

5 IL QUADRO DELLE CONCENTRAZIONI

5.1 Rete di monitoraggio regionale della qualità dell'aria

La struttura delle Rete Regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria della Toscana è stata modificata negli anni a partire da quella descritta dall'allegato III della d.g.r.t. 1025/2010, fino alla struttura attualmente ufficiale che è quella dell'allegato C della Delibera n. 964 del 12 ottobre 2015. Dal 2017 sono state attivate tutte le 37 stazioni previste dalla d.g.r.t. n. 964/2015, come riportato nella figura seguente (fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana. Anno 2021 - Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria, ARPAT Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana).

Zonizzazione territorio Regione Toscana rel.inq. All V	Class. Zona e stazione	Provincia e Comune	Nome stazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂ o H ₂ S	CO	Benzene	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O ₃	Class. Zona Ozono	Zonizzazione territorio Regione Toscana O ₃
Agglomerato Firenze	U F	FI	Firenze	FI-Boboli	X												
	U F	FI	Firenze	FI-Bassi	X	X	X	X		X	X						
	U T	FI	Firenze	FI-Gramsci	X	X	X		X	X	X	X	X	X			
	U T	FI	Firenze	FI-Mosse	X		X										
	U F	FI	Scandicci	FI-Scandicci	X		X										
	U F	FI	Signa	FI-Signa	X		X								X		U
S F	FI	Firenze	FI-Settignano			X								X		S	
Zona Prato Pistoia	U F	PO	Prato	PO-Roma	X	X	X			X	X						
	U T	PO	Prato	PO-Ferrucci	X	X	X		X								
	U F	PT	Pistoia	PT-Signorelli	X		X										
	S F	PT	Montale	PT-Montale	X	X	X							X		S	
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	U F	AR	Arezzo	AR-Acropoli	X	X	X		X					X		S	
	U F	FI	Figline ed Incisa Valdarno	FI-Figline	X		X										
Zona costiera	U T	AR	Arezzo	AR-Repubblica	X		X		X								
	U F	GR	Grosseto	GR-URSS	X	X	X										
	U T	GR	Grosseto	GR-Sonnino	X		X										
	R F	GR	Grosseto	GR-Maremma			X								X		R
	U F	LI	Livorno	LI-Cappiello	X	X	X										
	U F	LI	Livorno	LI-Via La Pira	X		X	X		X	X	X	X	X			
	U T	LI	Livorno	LI-Carducci	X	X	X		X								
	U F	LI	Piombino	LI-Parco 8 Marzo	X		X			X	X	X	X	X			
	S I	LI	Piombino	LI-Cotone	X		X		X		X(2)						
	U F	MS	Carrara	MS-Colombarotto	X		X										
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	U T	MS	Massa	MS-Marina vecchia	X	X	X										
	U F	LU	Viareggio	LU-Viareggio	X	X	X										
	U F	LU	Capannori	LU-Capannori	X	X	X	X									
	U F	LU	Lucca	LU-San Concordio	X		X			X	X						
	U T	LU	Lucca	LU-Micheletto	X		X										
	R F	LU	Lucca	LU-Carignano			X								X		S
Zona collinare e montana	U F	PI	Pisa	PI-Passi	X	X	X							X		S	
	U T	PI	Pisa	PI-Borghetto	X	X	X		X								
	S F	PI	S.Croce sull'Arno	PI-Santa Croce	X		X	X(1)							X		S
	U F	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	X	X	X										
	U T	SI	Siena	SI-Bracci	X		X		X								
	S F	PI	Pomarance	PI-Montecarboli	X		X	X(1)				X			X		S
	U F	LU	Bagni di Lucca	LU-Fornoli	X		X										
	R reg	F	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	X		X							X		R

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg - Rurale fondo regionale; (1) misura di H₂S e non SO₂; (2) parametro sospeso dal 2018.

Figura 22 - Rete regionale delle stazioni di misura degli inquinanti

Come già detto in precedenza, il territorio d'interesse ricade nella zona collinare e montana.

Zonizzazione territorio Regione Toscana rel.inq. All V	Class. Zona e stazione	Provincia e Comune	Nome stazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂ o H ₂ S	CO	Benzene	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O ₃	Class. Zona Ozono	Zonizzazione territorio Regione Toscana O ₃
Zona collinare e montana	U F	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	97,2	97,2	100										
	U T	SI	Siena	SI-Bracci	97,2		99,8		98,8								
	S F	PI	Pomarance	PI-Montecarboli (1)	100		94,7	96,7				63	63*	63*	63*	46	S
	U F	LU	Bagni di Lucca	LU-Fornoli	100		98,2										
	R reg	F	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	100		99,1								97,5	R

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg - Rurale fondo regionale

Come si evince dalla tabella sopra riportata non esistono stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria installate ed operanti nel territorio di interesse; sono state pertanto scelte delle stazioni all'interno della zona "Agglomerato di Firenze", che sono le più prossime all'area di intervento. Si tratta di una postazione di fondo urbano situata nel Comune di Firenze (FI-Bassi), dedicata al monitoraggio dei parametri PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, NO_x e benzene (distanza

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ETIWA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ARNO sinèrgo D_VA D_VisionArchitecture	A	44 di 102
			Data 10/2023	

dall'area di progetto: circa 26 km) e di una stazione di fondo suburbano all'interno del Comune di Firenze (Fi-Settignano), per il rilevamento di NO₂ e NO_X (distanza dall'area di progetto: circa 21 km).

Sono stati considerati i dati di concentrazione misurati dalle centraline di monitoraggio di cui sopra, relativi agli anni 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 scaricati dal sito web di ARPAT - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana. Ai fini del presente studio, sono stati considerati gli inquinanti maggiormente riconducibili al traffico veicolare: PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂/NO_X e C₆H₆.

Si anticipa sin d'ora che lo stato della qualità dell'aria ambiente dell'ambito indagato, emerso dall'analisi dei dati misurati dalle centraline di monitoraggio considerate, indica una situazione complessivamente positiva e priva di particolari criticità in ragione del fatto che i valori di concentrazione di tutti gli inquinanti esaminati nel corso degli ultimi 5 anni, non hanno mai superato i valori soglia previsti dal d.lgs. 155/2010.

Stazione 'FI-BASSI' - Rete Regionale - URBANA - FONDO

Mappa, coordinate e foto stazione

Coordinate (Gauss Boaga Fuso Est): N:4850623 - E:1684020 - Comune: FIRENZE - Provincia: FIRENZE

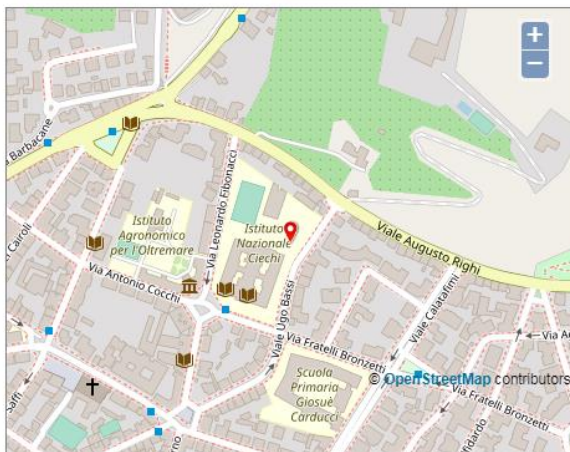


Figura 23 - Localizzazione stazione "FI-BASSI"

Stazione 'FI-SETTIGNANO' - Rete Regionale - SUBURBANA - FONDO

Mappa, coordinate e foto stazione

Coordinate (Gauss Boaga Fuso Est): N:4850978 - E:1686941 - Comune: FIRENZE - Provincia: FIRENZE



Figura 24 - Localizzazione stazione "FI-SETTIGNANO"

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVIA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ARBE  sinèrgo  D_VA D_VisionArchitecture	A	45 di 102
			Data 10/2023	

5.1.1 Il Biossido di Azoto (NO₂)

Gli ossidi di azoto in generale (NO_x), vengono prodotti durante i processi di combustione a causa della reazione che, ad elevate temperature, avviene tra l'azoto e l'ossigeno contenuto nell'aria. Tali ossidi per cui vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO_x aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

L'NO₂ è un inquinante perlopiù secondario, che si forma in seguito all'ossidazione in atmosfera dell'NO, relativamente poco tossico. Esso svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso. Una volta formati, questi inquinanti possono depositarsi al suolo per via umida (tramite le precipitazioni) o secca, dando luogo al fenomeno delle piogge acide, con conseguenti danni alla vegetazione e agli edifici.

Gli NO_x, ed in particolare l'NO₂, sono gas nocivi per la salute umana in quanto possono provocare irritazioni delle mucose, bronchiti e patologie più gravi come edemi polmonari. I soggetti più a rischio sono i bambini e le persone già affette da patologie all'apparato respiratorio.

Nel confronto con i valori limite, le concentrazioni di NO₂ non hanno mai superato il limite, sia annuale che orario, né nella stazione di FI-Bassi né nella stazione di FI-Settignano.

Nelle tabelle seguenti si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento.

	2018	2019	2020	2021	2022	Media ultimi 5 anni
Ore di rilevamento	8760	8760	8784	8760	8760	8765
Ore con dati non validi o non disponibili	427	537	552	690	657	573
Incidenza dei dati validi	95%	94%	94%	94%	93%	94%
Massima concentrazione oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	99,0	102,0	90,0	98,8	88,0	95,6
Numero di superamenti concentrazione limite oraria (max 18 > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	0	0
Concentrazione media annua (valore limite 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20,4	20,8	17,2	20,3	17,9	19,3
Numero di superamenti concentrazione soglia di allarme (400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	0	0
Percentile 99.8 (valore limite 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	86,0	87,0	79,0	85,8	74,8	82,5

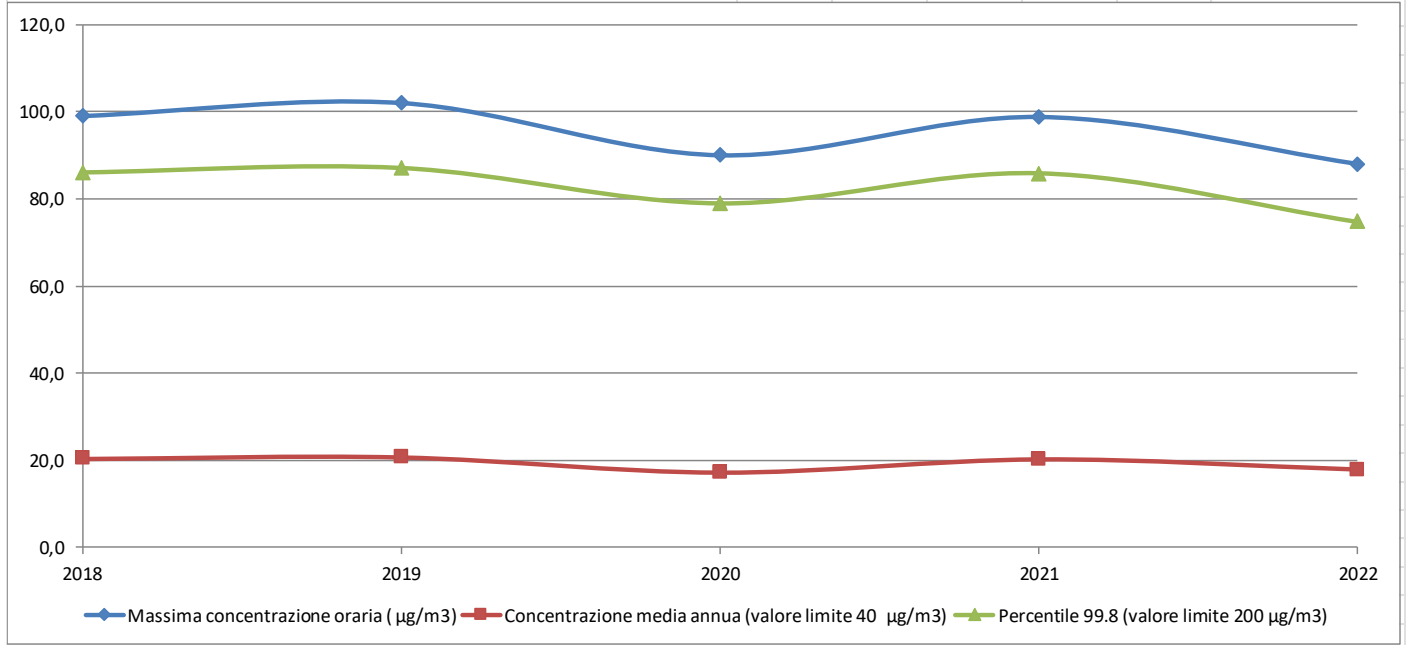


Figura 25 - Dinamica delle concentrazioni di NO₂ misurate nella stazione di Fi-Bassi

	2018	2019	2020	2021	2022	Media ultimi 5 anni
Ore di rilevamento	8760	8760	8784	8760	8760	8765
Ore con dati non validi o non disponibili	646	551	476	443	432	510
Incidenza dei dati validi	93%	94%	95%	95%	95%	94%
Massima concentrazione oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	73,0	80,0	68,0	74,0	60,0	71,0
Numero di superamenti concentrazione limite oraria (max 18 > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	0	0
Concentrazione media annua (valore limite 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8,2	7,2	5,8	5,6	5,5	6,5
Numero di superamenti concentrazione soglia di allarme (400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	0	0
Percentile 99.8 (valore limite 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56,0	56,0	57,0	54,0	46,0	53,8

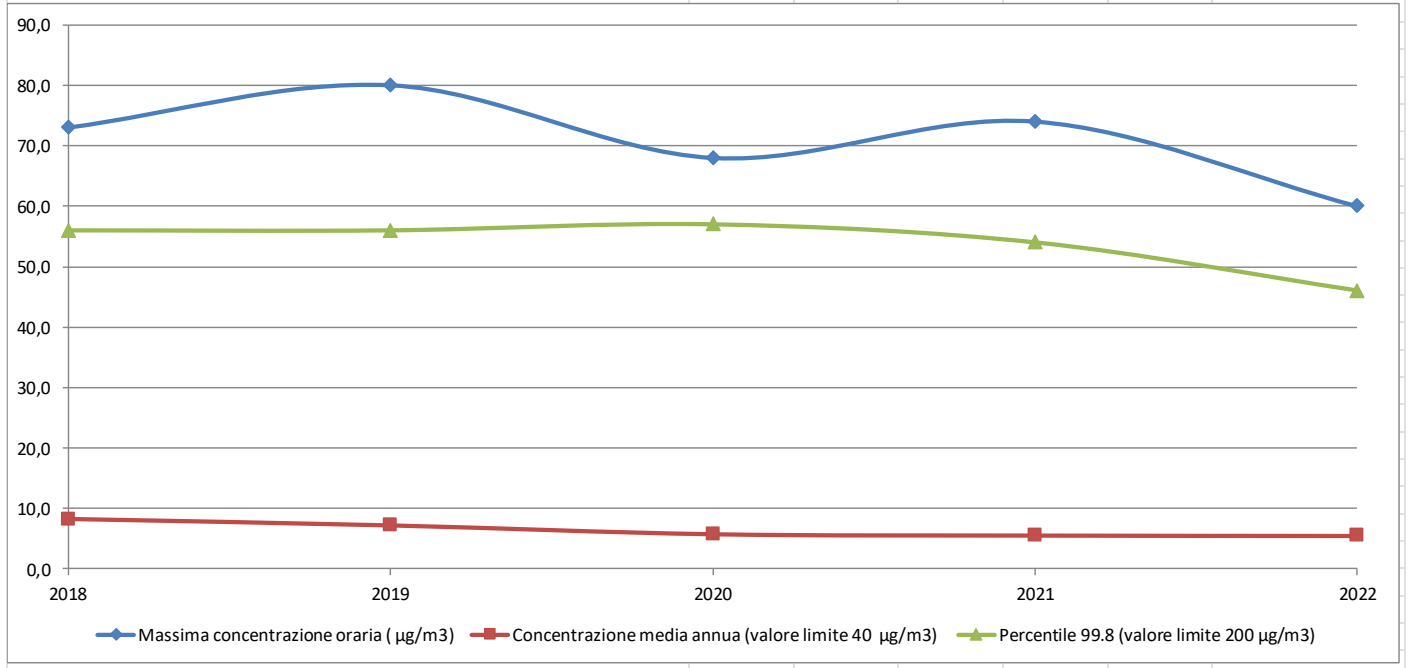


Figura 26 - Dinamica delle concentrazioni di NO₂ misurate nella stazione di Fi-Settignano

5.1.2 Il particolato atmosferico aerodisperso (PM₁₀ e PM_{2.5})

PM (*Particulate Matter*) è la definizione generale con cui si definisce una miscela di particelle solide e liquide (particolato) di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni che si trovano in sospensione nell'aria.

Tali sostanze possono avere origine sia da fenomeni naturali (processi di erosione al suolo, incendi boschivi, dispersione di pollini, etc.) sia, ed in gran parte, da attività antropiche, in particolar modo da traffico veicolare e processi di combustione. L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm (PM₁₀), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 μm (PM_{2.5}).

Nel confronto con i valori limite, negli ultimi cinque anni, per quanto riguarda la stazione di FI-BASSI, le concentrazioni di PM₁₀ non superano mai il limite annuale per la protezione della salute umana e risulta ben al di sotto di 35 il numero di superamenti della soglia sulle 24 ore; anche le concentrazioni di PM_{2.5} non hanno mai superato il limite annuale per la protezione della salute umana.

Di seguito, il confronto dei livelli misurati con i valori di riferimento.

	2018	2019	2020	2021	2022	Media ultimi 5 anni
Giorni di rilevamento	365	365	366	365	365	365
Giorni con dati non validi o non disponibili	25	11	19	33	25	23
Incidenza dei dati validi	93%	97%	95%	91%	93%	94%
Giorni di superamento limite protezione umana gg/anno (35 in cui non superare 50 µg/m3)	2	5	9	6	7	5,8
Concentrazione media annuale (valore limite protezione umana 40 µg/m3)	18,9	18,3	18,8	18,1	21,2	19,1
Percentile 90.4 (valore limite 50 µg/m3)	30,0	31,0	34,0	30,0	32,0	31,4

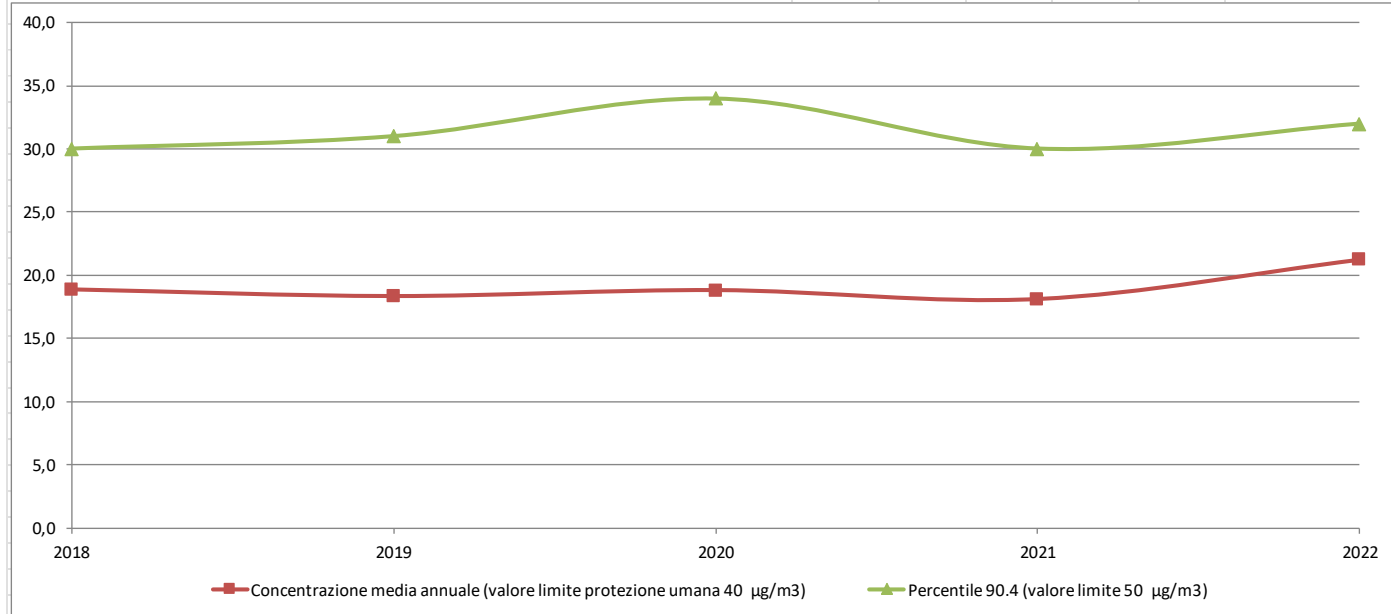


Figura 27 - Dinamica delle concentrazioni di PM10 misurate nella stazione di Fi-Bassi

	2018	2019	2020	2021	2022	Media ultimi 5 anni
Giorni di rilevamento	365	365	366	365	365	365
Giorni con dati non validi o non disponibili	23	11	17	32	27	22
Incidenza dei dati validi	94%	97%	95%	91%	93%	94%
Concentrazione media annuale (valore limite 25 µg/m3)	12,3	11,8	12,6	10,9	11,9	11,9

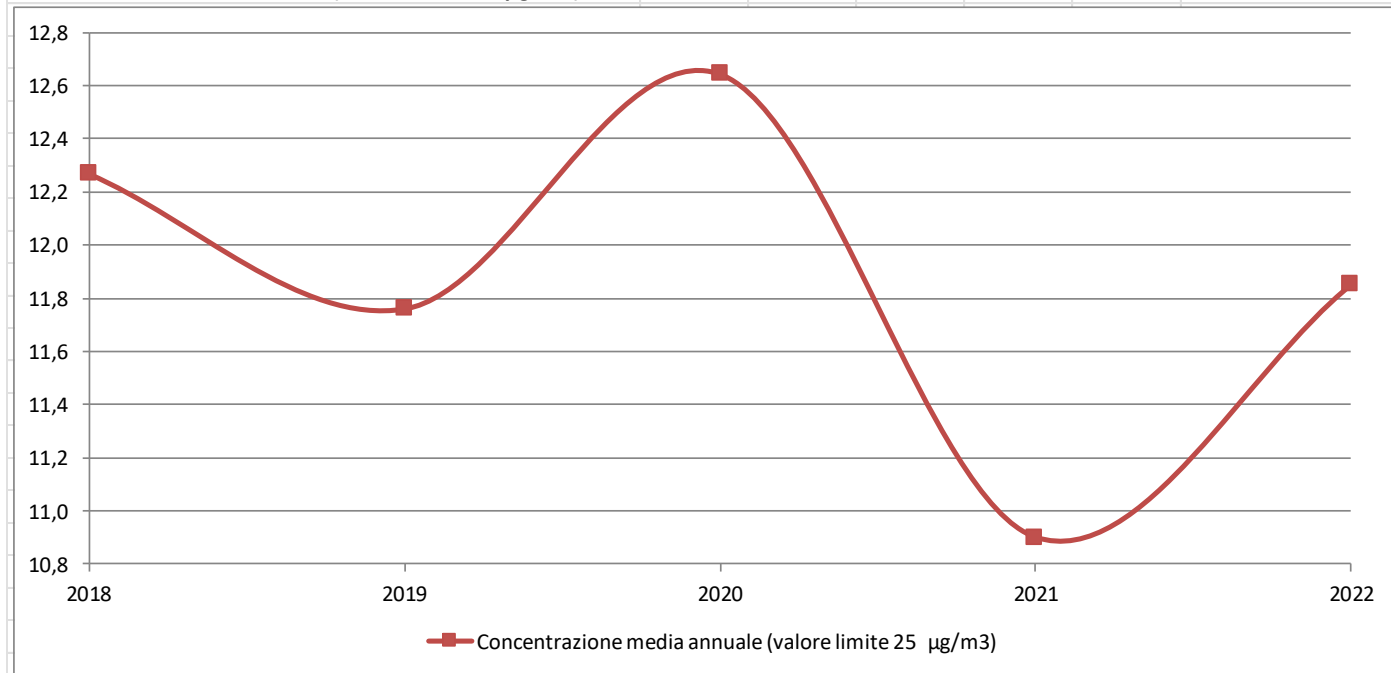


Figura 28 - Dinamica delle concentrazioni di PM2.5 misurate nella stazione di Fi-Bassi

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 49 di 102
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ETIEM ENERGIA VALLE D'AOSTA AMBIENTE	sinèrgo	D-VA DVisionArchitecture	
					Data 10/2023

5.1.3 Il Benzene (C6H6)

Nel presente studio si è ritenuto di prendere in considerazione anche il benzene in ragione della sua significativa correlazione alla fonte "traffico".

Il benzene è il più comune e largamente utilizzato degli idrocarburi aromatici. Viene sintetizzato a partire dal petrolio e utilizzato in svariati processi industriali come solvente, come antidetonante nella benzina e come materia prima per produrre plastiche, resine sintetiche e pesticidi.

La maggior parte del benzene presente nell'aria deriva da combustione incompleta di combustibili fossili o per evaporazione dai depositi: le principali fonti di emissione sono il traffico veicolare (soprattutto da motori a benzina) e diversi processi di combustione industriale.

Generalmente, gli effetti tossici provocati da questo inquinante variano a seconda della concentrazione e della durata dell'esposizione, e va sottolineato che esso, insieme ad altri composti organici volatili, è stato inserito dallo IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) tra le sostanze per le quali vi è una sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo.

Il monitoraggio relativo al 2020 nella stazione di Fi-Bassi ha confermato l'assenza di criticità alcuna ed il pieno rispetto dei valori limite. I dati medi annuali registrati negli ultimi anni sono stati piuttosto costanti confermando una situazione molto positiva nei confronti del limite di cui al d.lgs.155/2010.

	2018	2019	2020	2021	2022	Media ultimi 5 anni
Ore di rilevamento	8760	8760	8784	8760	8760	8765
Ore con dati non validi o non disponibili	686	659	482	702	521	610
Incidenza dei dati validi	92%	92%	95%	92%	94%	93%
Concentrazione media annua (valore limite 5 µg/m3)	1,3	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2

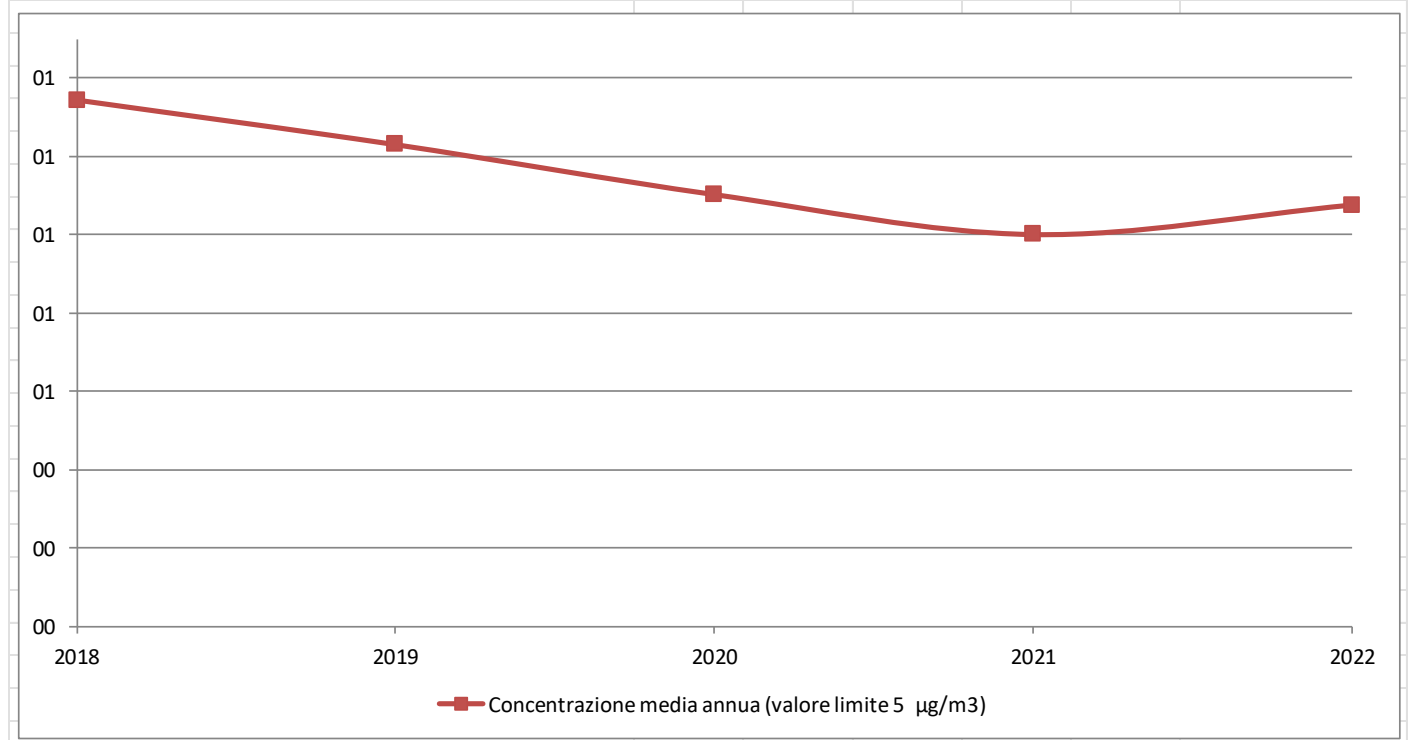


Figura 29 - Dinamica delle concentrazioni di benzene misurate nella stazione di Fi-Bassi

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 50 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ARNO	 sinèrgo	 VA D Vision Architecture	
					Data 10/2023

5.2 La modellazione della dispersione degli inquinanti atmosferici

Le analisi proposte di seguito sono effettuate con l'ausilio del software ARIA Impact™ che - ricevuti come dati in ingresso le emissioni calcolate dal software TREFIC™ ed i dati meteorologici di riferimento - fornisce i valori di concentrazione degli inquinanti in atmosfera generati dai flussi di traffico di cui agli scenari esaminati (SDF e SDP).

La tabella seguente è rappresentativa dei valori di fondo assunti come riferimento e rappresentati dai dati misurati dalla stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di FI-Bassi per PM10, PM2.5, NO2 e C6H6 e di FI-Settignano per gli NOX.

Inquinante	Indicatore	U.M.	Limite normativo	Valori rete monitoraggio ARPAT
				Media anni 2018-2019-2020-2021-2022 (Fondo)
PM ₁₀	Media annua	µg/m ³	40	19,10
	Media giornaliera (Percentile 90.4)	µg/m ³	50	31,40
NO ₂	Media annua	µg/m ³	40	19,30
	Massima concentrazione oraria (Percentile 99.8)	µg/m ³	200	82,50
PM _{2,5}	Media annua	µg/m ³	25	11,90
C ₆ H ₆	Media annua	µg/m ³	5	1,20
NO _x	Media annua	µg/m ³	30	9,30

Le simulazioni sono state condotte anche per gli ossidi di azoto (NOX; periodo di mediazione: anno civile), al fine di verificare a titolo puramente indicativo la portata dei potenziali incrementi attesi per gli scenari in esame (stato di progetto rispetto allo stato di fatto), ma senza effettuare il confronto con il limite di legge, limite non applicabile in quanto le stazioni considerate non sono idonee alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni di cui al d.lgs. 155/2010. A tal proposito occorre infatti precisare che le centraline qui considerate non rispettano i parametri di rappresentatività per la protezione della vegetazione così come individuati nell'allegato III, paragrafo 3, punto 2, del d.lgs. 155/2010 e propri delle stazioni localizzate in contesti rurali; al di fuori delle zone agricole, il limite normativo stabilito per gli NOX (30 µg/m³) solitamente non è mai rispettato; in Toscana, l'unica stazione che rispetta i criteri di cui sopra è la rurale fondo di Chitignano (SI-Casa Stabbi) in Provincia di Arezzo, presso la quale i valori di NOX sono costantemente a livelli molto inferiori al valore limite.

5.2.1 Il modello ARIA Impact

Il pacchetto software ARIA Impact™ è composto da un modulo amichevole d'interfaccia a finestre grafiche e di un modello gaussiano coerente con le raccomandazioni della US E.P.A. (*Environmental Protection Agency*). In particolare, rientra tra i software elencati dalle Linee guida pubblicate dal Centro Tematico Nazionale - Atmosfera Clima Emissioni in Atmosfera (CTN_ACE), <http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/>.

Le equazioni di base del modello gaussiano sono quelle classiche che descrivono la dispersione rettilinea di un pennacchio in condizioni stazionarie. Tali equazioni, con alcune modifiche, sono usate per trattare diverse tipologie di sorgenti, classificabili in tre categorie principali: sorgenti di tipo puntiforme, sorgenti di tipo areale e sorgenti di tipo lineare.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'AOSTA  sinèrgo  VA D Vision Architecture	A	51 di 102
			Data 10/2023	

L'equazione gaussiana di base, relativa ad una sorgente puntiforme con pennacchio stazionario, utilizzata per il calcolo della concentrazione media oraria ad una distanza sottovento x e ad una distanza laterale y , è la seguente:

$$\chi = \frac{QKVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2}$$

dove:

- χ concentrazione oraria (massa per unità di volume)
- Q rateo di emissione (massa per unità di tempo)
- K coefficiente per trasformazione le concentrazioni nelle unità di misura desiderate
- V termine di dispersione verticale
- D termine di decadimento
- σ_y deviazione standard della distribuzione laterale delle concentrazioni (m)
- σ_z deviazione standard della distribuzione verticale delle concentrazioni (m)
- u_s velocità del vento media alla quota di rilascio (m/s)

Il termine di dispersione verticale V include gli effetti dovuti all'altezza fisica del camino, all'innalzamento del pennacchio (Briggs, 1975), alla quota dei recettori, allo strato di rimescolamento, alla deposizione secca, ecc. Dalla formula si può comprendere come, per basse velocità del vento, la concentrazione calcolata assuma valori molto elevati; la letteratura ha evidenziato che per $u_s < 1$ m/s tali valori sono sovrastimati. Per questo motivo, ARIA Impact include un algoritmo di calcolo specifico (della classe dei modelli "a puff") per basse velocità del vento, in grado di migliorare il valore calcolato, in cui sostanzialmente la velocità del vento u_s viene sostituita con un coefficiente di dispersione longitudinale σ_x .

La velocità del vento, se necessario, viene estrapolata alla quota di emissione secondo la seguente legge di potenza:

$$u_s = u_m \left(\frac{h_s}{z_m} \right)^p$$

dove u_m è la velocità del vento misurata alla quota z_m , mentre all'esponente p , in mancanza di informazioni fornite dall'utente, vengono assegnati dal modello valori standard funzione della categoria di stabilità.

I parametri di dispersione orizzontale e verticale del pennacchio per una sorgente puntiforme sono rappresentati nei grafici seguenti in funzione della distanza sottovento, della categoria di stabilità secondo Pasquill o McElroy e dell'opzione "rural" o "urban" mode. Nella figura seguente sono riportate curve classiche dei coefficienti di dispersione orizzontale e verticale.

Il modello gaussiano adottato è un modello analitico, determina cioè in maniera esatta la concentrazione d'inquinante al suolo sulla base della formula presentata. Non avendo quindi da risolvere numericamente equazioni differenziali in un dominio discreto, non è affetto dall'incertezza numerica che deriva, nel caso di modelli avanzati, dalla risoluzione del dominio discreto adottato. Tuttavia, la risoluzione del grigliato di calcolo delle concentrazioni e la dimensione delle sorgenti influenzano le concentrazioni massime calcolate, in quanto introducono una distanza minima recettore - sorgente tanto maggiore quanto maggiore è il passo di griglia: in questo senso, permane una incertezza numerica nel calcolo delle concentrazioni massime, incertezza che si riduce rapidamente con la distanza dalla sorgente.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ENERGIA VALLEA AMBIENTE	sinèrgo	D_VA D_VisionArchitecture
				Data 10/2023

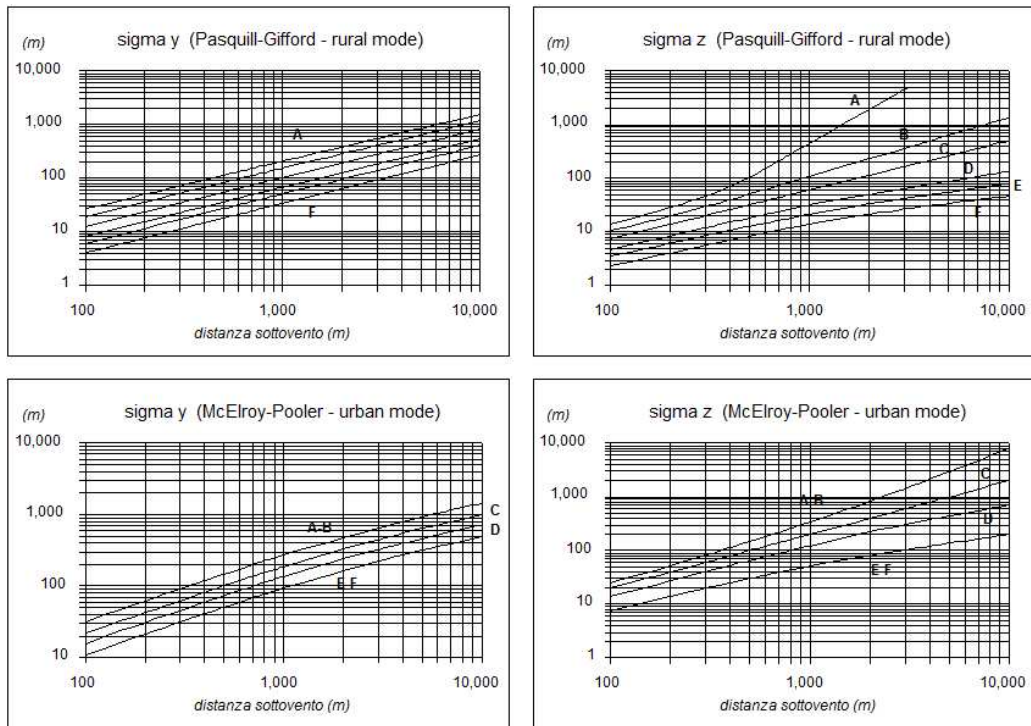


Figura 30 – Parametri di dispersione orizzontale e verticale modello ARIA Impact

5.2.2 Descrizione delle simulazioni

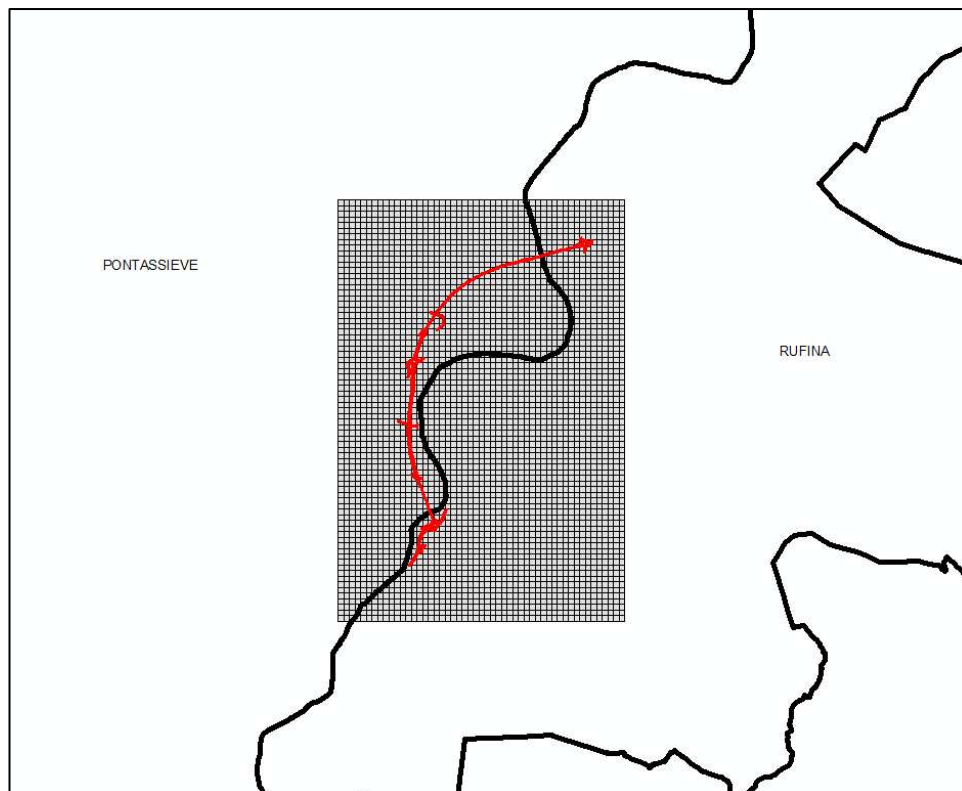
Il modello gaussiano classico attivato è conforme al modello EPA ISC3. Il contributo alla locale qualità dell'aria delle strade della rete esaminata è stato stimato simulando ora per ora la dispersione delle relative emissioni generata dal dato meteorologico e calcolando a livello annuale le statistiche di concentrazione confrontabili con i limiti di legge.

Le strade sono state disaggregate come successioni di sorgenti volumetriche che emettono in maniera proporzionale alla lunghezza del segmento ricadente all'interno delle singole celle di calcolo, in modo simile a quanto suggerito per il modello EPA ISC3.

Per la modellazione della dispersione delle concentrazioni si sono assunti a riferimento i dati orari meteorologici misurati nel 2022 dalla stazione di Remole (Comune di Pontassieve) per temperatura e precipitazione e dalla stazione di Monte Givi (Comune di Monte Givi) per velocità e direzione del vento.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ETIEM ENERGIA TERRITORIO AMBIENTE s.r.l.	sinèrgo	D_VA D_VisionArchitecture
			A	53 di 102
			Data 10/2023	

Il dominio di indagine individuato è composto da 3.825 celle di calcolo di lato 50 metri.



5.2.3 Risultati delle simulazioni

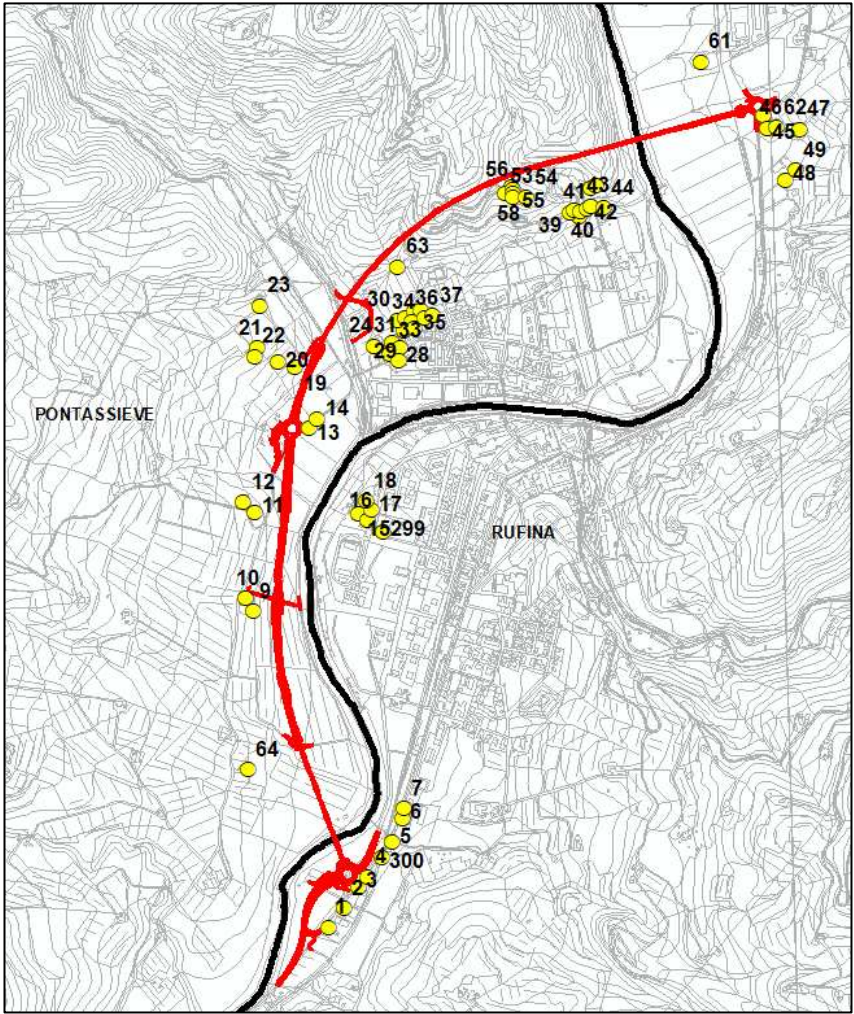
Le simulazioni condotte evidenziano l'evoluzione attesa delle concentrazioni degli inquinanti considerati sul territorio interessato dall'intervento; nei seguenti elaborati cartografici allegati al progetto, sono rappresentate le planimetrie di dispersione degli inquinanti (mappe di isoconcentrazione) generate dalle modellazioni.

T01-IA37-AMB-RE01	Relazione
T01-IA37-AMB-CT01	Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - PM10
T01-IA37-AMB-CT02	Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - PM10 percentile 90.4
T01-IA37-AMB-CT03	Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - NO2
T01-IA37-AMB-CT04	Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - NO2 percentile 99.8
T01-IA37-AMB-CT05	Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - PM2.5
T01-IA37-AMB-CT06	Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - NMVOC
T01-IA37-AMB-CT07	Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - NOX

La figura seguente, riportata a titolo illustrativo, è invece rappresentativa della localizzazione dei diversi ricettori individuati nel comparto territoriale indagato, in corrispondenza di cui sono state condotte le valutazioni circa le variazioni dei valori di concentrazione dallo stato di fatto allo stato di progetto; per maggiori dettagli si veda il seguente allegato:

T01-IA37-AMB-PL01	Planimetria dei ricettori e delle sorgenti emissive
-------------------	---

Si tratta dei ricettori censiti nell'ambito delle analisi di cui allo studio acustico a cui si rimanda per maggiori approfondimenti circa la loro caratterizzazione (cfr. elaborato T01-IA38-AMB-RE01 Studio acustico); sono stati considerati 60 ricettori di tipo residenziale ed una scuola.



ID	x [m]	y [m]	Tipo
1	1.699.497,50	4.854.180,45	Residenziale
2	1.699.549,50	4.854.241,01	Residenziale
3	1.699.595,62	4.854.308,82	Residenziale
4	1.699.627,33	4.854.345,65	Residenziale
5	1.699.705,55	4.854.458,64	Residenziale
6	1.699.739,93	4.854.533,09	Residenziale
7	1.699.744,13	4.854.566,93	Residenziale
48	1.700.988,05	4.856.617,78	Residenziale
49	1.701.020,62	4.856.650,50	Residenziale
45	1.700.918,79	4.856.827,54	Residenziale
46	1.700.927,81	4.856.788,04	Residenziale
62	1.700.958,91	4.856.789,46	Residenziale
47	1.701.035,43	4.856.783,09	Residenziale
61	1.700.707,00	4.857.005,98	Residenziale
60	1.700.353,34	4.856.592,04	Residenziale
59	1.700.370,26	4.856.599,22	Residenziale
38	1.700.317,15	4.856.498,75	Residenziale
39	1.700.287,85	4.856.511,06	Residenziale
40	1.700.300,22	4.856.519,80	Residenziale
41	1.700.318,07	4.856.515,52	Residenziale
42	1.700.341,21	4.856.525,13	Residenziale
43	1.700.352,23	4.856.533,60	Residenziale
57	1.700.097,24	4.856.595,71	Residenziale
58	1.700.076,46	4.856.576,59	Residenziale
56	1.700.100,54	4.856.586,00	Residenziale
55	1.700.101,53	4.856.572,87	Residenziale
53	1.700.098,31	4.856.563,92	Residenziale
54	1.700.143,33	4.856.561,26	Residenziale
63	1.699.724,70	4.856.335,39	Residenziale
64	1.699.235,68	4.854.695,26	Residenziale
9	1.699.252,07	4.855.211,43	Residenziale
10	1.699.228,30	4.855.253,96	Residenziale
11	1.699.259,33	4.855.535,45	Residenziale
12	1.699.220,75	4.855.566,52	Residenziale
13	1.699.434,80	4.855.809,97	Residenziale
14	1.699.461,98	4.855.837,50	Residenziale
15	1.699.598,08	4.855.529,04	Residenziale
16	1.699.624,82	4.855.507,54	Residenziale
17	1.699.636,75	4.855.541,33	Residenziale
18	1.699.620,25	4.855.571,56	Residenziale
19	1.699.389,66	4.856.006,99	Residenziale
20	1.699.332,06	4.856.025,71	Residenziale
21	1.699.266,81	4.856.069,00	Residenziale
22	1.699.257,60	4.856.043,20	Residenziale
23	1.699.272,65	4.856.206,86	Residenziale
24	1.699.645,73	4.856.077,33	Residenziale
25	1.699.706,66	4.856.087,28	Residenziale
26	1.699.696,37	4.856.049,55	Residenziale
27	1.699.729,46	4.856.070,98	Residenziale
28	1.699.727,45	4.856.027,36	Residenziale
29	1.699.745,76	4.856.126,89	Residenziale
30	1.699.721,32	4.856.160,78	Residenziale
31	1.699.748,42	4.856.169,27	Residenziale
32	1.699.779,94	4.856.188,47	Residenziale
33	1.699.800,67	4.856.192,47	Residenziale
34	1.699.771,30	4.856.155,53	Residenziale
35	1.699.779,08	4.856.133,98	Residenziale
36	1.699.810,35	4.856.166,38	Residenziale
37	1.699.835,26	4.856.175,77	Residenziale
44	1.700.394,51	4.856.526,63	Residenziale
299	1.699.678,54	4.855.472,04	Scuola
300	1.699.673,11	4.854.407,81	Residenziale

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 55 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'ADIGE	 sinèrgo D_VA D Vision Architecture	

Nel seguito, per ciascuno degli inquinanti considerati, sono riportati i valori calcolati dal modello rappresentativi delle concentrazioni medie del dominio di analisi per ciascuno degli scenari di riferimento (SDF e SDP); tali valori sono confrontabili con quelli rilevati dalla rete di monitoraggio di ARPAT e con i limiti previsti dalla normativa; si specifica che i valori riportati per il benzene sono stati calcolati come quota parte dei COVNM (5%) mentre per l'NO₂ sono stati utilizzati i seguenti ratei standard: NO₂=75% NOX per il calcolo della media annuale e NO₂=80% NOX per il 99.8° percentile (approccio denominato "ARM", *Ambient Ratio Method*).

Per valutare la significatività dell'impatto in fase di esercizio dell'intervento in esame è stato preso a riferimento quanto indicato nelle linee guida ARPAV "Indicazioni per l'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera" ([https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/applicazioni-modellistiche/indicazioni tecniche modellistiche simulazioni atmosfera.pdf](https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/applicazioni-modellistiche/indicazioni_tecniche_modellistiche_simulazioni_atmosfera.pdf)), ovvero si considera l'impatto di una sorgente di emissione "significativo" se superiore al 5% del valore limite fissato dal d.lgs. 155/2010 (criterio elaborato a partire dalle Linee Guida ANPA del 2001 "Linee Guida V.I.A. Parte Generale, ANPA Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 18 giugno 2001").

Per le sostanze che prevedono un valore limite sulla media annuale è stato altresì effettuato un confronto, sempre in base alla regola del 5%, con il valore calcolato come media sugli ultimi cinque anni disponibili delle misure delle centraline di riferimento (valori di fondo); per tali sostanze è stato inoltre sommato il valore ottenuto dalle simulazioni con il valore di fondo al fine di verificare l'eventuale superamento dei limiti normativi.

Con riferimento all'intero dominio di analisi, le valutazioni condotte sulla base della regola del 5% evidenziano come i potenziali impatti sulla qualità dell'aria non siano significativi.

Inquinante	Indicatore	U.M.	Limite normativo	Valori rete monitoraggio ARPAT Media anni 2018-2019-2020-2021-2022 (Fondo)	Stima modello Concentrazioni medie		5% limite normativo		Concentrazioni attese Modello+Fondo		Var. % SDP vs SDF	VALUTAZIONE IMPATTI			
					SDF	SDP	SDF	5% fondo	SDF	SDP		SDF	SDP	SDF	SDP
					SDF	SDP	SDF	SDP	SDF	SDP	SDF	SDP	SDF	SDP	
PM ₁₀	Media annua	µg/m ³	40	19,10	0,02	0,03	2,00	0,96	19,12	19,13	0,01%	NS	NS	NS	NS
	Media giornaliera (Percentile 90.4)	µg/m ³	50	31,40	0,05	0,05	2,50		31,45	31,45	0,01%	NS	NS		
NO ₂	Media annua	µg/m ³	40	19,30	0,27	0,31	2,00	0,97	19,57	19,61	0,20%	NS	NS	NS	NS
	Massima concentrazione oraria (Percentile 99.8)	µg/m ³	200	82,50	0,29	0,33	10,00		82,79	82,83	0,05%	NS	NS		
PM _{2,5}	Media annua	µg/m ³	25	11,90	0,02	0,02	1,25	0,60	11,92	11,92	0,01%	NS	NS	NS	NS
C ₆ H ₆	Media annua	µg/m ³	5	1,20	0,004	0,004	0,25	0,06	1,20	1,20	0,01%	NS	NS	NS	NS
NO _x	Media annua	µg/m ³	30	9,30	0,36	0,41	1,50	0,47	9,66	9,71	0,53%	NS	NS	NS	NS

S = Significativo

NS = Non Significativo

Tabella 12 - Risultanze delle simulazioni - valori di concentrazione medi dell'intero dominio di calcolo

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 56 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVIA s.r.l. ENERGIA VALORIA AMBIENTE	 sinèrgo	 D_VA DVisionArchitecture	
					Data 10/2023

Le medesime analisi di cui sopra sono state condotte sui ricettori.

In via generale, le concentrazioni attese diminuiscono lievemente nello stato di progetto rispetto allo stato attuale in corrispondenza di tutti quei ricettori localizzati lungo l'attuale SS67, in Comune di Rufina, posti in prossimità delle rotatorie di inizio e fine intervento; come ben desumibile dalle mappe dei valori simulati, infatti, si osserva una evidente generale redistribuzione spaziale delle concentrazioni di tutti gli inquinanti considerati, con uno spostamento dei maggiori carichi inquinanti dalle aree attraversate dall'attuale itinerario della SS67, verso quelle che si estendono più ad ovest, in Comune di Pontassieve, connotate da una significativa minore urbanizzazione.

Relativamente alle valutazioni condotte sulla significatività degli impatti, osservando i dati di cui alle tabelle riportate nelle pagine seguenti (S=Significativo; NS=Non Significativo; in rosso sono evidenziati i valori significativi), si desume una sostanziale invarianza dello stato della qualità dell'aria tra stato di fatto e stato di progetto.

Inquinante					
PM ₁₀		NO ₂		PM _{2.5}	C ₆ H ₆
Indicatore					
Media annua	Media giornaliera (Percentile 90.4)	Media annua	Massima concentrazione oraria (Percentile 99.8)	Media annua	Media annua
µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Limite normativo					
40	50	40	200	25	5
5% limite normativo					
2,00	2,50	2,00	10,00	1,25	0,25
5% fondo					
0,96		0,97		0,60	0,06

Inquinante					
PM ₁₀		NO ₂		PM _{2.5}	C ₆ H ₆
Indicatore					
Media annua	Media giornaliera (Percentile 90.4)	Media annua	Massima concentrazione oraria (Percentile 99.8)	Media annua	Media annua
µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Limite normativo					
40	50	40	200	25	5
5% limite normativo					
2,00	2,50	2,00	10,00	1,25	0,25
5% fondo					
0,96		0,97		0,60	0,06

ricettore	VALUTAZIONE IMPATTI (SDF)					
	Rispetto al 5% limite normativo					
1	NS	NS	NS	NS	NS	NS
2	NS	NS	NS	NS	NS	NS
3	NS	NS	S	NS	NS	NS
4	NS	NS	NS	NS	NS	NS
5	NS	NS	NS	NS	NS	NS
6	NS	NS	S	NS	NS	NS
7	NS	NS	NS	NS	NS	NS
9	NS	NS	NS	NS	NS	NS
10	NS	NS	NS	NS	NS	NS
11	NS	NS	NS	NS	NS	NS
12	NS	NS	NS	NS	NS	NS
13	NS	NS	NS	NS	NS	NS
14	NS	NS	NS	NS	NS	NS
15	NS	NS	NS	NS	NS	NS
16	NS	NS	NS	NS	NS	NS
17	NS	NS	NS	NS	NS	NS
18	NS	NS	NS	NS	NS	NS
19	NS	NS	NS	NS	NS	NS
20	NS	NS	NS	NS	NS	NS
21	NS	NS	NS	NS	NS	NS
22	NS	NS	NS	NS	NS	NS
23	NS	NS	NS	NS	NS	NS
24	NS	NS	NS	NS	NS	NS
25	NS	NS	NS	NS	NS	NS
26	NS	NS	NS	NS	NS	NS
27	NS	NS	NS	NS	NS	NS
28	NS	NS	NS	NS	NS	NS
29	NS	NS	NS	NS	NS	NS
30	NS	NS	NS	NS	NS	NS
31	NS	NS	NS	NS	NS	NS
32	NS	NS	NS	NS	NS	NS
33	NS	NS	NS	NS	NS	NS
34	NS	NS	NS	NS	NS	NS
35	NS	NS	NS	NS	NS	NS
36	NS	NS	NS	NS	NS	NS
37	NS	NS	NS	NS	NS	NS
38	NS	NS	NS	NS	NS	NS
39	NS	NS	NS	NS	NS	NS
40	NS	NS	NS	NS	NS	NS
41	NS	NS	NS	NS	NS	NS
42	NS	NS	NS	NS	NS	NS
43	NS	NS	NS	NS	NS	NS
44	NS	NS	NS	NS	NS	NS
45	NS	NS	NS	NS	NS	NS
46	NS	NS	NS	NS	NS	NS
47	NS	NS	NS	NS	NS	NS
48	NS	NS	NS	NS	NS	NS
49	NS	NS	NS	NS	NS	NS
53	NS	NS	NS	NS	NS	NS
54	NS	NS	NS	NS	NS	NS
55	NS	NS	NS	NS	NS	NS
56	NS	NS	NS	NS	NS	NS
57	NS	NS	NS	NS	NS	NS
58	NS	NS	NS	NS	NS	NS
59	NS	NS	NS	NS	NS	NS
60	NS	NS	NS	NS	NS	NS
61	NS	NS	NS	NS	NS	NS
62	NS	NS	NS	NS	NS	NS
63	NS	NS	NS	NS	NS	NS
64	NS	NS	NS	NS	NS	NS
299	NS	NS	NS	NS	NS	NS
300	NS	NS	NS	NS	NS	NS

ID ricettore	VALUTAZIONE IMPATTI (SDF)					
	Rispetto al 5% fondo					
1	NS		S		NS	NS
2	NS		S		NS	NS
3	NS		S		NS	NS
4	NS		S		NS	NS
5	NS		S		NS	NS
6	NS		S		NS	NS
7	NS		S		NS	NS
9	NS		NS		NS	NS
10	NS		NS		NS	NS
11	NS		NS		NS	NS
12	NS		NS		NS	NS
13	NS		NS		NS	NS
14	NS		NS		NS	NS
15	NS		NS		NS	NS
16	NS		NS		NS	NS
17	NS		NS		NS	NS
18	NS		NS		NS	NS
19	NS		NS		NS	NS
20	NS		NS		NS	NS
21	NS		NS		NS	NS
22	NS		NS		NS	NS
23	NS		NS		NS	NS
24	NS		NS		NS	NS
25	NS		NS		NS	NS
26	NS		NS		NS	NS
27	NS		NS		NS	NS
28	NS		NS		NS	NS
29	NS		NS		NS	NS
30	NS		NS		NS	NS
31	NS		NS		NS	NS
32	NS		NS		NS	NS
33	NS		NS		NS	NS
34	NS		NS		NS	NS
35	NS		NS		NS	NS
36	NS		NS		NS	NS
37	NS		NS		NS	NS
38	NS		NS		NS	NS
39	NS		NS		NS	NS
40	NS		NS		NS	NS
41	NS		NS		NS	NS
42	NS		NS		NS	NS
43	NS		NS		NS	NS
44	NS		NS		NS	NS
45	NS		NS		NS	NS
46	NS		NS		NS	NS
47	NS		NS		NS	NS
48	NS		NS		NS	NS
49	NS		NS		NS	NS
53	NS		NS		NS	NS
54	NS		NS		NS	NS
55	NS		NS		NS	NS
56	NS		NS		NS	NS
57	NS		NS		NS	NS
58	NS		NS		NS	NS
59	NS		NS		NS	NS
60	NS		NS		NS	NS
61	NS		NS		NS	NS
62	NS		NS		NS	NS
63	NS		NS		NS	NS
64	NS		NS		NS	NS
299	NS		NS		NS	NS
300	NS		S		NS	NS

Inquinante					
PM ₁₀		NO ₂		PM _{2.5}	C ₆ H ₆
Indicatore					
Media annua	Media giornaliera (Percentile 90.4)	Media annua	Massima concentrazione oraria (Percentile 99.8)	Media annua	Media annua
µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Limite normativo					
40	50	40	200	25	5
5% limite normativo					
2,00	2,50	2,00	10,00	1,25	0,25
5% fondo					
0,96		0,97		0,60	0,06

Inquinante					
PM ₁₀		NO ₂		PM _{2.5}	C ₆ H ₆
Indicatore					
Media annua	Media giornaliera (Percentile 90.4)	Media annua	Massima concentrazione oraria (Percentile 99.8)	Media annua	Media annua
µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Limite normativo					
40	50	40	200	25	5
5% limite normativo					
2,00	2,50	2,00	10,00	1,25	0,25
5% fondo					
0,96		0,97		0,60	0,06

ID ricettore	VALUTAZIONE IMPATTI (SDP)					
	Rispetto al 5% limite normativo					
1	NS	NS	NS	NS	NS	NS
2	NS	NS	NS	NS	NS	NS
3	NS	NS	NS	NS	NS	NS
4	NS	NS	NS	NS	NS	NS
5	NS	NS	NS	NS	NS	NS
6	NS	NS	NS	NS	NS	NS
7	NS	NS	NS	NS	NS	NS
9	NS	NS	NS	NS	NS	NS
10	NS	NS	NS	NS	NS	NS
11	NS	NS	NS	NS	NS	NS
12	NS	NS	NS	NS	NS	NS
13	NS	NS	NS	NS	NS	NS
14	NS	NS	NS	NS	NS	NS
15	NS	NS	NS	NS	NS	NS
16	NS	NS	NS	NS	NS	NS
17	NS	NS	NS	NS	NS	NS
18	NS	NS	NS	NS	NS	NS
19	NS	NS	NS	NS	NS	NS
20	NS	NS	NS	NS	NS	NS
21	NS	NS	NS	NS	NS	NS
22	NS	NS	NS	NS	NS	NS
23	NS	NS	NS	NS	NS	NS
24	NS	NS	NS	NS	NS	NS
25	NS	NS	NS	NS	NS	NS
26	NS	NS	NS	NS	NS	NS
27	NS	NS	NS	NS	NS	NS
28	NS	NS	NS	NS	NS	NS
29	NS	NS	NS	NS	NS	NS
30	NS	NS	NS	NS	NS	NS
31	NS	NS	NS	NS	NS	NS
32	NS	NS	NS	NS	NS	NS
33	NS	NS	NS	NS	NS	NS
34	NS	NS	NS	NS	NS	NS
35	NS	NS	NS	NS	NS	NS
36	NS	NS	NS	NS	NS	NS
37	NS	NS	NS	NS	NS	NS
38	NS	NS	NS	NS	NS	NS
39	NS	NS	NS	NS	NS	NS
40	NS	NS	NS	NS	NS	NS
41	NS	NS	NS	NS	NS	NS
42	NS	NS	NS	NS	NS	NS
43	NS	NS	NS	NS	NS	NS
44	NS	NS	NS	NS	NS	NS
45	NS	NS	NS	NS	NS	NS
46	NS	NS	NS	NS	NS	NS
47	NS	NS	NS	NS	NS	NS
48	NS	NS	NS	NS	NS	NS
49	NS	NS	NS	NS	NS	NS
53	NS	NS	NS	NS	NS	NS
54	NS	NS	NS	NS	NS	NS
55	NS	NS	NS	NS	NS	NS
56	NS	NS	NS	NS	NS	NS
57	NS	NS	NS	NS	NS	NS
58	NS	NS	NS	NS	NS	NS
59	NS	NS	NS	NS	NS	NS
60	NS	NS	NS	NS	NS	NS
61	NS	NS	NS	NS	NS	NS
62	NS	NS	NS	NS	NS	NS
63	NS	NS	NS	NS	NS	NS
64	NS	NS	NS	NS	NS	NS
299	NS	NS	NS	NS	NS	NS
300	NS	NS	NS	NS	NS	NS

ID ricettore	VALUTAZIONE IMPATTI (SDP)					
	Rispetto al 5% fondo					
1	NS		S		NS	NS
2	NS		S		NS	NS
3	NS		S		NS	NS
4	NS		S		NS	NS
5	NS		S		NS	NS
6	NS		S		NS	NS
7	NS		S		NS	NS
9	NS		NS		NS	NS
10	NS		NS		NS	NS
11	NS		NS		NS	NS
12	NS		NS		NS	NS
13	NS		S		NS	NS
14	NS		S		NS	NS
15	NS		NS		NS	NS
16	NS		NS		NS	NS
17	NS		NS		NS	NS
18	NS		NS		NS	NS
19	NS		NS		NS	NS
20	NS		NS		NS	NS
21	NS		NS		NS	NS
22	NS		NS		NS	NS
23	NS		NS		NS	NS
24	NS		NS		NS	NS
25	NS		NS		NS	NS
26	NS		NS		NS	NS
27	NS		NS		NS	NS
28	NS		NS		NS	NS
29	NS		NS		NS	NS
30	NS		NS		NS	NS
31	NS		NS		NS	NS
32	NS		NS		NS	NS
33	NS		NS		NS	NS
34	NS		NS		NS	NS
35	NS		NS		NS	NS
36	NS		NS		NS	NS
37	NS		NS		NS	NS
38	NS		NS		NS	NS
39	NS		NS		NS	NS
40	NS		NS		NS	NS
41	NS		NS		NS	NS
42	NS		NS		NS	NS
43	NS		NS		NS	NS
44	NS		NS		NS	NS
45	NS		NS		NS	NS
46	NS		NS		NS	NS
47	NS		NS		NS	NS
48	NS		NS		NS	NS
49	NS		NS		NS	NS
53	NS		NS		NS	NS
54	NS		NS		NS	NS
55	NS		NS		NS	NS
56	NS		NS		NS	NS
57	NS		NS		NS	NS
58	NS		NS		NS	NS
59	NS		NS		NS	NS
60	NS		NS		NS	NS
61	NS		NS		NS	NS
62	NS		NS		NS	NS
63	NS		NS		NS	NS
64	NS		NS		NS	NS
299	NS		NS		NS	NS
300	NS		S		NS	NS

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 60 di 102
	MANDATARIA  Progetti Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

6 FASE DI CANTIERE

6.1 Valutazione delle emissioni di polveri

Le valutazioni sulle emissioni di polvere dal cantiere sono state condotte applicando la metodologia di cui alle *Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*, redatte da ARPA Toscana e adottate con Deliberazione di Giunta Provinciale n. 213 del 03 novembre 2009 della Provincia di Firenze.

I metodi di valutazione contenuti all'interno delle linee guida provengono da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*¹²).

6.1.1 Individuazione delle sorgenti emissive

L'area complessiva del cantiere è stata suddivisa in diversi ambiti di intervento che, ai fini delle analisi sulla componente in esame, rappresentano le sorgenti emissive sulla base di cui saranno effettuate le valutazioni relative allo scenario di CO; tale suddivisione è stata effettuata sia considerando le diverse WBS sia sulla base del cronoprogramma lavori, considerando anche l'eventuale contemporaneità delle fasi realizzative.

I ricettori rispetto cui sono state condotte le valutazioni sono quelli di cui si è già detto al paragrafo 5.2.3 del presente documento; per maggiori dettagli si veda il seguente allegato:

T01-IA37-AMB-PL01	Planimetria dei ricettori e delle sorgenti emissive
-------------------	---

6.1.2 Metodologia di calcolo

Per ciascuna delle WBS in cui è suddiviso il progetto sono state calcolate le emissioni riconducibili alla relativa fase realizzativa declinata secondo le seguenti diverse attività e lavorazioni considerate:

1. scotico e sbancamento materiale superficiale;
2. scavi di sbancamento;
3. carico mezzi;
4. scarico mezzi;
5. transito mezzi su strade non asfaltate.

Le operazioni di cui sopra sono state caratterizzare sulla scorta dei corrispondenti modelli US-EPA e con gli eventuali fattori di emissione proposti dall'AP-42.

Le elaborazioni proposte nel seguito hanno riguardato le emissioni di PM10 e PM2.5.

Per il calcolo delle emissioni polverulente dovute alle attività di cui ai primi quattro punti, le Linee Guida forniscono alcuni fattori di emissione variabili a seconda del tipo di attività ed alle dimensioni del particolato. Il calcolo del tasso emissivo totale si esegue secondo la seguente formula:

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t) \quad (1)$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

l = processo;

m = controllo;

t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);

E_i = rateo emissivo (kg/h) dell' i -esimo tipo di particolato;

¹² <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 61 di 102
	MANDATARIA  Progetti Infrastruttura Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VisionArchitecture	Data 10/2023		

AD_l = attività relativa all' l -esimo processo (ad es. kg materiale lavorato/ora);
 $EF_{i,l,m}$ = fattore di emissione.

Nella tabella seguente si riportano i fattori di emissione proposti dalle Linee Guida per le attività considerate con il relativo codice identificativo SCC (*Source Classification Codes*); tali valori sono disponibili sul database FIRE¹³.

Operazioni	Quantità	Unità di misura	Particolato	Cod. attività (FIRE, AP-42)
Scotico e sbancamento materiale superficiale	5,7	kg/km	PTS	13.2.3 "Heavy construction operations" AP-42
Carico	0,0075	kg/tonn	PM10	SCC 3-05-010-37 Truck Loading: Overburden
Scarico	0,0005	kg/tonn	PM10	SCC 3-05-010-42 Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden
Sbancamento	0,00039	kg/tonn	PM10	SCC 3-05-027-60 Sand Handling, Transfer and Storage

Tabella 13 - Fattori di emissione per tipo di attività di cantiere

Il fattore di emissione per l'attività di scotico è assegnato per le polveri totali (PTS); per riferirsi al PM10 è stata cautelativamente considerata l'emissione come costituita completamente dalla frazione PM10; il PM2.5 è invece convenzionalmente considerato pari al 60% del PM10.

Per il calcolo delle emissioni polverulente riconducibili al transito dei mezzi su strade non asfaltate, invece, le Linee Guida prevedono di applicare il modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42, di seguito riportato:

$$EF_i (\text{kg/km}) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i} \quad (2)$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

s = contenuto in limo (*silt*¹⁴) del suolo in percentuale in massa (%);

W = peso medio del veicolo (Mg);

k_i , a_i e b_i sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono forniti nella seguente tabella.

Particolato	k_i	a_i	b_i
PM10	0,423	0,9	0,45
PM2.5	0,0423	0,9	0,45

Tabella 14 - Valori dei coefficienti k_i , a_i e b_i e al variare del tipo di particolato

¹³ FIRE: "The Factor Information REtrieval data system, FIRE", è il database contenente i fattori di emissione stimati e raccomandati dall'US-EPA per gli inquinanti normati e pericolosi.

¹⁴ Particolato di diametro inferiore a 75 μm .

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 62 di 102
	MANDATARIA  Progettazione Infrastruttura Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

I fattori di emissioni calcolati con la formula (2) per l'*i*-esimo tipo di particolato sono quelli riportati nella seguente tabella (peso medio veicolo = 18 tonnellate; contenuto di silt = 22%¹⁵).

Particolato	Quantità	Unità di misura
PM10	1,6347	kg/km
PM2,5	0,1635	kg/km

Tabella 15 - Fattori di emissione per tipo di particolato

Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/ora, kmh), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E_i (kg / h) = EF_i \cdot kmh \quad (3)$$

6.1.3 Risultati della stima delle emissioni di cantiere


Applicando la metodologia sopra descritta sono state dunque calcolate le emissioni riconducibili a ciascuna sorgente emissiva individuata (WBS / aree di cantiere); gli esiti delle analisi sono riassunti in forma tabellare all'interno dell'Allegato 1 alla presente relazione (le emissioni di ciascuna WBS sono state stimate sulla base del relativo bilancio terre). Per la localizzazione delle diverse sorgenti emissive si rimanda al seguente elaborato:

T01-IA37-AMB-PL01	Planimetria dei ricettori e delle sorgenti emissive
-------------------	---

Oltre ai dati esplicitati nel precedente paragrafo, nei calcoli sono stati utilizzati anche quelli riportati nella seguente tabella.

Larghezza operativa scotico	3,5 m
Durata giorno lavorativo	8 h
Peso specifico medio materiale	1,8 tonn/mc
Capacità media automezzo	24 mc

¹⁵ In mancanza di informazioni specifiche, le Linee guida suggeriscono di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%; cautelativamente, in ragione della significativa incidenza sulle emissioni di tale parametro, in questo caso è stato utilizzato il valore massimo (22%).

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE			REV. A	FOGLIO 63 di 102
	MANDATARIA  Progetti Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  	 D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

Analizzando nel dettaglio i valori delle emissioni (cfr. Allegato 1 alla presente relazione), si osserva come queste siano prevalentemente indotte dal trasporto di materiale su piste non asfaltate; si è pertanto ritenuto di prevedere una bagnatura periodica e costante delle strade sterrate al fine di ottenere un abbattimento totale delle polveri.

Relativamente al PM10, le linee guida di ARPA Toscana individuano dei valori di soglia delle emissioni al variare della distanza tra eventuali ricettori e sorgente ed al variare della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tale emissione; tali valori sono stati confrontati con quelli calcolati per ciascuna area in esame, al fine di verificare la compatibilità ambientale delle relative attività di cantiere considerate. La seguente tabella è rappresentativa dei valori limite con cui confrontare i dati di emissione calcolati.

Proposta di soglie assolute di emissione di PM ₁₀ al variare della distanza dalla sorgente ed al variare del numero di giorni di emissione (i valori sono espressi in g/h)						
Intervallo di distanza [m]	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300 - 250	250 - 200	200 - 150	150 - 100	<100
0 - 50	145	152	158	167	180	208
50 - 100	312	321	347	378	449	628
100 - 150	608	663	720	836	1.038	1.492
>150	830	908	986	1.145	1.422	2.044

Di seguito, si riportano le tabelle di valutazione delle emissioni al variare della distanza tra ricettore e sorgente ed al variare della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tale emissione:

- quando l'emissione stimata risulta essere inferiore alla metà dei valori soglia presentati in tabella, tale emissione può essere considerata a priori compatibile con i limiti di legge per la qualità dell'aria;
- quando l'emissione stimata è compresa tra la metà del valore soglia e la soglia stessa, il suggerimento è quello di prevedere o una valutazione modellistica specifica che dimostri con strumenti e dati adeguati la compatibilità dell'emissione o l'attivazione delle attività di monitoraggio presso il ricettore;
- quando l'emissione stimata risulta essere superiore al valore soglia, tale emissione potrebbe ragionevolmente essere non compatibile con l'ambiente; in questo caso si suggerisce di effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 64 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<73	Nessuna azione
	73 ÷ 145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 145	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<156	Nessuna azione
	156 ÷ 312	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 312	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<304	Nessuna azione
	304 ÷ 608	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 608	Non compatibile (*)
>150	<415	Nessuna azione
	415 ÷ 830	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 830	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore a 300 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<76	Nessuna azione
	76 ÷ 152	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 152	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<160	Nessuna azione
	160 ÷ 321	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 321	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<331	Nessuna azione
	331 ÷ 663	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 663	Non compatibile (*)
>150	<453	Nessuna azione
	453 ÷ 908	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 908	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 300 e 250 giorni/anno

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastruttura Territorio s.r.l.	MANDANTI  ETREVA s.p.a. ARCHITETTURA TERRITORIO REGIONALE	A	65 di 102
			Data 10/2023	
			 sinergo	
			 VA DVisionArchitecture	

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<79	Nessuna azione
	79 ÷ 158	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 158	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<174	Nessuna azione
	174 ÷ 347	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 347	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<360	Nessuna azione
	360 ÷ 720	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 720	Non compatibile (*)
>150	<493	Nessuna azione
	493 ÷ 986	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 986	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 250 e 200 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<83	Nessuna azione
	83 ÷ 167	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 167	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<189	Nessuna azione
	189 ÷ 378	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 378	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<418	Nessuna azione
	418 ÷ 836	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 836	Non compatibile (*)
>150	<572	Nessuna azione
	572 ÷ 1145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1145	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 200 e 150 giorni/anno

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 66 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<90	Nessuna azione
	90 ÷ 180	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 180	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<225	Nessuna azione
	225 ÷ 449	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 449	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<519	Nessuna azione
	519 ÷ 1038	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1038	Non compatibile (*)
>150	<711	Nessuna azione
	711 ÷ 1422	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1422	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività tra 150 e 100 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<104	Nessuna azione
	104 ÷ 208	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 208	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<364	Nessuna azione
	364 ÷ 628	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 628	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<746	Nessuna azione
	746 ÷ 1492	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1492	Non compatibile (*)
>150	<1022	Nessuna azione
	1022 ÷ 2044	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 2044	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno

<p>CODIFICA DOCUMENTO</p> <p>T01-IA37-AMB-RE01</p>	<p>PROGETTAZIONE</p> <p>MANDATARIA</p> <p> PRO ITER Progetti Infrastruttura Territorio s.r.l.</p> <p>MANDANTI</p> <p> ETREVA s.p.a. INGEGNERIA - VALUTAZIONE AMBIENTALE</p> <p> sinergo CONSULENZA</p> <p> D_VA DIVISIONArchitecture</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>67 di 102</p> <p>Data</p> <p>10/2023</p>
--	---	----------------------	---

In ultima analisi, per ciascuno dei ricettori considerati è stato effettuato il confronto con le emissioni stimate di riferimento e con le relative soglie di cui alle linee guida ARPAT; gli esiti di tale raffronto sono riportati in forma tabellare nella pagina seguente.

Dalla lettura dei dati emerge come le emissioni di polveri indotte dalle attività di cantiere, in assenza di mitigazioni, siano tali da poter generare potenziali situazioni di criticità per la gran parte dei ricettori considerati (46 su 62); tuttavia l'applicazione della bagnatura periodica e costante delle piste di cantiere non asfaltate al fine di ottenere un abbattimento totale delle polveri, consente di riportare la totalità dei ricettori al di sotto delle soglie di compatibilità ambientale.

Nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), tra i ricettori per cui è stata rilevata la necessità di implementare un adeguato monitoraggio, ne sono stati individuati alcuni presso cui sarà effettuato il monitoraggio in corso d'opera; i punti selezionati sono quelli più idonei, sulla base della loro localizzazione rispetto alle sorgenti emmissive esaminate, a monitorare eventuali variazioni dello stato di qualità dell'aria durante i lavori (per maggiori dettagli ed approfondimenti si rimanda alla documentazione di cui al PMA allegata al progetto).

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE MANDATARIA  MANDANTI   	REV. A	FOGLIO 68 di 102
		Data 10/2023	

Id ricettore	x [m]	y [m]	Comune	Tipo	Distanza dalla sorgente emissiva (area di cantiere) [m]	WBS	Giorni lavorativi [n]	PM10 [GRAMMI/ORA]	PM10 [GRAMMI/ORA]	Esito senza mitigazioni			Esito con mitigazioni		
								EMISSIONI TOTALI PER AREA CANTIERE SENZA MITIGAZIONI	EMISSIONI TOTALI PER AREA CANTIERE CON MITIGAZIONI - bagnatura strade	Nessuna azione	Monitoraggio	Valutazione modellistica	Nessuna azione	Monitoraggio	Valutazione modellistica
1	1.699.497,50	4.854.180,45	Rufina	Residenziale	25	SV.01	90	5.294,61	143,98	-	-	>208	-	104-208	-
2	1.699.549,50	4.854.241,01	Rufina	Residenziale	75	SV.01	90	5.294,61	143,98	-	-	>628	<364	-	-
3	1.699.595,62	4.854.308,82	Rufina	Residenziale	27	SV.01	90	5.294,61	143,98	-	-	>208	-	104-208	-
4	1.699.627,33	4.854.345,65	Rufina	Residenziale	27	SV.01	90	5.294,61	143,98	-	-	>208	-	104-208	-
5	1.699.705,55	4.854.458,64	Rufina	Residenziale	46	SV.01	90	5.294,61	143,98	-	-	>208	-	104-208	-
6	1.699.739,93	4.854.533,09	Rufina	Residenziale	84	SV.01	90	5.294,61	143,98	-	-	>628	<364	-	-
7	1.699.744,13	4.854.566,93	Rufina	Residenziale	108	SV.01	90	5.294,61	143,98	-	-	>1492	<746	-	-
9	1.699.252,07	4.855.211,43	Pontassieve	Residenziale	64	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>312	<156	-	-
10	1.699.228,30	4.855.253,96	Pontassieve	Residenziale	89	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>312	<156	-	-
11	1.699.259,33	4.855.535,45	Pontassieve	Residenziale	88	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>312	<156	-	-
12	1.699.220,75	4.855.566,52	Pontassieve	Residenziale	126	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>608	<304	-	-
13	1.699.434,80	4.855.809,97	Pontassieve	Residenziale	2	SV.02	115	616,74	111,20	-	-	>180	-	90-180	-
14	1.699.462,62	4.855.836,20	Pontassieve	Residenziale	0	SV.02	115	616,74	111,20	-	-	>180	-	90-180	-
15	1.699.598,08	4.855.529,04	Rufina	Residenziale	226	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>830	<415	-	-
16	1.699.624,82	4.855.507,54	Rufina	Residenziale	255	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>830	<415	-	-
17	1.699.636,75	4.855.541,33	Rufina	Residenziale	264	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>830	<415	-	-
18	1.699.620,25	4.855.571,56	Rufina	Residenziale	245	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>830	<415	-	-
19	1.699.389,66	4.856.006,99	Pontassieve	Residenziale	36	AP.02	445	21,74	21,74	<73	-	-	<73	-	-
20	1.699.332,06	4.856.025,71	Pontassieve	Residenziale	96	AP.02	445	21,74	21,74	<156	-	-	<156	-	-
21	1.699.266,81	4.856.069,00	Pontassieve	Residenziale	173	AP.02	445	21,74	21,74	<415	-	-	<415	-	-
22	1.699.257,60	4.856.043,20	Pontassieve	Residenziale	172	AP.02	445	21,74	21,74	<415	-	-	<415	-	-
23	1.699.272,65	4.856.206,86	Pontassieve	Residenziale	221	AP.02	445	21,74	21,74	<415	-	-	<415	-	-
24	1.699.645,73	4.856.077,33	Pontassieve	Residenziale	150	VI.02	360	79,75	44,44	<304	-	-	<304	-	-
25	1.699.706,66	4.856.087,28	Pontassieve	Residenziale	196	VI.02	360	79,75	44,44	<415	-	-	<415	-	-
26	1.699.696,37	4.856.049,55	Pontassieve	Residenziale	207	VI.02	360	79,75	44,44	<415	-	-	<415	-	-
27	1.699.729,46	4.856.070,98	Pontassieve	Residenziale	224	VI.02	360	79,75	44,44	<415	-	-	<415	-	-
28	1.699.727,45	4.856.027,36	Pontassieve	Residenziale	243	VI.02	360	79,75	44,44	<415	-	-	<415	-	-
29	1.699.745,76	4.856.126,89	Pontassieve	Residenziale	206	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
30	1.699.721,32	4.856.160,78	Pontassieve	Residenziale	166	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
31	1.699.748,42	4.856.169,27	Pontassieve	Residenziale	182	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
32	1.699.779,94	4.856.188,47	Pontassieve	Residenziale	194	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
33	1.699.800,67	4.856.192,47	Pontassieve	Residenziale	207	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
34	1.699.771,30	4.856.155,53	Pontassieve	Residenziale	209	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
35	1.699.779,08	4.856.133,98	Pontassieve	Residenziale	228	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
36	1.699.810,35	4.856.166,38	Pontassieve	Residenziale	232	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
37	1.699.835,26	4.856.175,77	Pontassieve	Residenziale	244	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
38	1.700.317,15	4.856.498,75	Pontassieve	Residenziale	247	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
39	1.700.287,85	4.856.511,06	Pontassieve	Residenziale	171	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
40	1.700.300,22	4.856.519,80	Pontassieve	Residenziale	237	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
41	1.700.318,07	4.856.515,52	Pontassieve	Residenziale	232	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
42	1.700.341,21	4.856.525,13	Pontassieve	Residenziale	212	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
43	1.700.352,23	4.856.533,60	Pontassieve	Residenziale	200	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
44	1.700.394,51	4.856.526,63	Pontassieve	Residenziale	195	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
45	1.700.918,79	4.856.827,54	Rufina	Residenziale	8	SV.03	150	272,57	32,78	-	-	>167	<83	-	-
46	1.700.927,81	4.856.788,04	Rufina	Residenziale	24	SV.03	150	272,57	32,78	-	-	>167	<83	-	-
47	1.701.035,43	4.856.783,09	Rufina	Residenziale	120	SV.03	150	272,57	32,78	<418	-	-	<418	-	-
48	1.700.988,05	4.856.617,78	Rufina	Residenziale	191	SV.03	150	272,57	32,78	<572	-	-	<572	-	-
49	1.701.020,62	4.856.650,50	Rufina	Residenziale	181	SV.03	150	272,57	32,78	<572	-	-	<572	-	-
53	1.700.098,31	4.856.563,92	Pontassieve	Residenziale	366	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
54	1.700.143,33	4.856.561,26	Pontassieve	Residenziale	327	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
55	1.700.101,53	4.856.572,87	Pontassieve	Residenziale	360	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
56	1.700.100,54	4.856.586,00	Pontassieve	Residenziale	355	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
57	1.700.097,24	4.856.595,71	Pontassieve	Residenziale	355	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
58	1.700.076,46	4.856.576,59	Pontassieve	Residenziale	381	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>830	-	415-830	-
59	1.700.370,26	4.856.599,22	Pontassieve	Residenziale	133	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>608	-	304-608	-
60	1.700.353,34	4.856.592,04	Pontassieve	Residenziale	148	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>608	-	304-608	-
61	1.700.713,89	4.857.003,92	Rufina	Residenziale	166	VI.03	460	572,01	66,49	-	415-830	-	<415	-	-
62	1.700.958,91	4.856.789,46	Rufina	Residenziale	54	SV.03	150	272,57	32,78	-	189-378	-	<189	-	-
63	1.699.724,70	4.856.335,39	Pontassieve	Residenziale	100	GA	800	2.552,52	429,50	-	-	>608	-	304-608	-
64	1.699.235,68	4.854.695,26	Pontassieve	Residenziale	178	VI.01	450	425,59	110,93	-	415-830	-	<415	-	-
299	1.699.678,54	4.855.472,04	Rufina	Scuola	312	AP.01	445	2.755,97	96,34	-	-	>830	<415	-	-
300	1.699.673,11	4.854.407,81	Rufina	Residenziale	32	SV.01	90	5.294,61	143,98	-	-	>208	-	104-208	-
								13	3	46	30	32	0		

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 69 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  ENERGIA VALLE D'ARNO s.r.l.	 sinèrgo	Date 10/2023

6.2 Mitigazioni fase di cantiere

Il presente paragrafo è redatto in conformità con le *Linee guida per la gestione dei cantieri ai fini della protezione ambientale* di ARPA Toscana (2018). Le mitigazioni necessarie da applicare si identificano principalmente con attività gestionali (corretta gestione del cantiere) e con l'applicazione di tutte le note buone pratiche. In particolare, in relazione alle polveri generate dalle attività costruttive e dalla movimentazione dei mezzi si prevede l'adozione delle seguenti mitigazioni:

- effettuare una costante e periodica bagnatura o pulizia delle strade utilizzate, pavimentate e non;
- pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- coprire con teloni i materiali polverulenti trasportati;
- attuare idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- bagnare periodicamente o coprire con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) i cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere;
- procedere al rinverdimento delle aree (ad esempio i rilevati) in cui siano già terminate le lavorazioni senza aspettare la fine lavori dell'intero progetto.
- durante la demolizione delle strutture edili provvedere alla bagnatura dei manufatti al fine di minimizzare la formazione e la diffusione di polveri;
- evitare le demolizioni e le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso.

Si ricorda inoltre che la cantierizzazione dell'opera prevede altresì l'utilizzo di barriere antirumore mobili di cantiere; tali barriere, seppur previste per il contenimento delle emissioni sonore, sono in grado di agire anche come reti antipolvere e pertanto di:

- ridurre la velocità del vento ed il suo conseguente potere erosivo e di risollevarimento nelle aree di attività;
- evitare la diffusione delle polveri, soprattutto di quelle grossolane, all'esterno del cantiere.

Per la localizzazione delle barriere di rimanda alla documentazione di cui allo studio acustico allegato al presente progetto.

Per la valutazione della ventosità, al fine di modulare le misure di mitigazione, può essere consultato il bollettino di allerta meteorologico emesso dal Centro Funzionale della Regione Toscana (www.regione.toscana.it/allerta-meteorischio-vento), per la zona che ricomprende le aree in cui devono essere svolte le lavorazioni, e definita una procedura di modulazione delle misure di mitigazione nei giorni in cui il bollettino preveda un "rischio vento" di una qualche entità ovvero una situazione diversa da quella verde/nessuna criticità/normalità (cioè corrispondente ai colori/avvisi: giallo/vigilanza, arancio/allerta, rosso/allarme).

Ai fini del contenimento delle emissioni, i veicoli a servizio dei cantieri devono essere omologati con emissioni rispettose delle seguenti normative europee (o più recenti):

- veicoli commerciali leggeri (massa inferiore a 3,5 t, classificati N1 secondo il Codice della strada): Direttiva 1998/69/EC, Stage 2000 (Euro 3);
- veicoli commerciali pesanti (massa superiore a 3,5 t, classificati N2 e N3 secondo il Codice della strada): Direttiva 1999/96/EC, Stage I (Euro III);
- macchinari mobili equipaggiati con motore diesel (non-road mobile sources and machinery, NRMM: elevatori, gru, escavatori, bulldozer, trattori, ecc.): Direttiva 1997/68/EC, Stage I.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ENEA ENERGIA VALLE D'AOSTA sinèrgo DVISIONArchitecture	A	70 di 102
			Data 10/2023	

7 CAMBIAMENTI CLIMATICI

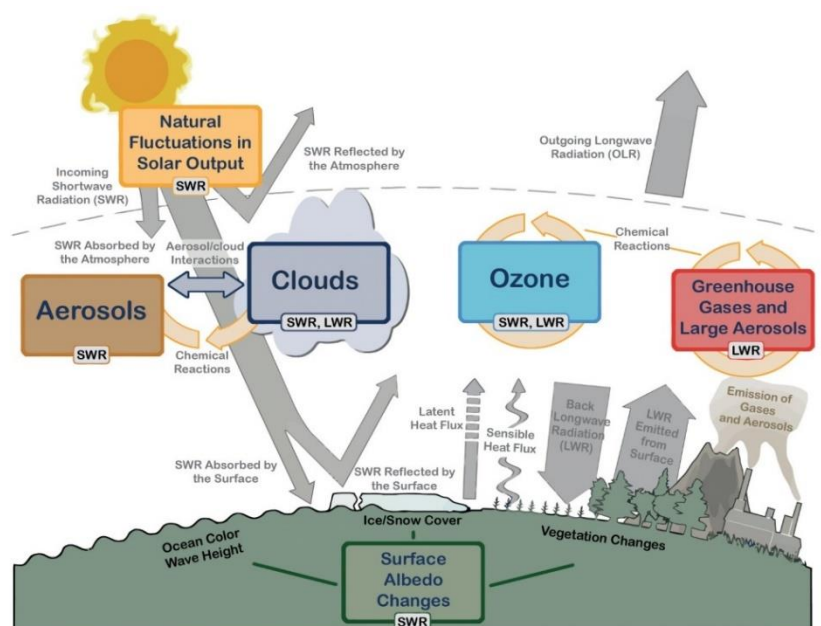
7.1 Generalità

I cambiamenti climatici rappresentano un fenomeno attuale. Soprattutto nel corso degli ultimi anni si è assistito ad una ampia convergenza scientifica sulla valutazione di tale fenomeno e dei suoi impatti. L'ultimo rapporto di valutazione del gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*) afferma che il riscaldamento globale è ormai inequivocabilmente in atto. A supporto di questa tesi porta una molteplicità di evidenze, quali il riscaldamento della superficie terrestre, degli oceani e della troposfera, l'innalzamento del livello globale del mare e la riduzione dei ghiacciai continentali e marini. In Italia questi cambiamenti climatici hanno già evidenziato la vulnerabilità e fragilità geologica e idrologica del nostro territorio e manifestato altresì effetti negativi in diversi settori produttivi, tra i quali i più sensibili sono il settore turistico, quello energetico e della sanità.

Si definisce clima il comportamento medio delle variabili meteorologiche che caratterizzano un determinato contesto ambientale. Le principali variabili normalmente analizzate sono temperatura, precipitazioni e regime anemologico e, in base alle indicazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO - *World Meteorological Organization*), l'intervallo temporale da considerare è pari a 30 anni. Il clima non viene descritto esclusivamente attraverso il valore medio delle variabili, ma anche attraverso il loro comportamento statistico (frequenza, magnitudine, persistenza, trend, ...), ad esempio è solo mediante la combinazione di tali parametri che si possono descrivere, dal punto di vista climatico, fenomeni fondamentali come la siccità. Il Cambiamento Climatico indica il cambiamento nello stato del clima che può essere identificato attraverso i cambiamenti nelle medie e/o nella variabilità delle sue proprietà e che persistono per un periodo esteso (normalmente decenni o più).

Il sistema climatico terrestre riceve la sua energia dalla radiazione solare, il sole fornisce la sua energia alla Terra principalmente nelle zone tropicali e subtropicali; questa energia viene poi in parte ridistribuita alle latitudini medie e superiori dai processi di trasporto atmosferici e oceanici.

Approssimativamente il 50% dell'energia solare è fornita nella parte visibile dello spettro elettromagnetico, poiché la temperatura sulla terra risulta essere sostanzialmente costante da molti secoli vuol dire che l'energia solare in ingresso è sostanzialmente in equilibrio con quella riemessa nello spazio dalla Terra. Dell'energia irradiata da sole mediante radiazioni ad onde corte (*shortwave radiation* SWR, Visibile e UV) circa metà è assorbita dalla superficie terrestre. La frazione di SWR riflessa verso lo spazio dai gas, aerosol, nubi e superficie terrestre (albedo) è circa il 30%, infine il 20% è assorbito dall'atmosfera. In ragione della temperatura delle superficie terrestre la maggior parte dell'energia riemessa dalla Terra è costituita da radiazione elettromagnetica nel campo dell'infrarosso (LWR radiazioni ad onde lunghe). Le radiazioni ad onde lunghe (LWR) emesse dalla Terra sono assorbite significativamente dai costituenti dell'atmosfera (vapore acqueo, CO₂, metano CH₄, protossido di Azoto (N₂O) e altri gas serra (GHGs¹⁶)) e dalle



¹⁶ Greenhouse Gases: gas ad effetto serra.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VisionArchitecture	A	71 di 102
			Data 10/2023	

nuvole e riemesse, sempre sotto forma di LWR, in tutte le direzioni.

La componente di emissione verso il basso determina un incremento di calore negli strati bassi dell'atmosfera e sulla superficie terrestre (effetto serra). La riemissione di energia mediante LWR da parte dell'atmosfera avviene prevalentemente da parte degli strati superiori della troposfera. I cambiamenti nel budget energetico globale del sistema climatico terrestre, e i conseguenti cambiamenti climatici, possono derivare sia dalle variazioni della radiazione solare in ingresso sia dalle variazioni della LWR riemessa. Le variazioni relative all'energia solare in ingresso derivano sia dai cambiamenti dell'energia in uscita dal sole sia dai cambiamenti dell'albedo terrestre, ossia della componente energetica riflessa dalla superficie terrestre. Le variazioni imputabili alla LWR riemessa sono determinate dai cambiamenti o della temperatura della superficie terrestre e dell'atmosfera o delle emissività (misura dell'efficienza di emissione) della LWR sia della superficie terrestre sia dell'atmosfera. Per l'atmosfera le variazioni di emissività dipendono dalla copertura nuvolosa e dalle concentrazioni dei gas serra (GHGs).

Nel seguito, si fornisce un quadro complessivo delle principali tendenze climatiche che connotano l'area su cui insiste il progetto; tali informazioni sono desunte dalla diversa letteratura in materia di carattere sia globale che europea e nazionale.

7.1.1 Analisi delle tendenze a livello globale

Il fenomeno dei cambiamenti climatici in atto è oggetto di una costante attività di monitoraggio e analisi da parte della comunità scientifica internazionale. In particolare, nel 1988 l'UNEP (*United Nations Environment Programme*) e il WMO (*World Meteorological Organization*), in collegamento con l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, hanno dato vita al IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) con l'obiettivo di fornire al mondo un punto di vista scientifico e affidabile sullo stato dei cambiamenti climatici in atto e sui potenziali impatti ambientali e socio-economici.

I dati forniti dall'IPCC si basano sulla costante analisi e verifica degli studi scientifici che a livello mondiale vengono sviluppati sul tema dei cambiamenti climatici. L'azione dell'IPCC si concretizza nella periodica produzione di rapporti (*Assessment Report*) che sintetizzano e organizzano le informazioni disponibili in modo da fornire un quadro costantemente aggiornato della situazione.

I dati cui si è fatto riferimento in questa sede provengono dalla quinta edizione dell'*Assessment Report* (AR5) che è stata ultimata nel 2014. I dati ad oggi pubblicati consentono di avere informazioni in merito ai trend documentati dalle serie storiche ed agli esiti delle valutazioni modellistiche finalizzate alla previsione degli scenari futuri. Si riportano nel seguito in forma sintetica le principali conclusioni dello studio. Ad oggi è in corso di elaborazione il sesto rapporto i cui risultati saranno pubblicati nel corso del 2022.

Cambiamenti osservati nel sistema climatico

1. Il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, dal 1950 molti dei cambiamenti osservati sono senza precedenti considerando un intervallo temporale che va dai decenni ai millenni. L'atmosfera e l'oceano hanno incrementato la loro temperatura, la quantità di neve e ghiaccio sono diminuiti, il livello del mare è aumentato e le concentrazioni di gas serra sono aumentate.
2. Gli ultimi tre decenni sono stati i più caldi sulla superficie terrestre dal 1850. Nell'emisfero settentrionale il trentennio 1983-2012 è stato probabilmente il più caldo degli ultimi 1400 anni.
3. La temperatura media sulla superficie terrestre (valore medio tra oceani e terre emerse) tra il 1901 e il 2012 è aumentata mediamente di 0.89 °C [0.69 °C÷1.08°C a seconda degli studi] e di 0.72 °C [0.49÷0.89] tra il 1951 e il 2012. Negli ultimi anni l'entità del trend risulta però ridotta, se l'incremento per decade medio tra il 1951 e il 2012 risulta essere pari a 0.12 °C ogni dieci anni [0.08÷0.14], nei quindici anni compresi tra il 1988 e 2012 si è ridotto a 0.05 °C [-0.05÷0.15]. C'è una alta confidenza¹⁷ (*high confidence*) nell'affermare che il riscaldamento della superficie terrestre ha invertito nel 20° secolo il trend di raffreddamento presente nei passati 5000 anni alle medie e alte latitudine dell'emisfero settentrionale.

¹⁷ Confidenza (*confidence*), indicatore qualitativo che incrocia la robustezza dei dati disponibili e la coerenza delle interpretazioni degli studiosi.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 72 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'AOSTA  sinèrgo  D_VA D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

4. Il riscaldamento dell'oceano domina l'aumento di energia immagazzinata nel sistema climatico terrestre e rappresenta oltre il 90% dell'energia accumulata tra il 1971 e il 2010. È praticamente certo¹⁸ (*virtually certain*) che lo strato superficiale dell'oceano (0-700 m) si è riscaldato dal 1971-2010, mentre è probabile (*likely*) il riscaldamento tra il 1870 e il 1971.
5. Negli ultimi due decenni, la Groenlandia e gli strati di ghiaccio antartici hanno perso massa, i ghiacciai hanno continuato a ridursi in quasi tutto il pianeta, il ghiaccio marino artico e lo strato di neve primaverile dell'Emisfero Nord hanno continuato a diminuire la loro estensione.
6. Il tasso di aumento del livello del mare a partire dalla metà del 19° secolo è stato superiore al tasso medio negli ultimi due millenni. Nel periodo 1901-2010, il livello medio globale del mare è aumentato di 0.19 [0.17-0.21] m.
7. Le concentrazioni atmosferiche di anidride carbonica, metano e protossido di azoto sono aumentati a livelli senza precedenti almeno negli ultimi 800 mila anni. Le concentrazioni di anidride carbonica sono aumentate del 40% dal periodo pre-industriale, principalmente a causa delle emissioni dai combustibili fossili e secondariamente per le emissioni associate al cambiamento di uso dei suoli. L'oceano ha assorbito circa il 30% dell'anidride carbonica di origine antropica emessa, causando l'acidificazione degli oceani.

Le responsabilità dell'uomo

1. La forzante radiativa totale è positiva ed ha determinato un aumento dell'energia nel sistema climatico terrestre. Il maggior contributo alla forzante è dovuto all'aumento della concentrazione di CO₂ fino dal 1750.
2. L'influenza antropica sul sistema climatico è chiara. Questo è evidente dall'aumento delle concentrazioni dei gas serra in atmosfera, dalla presenza di una forzante radiativa positiva, dal riscaldamento osservato e dalla comprensione del sistema climatico.
3. L'influenza dell'uomo è stata individuata nel riscaldamento dell'atmosfera e dall'oceano, nei cambiamenti nel ciclo globale dell'acqua, nella riduzione della neve e del ghiaccio, nell'aumento medio del livello del mare e nel cambiamento di alcuni eventi climatici estremi. È molto probabile (*extremely likely*) che l'influenza umana sia la causa principale del riscaldamento osservato dalla metà del XX secolo.
4. Le continue emissioni di gas serra provocheranno un ulteriore riscaldamento e modificazioni nel sistema climatico. La limitazione del cambiamento climatico richiede una sostanziale e duratura riduzione delle emissioni dei gas serra.

L'AR5 oltre a fornire una dettagliata rassegna delle analisi disponibili relativamente ai trend climatici osservati, riporta anche gli esiti delle valutazioni modellistiche effettuate per individuare i trend che si manifesteranno nei prossimi 100 anni. Le valutazioni modellistiche fanno riferimento a 4 scenari (RCP2.6, RCP4.5, RCP6, RCP8.5) che si differenziano in funzione della "forzante radiativa"¹⁹, ossia del calore riemesso sulla terra dall'atmosfera a causa della presenza dei gas serra. Una breve descrizione degli scenari considerati è riportata di seguito. Gli scenari RCP (*Representative Concentration Pathways*) sono usati dai modelli climatici per descrivere l'evoluzione delle emissioni in funzione della variazione della forzante radiativa nel 2100 rispetto ai valori del periodo preindustriale (RCPs).

¹⁸ Incertezza (*uncertainty*), misura quantitativa ottenuta in base ad analisi statistiche della coerenza dei dati disponibili.

¹⁹ Nelle scienze del clima la forzante radiativa è definita come la differenza tra l'energia radiante ricevuta dalla terra e quelle dalla terra riemessa verso lo spazio. Normalmente la forzante radiativa è valutata in corrispondenza della tropopausa ed è espressa in watt per metro quadro di superficie terrestre. Una forzante positiva indica che il "sistema terra" si sta scaldando mentre una forzante negativa che si sta raffreddando.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 73 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVA ENERGIA VALLE D'AOSTA s.r.l.	 sinèrgo	
			Data 10/2023	

Scenario	Descrizione	CO2 [ppm]	CO2eq [ppm]
RCP2.6	<p>Picco della forzante a 3 W/m² e riduzione entro il 2100, valor medio 2.6 (azioni di contrasto ai gas serra molto incisive)</p> <p><i>Ipotesi dello scenario:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione dell'uso del petrolio. • Bassa intensità energetica. • Popolazione mondiale di 9 miliardi di persone nel 2100. • Aumento delle zone agricole per i bio-combustibili. • Emissioni di metano ridotte del 40%. • Le emissioni di CO2 rimangono a livelli attuali fino al 2020 per ridursi e diventare negative nel 2100. • Picco nella concentrazione di CO2 nel 2050 seguito da una riduzione per portare i livelli a 400 nel 2100. 	421	475
RCP4.5	<p>Stabilizzazione senza superare i 4.5 W/m² nel 2100 (discreti interventi di contenimento delle emissioni)</p> <p><i>Ipotesi dello scenario:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bassa intensità energetica. • Forti programmi di riforestazione Scenari RCP (Representative Concentration Pathways) individuati nell'Assessment Report n. 5 (AR5) dell'IPCC (2014)e. • Diminuzione delle zone agricole grazie all'aumento della produttività dei campi e cambiamenti nello stile di alimentazione dell'uomo. • Emissioni di metano stabili. • Le emissioni di CO2 aumentano leggermente per poi diminuire dal 2040 	538	630
RCP6	<p>Stabilizzazione senza superare i 6 W/m² nel 2100 (blandi interventi di contenimento delle emissioni)</p> <p><i>Ipotesi dello scenario:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso massiccio di combustibili fossili. • Aumento dell'agricoltura. • Emissioni di metano stabili. • Picco del 75% in più rispetto alle emissioni attuali di CO2 nel 2060. 	670	800
RCP8.5	<p>Aumento della forzante radiativa fino a raggiungere i 8.5 W/m² nel 2100 (assenza di politiche specifiche per la riduzione delle emissioni)</p> <p><i>Ipotesi dello scenario:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nel 2100 le emissioni di CO2 saranno tre volte quelle attuali. • Aumento delle emissioni di metano. • Aumento della produzione agricola a causa dell'aumento della popolazione globale. • Popolazione mondiale di 12 miliardi di persone nel 2100. • Basso tasso di sviluppo economico. • Uso massiccio di combustibili fossili. • Non vengono adottate politiche sul clima. 	936	1313

Tabella 16 - Scenari RCP (Representative Concentration Pathways) individuati nell'Assessment Report n. 5 (AR5) dell'IPCC (2014)

I risultati delle analisi modellistiche relative alle previsioni del clima futuro, possono essere sintetizzate nei seguenti concetti.

- È probabile (*likely*) che la temperatura superficiale terrestre alle fine del XXI secolo subirà un incremento superiore a 1.5 °C rispetto a quella relativa al 1850÷1900 per tutti gli scenari ad eccezione dello scenario RCP2.6. L'incremento sarà probabilmente superiore a 2 °C per gli scenari RCP6.0 e RCP8.5 e compreso tra 1.5 °C e 2 °C per lo scenario RCP4.5. Il riscaldamento continuerà durante l'intero secolo per tutti gli scenari ad eccezione del RCP2.6. I fenomeni di riscaldamento continueranno a presentare una significativa variabilità interannuale e decadale e non saranno uniformi spazialmente.
- I cambiamenti sul ciclo globale dell'acqua, in risposta al riscaldamento lungo il XXI secolo non saranno uniformi. Il contrasto nelle precipitazioni tra regioni umide e secche e tra stagioni umide e secche aumenterà, sebbene ci potranno essere delle eccezioni a livello regionale.
- Il riscaldamento dell'oceano continuerà durante tutto il XXI secolo. È previsto che il fenomeno interesserà non solo lo strato superficiale ma si spingerà anche più a fondo con un inevitabile effetto sulla circolazione oceanica.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 74 di 102
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastruttura Territorio s.r.l.	MANDANTI ENEA ENERGIA VALLE D'AOSTA sinèrgo VA D Vision Architecture	Data 10/2023	

- È molto probabile (*very likely*) che la copertura di ghiaccio del mare Artico continuerà a ritirarsi e assottigliarsi e che nell'emisfero Nord la copertura nevosa primaverile diminuirà all'aumentare della temperatura superficiale. Il volume globale di ghiaccio subirà un ulteriore decremento.
- Il livello globale del mare nel XXI secolo continuerà a crescere. In tutti gli scenari RCP il tasso di incremento del mare risulta molto probabilmente (*very likely*) superiore a quello osservato durante l'intervallo 1971÷2010 a causa sia del riscaldamento degli oceani sia dell'apporto di acqua dallo scioglimento dei ghiacci e della copertura nevosa.
- Il cambiamento climatico avrà un effetto sul ciclo del carbonio nella direzione di un incremento della CO₂ in atmosfera (*high confidence*). L'ulteriore assorbimento di carbonio da parte degli oceani determinerà un ulteriore incremento del fenomeno di acidificazione.
- La maggior parte degli aspetti del cambiamento climatico persisteranno per molti secoli anche se le emissioni di CO₂ si bloccassero. Ciò evidenzia come il cambiamento climatico sia un fenomeno che si sviluppa su un orizzonte temporale di più secoli determinato dalle emissioni presenti, passate e future di CO₂.

Le valutazioni previsionali riportate nell'AR5 IPCC²⁰ analizzano i cambiamenti climatici sia a livello globale sia con focus regionali specifici, ovviamente con una risoluzione spaziale di non particolare dettaglio. Nella Figura 31 si riporta la suddivisione regionale prevista nello studio: l'area di interesse, ovvero sia il centro Italia ricade all'interno della zona Sud - Europa e Mediterraneo, codificata come AI.40-43.

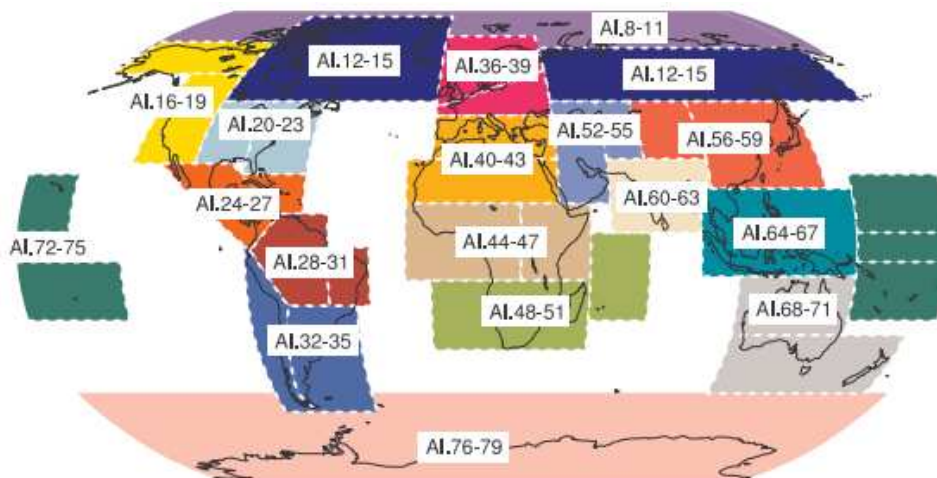
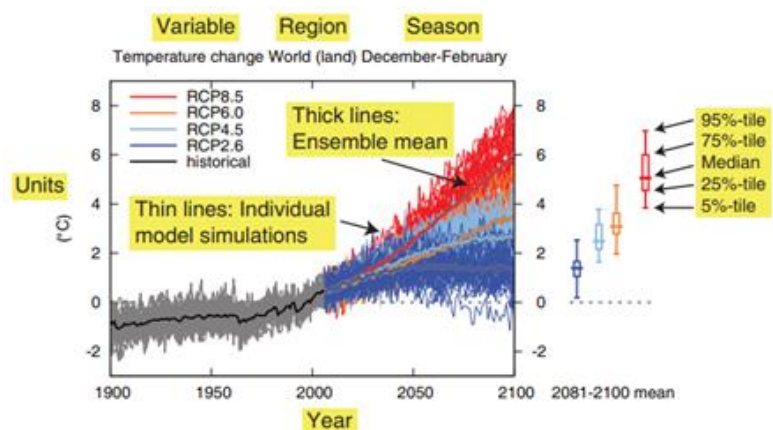


Figura 31 - Aree climatiche previste dall'IPCC

La **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** riporta il trend della temperatura media annuale delle valutazioni previsionali sintetizzate nello studio dell'IPCC relativamente ai quattro scenari descritti precedentemente; in tali grafici, le linee sottili rappresentano gli esiti dei diversi modelli previsionali analizzati, la linea spessa la media d'insieme delle previsioni. Per le medie relative al periodo 2081-2100, a destra è riportato il box-plot della distribuzione delle previsioni in cui vengono indicati il 5°, 25°, 50° (mediana), 75° e 95° percentile delle previsioni effettuate dai diversi modelli.



²⁰ Fonte: Climate Change 2013: The Physical Science Basis - Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections.

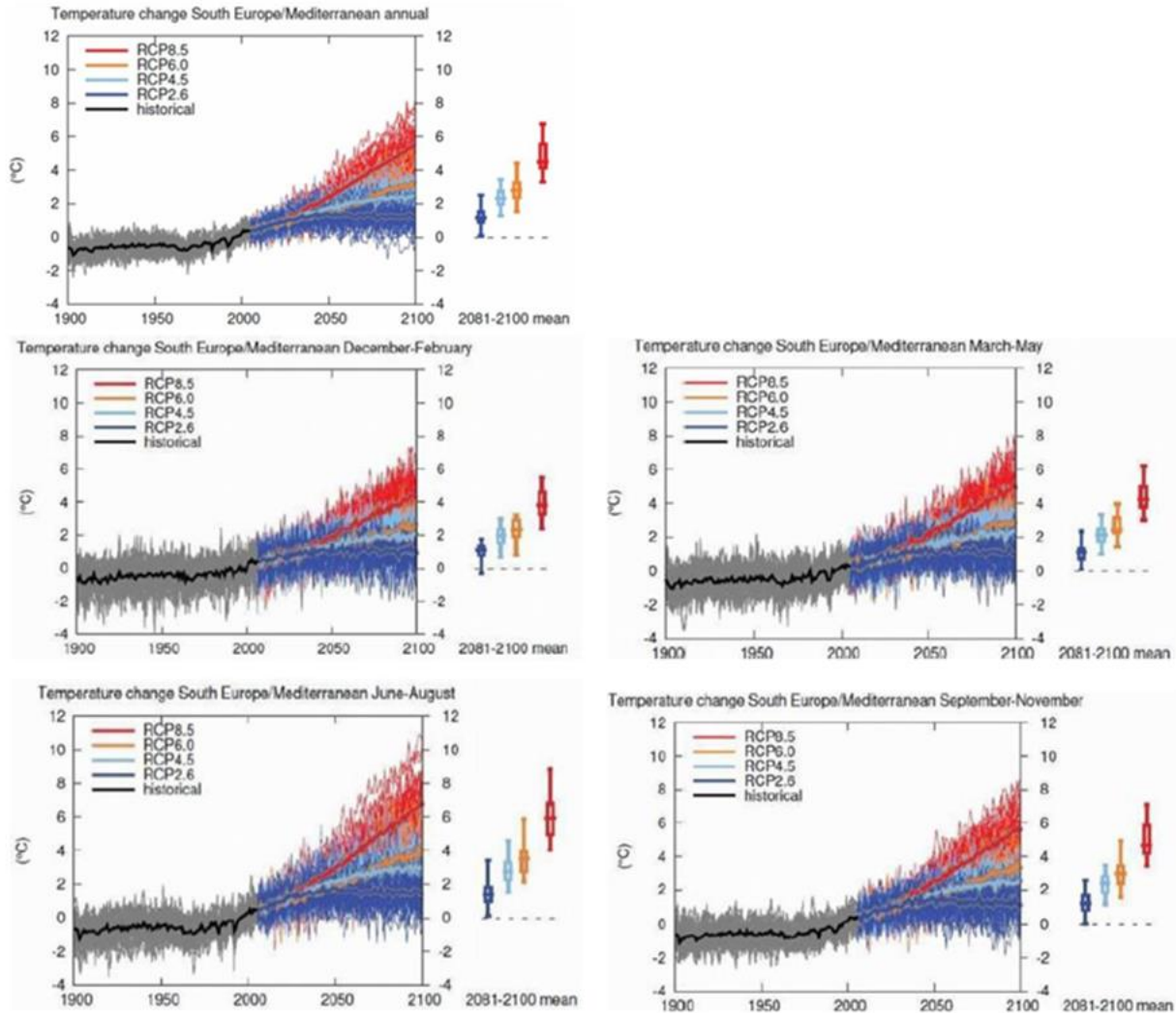
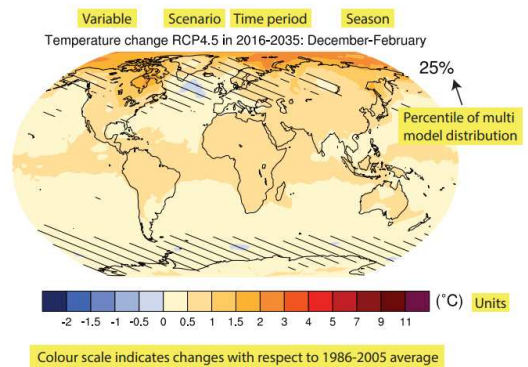


Figura 32 - Andamenti annuali e stagionali delle stime modellistiche del AR5 IPCC

Nelle figure seguenti sono riportati gli stralci delle mappe relative all'area Al.40-43 che consentono di visualizzare spazialmente le variazioni attese. Le mappe al continuo rappresentano le differenze tra i periodi 2016-2035, 2046-2065 e 2081-2100, rispetto al periodo di riferimento 1986-2005. Lo studio IPCC riporta i valori relativi al 25°, 50° (mediana) e 75° percentile delle stime modellistiche. Nel presente documento si è ritenuto sufficiente riportare esclusivamente il valore mediano (50° percentile) che ben rappresenta la media delle stime effettuate.



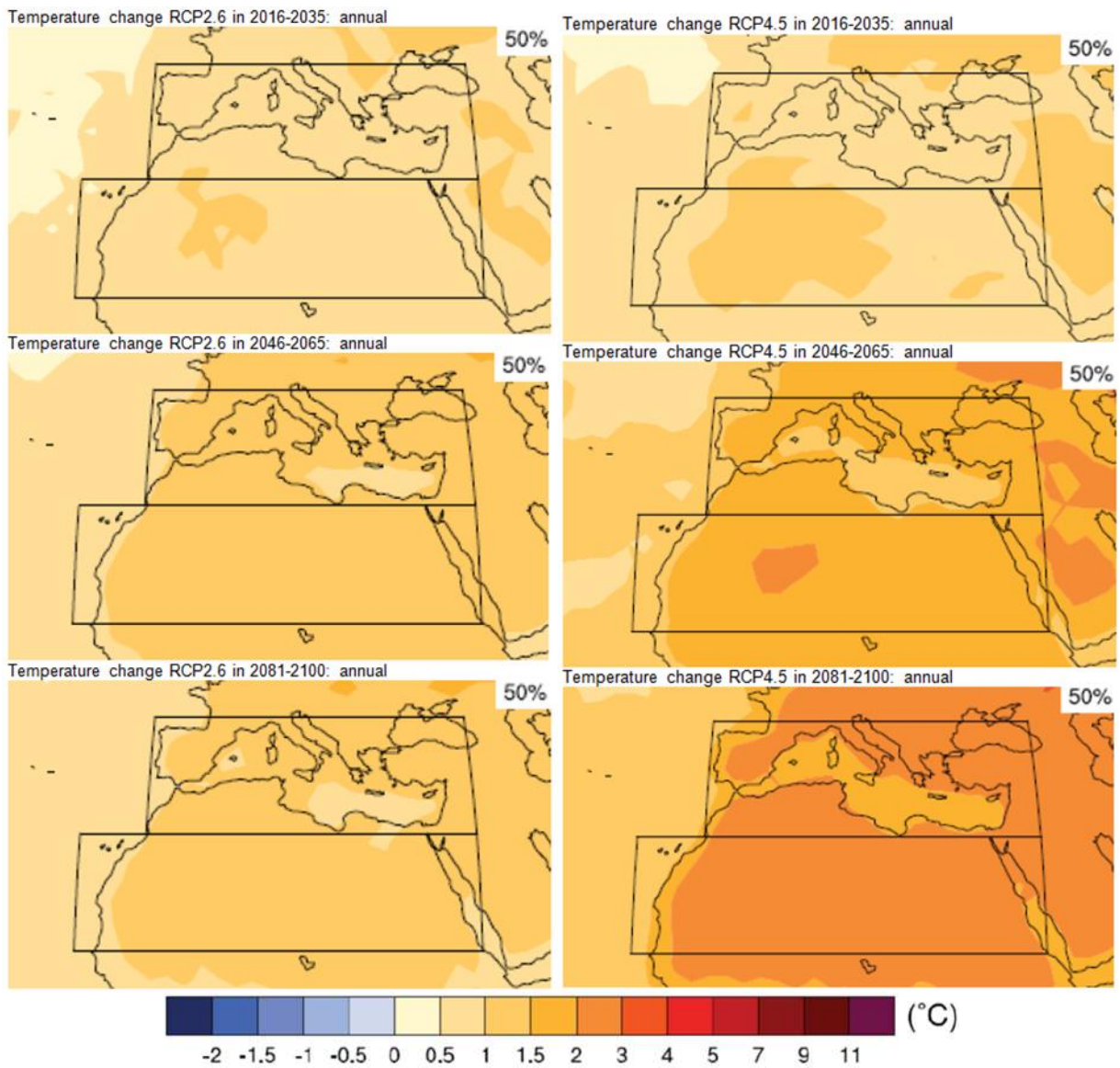


Figura 33 - Mappa delle variazioni della Tmedia rispetto al periodo di riferimento 1986-2005 (50° percentile) – scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 – periodo annuale (1/2)

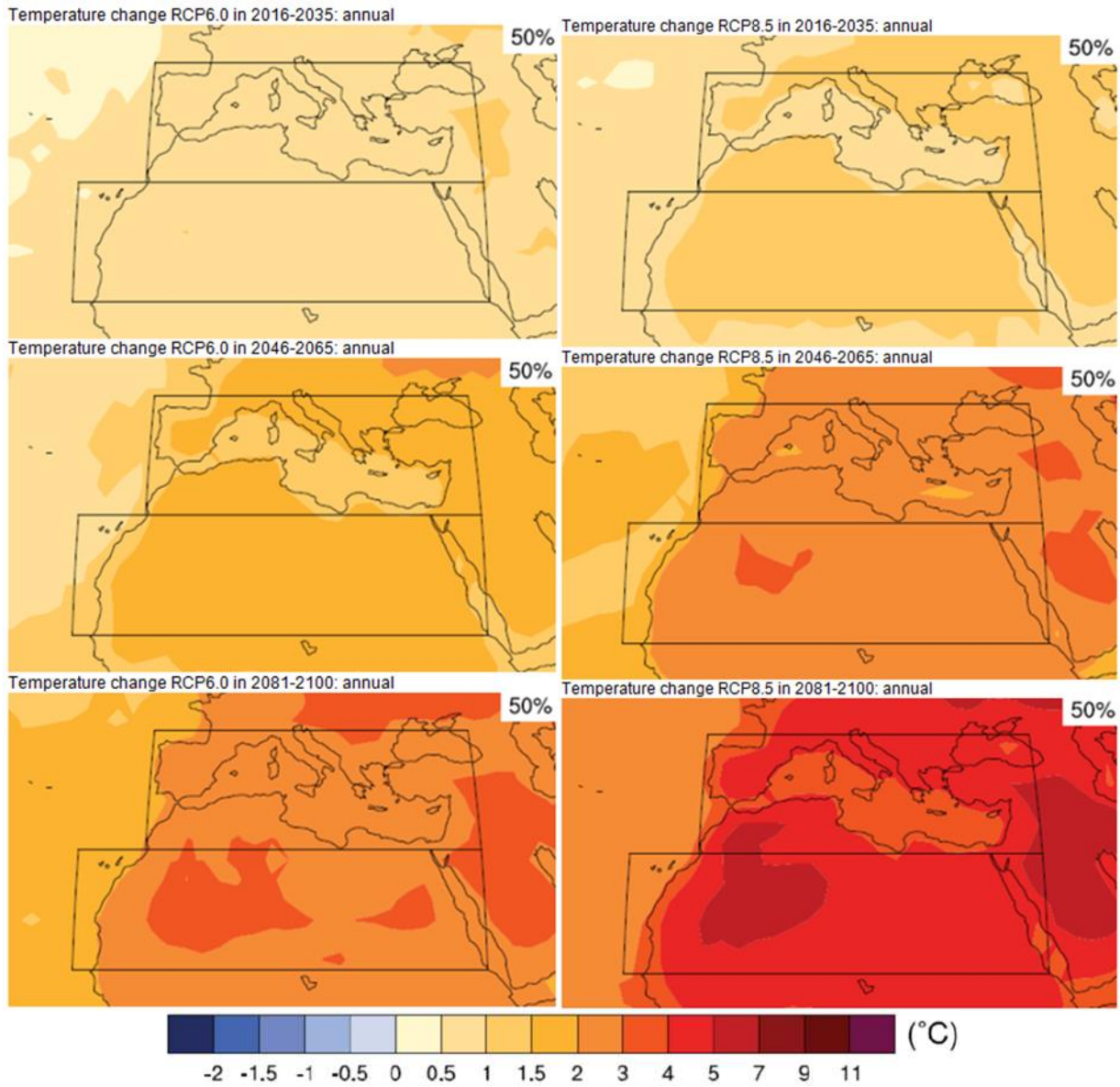


Figura 34- Mappa delle variazioni della Tmedia rispetto al periodo di riferimento 1986-2005 (50° percentile) – scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 – periodo annuale (2/2)

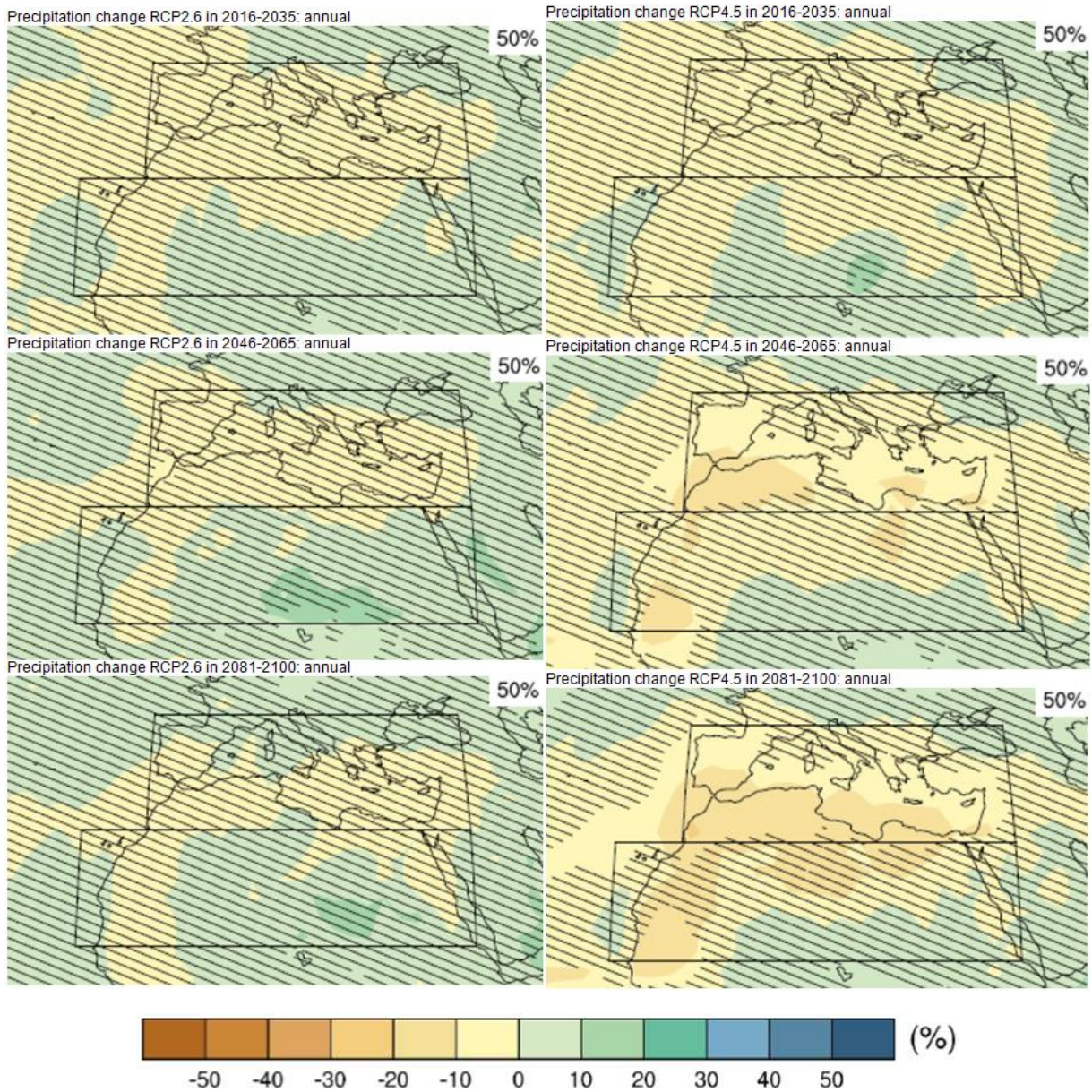


Figura 35 - Mappa delle variazioni delle precipitazioni medie annuali rispetto al 1986-2005 (50° percentile) – scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 – periodo annuale (1/2)

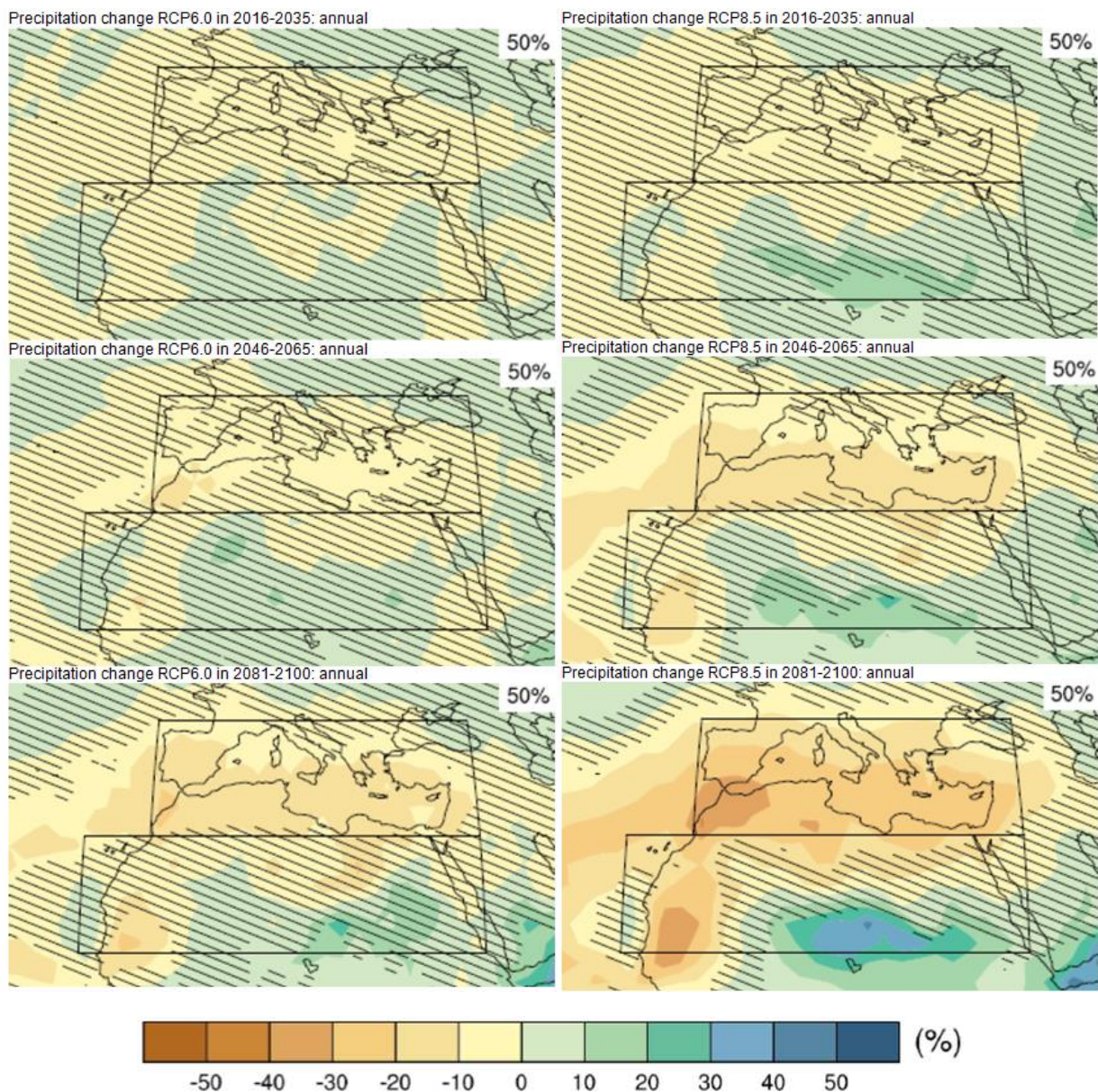


Figura 36 - Mappa delle variazioni delle precipitazioni medie annuali rispetto al 1986-2005 (50° percentile) – scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 – periodo annuale (2/2)

Le previsioni per l'area in esame nel periodo 2016÷2035 indicano un incremento della temperatura, su base annua, compreso tra 0.5 - 1 °C per gli scenari RCP2.6, RCP4.5 e RCP6.0, viceversa l'incremento sarebbe più significativo (0.5 - 1.5 °C) in presenza dello scenario RCP8.5.

Analizzando le previsioni per il periodo 2046÷2065 gli incrementi risultano maggiormente significativi e più differenziati in funzione degli scenari emissivi, nello specifico, i modelli indicano un incremento di 1 - 1.5 °C per lo scenario RCP2.6, di 1.5 - 2 °C per lo scenario RCP4.5, di 1 - 2 °C per lo scenario RCP6.0 e pari a 2 - 4 °C per lo scenario RCP8.5.

I dati relativi all'orizzonte temporale 2081÷2100 evidenziano incrementi molto differenziati tra i diversi scenari e pari a 1 - 1.5 °C per quello RCP2.6, a 2 - 3 °C per gli scenari RCP4.5 e RCP6.0 e a 4 - 5 °C per lo scenario RCP8.5.

Per quanto riguarda le precipitazioni, le previsioni nel periodo 2016-2035 indicano una diminuzione percentuale delle precipitazioni che varia dal -10% allo 0% per gli scenari RCP4.5 ed RCP6.0. Al contrario un aumento dello 0-10 % per lo scenario RCP2.6 ed RCP8.5. Analizzando le previsioni per il periodo 2046-2065 si può osservare come nella maggior parte dei casi sia previsto un lieve aumento delle precipitazioni (0-10 %). Infine le valutazioni concernenti il periodo a

lungo termine (2081-2100) indicano una situazione abbastanza variegata con aumenti su base annua dell'ordine del 10% per lo scenario RCP2.6, mentre per tutti gli scenari, le valutazioni indicano diminuzioni sempre nello stesso ordine di grandezza. Si sottolinea tuttavia che tali previsioni, relative alle variazioni dei regimi pluviometrici, non sono risultate statisticamente significative per cui hanno un valore prettamente indicativo.

Le seguenti tabelle invece forniscono una sintesi delle previsioni effettuate nell'AR5 IPCC per ciò che concerne la temperatura e le precipitazioni; sono riportati i cambiamenti attesi per i periodi 2016÷2035, 2046÷2065, 2081÷2100 rispetto al periodo di riferimento (1986÷2005). I valori si riferiscono al 50° percentile dei modelli considerati nello studio e riguardano sia la media annuale che quelle stagionali. Per la temperatura sono considerate quattro stagioni: Dic-Feb, Mar-Mag, Giu-Ago, Set-Nov a differenza di quanto accade per le precipitazioni in cui i dati sono organizzati in due periodi: Ott-Mar, Apr-Sett.



Scenario	Anno	Dic-Feb	Mar-Mag	Giu-Ago	Set-Nov
RCP2.6	0.5 - 1	0.5 - 1	1 - 1.5	0.5-1	0.5 - 1
RCP4.5	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	1 - 1.5	0.5 - 1
RCP6.0	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1
RCP8.5	1-1.5	0.5 - 1	0.5 - 1	1 - 1.5	0.5-1 / 1-1.5

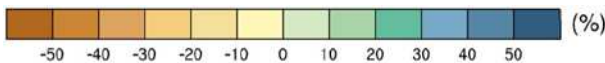
Figura 37- Sintesi esiti valutazioni modellistiche per la temperatura media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2016÷2035

Scenario	Anno	Dic-Feb	Mar-Mag	Giu-Ago	Set-Nov
RCP2.6	1 - 1.5	1 - 1.5	1.5 - 2	1 - 1.5	1 - 1.5
RCP4.5	1.5 - 2	1 - 1.5	1.5-2	2 - 3	1.5 - 2
RCP6.0	1-1.5 / 1.5-2	1 - 1.5	1.5 - 2	1.5 - 2	1.5 - 2
RCP8.5	2 - 3	1.5 - 2	2 - 3	3 - 4	2-3

Figura 38- sintesi esiti valutazioni modellistiche per la temperatura media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2046÷2065

Scenario	Anno	Dic-Feb	Mar-Mag	Giu-Ago	Set-Nov
RCP2.6	1 - 1.5	1 - 1.5	1 - 1.5	1 - 1.5	1 - 1.5
RCP4.5	2 - 3	1.5 - 2	2 - 3	2 - 3	2 - 3
RCP6.0	2 - 3	2 - 3	2 - 3	3 - 4	2 - 3
RCP8.5	4 - 5	3 - 4	3 - 4	5 - 7	4 - 5

Figura 39- sintesi esiti valutazioni modellistiche per la temperatura media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2081÷2100



Scenario	Anno	Ott - Mar	Apr-Sett
RCP2.6	0 / 10	0 / 10	-10 / 0
RCP4.5	-10 / 0	-10 / 0	-10 / 0
RCP6.0	-10 / 0	-10 / 0	-10 / 0
RCP8.5	0 / 10	0 / 10	-10 / 0

Figura 40- Sintesi esiti valutazioni modellistiche per la precipitazione media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2016÷2035

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI   	A	81 di 102
			Data 10/2023	

Scenario	Anno	Ott-Mar	Apr-Sett
RCP2.6	0 / 10	0 / 10	0 / 10
RCP4.5	0 / 10	0 / 10	-10 / 0
RCP6.0	-10 / 0	0 / 10	-10 / 0
RCP8.5	-10 / 0	0 / 10	-10 / 0

Figura 41- Sintesi esiti valutazioni modellistiche per la precipitazione media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2056÷2065

Scenario	Anno	Ott-Mar	Apr-Sett
RCP2.6	0 / 10	0 / 10	0 / 10
RCP4.5	-10 / 0	0 / 10	-10 / 0
RCP6.0	-10 / 0	0 / 10	-20 / -10
RCP8.5	-10 / 0	0 / 10	-20 / -10

Figura 42- Sintesi esiti valutazioni modellistiche per la precipitazione media AR5 IPCC – Area Sud Europa - 2081÷2100

7.1.2 Analisi delle tendenze climatiche nazionali

I cambiamenti climatici in Italia sono stati trattati da diversi studi europei e nazionali. A livello europeo una fonte informativa importante è rappresentata dal documento “ESPON CLIMATE - *Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies*” redatto nell'ambito del Programma europeo ESPON 2013 (Network Europeo di Osservazione dello Sviluppo e Coesione Territoriali). Nel documento sono riportate le mappature degli andamenti al futuro di diversi parametri climatici ottenute dai dati di output del modello climatico CCLM. È stato scelto quest'ultimo per via della buona scala spaziale (circa 20 km), del numero di variabili climatiche analizzate ed inoltre perché fornisce gli andamenti di diversi indicatori di eventi estremi come ad esempio i giorni di gelo oppure i giorni estivi.

Nelle mappe che seguono i cambiamenti dei vari indicatori si riferiscono al periodo 2071-2100 rispetto al periodo di riferimento 1961-1990 sotto le condizioni di sviluppo dello scenario A1B. Quest'ultimo è uno dei sei possibili scenari di emissioni di gas-serra, esposti nell'edizione IPCC del 2000, dovute a diverse condizioni di sviluppo economico, demografico e tecnologico. Nello specifico l'A1B si riferisce a condizioni di emissione medio-alta. Per eventuali dettagli si rimanda alla pubblicazione “IPCC - *SPECIAL REPORT EMISSIONS SCENARIOS*”. Nell'edizione 2013 del rapporto IPCC sono stati ridefiniti gli scenari di riferimento come descritto nel paragrafo precedente.

Nella tabella seguente sono riassunti i valori dei cambiamenti previsti relativamente alle diverse variabili climatiche, per l'area in esame. Analizzando il quadro d'insieme appare chiaro che le proiezioni indicano uno scenario tendente all'aridità con aumento della temperatura media, dei giorni estivi e contestualmente diminuzione dei giorni di gelo e delle precipitazioni (soprattutto nel periodo estivo).

VARIABILE CLIMATICA	AUMENTO	DIMINUZIONE	VALORE
Temperatura media annuale (°C)	X	-	3.6 ÷ 4 °C
Numero medio annuale di giorni di gelo	-	X	30 ÷ 40
Numero medio annuale di giorni estivi	X	-	21 ÷ 30
Precipitazioni medie annuali nel periodo invernale (%)	-	X	-9.9 ÷ 0
Precipitazioni medie annuali nel periodo estivo (%)	-	X	-40
Numero di giorni con forti piogge	-	X	-2 ÷ 0
Evaporazione media annuale	-	X	-14.9 ÷ -7.5
Numero di giorni all'anno con copertura nevosa	-	-	0

Figura 43- Valori delle principali variabili climatiche previsti per l'area in esame (ESPON 2013 Program)

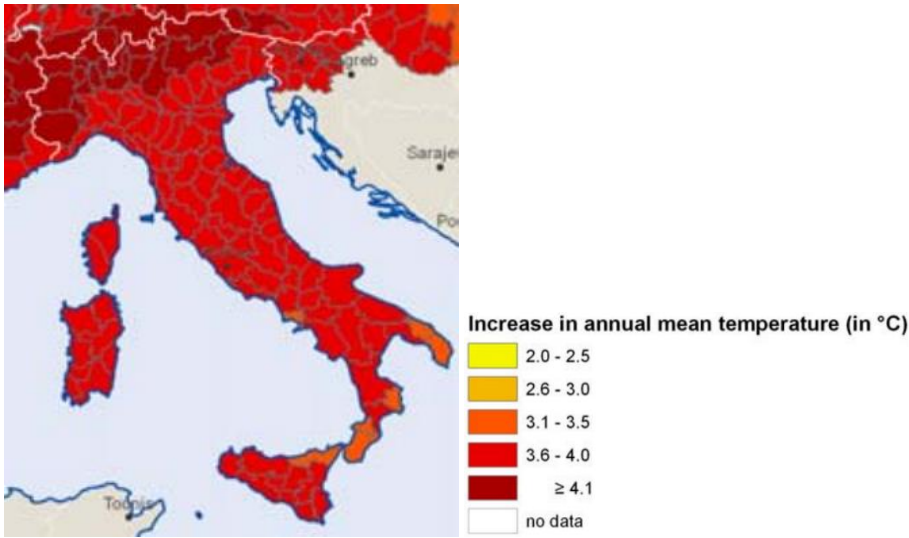


Figura 44- Aumento della temperatura media annuale [°C] (ESPON 2013 Program)

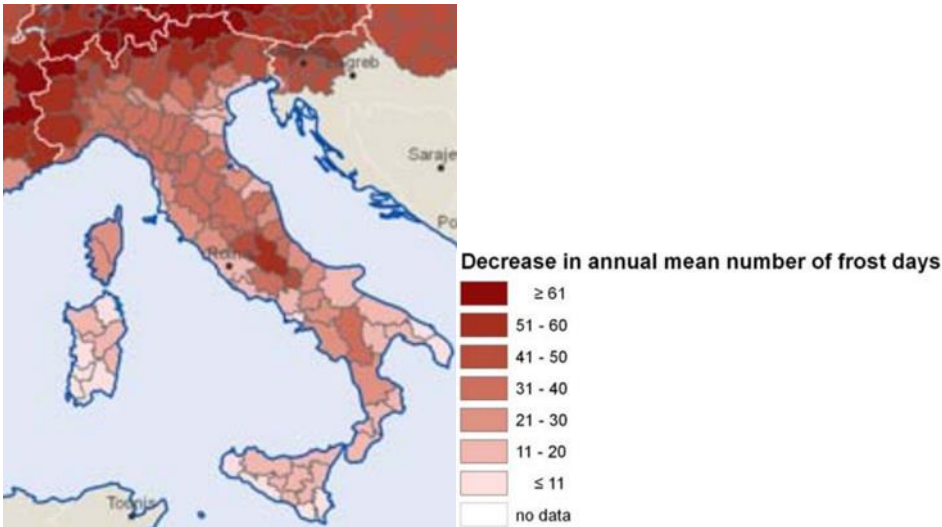


Figura 45- Diminuzione del numero medio annuale di giorni di gelo (ESPON 2013 Program)

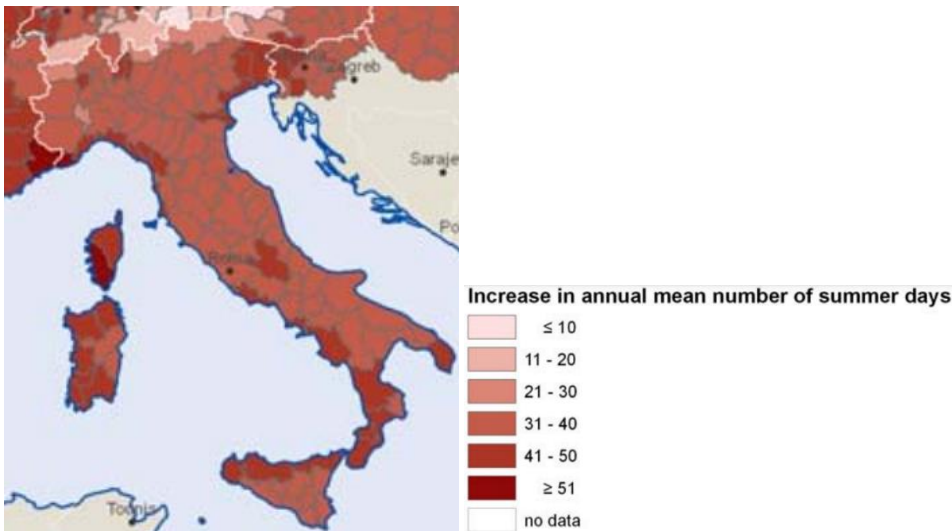


Figura 46- Incremento del numero medio annuale di giorni estivi (ESPON 2013 Program)

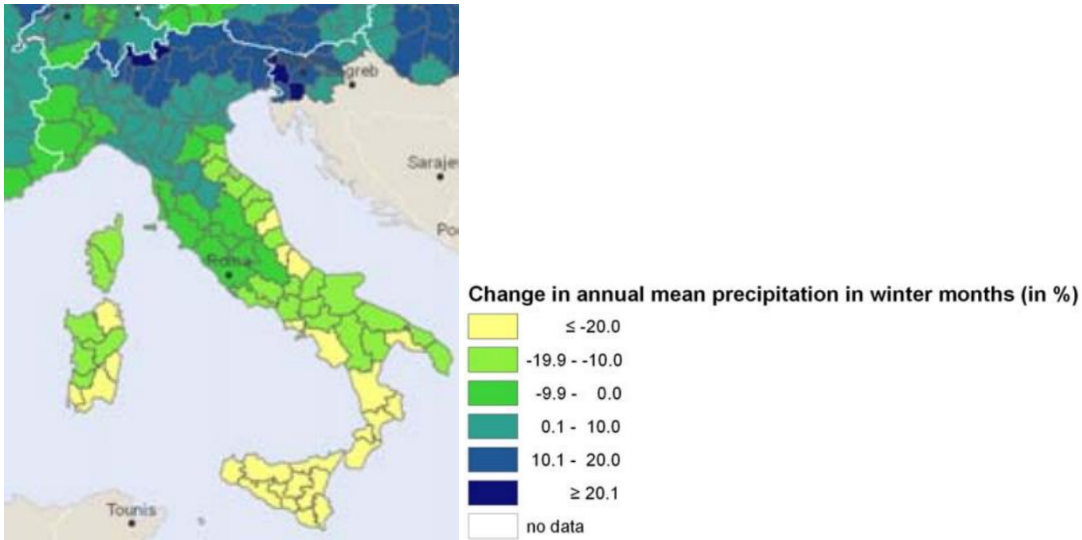


Figura 47- Cambiamento delle precipitazioni medie annuali in periodo invernale [%] (ESPON 2013 Program)

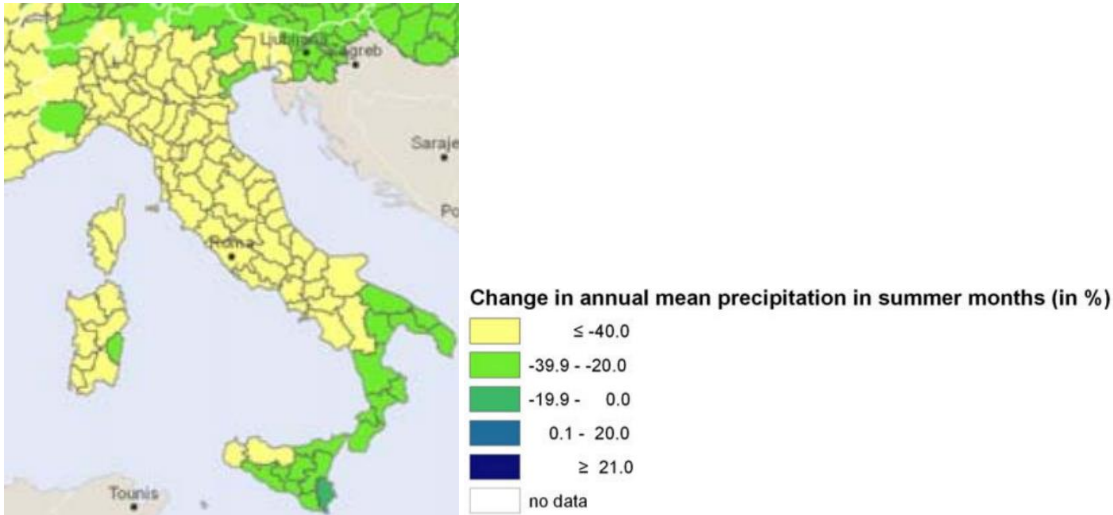


Figura 48 - Cambiamento delle precipitazioni medie annuali in periodo estivo [%] (ESPON 2013 Program)



Figura 49 - Cambiamento del numero di giorni con forti piogge (ESPON 2013 Program)

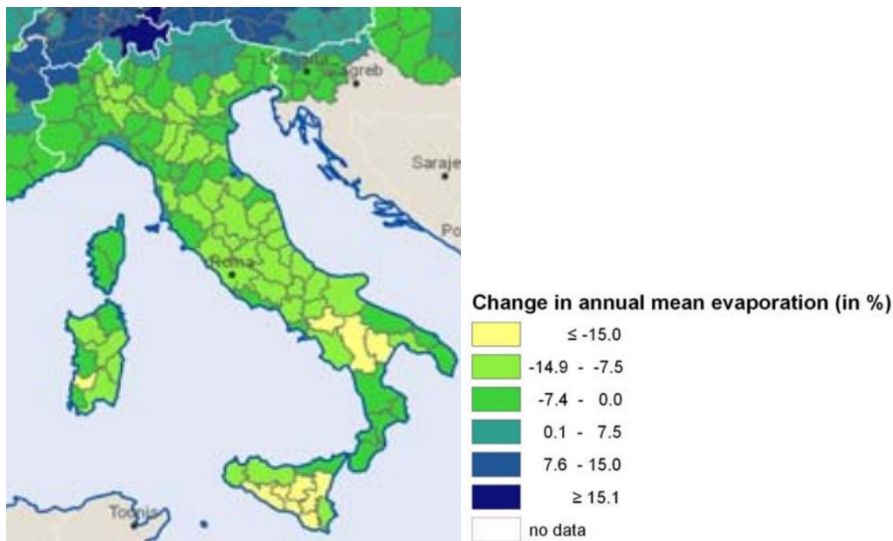


Figura 50 - Cambiamento dell'evaporazione media annuale [%] (ESPON 2013 Program)

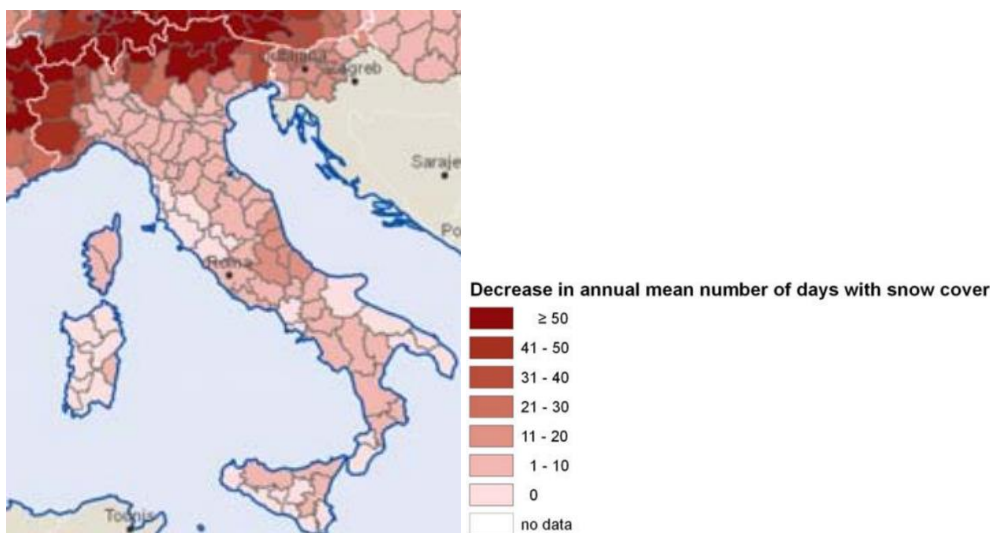


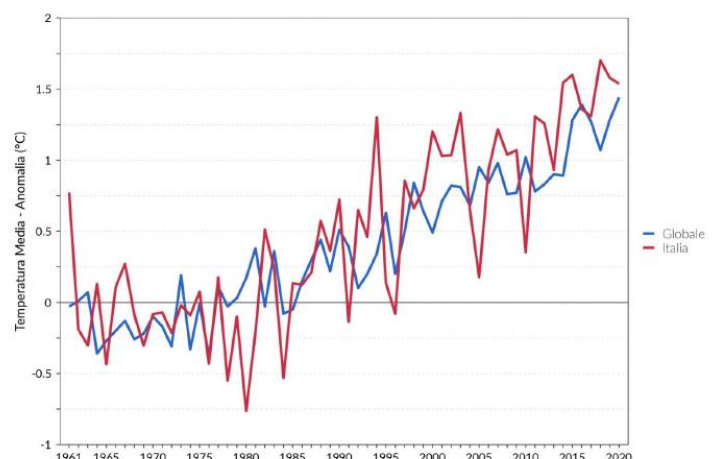
Figura 51 - Diminuzione del numero di giorni all'anno con copertura nevosa (ESPON 2013 Program)

In ultima analisi, sono stati esaminati altri due studi che a scala nazionale rappresentano il principale riferimento in materia: il documento ISPRA “Gli indicatori del clima in Italia nel 2019” ed il “Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici” (PNACC) redatto nel 2017 dal Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici.

Gli indicatori del clima in Italia nel 2020

Si tratta del XVI rapporto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente che, realizzato dall'ISPRA in collaborazione con gli organismi titolari delle principali reti osservative presenti sul territorio nazionale, illustra l'andamento del clima nel corso del 2020 e aggiorna la stima delle principali variazioni climatiche negli ultimi decenni in Italia.

La figura a margine è rappresentativa del trend delle anomalie di temperatura media annuale in Italia e su tutto il pianeta dal 1961 al 2020 rispetto al periodo di riferimento 1961-1990. È abbastanza evidente come ci sia stato un netto aumento a partire dagli inizi degli anni '80.



CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE MANDATARIA 		MANDANTI   	REV. A	FOGLIO 85 di 102
					Data 10/2023

L'andamento della temperatura media in Italia nel corso del 2020 è illustrato nella Figura 52. I valori di anomalia rappresentano le differenze tra le temperature medie del 2020 e quelle normali riferite al periodo climatologico 1961-1990. L'andamento nel corso dei mesi è stato analogo nelle tre macroaree geografiche. L'anomalia è stata negativa ovunque solo ad ottobre, con valori compresi tra -0.59°C e -0.18°C. Ad eccezione di ottobre, in tutti i mesi dell'anno la temperatura media in Italia è stata superiore alla norma, con un picco di anomalia positiva a febbraio (+2.88°C), seguito da agosto (+2.49°C), ed i restanti mesi con anomalie inferiori ai 2°C. L'anomalia della temperatura media (figura 3.5) è stata più elevata al Nord (+1.78°C) e al Centro (+1.61°C) e meno elevata al Sud e Isole (+1.24°C).

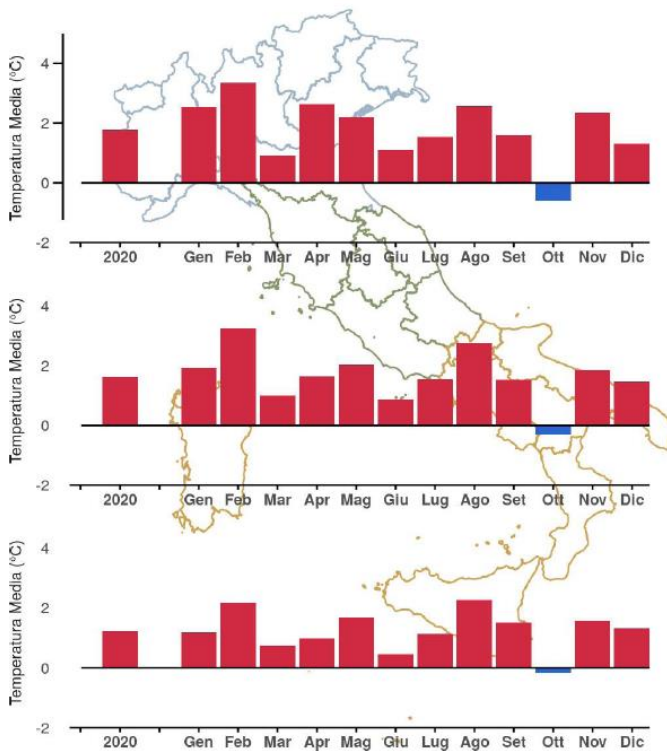
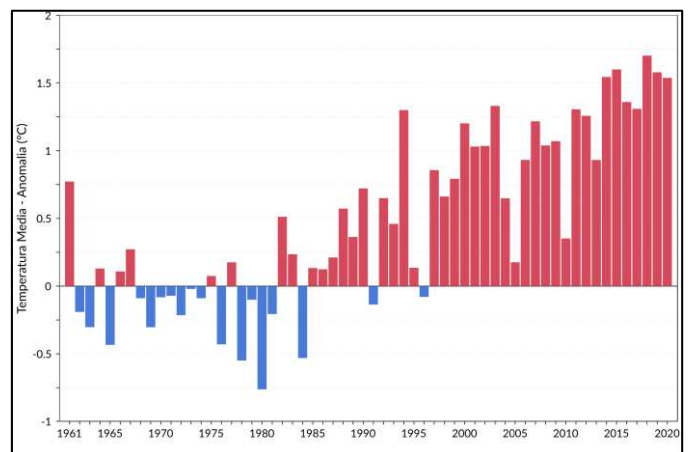


Figura 52 - Anomalia media 2020 (annuale e mensile) della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990 – Nord, Centro, Sud e Isole

La variabilità inter annuale della temperatura in Italia è illustrata dalle serie di anomalie annuali di temperatura media, rispetto alla media climatologica 1961-1990. Il 2020, con un'anomalia media di +1.54°C è stato il quinto anno più caldo dal 1961. A partire dal 1985 le anomalie sono state sempre positive, ad eccezione del 1991 e del 1996. Il 2020 è stato il ventiquattresimo anno consecutivo con anomalia positiva rispetto alla norma; il decennio 2011-2020 è stato il più caldo dal 1961.

L'anomalia della temperatura massima è stata più elevata di quella della temperatura minima, come accaduto negli ultimi anni.

Nella seguente tabella sono riportate le stime aggiornate dei trend di temperatura calcolati con un modello di regressione lineare. Poiché si fa risalire all'inizio degli anni '80 un cambiamento del trend di temperatura, quando ha inizio un periodo caratterizzato da un riscaldamento più marcato nel corso dell'ultimo secolo, i trend sono calcolati sul periodo 1981-2020. Il rateo di variazione della temperatura massima (+0.42 ± 0.06°C / 10 anni) è maggiore di quello della temperatura minima (+0.35 ± 0.04°C / 10



anni). Su base stagionale i trend di aumento della temperatura più forti si registrano in estate ($+0.50 \pm 0.08^\circ\text{C} / 10$ anni) e primavera ($+0.44 \pm 0.10^\circ\text{C} / 10$ anni). Il trend relativo all'estate risulta leggermente inferiore a quello stimato nel 2019 ($+0.52 \pm 0.10^\circ\text{C} / 10$ anni), il trend relativo all'inverno ($+0.35 \pm 0.12^\circ\text{C} / 10$ anni) è invece superiore a quello stimato nel 2019 ($0.29 \pm 0.12^\circ\text{C} / 10$ anni), ma comunque all'interno di una deviazione standard. Tutti i trend sono statisticamente significativi.

INDICATORE	TREND ($^\circ\text{C}/10$ anni)
Temperatura media	$+0.39 \pm 0.05$
Temperatura minima	$+0.35 \pm 0.04$
Temperatura massima	$+0.42 \pm 0.06$
Temperatura media inverno	$+0.35 \pm 0.10$
Temperatura media primavera	$+0.44 \pm 0.10$
Temperatura media estate	$+0.50 \pm 0.08$
Temperatura media autunno	$+0.29 \pm 0.09$

Tabella 17 - Trend (e relativo errore standard) della temperatura in Italia dal 1981 al 2020, stimati con un modello di regressione lineare semplice. Tutti i trend sono statisticamente significativi

In via generale, gli indicatori climatici di eventi estremi sembrano delineare una tendenza all'aridità con diminuzione dei giorni di gelo e contestuale aumento di notti tropicali, giorni estivi e ondate di calore.

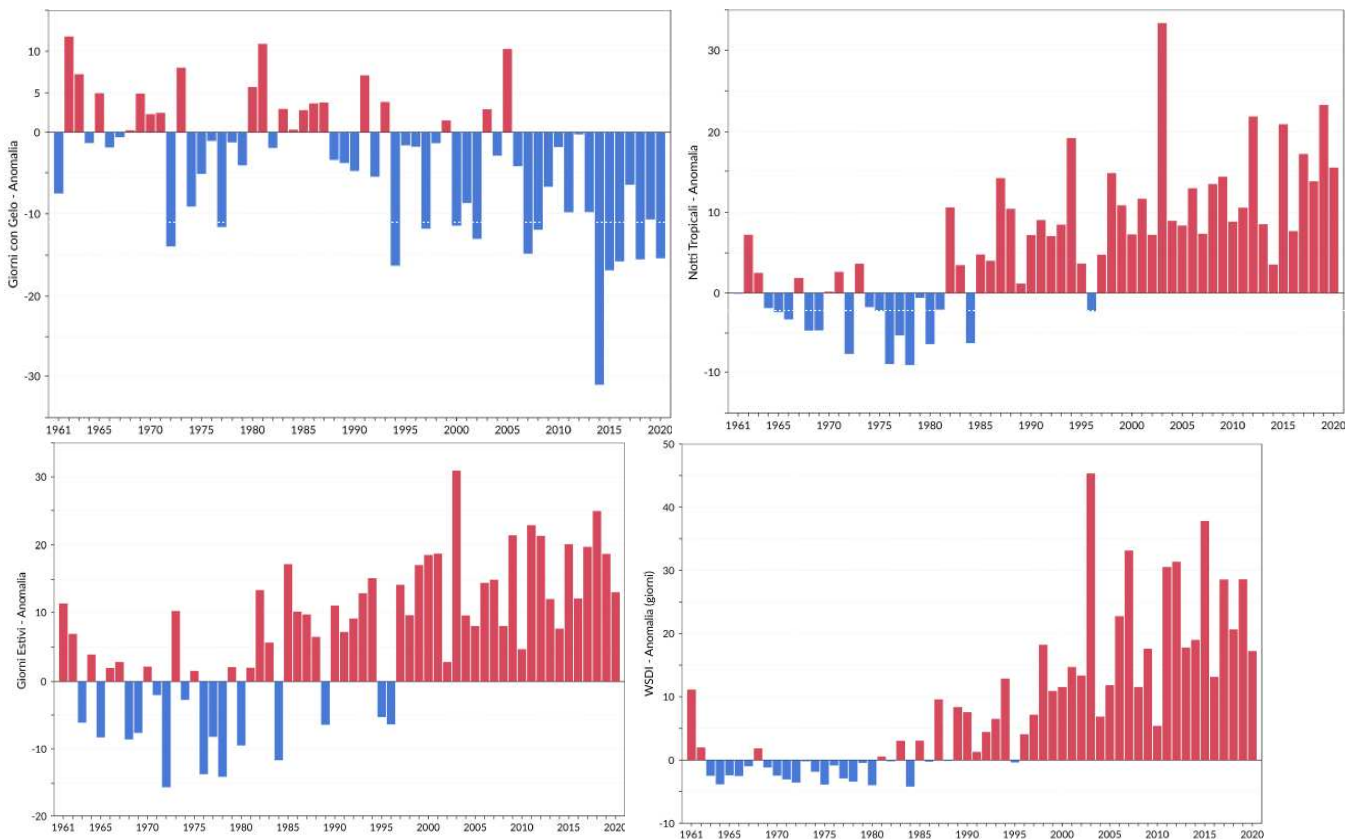


Figura 53 - Serie delle anomalie medie annuali in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (numero di giorni con gelo, numero di notti tropicali, numero di giorni estivi, numero di notti calde)

Nel documento è anche analizzata la variabilità del regime pluviometrico. Le precipitazioni cumulate annuali del 2020 sono state complessivamente inferiori alla media climatologica del 5% circa, con differenze tra le diverse aree del territorio italiano. Anomalie negative sono state registrate al Sud e Isole (-10%) e al Centro (-7%); al Nord la precipitazione cumulata annuale è stata prossima alla norma. Sull'intero territorio nazionale i mesi mediamente più

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.			MANDANTI   	REV. A	FOGLIO 87 di 102
						Data 10/2023

secchi sono stati gennaio (-75%) e febbraio (-77%), seguiti da aprile e maggio, mentre dicembre è stato il mese mediamente più piovoso, con un'anomalia di +109%. Al Nord il mese più piovoso si conferma dicembre, con un picco di anomalia positiva di +182%, seguito da ottobre (+69%) e giugno (+50%); anche al Centro il mese più piovoso si conferma dicembre, con un picco di anomalia positiva di +92%, seguito da giugno (+45%); al Sud e Isole i mesi relativamente più piovosi sono stati settembre (+67%) e luglio (+58%). Novembre è stato il mese più secco al Nord (-85%), gennaio al Centro (-69%) e al Sud e Isole (-78%).

La precipitazione cumulata annuale è stata inferiore al valore normale su gran parte del territorio nazionale. Le anomalie negative di precipitazione sono state particolarmente elevate (fino a -80% circa) sull'estremo arco alpino occidentale, su Emilia Romagna, Lazio, Campania, Calabria e Sicilia. In alcune aree le precipitazioni sono state invece superiori alla norma; le anomalie positive più intense si sono avute sull'arco alpino centrale ed orientale (interessando parte della Lombardia, e soprattutto Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia), Liguria e primo tratto dell'Appennino tosco-emiliano.

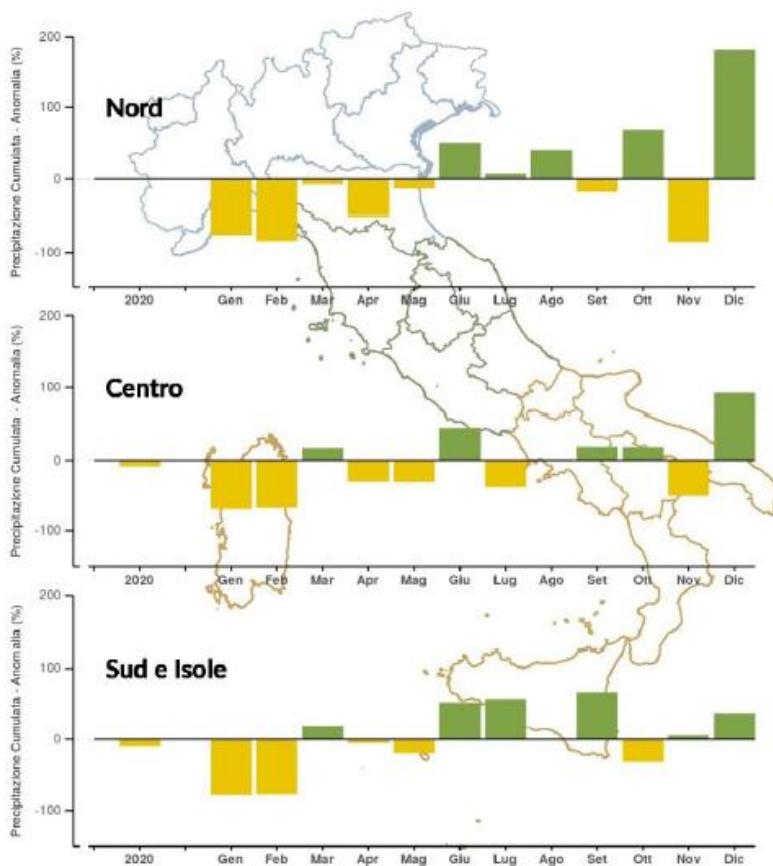


Figura 54 - Anomalia media mensile ed annuale 2020, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata Nord, Centro, Sud e Isole, rispetto al valore normale 1961-1990.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ENERGIA VALLE ARDENNE	A	88 di 102
			Data 10/2023	

La seguente tabella riporta i trend delle precipitazioni cumulate annuali dal 1961 al 2020 suddivisi tra nord, centro e sud. Il valore è espresso come % ogni 10 anni. Si evidenzia come in tutti i casi non risultano tendenze statisticamente significative.

PRECIPITAZIONE CUMULATA	TREND (%/10 anni)
ANNUALE	
Italia	(0.0 ± 0.1)
Nord	(+0.5 ± 1.1)
Centro	(-1.0 ± 1.1)
Sud e Isole	(+0.2 ± 1.2)
STAGIONALE (Italia)	
Inverno	(-2.2 ± 2.1)
Primavera	(+1.0 ± 1.4)
Estate	(-1.3 ± 2.2)
Autunno	(+2.0 ± 1.9)

Tabella 18 - Trend (e relativo errore standard) delle precipitazioni cumulate dal 1961 al 2020 stimati con il modello di regressione lineare semplice. In tutti i casi non risultano tendenze statisticamente significative.

Per valutare l'andamento della frequenza, dell'intensità e dei valori estremi di precipitazione, sono stati presi in considerazione alcuni indici rappresentativi delle anomalie relative alle precipitazioni massime giornaliere, l'R10mm (numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori o uguali a 10 mm) e l'R95p (precipitazioni nei giorni molto piovosi: somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere nei giorni piovosi nel periodo climatologico 1971-2000). Complessivamente, dall'analisi delle serie temporali di questi indici, sulla base delle stazioni disponibili, non emergono segnali netti di variazioni della frequenza e della intensità delle precipitazioni nel medio-lungo periodo.

Dall'analisi emerge che nel 2020 al Centro sono state registrate anomalie negative degli indici di precipitazione.

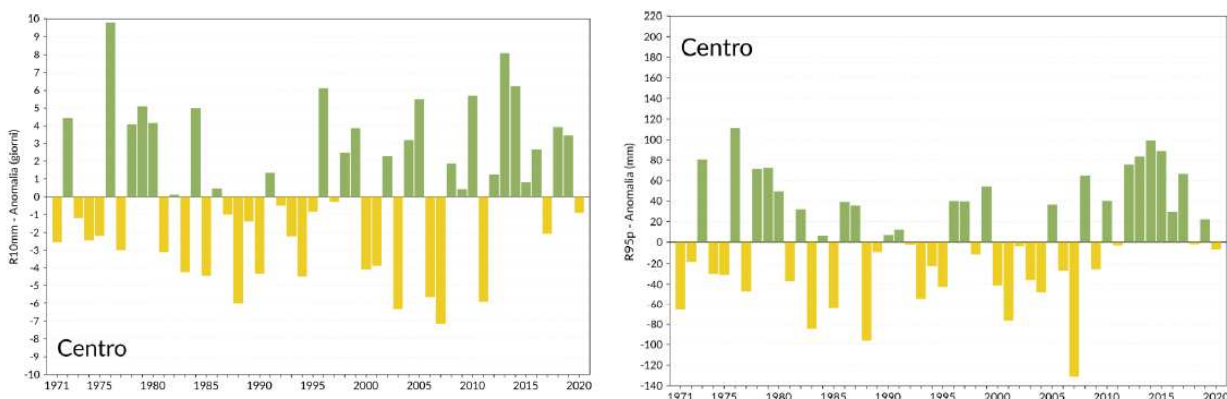


Figura 55 - Serie delle anomalie medie nel Centro Italia, del numero di giorni nell'anno con precipitazione superiore o uguale a 10 mm (R10mm) e delle precipitazioni nei giorni molto piovosi (R95p), rispetto al valore normale 1971-2000.

Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici

Una fonte importante di sintesi dello stato dell'arte degli studi sui Cambiamenti Climatici in Italia è il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici (PNACC), attualmente in fase di avanzata elaborazione, di cui però non esiste ancora una versione definitiva (ad oggi è disponibile la documentazione redatta nel 2017). Il Piano, elaborato dal Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, riassume il quadro aggiornato delle tendenze climatiche in atto a livello nazionale e dei possibili scenari futuri e individua le possibili azioni di adattamento e i relativi strumenti di monitoraggio e valutazione dell'efficacia; di seguito se ne riassume i principali contenuti.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 89 di 102
	MANDATARIA  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  EITVIA s.r.l. ENERGIA VALLE D'AOSTA  sinèrgo  VA D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

Nello studio sono state individuate, tramite la tecnica statistica della *cluster analysis*, le porzioni del territorio nazionale che potrebbero essere esposte a variazioni climatiche simili rapportandole ad una condizione climatica presente. Tali porzioni sono state definite “aree climatiche omogenee nazionali”.

Il metodo di lavoro è stato basato sui seguenti passi:

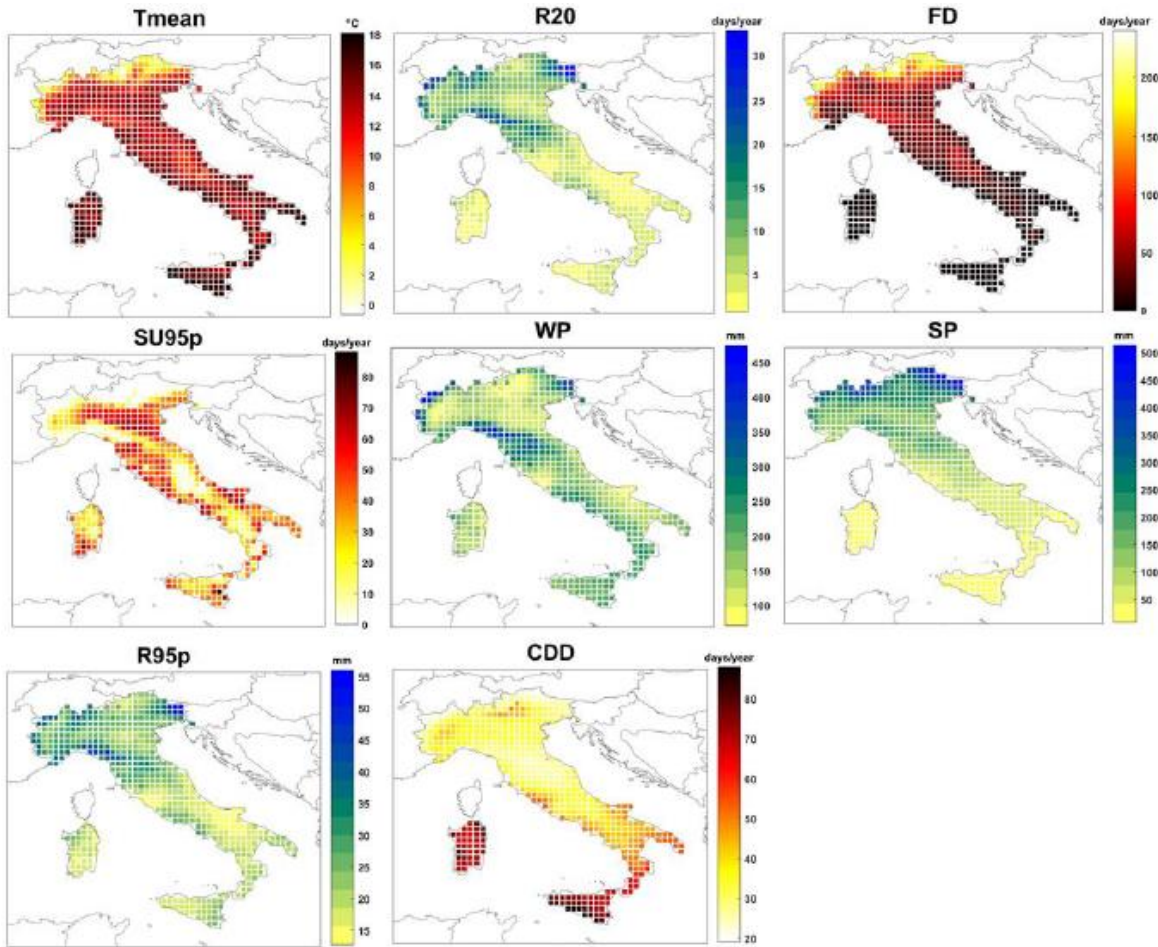
- individuazione di sei “macroregioni climatiche omogenee”: porzioni di territorio in cui sono state osservate condizioni climatiche simili negli ultimi trent’anni (1981-2010). Tale individuazione è stata effettuata tramite la *cluster analysis* applicata ad un set di indicatori climatici (cfr. tabella seguente);

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media annuale	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Giorni di precipitazione intense	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Frost days	FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C	(giorni/anno)
Summer days	SU95p	Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS)	(giorni/anno)
Cumulata delle precipitazioni invernali	WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio)	(mm)
Cumulata delle precipitazioni estive	SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto)	(mm)
Copertura nevosa	SC	Media annuale del numero di giorni per cui l’ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm	(giorni/anno)
Evaporazione	Evap	Evaporazione cumulata annuale	(mm/anno)
Consecutive dry days	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno	(giorni/anno)
95° percentile della precipitazione	R95p	95° percentile della precipitazione	(mm)

- analisi delle anomalie climatiche attese per il XXI secolo in termini di proiezioni di temperature e precipitazioni medie stagionali, considerando due trentenni (2021-2050 e 2071-2100) e due diversi scenari climatici RCP (RCP4.5 ed RCP8.5) a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM;
- zonazione delle anomalie climatiche sulla base delle variazioni climatiche attese per il periodo 2021-2050 (RCP4.5 ed RCP8.5) per gli indicatori selezionati;
- individuazione di “aree climatiche omogenee”, attraverso la sovrapposizione delle macroregioni climatiche omogenee e della zonazione delle anomalie, per definire aree con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ENEA ENERGIA VALLE D'AOSTA	A	90 di 102
			Data 10/2023	

Nella figura seguente sono riportate le mappe degli indicatori climatici calcolate per il territorio nazionale. Gli indicatori sono stati raggruppati attraverso metodologie di *cluster analysis*, la quale ha condotto a definire sei “macroregioni climatiche omogenee” nell’arco temporale considerato (1981-2010). Ciascuna macroregione si caratterizza per valori simili degli indicatori considerati; i valori medi di questi ultimi per ciascuna macroregione sono illustrati in Tabella 19.



	Temperatura media annuale – Tmean (°C)	Giorni con precipitazioni intense – R20 (giorni/anno)	Frost days – FD (giorni/anno)	Summer days – SU95p (giorni/anno)	Precipitazioni invernali cumulate – WP (mm)	Precipitazioni cumulate estive – SP (mm)	95° percentile precipitazioni – R95p (mm)	Consecutive dry days – CDD (giorni)
Macroregione 1 Prealpi e Appennino settentrionale	13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187 (±61)	168 (±47)	28	33 (±6)
Macroregione 2 Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale	14.6 (±0.7)	4 (±1)	25 (±9)	50 (±13)	148 (±55)	85 (±30)	20	40 (±8)
Macroregione 3 Appennino centro-meridionale	12.2 (±0.5)	4 (±1)	35 (±12)	15 (±8)	182 (±55)	76 (±28)	19	38 (±9)
Macroregione 4 Area alpine	5.7 (±0.6)	10 (±3)	152 (±9)	1 (±1)	143 (±47)	286 (±56)	25	32 (±8)
Macroregione 5 Italia centro-settentrionale	8.3 (±0.6)	21 (±3)	112 (±12)	8 (±5)	321 (±89)	279 (±56)	40	28 (±5)
Macroregione 6 Aree insulari ed estremo sud Italia	16 (±0.6)	3 (±1)	2 (±2)	35 (±11)	179 (±61)	21 (±13)	19	70 (±16)

Tabella 19 - Valori medi e deviazione standard degli indicatori per ciascuna macroregione individuata

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ETEVA ENERGIA VALLE D'AOSTA sinèrgo DIREZIONE REGIONALE D_VA D Vision Architecture	A	91 di 102
			Data 10/2023	

La Figura 56 riporta la zonazione climatica. L'area in esame ricade nella macroregione 1 definita come "Prealpi e Appennino Settentrionale", caratterizzata da valori intermedi per quanto riguarda le precipitazioni cumulate invernali ed estive e da valori elevati, rispetto ad altre aree, per i fenomeni di precipitazione estremi (R20 ed R95p). Dopo la macroregione 2 risulta essere la zona del Nord Italia con il numero maggiore di *summer days* ovvero con il numero di giorni in cui la temperatura massima ha un valore superiore al valore di soglia considerato (95esimo percentile).

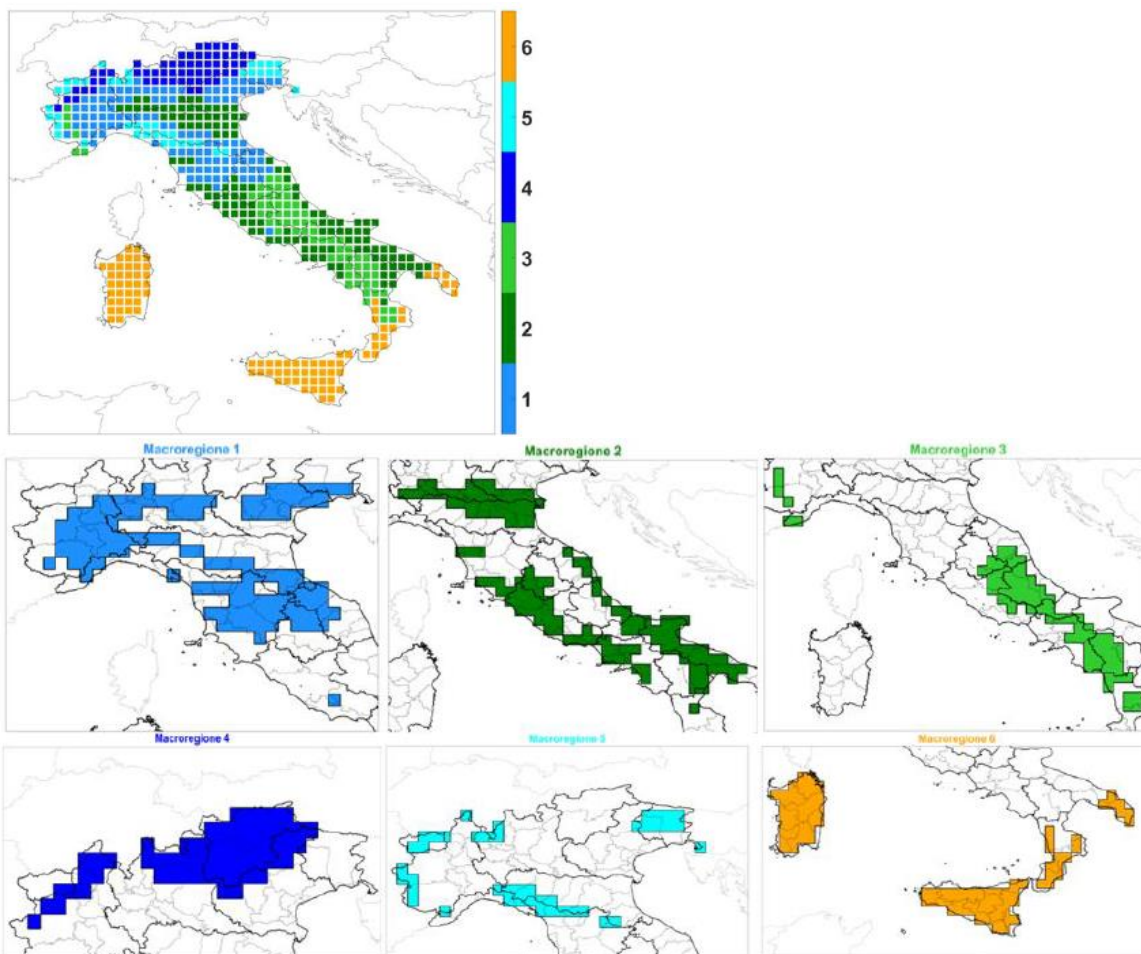


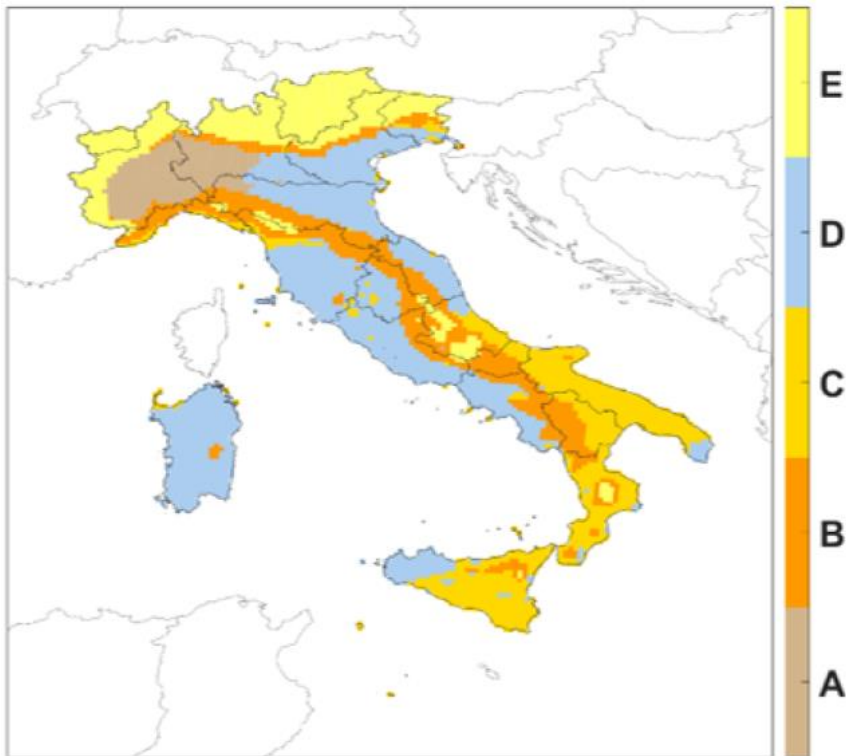
Figura 56 – Zonizzazione climatica nazionale di cui al PNACC

Lo step successivo nello studio è stato quello di individuare aree del territorio italiano omogenee in termini di anomalie climatiche. Nello specifico sono state valutate:

- le variazioni stagionali di temperatura e precipitazione per il medio (2021-2050) e lungo periodo (2071-2100);
- le anomalie trentennali (2021-2050 vs 1981-2010) degli indicatori selezionati per l'analisi della condizione climatica futura.

Tale analisi ha portato alla suddivisione del territorio nazionale in 5 cluster di anomalie (da "A" ad "E") così come di seguito rappresentati (per gli scenari considerati RCP4.5 ed RCP8.5).

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI ENERGIA VALLE D'AOSTA	A	92 di 102
			Data 10/2023	



CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.4	-1	-20	18	-4	-27	-12	-6	1
B	1.3	-1	-19	9	-2	-24	-8	-3	3
C	1.2	0	-6	12	-5	-18	-1	-3	4
D	1.2	1	-9	14	8	-25	-1	-2	11
E	1.2	-2	-20	1	-8	-15	-21	1	-1

Figura 57 - Scenario RCP4.5: mappa dei cluster individuati e valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP4.5 2021-2050 vs 1981-2010).

Per lo scenario RCP4.5 l'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche.

Cluster A (caldo-secco estivo): il cluster è caratterizzato da un aumento significativo dei *summer days* (di 18 giorni/anno) e da una riduzione delle precipitazioni invernali e, soprattutto, di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 27%). Il cluster A presenta una riduzione rilevante anche dei *frost days*, della copertura nevosa e dell'evaporazione.

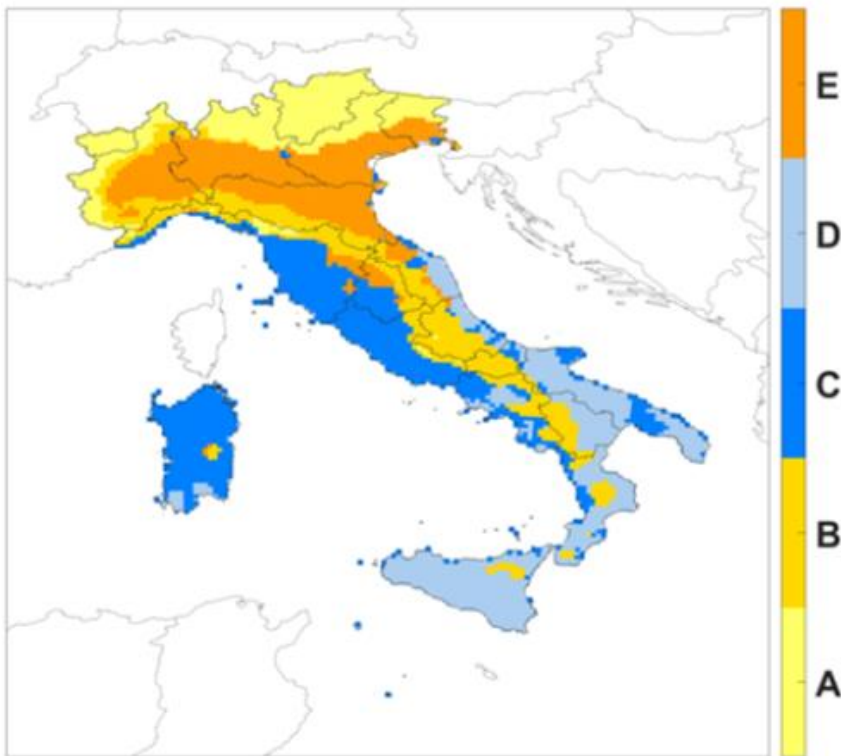
Cluster B (caldo invernale-secco estivo): analogamente al cluster A, è interessato da una riduzione sia delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 24%) sia dei *frost days* (di 19 giorni/anno). Si osserva anche una moderata riduzione della copertura nevosa (di 8 giorni/anno).

Cluster C (secco): in questo cluster si osserva una riduzione delle precipitazioni invernali, a cui si aggiunge anche la riduzione, sebbene di minor entità, di quelle estive. Inoltre, si ha un aumento moderato dei *summer days* (di 12 giorni/anno).

Cluster D (piovoso invernale-secco estivo): il cluster D è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari all'8%) e da una riduzione notevole di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 25%). In generale si ha un aumento significativo sia dei fenomeni di precipitazione estremi (R95p) sia dei *summer days* (di 14 giorni/anno).

Cluster E (secco-caldo invernale): si osserva una riduzione generale dei fenomeni di precipitazione. Inoltre, si osserva una riduzione significativa dei *frost days* (di 20 giorni/anno) e della copertura nevosa (di 21 giorni/anno).

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE MANDATARIA  MANDANTI   	REV. A	FOGLIO 93 di 102
		Data 10/2023	



CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.5	1	-23	1	13	-11	-20	2	5
B	1.6	0	-28	8	2	-7	-18	1	6
C	1.5	1	-14	12	7	3	-1	2	13
D	1.5	0	-10	14	-4	14	-1	-8	6
E	1.5	1	-27	14	16	-14	-9	2	9

Figura 58 - Scenario RCP8.5: mappa dei cluster individuati e valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP8.5 2021-2050 vs 1981-2010).

Per lo scenario RCP 8.5 l'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche.

Cluster A (piovoso invernale-secco estivo): il cluster A è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari al 13%) e da una riduzione di quelle estive (valore medio della riduzione pari all'11%). Inoltre si osserva una riduzione significativa sia dei *frost days* (di 23 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 20 giorni/anno).

Cluster B (caldo invernale): il cluster B è interessato da una riduzione significativa sia dei *frost days* (di 28 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 18 giorni/anno). Inoltre si osserva una riduzione moderata delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 7%).

Cluster C (piovoso-caldo estivo): il cluster C è interessato da un aumento sia delle precipitazioni invernali che di quelle estive e da un aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 13%). Infine, si osserva un aumento rilevante dei *summer days* (di 12 giorni/anno).

Cluster D (secco invernale-caldo estivo): per il cluster D si osserva una complessiva riduzione di precipitazioni invernali e un aumento rilevante di quelle estive (si tenga conto che si tratta di valori percentuali calcolati rispetto a valori assoluti di precipitazione estiva caratteristici bassi). Inoltre si ha un aumento notevole dei *summer days* (di 14 giorni/anno) ed una riduzione complessiva dell'evaporazione (valore medio della riduzione pari all'8%).

Cluster E (caldo-piovoso invernale-secco estivo): il cluster risulta caratterizzato da un aumento significativo sia dei *summer days* (di 14 giorni/anno) che dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 9%). Inoltre si osserva una rilevante riduzione delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 14%) ed un

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VA D_VisionArchitecture	A	94 di 102
			Data 10/2023	

aumento significativo delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari al 16%). Il cluster E presenta anche una notevole riduzione dei *frost days* (di 27 giorni/anno).

Infine, dall'intersezione delle 6 macroregioni climatiche omogenee identificate con l'analisi del clima attuale ed i 5 cluster di anomalie, scaturiscono 13 principali "aree climatiche omogenee" per i due scenari (RCP4.5 e RCP8.5), ovvero sia le aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura; di seguito se ne riassumono le principali caratteristiche.

Macroregioni climatiche omogenee	Descrizione delle aree climatiche omogenee principali che ricadono nelle macroregioni considerando lo scenario RCP4.5
1	<i>Aree climatiche omogenee: 1A, 1B e 1D.</i> <i>Anomalie principali:</i> in generale, per l'intera macroregione 1, si ha una riduzione rilevante delle precipitazioni estive e dei <i>frost days</i> . In particolare la macroregione 1 risulta piuttosto eterogenea in termini di aree climatiche omogenee presenti.
2	<i>Aree climatiche omogenee 2A, 2C, 2D.</i> <i>Anomalie principali:</i> il versante tirrenico e la maggior parte della Pianura Padana sono interessati da un aumento delle precipitazioni invernali e da una riduzione di quelle estive. Invece, per la parte ovest della pianura Padana e il versante adriatico, si osserva una riduzione sia delle precipitazioni estive che di quelle invernali. In generale si ha un aumento significativo dei <i>summer days</i> per l'intera macroregione 2.
3	<i>Aree climatiche omogenee: 3B, 3E.</i> <i>Anomalie principali:</i> per l'Appennino centro-meridionale si osserva una marcata riduzione delle precipitazioni estive, con l'area più interna caratterizzata da una riduzione delle precipitazioni sia estive che invernali. L'intera macroregione 3 presenta una riduzione complessiva dei <i>frost day</i> .
4	<i>Aree climatiche omogenee: 4E.</i> <i>Anomalie principali:</i> si osserva una riduzione degli eventi estremi, una riduzione complessiva dei <i>frost days</i> e della copertura nevosa.
5	<i>Aree climatiche omogenee: 5B, 5E.</i> <i>Anomalie principali:</i> all'interno della macroregione 5, caratterizzata in base al periodo di riferimento dai valori più rilevanti di precipitazione, si assiste ad una riduzione significativa delle precipitazioni e dei <i>frost days</i> .
6	<i>Aree climatiche omogenee: 6C, 6D.</i> <i>Anomalie principali:</i> per l'intera macroregione 6, area più calda e secca rispetto al periodo di riferimento, si osserva una complessiva riduzione delle precipitazioni estive ed un aumento moderato dei <i>summer days</i> . Inoltre la Sardegna e parte della Sicilia sono caratterizzate da un aumento delle precipitazioni invernali.

Tabella 20 - Descrizione delle macroregioni climatiche omogenee, RCP4.5 (PNACC)

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV.	FOGLIO
	MANDATARIA  Progetto Infrastruttura Territorio s.r.l.	MANDANTI    D_VA D_VisionArchitecture	A	95 di 102
			Data 10/2023	

Macroregioni climatiche omogenee	Descrizione delle aree climatiche omogenee principali che ricadono nelle macroregioni considerando lo scenario RCP8.5
1	<i>Aree climatiche omogenee: 1B, 1C e 1E.</i> <i>Anomalie principali:</i> Nella parte dell'area che ricade in Toscana si assiste ad un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione e degli estremi. Le restanti aree sono interessate da una riduzione delle precipitazioni estive ed aumento di quelle invernali. In generale si ha una riduzione dei <i>frost days</i> , più rilevante rispetto all'RCP4.5.
2	<i>Aree climatiche omogenee: 2C, 2D, 2E.</i> <i>Anomalie principali:</i> per quanto riguarda la pianura Padana si assiste ad una riduzione delle precipitazioni estive e ad un aumento rilevante di quelle invernali; le restanti aree della macroregione 2 sono caratterizzate da un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione anche estremi. In generale si ha un aumento significativo dei <i>summer days</i> , come per lo scenario RCP4.5.
3	<i>Aree climatiche omogenee: 3B, 3C, 3D.</i> <i>Anomalie principali:</i> per tutta la macroregione 3 si osserva una riduzione significativa dei <i>frost days</i> (maggiore rispetto all'RCP4.5). Per l'Appennino centro-meridionale si ha in generale una riduzione delle precipitazioni estive, mentre per le aree più esterne si assiste ad un aumento delle precipitazioni estive e dei fenomeni di precipitazione estremi.
4	<i>Aree climatiche omogenee: 4A.</i> <i>Anomalie principali:</i> si osserva una riduzione delle precipitazioni estive e un aumento di quelle invernali. Inoltre si ha una riduzione generale sia dei <i>frost days</i> che della copertura nevosa, come per lo scenario RCP4.5.
5	<i>Aree climatiche omogenee: 5A.</i> <i>Anomalie principali:</i> la macroregione 5, caratterizzata in base al periodo di riferimento dai valori più significativi di precipitazione, risulta caratterizzata da un aumento delle precipitazioni invernali e da una riduzione delle precipitazioni estive.
6	<i>Aree climatiche omogenee: 6C, 6D.</i> <i>Anomalie principali:</i> si osserva un aumento significativo degli eventi estremi e in generale delle precipitazioni estive, in opposizione a quanto osservato per lo scenario RCP4.5.

Tabella 21 - Descrizione delle macroregioni climatiche omogenee, RCP8.5 (PNACC)

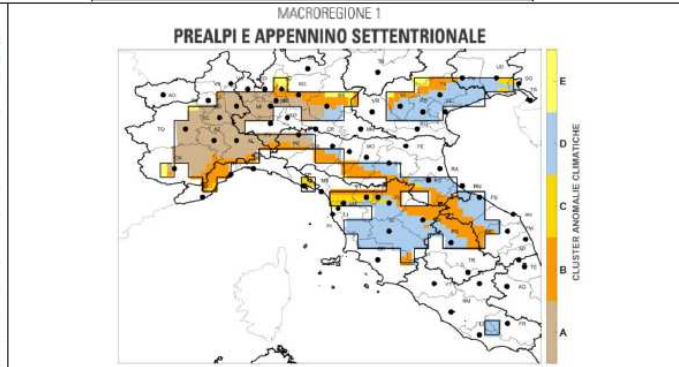
A seguire, si riportano le risultanze dello studio per entrambi gli scenari di cui si è detto, per la macroregione n. 1 a cui afferisce l'area di Rufina: include le Prealpi e l'Appennino settentrionale; l'area è caratterizzata da valori intermedi di precipitazioni invernali ed estive (dati climatici osservati) rispetto alle altre macroregioni climatiche e valori elevati di indicatori relativi ai fenomeni di precipitazione estremi (R20 e R95p). In rosso, sono evidenziati i dati e le informazioni riferite all'area in esame.

Temperatura media annua Tmean (°C)	Precipitazioni intense R20 (n. giorni/anno con precipitazioni >20mm)	Giorni con gelo FD (n. giorni/anno con Tmean <0°C)	Giorni estivi SU95p (n. giorni/anno con Tmax > 29.2 °C)	Cumulata delle precipitazioni invernali WP (mm)	Cumulata delle precipitazioni estive SP (mm)	95° percentile della precipitazione R95p (mm)	Numero massimo di giorni asciutti consecutivi CDD (giorni/anno)
13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187 (±61)	168 (±47)	28	33 (±6)

RCP 4.5--Aree climatiche omogenee: 1A, 1B e 1D.

Anomalie principali: La macroregione 1 risulta essere piuttosto eterogenea in termini di aree climatiche omogenee presenti. Le proiezioni indicano una riduzione rilevante delle precipitazioni estive e dei giorni con gelo e un incremento dei giorni con temperature superiori a 29.2°C (giorni estivi).

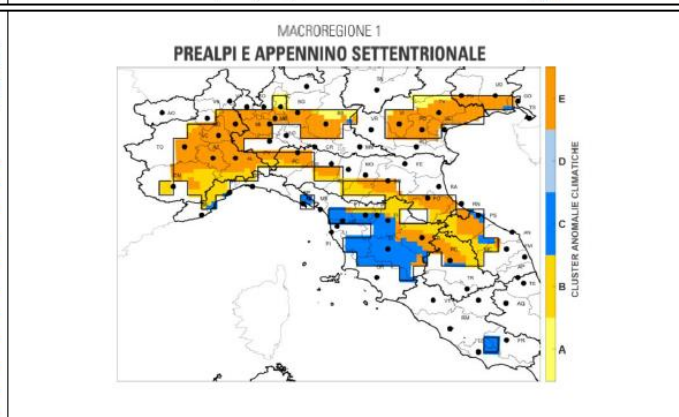
	A	B	D
Tmean (°C)	1.4	1.3	1.2
R20 (giorni/anno)	-1	-1	1
FD (giorni/anno)	-20	-19	-9
SU95p (giorni/anno)	18	9	14
WP (mm) (%)	-4	-2	8
SP (mm) (%)	-27	-24	-25
SC (giorni/anno)	-12	-8	-1
Evap (mm/anno) (%)	-6	-3	-2
R95p (mm) (%)	1	3	11



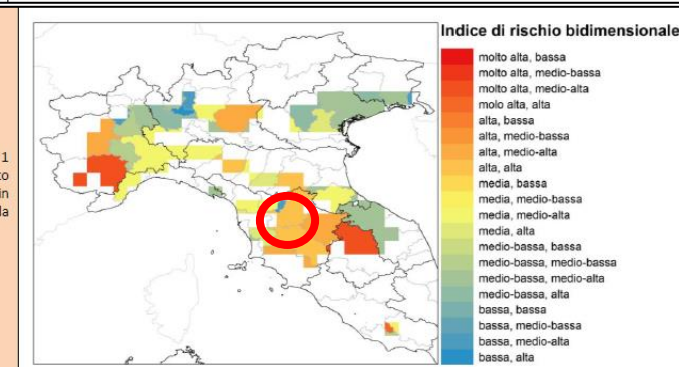
RCP 8.5--Aree climatiche omogenee: 1B, 1C e 1E.

Anomalie principali: Nell'area che ricade in Toscana si assiste ad un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione stagionali e degli estremi. Nelle altre aree è attesa una riduzione delle precipitazioni estive ed un aumento di quelle invernali. Si ha una riduzione dei giorni con gelo più rilevante rispetto all'RCP4.5.

	B	C	E
Tmean (°C)	1.6	1.5	1.5
R20 (giorni/anno)	0	1	1
FD (giorni/anno)	-28	-14	-27
SU95p (giorni/anno)	8	12	14
WP (mm) (%)	2	7	16
SP (mm) (%)	-7	3	-14
SC (giorni/anno)	-18	-1	-9
Evap (mm/anno) (%)	1	2	2
R95p (mm) (%)	6	13	9



INDICAZIONE DELLA PROPENSIONE AL RISCHIO: Le aree della macroregione 1 presentano valori di propensione al rischio attesi per il periodo 2021-2050 molto eterogenei. Valori di propensione al rischio alti e medio-alti sono localizzati in prevalenza nelle province centro-settentrionali e nord-occidentali caratterizzate da impatti potenziali molto alti e bassa capacità adattativa.



SETTORE	MINACCE	OPPORTUNITA	LIVELLO DI IMPATTO POTENZIALE
Trasporti	Allagamento delle infrastrutture di trasporto terrestri; aumento del rischio per pavimentazioni bagnate; cedimento di argini e terrapieni; erosione alla base dei ponti; impatti indiretti legati alla stabilità dei versanti. Diminuzione del mantenimento dei livelli di qualità ambientale (raffrescamento) nel trasporto pubblico su gomma e ferroviario in seguito ad ondate di calore.	Effetti positivi sulla manutenzione di strade e ferrovie. Incremento dei periodi utili di costruzione dovuti a innalzamenti delle temperature nei mesi invernali.	ALTO

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE MANDATARIA  MANDANTI   		REV. A	FOGLIO 97 di 102
			Data 10/2023	

7.2 Impatti

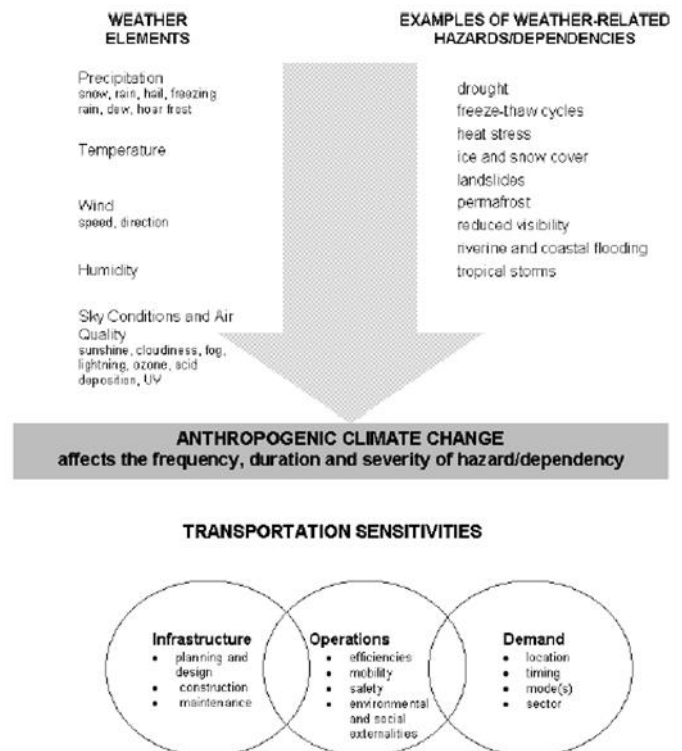
Si specifica che per quanto riguarda la componente in oggetto sono stati analizzati possibili fenomeni locali riscontrabili nell'ambito di interventi similari legati ai trend climatici già evidenti allo stato attuale, quali l'aumento delle temperature invernali ed estive, l'aumento delle precipitazioni e delle alluvioni, con l'obiettivo di fornire indirizzi ai successivi approfondimenti progettuali, secondo criteri di resilienza ed adattamento climatico.

Non si tratta pertanto di impatti determinati dall'intervento, ma possibili scenari rispetto ai quali l'intervento dovrà misurarsi.

I cambiamenti climatici in atto interagiscono inevitabilmente con il sistema naturale e antropico nel suo complesso, determinando opportunità e minacce che richiedono una profonda consapevolezza per una loro corretta gestione. La mobilità è uno dei cardini di ogni sistema economico e sociale, la movimentazione di persone e merci è fondamentale per la produzione di beni e per una buona qualità della vita delle popolazioni. Il rapporto tra mobilità e cambiamenti climatici è complesso: da un lato il contributo emissivo dei trasporti risulta secondo per dimensione alla sola industria energetica ed il suo peso percentuale è in aumento (ancorché in diminuzione in termini assoluti) all'interno del totale delle emissioni. Dall'altro il sistema dei trasporti è sempre più sottoposto alle variazioni climatiche ed inizia a mostrare situazioni di criticità, per ora, limitate nella durata e nell'estensione.

Gli impatti sul sistema dei trasporti riconducibili ai cambiamenti climatici possono essere di tipo diretto o indiretto. Con impatto diretto si indica un effetto del cambiamento climatico che incide direttamente sul funzionamento del sistema, ad esempio una pioggia di eccezionale intensità che manda in crisi il sistema di smaltimento delle acque meteoriche. Impatti indiretti sono viceversa quelli che innescano fenomeni che possono interagire negativamente sul sistema dei trasporti, ad esempio l'aumento della probabilità di dissesti idrogeologici dovuti alle variazioni del regime pluviometrico, costituiscono impatti a sé stanti, che possono coinvolgere il territorio edificato così come il sistema della mobilità.

Il cambiamento climatico si manifesta sia come lenta modifica dei valori medi sia come alterazione delle probabilità di ricorrenza di eventi estremi. Entrambi questi aspetti possono mettere sotto stress il sistema della mobilità. La figura a margine è rappresentativa degli aspetti dei trasporti potenzialmente sensibili ai cambiamenti climatici. Nella seguente tabella, sulla base delle informazioni contenute nell'Allegato 2 del PNACC, si riportano i principali impatti associati ai fenomeni che accompagnano i cambiamenti climatici in atto.



CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE		REV. A	FOGLIO 98 di 102
	MANDATARIA  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	MANDANTI  CEMVA s.r.l. ENERGIA VALLE D'AOSTA  sinèrgo  D_VA D_VisionArchitecture	Data 10/2023	

Fenomeno	Impatti associati
Aumento delle temperature estive	<p>L'aumento delle temperature estive interessa le infrastrutture di trasporto per le quali la resistenza dei materiali e della struttura è vulnerabile alla temperatura. In particolare il fenomeno si manifesta, e nel caso accentua, laddove sono presenti superfici estese ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • superfici stradali asfaltate importanti (autostrade e strade a più corsie); • piste aeroportuali; • piazzali di sosta o di manovra (nelle città, nei nodi di interscambio, nei porti e negli aeroporti). <p>Gli effetti dell'aumento della temperatura possono indurre una modificazione delle caratteristiche funzionali delle pavimentazioni e determinarne quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • un degrado accelerato nel tempo (che richiede interventi manutentivi più importanti o ravvicinati); • una riduzione della sicurezza nell'uso della struttura ad esempio per variazione del rapporto di aderenza tra la superficie pavimentata e la ruota. <p>La presenza di superfici asfaltate (scure) inoltre accentua il surriscaldamento della superficie stessa e dell'ambiente circostante come evidenziato dagli studi legati all'isola di calore urbana. Gli impatti legati all'aumento delle temperature possono interessare anche le strade ferrate laddove l'espansione termica delle leghe dei binari arriva a deformarli. Una anche minima variazione dell'asse dei binari o della loro sagoma risulta particolarmente pericolosa per la sicurezza del servizio ferroviario, a maggior ragione all'interno della rete europea (e nazionale) di treni ad alta velocità. Una deformazione dei binari può portare in casi estremi al deragliamento, e più frequentemente ad una riduzione della velocità di percorrenza a garanzia della sicurezza, impattando quindi il livello di servizio ferroviario. L'innalzamento della temperatura impatta anche localmente, laddove esistono delle fragilità particolari nella struttura ad esempio nei giunti dei ponti e delle grandi strutture. A livello operativo l'aumento delle temperature può mettere a prova la performance di locomozione dei veicoli a motore termico. Questo aspetto viene inoltre aggravato dalla necessità, per il mantenimento di un livello di qualità del servizio accettabile, dalla necessità di raffreddare gli ambienti per i passeggeri. Autobus e carrozze ferroviarie devono prevedere sistemi di raffreddamento efficiente che inducono un sovraccarico di lavoro per la meccanica dei veicoli (oltre che un aumento dei consumi energetici). Il raffreddamento interessa anche gli ambienti di attesa degli utenti, siano essi stazioni ferroviarie che metropolitane.</p> <p>L'aumento delle temperature comporta un disagio per gli utenti tale da influire sulla propensione alla ciclabilità e pedonalità, riducendo tale quota modale. Sebbene in Italia il peso del sistema di trasporto fluviale sia marginale, l'aumento delle temperature estive e fenomeni di siccità prolungate può riflettersi su una riduzione del livello dei bacini tale da mettere in difficoltà (e sospendere) tratte di trasporto fluviale. In particolare, il cambiamento climatico atteso nella macroregione padana si caratterizzerà per un diverso pattern di precipitazioni tali da incrementare sensibilmente variazioni di portata del fiume Po e quindi la profondità di acqua utile alla navigazione. Si renderanno pertanto necessarie azioni di dragaggio dell'alveo fluviale più frequenti e più profonde anche in funzione del maggiore pescaggio delle attuali navi cargo impiegate nella navigazione mercantile in modalità mare-fiume.</p>
Aumento delle temperature invernali	<p>L'aumento delle temperature invernali costituisce un potenziale impatto positivo sul sistema dei trasporti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • riduce il rischio di gelate e di conseguente danno della superficie asfaltata; • riduce quindi la necessità di manutenzione della struttura. <p>Ulteriori benefici da valutare rispetto alla riduzione degli eventi nevosi e dei giorni di freddo (gelo) sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • riduzione degli interventi di rimozione della neve; • riduzione degli interventi di applicazione sistemi antigelo; • aumento della sicurezza degli utenti alla guida; • aumento della propensione all'uso di modi non motorizzati (pedonalità e ciclabilità). <p>Tecnicamente la modifica delle temperature invernali deve essere considerata all'interno della progettazione dei lavori e delle realizzazioni di opere, in particolare per la posa degli asfalti bituminosi, nel cadenzare adeguatamente i periodi utili di costruzione.</p>

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE MANDATARIA  MANDANTI   	REV. A	FOGLIO 99 di 102
		Data 10/2023	

Aumento delle precipitazioni e delle alluvioni	<p>Gli impatti diretti dell'aumento delle precipitazioni (anche sotto forma di eventi estremi) sulle infrastrutture di trasporto sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'erosione alla base dei ponti o delle strutture di trasporto; • il cedimento di argini e terrapieni per erosione; • il danneggiamento delle superfici asfaltate per allagamento o erosione dovuto allo scorrimento delle acque (in particolare l'erosione accentua danni o imperfezioni preesistenti); • il drenaggio e la gestione delle acque pluviali raccolte su ampie superfici impermeabilizzate quali strade a più corsie, parcheggi, piazzali aeroportuali o portuali. <p>La gestione delle acque pluviali sulle superfici impermeabilizzate viene considerata un problema strutturale in quanto la relativa soluzione va affrontata adeguando l'infrastruttura o il relativo progetto, prevedendo sistemi di raccolto più capienti ed efficaci, valutando geometrie materiali e tecnologie utili a contenere gli allagamenti delle sedi pavimentate.</p> <p>Il rischio maggiore, collegato agli eventi piovosi estremi ed in generale all'aumento delle precipitazioni, è di natura indiretta: alterazioni del territorio quali frane e cedimenti che interessino le infrastrutture di trasporto. Tale aspetto è particolarmente rilevante in alcune zone del territorio nazionale, ma richiede una trattazione concertata con il settore relativo alla gestione del territorio e la difesa del suolo.</p> <p>A livello di operatività gli impatti principali che si manifestano sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'aumentato rischio nella circolazione veicolare per pavimentazioni bagnate (riduzione dell'aderenza e della visibilità); • la sospensione dell'operatività per allagamento delle infrastrutture quali strade, autostrade aeroportuali, e di sistemi ipogei; • difficoltà di circolazione pedonale e ciclistica nelle aree urbanizzate allagate; • la rimessa in funzione degli stessi sistemi richiede inoltre interventi straordinari di manutenzione e pulizia dei residui lasciati dall'allagamento.
Aumento valori estremi di ventosità e loro frequenza	<p>I fenomeni di aumento e di eventi estremi di ventosità possono creare danni alle strutture e sovrastrutture ferroviarie, nei porti (veicoli/macchine per la movimentazione, gru, gru a ponte) ed aeroporti (impianti quali antenne, sistemi di rilevamento). In generale la segnaletica verticale può subire danni e, se divelta, costituire essa stessa un pericolo. Per quanto riguarda l'operatività l'impatto si può esprimere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nelle fasi di decollo ed atterraggio degli aeromobili; • nella movimentazione delle merci (container) nei porti e negli interporti; • nell'aumentato rischio per la guida (sulle strade) in particolare per i mezzi pesanti; • disagio ed aumentato rischio per ciclabilità e pedonalità.
Degradamento del permafrost	<p>La variazione climatica relativa al degradamento del permafrost influisce sul sistema di trasporto all'interno di un quadro di degrado della stabilità del suolo. Il danneggiamento o l'alterazione delle caratteristiche della struttura stradale per cedimento del suolo - ed il relativo conseguente impatto sulla funzionalità del sistema - vanno trattati coerentemente all'impatto originale ovvero all'interno degli aspetti di difesa del suolo al fine di prevedere, evitare e contenere i cedimenti infrastrutturali.</p>

Tabella 22 - Impatti sul sistema dei trasporti, associati ai cambiamenti climatici (Allegato 2 PNACC)

Le figure riportate nelle due pagine seguenti, tratte dall'Allegato 4 del PNACC, sintetizzano graficamente le opportunità e le minacce della Macroregione 1 in cui ricade l'area in considerazione.

La tendenza indica come "stressor" climatici principali:

- l'aumento delle precipitazioni anche estreme, con possibili criticità in tutta l'area toscana;
- la riduzione dei *frosty days* invernali;
- la tendenza all'aumento delle temperature estive.

A fronte della tipologia del progetto in esame, le potenziali criticità legate al cambiamento climatico sono sostanzialmente rappresentate da:

- un degrado accelerato nel tempo ed una riduzione della sicurezza nell'uso delle superfici asfaltate (nuove viabilità e zone di parcheggio) dovuto all'innalzamento delle temperature;
- danneggiamento delle superfici asfaltate in presenza di eventi pluviometrici estremi;
- insufficiente drenaggio delle acque meteoriche dai piazzali e, in generale, sottodimensionamento dei sistemi di drenaggio in presenza di eventi anomali.

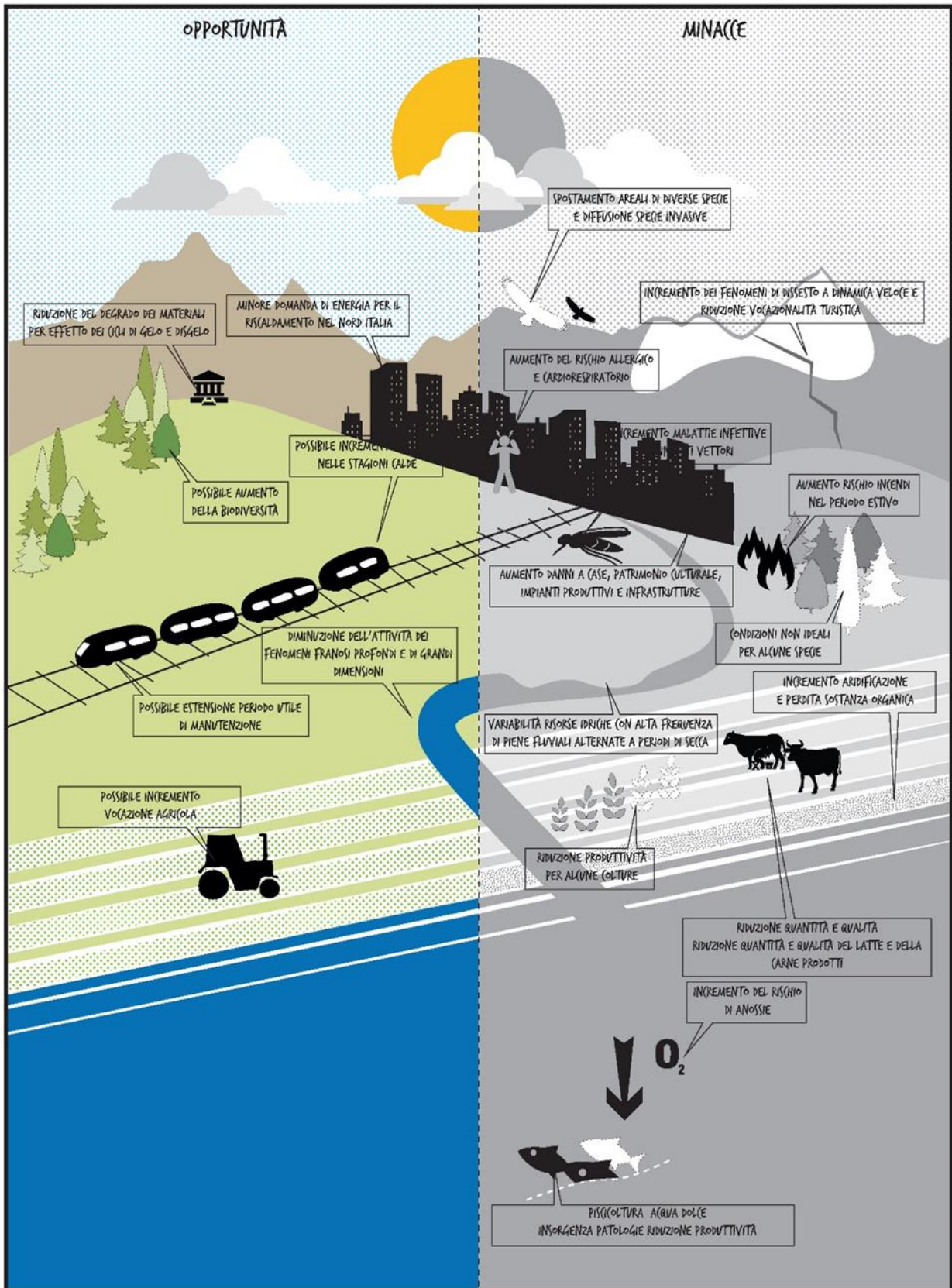
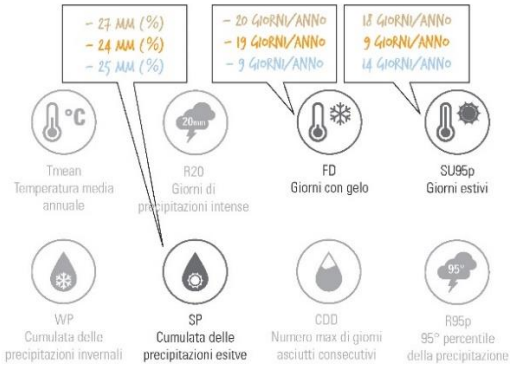
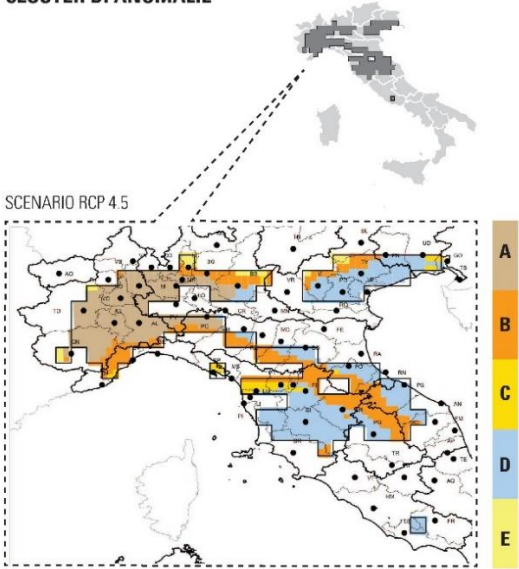


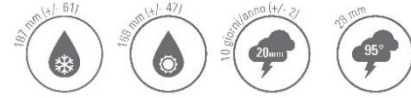
Figura 59 - Opportunità e minacce Macroregione 1 – Infografiche (1/2) (Allegato 4 PNACC)

Le aree della macroregione 1 presentano valori di propensione al rischio molto eterogenei. Valori di propensione al rischio alti e medio-alti sono localizzati in prevalenza nelle provincie centro-settentrionali e nord-occidentali caratterizzate da impatti potenziali molto alti e bassa capacità adattativa.

CLUSTER DI ANOMALIE

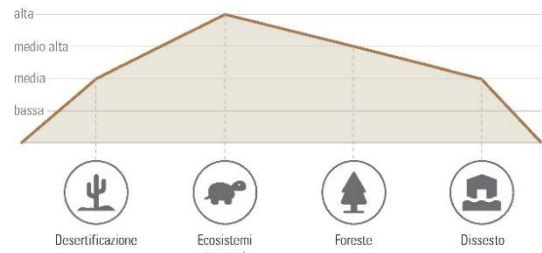


ESPOSIZIONE DEL CAPITALE

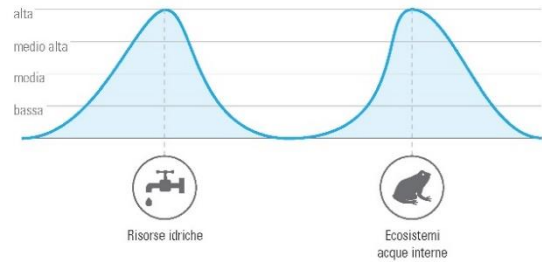


LIVELLO DI PERICOLOSITÀ / SENSIBILITÀ

TERRA



ACQUA



UOMO

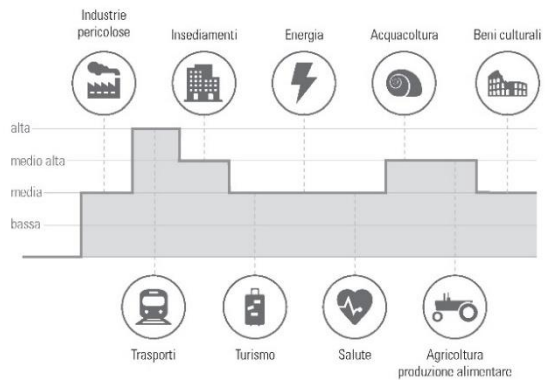


Figura 60 - Opportunità e minacce Macroregione 1 – Infografiche (2/2) (Allegato 4 PNACC)

CODIFICA DOCUMENTO T01-IA37-AMB-RE01	PROGETTAZIONE MANDATARIA  MANDANTI   	REV. A	FOGLIO 102 di 102
		Data 10/2023	

ALLEGATO 1 - STIMA EMISSIONI DI POLVERI DA CANTIERE AI SENSI DELLE "LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI" (ARPA TOSCANA, D.G.P. N. 213 DEL 03 NOVEMBRE 2009 DELLA PROVINCIA DI FIRENZE)

Aree cantiere (WBS)

WBS	GG LAVORATIVI [N]	SCOTICO E SBANCAMENTO MATERIALE SUPERFICIALE							SCAVI DI SBANCAMENTO					CARICO MEZZI					SCARICO MEZZI					TRANSITO MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE					
		AREA [MQ]	VOLUME [MC]	PERCORSO MEZZI [KM]	PESO MATERIALE [TONN]	PM10 [KG/GIORNO]	PM10 [GRAMMI/ORA]	PM2.5 [GRAMMI/ORA]	VOLUME [MC]	PESO MATERIALE [TONN]	PM10 [KG/GIORNO]	PM10 [GRAMMI/ORA]	PM2.5 [GRAMMI/ORA]	VOLUME [MC]	PESO MATERIALE [TONN]	PM10 [KG/GIORNO]	PM10 [GRAMMI/ORA]	PM2.5 [GRAMMI/ORA]	VOLUME [MC]	PESO MATERIALE [TONN]	PM10 [KG/GIORNO]	PM10 [GRAMMI/ORA]	PM2.5 [GRAMMI/ORA]	NUM. VIAGGI/GIORNO [N]	LUNGH. PISTE NON ASFALTATE [KM]	PM10 [KG/GIORNO]	PM10 [GRAMMI/ORA]	PM2.5 [KG/GIORNO]	PM2.5 [GRAMMI/ORA]
AP.01	445,00	4.416,00	22.080,00	1,26	39.744,00	0,02	2,02	1,21	19.834,19	35.701,54	0,03	3,91	2,35	19.834,19	35.701,54	0,60	75,21	45,13	60.090,00	108.162,00	0,12	15,19	9,11	7,85	1,66	21,28	2.659,64	2,13	265,96
AP.02	445,00	1.092,00	5.460,00	0,31	9.828,00	0,00	0,50	0,30	4.609,80	8.297,64	0,01	0,91	0,55	4.609,80	8.297,64	0,14	17,48	10,49	11.274,64	20.294,35	0,02	2,85	1,71	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GA	800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	193.342,49	348.016,48	0,17	21,21	12,72	193.342,49	348.016,48	3,26	407,83	244,70	3.247,00	5.844,60	0,00	0,46	0,27	20,14	0,52	16,98	2.123,02	1,70	212,30
SV.01	90,00	3.753,00	18.765,00	1,07	33.777,00	0,07	8,49	5,09	14.961,00	26.929,80	0,12	14,59	8,75	14.961,00	26.929,80	2,24	280,52	168,31	68.009,00	122.416,20	0,68	85,01	51,01	31,23	0,81	41,21	5.150,63	4,12	515,06
SV.02	115,00	1.532,00	7.660,00	0,44	13.788,00	0,02	2,71	1,63	6.208,62	11.175,52	0,04	4,74	2,84	6.208,62	11.175,52	0,73	91,10	54,66	12.929,43	23.272,97	0,10	12,65	7,59	10,05	0,25	4,04	505,54	0,40	50,55
SV.03	150,00	561,50	2.807,50	0,16	5.053,50	0,01	0,76	0,46	2.259,51	4.067,12	0,01	1,32	0,79	2.259,51	4.067,12	0,20	25,42	15,25	7.030,01	12.654,02	0,04	5,27	3,16	2,82	0,42	1,92	239,80	0,19	23,98
VI.01	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.909,02	26.836,23	0,02	2,91	1,74	14.909,02	26.836,23	0,45	55,91	33,55	6.731,23	12.116,21	0,01	1,68	1,01	2,76	0,56	2,52	314,66	0,25	31,47
VI.02	360,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.798,69	15.837,64	0,02	2,14	1,29	8.798,69	15.837,64	0,33	41,24	24,75	3.372,35	6.070,23	0,01	1,05	0,63	2,04	0,08	0,28	35,31	0,03	3,53
VI.03	460,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.848,59	30.327,46	0,03	3,21	1,93	16.848,59	30.327,46	0,49	61,81	37,09	5.984,20	10.771,56	0,01	1,46	0,88	3,05	0,81	4,04	505,52	0,40	50,55

WBS	EMISSIONI TOTALI PER AREA CANTIERE SENZA MITIGAZIONI		EMISSIONI TOTALI PER AREA CANTIERE CON MITIGAZIONI - bagnatura strade	
	PM10 [GRAMMI/ORA]	PM2.5 [GRAMMI/ORA]	PM10 [GRAMMI/ORA]	PM2.5 [GRAMMI/ORA]
AP.01	2.755,97	323,77	96,34	57,80
AP.02	21,74	13,04	21,74	13,04
GA	2.552,52	470,00	429,50	257,70
SV.01	5.294,61	601,45	143,98	86,39
SV.02	616,74	117,28	111,20	66,72
SV.03	272,57	43,65	32,78	19,67
VI.01	425,59	98,02	110,93	66,56
VI.02	79,75	30,20	44,44	26,67
VI.03	572,01	90,44	66,49	39,89