

**S.S. 16 "ADRIATICA"
TRONCO BARI - MOLA**

Lavori di realizzazione di una variante alla S.S.16 "Adriatica" nel tratto compreso tra Bari e Mola con adozione della sezione stradale B del D.M. 05/11/2001.

PROGETTO DEFINITIVO

COD. BA26

R.T.I. di PROGETTAZIONE:



I PROGETTISTI:

INTEGRATORE DEI SERVIZI:

Ing. Andrea Polli
Ordine degli Ingegneri Roma N°A19540

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.:

Dott. Andrea Pilli
Ordine degli Architetti PPC della provincia di Venezia N°3854

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Lorenzo Verzani
Ordine dei Geologi della Lombardia N°1234

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Marco Meneguzzer
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Trento N°1483

ARCHEOLOGIA:

Dott.ssa Frida Occelli
Archeologa 1° fascia con abilitazione archeologia preventiva, elenco MIC n. 1.277

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Maria Francesca Marranchelli



**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
PARTE 6**

Gli impatti delle opere, dell'esercizio e le ottimizzazioni

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	P00IA20AMBRE06C			
STBA0026	D	21	CODICE ELAB. P00IA20AMBRE06		C	-
C	EMISSIONE PD		Marzo 2023	R. Tracco	A. Pilli	S. Cibir
B	-					
A	EMISSIONE PFTE PER CSLLPP		Luglio 2021	Ing. V. Vitucci	Arch. R. Sanseverino	Ing. A. Sanchirico
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA.....	3
2	LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI E LE MITIGAZIONI.....	5
2.1	Aria e clima.....	5
2.1.1	Selezione dei temi di approfondimento	5
2.1.2	Normativa di riferimento.....	5
2.1.3	Analisi delle potenziali interferenze.....	6
2.1.4	Il rapporto opera – ambiente.....	11
2.1.4.1	MAPPE DI RICADUTA DEGLI INQUINANTI.....	16
2.2	Geologia e acque	25
2.2.1	Selezione dei temi di approfondimento	25
2.2.2	Analisi delle potenziali interferenze.....	25
2.2.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio	26
2.3	Territorio e suolo.....	30
2.3.1	Selezione dei temi di approfondimento	30
2.3.2	Analisi delle potenziali interferenze.....	31
2.3.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio	31
2.4	Biodiversità.....	32
2.4.1	Selezione dei temi di approfondimento	32
2.4.2	Analisi delle potenziali interferenze.....	33
2.4.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio	34
2.5	Rumore	35
2.5.1	Selezione dei temi di approfondimento	35
2.5.2	Analisi delle potenziali interferenze.....	36
2.5.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio	36
2.6	Salute umana	41
2.6.1	Selezione dei temi di approfondimento	41
2.6.2	Analisi delle potenziali interferenze.....	42
2.6.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio	43
2.7	Paesaggio e patrimonio culturale.....	43
2.7.1	Selezione dei temi di approfondimento	43
2.7.2	Analisi delle potenziali interferenze.....	43

2.7.3	<i>Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio</i>	44
3	VULNERABILITÀ DELL'OPERA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	49
3.1	ANALISI CLIMATICA NAZIONALE ATTUALE E FUTURA E IDENTIFICAZIONE DELLE MACROREGIONI CLIMATICHE	49
3.2	ZONAZIONE CLIMATICA DELLE ANOMALIE PER LE PROIEZIONI CLIMATICHE FUTURE (2021 – 2050).....	55
3.3	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CLIMATICHE OMOGENEE.....	57
3.4	IDENTIFICAZIONE DEGLI HAZARDS E STIMA DEL RISCHIO.....	61
3.4.1	<i>Identificazione degli Hazards</i>	61
3.4.2	<i>Analisi della probabilità di accadimento di Hazards Cronici e Acuti</i>	62
3.4.3	<i>Identificazione delle possibili vulnerabilità del contesto territoriale e dell'infrastruttura stradale</i>	64
3.4.3.1	Categoria Temperature	66
3.4.3.2	Categoria Acque	66
3.4.3.3	Categoria venti.....	67
3.4.4	<i>Valutazione del Rischio</i>	68
3.4.4.1	Aspetti generali	68
3.4.4.2	Categoria Temperature	68
3.4.4.3	Categoria Acque	68
3.4.4.4	Categoria Venti	69
3.4.5	<i>Sintesi dell'incrocio probabilità – vulnerabilità - rischio e strategie progettuali</i>	69

1 LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA

Rispetto alla metodologia definita nel Capitolo 1 della Parte 5 del presente SIA, la Parte 6 in esame è volta al completamento dell'analisi degli impatti. Infatti, dopo aver analizzato gli impatti sull'ambiente prodotti dalla fase di realizzazione dell'opera, in questa sede vengono valutati gli impatti dell'opera in relazione alla sua presenza e all'esercizio.

Il presente paragrafo, pertanto, è volto all'individuazione delle azioni di progetto relative all'opera, intesa nella sua dimensione fisica e operativa. Si specificano, pertanto, nella seguente tabella, le azioni di progetto che saranno poi analizzate nei paragrafi successivi, all'interno di ciascuna componente ambientale, al fine dell'individuazione dei fattori causali e conseguentemente degli impatti associati ad ogni azione di progetto.

Tabella 1: Definizione azioni di progetto per la dimensione fisica ed operativa

Dimensione fisica	
AF.1	ingombro
Dimensione operativa	
AO.1	traffico in esercizio
AO.2	gestione acque di piattaforma

Analizzando nel dettaglio l'insieme delle suddette azioni, esse possono essere correlate alle opere in progetto, così come indicato nella tabella seguente.

Tabella 2: Definizione azioni di progetto per la dimensione fisica ed operativa correlate alla tipologia di opera

Tipologie di opere in progetto		Azioni di progetto	Dimensione
Tratti dell'opera all'aperto	Strada in rilevato	ingombro	fisica
		traffico in esercizio	operativa
		gestione acque di piattaforma	operativa
	Strada in viadotto	ingombro	fisica
		traffico in esercizio	operativa
		gestione acque di piattaforma	operativa

Tipologie di opere in progetto		Azioni di progetto	Dimensione
Tratti dell'opera in sotterraneo	Strada in galleria artificiale	ingombro	fisica
		traffico in esercizio	operativa
		gestione acque di piattaforma	operativa

2 LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI E LE MITIGAZIONI

2.1 Aria e clima

2.1.1 Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alla dimensione operativa dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Tabella 3: Aria e Clima: Matrice di causalità – dimensione operativa

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali
<i>Dimensione operativa</i>			
AO.1	Traffico in esercizio	Produzione emissione inquinanti	Modifica della qualità dell'aria

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni prodotte durante la fase di esercizio.

2.1.2 Normativa di riferimento

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi. Attualmente la normativa nazionale di riferimento è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155 e modificato dal D.lgs 250 del 24 dicembre 2012, che recepisce la direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente. Le tabelle seguenti riassumono i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati. Valori limite imposti dal D.Lgs. 155/2010 in vigore dal 30 settembre 2010 e modificato dal D.Lgs.250 del 24 dicembre 2012.

Tabella 4: Limiti in vigore (d.Lgs 155/2010)

Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Limite	Superamenti in un anno
PM10	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50 µg/m ³	Massimo 35
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	

PM2.5	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³	
NO2	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima oraria	200 µg/m ³	Massimo 18
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	
O3	Soglia d'informazione	Media massima oraria	180 µg/m ³	
	Soglia d'allarme	Media massima oraria	240 µg/m ³	
	Valore obiettivo	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m ³	<= 25 volte/anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ come media su 5 anni	
CO	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m ³	
SO2	Valore limite giornaliero	Media giornaliera	125 µg/m ³	Massimo 3
	Valore limite su 1 ora per la protezione della salute umana	Media massima oraria	350 µg/m ³	Massimo 24
Benzene	Valore limite su base annua	Anno civile	5 µg/m ³	
Benzo(a)pirene	Concentrazione presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	Anno civile	1 ng/m ³	
Metalli pesanti	Arsenico	Anno civile	6 ng/m ³	
	Cadmio	Anno civile	5 ng/m ³	
	Nichel	Anno civile	20 ng/m ³	
	Piombo	Anno civile	0,5 µg/m ³	

2.1.3 Analisi delle potenziali interferenze

Sulla base della caratterizzazione meteorologica ed emissiva descritta nella parte 1 dello studio di impatto ambientale, sono state effettuate le simulazioni di dispersione in modalità short – term (evoluzione oraria) di lungo periodo (annuale: 1/1/2016 – 31/12/2016) per gli inquinanti: CO, PM10,

PM2.5, NO2, benzene.

Gli scenari analizzati sono quelli descritti nello studio di traffico denominati:

- Scenario attuale (2019)
- Scenario di riferimento (2028)
- Scenario di progetto alternativa 3 (2028) - SDP03

A questi scenari si associano i seguenti dati utilizzati come input dello studio:

Tabella 5: TGM Veicoli Leggeri e Mezzi Pesanti sulla S.S. 16 tra Bari e Mola² – Scenario di Attuale 2019

Da	A	Corsia dir. Sud		Corsia dir. Nord	
		TGM Veicoli Leggeri	TGM Mezzi Pesanti	TGM Veicoli Leggeri	TGM Mezzi Pesanti
Svincolo Via G. Fanelli	Svincolo S.S. 100	48 291	3 114	48 230	2 778
Svincolo S.S. 100	Svincolo Bari Japigia	34 680	1 315	30 818	2 248
Svincolo Bari Japigia	Svincolo Bari Via Gentile	31 496	3 167	30 358	3 026
Svincolo Bari Via Gentile	Svincolo Bari San Giorgio	24 236	3 178	26 331	3 036
Svincolo Bari San Giorgio	Svincolo Bari Torre a Mare	23 414	3 381	24 492	3 234
Svincolo Bari Torre a Mare	Svincolo S.P. 57	23 498	3 317	24 020	3 234
Svincolo S.P. 57	Svincolo Torre a Mare/Parchitello	22 482	3 360	23 676	3 276
Svincolo Torre a Mare/Parchitello	Svincolo Complanari	20 159	2 536	20 704	2 398
Svincolo Complanari	Svincolo Mola di Bari Nord	16 202	2 536	16 816	2 398
Svincolo Mola di Bari Nord	Svincolo Mola di Bari Zona Industriale	17 194	2 536	17 374	2 398
Svincolo Mola di Bari Zona Industriale	Svincolo S.P. 111	17 364	2 536	15 969	2 398
Svincolo S.P. 111	Svincolo Littoranea	16 396	2 536	17 643	2 394

Tabella 6: TGM Veicoli Leggeri e Mezzi Pesanti sulla S.S. 16 tra Bari e Mola³ – Scenario di Riferimento 2028

Riferimento	Corsia dir. Sud		Corsia dir. Nord	
	TGM Veicoli Leggeri	TGM Mezzi Pesanti	TGM Veicoli Leggeri	TGM Mezzi Pesanti
da km 0 a km 1.1	48 775	3 157	48 655	2 802
da km 1.1 a km 3.3	33 348	2 397	33 257	2 277
da km 3.3 a km 4.3	32 743	3 210	32 389	3 066
da km 4.3 a km 7	23 643	3 221	25 201	3 075
da km 7 a km 9.8	22 784	3 424	24 155	3 276
da km 9.8 a km 10.2	22 264	3 424	23 607	3 276
da km 10.2 a km 10.7	22 482	3 360	23 676	3 276
da km 10.7 a km 13.5	20 159	2 536	20 704	2 398
da km 13.5 a km 16.8	16 202	2 536	16 816	2 398
da km 16.8 a km 17.8	17 194	2 536	17 374	2 398

da km 17.8 a km 19	17 364	2 536	15 969	2 398
da km 19 a km 19	16 396	2 536	17 643	2 394

Tabella 7: TGM Veicoli Leggeri e Mezzi Pesanti sulla S.S. 16 tra Bari e Mola⁶ – Scenario di Progetto Alternativa 3 2028

Alternativa 3	Corsia dir. Sud		Corsia dir. Nord	
	TGM Veicoli Leggeri	TGM Mezzi Pesanti	TGM Veicoli Leggeri	TGM Mezzi Pesanti
da km 0 a km 0.7	54 946	3 831	54 859	3 586
da km 0.7 a km 2.1	49 610	3 124	45 899	3 558
da km 2.1 a km 4.2	40 632	2 408	35 661	2 369
da km 4.2 a km 6.3	31 448	2 429	30 228	2 394
da km 6.3 a km 11.8	20 534	2 589	21 993	2 559
da km 11.8 a km 19.6	15 887	2 579	16 425	2 604

Lo studio di dispersione degli inquinanti in atmosfera è stato condotto mediante applicazione della catena modellistica Calmet/Calpuff, su dominio temporale annuale/orario.

La metodologia di studio è basata sui seguenti punti:

1. Inquadramento meteorologico regionale ed analisi dei trend in atto
2. Analisi delle condizioni meteo dispersive dell'atmosfera nel dominio di indagine
3. Analisi dello stato attuale della componente atmosfera
4. Definizione dei fattori di emissione della sorgente stradale
5. Schematizzazione matematica del dominio di simulazione
6. Studio di dispersione degli inquinanti CO, PM10, PM2.5, NO2 e benzene per gli scenari di esercizio
7. Studio di dispersione delle polveri (PM10) per la fase di cantiere
8. Definizione di un piano di monitoraggio

I fattori di emissione utilizzati sono quelli presenti nella banca dati ISPRA dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia¹ di seguito riportati.

Tabella 8: Fattori di emissione banca dati ISPRA

Category	CO 2018 g/km U	CO 2018 g/km R	CO 2018 g/km H	CO 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	2.0745	0.2663	0.2204	0.5972
Light Commercial Vehicles	0.7616	0.1712	0.3939	0.3633
Heavy Duty Trucks	1.7871	0.901	0.8893	0.9722
Buses	2.0259	1.0809	0.8211	1.1259
Mopeds	3.7477	3.7477	-	3.7477

¹ <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>

Motorcycles	4.4368	4.8144	8.6885	4.7816
--------------------	--------	--------	--------	--------

Category	PM10 2018 g/km U	PM10 2018 g/km R	PM10 2018 g/km H	PM10 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	0.0436	0.0327	0.0224	0.0322
Light Commercial Vehicles	0.0876	0.0533	0.0738	0.066
Heavy Duty Trucks	0.2484	0.1619	0.1364	0.1534
Buses	0.2344	0.1725	0.1109	0.1493
Mopeds	0.0533	0.0527	-	0.0531
Motorcycles	0.0314	0.0278	0.0247	0.0298

Category	PM2.5 2018 g/km U	PM2.5 2018 g/km R	PM2.5 2018 g/km H	PM2.5 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	0,0301	0,0221	0,0163	0,0222
Light Commercial Vehicles	0,0684	0,0395	0,0663	0,0521
Heavy Duty Trucks	0,1893	0,1142	0,0998	0,1118
Buses	0,1785	0,1279	0,0858	0,1138
Mopeds	0,0471	0,0468	-	0,0470
Motorcycles	0,0252	0,0235	0,0221	0,0245

Category	NO2 2018 g/km U	NO2 2018 g/km R	NO2 2018 g/km H	NO2 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	0,1490	0,1140	0,1415	0,1275
Light Commercial Vehicles	0,4062	0,2996	0,5021	0,3668
Heavy Duty Trucks	0,7864	0,3922	0,3304	0,3881
Buses	0,8763	0,5437	0,3861	0,5208
Mopeds	0,0063	0,0063	-	0,0063
Motorcycles	0,0053	0,0080	0,0150	0,0067

Category	NOx 2018 g/km U	NOx 2018 g/km R	NOx 2018 g/km H	NOx 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	0.4984	0.3351	0.3721	0.3755
Light Commercial Vehicles	1.1495	0.8378	1.3921	1.0266
Heavy Duty Trucks	6.5139	3.1632	2.6436	3.1316
Buses	7.6948	4.3816	3.0419	4.288
Mopeds	0.1566	0.1566	-	0.1566
Motorcycles	0.1324	0.1992	0.3743	0.1679

Category	Benzene 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	0.0023
Light Commercial Vehicles	0.0010
Heavy Duty Trucks	0.0001
Buses	0.0001
Mopeds	0.0268
Motorcycles	0.0103

Sorgente stradale

Sono analizzati, dal punto di vista delle ricadute di inquinanti atmosferici i seguenti scenari descritti nello studio del traffico:

1. Scenario attuale (2019)
2. Scenario di riferimento (2028)
3. Scenario di progetto alternativa 3 (2028)

La schematizzazione ai fini modellistici della sorgente stradale in condizioni di progetto è rappresentata in Figura 1. La discretizzazione geometrica del reticolo stradale per gli scenari 1 e 2 è basata su n. 408 archi (160.7 km) mentre per lo scenario di progetto è basata su n. 454 archi (207.5 km). Dal punto di vista computazionale ogni arco costituisce una singola sorgente di inquinanti nel dominio di calcolo.

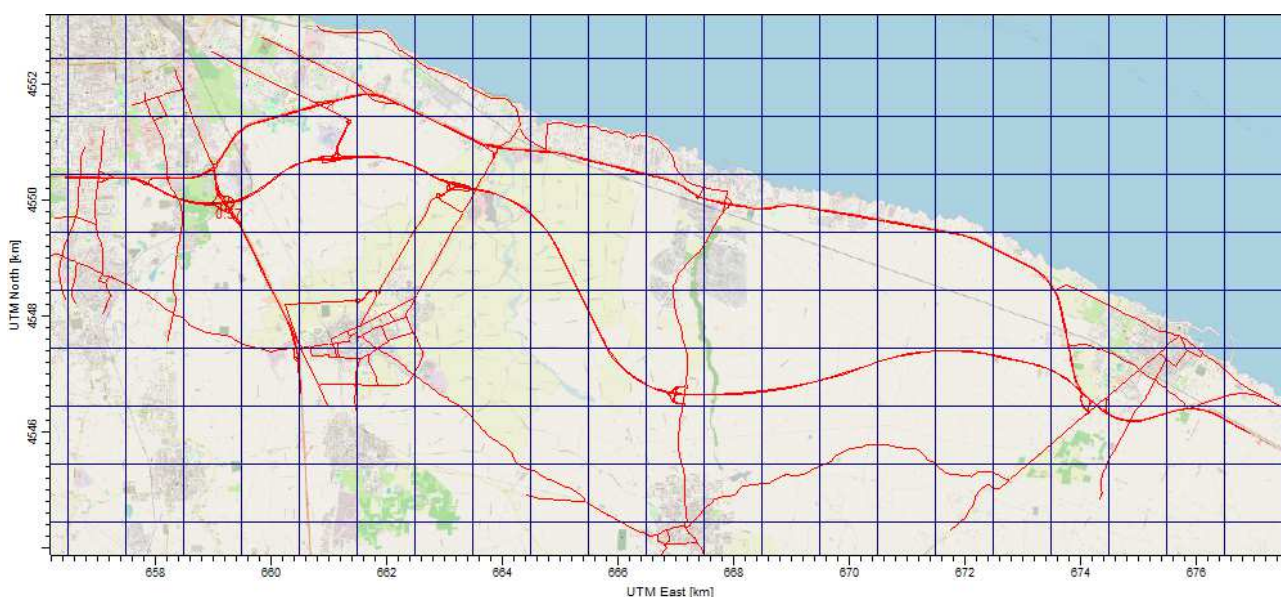


Figura 1: Dominio di calcolo con schematizzazione delle sorgenti stradali simulate (in rosso)

Ai fini dell'esecuzione della simulazione di dispersione, di lunghezza annuale (2016), con passo orario (8784 ore), i volumi di traffico e le relative emissioni sono stati modulati mediante una curva

media tipica per la rete stradale d'indagine, rappresentata in figura seguente.

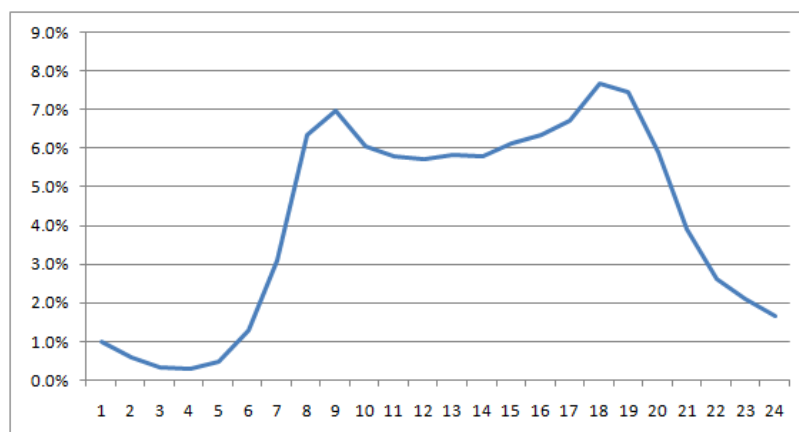


Figura 2: Modulazione oraria del traffico applicata alla sorgente stradale

Le emissioni calcolate e attribuite alle sorgenti stradali utilizzate nello studio di dispersione degli inquinanti sono complessivamente le seguenti.

Tabella 9: Carico emissivo. Scenari attuale, riferimento e progetto

Scenario	CO (t/a)	PM10 (t/a)	PM2.5 (t/a)	NO2 (t/a)	C6H6 (t/a)
Attuale (2019)	517.1	33.2	23.2	119.8	1.80
Riferimento (2028)	528.3	33.9	23.7	122.5	1.84
Progetto - SDP03 (2028)	580.8	37.3	26.1	134.8	2.02

2.1.4 Il rapporto opera – ambiente

Per ognuno degli inquinanti sono stati calcolati i descrittori statistici su base annuale per il confronto con i limiti di legge.

Nel dominio di calcolo sono stati individuati n. 55 recettori sensibili (Scuole, Ospedali, RSA), in corrispondenza dei quali è significativo condurre considerazioni puntuali. La posizione dei recettori è evidenziata con punti gialli numerati da 1 a 55 nelle successive mappe di ricaduta degli inquinanti e dettagliata in Tabella 10.

I risultati sono quindi presentati a seguire, in forma di mappe di isoconcentrazione con indicazione del massimo di dominio calcolato. Le figure consentono il confronto visivo diretto degli scenari analizzati e riportano le statistiche riassuntive (media e mediana) delle concentrazioni calcolate ai recettori. I singoli valori calcolati ai recettori sono riportati in Tabella 11: Concentrazioni calcolate ai recettori.

Come risulta delle mappe di ricaduta degli inquinanti presentate a seguire, i massimi di griglia si collocano sempre in corrispondenza della sede stradale e gli scenari di progetto non introducono variazioni di rilievo per quanto riguarda questo aspetto.

Per quanto concerne i valori di concentrazione ai recettori sensibili individuati, le variazioni sono generalmente migliorative.

Il confronto tra scenario di progetto SDP03 e lo scenario di riferimento indica, per PM10 PM2.5 NO2 e benzene, riduzioni medie percentuali dell'ordine del - 5%. Questa riduzione media ai recettori è tanto più significativa se si considera l'aumento previsto dei volumi di traffico nello scenario di progetto e relative emissioni (precedente Tabella 9).

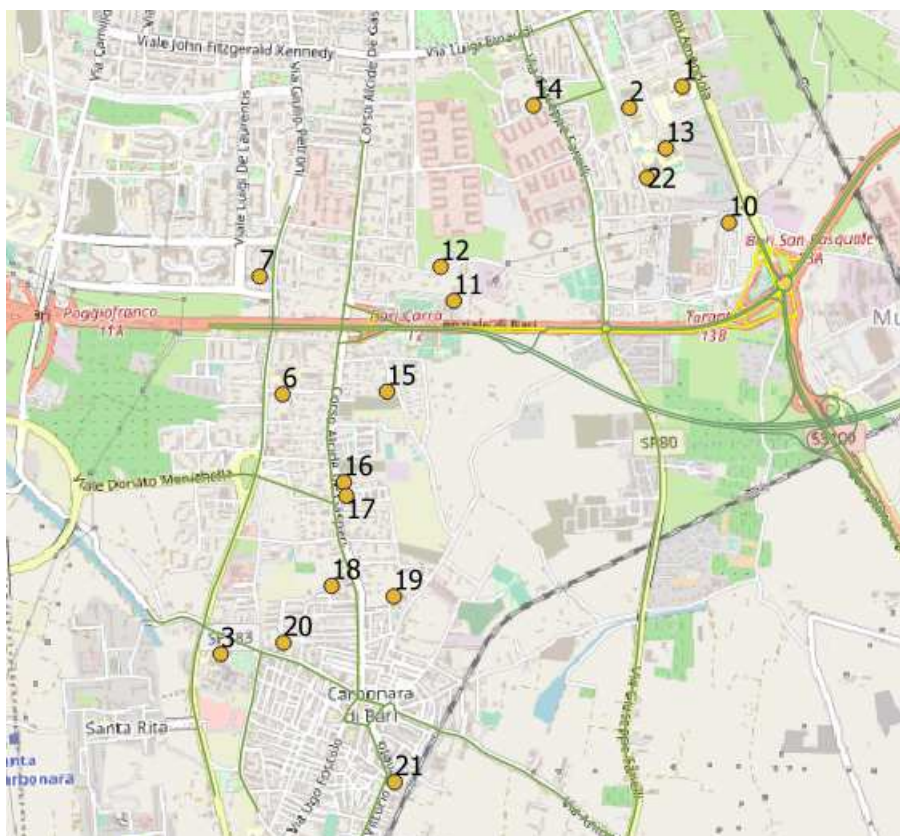
Soltanto per CO la variazione media del massimo annuale della media su 8h prevista ai recettori è pari a +17%. Questo fatto, tuttavia, si ritiene che non rappresenti una particolare criticità, considerando che le concentrazioni calcolate rappresentano sempre una ridotta frazione del limite di legge. Si consideri, per esempio, come caso peggiore, che il massimo di griglia per lo scenario di progetto ($1567 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato in corrispondenza del nuovo svincolo di Bari, in assenza di recettori) è di un ordine di grandezza inferiore al limite di legge ($10 \text{ mg}/\text{m}^3 = 10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Si ritiene quindi il progetto compatibile con il contesto di previsto inserimento e l'impatto relativo alla qualità dell'aria **non significativo**.

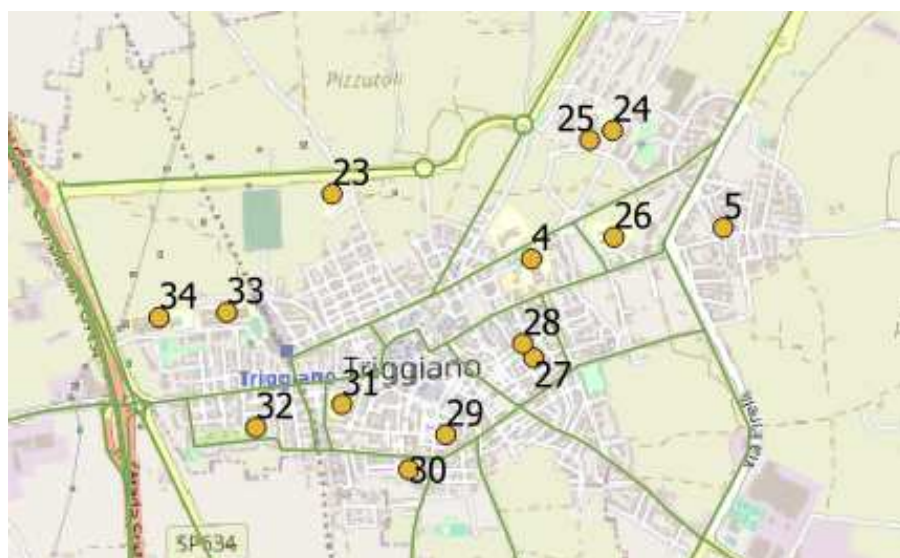
Tabella 10: Recettori puntuali

ID	X (UTM)	Y(UTM)	Denominazione
R_1	658566.8	4551473	Osp. Giovanni XXIII - Bari
R_2	658326.8	4551376	Osp. Mater Dei - Bari
R_3	656474.2	4548905	Osp. di Venere - Bari
R_4	661878.5	4547949	Osp. Fallacara - Triggiano
R_5	662541.3	4548057	Rsa HSR - Triggiano
R_6	656754.3	4550081	Rsa Villa Fiorita - Bari
R_7	656650.6	4550614	Rsa Opera Don Guanella - Bari
R_8	667648.8	4543963	Rsa Nuova Fenice - Noicattaro
R_9	674594.8	4546792	Rsa Ispe - Mola di Bari
R_10	658777.8	4550857	Sc. Statale primaria Mungivacca - Bari
R_11	657530.7	4550503	Sc. Infanzia Cagno Abbrescia - Bari
R_12	657470.9	4550657	Sc Secondaria Santomauro - Bari
R_13	658492.1	4551193	Liceo Statale E.Fermi - Bari
R_14	657892.1	4551387	Sc. Materna Educom - Bari
R_15	657227.6	4550093	Sc. Parco delle Fiabe nido e materna - Bari
R_16	657032.3	4549683	Sc. Primaria Rousseau - Bari
R_17	657043.3	4549621	Sc. Infanzia Ferrannini - Bari
R_18	656977.3	4549214	Istituto Sc. De Mattias - Bari
R_19	657258.8	4549166	Sc media De Marinis - Bari
R_20	656758.7	4548956	Istituto Sc. Giovanni Paolo II - Bari
R_21	657262.6	4548325	Sc. infanzia e primaria Armando Diaz - Bari
R_22	658406.9	4551060	Sc. superiore Gorjux Tridente Vivante - Bari

R_23	661189.4	4548174	Sc. Elementare Rodari - Triggiano
R_24	662159.1	4548393	S.S. di I grado De Amicis Dizonno plesso Dizonno - Triggiano
R_25	662079.7	4548360	Sc Materna Maria Boschetti Alberti - Triggiano
R_26	662163.8	4548025	Sc. S. Domenico Savio - Triggiano
R_27	661885.8	4547608	Direzione Didattica Statale 1° Circolo San G. Bosco - Triggiano
R_28	661848.3	4547657	Sc. Materna Mastrodonardo Zella - Triggiano
R_29	661582.4	4547343	Direzione Didattica S.Filippo Neri 11 Circ. - Scuola Primaria Statale - Triggiano
R_30	661454.2	4547222	S.S. I grado De Amicis Dizonno plesso De Amicis
R_31	661223.5	4547447	Sc. Elementare 2° Circolo - Triggiano
R_32	660926.1	4547368	Sc. Materna Maria Montessori - Triggiano
R_33	660825.2	4547765	Liceo Cartesio - Triggiano
R_34	660591.2	4547747	Istituto Tecnico Economico Tecnologico De Viti De Marco - Triggiano
R_35	667544.3	4550303	Sc. Primaria Goffredo Mameli
R_36	667908.6	4550317	Sc. Media Statale-Rita Levi Montalcini - Bari
R_37	668145.5	4550070	Sc. Materna Chiara Aquaro - Bari
R_38	668491.9	4549999	Asilo nido Villacolle - Bari
R_39	668060.6	4549238	Sc. Primaria Statale Parchitello - Bari
R_40	667042.3	4544866	Sc. Materna Caldarazzo - Noicattaro
R_41	667363.4	4544839	Sc. Media Pascoli - Noicattaro
R_42	667965.4	4544592	Sc. Media Nicola Pende - Noicattaro
R_43	667560.5	4544281	Sc. elementare Alcide De Gasperi - Noicattaro
R_44	666743.2	4544159	Istituto Comprensivo Gramsci - Pascoli - Noicattaro
R_45	666914.4	4544164	Istituto Scolastico Paritario Rocco Desimini - Noicattaro
R_46	675219.7	4547907	Sc. Materna - Mola di Bari
R_47	674888	4547821	Liceo E.Majorana - Mola di Bari
R_48	675183.7	4547495	Sc. Elementare Montessori - Mola di Bari
R_49	675800.7	4547412	Istituto di Istruzione secondaria Gorjux-Tridente - Mola di Bari
R_50	675987.4	4547283	Sc Elementare 2° Circolo Didattico San Giuseppe
R_51	675735.4	4546908	Sc Media Tanzi - Mola di Bari
R_52	674973	4547319	Sc Elementari Statali I Circolo - Mola di Bari
R_53	675057.6	4547287	Sc. Media Statale Dante Alighieri - Mola di Bari
R_54	674604.5	4547100	Sc. Materna Statale - Mola di Bari
R_55	674722.7	4546709	Sc. Infanzia Fiorilandia - Mola di Bari



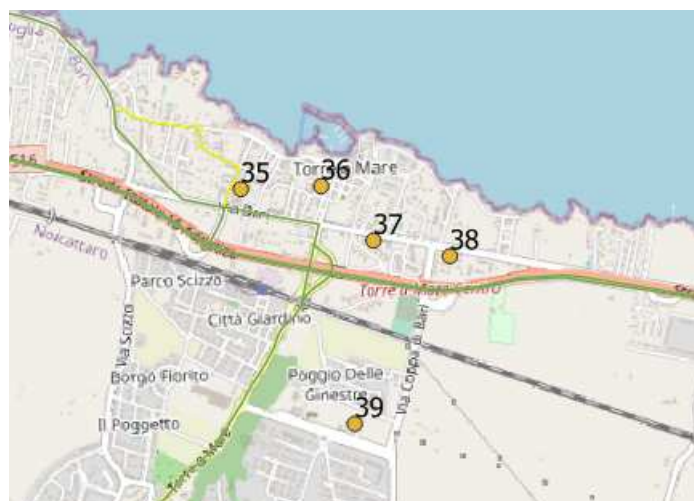
Bari



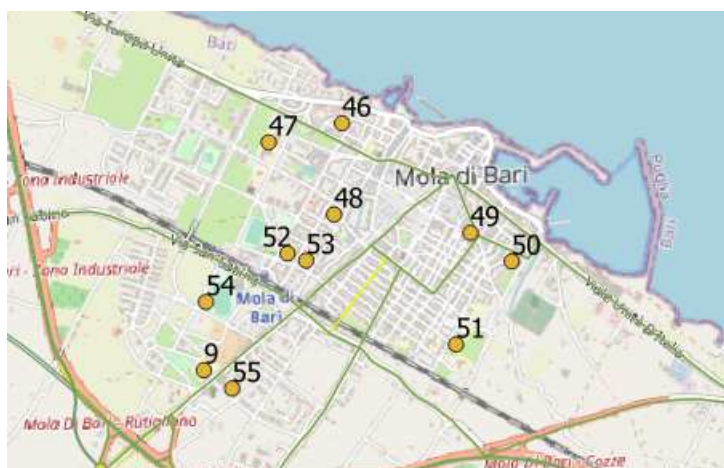
Triggiano



Noicattaro

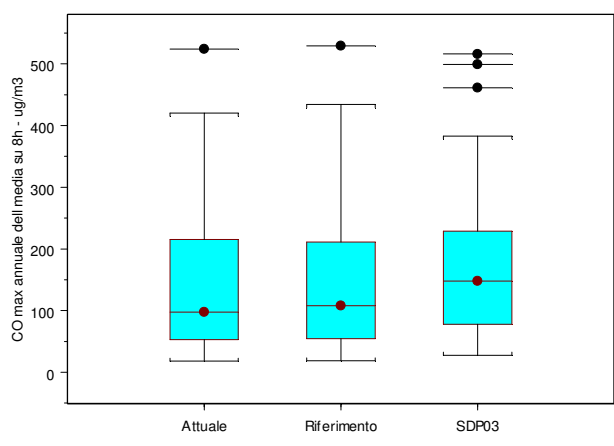
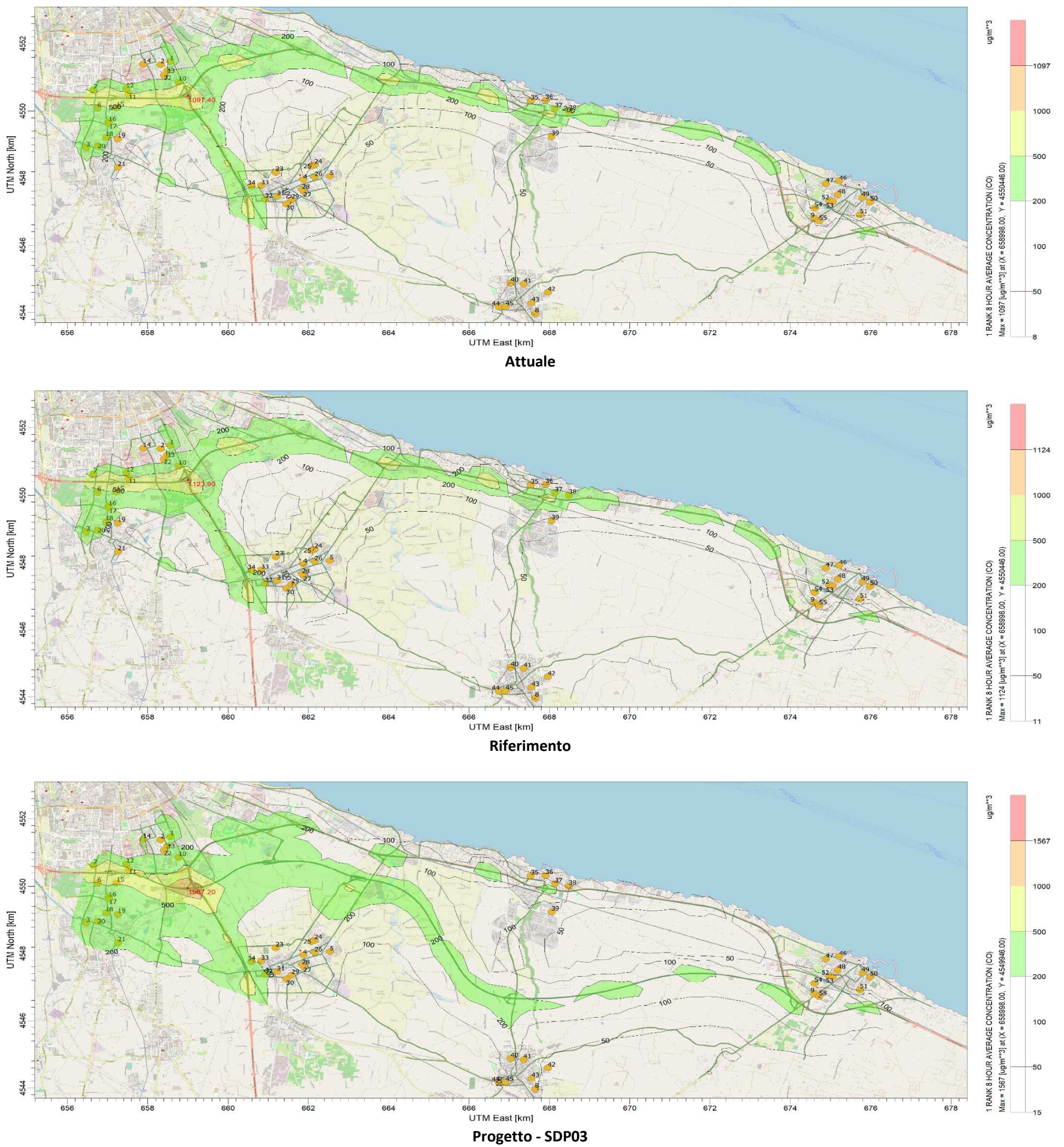


Torre a Mare



Mola di Bari

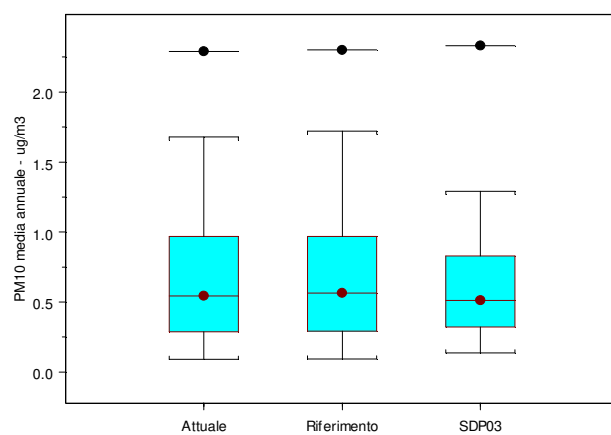
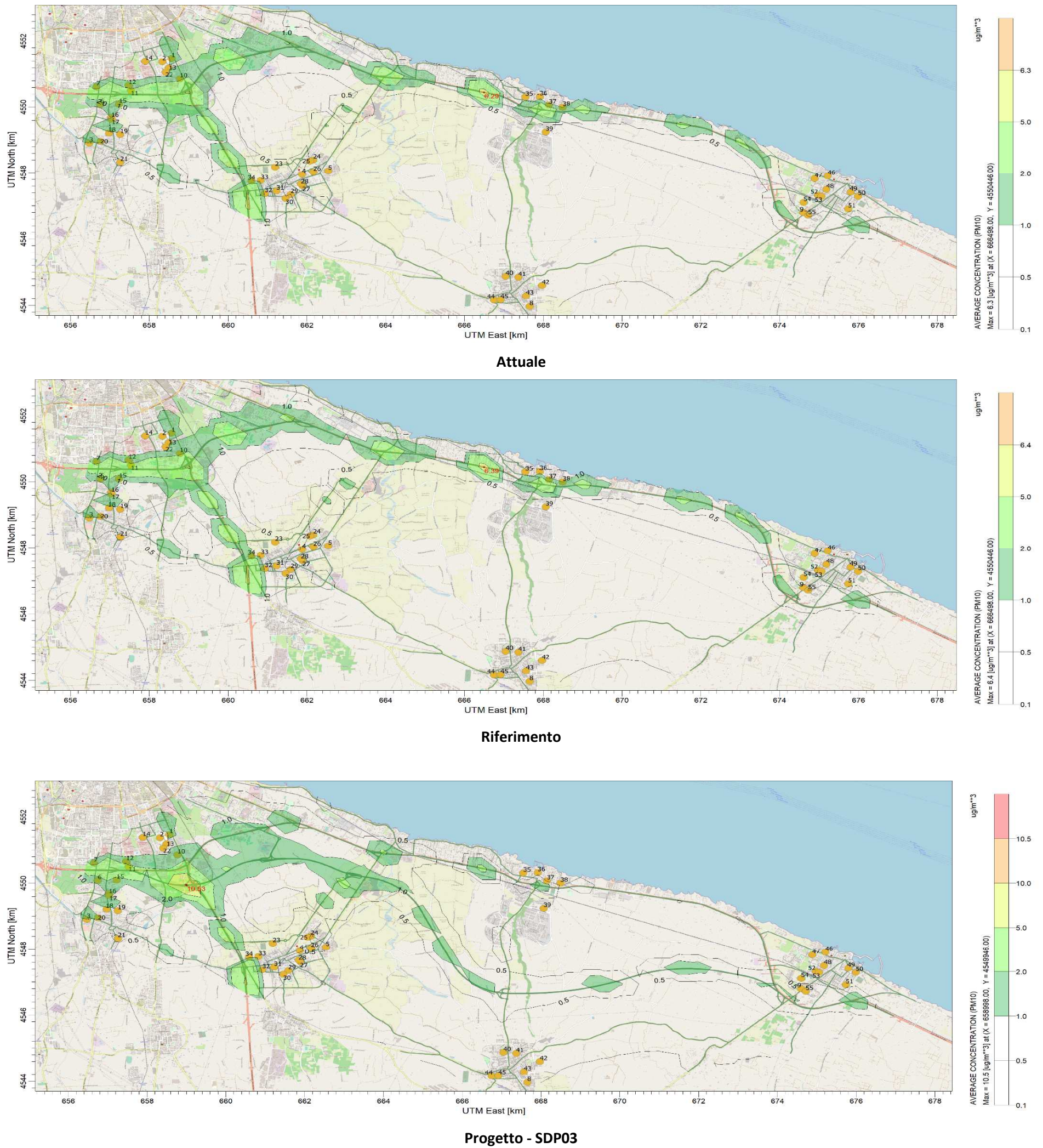
2.1.4.1 **MAPPE DI RICADUTA DEGLI INQUINANTI**



Statistiche di concentrazione ai recettori

	Attuale	Riferimento	SDP03
Media	145	147	171
Mediana	98	108	148

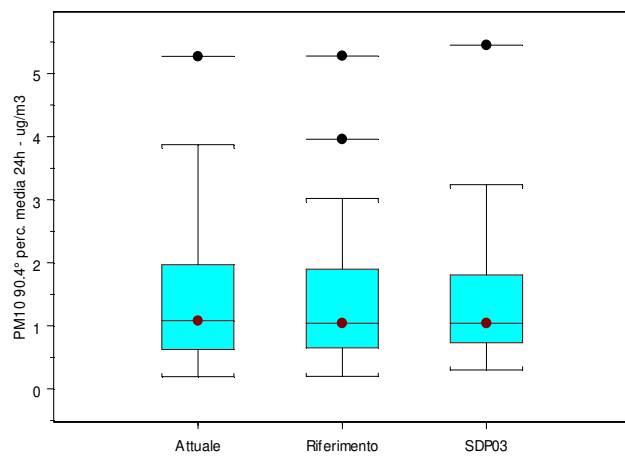
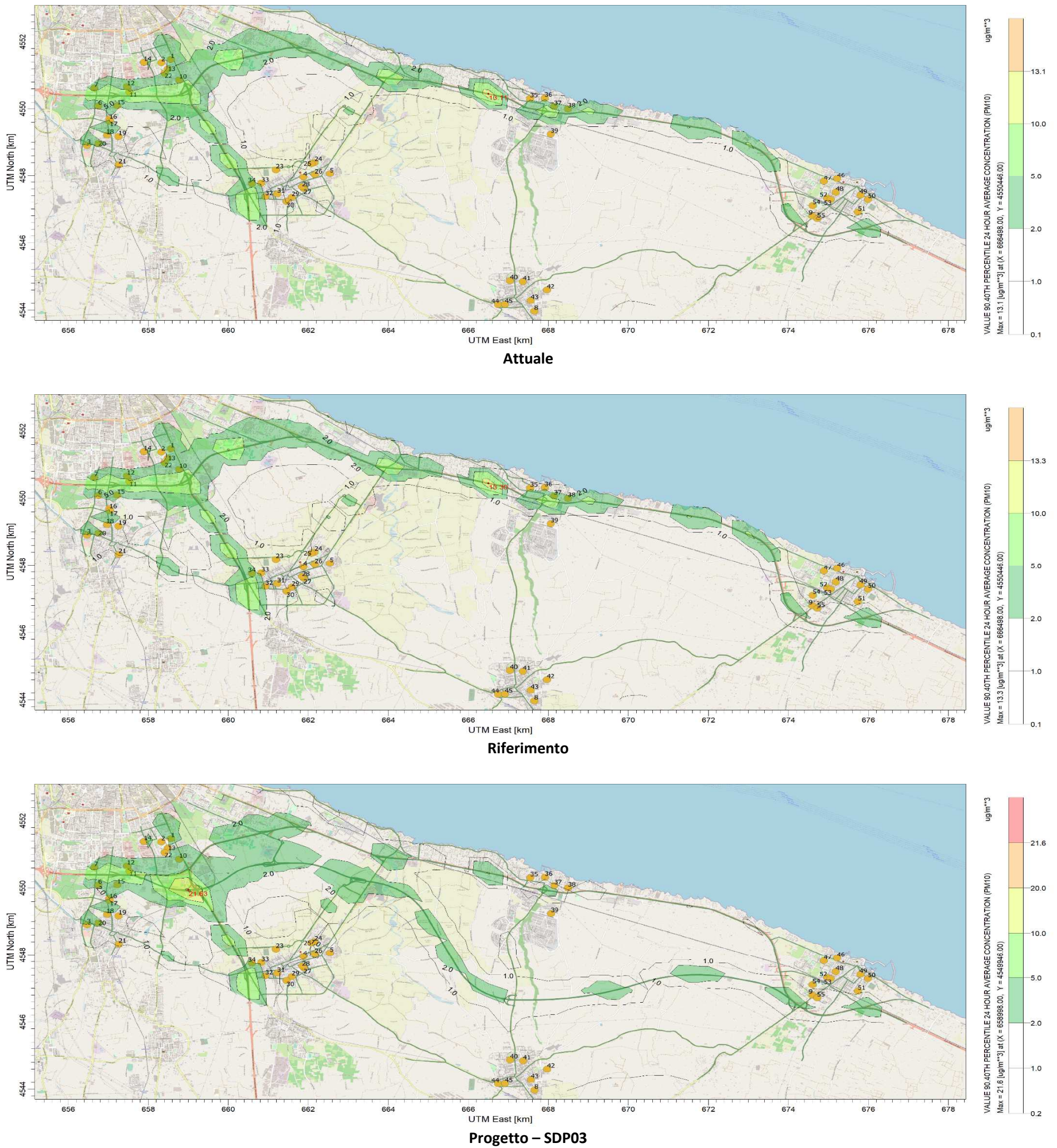
Figura 3: CO Massimo della media 8h. Confronto tra scenari e distribuzione (box-plot) con statistiche ai recettori ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Statistiche di concentrazione ai recettori

	Attuale	Riferimento	SDP03
Media	0.65	0.66	0.62
Mediana	0.54	0.56	0.51

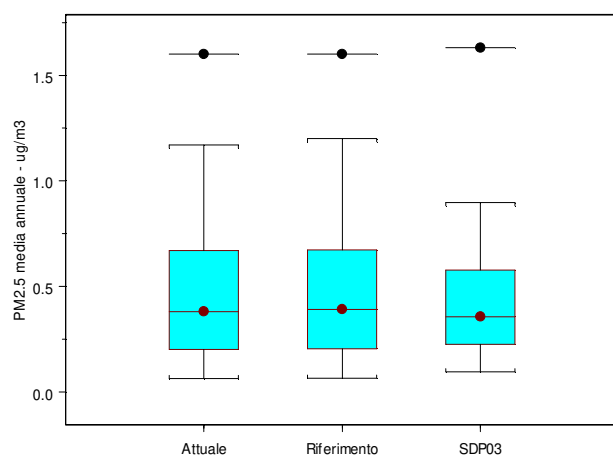
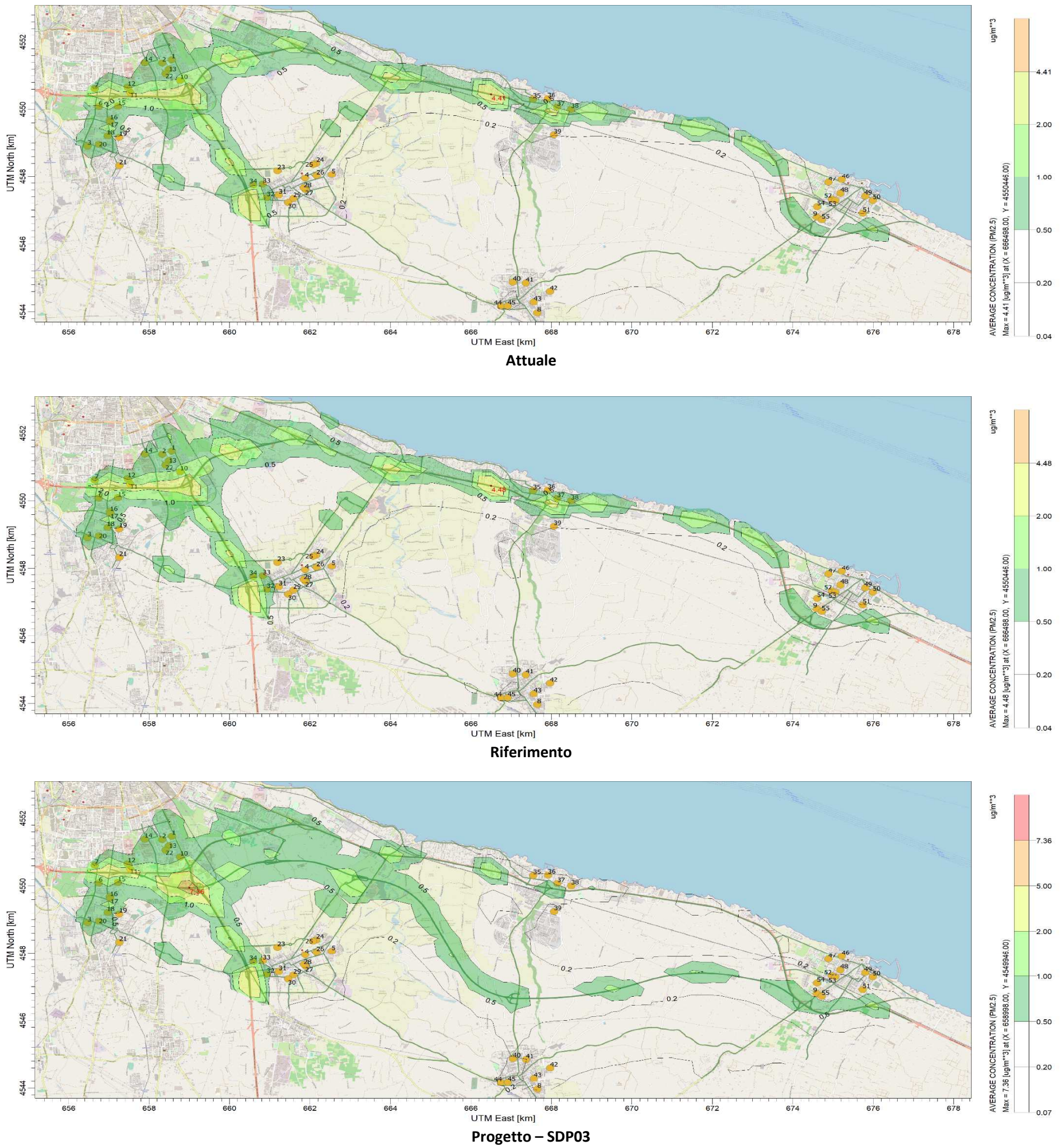
Figura 4: PM10 media annuale. Confronto tra scenari e distribuzione (box-plot) con statistiche ai recettori ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Statistiche di concentrazione ai recettori

	Attuale	Riferimento	SDP03
Media	1.38	1.39	1.31
Mediana	1.08	1.04	1.04

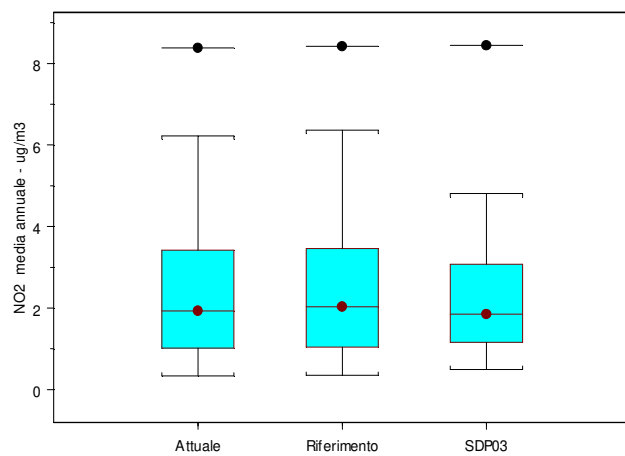
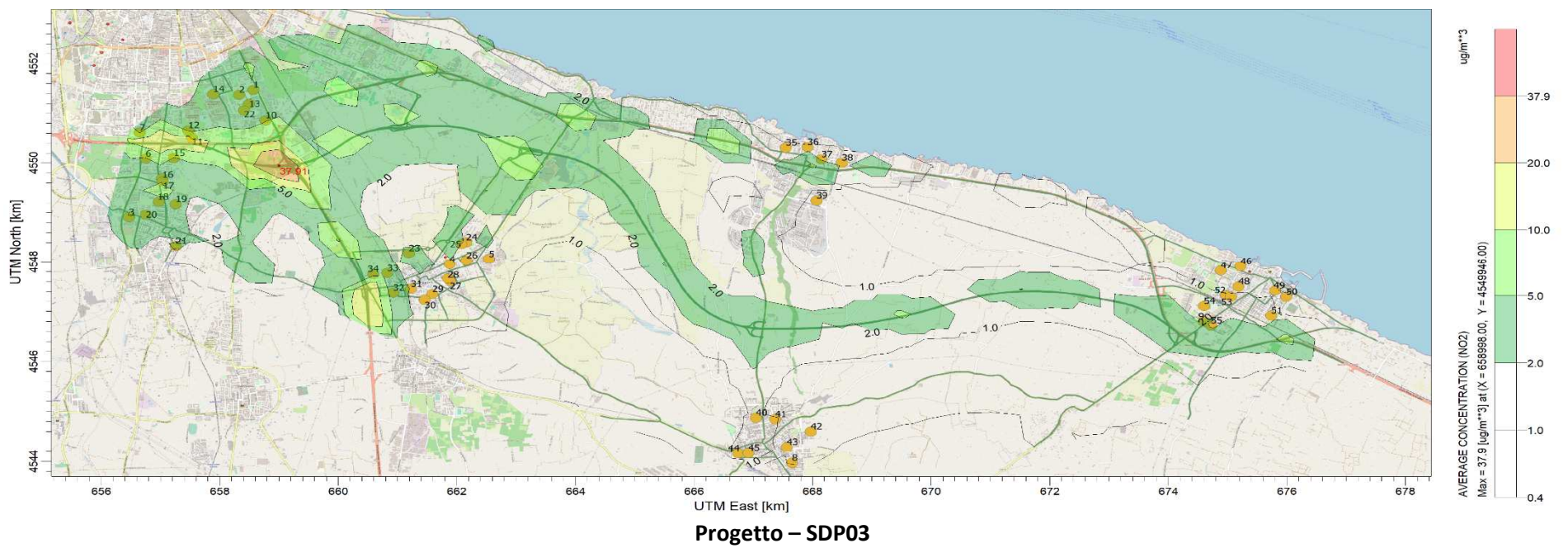
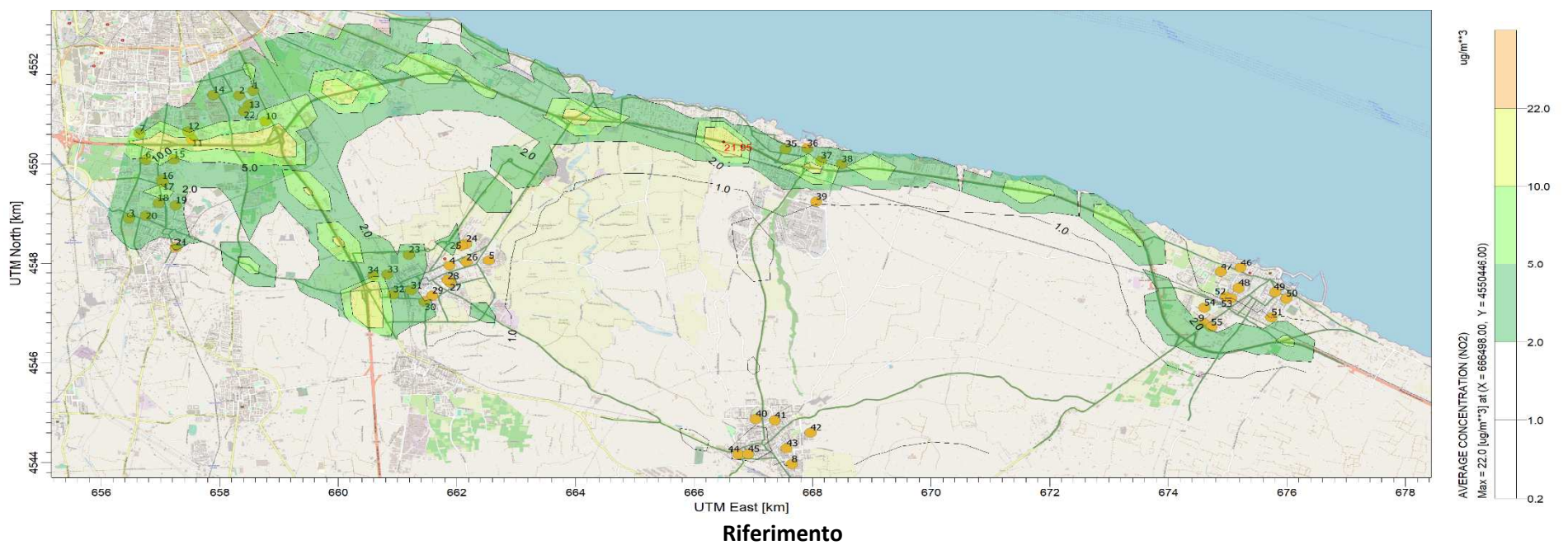
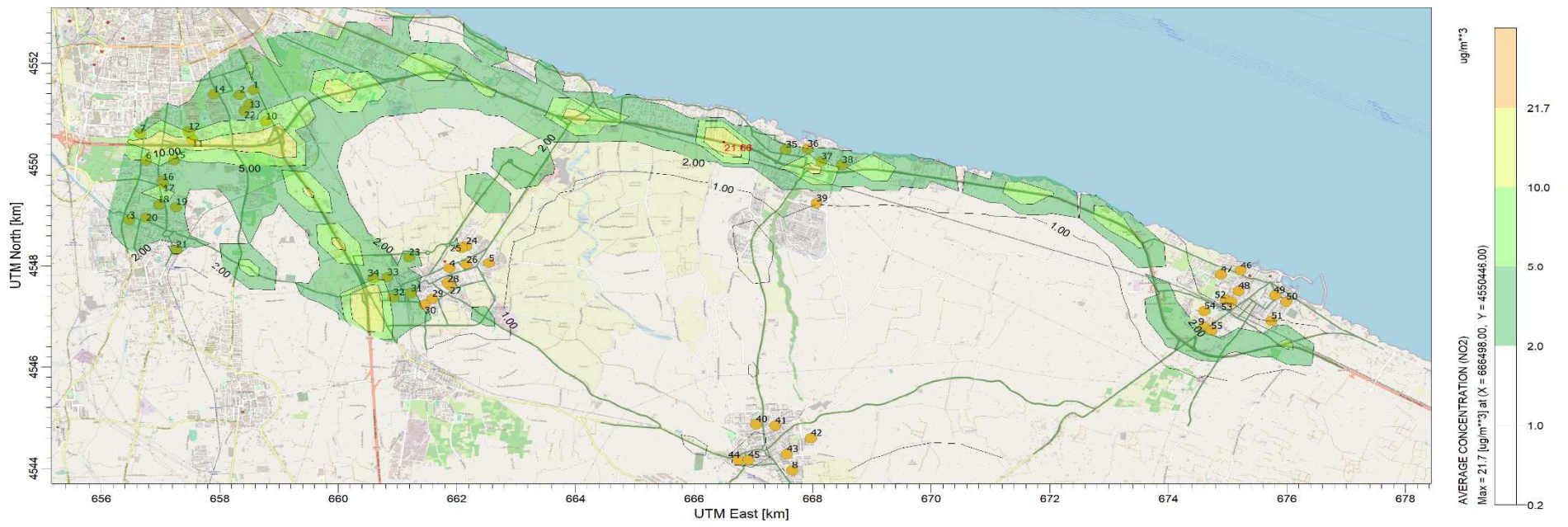
Figura 5: PM10 90.4° percentile delle medie giornaliere. Confronto tra scenari e distribuzione (box-plot) con statistiche ai recettori ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Statistiche di concentrazione ai recettori

	Attuale	Riferimento	SDP03
Media	0.45	0.46	0.43
Mediana	0.38	0.39	0.36

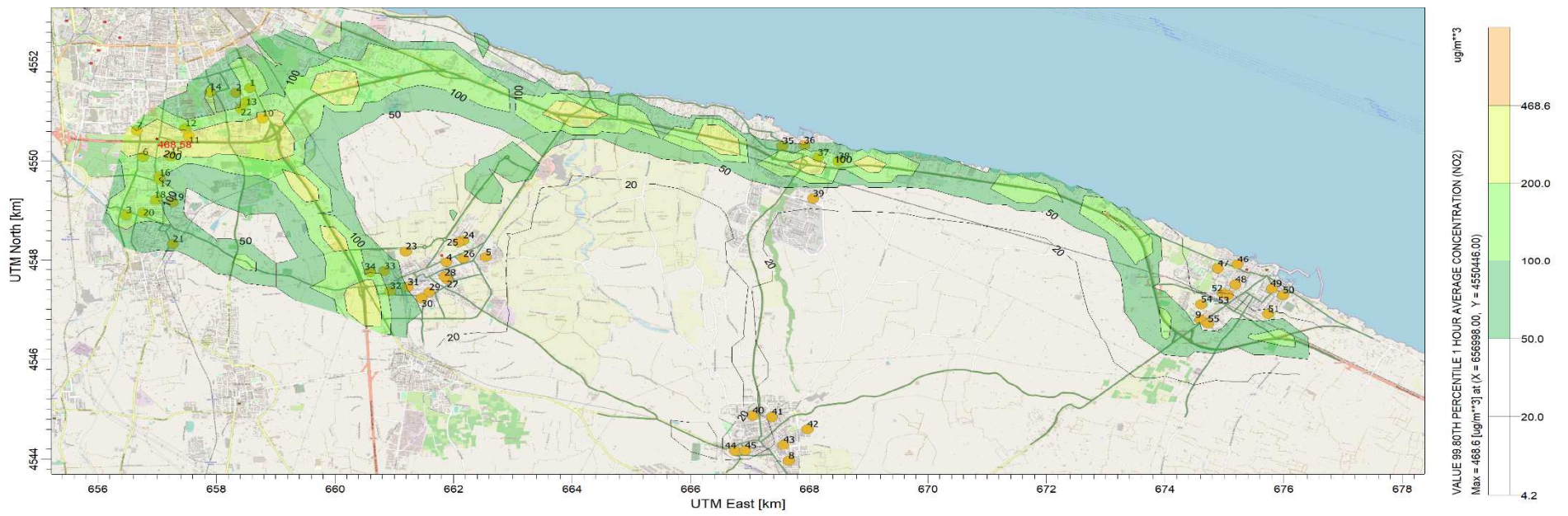
Figura 6: PM2.5 media annuale. Confronto tra scenari e distribuzione (box-plot) con statistiche ai recettori ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



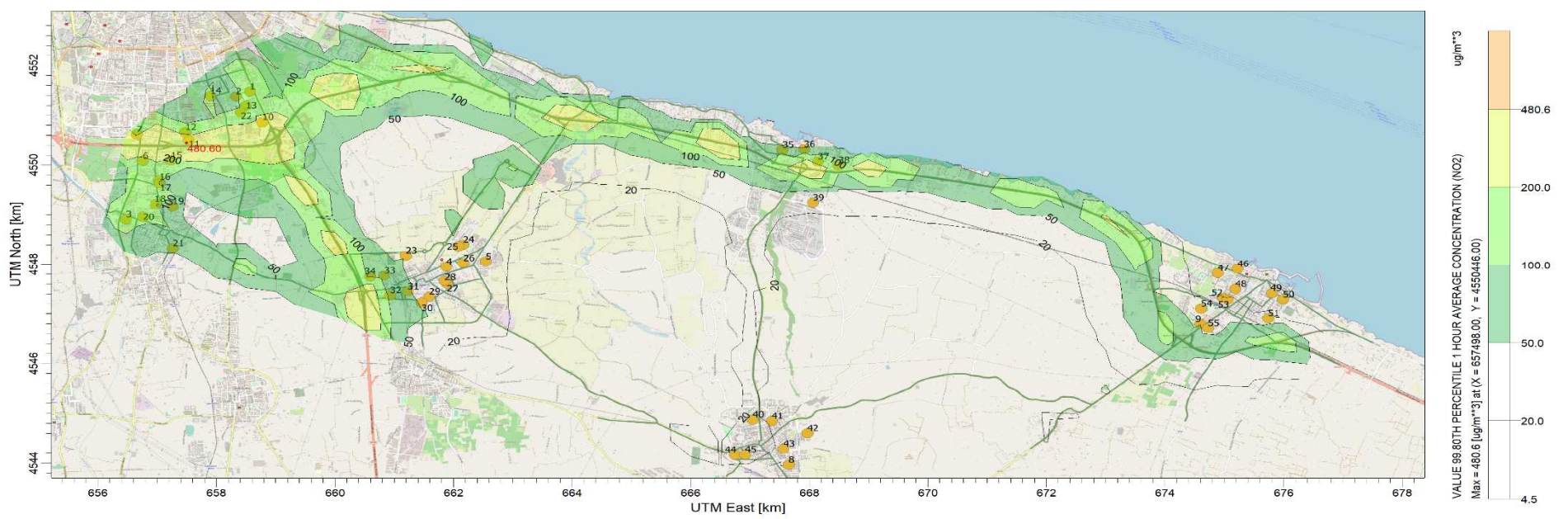
Statistiche di concentrazione ai recettori

	Attuale	Riferimento	SDP03
Media	2.41	2.43	2.30
Mediana	1.93	2.03	1.85

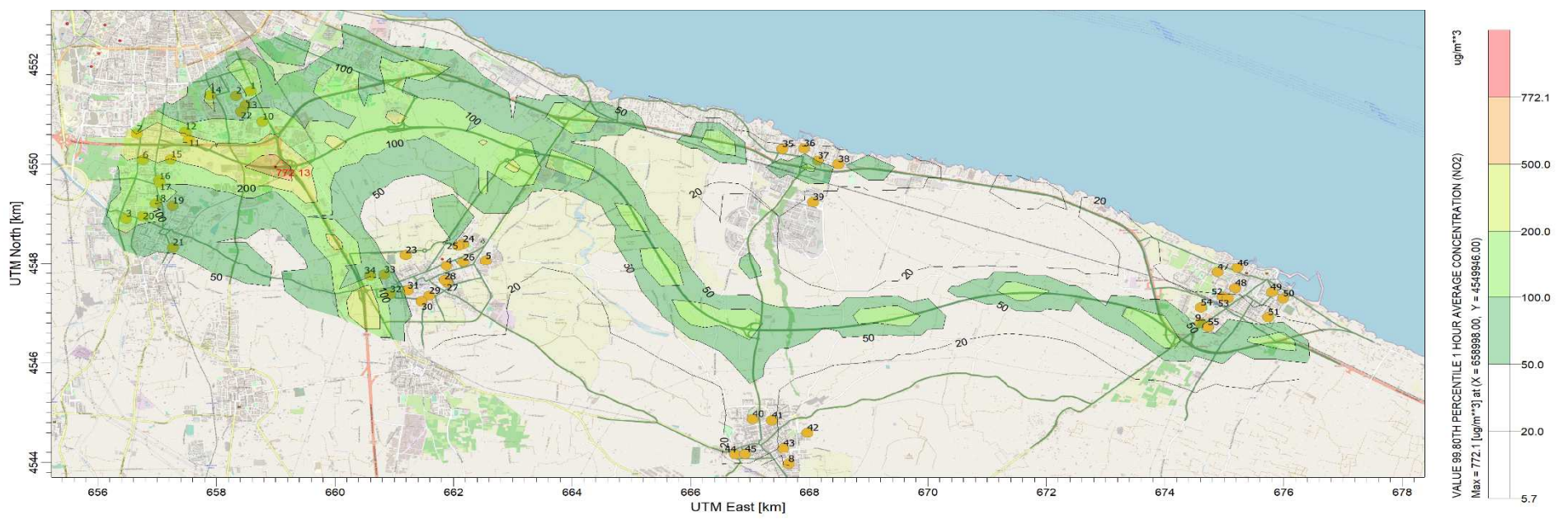
Figura 7: NO2 media annuale. Confronto tra scenari e distribuzione (box-plot) con statistiche ai recettori ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



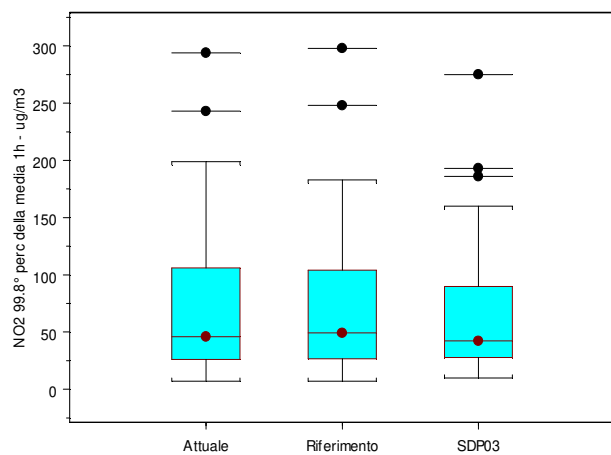
Attuale



Riferimento



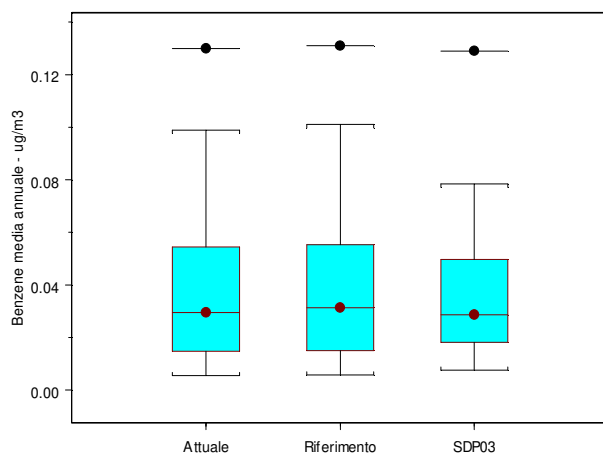
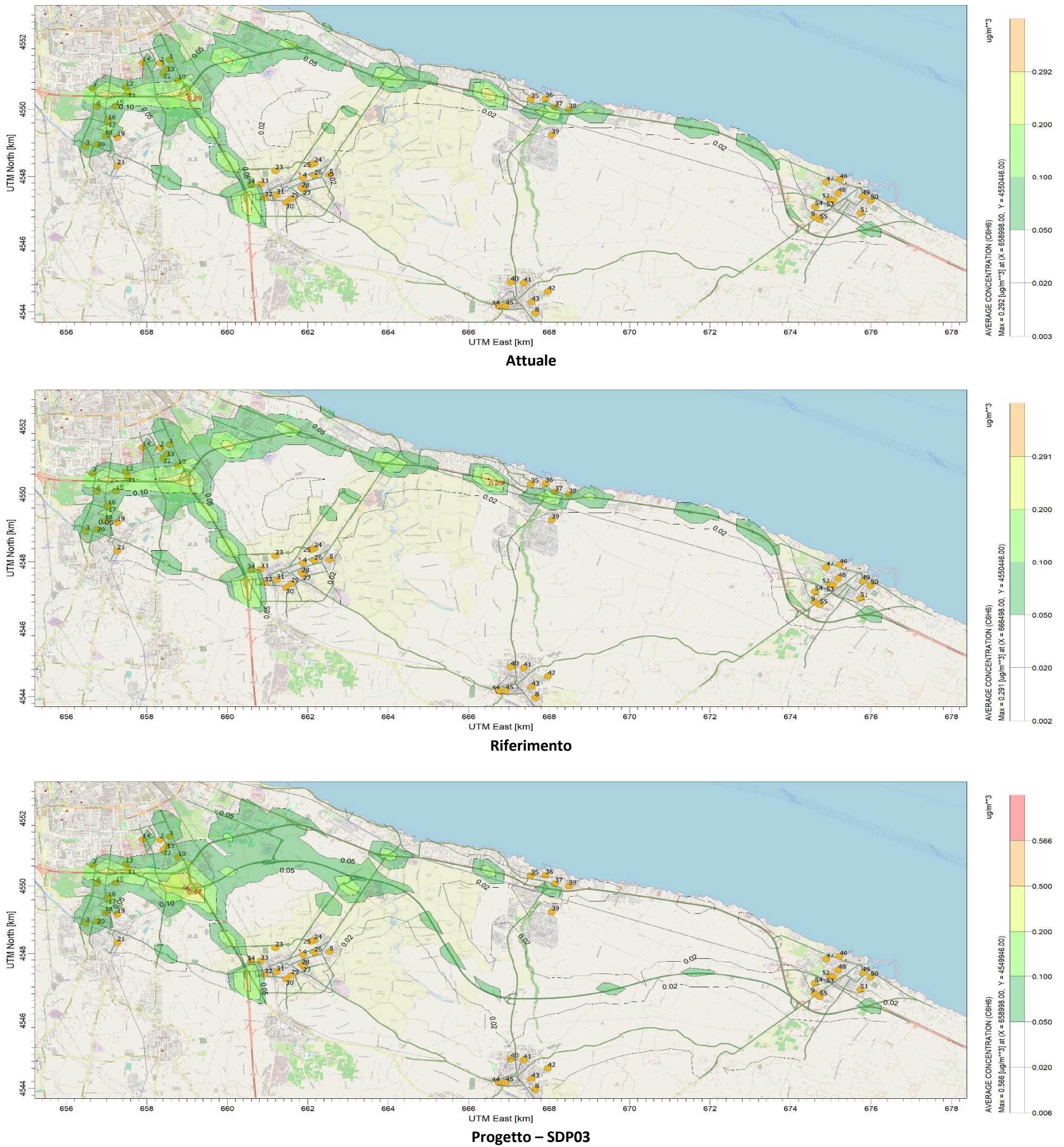
Progetto - SDP03



Statistiche di concentrazione ai recettori

	Attuale	Riferimento	SDP03
Media	71.0	71.8	65.3
Mediana	45.9	49.1	42.2

Figura 8: NO₂ 99.8° percentile delle medie orarie. Confronto tra scenari e distribuzione (box-plot) con statistiche ai recettori (µg/m³)



Statistiche di concentrazione ai recettori

	Attuale	Riferimento	SDP03
Media	0.038	0.038	0.036
Mediana	0.030	0.031	0.029

Figura 9: Benzene media annuale. Confronto tra scenari e distribuzione (box-plot) con statistiche ai recettori ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tabella 11: Concentrazioni calcolate ai recettori

ID	X (UTM)	Y(UTM)	Z (m)	Denominazione	CO max 8h µg/m³			PM10 media µg/m³			PM10 90.8° perc 24h µg/m³			PM2.5 media µg/m³			NO2 media µg/m³			NO2 99.8° perc 1h µg/m³			Benzene media µg/m³		
					Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03
R_1	658566.8	4551473	23.26	Osp. Giovanni XXIII - Bari	272	291	318	1.25	1.31	1.20	2.86	2.94	2.67	0.87	0.91	0.83	4.67	4.87	4.56	156.9	165.2	139.3	0.075	0.079	0.076
R_2	658326.8	4551376	25.26	Osp. Mater Dei - Bari	144	150	162	0.76	0.78	0.74	1.69	1.72	1.61	0.53	0.54	0.51	2.85	2.91	2.76	84.1	90.0	76.8	0.046	0.047	0.045
R_3	656474.2	4548905	51.77	Osp. di Venere - Bari	268	264	350	0.97	0.97	0.97	1.81	1.81	1.86	0.67	0.67	0.67	3.77	3.78	3.77	141.3	139.6	140.0	0.066	0.066	0.066
R_4	661878.5	4547949	54.36	Osp. Fallacara Triggiano	98	106	162	0.47	0.49	0.52	0.95	0.99	1.05	0.33	0.34	0.36	1.75	1.83	1.90	35.3	36.6	41.9	0.028	0.029	0.030
R_5	662541.3	4548057	51.97	Rsa HSR Triggiano	84	89	137	0.38	0.40	0.46	0.71	0.74	0.83	0.27	0.28	0.32	1.40	1.45	1.68	29.7	30.9	35.8	0.022	0.022	0.026
R_6	656754.3	4550081	43.28	Rsa Villa Fiorita - Bari	379	368	461	1.23	1.13	1.20	2.31	2.05	2.28	0.85	0.79	0.84	4.65	4.27	4.51	145.7	135.0	147.9	0.077	0.070	0.073
R_7	656650.6	4550614	35.8	Rsa Opera Don Guanella - Bari	336	307	383	1.32	1.23	1.29	3.23	3.02	3.24	0.92	0.85	0.90	4.95	4.57	4.74	199.2	183.4	192.8	0.080	0.073	0.075
R_8	667648.8	4543963	98.89	Rsa Nuova Fenice - Noicattaro	36	38	53	0.12	0.12	0.16	0.25	0.26	0.32	0.08	0.09	0.11	0.45	0.47	0.60	9.8	10.4	12.4	0.008	0.008	0.010
R_9	674594.8	4546792	26.99	Rsa Ispe - Mola di Bari	93	99	138	0.54	0.57	0.63	1.19	1.26	1.40	0.38	0.40	0.44	1.93	2.03	2.21	46.9	49.7	55.9	0.028	0.029	0.031
R_10	658777.8	4550857	29.22	Sc. Statale primaria Mungivacca - Bari	420	434	330	1.68	1.72	1.29	3.87	3.96	2.82	1.17	1.20	0.89	6.22	6.36	4.81	242.9	248.4	159.6	0.099	0.101	0.078
R_11	657530.7	4550503	34.64	Sc. Infanzia Cagno Abbrescia - Bari	524	529	499	2.29	2.30	2.33	5.27	5.28	5.45	1.60	1.60	1.63	8.38	8.42	8.44	294.2	298.0	274.7	0.130	0.131	0.129
R_12	657470.9	4550657	33.59	Sc Secondaria Santomauro - Bari	274	274	284	1.27	1.26	1.28	2.97	2.95	3.06	0.88	0.88	0.89	4.68	4.64	4.65	153.0	154.8	149.4	0.074	0.073	0.072
R_13	658492.1	4551193	26.81	Liceo Statale E.Fermi - Bari	200	207	203	0.91	0.93	0.82	2.06	2.08	1.81	0.63	0.65	0.57	3.39	3.46	3.08	118.4	122.9	89.6	0.054	0.056	0.050
R_14	657892.1	4551387	26.16	Sc. Materna Educom - Bari	179	180	218	0.79	0.79	0.83	1.65	1.67	1.80	0.55	0.55	0.58	2.98	2.98	3.09	109.7	112.1	112.1	0.050	0.050	0.050
R_15	657227.6	4550093	42.75	Sc. Parco delle Fiabe nido e materna - Bari	399	398	516	1.11	1.10	1.23	2.13	2.13	2.42	0.78	0.77	0.86	4.13	4.07	4.53	154.1	154.8	186.1	0.066	0.065	0.071
R_16	657032.3	4549683	44.77	Sc. Primaria Rousseau - Bari	222	211	316	1.01	0.98	1.05	1.93	1.87	2.00	0.70	0.68	0.73	3.87	3.78	4.00	102.3	100.8	113.6	0.066	0.065	0.067
R_17	657043.3	4549621	45.04	Sc. Infanzia Ferrannini - Bari	237	224	308	1.03	1.00	1.05	1.97	1.90	1.96	0.71	0.69	0.73	3.98	3.87	4.02	98.1	97.8	105.3	0.069	0.066	0.068
R_18	656977.3	4549214	49.91	Istituto Sc. De Mattias - Bari	219	212	322	0.77	0.75	0.76	1.68	1.62	1.58	0.53	0.52	0.53	2.98	2.90	2.91	105.8	101.2	99.7	0.051	0.050	0.050
R_19	657258.8	4549166	49.4	Sc media De Marinis - Bari	142	137	241	0.64	0.62	0.64	1.16	1.13	1.18	0.44	0.43	0.45	2.44	2.38	2.45	73.6	70.8	73.9	0.042	0.041	0.041
R_20	656758.7	4548956	51.17	Istituto Sc. Giovanni Paolo II - Bari	215	211	243	1.04	1.02	1.04	2.16	2.14	2.18	0.72	0.71	0.72	4.02	3.98	4.03	116.5	113.6	113.2	0.070	0.069	0.070
R_21	657262.6	4548325	56.48	Sc. infanzia e primaria Armando Diaz - Bari	155	145	229	0.60	0.56	0.58	1.08	1.02	1.06	0.41	0.39	0.40	2.29	2.15	2.21	59.2	55.6	57.1	0.039	0.036	0.037
R_22	658406.9	4551060	27.65	Sc. superiore Gorjux Tridente Vivante - Bari	179	183	181	0.91	0.93	0.83	2.04	2.05	1.83	0.64	0.64	0.58	3.41	3.45	3.08	101.5	103.9	80.5	0.055	0.055	0.049
R_23	661189.4	4548174	53.07	Sc. Elementare Rodari - Triggiano	124	139	165	0.61	0.66	0.60	1.13	1.23	1.10	0.43	0.46	0.42	2.20	2.38	2.16	45.6	49.1	47.5	0.033	0.036	0.032
R_24	662159.1	4548393	49.57	S.S. di I grado De Amicis Dizonno plesso Dizonno - Triggiano	85	93	153	0.41	0.43	0.49	0.82	0.86	0.96	0.28	0.30	0.34	1.50	1.58	1.79	30.9	34.6	39.6	0.023	0.025	0.028
R_25	662079.7	4548360	50.31	Sc Materna Maria Boschetti Alberti - Triggiano	97	108	161	0.43	0.46	0.51	0.87	0.92	1.00	0.30	0.32	0.36	1.58	1.68	1.88	35.1	37.3	41.4	0.025	0.026	0.029
R_26	662163.8	4548025	54.19	Sc. S. Domenico Savio - Triggiano	78	85	149	0.45	0.47	0.51	0.91	0.94	1.04	0.32	0.33	0.36	1.67	1.73	1.89	39.2	40.0	47.5	0.026	0.027	0.029
R_27	661885.8	4547608	56.61	Direzione Didattica Statale 1° Circolo San G. Bosco - Triggiano	76	80	138	0.40	0.42	0.43	0.82	0.84	0.87	0.28	0.29	0.30	1.49	1.54	1.58	31.7	32.8	35.6	0.023	0.024	0.025
R_28	661848.3	4547657	56.21	Sc. Materna Mastrodonato Zella - Triggiano	79	83	140	0.39	0.41	0.42	0.78	0.81	0.84	0.28	0.28	0.29	1.45	1.49	1.54	31.8	33.1	34.1	0.022	0.023	0.024
R_29	661582.4	4547343	60.88	Direzione Didattica S.Filippo Neri 11 Circ. - Scuola Primaria Statale - Triggiano	97	101	129	0.50	0.53	0.45	0.99	1.04	0.89	0.35	0.37	0.31	1.87	1.96	1.64	44.7	47.6	39.9	0.030	0.031	0.025
R_30	661454.2	4547222	62.17	S.S. I grado De Amicis Dizonno plesso De Amicis	131	137	148	0.52	0.55	0.45	0.98	1.04	0.86	0.36	0.38	0.32	1.92	2.01	1.64	45.9	48.2	38.7	0.030	0.032	0.025
R_31	661223.5	4547447	59.34	Sc. Elementare 2' Circolo - Triggiano	152	157	168	0.60	0.62	0.54	1.17	1.21	1.05	0.42	0.43	0.38	2.15	2.23	1.92	48.6	52.4	46.3	0.032	0.033	0.028
R_32	660926.1	4547368	61.28	Sc. Materna Maria Montessori - Triggiano	208	211	217	0.88	0.90	0.78	1.64	1.69	1.45	0.62	0.63	0.55	3.16	3.22	2.76	81.2	82.2	72.7	0.047	0.047	0.039
R_33	660825.2	4547765	55.88	Liceo Cartesio - Triggiano	131	135	158	0.73	0.74	0.68	1.58	1.58	1.39	0.51	0.52	0.48	2.60	2.65	2.39	63.1	65.7	59.5	0.038	0.039	0.034
R_34	660591.2	4547747	55.88	Istituto Tecnico Economico Tecnologico De Viti De Marco - Triggiano	193	197	210	1.11	1.13	0.99	2.49	2.51	2.14	0.77	0.79	0.69	3.98	4.06	3.51	96.0	98.1	87.3	0.059	0.060	0.050
R_35	667544.3	4550303	13.32	Sc. Primaria Goffredo Mameli	145	147	80	0.80	0.81	0.38	1.83	1.86	0.91	0.56	0.57	0.27	2.82	2.86	1.42	86.0	87.3	35.4	0.040	0.041	0.022
R_36	667908.6	4550317	11.39	Sc. Media Statale-Rita Levi Montalcini - Bari	91	92	56	0.58	0.59	0.31	1.41	1.44	0.73	0.40	0.41	0.21	2.03	2.06	1.13	56.0	57.0	24.2	0.029	0.029	0.018
R_37	668145.5	4550070	14.87	Sc. Materna Chiara Aquaro - Bari	243	246	112	1.09	1.11	0.48	2.44	2.49	1.10	0.77	0.78	0.34	3.79	3.85	1.79	142.5	144.3	48.0	0.052	0.052	0.029
R_38	668491.9	4549999	11.64	Asilo nido Villacolle - Bari	228	231	95	0.98	1.00	0.38	2.29	2.33	0.87	0.69	0.70	0.26	3.42	3.46	1.42	114.0	115.4	35.8	0.047	0.047	0.023
R_39	668060.6	4549238	31.03	Sc. Primaria Statale Parchitello - Bari	82	83	65	0.29	0.29	0.23	0.57	0.59	0.46	0.20	0.21	0.16	1.02	1.04	0.85	26.0	26.4	15.8	0.015	0.015	0.013
R_40	667042.3	4544866	89.92	Sc. Materna Caldarazzo - Noicattaro	53	54	133	0.21	0.22	0.33	0.47	0.49	0.71	0.15	0.15	0.23	0.81	0.84	1.27	27.1	27.8	48.2	0.014	0.014	0.021
R_41	667363.4	4544839	90.11	Sc. Media Pascoli - Noicattaro	37	38	78	0.19	0.20	0.30	0.38	0.39	0.55	0.13	0.14	0.21	0.74	0.76	1.12	16.0	16.4	27.6	0.013	0.013	0.019
R_42	667965.4	4544592	91.59	Sc. Media Nicola Pende - Noicattaro	18	18	42	0.09	0.09	0.14	0.19	0.20	0.30	0.06	0.06	0.09	0.34	0.35	0.49	6.8	6.9	11.0	0.005	0.006	0.008
R_43	667560.5	4544281	97.27	Sc. elementare Alcide De Gasperi - Noicattaro	36	38	60	0.13	0.14	0.18	0.26	0.27	0.35	0.09	0.10	0.12	0.50	0.53	0.66	12.7	13.0	15.6	0.009	0.009	0.011

R_44	666743.2	4544159	95.19	Istituto Comprensivo Gramsci - Pascoli - Noicattaro	72	74	105	0.34	0.35	0.36	0.67	0.69	0.69	0.24	0.24	0.25	1.34	1.36	1.37	32.1	33.3	34.5	0.024	0.024	0.023
R_45	666914.4	4544164	95.59	Istituto Scolastico Paritario Rocco Desimini - Noicattaro	78	82	118	0.43	0.45	0.47	0.86	0.92	0.93	0.30	0.31	0.32	1.67	1.78	1.81	35.8	38.2	42.2	0.029	0.031	0.031
R_46	675219.7	4547907	7.94	Sc. Materna - Mola di Bari	35	35	30	0.18	0.18	0.18	0.38	0.39	0.40	0.13	0.13	0.12	0.64	0.65	0.64	11.1	11.2	11.5	0.009	0.009	0.010
R_47	674888	4547821	8.18	Liceo E.Majorana - Mola di Bari	29	30	27	0.18	0.19	0.17	0.37	0.37	0.36	0.13	0.13	0.12	0.64	0.65	0.61	11.1	11.2	9.7	0.009	0.009	0.009
R_48	675183.7	4547495	12.76	Sc. Elementare Montessori - Mola di Bari	27	28	29	0.19	0.20	0.21	0.41	0.43	0.47	0.14	0.14	0.15	0.68	0.70	0.75	11.3	11.7	11.9	0.010	0.010	0.011
R_49	675800.7	4547412	10.54	Istituto di Istruzione secondaria Gorjux-Tridente - Mola di Bari	32	34	36	0.23	0.24	0.26	0.51	0.52	0.56	0.16	0.17	0.18	0.85	0.88	0.94	13.4	13.8	15.6	0.013	0.013	0.015
R_50	675987.4	4547283	12.35	Sc Elementare 2° Circolo Didattico San Giuseppe	28	29	32	0.20	0.20	0.23	0.41	0.43	0.47	0.14	0.14	0.16	0.70	0.73	0.81	10.5	10.8	11.8	0.010	0.011	0.012
R_51	675735.4	4546908	16.57	Sc Media Tanzi - Mola di Bari	31	32	44	0.27	0.28	0.31	0.62	0.64	0.69	0.19	0.20	0.22	0.95	0.99	1.08	21.7	22.6	23.3	0.013	0.014	0.015
R_52	674973	4547319	19.07	Sc lementari Statali I Circolo - Mola di Bari	33	35	59	0.26	0.27	0.31	0.59	0.62	0.74	0.18	0.19	0.21	0.92	0.95	1.10	20.7	21.3	25.8	0.013	0.014	0.016
R_53	675057.6	4547287	18.91	Sc. Media Statale Dante Alighieri - Mola di Bari	35	37	61	0.27	0.28	0.32	0.63	0.65	0.76	0.19	0.20	0.23	0.97	1.01	1.16	21.7	22.5	27.0	0.014	0.015	0.017
R_54	674604.5	4547100	22.67	Sc. Materna Statale - Mola di Bari	51	53	82	0.32	0.34	0.36	0.70	0.72	0.78	0.23	0.24	0.25	1.14	1.18	1.27	26.0	26.5	29.1	0.016	0.016	0.018
R_55	674722.7	4546709	26.34	Sc. Infanzia Fiorilandia - Mola di Bari	63	66	94	0.47	0.49	0.53	0.95	0.99	1.10	0.33	0.34	0.37	1.64	1.72	1.85	32.0	33.4	37.1	0.023	0.024	0.025

	CO max 8h µg/m³			PM10 media µg/m³			PM10 90.8° perc 24h µg/m³			PM2.5 media µg/m³			NO2 media µg/m³			NO2 99.8° perc 1h µg/m³			Benzene media µg/m³		
	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03	Attuale	Rifer	SDP03
Media ai recettori µg/m³	154	147	171	0.65	0.66	0.62	1.38	1.39	1.31	0.45	0.46	0.43	2.41	2.43	2.30	71.0	71.8	65.3	0.038	0.038	0.036
Mediana ai recettori µg/m³	98	108	148	0.54	0.56	0.51	1.08	1.04	1.04	0.38	0.39	0.36	1.93	2.03	1.85	45.9	49.1	42.2	0.030	0.031	0.029

2.2 Geologia e acque

2.2.1 Selezione dei temi di approfondimento

Seguendo la metodologia già utilizzata nella parte P5 in merito alla dimensione Costruttiva, in questa sede sono definiti e stimati i principali impatti potenziali legati alle azioni afferenti alla dimensione Fisica ed Operativa che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

La catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali riferita alla componente Geologia e Acque è riportata nella seguente tabella.

Tabella 12 - Geologia ed acque: Matrice di causalità – dimensione fisica ed operativa

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
<i>Dimensione fisica</i>		
AF.1 Ingombro	Presenza di superfici impermeabilizzate	Modifica delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici
<i>Dimensione operativa</i>		
AO.2 Gestione acque di piattaforma	Presenza di acque di dilavamento	Modifica caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici

Con riferimento alla “Dimensione fisica” la prevista realizzazione dell’opera comporterà la impermeabilizzazione di superfici agricole e naturali. L’assenza di copri idrici superficiali a regime permanente limita tale tipologia di impatto alle sole acque sotterranee.

In merito alla “Dimensione operativa” gli approfondimenti saranno invece rivolti alla potenziale contaminazione dell’idrosfera da parte delle acque di dilavamento della piattaforma.

2.2.2 Analisi delle potenziali interferenze

Dimensione fisica

Modifica delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici

La presenza dell’infrastruttura interferisce con l’infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo alterando potenzialmente uno dei meccanismi di ricarica dell’acquifero.

Infatti, la presenza dell’infrastruttura, che comporta una superficie impermeabilizzata pari all’impronta del tracciato e dei relativi svincoli, intercetta le acque piovane naturalmente destinate all’infiltrazione.

Il sistema di gestione delle acque previsto identifica in ogni caso quale ricettore finale il sottosuolo attraverso l’infiltrazione dei volumi di drenaggio mediante fossi disperdenti.

A meno di un’aliquota, comunque non rilevante, persa per evaporazione il sistema progettato

garantisce quindi il mantenimento dei preesistenti equilibri idrogeologici.

In tal senso quindi la presenza dell'infrastruttura determinerà un impatto residuo **non significativo** sul bilancio complessivo delle acque, in quanto, se da un lato è vero che una parte del sistema naturale di assorbimento del terreno viene sostituito da un sistema artificiale di drenaggio, dall'altro lato l'apporto di acque ai ricettori finali rimane pressoché inalterato.

Dimensione operativa

Modifica delle caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici sotterranei

La realizzazione delle opere previste dal progetto in esame determinerà la presenza di acque meteoriche di dilavamento sulla piattaforma stradale, che, se non gestite in modo opportuno, potrebbero apportare sostanze inquinanti ai corpi idrici sotterranei. Per tale motivo il progetto prevede la realizzazione di sistemi per il collettamento e successivo trattamento delle acque di prima pioggia provenienti dalla piattaforma. Nello specifico, lo schema di raccolta e smaltimento delle acque prevede la separazione e il trattamento delle acque di prima pioggia. I collettori convogliano le acque verso gli impianti di trattamento presenti lungo il tracciato di progetto e sia le acque trattate che le acque di seconda pioggia, verranno recapitate nei fossi di guardia drenanti per favorire l'infiltrazione dell'acqua.

Per quanto riguarda quindi le caratteristiche qualitative dei corpi idrici sotterranei, si evidenzia che gli accorgimenti presi in merito al sistema di trattamento delle acque provenienti dalla piattaforma stradale, possono essere considerati idonei a garantire un'interferenza **non significativa** nei confronti dei corpi idrici.

2.2.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio

Con riferimento alla "Dimensione fisica" la prevista realizzazione dell'opera comporterà la presenza di superfici impermeabilizzate che per le ragioni sopra descritte non determineranno alterazioni rilevanti dei meccanismi di ricarica dell'acquifero.

In merito alla "Dimensione operativa" accanto all'obiettivo principale di garantire l'assenza di ristagni d'acqua sulla superficie della strada, che potrebbero seriamente pregiudicare la sicurezza degli automobilisti, il progetto ha sviluppato un sistema chiuso di gestione delle acque teso a mitigare l'impatto delle acque di dilavamento della piattaforma.

Nello specifico, lo schema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma prevede la separazione e il trattamento delle acque di prima pioggia. I collettori convogliano le acque verso gli impianti di trattamento presenti lungo il tracciato di progetto. Le acque trattate e le acque di seconda pioggia verranno recapitate nei fossi di guardia drenanti. I fossi di guardia saranno dotati in parte di uno strato drenante per favorire l'infiltrazione dell'acqua.

Nello specifico, il sistema di gestione delle acque è stato sviluppato in funzione delle seguenti

tipologie di sezione:

- viabilità in rilevato;
- viabilità in trincea;
- viabilità in viadotto.

Viabilità in rilevato

Nei tratti di rilevato in rettilineo le acque defluenti dalla sede stradale vengono trattenute ai margini della piattaforma da un cordolo bituminoso. L'intercettazione delle acque meteoriche avviene mediante caditoie quadrate di lato pari a 50 cm. Le caditoie e i sottostanti collettori sono dimensionati per convogliare la portata di prima pioggia con un grado di riempimento massimo pari all'85%. Parte della portata di seconda pioggia è intercettata dalle caditoie e convogliata dai suddetti collettori, fino al massimo riempimento degli stessi, corrispondente ad un funzionamento in pressione. La portata in eccedenza trabocca e sfiora in canalette ad embrice che la convogliano nei fossi di guardia al piede del rilevato.

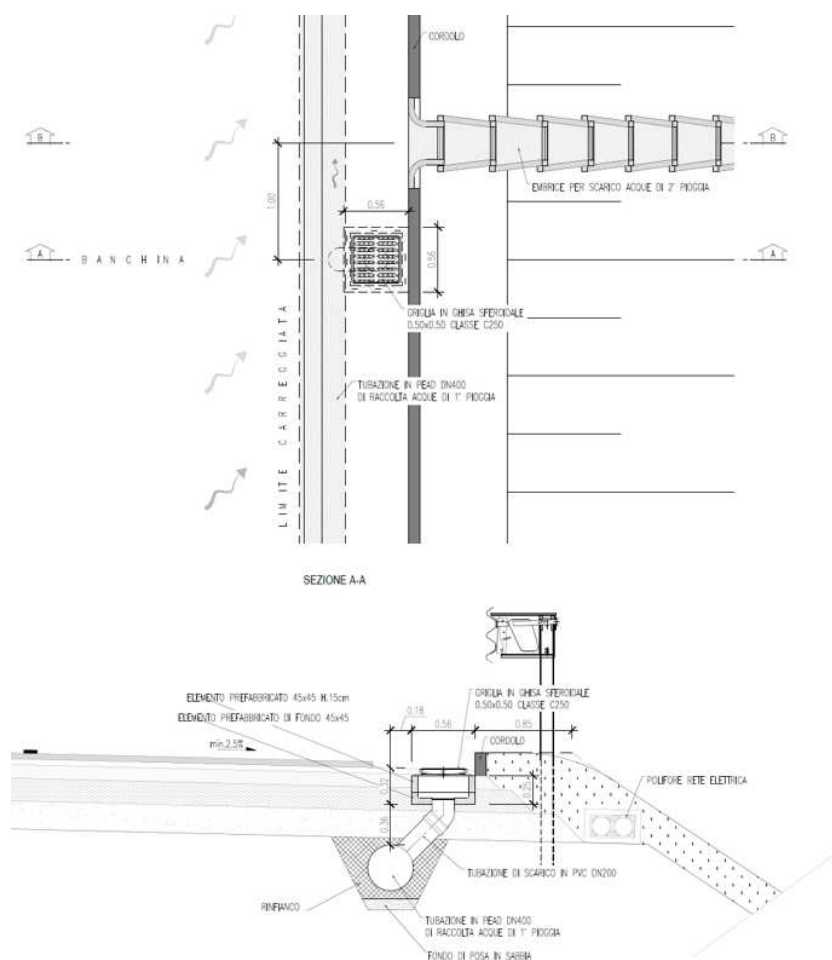


Figura 10: Sistema di drenaggio delle acque meteoriche di prima e seconda pioggia per i tratti di viabilità in rilevato - Pianta e sezione

Nelle sezioni in curva, lo schema di drenaggio prevede caditoie quadrate di lato pari a 50 cm all'interno dello spartitraffico centrale, che raccolgono sia le acque di prima pioggia sia quelle di

seconda pioggia. Ad intervalli variabili è prevista la separazione tra prima e seconda pioggia mediante appositi manufatti scolmatori dotati di soglie sfioranti, descritti in seguito. La prima pioggia proseguirà verso gli impianti di trattamento, mentre la seconda pioggia verrà convogliata direttamente verso i fossi di guardia.

Viabilità in trincea

Lo schema di drenaggio della viabilità in trincea, per i tratti in rettilineo e in curva, prevede di raccogliere tutta la precipitazione tramite caditoie a griglia che scaricano in tubazioni in PEAD SN 8, senza la separazione tra prima e seconda pioggia, che avviene ad intervalli variabili pozzetti scolmatori. Questo schema è giustificato dal fatto che lungo i tratti in trincea non è possibile prevedere fossi di guardia per ragioni di spazio.

Nelle sezioni in rettilineo l'acqua è raccolta ai margini della carreggiata tramite cunette alla francese, mentre per i tratti in curva l'acqua che cade sulla carreggiata esterna è captata dalle caditoie poste all'interno dello spartitraffico centrale, e convogliata da tubazioni che corrono al centro della carreggiata. Per la carreggiata interna si utilizza lo stesso criterio del tratto in rettilineo.

Le acque relative alla scarpata della trincea sono intercettate da canalette rettangolari prefabbricate in C.A.V.

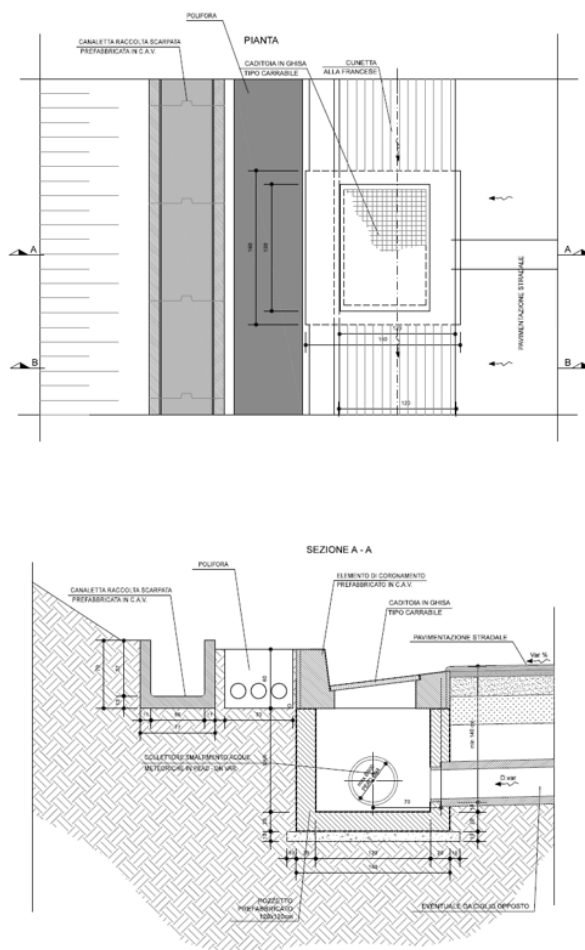


Figura 11 Sistema di drenaggio delle acque meteoriche per i tratti di viabilità in trincea

Viabilità in viadotto

Lungo la viabilità in viadotto tutte le acque meteoriche sono captate da appositi bocchettoni dotati di griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 che scaricano direttamente nelle tubazioni sottostanti, poste sul ciglio interno o esterno, rispettivamente in curva o in rettilineo, con interasse variabile. Le tubazioni correnti in PEAD verranno appese alla struttura dell'impalcato.

In corrispondenza delle spalle dei viadotti sono localizzati appositi pozzetti di deviazione per deviare l'asse delle tubazioni e permetterne il passaggio al di sotto dell'impalcato.

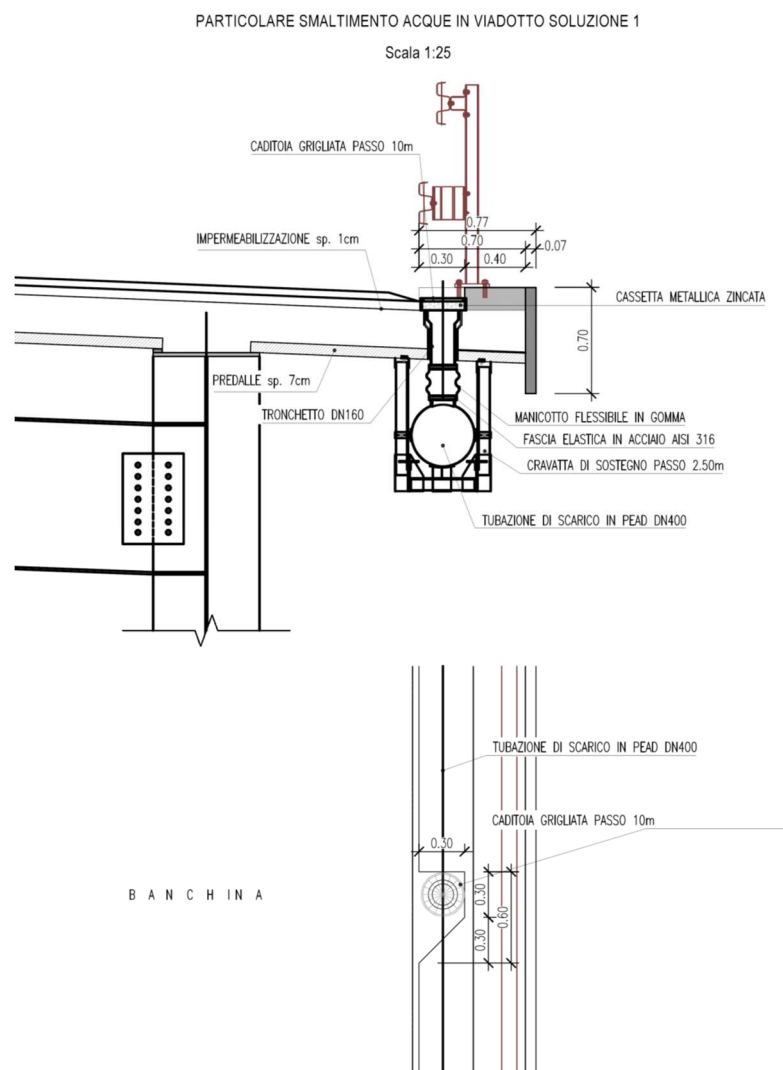


Figura 12 Sistema di drenaggio delle acque meteoriche per i tratti di viabilità viadotto

Dalle misure descritte precedentemente, è possibile concludere che, il sistema di gestione delle acque di piattaforma previsto dal progetto, è tale da assicurare un efficace allontanamento delle acque dalla piattaforma stradale per garantire la sicurezza degli utenti in caso di piogge di forte intensità, di ridurre il carico inquinante mediante appositi impianti di trattamento e di garantire lo smaltimento delle portate attraverso un sistema di laminazione e infiltrazione.

Per quanto concerne la componente "geologia e acque", dallo studio dello stato dei luoghi in cui si

va ad inserire l'opera e dalla disamina delle azioni in condizioni di esercizio, i potenziali impatti sono stati ragionevolmente ritenuti **non significativi**.

2.3 Territorio e suolo

2.3.1 Selezione dei temi di approfondimento

Rispetto alla metodologia definita nel Capitolo 1 della Parte 5 del presente SIA, la parte in esame è volta al completamento dell'analisi degli impatti. Infatti, dopo aver analizzato gli impatti sull'ambiente prodotti dalla fase di realizzazione dell'opera, in questa sede vengono valutati gli impatti, per la componente "Territorio e suolo", dell'opera in relazione alla sua presenza e all'esercizio.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle due dimensioni in esame (fisica ed operativa) sono stati individuati i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali.

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente Territorio e suolo è riportata nella seguente tabella.

Tabella 13: Territorio e patrimonio agroalimentare: Matrice di causalità – dimensione fisica ed operativa

Azioni di progetto	Fattori causali di impatto	Impatti ambientali potenziali
<i>Dimensione fisica</i>		
AF.1 Ingombro	Occupazione di suolo	Perdita definitiva di aree agricole
		Riduzione della produzione agroalimentare di qualità
<i>Dimensione operativa</i>		
AO.1 Traffico in esercizio	Modifica delle caratteristiche chimiche e biologiche dei suoli	Alterazione della qualità dei terreni e dei prodotti agroalimentari
AO.2 Gestione acque di piattaforma	Rilascio di acque contaminate	

Con riferimento alla "Dimensione fisica", la presenza del nuovo tratto stradale comporta la perdita definitiva di zone destinate alle coltivazioni, con conseguente riduzione del patrimonio agroalimentare. Inoltre la presenza del nuovo corpo stradale potrebbe rappresentare un elemento di divisione del territorio con la conseguente frammentazione dei fondi agrari attraversati dall'opera.

Con riferimento alla "Dimensione operativa", il traffico presente in fase di esercizio, comporta l'emissione di gas e polveri, che potrebbero alterare la qualità delle superficie agricole circostanti e quindi dei relativi prodotti agroalimentari. La qualità dei terreni, e quindi della relativa produzione agroalimentare, potrebbe essere alterata anche dalle acque meteoriche di dilavamento della nuova

piattaforma.

2.3.2 Analisi delle potenziali interferenze

Dimensione fisica

Perdita definitiva di aree agricole

Al termine dei lavori di realizzazione del progetto in esame, l'ingombro dell'opera comporta la sottrazione permanente delle superfici da essa occupate.

In particolare, per la componente in esame, l'interferenza si traduce prevalentemente in sottrazione di superfici agricole.

L'analisi svolta, sulla base della carta di uso del suolo, matrice agricola, evidenzia le seguenti sottrazioni di superfici agricole, per un totale di 1.778.065 m²:

- Uliveti: 617.838 m²
- Vigneti: 561.745 m²
- Seminativo in aree non irrigue: 494.842 m²
- Frutteti: 82.356 m²
- Sistemi colturali complessi e colture temporanee associate a colture permanenti 21.280 m²

Dimensione operativa:

Alterazione della qualità dei terreni e dei prodotti agroalimentari

I gas e le polveri emessi dai veicoli in transito sul nuovo tratto stradale possono ricadere sul terreno circostante l'opera stessa, con potenziale alterazione della loro qualità e quindi della produzione agroalimentare derivante dai suddetti terreni.

La qualità dei terreni, e quindi dei prodotti da essi ricavati, circostanti l'opera in esame può essere alterata anche dal dilavamento delle acque di piattaforma, che possono apportare contaminanti nei suoli in cui si immettono.

2.3.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio

Per quanto concerne la componente "territorio e suolo", dallo studio dello stato dei luoghi in cui si va ad inserire l'opera e dalla disamina delle azioni di progetto, i potenziali impatti sono stati considerati **significativi**, in particolare per la sottrazione di suolo agricolo dovuta alla presenza fisica dell'opera.

In merito alla "Dimensione fisica", la sottrazione definitiva di porzioni di aree agricole, dovuta all'ingombro del progetto in esame, è importante anche tenuto conto della ampia diffusione di produzioni agricole di qualità a denominazione di origine.

Per quanto attiene la "Dimensione operativa", le ricadute di gas e polveri, prodotte dai veicoli circolanti sul nuovo tracciato stradale, già valutate nella analisi della componente atmosfera non

evidenziano situazioni di particolare criticità.

In merito alla possibilità di contaminazione dei suoli dalle acque di dilavamento della carreggiata si rimanda a quanto già esposto nel capitolo relativo alle acque, ribadendo in questa sede che i dispositivi di trattamento previsti a progetto permettono di mitigare tale impatto.

2.4 Biodiversità

2.4.1 Selezione dei temi di approfondimento

Dopo aver analizzato gli impatti sull'ambiente prodotti dalla fase di realizzazione dell'opera, in questa sede vengono valutati gli impatti, per la componente "Biodiversità", dell'opera in relazione alla sua presenza e all'esercizio.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle due dimensioni in esame (fisica ed operativa) sono stati individuati i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali.

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente "Biodiversità" è riportata nella seguente tabella.

Tabella 14: Biodiversità - Matrice di causalità - dimensione fisica ed operativa

Azioni di progetto	Fattori causali di impatto	Impatti ambientali potenziali
Dimensione fisica		
AF.1 Ingombro	Occupazione di suolo	Perdita definitiva di habitat e di biocenosi Modificazione della connettività ecologica e potenziale effetto barriera per le specie faunistiche
Dimensione operativa		
AO.1 Traffico in esercizio	Rischio di collisioni con la fauna selvatica	Mortalità o ferimento di animali per investimento
AO.1 Traffico in esercizio	Modifica del clima acustico	Modifica della biodiversità
AO.1 Traffico in esercizio	Modifica della qualità dell'aria	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AO.2 Gestione acque di piattaforma	Modifica delle caratteristiche chimiche e biologiche dei fattori ambientali	Modifica dell'equilibrio ecosistemico

Con riferimento alla "Dimensione fisica", la presenza del nuovo tratto stradale potrebbe comportare la perdita definitiva di zone caratterizzate da vegetazione naturale. Inoltre la presenza del nuovo corpo stradale potrebbe rappresentare una potenziale barriera al passaggio delle specie faunistiche con la conseguente frammentazione degli habitat presenti.

Con riferimento alla "Dimensione operativa", il traffico presente in fase di esercizio, comporta l'emissione di gas e polveri, che potrebbero alterare la fisiologia della vegetazione presente e quindi delle specie animali ad essa associate. La qualità dei terreni e delle acque, e quindi degli ecosistemi nella loro interezza, potrebbe essere alterata anche dalle acque meteoriche di dilavamento della nuova piattaforma stradale. Inoltre il traffico in esercizio comporta produzione di rumore, con possibile disturbo alle specie animali più sensibili, e rischio di collisioni con la fauna selvatica.

2.4.2 Analisi delle potenziali interferenze

Dimensione fisica

Perdita definitiva di habitat e di biocenosi

La sottrazione permanente della vegetazione e degli habitat faunistici si verifica in corrispondenza dell'impronta dell'opera.

Per quanto riguarda la maggior parte dell'asse stradale la sottrazione interessa un'area a vegetazione seminaturale, in quanto relativa a vegetazione naturale frammista ad oliveti. L'interesse naturalistico è quindi di medio valore. L'impatto risulta basso, data la dimensione ridotta della superficie sottratta.

In considerazione degli spostamenti che le specie faunistiche compiono all'interno del proprio habitat, nell'ambito del ciclo biologico, le suddette sottrazioni non interessano habitat di specie animali.

In considerazione di quanto esposto la perdita definitiva di habitat e delle relative zoocenosi a causa del progetto in esame risulta non significativa.

Modificazione della connettività ecologica e potenziale effetto barriera per le specie

Il progetto in esame, prevedendo la realizzazione di 5 passaggi faunistici in tombini scatolari in corrispondenza di macchie, boschi e paesaggio agricolo e la realizzazione di un corridoio al di sopra della galleria, non comporta nessun rischio di frammentare l'ambiente nel quale si inserisce né di costituire una barriera agli spostamenti della fauna.

L'impatto risulta quindi assente, dato che non sussiste il fattore causale.

Modificazione o ferimento di animali per investimento

Il potenziale impatto è dovuto al passaggio di veicoli nel tratto di progetto.

Tali collisioni possono causare il ferimento o la morte degli animali colpiti, oltre a comportare un rischio per la sicurezza delle persone presenti all'interno dei veicoli.

In considerazione del fatto che il progetto in esame è costituito anche da 5 passaggi faunistici in tombini scatolari e da un corridoio al di sopra della galleria, la suddetta incidenza risulta per lo più assente, ad esclusione dei brevi tratti di raccordo con la viabilità attualmente presente, per i quali è comunque trascurabile sia per la breve lunghezza degli stessi che per la loro vicinanza ad una strada già esistente.

Modifica della biodiversità

L'incremento dei livelli acustici e delle vibrazioni generati dal traffico della nuova infrastruttura

stradale in fase di esercizio, non sono ben tollerati da alcune specie di animali e possono causare un disturbo ed un allontanamento della fauna presente.

In considerazione della tipologia d'opera in esame, la potenziale alterazione del clima acustico in fase di esercizio risulta trascurabile, come evidenziato dalle simulazioni effettuate per la componente "rumore e vibrazioni", che mostrano l'assenza di superamento dei limiti nello scenario relativo alla presenza del progetto in esame.

Dimensione operativa

Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi

Relativamente alla potenziale modifica della qualità dell'aria per l'emissione in atmosfera e la ricaduta di inquinanti e polveri attribuibili al traffico stradale durante la fase di esercizio della nuova infrastruttura stradale, si sono considerate le simulazioni analizzate nella componente "aria e clima", a cui si rimanda per una trattazione più di dettaglio. I risultati ottenuti evidenziano come per tutti gli inquinanti il contributo fornito dall'infrastruttura di progetto sul fondo di riferimento sia minimo e nei casi in cui si verifica il superamento dei limiti previsti dalla normativa è dato dal valore di fondo, che già attualmente è superiore.

Modifica dell'equilibrio ecosistemico

A seguito della realizzazione di nuove aree pavimentate si incrementeranno le acque meteoriche di dilavamento della nuova piattaforma la cui confluenza nelle aree limitrofe la nuova infrastruttura stradale potrebbe determinare delle variazioni qualitative delle caratteristiche chimiche dei fattori ambientali, quali suolo ed acque superficiali, e, di conseguenza, potrebbe creare delle modiche all'equilibrio dei sistemi ecologici nelle aree a valle dell'immissione.

Il sistema di gestione delle acque di piattaforma individuato dal progetto ha lo scopo di limitare questo potenziale effetto negativo, prevedendo un sistema di raccolta tale da garantire il trattamento della prima pioggia ed il controllo dello sversamento accidentale.

2.4.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio

L'analisi della biodiversità, in tutti gli elementi che la costituiscono, ha permesso di rilevare che il contesto nel quale si inserisce l'opera ha una valenza prettamente rurale. L'ecosistema dominante è quello agricolo.

Dallo studio dello stato dei luoghi in cui si va ad inserire l'opera e dalla disamina delle azioni di progetto, le incidenze, in relazione alla dimensione fisica ed operativa dell'opera, sono state ritenute ragionevolmente **non significative**. Inoltre i potenziali impatti sono ulteriormente ridotti dalle mitigazioni previste.

Con riferimento alla "Dimensione fisica" si può ritenere trascurabile l'incidenza inerente alla sottrazione permanente di vegetazione, in quanto il progetto interessa aree antropiche. Inoltre,

anche le formazioni vegetali presenti, non risulta essere pure, ma spesso accompagnate da specie infestanti.

Per quanto concerne la "Dimensione operativa" l'incidenza, dovuta alle possibili collisioni con la fauna e alla produzione di rumore, gas e polveri determinate dal passaggio di veicoli sulla nuova infrastruttura, si ritiene trascurabile in base alla scelta progettuale adottata, ed ai risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate per le componenti "rumore e vibrazioni" e "atmosfera", alle quali si rimanda per una trattazione più completa.

Risulta quindi evidente che l'area in esame non è caratterizzata dalla presenza di ecosistemi naturali e da un'elevata biodiversità, considerando l'area di studio e la tipologia dell'opera in esame e le azioni di progetto, compresi gli accorgimenti in fase di cantiere, si può ritenere trascurabile il generarsi di incidenze negative sulla componente "biodiversità".

Ciononostante, considerata la lunghezza della nuova infrastruttura ed al fine di garantire la permeabilità ecologica dell'opera, il progetto ha previsto la realizzazione di 5 sottopassi faunistici, in tombini scatolari nel corpo del rilevato stradale in corrispondenza di macchie, boschi e paesaggio agricolo

A questi si aggiunge un attraversamento faunistico realizzato sulla superficie della galleria non occupata dalla strada a valenza paesaggistica SP 60, mediante piccole macchie arbustive che mitigano la vista e che accompagna la fauna da una parte all'altra del percorso.

La posizione planimetrica degli attraversamenti è riportata negli elaborati P00IA03AMBPL02-06.

Lo stesso ripristino dei metri lineari (1.870 l) di muretti a secco demoliti, oltre all'aspetto paesaggistico ha interessanti risvolti ecologici in quanto habitat di diverse specie di erpetofauna e micromammiferi.

2.5 Rumore

2.5.1 Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sul clima acustico legate alla sola dimensione operativa dell'infrastruttura oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Tabella 15: Rumore - Matrice di causalità - dimensione operativa

Azioni di progetto	Fattori causali di impatto	Impatti ambientali potenziali
Dimensione operativa		
AO.1 Traffico in esercizio	Emissioni acustiche	Alterazione clima acustico

2.5.2 Analisi delle potenziali interferenze

Per la caratterizzazione del contesto ambientale allo stato di progetto relativo alla componente ambientale di riferimento si rimanda integralmente allo Studio acustico allegato al presente SIA (elaborato P00IA20AMBRE07).

2.5.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio

Pur rimandando per l'analisi completa del rapporto opera-ambiente relativo alla componente rumore allo Studio acustico (elaborato P00IA20AMBRE07), in questa sede si evidenzia che in fase di esercizio sono stati previsti, in alcune aree, locali superamenti dei limiti di immissione fissati dalla vigente legislazione e, in particolare, in riferimento esclusivamente al rumore stradale, dalle prescrizioni del D.P.R. 142/2004 per le fasce di pertinenza di nuove infrastrutture stradali di tipo B – strade extraurbane principali (ampiezza 250 m dal ciglio strada da ambo i lati) e/o, nel caso del tratto di S.S. 16 oggetto di riqualificazione, di infrastrutture stradali esistenti di tipo Ca – strade extraurbane secondarie a carreggiate separate (fascia A di ampiezza 100 m dal ciglio strada e fascia B di ampiezza pari ad ulteriori 150 m a partire dal limite esterno di fascia A, da ambo i lati). Una simile situazione ha portato necessariamente a dover prevedere la messa in opera di opportuni sistemi di mitigazione acustica a protezione dei recettori esposti, ovvero alla progettazione di barriere acustiche ottimizzate sia dal punto di vista del loro posizionamento planimetrico che da quello delle relative altezze dei moduli schermanti sul piano campagna.

Nel caso in esame, adottando un valore obiettivo diurno (65/70 dB(A), ex D.P.R. 142/2004 per fascia di pertinenza di nuove infrastrutture stradali di tipo B o di infrastrutture stradali esistenti di tipo Ca) o notturno (55/60 dB(A), con analoghi riferimenti) a seconda delle necessità di protezione dei recettori esposti, si è proceduto ad ottimizzare le altezze delle barriere con una suddivisione in moduli schermanti di lunghezza pari a 2,5 m.

In particolare, per tutti i recettori residenziali e/o commerciali ove sono stati rilevati superamenti significativi del limite di immissione fissato dal D.P.R. 142/2004 entro le fasce di pertinenza stradali, si è ritenuto necessario adottare comunque il massimo livello di ottimizzazione dei sistemi schermanti, con impostazione del minimo valore obiettivo di immissione a norma di legge al recettore, quello riferito al periodo notturno per recettori residenziali (55/60 dB(A) rispettivamente per variante e tratto riqualificato della S.S. 16) e quello di periodo diurno per i recettori commerciali (65 dB(A) per la variante).

Dall'analisi della mappe ad isolinee di livello acustico è stato possibile individuare le seguenti aree critiche:

- Area in corrispondenza dello svincolo di connessione della variante alla S.S. 16 al suo estremo Occidentale, dove, ancora in corrispondenza del tracciato storico della S.S. stessa è presente un recettore sensibile immediatamente a Nord del sedime stradale, costituito da

un edificio scolastico. Tale recettore risulta, già allo stato attuale, pesantemente impattato dalle emissioni da traffico autoveicolare in transito lungo la S.S. 16. In condizioni di esercizio della nuova variante, l'impatto si ridurrà leggermente in quanto la sorgente stradale di maggiore emissione (appunto il nuovo tracciato in variante) tenderà ad allontanarsi parzialmente dal recettore. Nonostante ciò è risultato necessario prevedere un'opera di mitigazione lungo il margine settentrionale non solo del tratto iniziale della variante, ma anche di parte del tracciato storico, non interessato dal progetto.

La seguente figura mostra, in una vista simil-3D non in scala, il dettaglio della discretizzazione del dominio in prossimità dell'area di interesse con, ben in evidenza, i volumi degli edifici recettori, i relativi recettori puntuali di facciata utilizzati per la procedura di ottimizzazione della disposizione planimetrica e di altezza della barriera e la barriera come prevista a progetto nella sua conformazione ottimizzata e definitivamente ingegnerizzata, ovvero con le altezze dei moduli schermanti rese il più possibile uniformi lungo tutta la sua estensione (lunghezza: 195 m; altezza: 5 m).

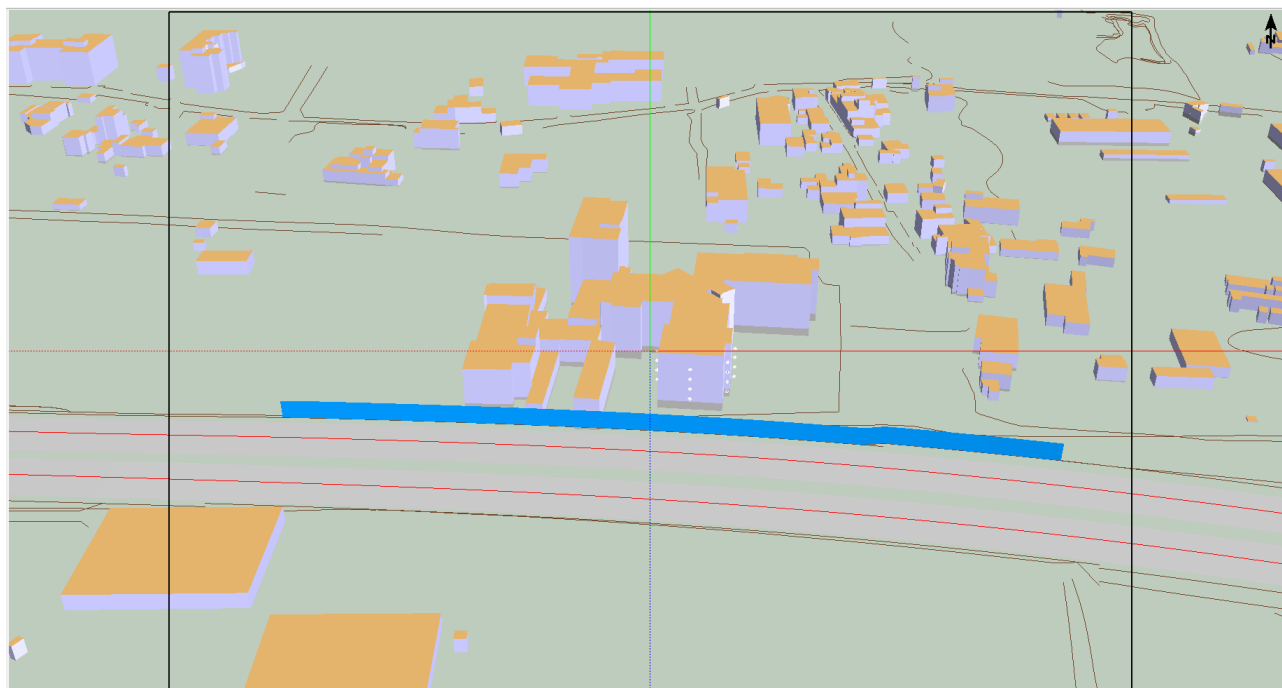


Figura 13: Rappresentazione simil-3D per lo scenario di progetto mitigato della zona iniziale della variante al suo estremo Occidentale con posizionamento della prevista barriera acustica ottimizzata

Predisponendo un simile presidio di mitigazione è possibile prevedere che al recettore esposto possano essere raggiunti al massimo 65 dB(A) in periodo diurno; superiori livelli di protezione non possono realisticamente essere garantiti a meno della predisposizione di barriere di altezze superiori a 10 m, con evidenti problemi di stabilità strutturale e di conseguente inaccettabile impatto vedutistico. Si tenga presente che la facciata direttamente esposta alle emissioni stradali non sottende ad ambienti ad elevata

permanenza, ma solo ad ambienti di servizio, con, al suo esterno, una scala di sicurezza.

- Area residenziale presente lungo il tratto di S.S. 16 oggetto di riqualificazione in sede, immediatamente ad Est della nuova rotatoria di disimpegno del tracciato di Via Fanelli, ove sorgono edifici di civile abitazione a 3 piani F.T. a pochi metri di stanza dall'attuale tracciato della S.S. stessa. Già allo stato attuale, specialmente ai piani 1° e 2°, le immissioni acustiche derivanti dall'esercizio della S.S. 16 nelle sue attuali condizioni di traffico impattano pesantemente sui recettori, ma, a seguito della realizzazione della variante, si prevede che i flussi di traffico si riducano considerevolmente. Infatti, le simulazioni per lo scenario post operam mostrano previste riduzioni dei livelli di pressione acustica anche superiori a 10 dB(A), rendendo certamente più confortevole il clima acustico rispetto allo stato attuale. Ciononostante, i livelli di pressione acustica previsti ai recettori risultano ancora superiori ai limiti di legge, previsti da D.P.R. 142/2004 per infrastrutture esistenti soggette a riqualificazione in sede (70/60 dB(A) per i periodi diurno e notturno). Di conseguenza anche per quest'area è stato ritenuto necessario intervenire mediante la predisposizione di opportuni interventi di mitigazione (barriere a bordo strada).

La seguente Figura 14 mostra, la barriera come prevista a progetto, ovvero con le altezze dei moduli schermanti rese il più possibile uniformi lungo tutta la sua estensione (lunghezza: 72.5 m; altezza: 5.5 m).

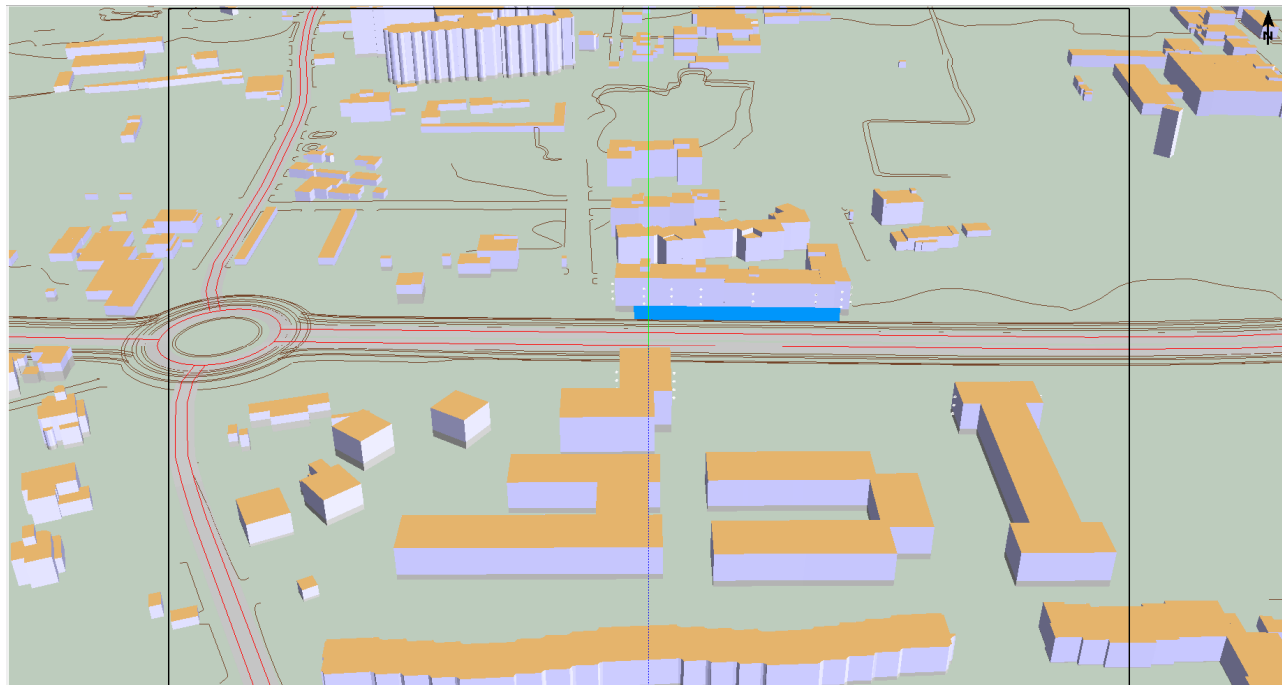


Figura 14: Rappresentazione simil-3D per lo scenario di progetto mitigato della zona lungo il tratto di prevista riqualificazione del tracciato storico della S.S. 16 immediatamente ad Est della rotatoria di disimpegno di Via Fanelli con posizionamento della prevista barriera acustica ottimizzata

Predisponendo un simile presidio di mitigazione è possibile prevedere che ai recettori

esposti, sia a Nord che a Sud del tracciato, possano essere raggiunti al massimo 60 dB(A) in periodo notturno.

- Area residenziale presente a Sud-Est del tracciato della S.S. 16 immediatamente ad Est della rotonda di disimpegno tra il tratto oggetto di riqualificazione della S.S. stessa e la S.S. 100 – Via Amendola, che verrà completamente rinnovata nell'ambito del progetto di cui si tratta. In quest'area sorgono alcuni edifici sia residenziali che commerciali/produttivi soggetti ad immissioni generate dalla vicina infrastruttura stradale superiori ai limiti di legge (D.P. 142/2004, infrastrutture esistenti, fascia A: 70/60 dB(A) rispettivamente per i periodi diurno e notturno). Anche in questo caso è stato necessario predisporre interventi di mitigazione, prevedendo la realizzazione di barriere acustiche a bordo strada.

La seguente Figura 15 mostra, la barriera come prevista a progetto, ovvero con le altezze dei moduli schermanti rese il più possibile uniformi lungo tutta la sua estensione (lunghezza: 40 m; altezza: 4 m).

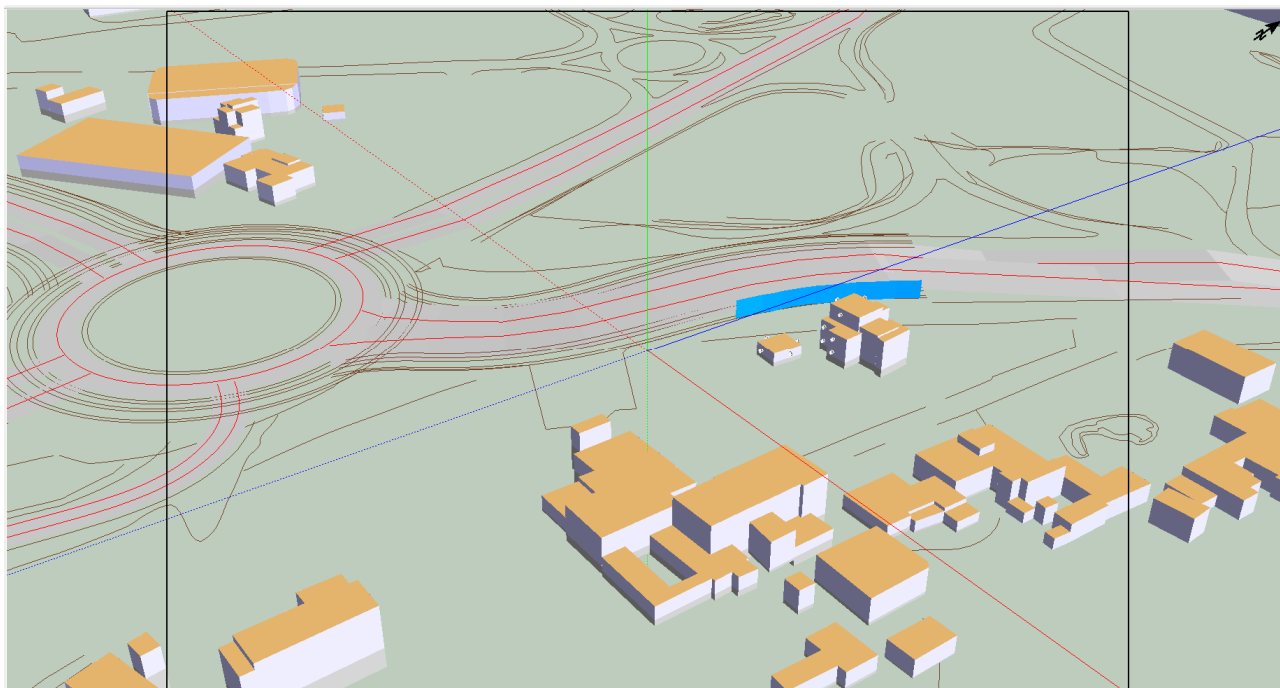


Figura 15: Rappresentazione simil-3D per lo scenario di progetto mitigato della zona immediatamente ad Est della rotonda di disimpegno del tracciato storico della S.S. 16 con la S.S. 100 – Via Amendola con posizionamento della prevista barriera acustica ottimizzata

Predisponendo un simile presidio di mitigazione è possibile prevedere che ai recettori esposti Sud-Est del tracciato possano essere raggiunti al massimo 60 dB(A) in periodo notturno.

- In prossimità dell'area ove è insediata l'attività florovivaistica gestita dalla Ditta Mapia, in Strada Seconda Frattasio, circa 500-600 m ad Est del previsto svincolo di Via Caldarola

sulla variante alla S.S. 16, si prevede che, a seguito dell'entra in esercizio della variante stessa, possano essere indotti livelli di pressione acustica di periodo diurno superiori a 65 dB(A), pari al limite previsto dal D.P.R. 142/2004 per infrastrutture di nuova realizzazione. Anche in questo caso è stato quindi necessario predisporre opportuni interventi di mitigazione a mezzo di barriere acustiche posizionate a bordo strada. L'obiettivo di protezione di 65 dB(A) è stato fissato tenendo conto della destinazione produttiva e non residenziale degli edifici da proteggere.

La seguente Figura 16 mostra, la barriera prevista a progetto, ovvero con le altezze dei moduli schermanti rese il più possibile uniformi lungo tutta la sua estensione (lunghezza: 95 m; altezza: 4 m).

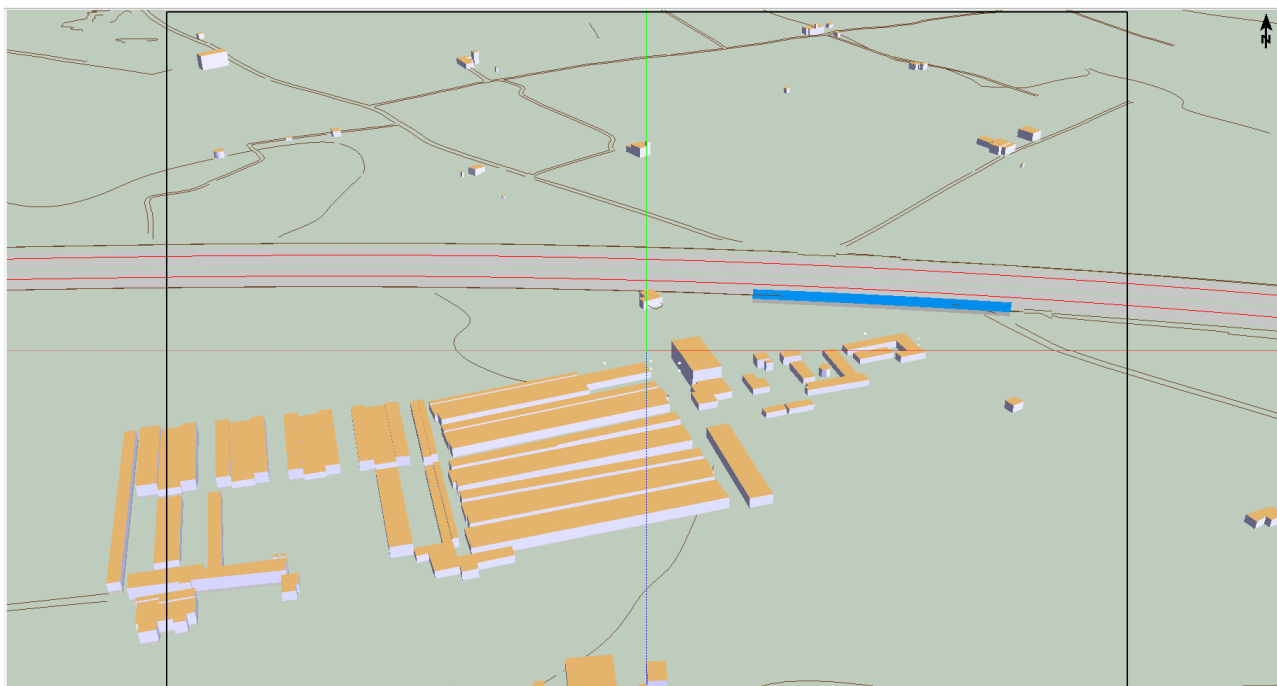


Figura 16: Rappresentazione simil-3D per lo scenario di progetto mitigato della zona circa 500-600 m ad Est dello svincolo di Via Caldarola in prossimità della quale è presente l'insediamento commerciale (attività florovivaistica) della Ditta Mapia con posizionamento della prevista barriera acustica ottimizzata

- L'ultima zona ove si prevedono superamenti dei limiti di immissione acustica generati dall'infrastruttura stradale in progetto, è localizzata in prossimità dell'area di Lama San Giorgio, ove il previsto tracciato della variante alla S.S. 16 esce da una galleria e, dopo una breve trincea ed un tratto in rilevato, è prevista la realizzazione di un piccolo viadotto per il superamento di Lama San Giorgio stessa. In questa zona sono presenti quasi esclusivamente insediamenti produttivi e/o commerciali, ma anche alcuni edifici residenziali sparsi ed isolati di cui uno esposto a livelli oltre i limiti previsti per il periodo notturno dal D.P.R. 142/2004 (nuove infrastrutture, periodo notturno: 55 dB(A)). Fissando tale valore come obiettivo di protezione, la procedura di ottimizzazione delle barriere ha permesso di individuare una conformazione adeguata all'eliminazione delle non conformità previste la

fase di esercizio (post operam) della nuova variante alla S.S. 16.

La seguente Figura 17 mostra, la barriera prevista a progetto con le altezze dei moduli schermanti rese il più possibile uniformi lungo tutta la sua estensione (lunghezza: 67.5 m; altezza: 5.5 m).

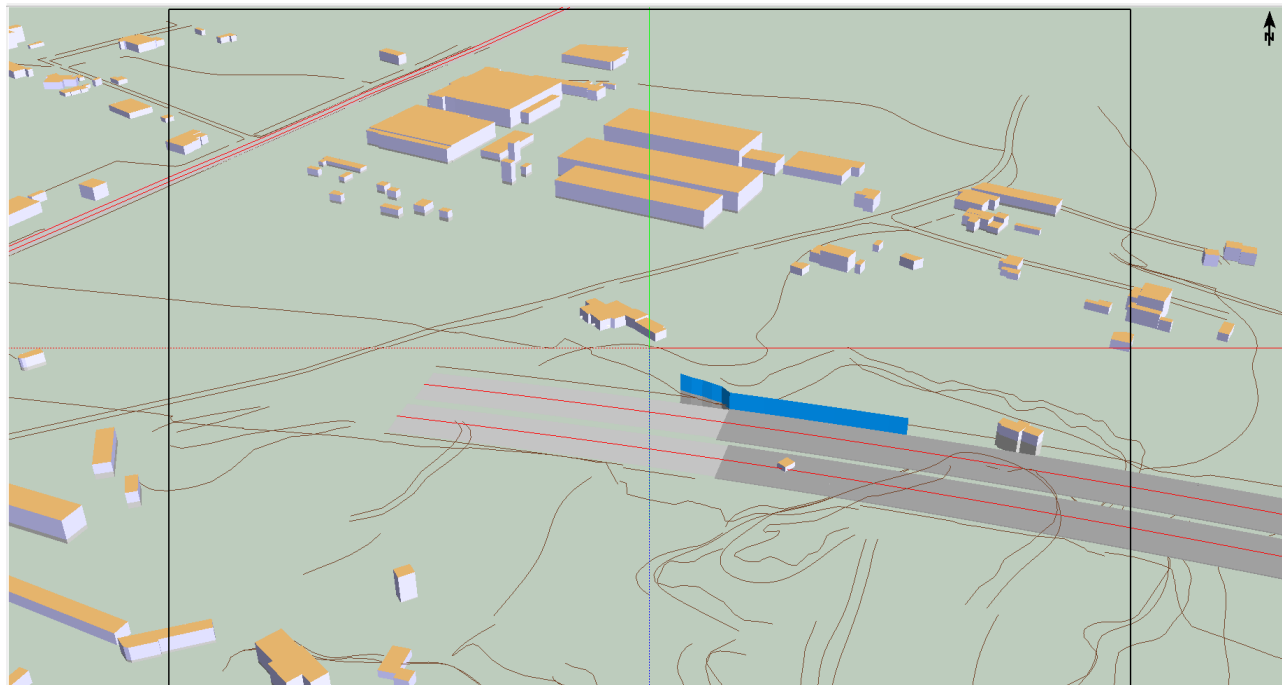


Figura 17: Rappresentazione simil-3D per lo scenario di progetto mitigato della zona di Lama San Giorgio con posizionamento della prevista barriera acustica ottimizzata

La previsione delle barriere dimensionate come sopra illustrato permette di rendere il progetto di variante alla S.S. 16 Adriatica nel tratto Bari – Mola di Bari e la riqualificazione in sede del tratto del suo tracciato storico compreso tra lo svincolo di città della giustizia, all'estremo Occidentale della variante, e la rotatoria di disimpegno del tracciato storico della S.S. 16 con la S.S. 100 – Via Amendola, compatibile con i vigenti vincoli legislativi in tema di protezione acustica ambientale.

La posizione planimetrica ed i particolari delle previste barriere sono riportati negli elaborati P00OM00AMBPL01-03 e P00OM00AMBSZ01.

Tenuto conto delle opere di mitigazione previste, l'impatto sulla salute umana in relazione all'alterazione del clima acustico può considerarsi **scarsamente significativo**.

2.6 Salute umana

2.6.1 Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla salute umana legate alla

dimensione operativa dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Azioni di progetto		Fattori causali		Impatti potenziali
Dimensione operativa				
AO.1	Traffico in esercizio	Produzione acustiche;	emissioni	Modifica della qualità dell'aria
		Produzione polverulente	emissioni	Compromissione del clima acustico

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni delle emissioni acustiche e polverulente prodotte durante la fase di esercizio.

2.6.2 Analisi delle potenziali interferenze

Inquinamento atmosferico e salute umana

Al fine di comprendere come la nuova infrastruttura, durante la fase di esercizio, possa determinare modifiche sullo stato di salute della popolazione residente nel suo intorno, sono state condotte delle simulazioni atmosferiche modellistiche finalizzate alla valutazione delle concentrazioni di NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5} e Benzene generate dall'esercizio del progetto in esame

Per ognuno degli inquinanti sono stati calcolati i descrittori statistici su base annuale per il confronto con i limiti di legge.

Come risulta delle mappe di ricaduta degli inquinanti presentate nel par.2.1.4, cui si rimanda per gli approfondimenti, i massimi di griglia si collocano sempre in corrispondenza della sede stradale e gli scenari di progetto non introducono variazioni di rilievo per quanto riguarda questo aspetto.

Per quanto concerne i valori di concentrazione ai recettori sensibili individuati, le variazioni sono generalmente migliorative.

L'impatto sulla salute umana in relazione all'inquinamento atmosferico può considerarsi quindi **non significativo**.

Inquinamento acustico e salute umana

Come già descritto nel paragrafo 2.5.3, l'esercizio della nuova infrastruttura stradale in progetto (variante alla S.S. 16 Adriatica nel tratto compreso tra Bari e Mola di Bari), o del tratto di S.S. 16 riqualificato (tra lo svincolo di città della giustizia, all'estremo Ovest della variante, e la nuova rotatoria di disimpegno del tracciato storico della S.S. 100), possono indurre, in alcune aree, locali superamenti dei limiti di immissione fissati dalla vigente legislazione

Tale situazione ha comportato la necessità di introdurre opportuni sistemi di mitigazione acustica a protezione dei recettori esposti, ovvero alla progettazione di barriere acustiche ottimizzate sia dal punto di vista del loro posizionamento planimetrico che da quello delle relative altezze dei moduli

schermanti sul piano campagna.

L'adozione di tali barriere acustiche permette di rendere il progetto in esame compatibile con i vigenti vincoli legislativi in tema di protezione acustica ambientale.

Quindi, in relazione a quanto detto, l'impatto sulla salute umana in relazione all'inquinamento acustico può considerarsi **scarsamente significativo**.

2.6.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio

Le misure di prevenzione e mitigazione relative alla componente salute umana in fase di esercizio possono essere ricondotte a quelle descritte nei paragrafi relativi alla componente “rumore”.

2.7 Paesaggio e patrimonio culturale

2.7.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un'opera sull'ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione, che comprende solo la dimensione fisica e non quella operativa.

Tabella 16: Paesaggio e patrimonio culturale: Matrice di causalità - dimensione fisica

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali
AF1	Ingombro	Incremento aree antropiche	Modificazione dell'assetto percettivo e scenico Modificazione della morfologia dei luoghi

2.7.2 Analisi delle potenziali interferenze

In questa fase, le azioni di progetto individuate si esplicitano nell'ingombro fisico, riferito propriamente al nuovo ingombro di tipo stradale e alla presenza di nuove aree pavimentate.

Con riferimento alle azioni di progetto e le relative attività considerate come significative, la dimensione fisica, per la tipologia delle opere progettuali previste, presenta problematiche in parte simili a quella costruttiva, poiché se da un lato gli impatti possono considerarsi simili, dall'altro hanno carattere di tipo permanente e non temporaneo, seppur solo nel caso della presenza dell'impronta a terra dell'infrastruttura.

Gli impatti in questione sono quindi relativi a:

- modificazione dell'assetto percettivo e scenico
- modificazione della morfologia dei luoghi

Per quanto riportato quindi si è operato mediante analisi delle fotografie scattate dai punti di vista scelti per realizzare quindi fotosimulazioni (elaborato P00.IA20.AMB.FO.01) funzionali a valutare la potenziale alterazione della percezione del paesaggio a seguito della realizzazione dell'infrastruttura.

2.7.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di esercizio

In merito alla dimensione di tipo fisico, la valutazione dell'intrusione delle nuove opere nel contesto non ha portato di fatto a segnalare criticità di sorta.

A fronte della realizzazione di nuove opere, relative al nuovo ingombro stradale, che a differenza degli impatti in fase di cantiere ha carattere permanente, non si rilevano anche in questo caso interferenze di rilievo in merito alla componente paesaggistica.

La distanza dell'osservatore dall'opera, nonché le condizioni di visibilità, stante il carattere permanente dell'introduzione di nuovi elementi nel contesto, può far variare la valutazione dell'impatto sul paesaggio.

Posto quanto esplicitato, dall'analisi della morfologia del terreno non si rileva una modificazione di rilievo che possa comportare un'alterazione del sistema paesaggistico nel suo insieme tale da inficiarne i caratteri peculiari, anche grazie alla progettazione dei corretti di interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale (cfr. elaborati P00.IA00.AMB.RE.01 Relazione tecnica-illustrativa degli interventi di inserimento paesaggistico e ambientale; P.00.IA03.AMB.PL.01-05 Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ambientale; P.00.IA04.AMB.PL.01-05 Planimetria Opere a verde; P.00.IA03.AMB.ST.01-04 Sezioni e dettagli interventi di inserimento paesaggistico e ambientale ed P00.IA07.AMB.SL.01-05 Aree di espianto e impianto ulivi).

Questi si articolano nelle seguenti tipologie di intervento:

Reimpianto degli ulivi precedentemente espiantati in modo da ricreare la trama agraria del paesaggio tradizionale, soprattutto in quei luoghi dove vi è stata una progressiva diminuzione dell'uliveto.

Gli ulivi saranno piantumati a macchia naturaliforme in modo da creare quinte da e verso la nuova strada. Verranno infatti create nuove occasioni per vedere il paesaggio: saranno creati inviti verso punti visuali interessanti.

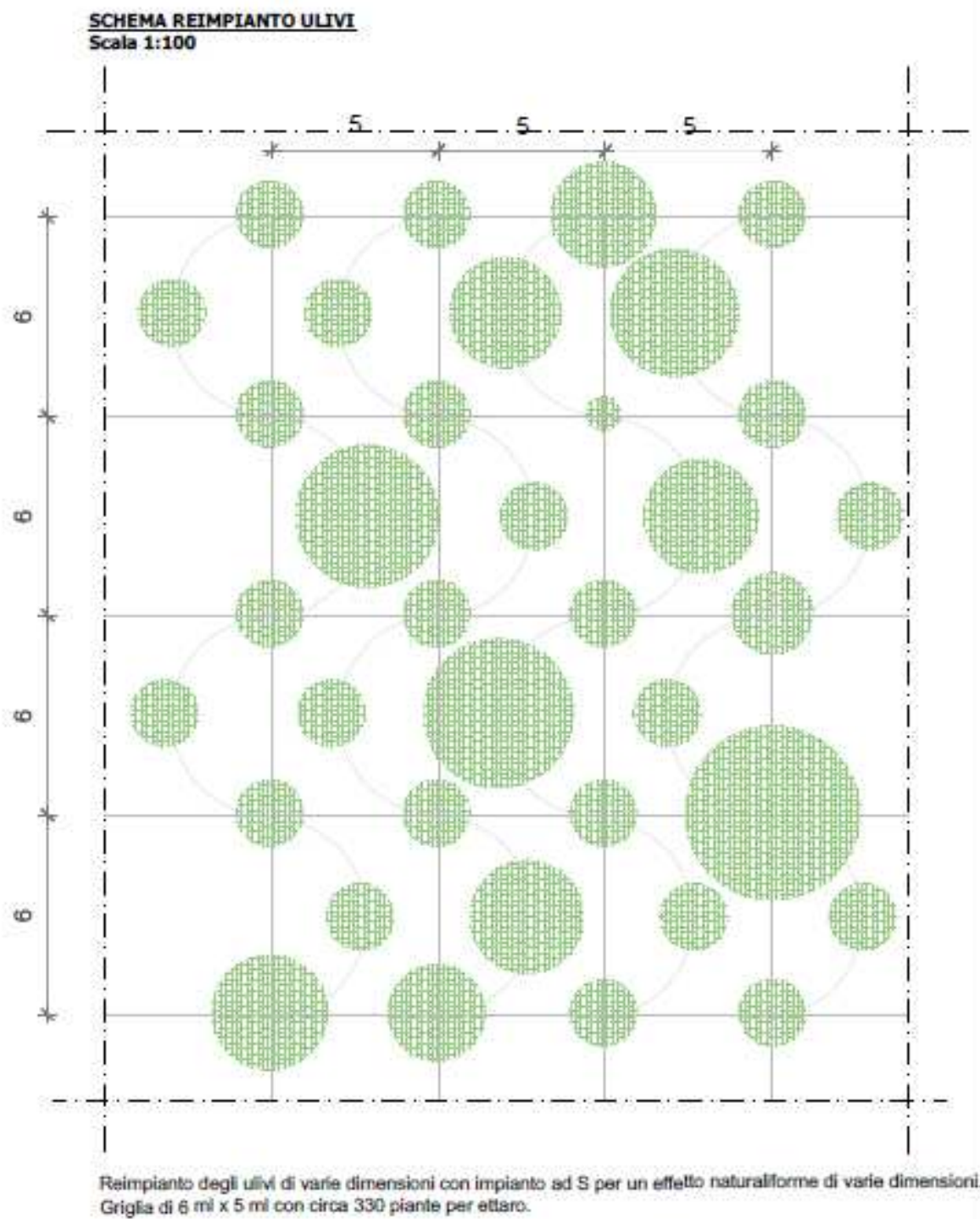


Figura 18: Schema di reimpianto degli ulivi

Inserimento di macchie arbustive lungo il percorso con particolare riferimento a svincoli, punti fragili e vicinanza alle lame. Poiché le opere di mitigazione proposte, a parte il reimpianto degli ulivi, sono collocate per lo più in corrispondenza delle lame si è scelto di riproporre la caratteristica macchia a querceti.

Dalle essenze tradizionali sono state però eliminate quelle contenute nell'elenco delle specie ospiti di *Xylella fastidiosa* sottospecie pauca contenute nel sito della Regione Puglia anche se, come

emerge nella cartografia SIC costantemente aggiornata contenuta nel sito ufficiale della regione Puglia, l'intervento non ricade in zona di allerta. La macchia risulterà meno ricca ma comunque varia. Le essenze verranno collocate secondo i seguenti schemi:

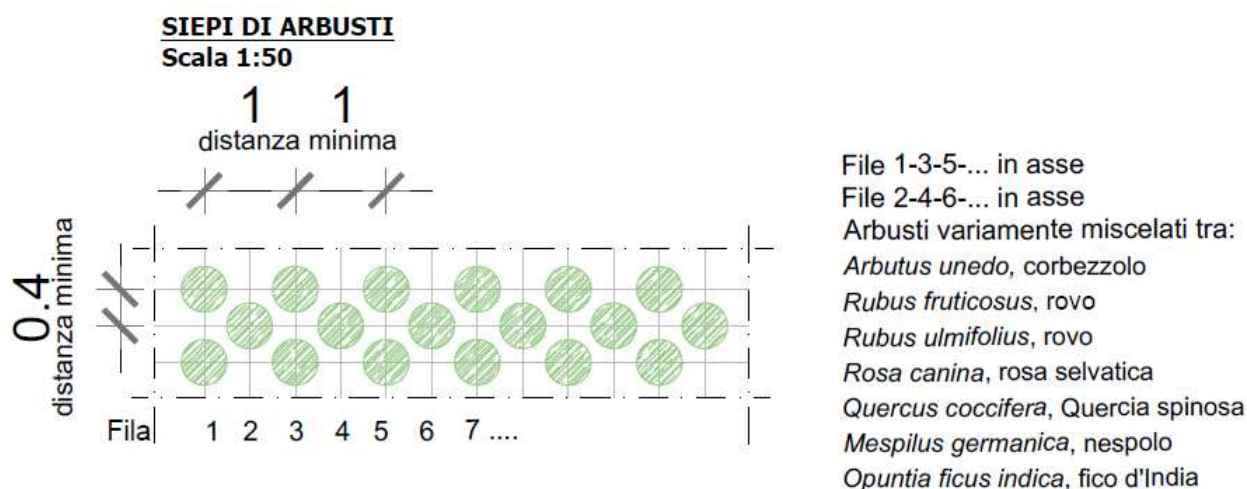


Figura 19: Schema di impianto delle siepi arbustive

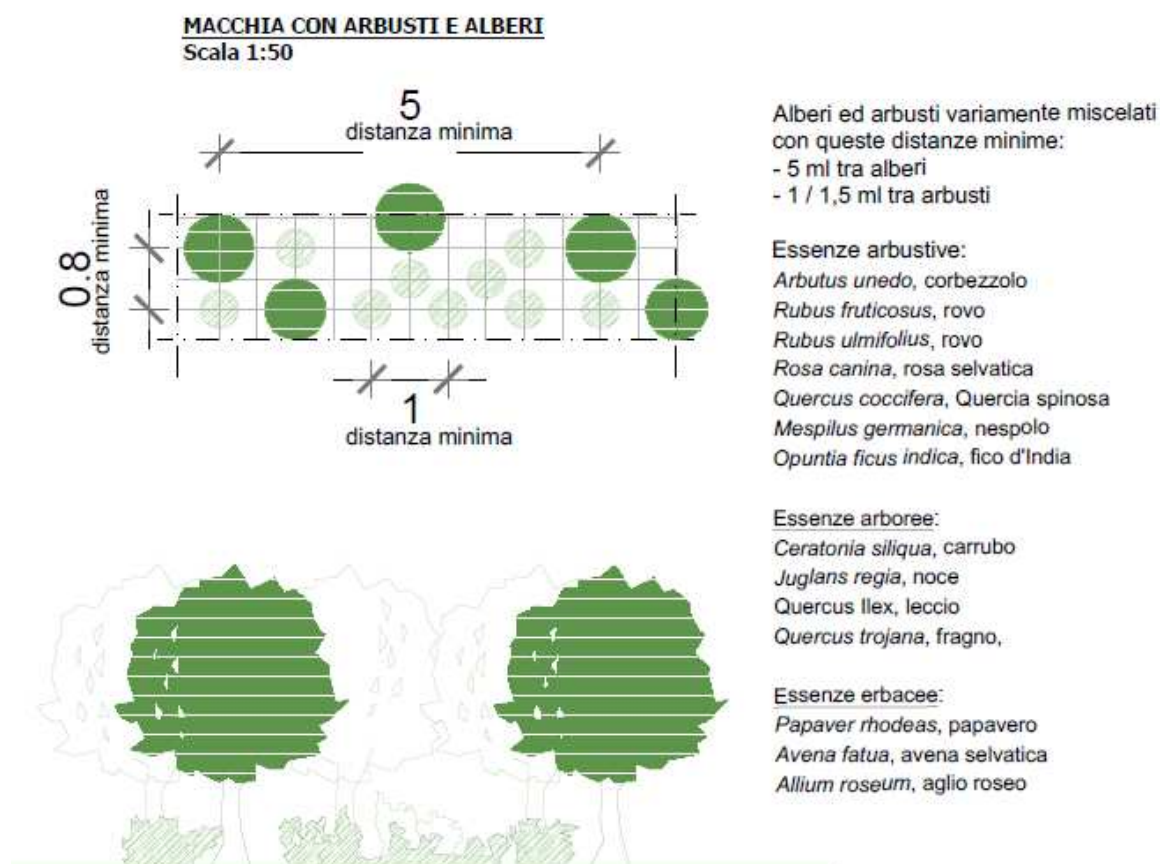


Figura 20: Schema di impianto delle macchie mediterranee con essenze arboree ed arbustive

In relazione ad altri interventi di mitigazione, l'inerbimento risulta un intervento fondamentale atto a

consentire la creazione di una copertura vegetale permanente con un effetto consolidante, e rappresenta una soluzione ideale dal punto di vista dell'inserimento estetico-paesaggistico ed ecologico di un intervento.

Nel caso specifico, l'inerbimento previsto dal presente progetto è mirato alla copertura a prato di:

- superfici delle bordure stradali,
- aree intercluse e di quelle oggetto di attività di lavorazione.

Considerando la morfologia pianeggiante o di lieve pendenza delle superfici e la loro esigua estensione, l'inerbimento potrà essere effettuato mediante semplice semina a spaglio in base alla tipologia di intervento da realizzare. L'attività di semina sarà preceduta da una lavorazione superficiale del terreno per la preparazione alla semina. Ad attecchimento avvenuto, con la formazione del cotico erboso, l'azione consolidante esercitata dagli apparati radicali di opportune specie vegetali che fissano e sostengono il terreno fornirà ottime prestazioni per quanto riguarda la capacità di contrastare fenomeni di erosione e di denudazione superficiale grazie anche alla difesa che fornisce contro la dilavazione causata dalle piogge.

In conclusione non viene quindi a determinarsi una differenza sostanziale di percezione visiva generale del contesto nel post operam rispetto all'ante operam. L'alterazione dei caratteri del paesaggio e della percezione visiva possono considerarsi quindi **scarsamente significativi** in quanto se è vero che l'introduzione di nuovi elementi modifica la configurazione del territorio, il loro impatto risulta mitigato grazie agli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale previsti, che concorrono a far sì che le nuove opere si inseriscano in maniera coerente con gli elementi del contesto territoriale preesistenti, di fatto non alterando la percezione del sistema paesaggistico generale nel quale si inserisce l'infrastruttura oggetto di intervento.

Ad integrazione degli interventi di mitigazione il progetto prevede infine il ripristino quale opera compensativa dei muretti a secco interferiti dal nuovo tracciato.

Nella viabilità secondaria si è cercato quindi di ricostruire il carattere identitario delle strade locali (filari di ulivi e muretti a secco) riconoscendo l'importanza di tali elementi sia per la cultura materiale, la percezione del paesaggio e come oasi naturalistiche per la fauna.

I muretti a secco sono costruiti da conci di pietra locale con una altezza di circa 80 cm e una forma trapezoidale di circa 90 cm alla base che si rastrema verso la sommità, trattata con intonaco rustico.

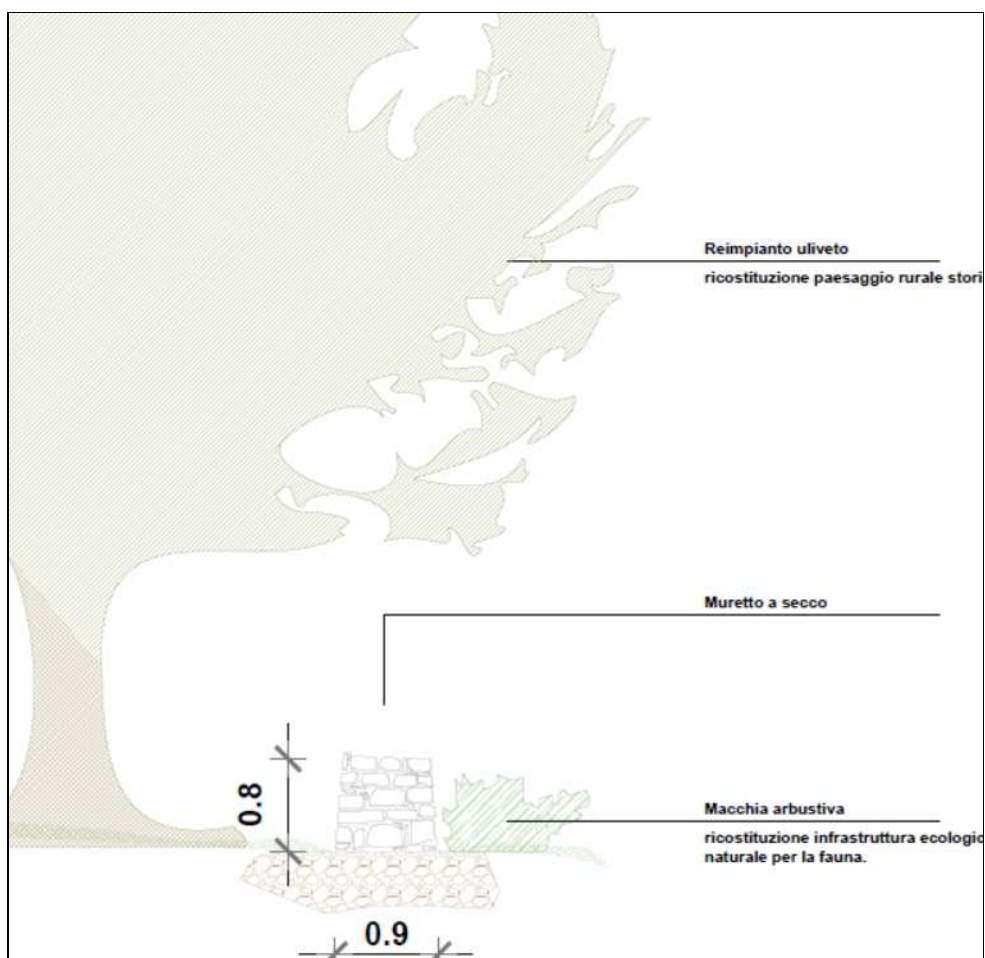


Figura 21: Schema di realizzazione dei muretti a secco quale opera compensativa

3 VULNERABILITÀ DELL'OPERA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il presente capitolo analizza l'esposizione ai cambiamenti climatici del nuovo collegamento stradale Bari – Mola, variante alla S.S 16.

L'analisi si basa su quanto pubblicato in merito ai cambiamenti climatici dai Ministeri della Transizione Ecologica e delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibile ed in particolare si fa riferimento alle analisi contenute in:

- Ministero della Transizione Ecologica., 2020. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC;
- Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, 2022. Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità.

L'analisi condotta si sviluppa nelle seguenti fasi:

- identificazione della macroregione climatica di riferimento
- definizione degli impatti climatici sulle infrastrutture nel territorio in esame (hazards);
- valutazione della probabilità di accadimento degli impatti;
- valutazione della vulnerabilità dell'opera agli impatti climatici;
- valutazione del rischio;
- definizione di misure di mitigazione ed adattamento ulteriori da sviluppare nelle successive fasi di progettazione.

3.1 ANALISI CLIMATICA NAZIONALE ATTUALE E FUTURA E IDENTIFICAZIONE DELLE MACROREGIONI CLIMATICHE

Secondo il Piano Nazionale è possibile individuare sei “macroregioni climatiche omogenee” (zonazione climatica) per cui i dati osservati riportano condizioni climatiche simili negli ultimi trent'anni (1981 -2010).

All'interno di ciascuna delle 6 macroregioni climatiche omogenee terrestri individuate sono state analizzate le proiezioni climatiche future, come proposte dal modello climatico SMO-CLM² forzato dal modello climatico CMCC-CM. Le valutazioni sono sviluppate su una griglia

²Modello COSMO-CLM (Rockel et al., 2008) alla risoluzione di circa 8 km nella configurazione ottimizzata dalla Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (Bucchignani et al., 2015; Zollo et al 2015).

di 80 km di risoluzione, con riferimento agli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5³ che corrispondono a due dei quattro *Representative Concentration Pathways* (RCP) che la comunità scientifica internazionale (IPCC 2013a) ha selezionato per rappresentare l'evoluzione delle concentrazioni future di gas ad effetto serra del nostro pianeta.

Gli scenari selezionati sono i due più comunemente utilizzati in quanto rappresentano rispettivamente livelli di emissioni intermedi e alti cui corrispondono incrementi di temperatura medi globali a fine secolo al di sotto dei 2 °C e dei 4 °C rispettivamente. Le proiezioni climatiche future del modello selezionato, di cui si riportano le anomalie medie di temperatura e precipitazione per il periodo 2021-2050 e per il periodo 2071-2100, sono state utilizzate per il calcolo delle anomalie degli stessi indicatori utilizzati per la zonazione sul clima attuale. I valori delle anomalie degli indicatori sono stati quindi raggruppati in categorie omogenee attraverso la *cluster analysis*.

Le zone che derivano dalla sovrapposizione delle macroregioni climatiche omogenee con i cluster delle anomalie definiscono le aree climatiche omogenee, ossia le aree terrestri con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura. In particolare, sono state identificate 13 aree principali date dall'intersezione delle macroregioni e delle anomalie.

Come sintesi del processo di analisi a costruzione di un data base di impatti/vulnerabilità a cui le zone territoriali di interesse saranno esposte, lo studio ha proceduto con la sovrapposizione di dati necessari a definire:

1. individuazione di sei "macroregioni climatiche omogenee" per cui i dati osservati utilizzati riportano condizioni climatiche simili negli ultimi trent'anni (1981-2010) (zonazione climatica) attraverso la metodologia della *cluster analysis* applicata ad un set di indicatori climatici (individuato seguendo Schmidt-Thome and Greiving 2013) utilizzando il dataset E-OBS (Haylock et al. 2008);
2. 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 (*Representative Concentration Pathway* 4.5 e 8.5, IPCC 2013a) a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM;

³RCP8.5 (comunemente associato all'espressione "Business-as-usual", o "Nessuna mitigazione") – crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Tale scenario assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).

RCP4.5 ("Forte mitigazione") – assume la messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le emissioni di CO₂ scendono al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione atmosferica si stabilizza, entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli preindustriali.

3. Zonazione delle anomalie climatiche sulla base delle variazioni climatiche attese per il periodo 2021- 2050 (RCP 4.5 e RCP 8.5) per gli indicatori selezionati.
4. "Aree climatiche omogenee" – svolta 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.

L'individuazione delle "macroregioni climatiche omogenee" che viene proposta dal Ministero dell'Ambiente nel documento di Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, rappresenta la base per lo studio delle anomalie climatiche future e la definizione delle "aree climatiche omogenee" Nazionali. Secondo la Figura 3.1 è possibile definire:

- Macroregione 1 - Prealpi e Appennino Settentrionale
- Macroregione 2 - Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale
- Macroregione 3 - Appennino centro-meridionale e alcune zone limitate dell'Italia nordoccidentale
- Macroregione 4 - Area alpina
- Macroregione 5 - Italia settentrionale
- Macroregione 6 - Aree insulari e l'estremo sud dell'Italia

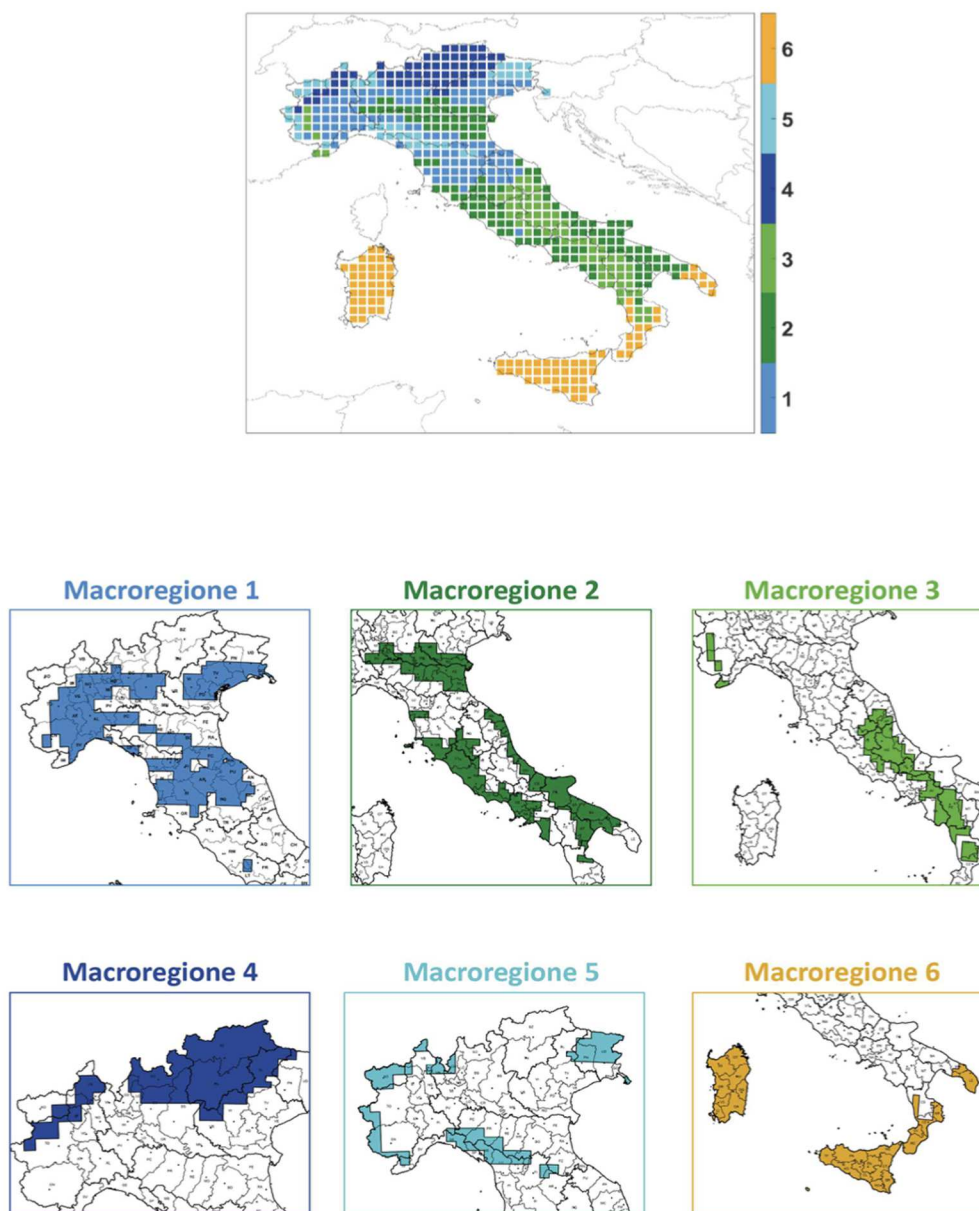


Figura 3.1 Zonizzazione climatica sul periodo climatico di riferimento (1981 – 2010)

Nello specifico l'ea di intervento è ricompresa nella Macroregione 2 (Figura 3.2).

In accordo agli indicatori proposti dal Ministero dell'Ambiente l'area è caratterizzata da un numero significativo di giorni al di sopra della soglia selezionata per classificare i *summer days* (giornate con T max maggiore di 29,2°C) e da temperature medie elevate. Il regime pluviometrico, in termini di valori medi ed estremi, mostra caratteristiche intermedie, mentre il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) risulta essere elevato.



Figura 3.2 Macroregione 2 - Piano Nazionale di adattamento al cambiamento climatico - Cartografia elaborata dal CMCC su dati dell'Istituto geografico militare

La Figura 3.3 riporta il quadro generale dei valori medi e delle deviazioni standard degli indicatori meteo-climatici per la Macroregione 2.

Macroregione 2 - Pianura Padana, Alto versante Adriatico, Aree Costiere Centro Meridione e relative aree climatiche omogenee:

RCP 4.5: area calda - secca estiva (2A), area secca (2C) e area piovosa invernale - secca estiva (2D)

RCP 8.5: area piovosa - calda estiva (2C), area secca invernale - calda estiva (2D) e area calda - piovosa invernale - secca estiva (2E)

Include la pianura Padana, l'alto versante adriatico e le aree costiere dell'Italia centro-meridionale (comprese le aree di Lazio e Campania a più elevata urbanizzazione). La macroregione 2 è caratterizzata dal maggior numero di giorni, in media, al di sopra della soglia selezionata per classificare i *summer days* (29,2°C) e da temperature medie elevate. Il regime pluviometrico, in termini di valori medi ed estremi, mostra caratteristiche intermedie, mentre il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) risulta essere elevato.









Indicatori climatici	 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)
		14.6 (±0.7)	4 (±1)	25 (±9)	50 (±13)	148 (±55)	85 (±30)	20

Figura 3.3 Valori medi e deviazione standard degli indicatori per la Macroregione 2

3.2 ZONAZIONE CLIMATICA DELLE ANOMALIE PER LE PROIEZIONI CLIMATICHE FUTURE (2021 – 2050)

Al fine di individuare aree climatiche omogenee nazionali per anomalie, il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (Ministero della Transizione Ecologica, 2020) raggruppa in categorie omogenee denominate “cluster di anomalie” tutti i valori degli indicatori. La zonazione climatica delle anomalie consente di identificare cinque cluster di anomalie – da A a E – per lo scenario RCP 4.5 (cfr. Figura 3.4) e per lo scenario RCP 8.5 (cfr. Figura 3.5)

La Tabella 3.1 riporta l’elenco degli indicatori di riferimento con le relative abbreviazioni, descrizioni ed unità di misura che verranno presi in considerazione al fine dell’analisi per l’area in questione.

Tabella 3.1 Indice degli Indicatori

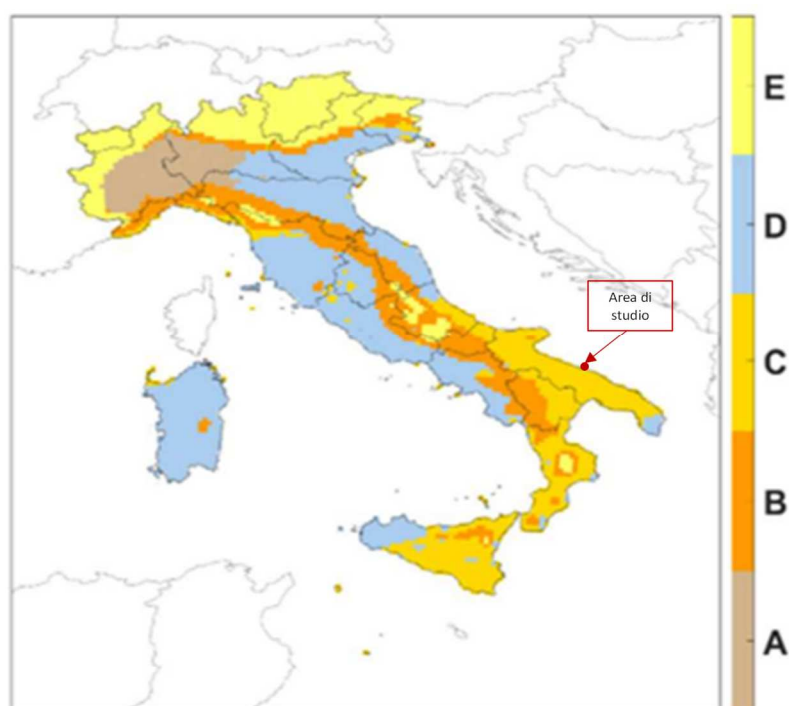
Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media annuale	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Giorni di precipitazioni intense	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Frost days	FD	Media annuale 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)

Le figure seguenti restituiscono i valori medi, in termini di anomalia, per le singole classi.

In riferimento al contesto territoriale oggetto di studio, l’area interessata ricade nel Cluster C per lo scenario RCP 4.5 e nel Cluster D per lo scenario RCP 8.5.

Nello specifico:

- il Cluster C – con **scenario RCP 4.5** –, individua una riduzione delle precipitazioni invernali, a cui si aggiunge anche la riduzione, ancor più significativa, di quelle estive. Inoltre, si ha un aumento moderato dei summer days (di 12 giorni/anno);
- Il Cluster D – con **scenario RCP 8.5** –, individua una leggera riduzione di precipitazioni invernali ed un significativo aumento 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 nuovamente un aumento dei summer days (di 14 giorni/anno) ed una riduzione complessiva dell'evaporazione (valore medio della riduzione pari all'8%).



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 3.4 Scenario RCP4.5 - Mappa e valori dei cluster individuati. In rosso l'area di intervento

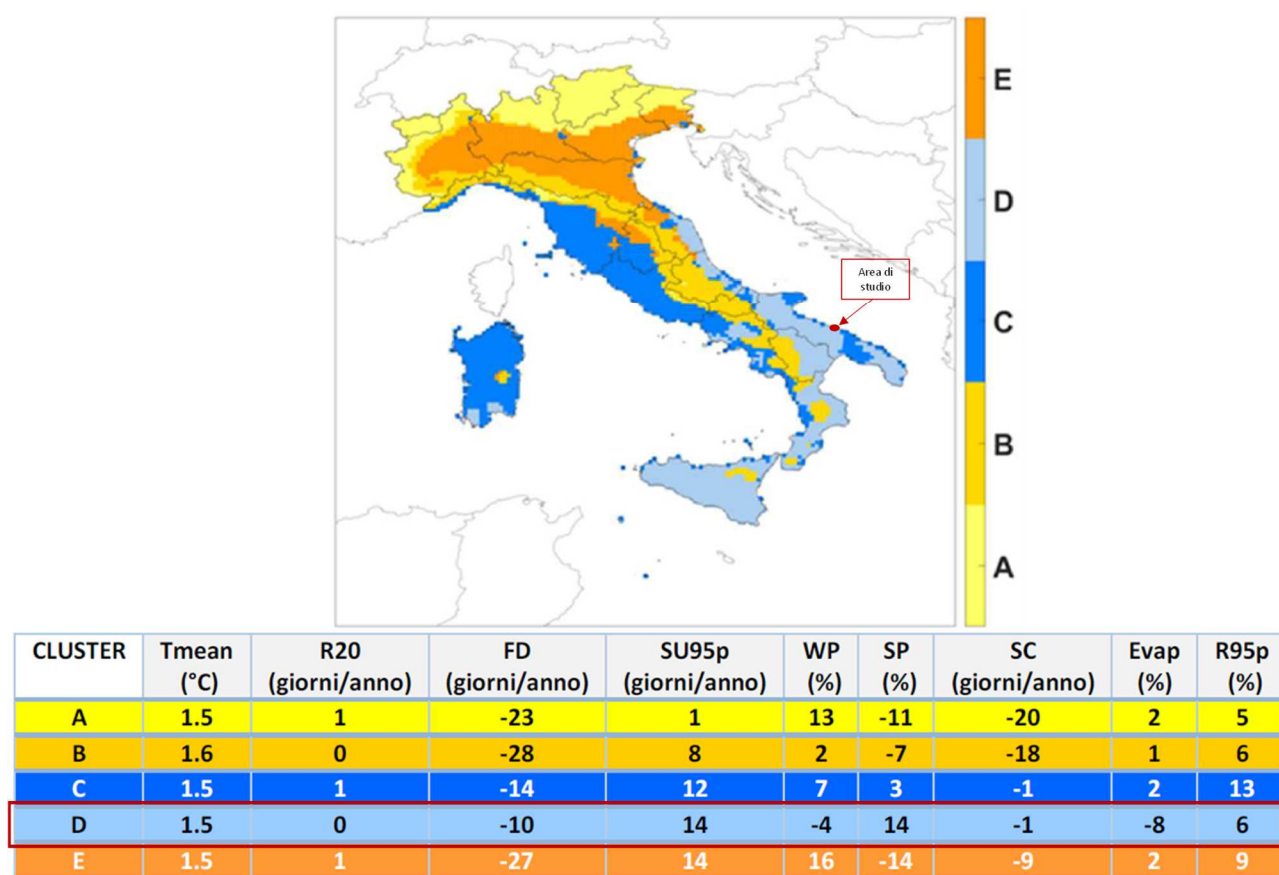


Figura 3.5 Scenario RCP8.5 - Mappa e valori dei cluster individuati. In rosso l'area di intervento

Tra i due scenari considerati si evidenziano alcune differenze in termini di eventi estremi: per lo scenario RCP8.5 si osserva un aumento lievemente maggiore delle precipitazioni superiori al 95° percentile (R95p) rispetto allo scenario RCP4.5. Per le anomalie SP i due scenari presentano comportamenti antitetici con lo scenario RCP4.5 che vede una riduzione delle precipitazioni estive a fronte di un aumento previsto invece per lo scenario RCP8.5.

In entrambi gli scenari è infine evidenziata una riduzione simile delle precipitazioni invernali (WP).

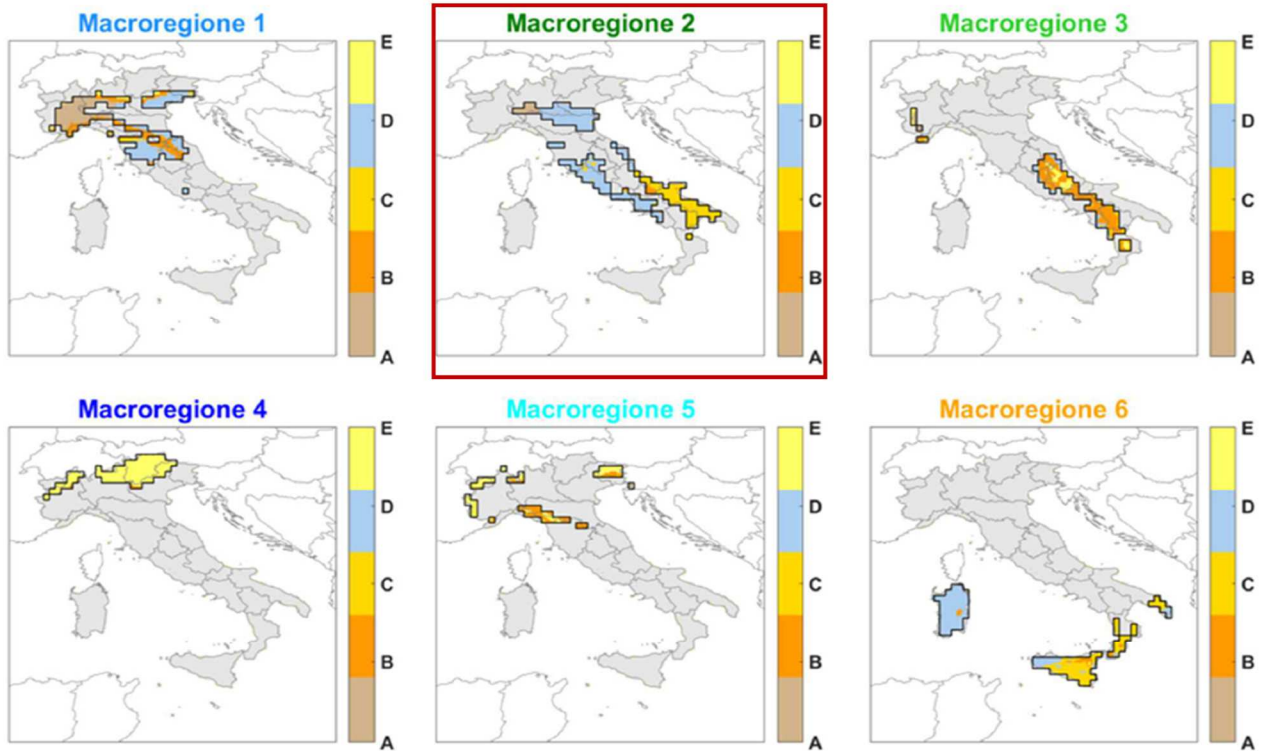
3.3 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CLIMATICHE OMOGENEE

Dall'intersezione delle 6 macroregioni climatiche omogenee identificate con l'analisi del clima attuale e i 5 cluster di anomalie scaturiscono 13 principali "aree climatiche omogenee" per i due scenari (RCP4.5 e RCP8.5), ossia aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Per facilitare l'individuazione delle anomalie prevalenti per ciascuna macroregione climatica omogenea, i cluster delle anomalie sono stati visualizzati separatamente per ognuna delle sei macroregioni climatiche omogenee, sia per lo scenario RCP4.5 (cfr. Figura 3.6) sia per lo scenario RCP8.5 (cfr. Figura 3.7).

Nello specifico dell'area ricadente nella Macroregione 2, si possono definire due scenari di area climatica omogenea secondo lo scenario RCP 4.5 – cluster D – e lo scenario RCP 8.5 – cluster C – che permettono di definire le seguenti anomalie:

1. Macroregione 2 secondo scenario RCP 4.5 – che ingloba l'area nel Cluster C. Le anomalie principali prevedono:
 - riduzione delle precipitazioni invernali ed estive;
 - aumento significativo dei *summer days*.
2. Macroregione 2 secondo scenario RCP 8.5 – che ingloba l'area nel Cluster D. Le anomalie principali prevedono:
 - diminuzione delle precipitazioni invernali, aumento significativo delle precipitazioni estive
 - aumento significativo dei *summer days*.



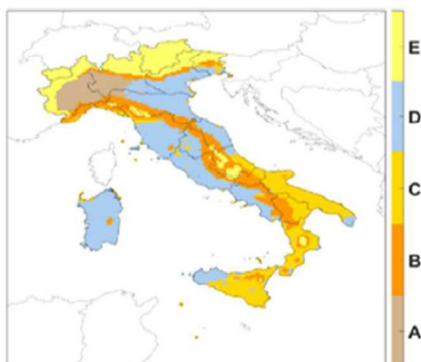
Macroregioni climatiche omogenee



Valori medi delle macroregioni

Macroregioni	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	R95p (mm)	CDD (giorni/anno)
1	13	10	51	34	187	168	28	33
2	14.6	4	25	50	148	85	20	40
3	12.2	4	35	15	182	76	19	38
4	5.7	10	152	1	148	286	25	32
5	8.3	21	112	8	321	279	40	28
6	16	3	2	35	179	21	19	70

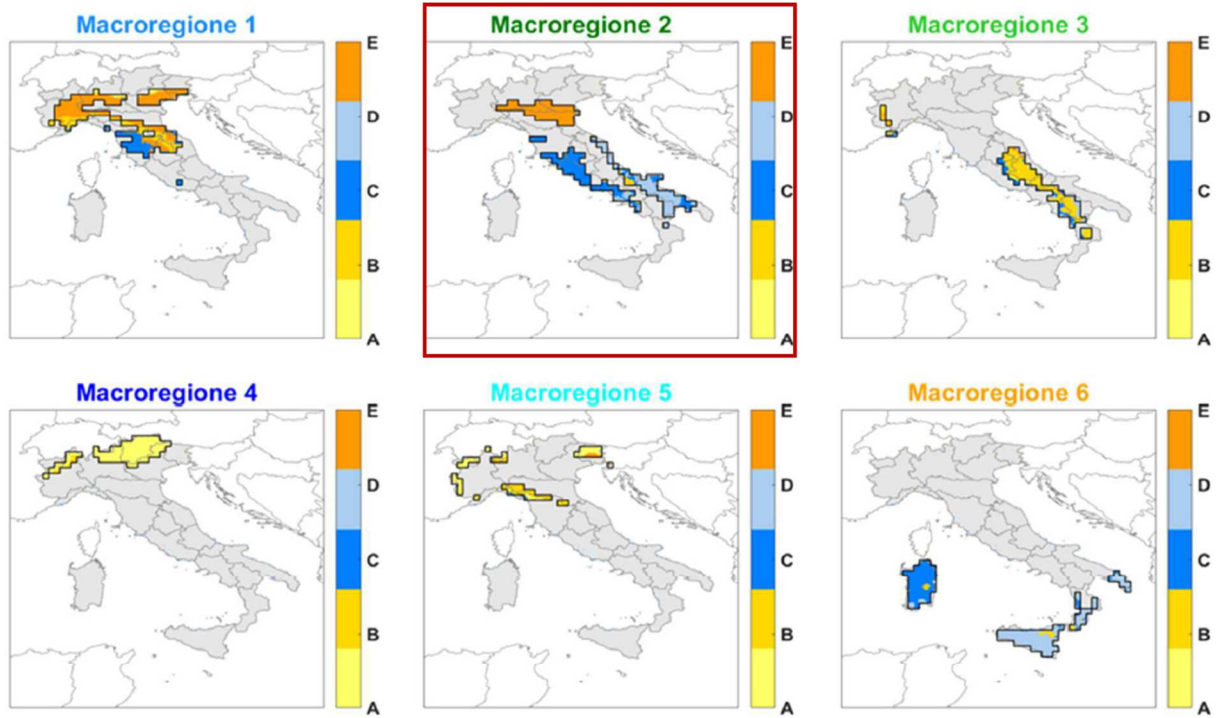
Cluster delle anomalie



Valori medi dei cluster delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010)

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	SC (giorni/anno)	Evap (mm/anno)	R95p (mm)
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

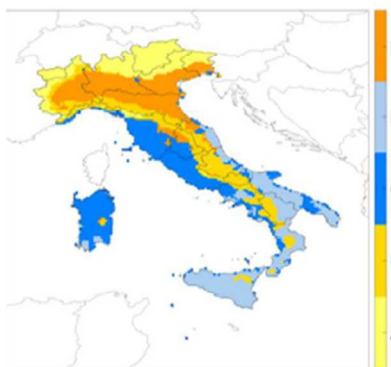
Figura 3.6 Zonazione climatica delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010, scenario RCP4.5) per ciascuna delle sei macroregioni



Macroregioni climatiche omogenee



Cluster delle anomalie



Valori medi delle macroregioni

Macroregioni	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	R95p (mm)	CDD (giorni/anno)
1	13	10	51	34	187	168	28	33
2	14.6	4	25	50	148	85	20	40
3	12.2	4	35	15	182	76	19	38
4	5.7	10	152	1	143	286	25	32
5	8.3	21	112	8	321	279	40	28
6	16	3	2	35	179	21	19	70

Valori medi dei cluster delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010)

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	SC (giorni/anno)	Evap (mm/anno)	R95p (mm)
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 3.7 Zonazione climatica delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010, scenario RCP8.5) per ciascuna delle sei macroregioni.

3.4 IDENTIFICAZIONE DEGLI HAZARDS E STIMA DEL RISCHIO

Una volta definito lo scenario evolutivo (par. 3.2 e par. 3.3) sono stati valutati gli impatti climatici che pesano sull'intervento da realizzare.

3.4.1 Identificazione degli Hazards

Come espresso nella parte metodologica, una volta definito lo scenario evolutivo vengono definiti gli Hazards rispetto ai quali poter valutare la vulnerabilità e successivamente il rischio.

Si è considerato quanto individuato dalla Tassonomia Europea e nello specifico quanto definito dalle procedure per "non arrecare un danno significativo". Tale metodologia, in relazione ai cambiamenti climatici prevede la definizione di alcuni Hazards specifici, suddivisi in "Cronici" ed "Acuti".

Detti Hazards sono inoltre suddivisi in 4 macro categorie:

- Temperatura,
- Venti,
- Acque,
- Massa Solida

Di seguito le tabelle esplicitano e approfondiscono le macro categorie secondo Hazards climatici Cronici e Hazards Climatici Acuti.

Tabella 3-2 Hazards Climatici Cronici

CRONICI			
Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
Scongelamento del		Intrusione salina	Soliflusso

CRONICI			
Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
permafrost		Innalzamento del livello del mare	
		Stress idrico	

Tabella 3-3 Hazards Climatici Acuti

ACUTI			
Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
Ondata freddo / gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
		Collasso di laghi glaciali	

Partendo da tale suddivisione, la sintesi dell'analisi sugli Hazards climatici che potranno interessare la porzione territoriale all'interno della quale è prevista la realizzazione della variante alla S.S.16, è riportata di seguito.

3.4.2 Analisi della probabilità di accadimento di Hazards Cronici e Acuti

Secondo gli scenari delineati in precedenza, il contesto territoriale di riferimento è esposto ad anomalie parzialmente differenti a seconda dei quadri RCP 4.5 e RCP 8.5.

Dall'incrocio delle anomalie è possibile avere una previsione di massima rispetto agli Hazards climatici cronici e/o acuti – di cui al paragrafo precedente.

Il risultato dato dall'incrocio delle anomalie derivanti dall'analisi degli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5, è proposto attraverso una differente campitura delle caselle in Tabella 3-4.

Secondo tre livelli di probabilità – come da definizione riportata nel paragrafo relativo alla metodologia – si propone una lettura per colori che al valore alto associa il colore rosso, al valore basso il verde e al valore medio il giallo.

Basso
Medio
Alto

Figura 3-8 Livelli di valutazione della probabilità

Tabella 3-4 Incrocio delle anomalie RCP 4.5 – RCP 8.5. Sintesi degli hazards climatici cronici e acuti.

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
CRONICI	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
	Stress idrico			
ACUTI	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata freddo / gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda) Collasso di laghi glaciali	Subsidenza

La sintesi proposta in tabella prende in considerazione la probabilità di esposizione:

- ad un aumento di precipitazione estiva anche estremi

- ad una riduzione delle precipitazioni estive ed invernali con aumento significativo dei summer days.

3.4.3 Identificazione delle possibili vulnerabilità del contesto territoriale e dell'infrastruttura stradale

Con riferimento alle infrastrutture stradali è di aiuto per la valutazione degli impatti climatici il recente rapporto “Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità” (MiMS, 2022) che definisce le tipologie di impatti climatici sulle infrastrutture di trasporto terrestre.

Nella successiva tabella vengono riportati gli impatti in fase di cantiere e di esercizio dell'opera, adattati all'infrastruttura in esame.

Tabella 3-5 Impatti climatici sulle infrastrutture di trasporto pubblico locale (cantiere ed esercizio)

Pericolo climatico	Impatti in fase di cantiere	Impatti in fase di esercizio
Ondate di calore	Condizioni incompatibili per i lavoratori allo svolgimento delle attività Danneggiamento strutture/macchinari di cantiere	Deterioramento del manto stradale Danni a ponti e viadotti legati all'espansione termica
Ondate di freddo	Condizioni incompatibili per i lavoratori allo svolgimento delle attività Danneggiamento strutture/macchinari di cantiere	Deterioramento del manto stradale
Siccità	Mancato approvvigionamento al cantiere	Deterioramento del manto stradale, danni strutturali alla sede stradale a causa di fenomeni di subsidenza
Incendi	Danneggiamento strutture/macchinari di cantiere	Danni causati dall'esposizione a fuoco e alte temperature

Pericolo climatico	Impatti in fase di cantiere	Impatti in fase di esercizio
Esondazioni fluviali Allagamenti	Danneggiamento strutture/macchinari di cantiere	Danni strutturali a causa dell'impatto diretto con i flutti, in particolare ponti e viadotti; fenomeni di cedimento della sede stradale; erosione alla base delle pile e delle spalle dei ponti Deterioramento del manto stradale Allagamento della sede stradale con conseguente riduzione di operatività Malfunzionamento dei sistemi di drenaggio
Frane	Danneggiamento strutture/macchinari di cantiere	Possibile ostruzione della sede stradale Danni strutturali causati dall'impatto diretto di movimenti di massa
Tempeste di vento	Danneggiamento strutture/macchinari di cantiere	Possibile ostruzione della sede stradale a seguito della caduta di alberi Danni strutturali in seguito alla pressione del vento o dell'impatto con detriti, in particolare ponti e viadotti

Rispetto ai pericoli climatici individuati in Tabella 3-5 per l'area in esame sono da considerarsi sicuramente:

- Ondate di calore e aumento di temperatura media e conseguente siccità e rischio incendio;
- Esondazioni fluviali/Allagamenti;
- Tempeste di vento, correlate anch'esse agli eventi estremi, che hanno registrato negli ultimi anni un deciso aumento della frequenza e la crescita dell'intensità (tratti tipici del cambiamento climatico).

Rispetto alle anomalie climatiche analizzate e sintetizzate nel precedente paragrafo, si definiscono di seguito le probabili vulnerabilità climatiche a cui il contesto territoriale e l'infrastruttura potranno essere esposte. In tal senso si propone un'analisi incrociata tra anomalie climatiche a cui l'area potrà essere esposta in maniera elevata (rosso) e media (arancione) e impatti potenziali relativi alle variazioni: (i) di temperature; (ii) di acque; (ii) di regime dei venti.

3.4.3.1 Categoria Temperature

Con riferimento alla fase di esercizio il rischio maggiore, collegato a modifiche del regime delle temperature, è relativo al deterioramento del manto stradale e delle opere d'arte ed in fase acuta dai danni causati dallo sviluppo di incendi.

A seguito delle analisi condotte in riferimento alla realizzazione del nuovo asse infrastrutturale, la vulnerabilità del nuovo sistema di trasporto risulta media rispetto agli Hazards climatici a cui questo potrebbe essere esposto (cfr. Tabella 3-7).

Tabella 3-6 Vulnerabilità legata agli Hazard relativi alle temperature

Temperature	
Hazard climatico	Vulnerabilità infrastruttura
Stress termico	Danni all'infrastruttura
Ondata di calore	Danni all'infrastruttura
Incendio di incolto	Danni all'infrastruttura e limitazione all'esercizio dell'infrastruttura

3.4.3.2 Categoria Acque

Con riferimento alla fase di esercizio il rischio maggiore, collegato agli eventi piovosi estremi e in generale all'aumento di forti precipitazioni, è di natura diretta sul corpo stradale ed indiretta a seguito di alterazioni del territorio quali frane e cedimenti che possono compromettere la continuità e la funzionalità dell'infrastruttura

A livello di operatività gli impatti principali che possono manifestarsi in regime invernale e estivo sono:

- Danni strutturali al corpo stradale ed alle opere d'arte, allagamento delle opere in sotterraneo;
- la limitazione alla funzionalità dell'infrastruttura stradale;

A seguito delle analisi condotte in riferimento alla realizzazione del nuovo asse infrastrutturale, la vulnerabilità del nuovo sistema di trasporto risulta bassa o media rispetto agli Hazards climatici a cui questo potrebbe essere esposto (cfr. Tabella 3-7) .

Tabella 3-7 Vulnerabilità legata agli Hazard relativi alle acque

Acque	
Hazard climatico	Vulnerabilità infrastruttura
Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Nessun effetto
Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Nessun effetto
Stress idrico	Deterioramento del manto stradale, danni strutturali alla sede stradale a causa di fenomeni di subsidenza
Siccità	Deterioramento del manto stradale, danni strutturali alla sede stradale a causa di fenomeni di subsidenza
Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Limitazione all'esercizio dell'infrastruttura. Deterioramento del manto stradale
Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Danni all'infrastruttura e limitazione all'esercizio dell'infrastruttura

3.4.3.3 Categoria venti

Le tempeste di vento possono determinare danni indiretti relativi alla ostruzione della sede stradale per caduta di alberi e danni diretti dati dall'impatto di detriti e pressione del vento su parti dell'infrastruttura.

A seguito delle analisi condotte in riferimento alla realizzazione del nuovo asse infrastrutturale, la vulnerabilità del nuovo sistema di trasporto risulta bassa o nulla rispetto agli Hazards climatici a cui questo potrebbe essere esposto (cfr. Tabella 3-7), con possibili effetti relativi all'esercizio dell'infrastruttura.

Tabella 3-8 Vulnerabilità legata agli Hazards relativi ai Venti

Venti	
Hazard climatico	Vulnerabilità infrastruttura
Cambiamento del regime dei venti	Nessun effetto
Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Limitazione all'esercizio dell'infrastruttura
Tromba d'aria	Limitazione all'esercizio dell'infrastruttura

3.4.4 Valutazione del Rischio

3.4.4.1 Aspetti generali

Nel quadro generale relativo alle infrastrutture stradali, si sviluppa la valutazione in riferimento alle tre categorie di hazard ritenuti potenzialmente in grado di avere effetti sulle opere e sul loro utilizzo.

Di seguito si propone la valutazione dei possibili rischi a cui l'area che ingloba il nuovo ase stradale potrebbe essere esposta. L'analisi propone una lettura degli *Hazards* climatici vs vulnerabilità per l'individuazione di quattro gradi di rischio ai quali vengono associati quattro colori rispettivamente illustrati in legenda, così come già indicati nella metodologia.

Tabella 3-9 Livelli di rischio

Basso
Intermedio
Elevato
Molto elevato

3.4.4.2 Categoria Temperature

Con riferimento ad un cambiamento del regime delle temperature, i rischi rispetto agli Hazards correlati risultano di grado basso.

Questo è possibile perché la realizzazione della nuova infrastruttura prevede l'utilizzo di manti stradali resistenti e il rispetto di distanze di sciurezza delle alberature per ridurre i rischi correlati agli incendi.

Di seguito la

Tabella 3-11 individua il grado di rischio – dato dall'incrocio tra Hazards climatici e vulnerabilità del sistema stradale-, attraverso la campitura illustrata nella legenda sopra riportata.

Tabella 3-10 Individuazione del grado di rischio degli Hazards relativi alle temperature

Temperature	
Hazard climatico	Rischio
Stress termico	Basso
Ondata di calore	Basso
Incendio di incolto	Basso

3.4.4.3 Categoria Acque

Il cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni e la variabilità idrogeologica, non determinano

rischi di natura cronica. Agli Hazards correlati allo stress idrico e siccità viene attribuito un grado di rischio basso che diventa intermedio per i fenomeni acuti di forti precipitazioni.

Di seguito la

Tabella 3-11 individua il grado di rischio – dato dall'incrocio tra Hazards climatici e vulnerabilità del sistema acquedottistico –, attraverso campitura come da leggenda sopra illustrata.

Tabella 3-11 Individuazione del grado di rischio degli Hazards relativi alle acque

Acque	
Hazard climatico	Rischio
Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Basso
Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Basso
Stress idrico	Basso
Siccità	Basso
Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Intermedio
Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Basso

3.4.4.4 Categoria Venti

In merito ai rischi correlati alla categoria venti i rischi si possono considerare bassi anche in funzione delle distanze dalla sede stradale in cui sono state posizionate le nuove alebrature così da evitare rischi di caduta sulla sede stradale e conseguente ostruzione.

Tabella 3-12 Individuazione del grado di rischio degli Hazards per Venti

Venti	
Hazard climatico	Rischio
Cambiamento del regime dei venti	Basso
Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Basso
Tromba d'aria	Basso

3.4.5 **Sintesi dell'incrocio probabilità – vulnerabilità - rischio e strategie progettuali**

Alla luce delle analisi effettuate si riporta un quadro di sintesi della probabilità di accadimenti di eventi calamitosi derivanti dagli hazard climatici e vulnerabilità del nuovo collegamento stradale Bari-Mola con conseguente rischio di esposizione.

Dalla Tabella 3-13 Quadro di sintesi - Temperature è possibile desumere come gli interventi previsti per la nuova infrastruttura permettano di definire l'opera resiliente di fronte ai possibili eventi innescati dal cambiamento climatico in relazione alla categoria Temperature.

Tabella 3-13 Quadro di sintesi - Temperature

Temperature		
Hazard climatico	Vulnerabilità collegamento stradale Bari - Mola	Rischio
Stress termico	Danni all'infrastruttura	Basso
Ondata di calore	Nessun effetto	Basso
Incendio di incolto	Deterioramento del manto stradale, danni strutturali alla sede stradale a causa di fenomeni di subsidenza	Basso

Dalla Tabella 3-14 Quadro di sintesi - Acque è possibile desumere come gli interventi previsti per la nuova infrastruttura permettano di definire l'opera resiliente di fronte ai possibili eventi innescati dal cambiamento climatico in relazione alla categoria Acque.

Tabella 3-14 Quadro di sintesi - Acque

Acque		
Hazard climatico	Vulnerabilità collegamento stradale Bari - Mola	Rischio
Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Nessun effetto	Basso
Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Nessun effetto	Basso
Stress idrico	Deterioramento del manto stradale, danni strutturali alla sede stradale a causa di fenomeni di subsidenza	Basso

Siccità	Deterioramento del manto stradale, danni strutturali alla sede stradale a causa di fenomeni di subsidenza	Basso
Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Limitazione all'esercizio dell'infrastruttura	Intermedio
Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Danni all'infrastruttura e limitazione all'esercizio dell'infrastruttura. Deterioramento del manto stradale	Basso

Dalla Tabella 3-15 è possibile desumere come il progetto permetta di definire l'opera sicura rispetto a fenomeni legati ai venti.

Tabella 3-15 Quadro di sintesi - Venti

Venti		
Hazard climatico	Vulnerabilità collegamento stradale Bari - Mola	Rischio
Cambiamento del regime dei venti	Nessun effetto	Basso
Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Limitazione all'esercizio dell'infrastruttura	Basso
Tromba d'aria	Limitazione all'esercizio dell'infrastruttura	Basso

Con richiamo alla strategia progettuale adottata, le scelte di progetto sono state volte alla massimizzazione della resilienza dell'opera.

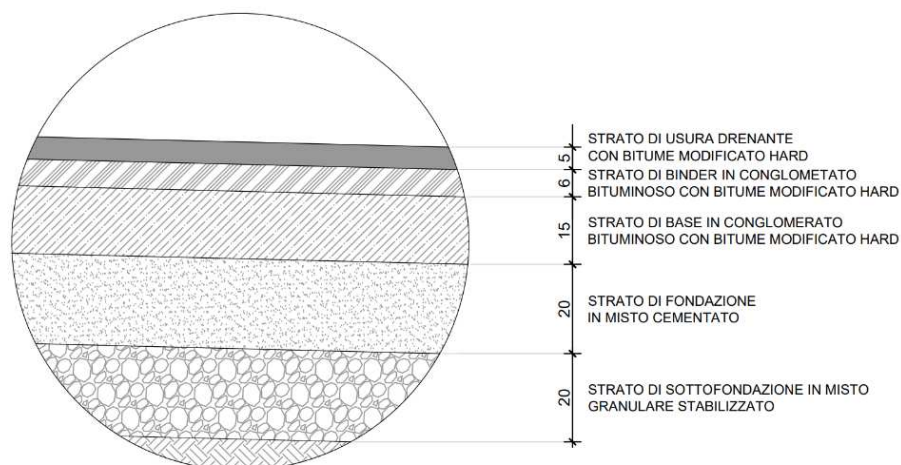
Secondo quanto riportato nel presente allegato, l'opera ha un **rischio basso** ai cambiamenti climatici in quanto, il progetto stesso fa sì che la vulnerabilità dell'opera agli hazard climatici previsti sia bassa.

Questo è possibile grazie agli accorgimenti progettuali riportati nella tabella seguente.

Tabella 3-16 Vulnerabilità dell'opera agli impatti climatici e valutazione del rischio (fase di esercizio)

hazard climatico	Vulnerabilità	Caratteristiche specifiche del progetto	Rischio	Migliorie progettuali per abbassare il livello di rischio
Stress termico	Deterioramento del manto stradale	-	Basso	Utilizzo di manti stradali resistenti (*)
Ondate di calore	Deterioramento del manto stradale	-	Basso	Utilizzo di manti stradali resistenti (*)
Incendi di colture	Danni causati dall'esposizione a fuoco e alte temperature	Posizionamento delle alberature di progetto a distanze adeguate	Basso	Utilizzo di manti stradali resistenti (*)
Stress idrico - siccità	Deterioramento del manto stradale, danni strutturali alla sede stradale a causa di fenomeni di subsidenza	-	Basso	Utilizzo di manti stradali resistenti (*)
Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Deterioramento del manto stradale Danni all'infrastruttura e limitazione all'esercizio dell'infrastruttura. Malfunzionamento dei sistemi di drenaggio. Allagamento della sede stradale con conseguente riduzione di operatività	Il progetto prevede un sistema di smaltimento delle acque di piattaforma.	Intermedio	Utilizzo di manti stradali resistenti (*)
Tempeste di vento	Possibile ostruzione della sede stradale a seguito della caduta di alberi	Posizionamento delle alberature di progetto a distanze adeguate per evitare interferenze	Basso	-

(*) - il progetto prevede l'utilizzo del seguente pacchetto di pavimentazione per l'asse principale, predimensionato con il metodo dell' "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" basato sui risultati dell'esperimento AASHTO e successivamente approfondito con metodo razionale:



La pavimentazione scelta, che prevede l'utilizzo di bitume modificato "hard" (mediante l'aggiunta di polimeri, elastomeri e loro combinazioni) presenta particolari doti di resistenza sia dal punto di vista meccanico che della durabilità e permette di far fronte alle maggiori sollecitazioni evidenziate dall'analisi del rischio climatico (aumento temperature, incendi, etc.).

Infatti, la maggior resistenza data da questo tipo di pavimentazione comporta, ad esempio, una riduzione nella formazione di buche e crepe in percentuale molto più alta rispetto a quella convenzionale (si stima che la maggiore resistenza alla formazione di fessurazioni sia 3 volte superiore all'asfaltatura tradizionale).