

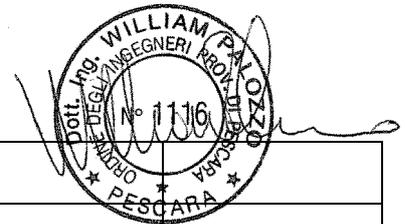
Settore	CREMA (CR)	Revisioni				
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0				
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°				
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08				
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°	
		1 / 75			PK221	

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

ESERCIZIO A Pmax = 1,10 Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE



	Commessa	PK221			
	Rev.	0	Università di Bologna -DISTA	PROGER	PROGER
	Data	Febbraio 2013	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

0	Emissione	PROGER	Stogit SpA	Stogit SpA	Febbraio 2013
REV.	DESCRIZIONE	PREPARATO	VISIONATO	ACCETTATO	DATA

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		2 / 75			PK221		

INDICE

1	Premessa.....	3
1.1	Inquadramento dell'area di studio	4
2	Monitoraggio della qualità dell'aria	5
3	Sostanze chimiche monitorate.....	7
3.1	I riferimenti normativi	8
3.2	Parametri che influenzano la qualità dell'aria	10
3.3	Dati meteo	10
3.3.1	<i>Stazione meteorologica di Pescara</i>	10
3.3.2	<i>Stazione meteorologica di Termoli</i>	11
4	Dati di temperatura, direzione ed intensità del vento riferiti al periodo di monitoraggio	13
5	Risultati chimici delle concentrazioni in aria	15
5.1	Risultati della concentrazione delle sostanze chimiche.....	17
6	Elaborazione dei risultati	26
6.1	Elaborazione della distribuzione spaziale delle sostanze chimiche tramite GIS.....	28
7	Analisi degli effetti ambientali in area interessata da impianto di stoccaggio di metano (concessione "fiumetreste") tramite bioindicatori vegetali (licheni epifiti) e dati chimici dei componenti dell'aria	41
7.1	Descrizione delle metodologie utilizzate per il biomonitoraggio con licheni epifiti	41
8	Procedure per il calcolo degli indici ambientali	50
9	Risultati ed elaborazioni del biomonitoraggio con licheni epifiti	52
10	Conclusioni	70

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		3 / 75			PK221		

1 PREMESSA

Il presente studio di **Biomonitoraggio Ambientale**, viene redatto a supporto della richiesta di compatibilità ambientale per lo sviluppo della concessione "FIUME TRESTE STOCCAGGIO" della Società Stogit S.p.A. in particolare per:

- (i) l'ottenimento dell'autorizzazione definitiva all'esercizio dello stoccaggio di gas naturale nel Livello C2 in condizioni di pressione non superiore al 110% della pressione statica di fondo originaria del giacimento (P_i), con conseguente incremento della capacità di stoccaggio (Working Gas – WG¹) di $200 \cdot 10^6 \text{ Sm}^3$;
- (ii) lo sviluppo e l'esercizio del Livello F, mediante la perforazione di 4 nuovi pozzi e l'adeguamento dell'impianto di trattamento esistente, con conseguente incremento della capacità di stoccaggio (Working Gas – WG) di $200 \cdot 10^6 \text{ Sm}^3$ e incremento della capacità erogativa di punta di $4 \cdot 10^6 \text{ Sm}^3/\text{g}$.

Lo studio è basato sull'analisi dello stato di fatto dell'area interessata dagli interventi in progetto.

¹ "working gas": quantitativo di gas presente nei giacimenti in fase di stoccaggio che può essere messo a disposizione e reintegrato, per essere utilizzato ai fini dello stoccaggio minerario, di modulazione e strategico, compresa la parte di gas producibile, ma in tempi più lunghi rispetto a quelli necessari al mercato, ma che risulta essenziale per assicurare le prestazioni di punta che possono essere richieste dalla variabilità della domanda in termini giornalieri ed orari (ex-art.2, D. Lgs. n. 164/2000).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		4 / 75			PK221		

1.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

Per questa parte si rimanda alla relazione della parte relativa allo studio vegetazionale, per la quale:

“L’area di studio si sviluppa a cavallo tra la Regione Abruzzo e la Regione Molise ed interessa i comuni di Scerni, Monteodorisio, Gissi, Furci, Cupello, Lentella nella provincia di Chieti e Montenero di Bisaccia, Mafalda nella provincia di Campobasso”. Da un punto di vista paesaggistico ci troviamo nel contesto basso collinare tipico del settore meridionale della Regione Abruzzo e settentrionale della Regione Molise, a quote comprese tra 20 e 420 m s.l.m., in un’area fortemente segnata dal corso dei fiumi Trigno, Treste e Sinello. Dal punto di vista geologico l’area in esame è caratterizzata da marne e calcari marnosi (Unità dei Monti Frentani), argille varicolori (Unità sicilidi indifferenziate), calcareniti (Successione di Casalanguida-Colle Cenere) e nel settore più meridionale da gessi e gessosilititi (Unità dei Monti Frentani, successione evaporitica). Da un punto di vista fitoclimatico ci troviamo, in massima parte, nel bioclina mediterraneo oceanico e solo marginalmente nel bioclina temperato di transizione oceanico-semicontinentale.

Il paesaggio è caratterizzato principalmente da seminativi e sistemi colturali complessi, vigneti e uliveti in stretto contatto con vegetazione sinantropica e post-colturale ascrivibile alla classe Stellarietea mediae. Non sono, comunque, trascurabili le aree di particolare pregio naturalistico (boschi, pascoli, vegetazione rupestre e riparia) caratterizzate da un buon grado di naturalità; queste sono per lo più ascrivibili alle classi Querceta ilicis, Quercio-Fagetea, Cisto cretici-Micromerietea julianae, Festuco-Brometea. Inoltre sono presenti lungo i corsi d’acqua lembi di vegetazione ripariale del *Salicion albae* e formazioni elofitiche inquadrabili nel *Phragmition communis*. Lungo i greti dei fiumi sottoposti a forte influsso antropico e periodicamente inondati si rinviene l’associazione Polygono lapathifolii-Xanthietum italici. Le zone di maggior interesse naturalistico coincidono, nella maggior parte dei casi, con i Siti di Importanza Comunitaria (SIC).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		5 / 75			PK221		

2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Sono stati individuati i punti di monitoraggio in funzione della distanza dal sito di stoccaggio e dall'area industriale posta a nord-est di esso. In totale sono stati individuate e georeferenziate 12 postazioni che vengono riportate in **(Figura 2.1)**.

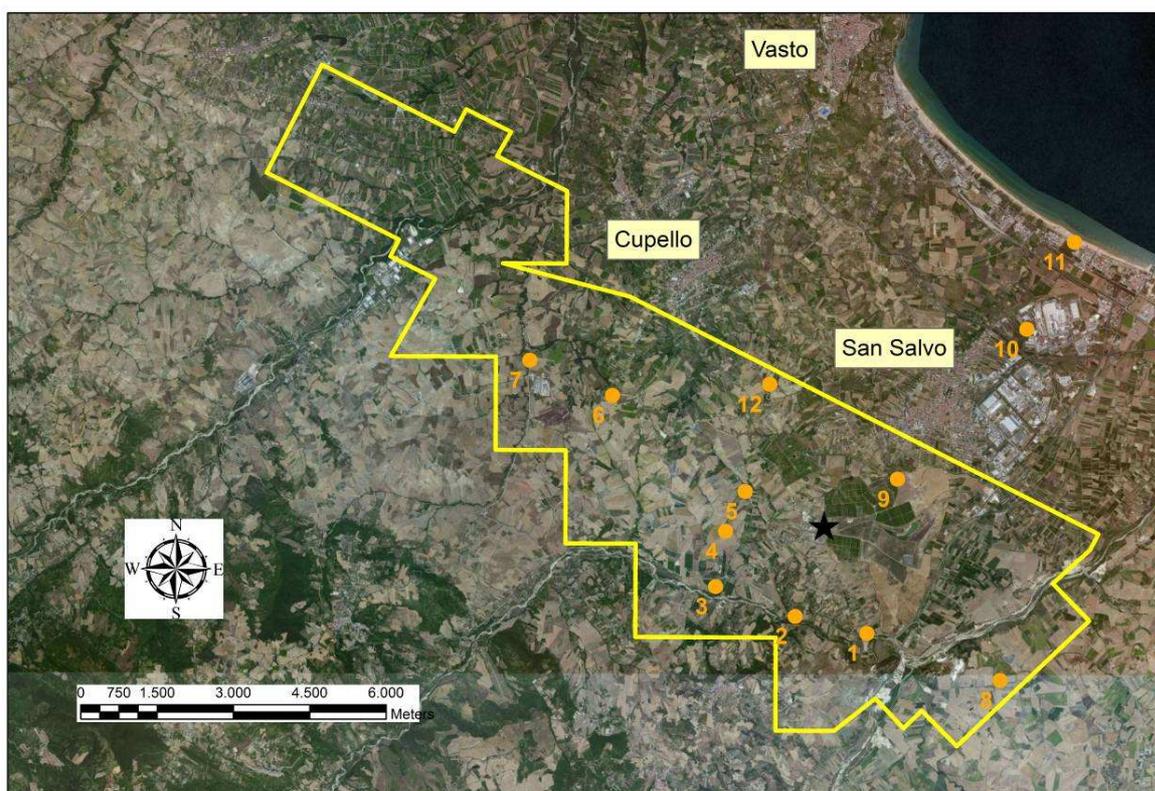


Figura 2.1 Area di monitoraggio: i marcatori in arancione sono le stazioni di monitoraggio fisse dell'aria, la stella indica la centrale di compressione e la linea gialla delimita l'area di concessione.

Il monitoraggio dell'aria si attua attraverso l'uso di analizzatori che forniscono il valore di concentrazione in atmosfera dei potenziali inquinanti ricercati e consentono la verifica del rispetto dei valori di concentrazione per la qualità dell'aria stabiliti dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.).

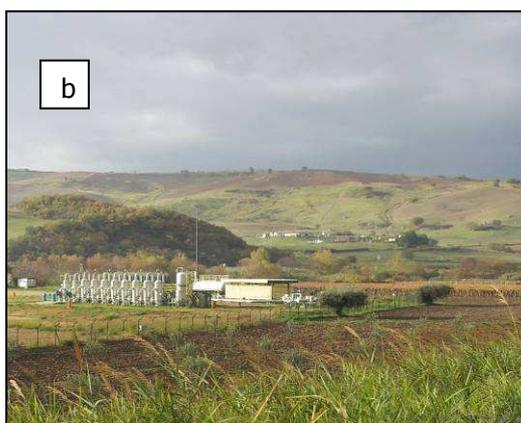
Il monitoraggio è avvenuto tramite filtri passivi che hanno fornito dati medi giornalieri per ogni settimana dal 18/6/12 al 11/9/2012. Nel sito di stoccaggio è stata posizionata inoltre una stazione mobile che dal 18/6 al 25/6 ha fornito dati orari.

Da parte del Dipartimento di Scienze Agrarie dell'Università di Bologna è stato effettuato un accurato sopralluogo dell'area di studio. Nella **Figura 2.2** vengono mostrati alcuni dei siti di monitoraggio rappresentativi dell'area.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		6 / 75			PK221		

In allegato A si riportano i rapporti di analisi dei campionamenti settimanali passivi e di quelli orari ottenuti tramite stazione mobile.

Di seguito la lista delle sostanze chimiche monitorate con una breve descrizione delle principali caratteristiche, al fine di comprendere meglio le problematiche legate all'inquinamento.



Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		7 / 75			PK221		

Figura 2.2 Stazioni di monitoraggio: a) ingresso dell'impianto di trattamento, b) sito 3, c) sito 4, d) sito 5, e) sito 6, f) sito 12.

3 SOSTANZE CHIMICHE MONITORATE

Ozono

L'ozono troposferico è una molecola inquinante altamente ossidante. E' un inquinante secondario di tipo fotochimico poiché si produce in atmosfera a partire da precursori primari, tramite l'azione della radiazione solare.

I principali precursori di origine antropica sono gli ossidi di azoto e i VOC (Composti organici volatili). L'ozono aumenta principalmente nel periodo estivo, in funzione delle elevate temperature e durante la giornata raggiunge il massimo nelle prime ore del pomeriggio.

Ossidi di Azoto

Tra tutti gli ossidi di azoto solo il monossido di azoto (NO), il biossido di azoto (NO₂) e l'ossido nitroso N₂O sono presenti nell'atmosfera in quantità apprezzabili. Il monossido di azoto (NO) è un gas incolore e inodore e perché si generi è necessario che avvenga una combustione a temperature elevate. Il monossido di azoto ha una bassa tossicità e per questo la normativa non prevede dei limiti.

Molto più tossico è il biossido di azoto (NO₂), inquinante di tipo secondario di colore bruno rossastro, di odore pungente e soffocante, la cui formazione avviene per ossidazione spontanea dell'ossido di azoto, operata dall'ossigeno e anche per azione di altri agenti ossidanti come l'ozono.

Spesso NO e NO₂ sono analizzati assieme e sono indicati con il simbolo di NO_x.

Benzene

Il benzene è un composto organico formato da 6 atomi di carbonio ed idrogeno, disposto ad esagono. In condizioni normali di pressione e temperatura esso si presenta come un liquido ad elevata tensione di vapore e quindi molto volatile. Il benzene ha un'origine esclusivamente antropica e si genera prevalentemente dalla combustione dei motori a scoppio.

E' una sostanza cancerogena, classificato dallo IARC nel gruppo1, cioè tra le sostanze per le quali esiste un'evidenza accertata di induzione di tumori nell'uomo. Secondo l'OMS è un inquinante ubiquitario, con concentrazioni medie variabili tra 1 e 160 µg/m³.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		8 / 75			PK221		

Toluene

Il toluene è una molecola aromatica formata da un anello benzenico in cui un atomo di idrogeno è sostituito da un gruppo metilico (CH₃). È un liquido incolore, volatile, infiammabile ed esplosivo, dall'odore simile al benzene.

Il toluene si ottiene dalla raffinazione del petrolio greggio e dal catrame e, come il benzene, è un costituente della frazione aromatica della benzina. A livello industriale è una sostanza ampiamente utilizzata per la sintesi di altri composti chimici ed è inoltre un importante solvente per vernici, adesivi, collanti e inchiostri in cui ha sostituito il benzene per la minore pericolosità.

Il toluene è attualmente inserito dall'EPA in classe D, cioè tra le sostanze non cancerogene per l'uomo. Una volta rilasciato in atmosfera si degrada molto velocemente, entra nei meccanismi di reazione dello smog fotochimico, degradandosi in svariati composti a diverso grado di tossicità, fra cui la formaldeide.

3.1 I RIFERIMENTI NORMATIVI

Il riferimento normativo in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente è rappresentato unicamente dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, N.155, recante recepimento della direttiva 2008/50/CE.

Il suddetto decreto legislativo diventa quindi il nuovo quadro unitario delle norme sulla qualità dell'aria a livelli nazionale ed il punto di riferimento per i valori limite delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici.

I valori limite del D.Lgs.155/2010 sono riassunti nella Tabella 3.1.

Parametro	Valore limite	Modalità di calcolo	Unità di misura	Valore limite
O₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media giornaliera	µg/m ³	120
	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40 Media 5 anni	µg/m ³ /h	18000
	Soglia di informazione	Media oraria	µg/m ³	180
	Soglia di allarme	Media oraria	µg/m ³	240
NO₂	Valore limite orario	Media oraria	µg/m ³	200

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		9 / 75			PK221		

	per la protezione della salute umana			
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Media annua	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ NOx	30
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5

Tabella 3.1 Valori limite del D.Lgs.155/2010 per le sostanze chimiche oggetto di monitoraggio

Legenda e definizione

Valore limite: livello fissato dalla normativa in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato.

Soglia di informazione: livello oltre il quale vi è un rischio della salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale si deve intervenire alle condizioni stabilite dalla normativa.

Soglia di allarme: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e, raggiunto il quale, si deve immediatamente intervenire alle condizioni stabilite dalla normativa.

Per il **toluene** non esistono valore limite per la qualità dell'aria, ma l'OMS ha introdotto due valori guida che si riferiscono alla concentrazione al di sopra della quale si possono riscontrare effetti sulla salute della popolazione non esposta professionalmente:

- 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media settimanale;
- 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media sui 30 minuti.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		10 / 75			PK221		

3.2 PARAMETRI CHE INFLUENZANO LA QUALITÀ DELL'ARIA

Nella valutazione della qualità dell'aria è necessario considerare e analizzare le variabili meteorologiche che più influenzano l'accumulo, il trasporto, la diffusione, la dispersione e le eventuali trasformazioni fitochimiche degli inquinanti in atmosfera. Alcuni indicatori meteorologici che possono essere messi in relazione con i processi suddetti sono la temperatura, il vento e la radiazione solare, sia per quel che riguarda la descrizione dei fenomeni di inquinamento invernale, che di quello estivo.

La temperatura massima giornaliera è un indicatore fondamentale da mettere in relazione con la formazione di ozono, poiché le reazioni fotochimiche tra l'ossigeno e gli ossidi di azoto (precursori) sono particolarmente favorite da temperature elevate.

La direzione di provenienza del vento influenza direttamente le condizioni di dispersione degli inquinanti.

L'intensità del vento influenza il trasporto e la diffusione degli inquinanti, infatti, le alte velocità del vento sono inclini a favorire la dispersione degli inquinanti che vengono immessi.

La radiazione solare influenza la generazione di diverse sostanze inquinanti secondarie di tipo fotochimico.

3.3 DATI METEO

I dati climatologici utilizzati per tale studio sono stati ricavati dall'Atlante Climatico del trentennio 1971-2000 del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

I dati meteorologici del periodo dei monitoraggi sono stati ricavati da stazioni meteorologiche dell'Aeronautica Militare e da stazioni amatoriali localizzate nei pressi di Cupello (CH) e di Vasto (CH).

Per le elaborazioni è stato considerato il dato meteorologico della temperatura, espresso in °C e la precipitazione espressa in mm.

3.3.1 *Stazione meteorologica di Pescara*

Il grafico di Bagnouls-Gausson (**Figura 3.1**) di Pescara è stato costruito sulla base delle medie termo-pluviometriche del trentennio 1971-2000 (normali climatiche) ed è relativo alla stazione meteorologica di Pescara Aeroporto, in passato appartenuta al Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, attualmente gestita dall'ENAV S.p.a. (Ente Nazionale per l'Assistenza al Volo).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		11 / 75			PK221		

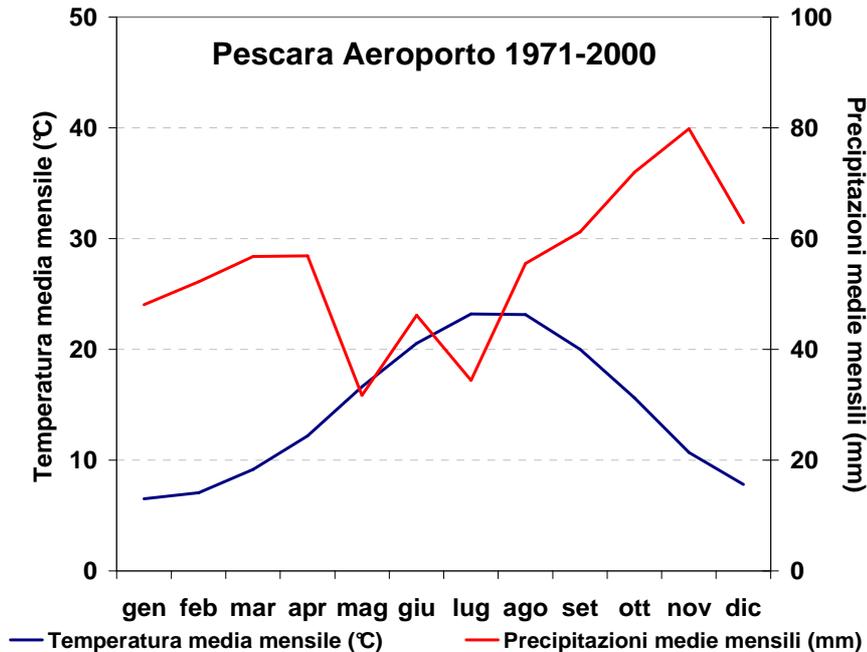


Figura 3.1 Caratterizzazione climatica di Pescara tramite grafico di Bagnouls & Gaussens.

Dai dati della stazione meteorologica di Pescara si deduce un clima di tipo mediterraneo, con una temperatura media annua di +14,4°C. La temperatura media del mese più freddo (gennaio) è di +6,5°C, mentre quella dei mesi più caldi (luglio e agosto) è di +23,2°C. La temperatura massima assoluta nel trentennio 1971-2000 è stata di +40,0°C, registrati nel mese di agosto 1988. La temperatura minima assoluta dello stesso trentennio è stata registrata nel gennaio 1979 ed è stata di -13,2°C.

La media del totale annuo delle precipitazioni è di 657,7 mm. Il mese più piovoso (novembre) ha una piovosità media di 80 mm; quello meno piovoso (maggio) solo 32 mm.

3.3.2 Stazione meteorologica di Termoli

Il grafico di Bagnouls-Gaussens di Termoli (CB) (**Figura 3.2**) è stato costruito sulla base delle medie termo-pluviometriche del trentennio 1971-2000 (normali climatiche) ed è relativo alla stazione meteorologica di Termoli, attualmente gestita dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. I dati sono stati pubblicati nell'Atlante Climatico del trentennio 1971-2000 del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		12 / 75			PK221		

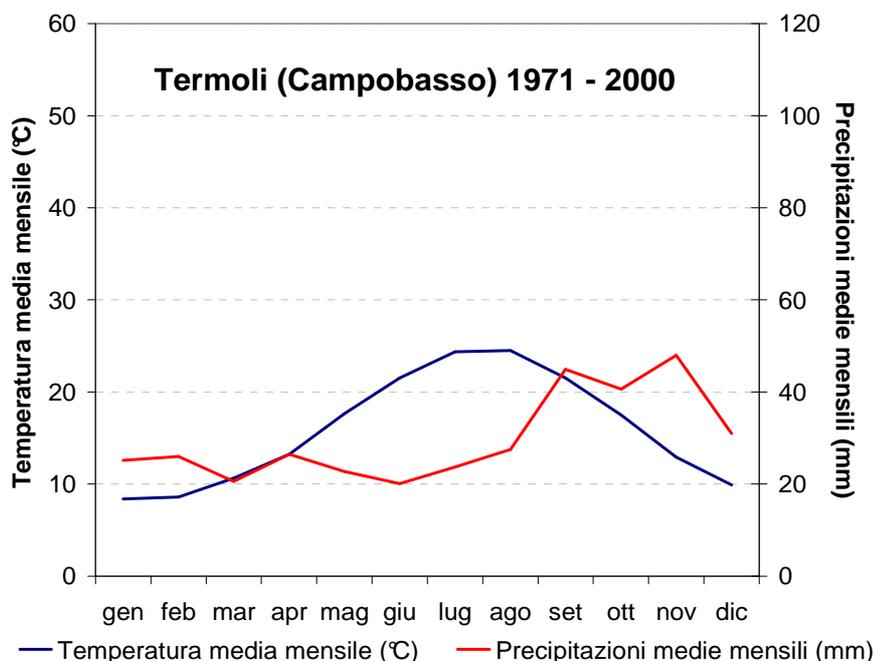


Figura 3.2 Caratterizzazione climatica di Termoli (CB) tramite grafico di Bagnouls & Gausse.

Dai dati della stazione meteorologica di Termoli si deduce un clima di tipo mediterraneo, con una temperatura media annua di +15,9°C. La temperatura media del mese più freddo (gennaio) è di +8,4°C, mentre quella del mese più caldo (agosto) è di +24,5°C. La temperatura massima assoluta nel trentennio 1971-2000 è stata di +40,0°C, registrati nel mese di luglio 1987. La temperatura minima assoluta dello stesso trentennio è stata registrata nel gennaio 1979 ed è stata di -5,8°C.

La media del totale annuo delle precipitazioni è di 357 mm. Il mese più piovoso (novembre) ha una piovosità media di 48 mm; quello meno piovoso (giugno) solo di 20 mm.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		13 / 75			PK221		

4 DATI DI TEMPERATURA, DIREZIONE ED INTENSITÀ DEL VENTO RIFERITI AL PERIODO DI MONITORAGGIO

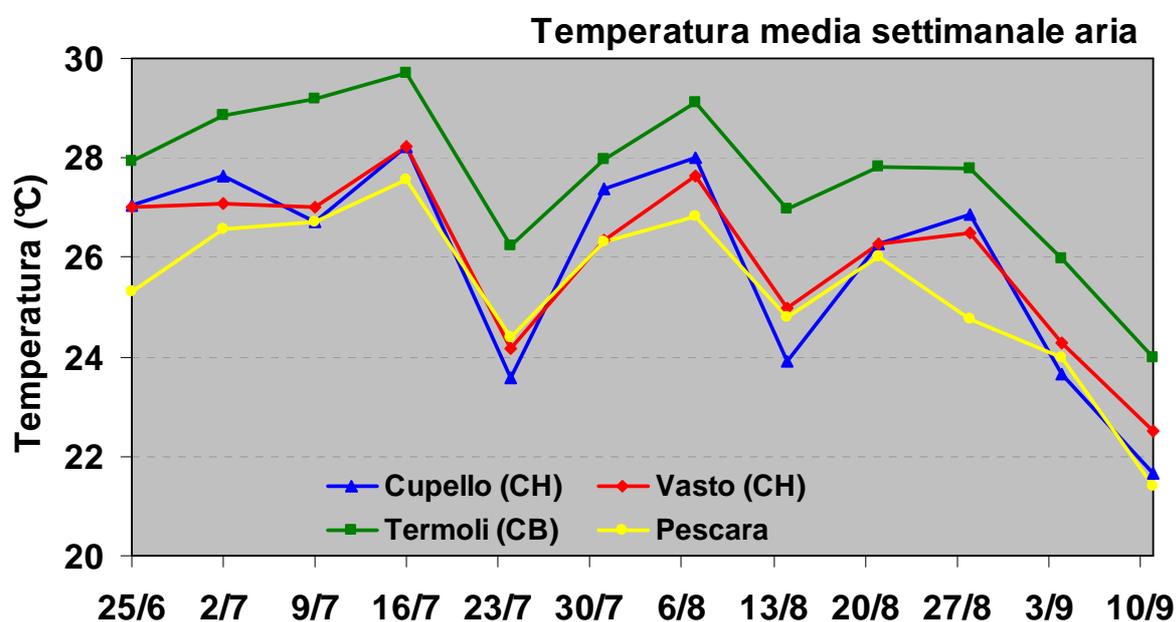


Figura 4.1 Temperatura media, rilevata nelle diverse stazioni meteorologiche

Gli andamenti della temperatura media, rilevata in stazioni limitrofe al sito oggetto di studio, dimostrano valori più elevati sempre per Termoli. Tuttavia nel complesso si rileva, per tutte le stazioni, un minimo il 24/7, con ripresa successiva dei valori nei primi di agosto per riscendere bruscamente l'11/9.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		14 / 75			PK221		

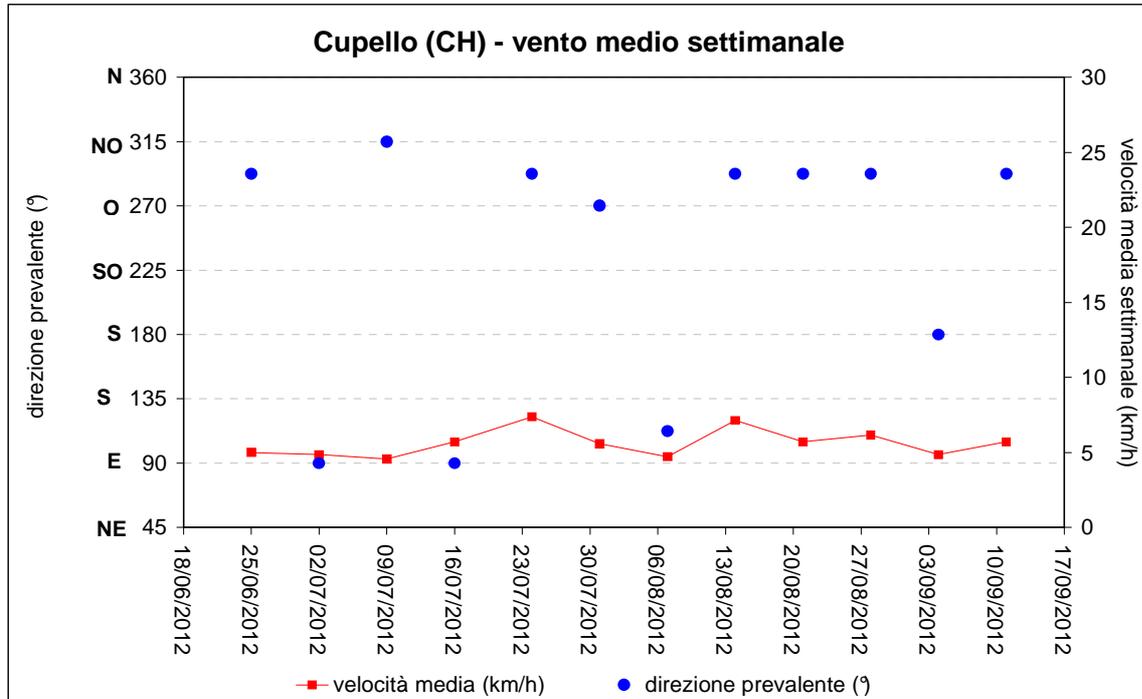


Figura 4.2 Direzione ed intensità del vento prevalente, rilevate nella stazione meteorologica di Cupello (CH).

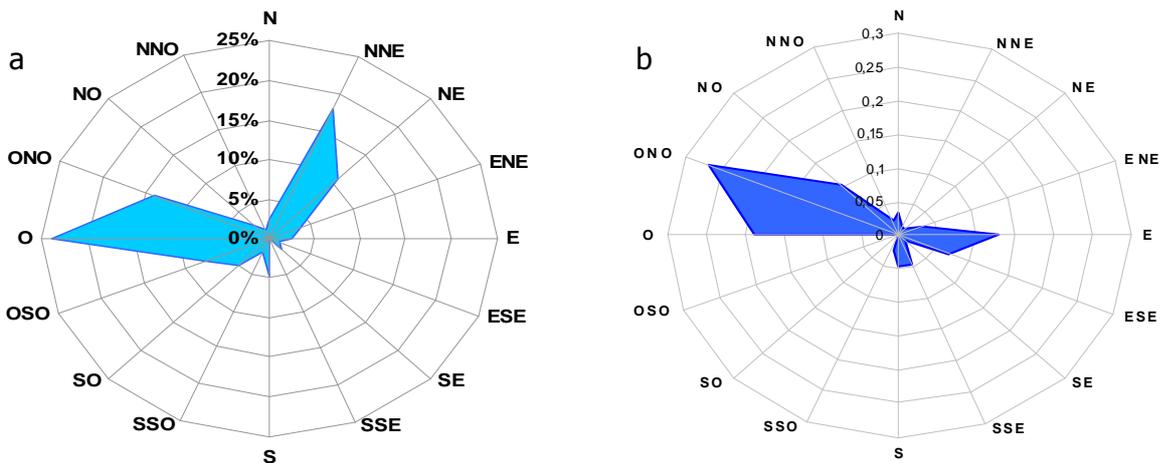


Figura 4.3 Direzione del vento prevalente, rilevate tramite stazione mobile nella settimana 18-25 giugno (a) e di tutto il periodo di monitoraggio (b) nella stazione meteorologica di Cupello (CH).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		15 / 75			PK221		

Dai valori medi settimanali e da quelli orari si registra che la direzione del vento è in prevalenza da O-ONO, con alcuni episodi da E-ESE.

A Cupello la velocità del vento è risultata essere moderata, attorno a 5 km/h. Il valore medio settimanale è pari a 15 km/h.

5 RISULTATI CHIMICI DELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA

Si è preliminarmente fatta una ricerca bibliografica, relativamente alla presenza di ozono nonché dei suoi precursori, al fine di procurarsi un quadro delle risultanze ottenute in anni recenti sia in Italia sia all'estero, per poter considerare i limiti imposti dalla legge ed i valori che sono determinati in diverse situazioni ambientali e nel tempo (nella giornata e nell'anno).

Lo studio della presenza di ozono e delle sue concentrazioni nell'area interessata dalla presenza del bacino di stoccaggio di metano in comune di Cupello, nonché di quelle dei precursori NOx viene effettuato seguendo queste fasi:

- Analisi documentazione di base e dati progettuali
- Analisi dello stato di fatto dell'ambiente nel territorio interessato dal progetto
- Analisi degli impatti generati dal progetto con elaborazione dell'indice di rischio ambientale

Le fasi sono state realizzate attraverso una campagna di monitoraggio della concentrazione in aria con campionatori passivi di VOC (benzene e toluene), NOx, O₃ da maggio fino a coprire tutto il periodo estivo, fino al 10 settembre 2012.

La mappa con i siti di monitoraggio e le potenziali sorgenti inquinanti viene rappresentata in **Figura 5.1**.

Le analisi sono state eseguite da:

- Attalea s.n.c. di G. Poggi & C. - Milano
- Laser Lab – Chieti Accreditato UNI EN ISO 9001:2008 N.SGQ 646 UNI EN ISO 14001

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		16 / 75			PK221		

- Gruppo CSA S.p.a. Accreditato da DNV UNI EN ISO 9001- UNI EN ISO-14001

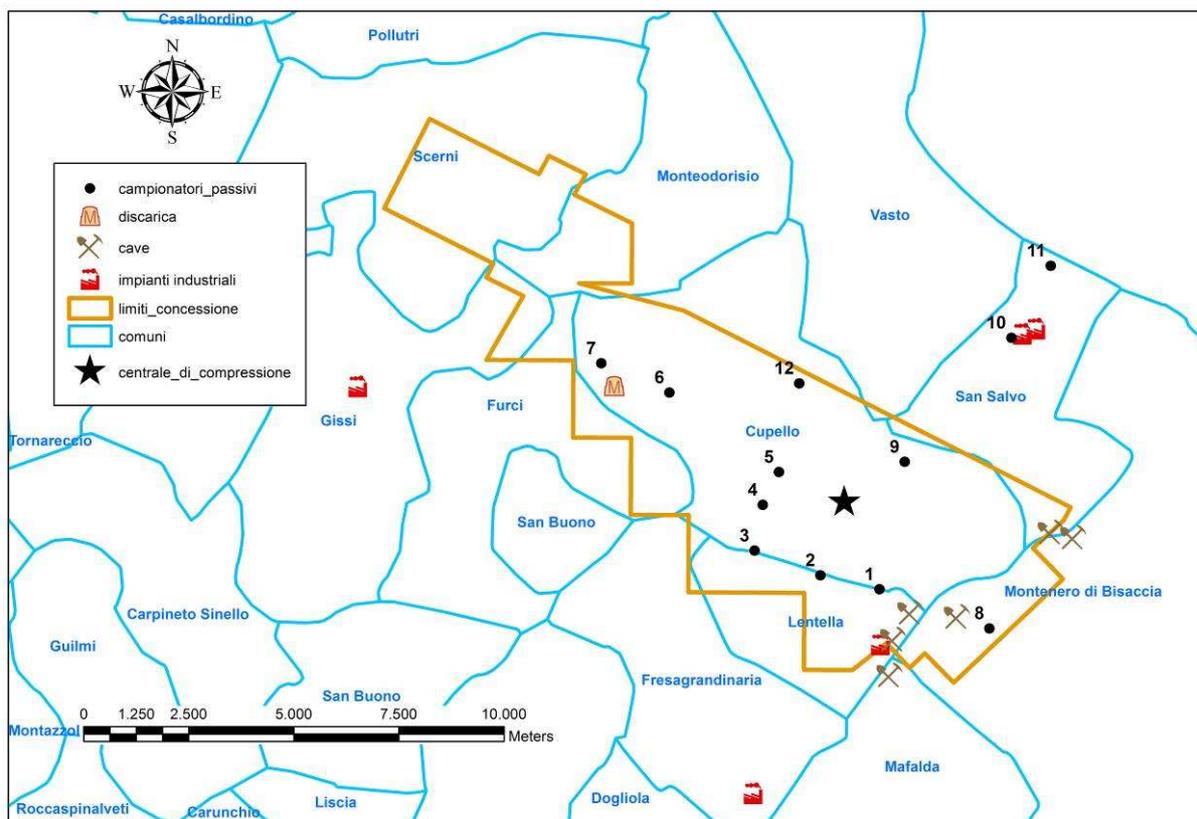


Figura 5.1 Mappa dell'area di monitoraggio in cui vengono evidenziati i punti di campionamento, la centrale di compressione, la discarica, le cave e gli impianti industriali.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		17 / 75			PK221		

5.1 RISULTATI DELLA CONCENTRAZIONE DELLE SOSTANZE CHIMICHE

Dai grafici che seguono si possono dedurre le seguenti osservazioni.

Per quanto riguarda l'andamento di ozono e temperatura dell'aria non si evidenziano le relazioni tipiche riscontrate in precedenti lavori di aumento dell'ozono con aumento della temperatura (**Figura 5.2**).

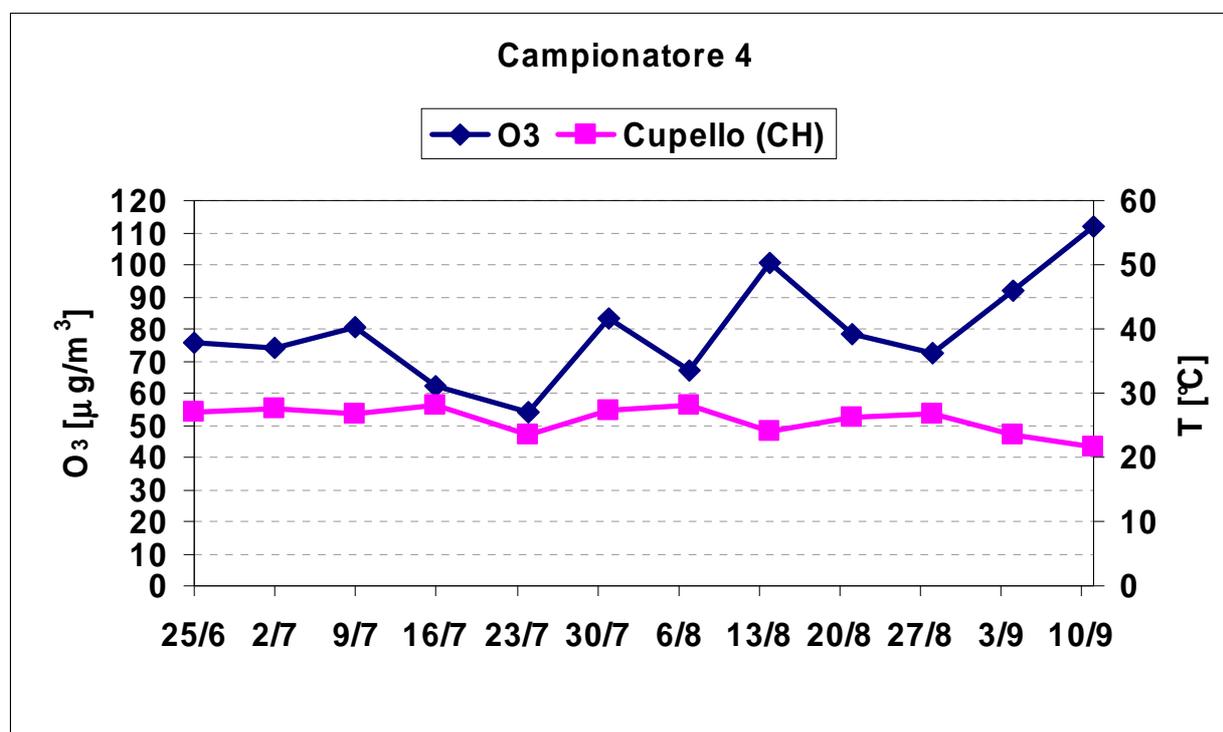


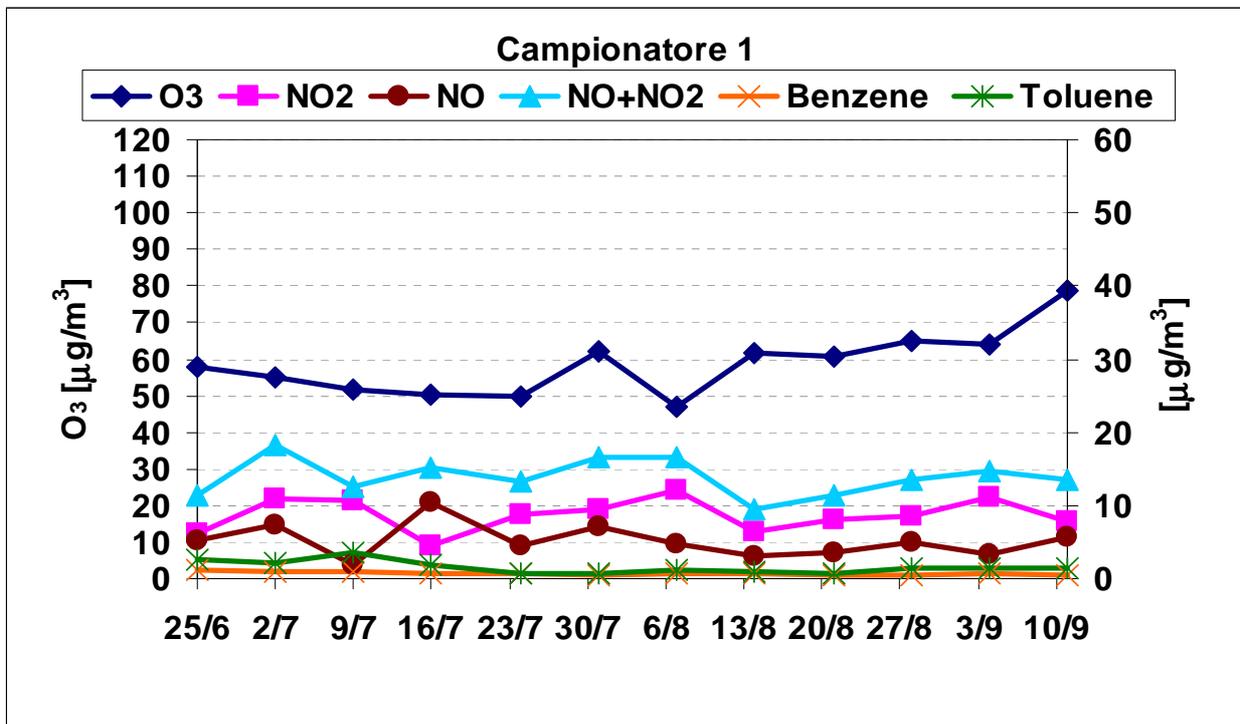
Figura 5.2 Grafico di esempio dell'andamento della concentrazione dell'ozono e della temperatura per tutto il periodo di rilevazione per un campionatore.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		18 / 75			PK221		

Per quanto riguarda gli andamenti dei valori risultati dalle analisi chimiche di O₃ e NO_x, si possono osservare che alla riduzione degli ossidi di azoto corrisponde un aumento di ozono, in quanto essi sono precursori dell'ozono.

Questo aspetto si potrà osservare anche a scala territoriale, quando si hanno aree di elevati valori di NO_x il valore di O₃ è basso.

Di seguito vengono riportati gli andamenti delle concentrazioni delle sostanze analizzate per ciascun campionatore.



Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		24 / 75			PK221		

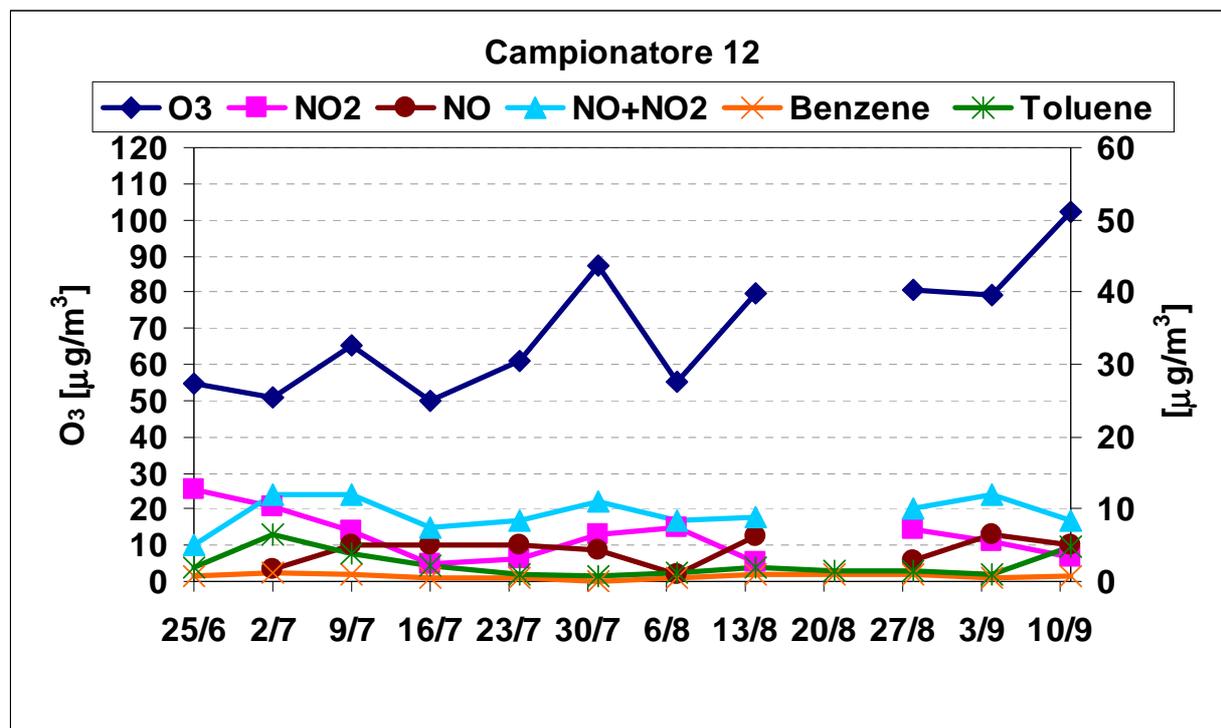


Figura 5.3 Andamento della concentrazione delle sostanze chimiche analizzate tramite monitoraggio passivo di tutto il periodo di rilevamento; ogni grafico si riferisce ad un sito di monitoraggio. Da notare che la scala delle ordinate principale (a sinistra) si riferisce solo ai valori di ozono, mentre quella secondaria (a destra) agli altri composti.

Da tutti gli andamenti presentati relativi ai diversi campionatori si rilevano i seguenti aspetti:

- I valori di tutte le sostanze chimiche rappresentate sono al di sotto dei valori della normativa vigente (**Tabella 3.1**).
- Le concentrazioni dei VOC (benzene e toluene) e dei precursori di ozono (NO_x) sono inferiori a 5 µg/m³. Per quel che riguarda gli NO_x fanno eccezione i campionatori 10 e 11 in prossimità della zona industriale di San Salvo, dove si hanno valori intorno a 40 µg/m³.
- Per quanto riguarda l'ozono i valori di concentrazione sono sempre al di sotto dei limiti della normativa di legge e i valori più alti sono stati rilevati dai campionatori 6 e 4, rispettivamente posizionati vicino alla discarica comunale (6) e sottovento rispetto alla discarica stessa, a causa del vento prevalente da N-O (4).
- Per quanto riguarda l'isoprene i risultati forniti dalle analisi del 25/6 e 16/7 sono elencati in **Tabella 5.1**. I valori più bassi 0.3-0.4 µg/m³ sono in corrispondenza della zona industriale San Salvo. I valori più elevati 3.7-4.8 µg/m³ si trovano nelle zone più vegetate.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		25 / 75			PK221		

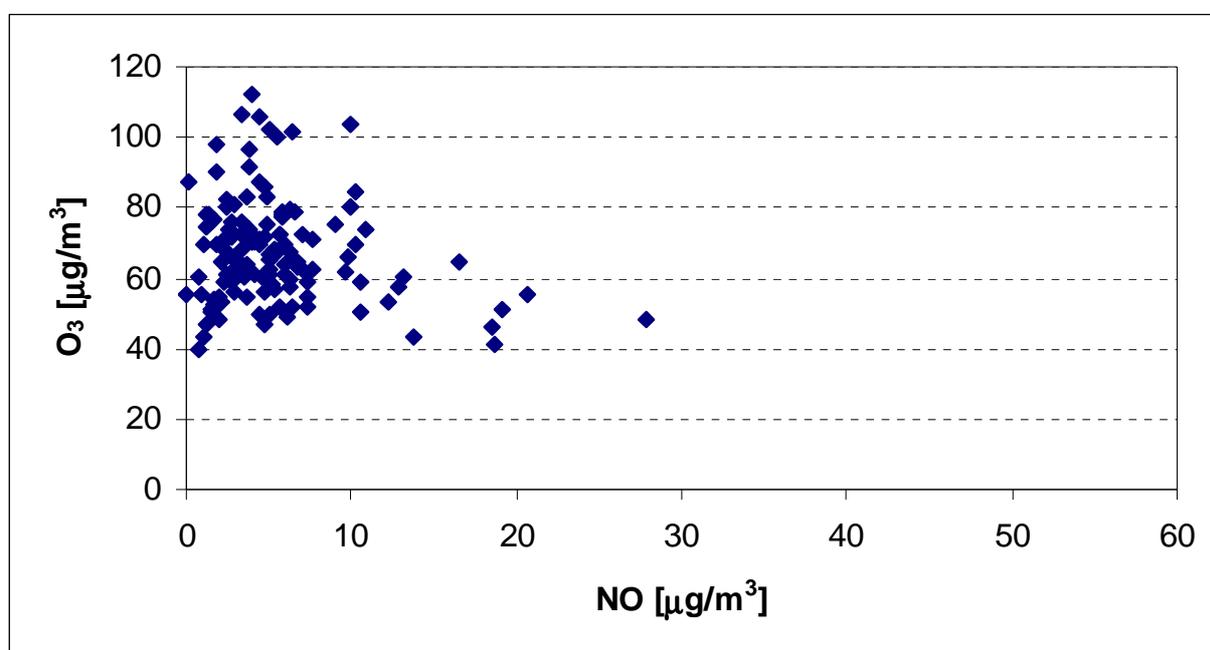
CAMPIONATORE	25/6/12	16/7/12
Campionatore 1	1.9	2.0
Campionatore 2	3.7	4.8
Campionatore 3	2.5	3.1
Campionatore 4	1.1	1.4
Campionatore 5	1.4	1.7
Campionatore 6	1.9	1.5
Campionatore 7	2.0	1.8
Campionatore 8	0.9	1.5
Campionatore 9	3.8	3.6
Campionatore 10	0.3	0.4
Campionatore 11	0.4	0.4
Campionatore 12	3.7	3.2

Tabella 5.1 Concentrazione media giornaliera dell'isoprene nei 12 siti di monitoraggio

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		26 / 75			PK221		

6 ELABORAZIONE DEI RISULTATI

Le correlazioni fra l'ozono e gli ossidi di azoto (**Figura 6.1**) dimostrano una tendenza dell'ozono ad assumere valori più elevati in corrispondenza di valori di ossidi di azoto bassi.





Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		27 / 75			PK221		

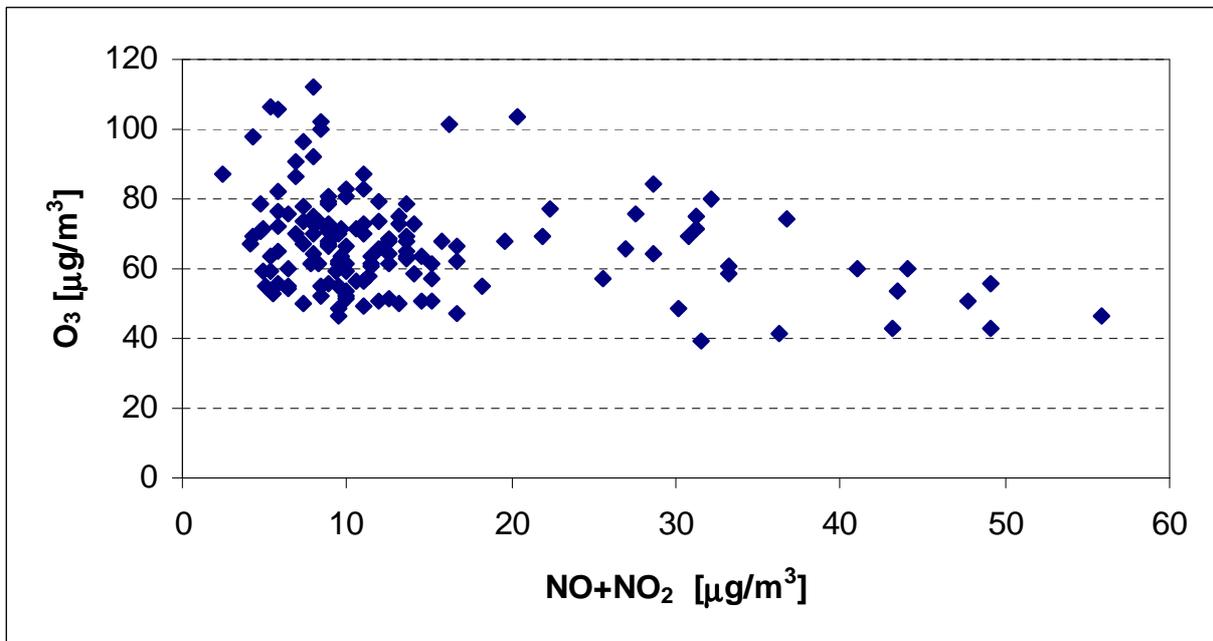
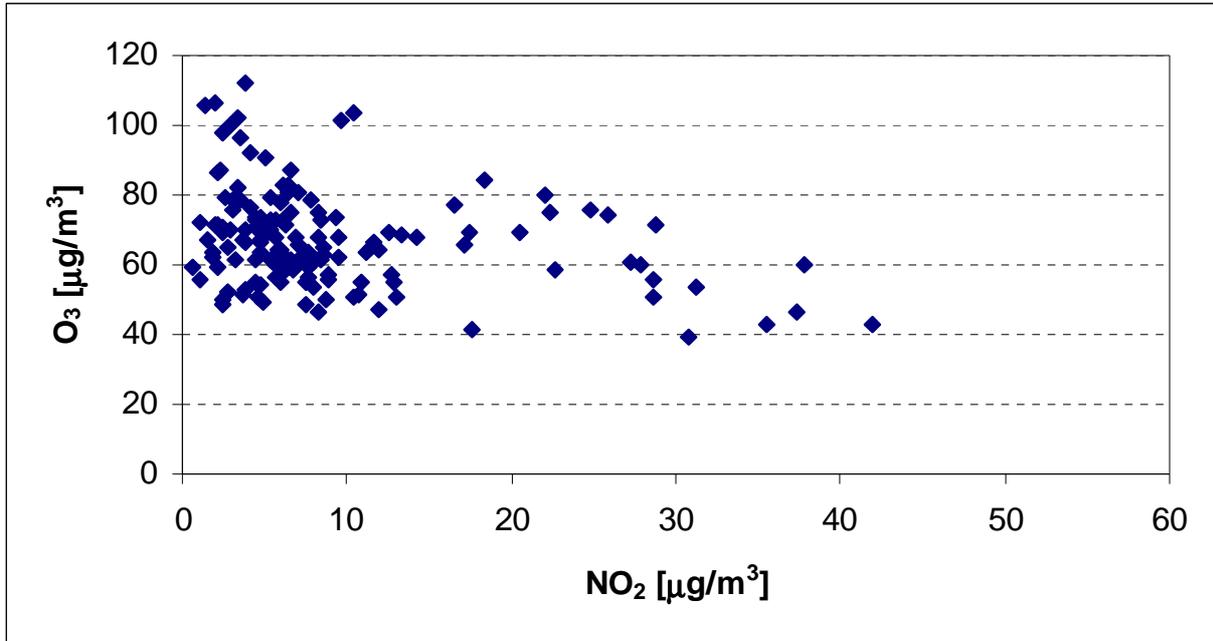


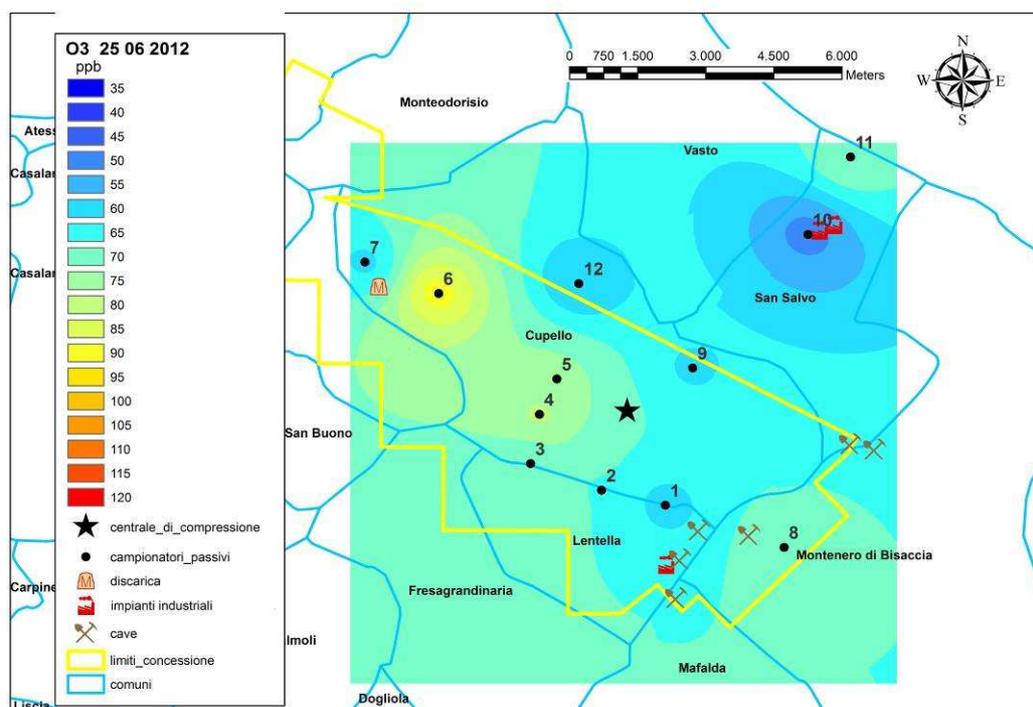
Figura 6.1 Valori di ozono in relazione ai valori degli ossidi di azoto

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		28 / 75			PK221		

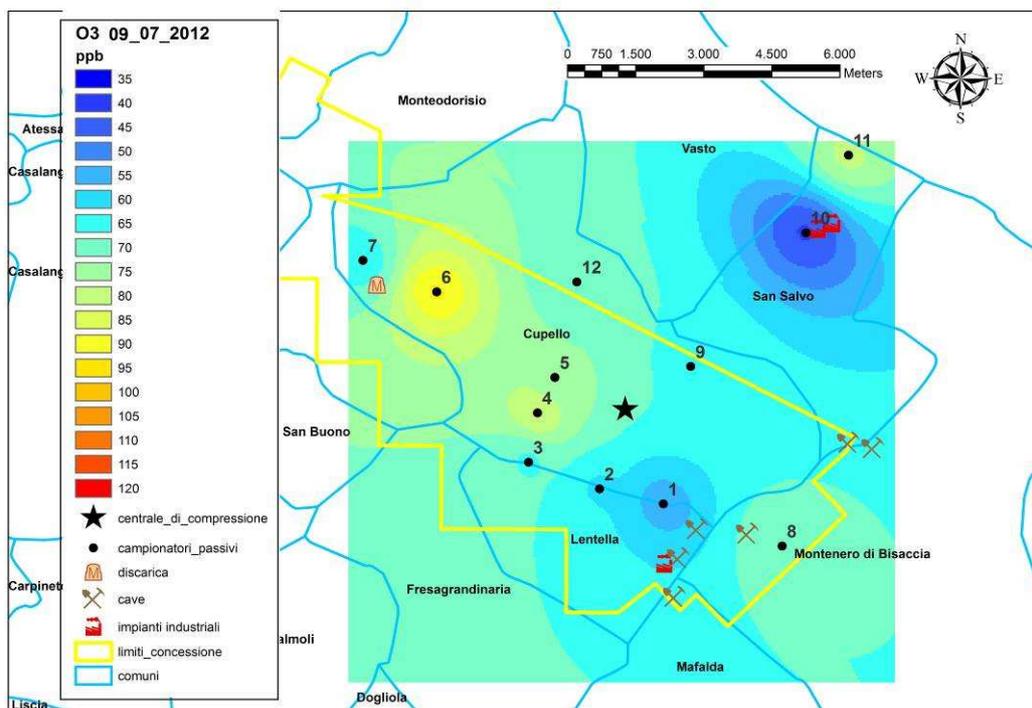
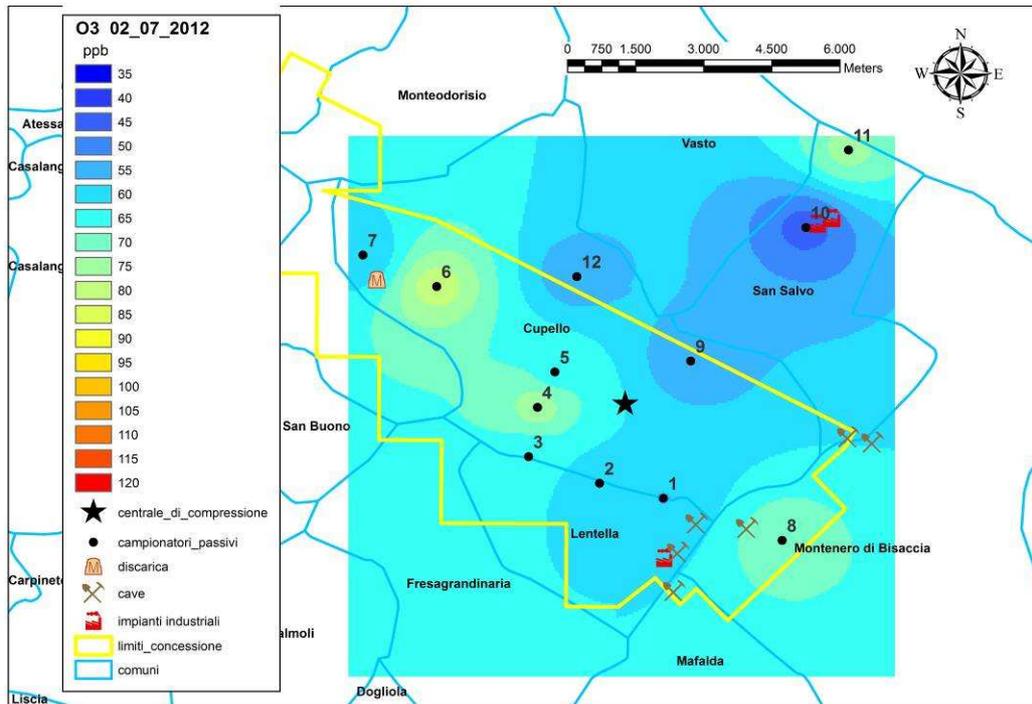
6.1 ELABORAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE SOSTANZE CHIMICHE TRAMITE GIS

I risultati delle analisi chimiche sono stati elaborati tramite GIS per ogni data per avere la rappresentazione sul territorio delle concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) medie giornaliere per ozono e per NOx.

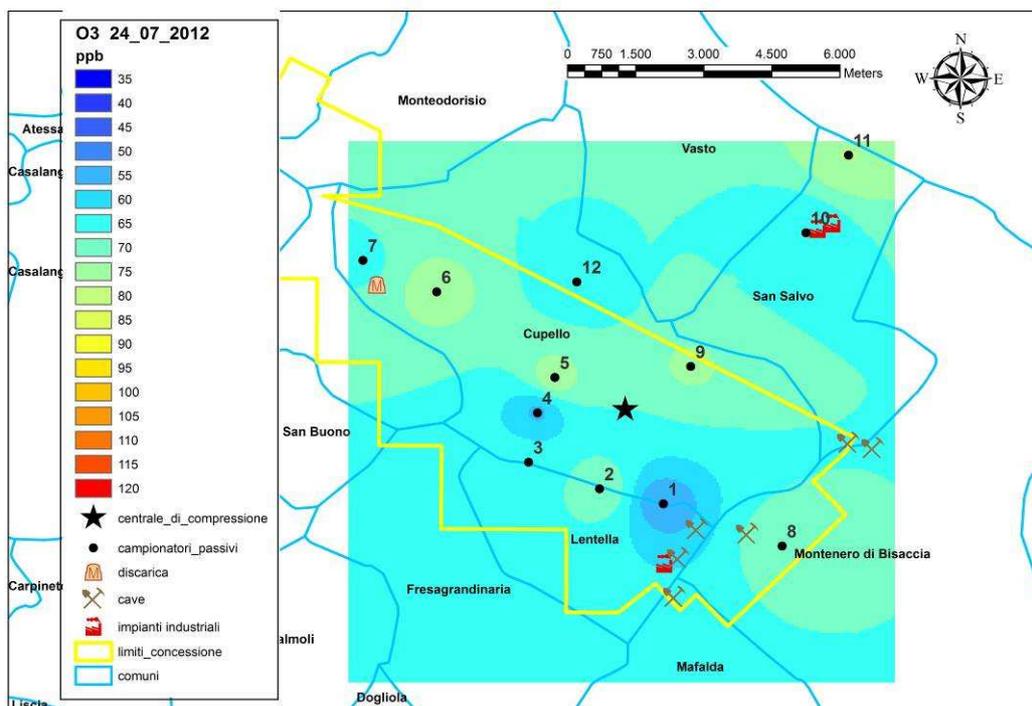
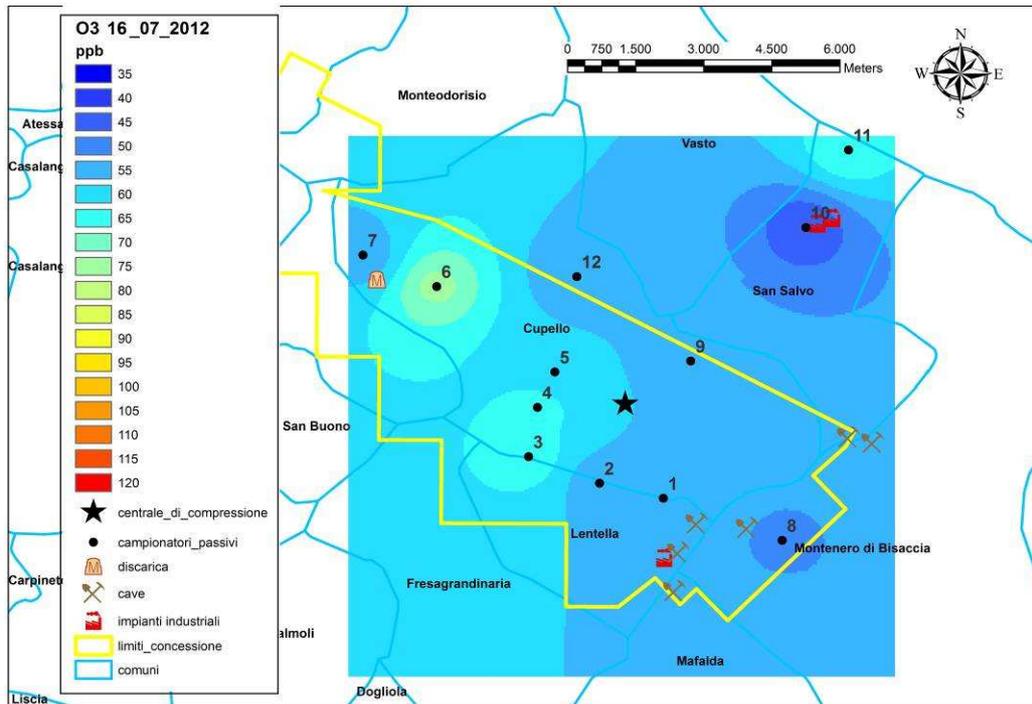
Concentrazione valore medio giornaliero dell'ozono



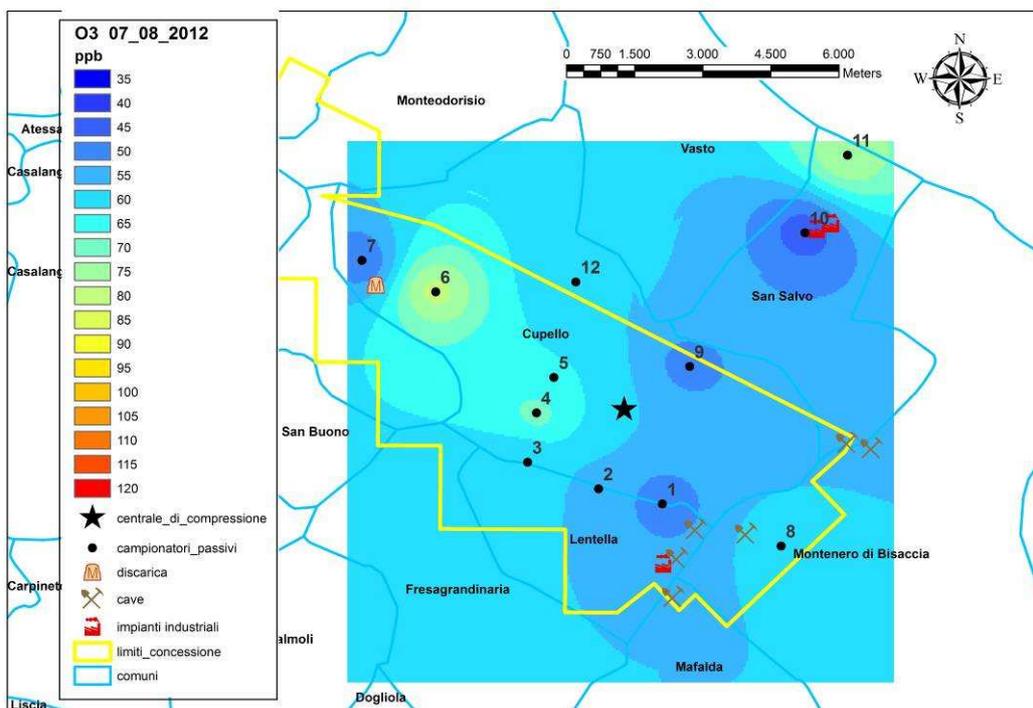
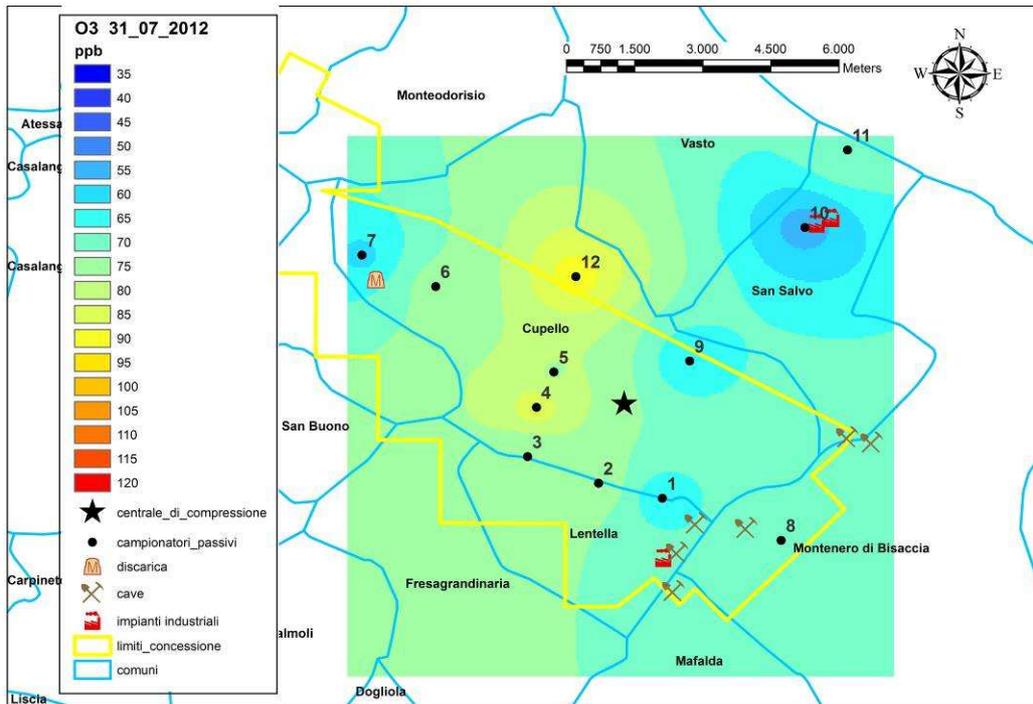
Settore	CREMA (CR)	Revisioni				
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0				
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°				
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08				
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°	
		29 / 75			PK221	



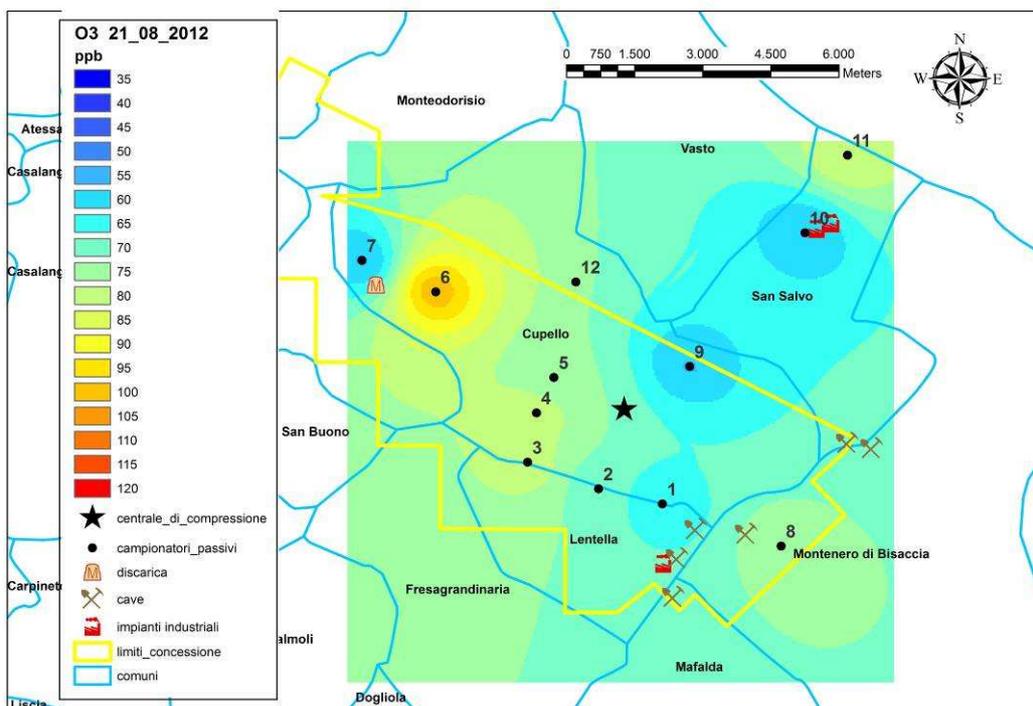
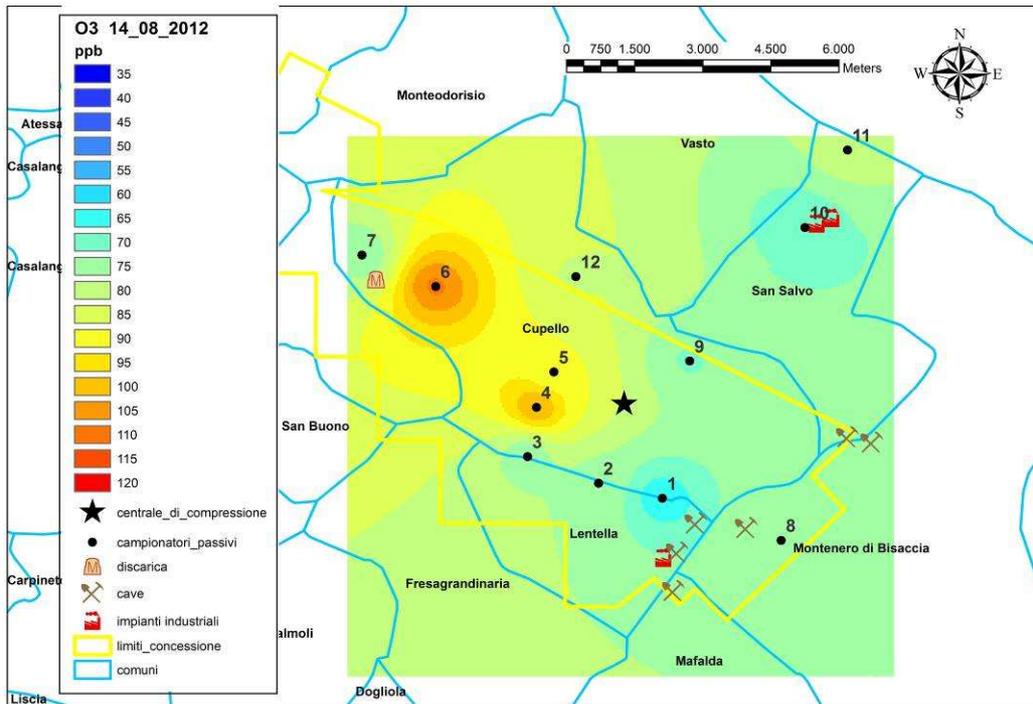
Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		30 / 75			PK221		



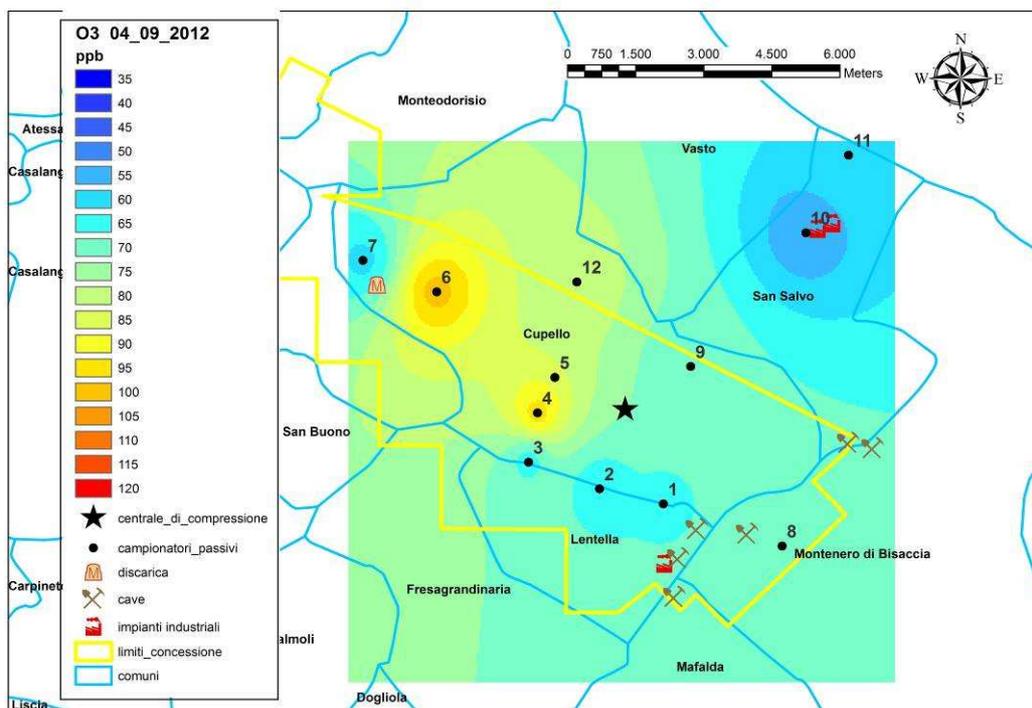
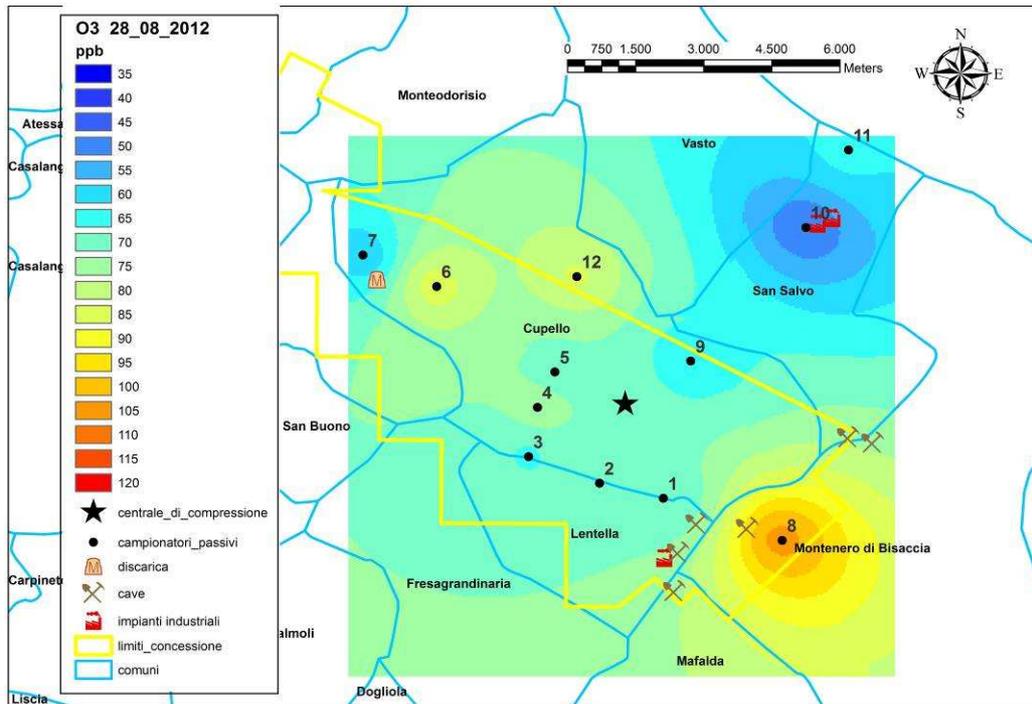
Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		31 / 75			PK221		



Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		32 / 75			PK221		

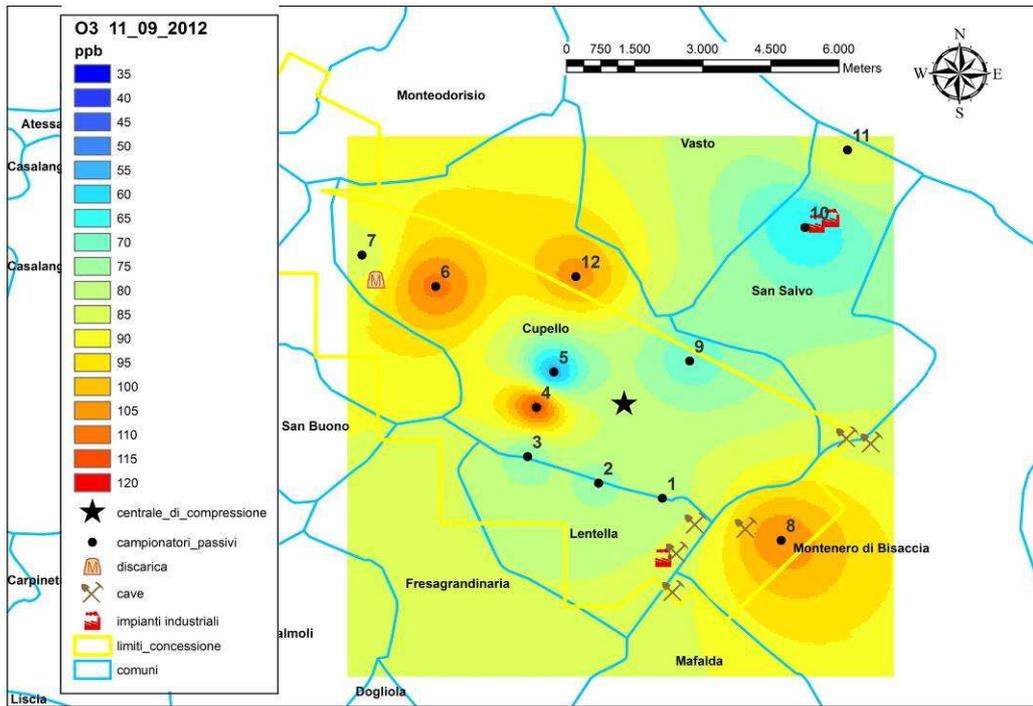


Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		33 / 75			PK221		



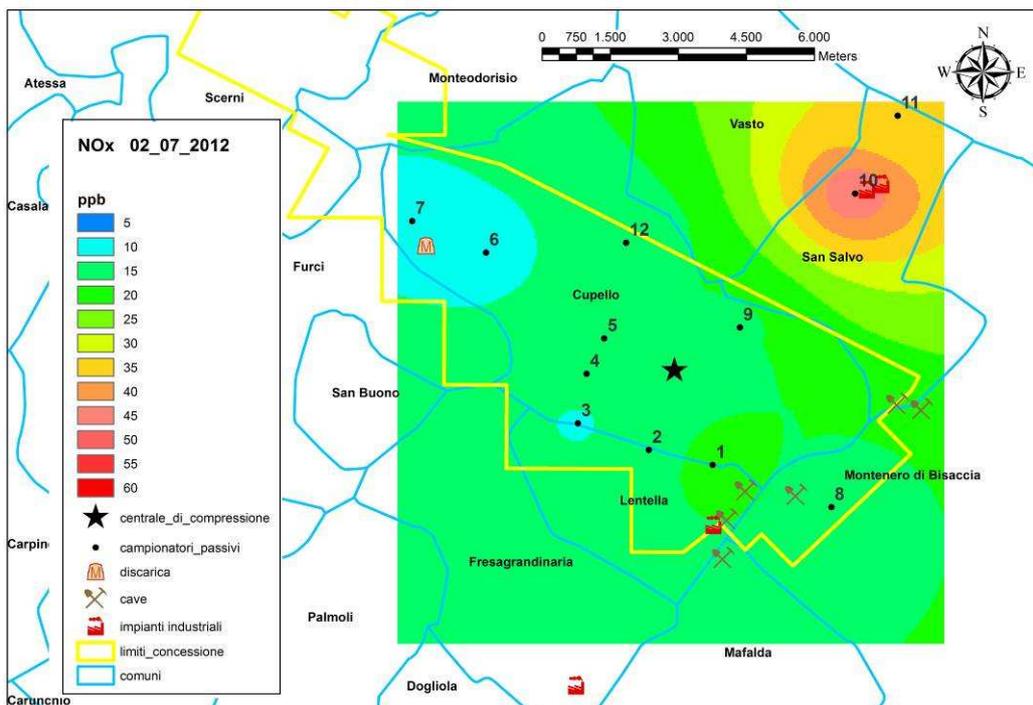
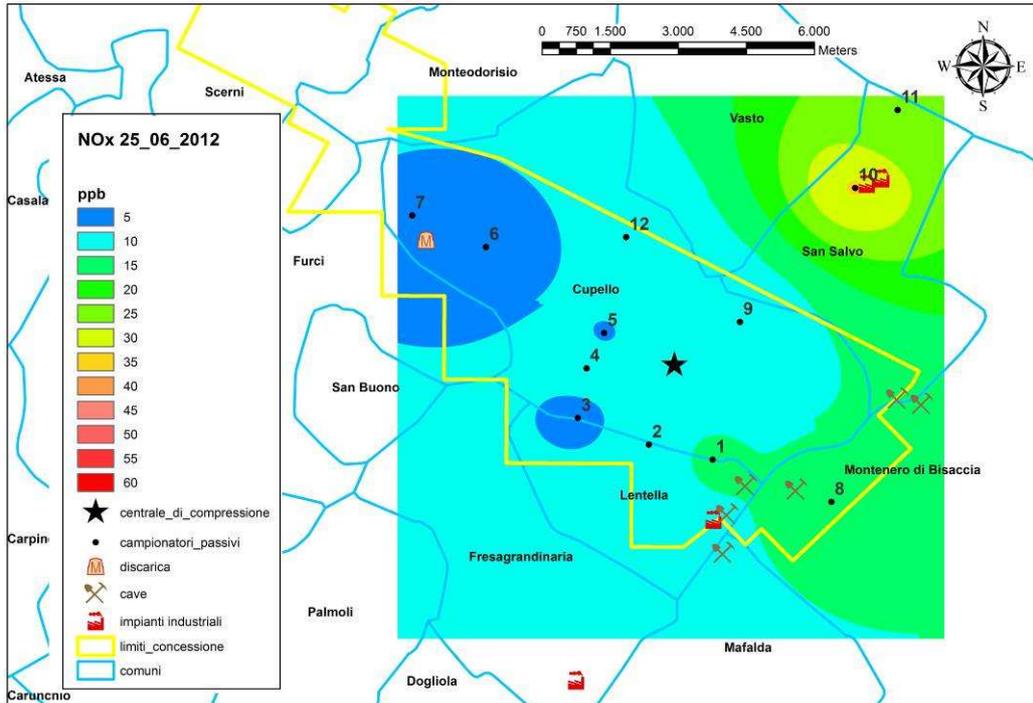


Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		34 / 75			PK221		

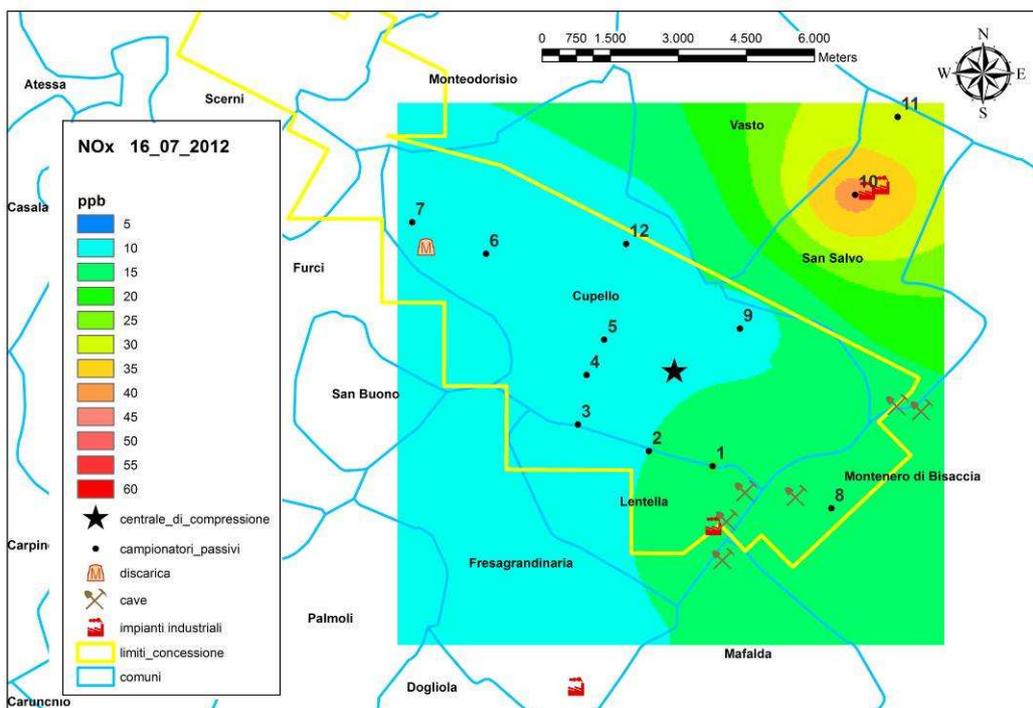
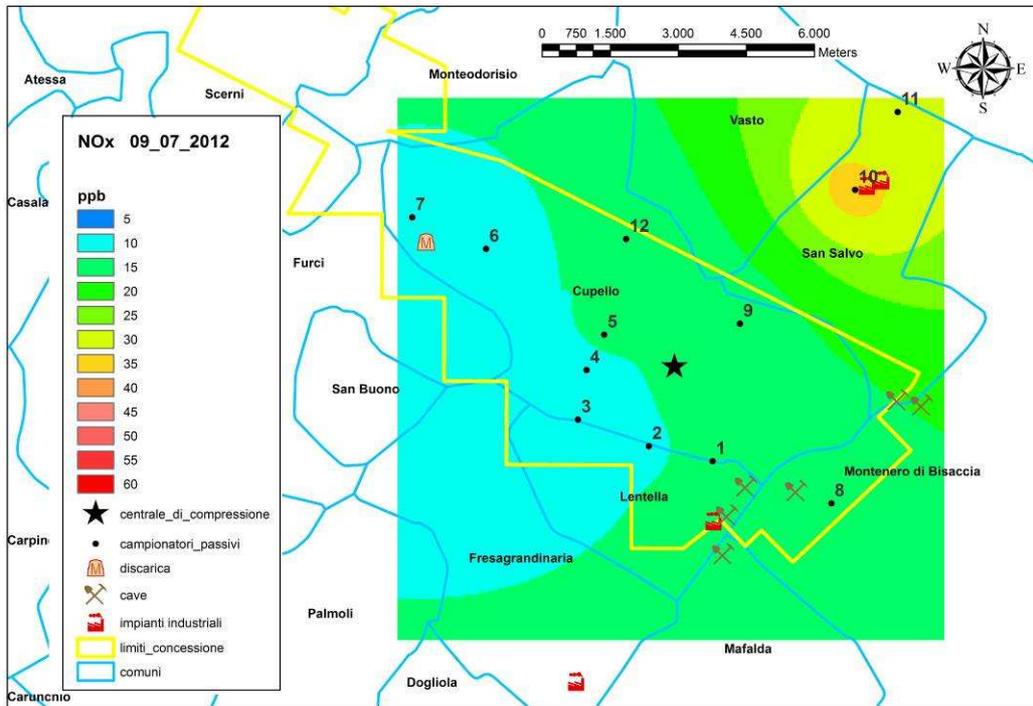


Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		35 / 75			PK221		

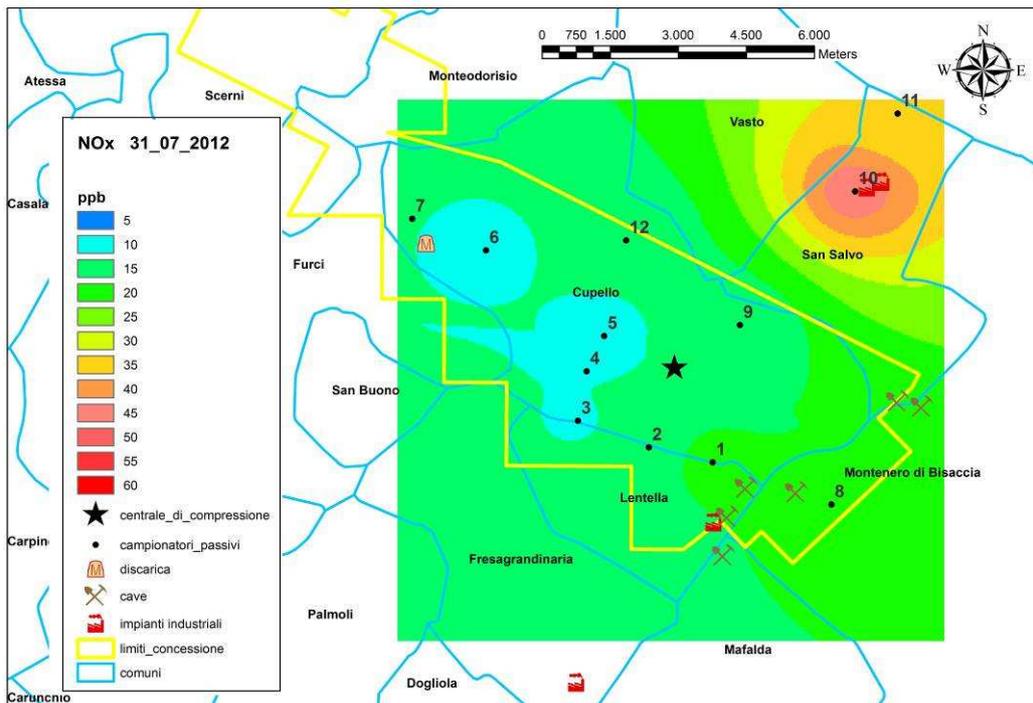
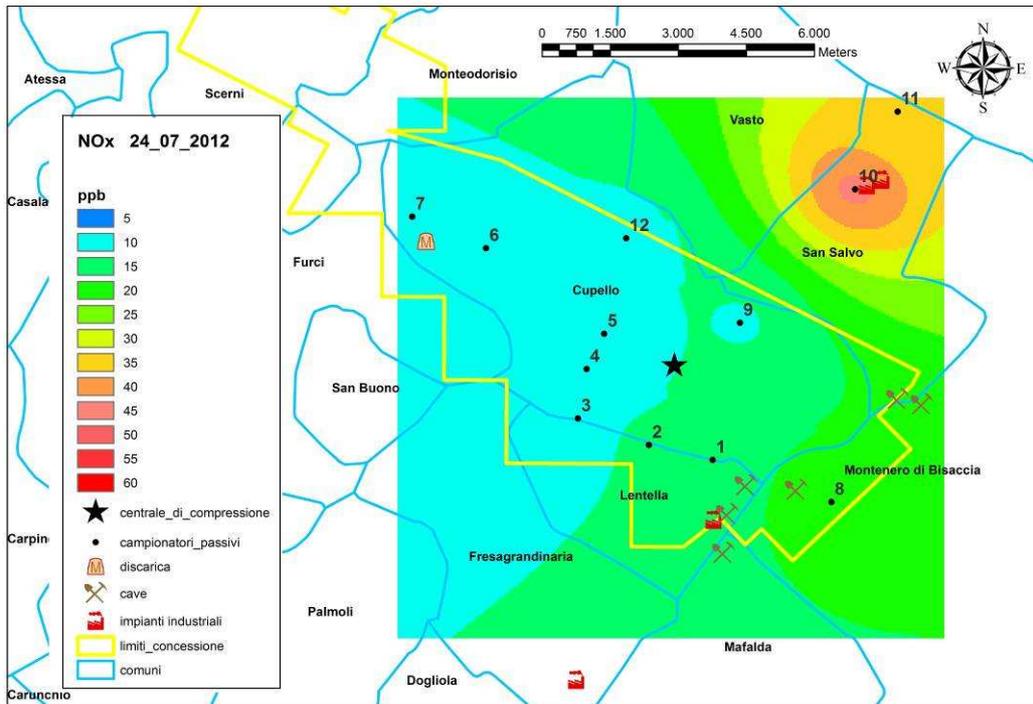
Concentrazione valore medio giornaliero degli ossidi di azoto



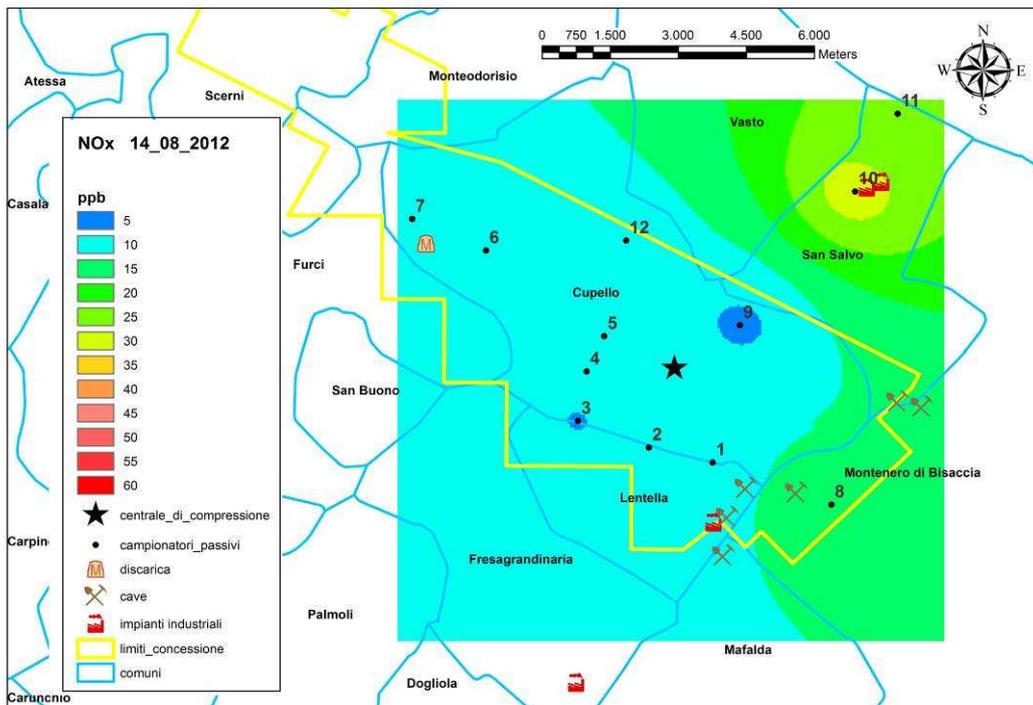
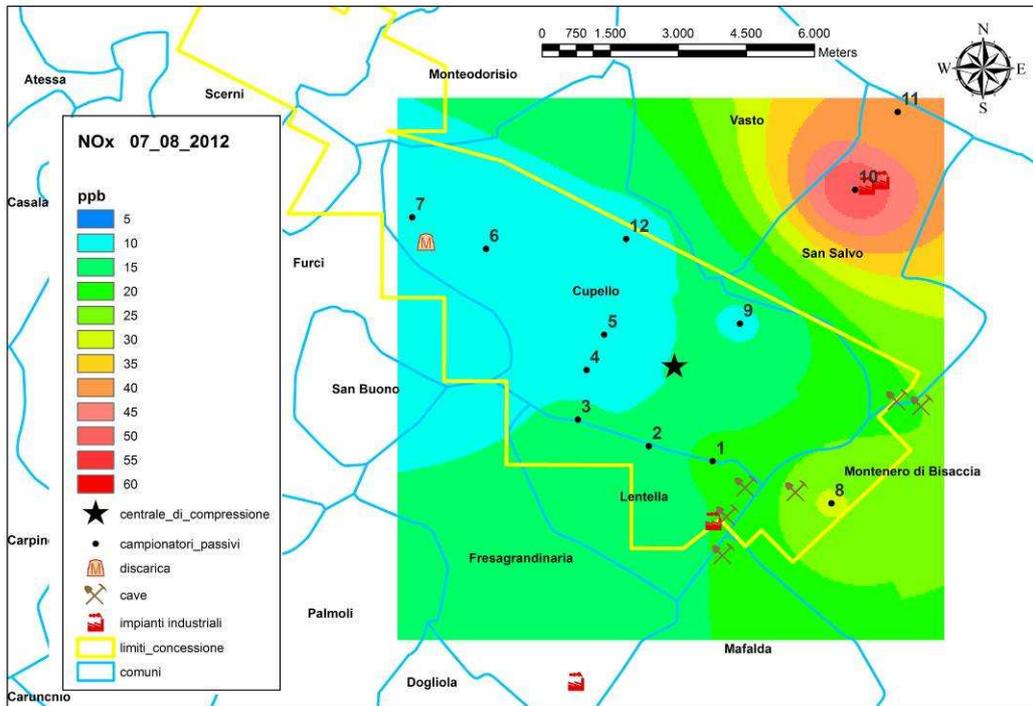
Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		36 / 75			PK221		



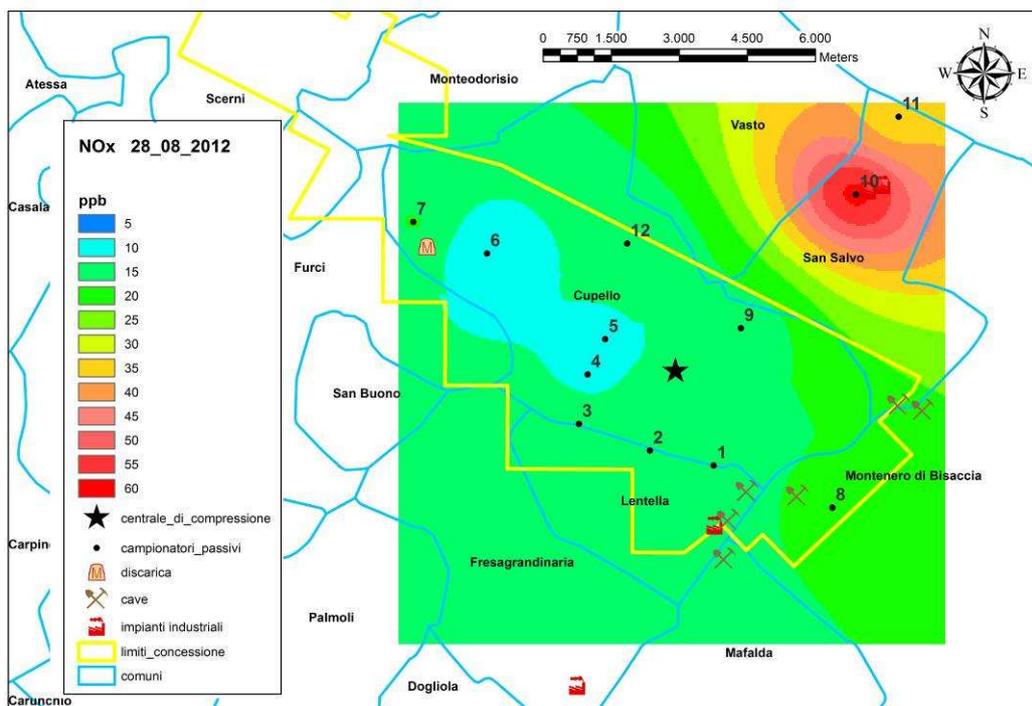
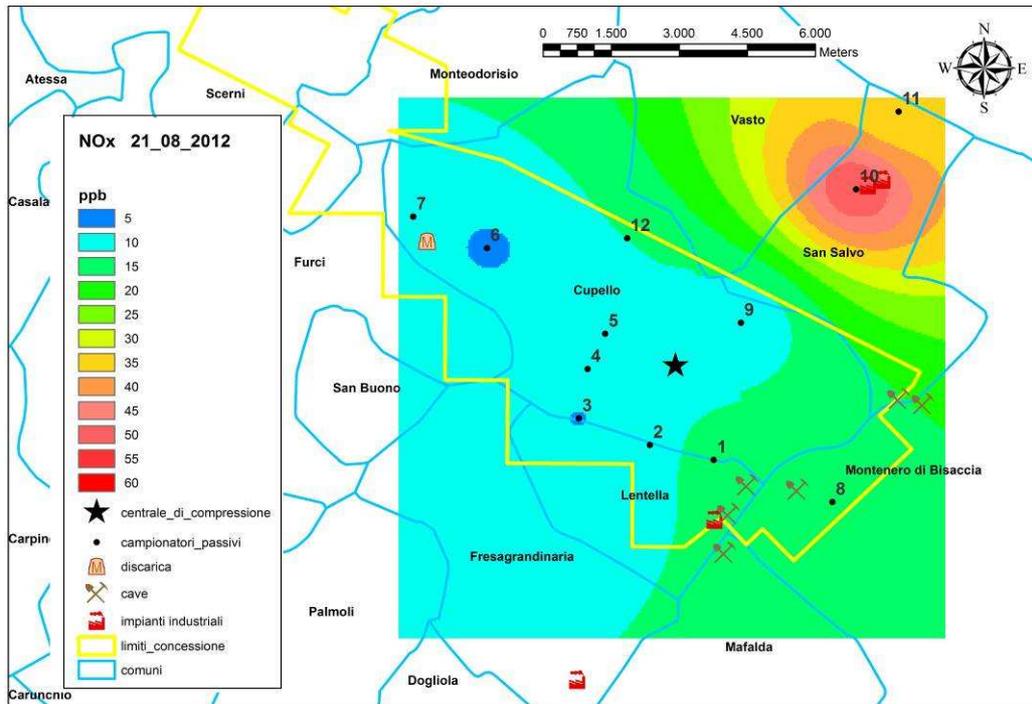
Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		37 / 75			PK221		



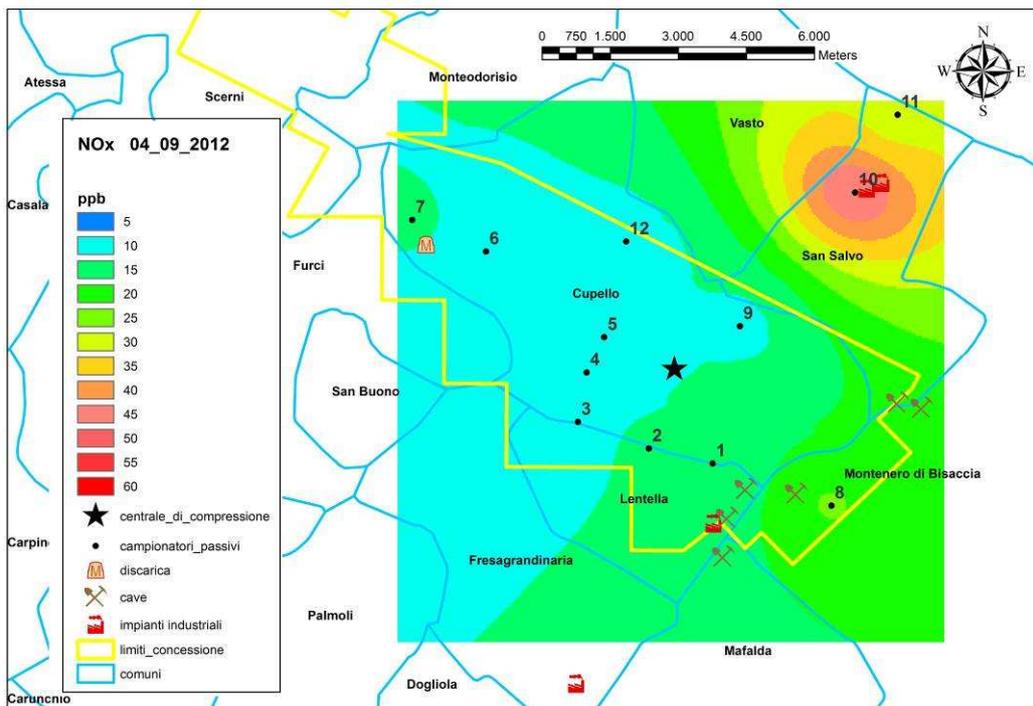
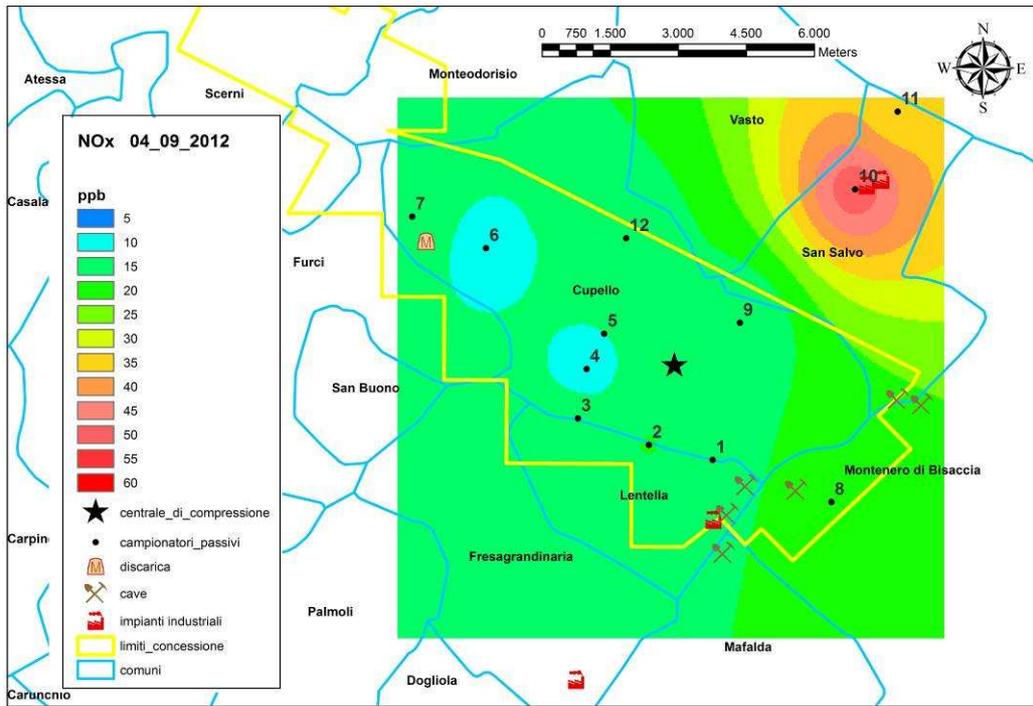
Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		38 / 75			PK221		



Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		39 / 75			PK221		



Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		40 / 75			PK221		



Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		41 / 75			PK221		

7 ANALISI DEGLI EFFETTI AMBIENTALI IN AREA INTERESSATA DA IMPIANTO DI STOCCAGGIO DI METANO (CONCESSIONE “FIUMETRESTE”) TRAMITE BIONDICATORI VEGETALI (LICHENI EPIFITI) E DATI CHIMICI DEI COMPONENTI DELL'ARIA

7.1 DESCRIZIONE DELLE METODOLOGIE UTILIZZATE PER IL BIOMONITORAGGIO CON LICHENI EPIFITI

Il monitoraggio dei licheni è stato condotto in accordo alla procedura formalizzata da ANPA (2001), che rappresenta attualmente il punto di riferimento a livello nazionale per il biomonitoraggio con tali specie simbionti.

Si riporta, per sommi capi, il protocollo adottato.

Sono state selezionate sul territorio 11 Unità di Campionamento Primario (UCP), corrispondenti a celle cartografiche da 1 km².

Nella **Tabella 7.1** vengono riportate le coordinate geografiche (coordinate decimali) di ciascuna UCP (punto centrale), denominate arbitrariamente con lettera progressiva da A a L.

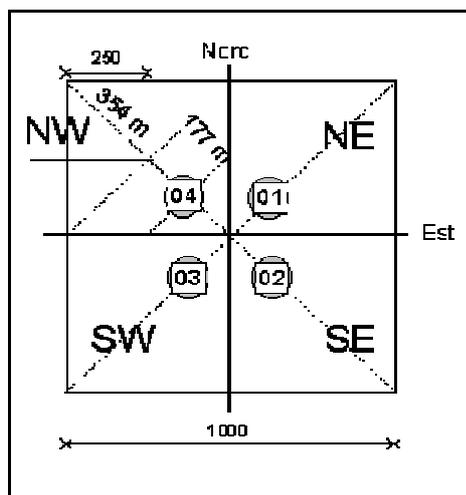
UCP	LATITUDINE (N)	LONGITUDINE (E)	ALTITUDINE (msl)	Numero di UCS valide
A	42.04949624	14.64419319	299	4
B	42.0307565	14.6896994	184	3
C	42.04178848	14.70261033	139	4
D	42.02177218	14.69130523	144	3
E	42.04156851	14.7134947	95	4
F	42.01303666	14.69133434	100	4
G	42.01358417	14.70344823	150	4
H	42.00494661	14.69057942	150	4
I	42.00311858	14.70349885	105	3

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		42 / 75			PK221		

L	42.06791218	14.73576846	21	3
M	41.98501659	14.75219221	138	3

Tabella 7.1. Coordinate geografiche (in forma di gradi decimali) e altitudine(msl) del punto centrale delle 11 UCP. Viene, inoltre, riportato, il numero di UCS per ciascuna UCP.

Per ogni UCP sono state identificate 4 Unità di Campionamento Secondario (UCS) in accordo allo schema seguente.



Le 4 UCS sono risultate collocate in ciascuno dei 4 quadranti che suddividono l'UCP (area di ciascun quadrante = 0.25 km²) secondo le direzioni NE (UCS 01), SE (UCS 02), SW (UCS 03), NW (UCS 04).

Il centro di ciascuna UCS è risultata distare 177 m dal centro della UCP e dal centro del rispettivo quadrante.

L'area circolare di ciascuna UCS è pari a circa 0.05 km² per un raggio di 125 m. All'interno di tale area vengono selezionati i forofiti idonei per il rilevamento.

Se all'interno dell'UCS non sono risultati presenti forofiti idonei, ci si è spostati lungo la direttrice relativa (NE per il quadrante 1, SE per il quadrante 2, SW per il quadrante 3, NW per il quadrante 4) e si è identificata una UCS di sostituzione.

All'interno delle UCS, la scelta degli alberi su cui effettuare il rilevamento è stata basata sul criterio oggettivo di distanza dal centro della UCS stessa. Sono stati selezionati gli alberi più vicini al centro dell'UCS che soddisfacessero i requisiti standard previsti dal protocollo. Sono stati considerati interni alla UCS anche gli alberi situati sulla linea del perimetro. Ciascun albero campione è stato georeferenziato.

In accordo alla procedura ANPA (2001), un corretto svolgimento del biomonitoraggio lichenico richiede la scelta di idonei forofiti con scorza subneutra o con scorza acida, in accordo alla tabella sottostante:

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		43 / 75			PK221		

Scorza subneutra	Scorza acida
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Prunus domestica</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Olea europaea</i>
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Quercus petraea</i>
<i>Ficus spp.</i>	<i>Alnus glutinosa</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Castanea sativa</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Quercus</i>
<i>Juglans spp.</i>	<i>Quercus pubescens</i>
<i>Populus x canadensis</i>	<i>Quercus cerris</i>
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Betula pendula</i>
<i>Ulmus spp.</i>	<i>Prunus avium</i>
	<i>Tilia spp.</i>

Dal momento che studi basati su alberi di gruppi diversi non sono direttamente comparabili, il presente biomonitoraggio è stato esclusivamente condotto su forofiti a scorza acida, appartenenti al genere *Quercus*.

Per una maggiore comparabilità dei dati raccolti, la campagna di monitoraggio è stata condotta scegliendo prevalentemente una sola specie di forofita (*Quercus pubescens* Willd.; 38 su 40 forofiti campionati pari al 95% degli alberi analizzati). Ove non possibile, sono stati scelti come forofiti alberi appartenenti alla specie *Quercus cerris* L. (2 su 40 forofiti campionati, pari al 5% degli alberi analizzati).

Un forofita è stato considerato campionabile quando soddisfaceva le seguenti caratteristiche:

1. inclinazione del tronco non superiore ai 10°, per evitare effetti dovuti all'eccessiva eutrofizzazione di superfici molto inclinate,
2. circonferenza minima di 60 cm, per evitare situazioni con flora lichenica pioniera,
3. assenza di fenomeni evidenti di disturbo (verniciature, gravi malattie della pianta etc.).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		44 / 75			PK221		

4. Pur essendo le aree forestali oggetto di campionamento, sono stati però esclusi alberi in vegetazione boschiva chiusa, preferendo, ove possibile, alberi siti in radure, margini di formazioni forestali e margini di strade, cercando di salvaguardare una distanza di 10 m tra tronchi adiacenti.

Per ogni albero campionato in ciascuna UCS, è stata compilata la seguente scheda di rilevamento che conteneva le seguenti informazioni:

Bio-monitoraggio lichenico della qualità dell'aria
Treste Trigno

Data: Località:
UCP: UCS:
Forofito: Circonf. (cm):
Coord. forofito (UTM-ED50):
Altitudine:
:

SCHEMA RETICOLO ORIENTABILE

	NORD	EST	SUD	OVEST
Sp. 1 (A)				
Sp. 2 (B)				
Sp. 3 (C)				
Sp. 4 (D)				
Totale				

NOTE:

- data;
- località;
- identificativo dell'area di studio;
- esatta localizzazione dell'albero, utilizzando un sistema satellitare,
- specie di appartenenza del forofita;
- altezza dal suolo della base del reticolo;
- esposizione esatta (in gradi) di ciascuna subunità del reticolo
- circonferenza del tronco a metà reticolo
- specie rilevata e n. di quadranti ove risulta presente (frequenza);
- eventuali note.

Data la oggettiva difficoltà di identificazione dei licheni in campo, inizialmente nelle schede è stata riportata la presenza di specie di licheni diverse, utilizzando la dicitura "Specie 1", "Specie2", etc. Successivamente sulla base del materiale fotografico reperito o di campioni prelevati di licheni, si è proceduto alla identificazione specifica.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		45 / 75			PK221		

Nella **Tabella 7.2** viene riportata la lista dei 40 forofiti selezionati per lo svolgimento dell'attività di biomonitoraggio, suddivisi per UCP e relativa UCS.

UCP	UCS	Forofita	ALTITUDINE (msl)	LATITUDINE (N)	LONGITUDINE (E)
A	1	Quercus pubescens Willd.	290	42.0515162404137	14.6479189965160
A	2	Quercus pubescens Willd.	310	42.0487837684176	14.6467861117673
A	3	Quercus pubescens Willd.	300	42.0481002787246	14.6413038505707
A	4	Quercus pubescens Willd.	296	42.0495846740076	14.6407637998480
B	1	Quercus pubescens Willd.	200	42.0323767747935	14.6915760341975
B	2	Quercus cerris L.	134	42.0274979410524	14.6859462207566
B	3	Quercus pubescens Willd.	217	42.0323947877655	14.6915759471143
C	1	Quercus pubescens Willd.	112	42.0446004384918	14.7059562836506
C	2	Quercus pubescens Willd.	121	42.0398582160316	14.7041053986963
C	3	Quercus pubescens Willd.	170	42.0403292458245	14.6982191139413
C	4	Quercus pubescens Willd.	151	42.0423660242269	14.7021605273511
D	1	Quercus pubescens Willd.	170	42.0249579882024	14.6959484080049
D	2	Quercus pubescens Willd.	134	42.0182027840235	14.6924779255266
D	3	Quercus pubescens Willd.	127	42.0221557677969	14.6854893548078
E	1	Quercus pubescens	72	42.0439312071828	14.7155895390443

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		46 / 75			PK221		

		Willd.				
E	2	Quercus pubescens Willd.	80	42.0394161956380	14.7144981136095	
E	3	Quercus cerris L.	112	42.0414736754499	14.7124831986526	
E	4	Quercus pubescens Willd.	116	42.0414529636418	14.7114079447270	
F	1	Quercus pubescens Willd.	129	42.0164169347774	14.6915323821256	
F	2	Quercus pubescens Willd.	80	42.0101120165019	14.6914300025583	
F	3	Quercus pubescens Willd.	80	42.0101120165019	14.6914300025583	
F	4	Quercus pubescens Willd.	110	42.0155056851962	14.6909449812737	
G	1	Quercus pubescens Willd.	160	42.0151887163433	14.7039540691672	
G	2	Quercus pubescens Willd.	149	42.0124533780224	14.7085198066137	
G	3	Quercus pubescens Willd.	132	42.0125263676747	14.6984230372560	
G	4	Quercus pubescens Willd.	160	42.0141682331291	14.7028959915915	
H	1	Quercus pubescens Willd.	134	42.0049985793010	14.6923000080290	
H	2	Quercus pubescens Willd.	135	42.0038270965837	14.6954452644773	
H	3	Quercus pubescens Willd.	210	42.0031880621986	14.6888914191117	
H	4	Quercus pubescens Willd.	120	42.0077727048915	14.6856809718745	
I	1	Quercus pubescens Willd.	72	42.0065186904830	14.7052622424735	
I	2	Quercus pubescens Willd.	122	42.0006233009697	14.7068108779996	

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		47 / 75			PK221		

I	3	Quercus Willd.	pubescens	120	42.0022137626439	14.6984234390675
L	1	Quercus Willd.	pubescens	31	42.0680205002388	14.6967220983026
L	2	Quercus Willd.	pubescens	17	42.0671742049095	14.7490767912132
L	3	Quercus Willd.	pubescens	17	42.0671115822641	14.7492704365723
L	4	Quercus Willd.	pubescens	19	42.0693424343076	14.7480045219412
M	1	Quercus Willd.	pubescens	143	41.9821734371965	14.7549636170016
M	2	Quercus Willd.	pubescens	138	41.9858037966959	14.7510866469599
M	3	Quercus Willd.	pubescens	134	41.9870725223876	14.7505263803962

Tabella 7.2. Coordinate geografiche (in forma di gradi decimali) e altitudine(msl) del luogo di campionamento dei 40 forofiti. Viene, inoltre, riportato la specie botanica di ciascun forofita.

Nella **Figura 7.1** è riportata la restituzione cartografica delle 11 UCP (con relative UCS) e il posizionamento relativo di ciascun forofito (punti rossi) rispetto alla Centrale di Stoccaggio Fiume Treste della Società Stogit S.p.A.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni			
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0			
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°			
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08			
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°	
		48 / 75		PK221	

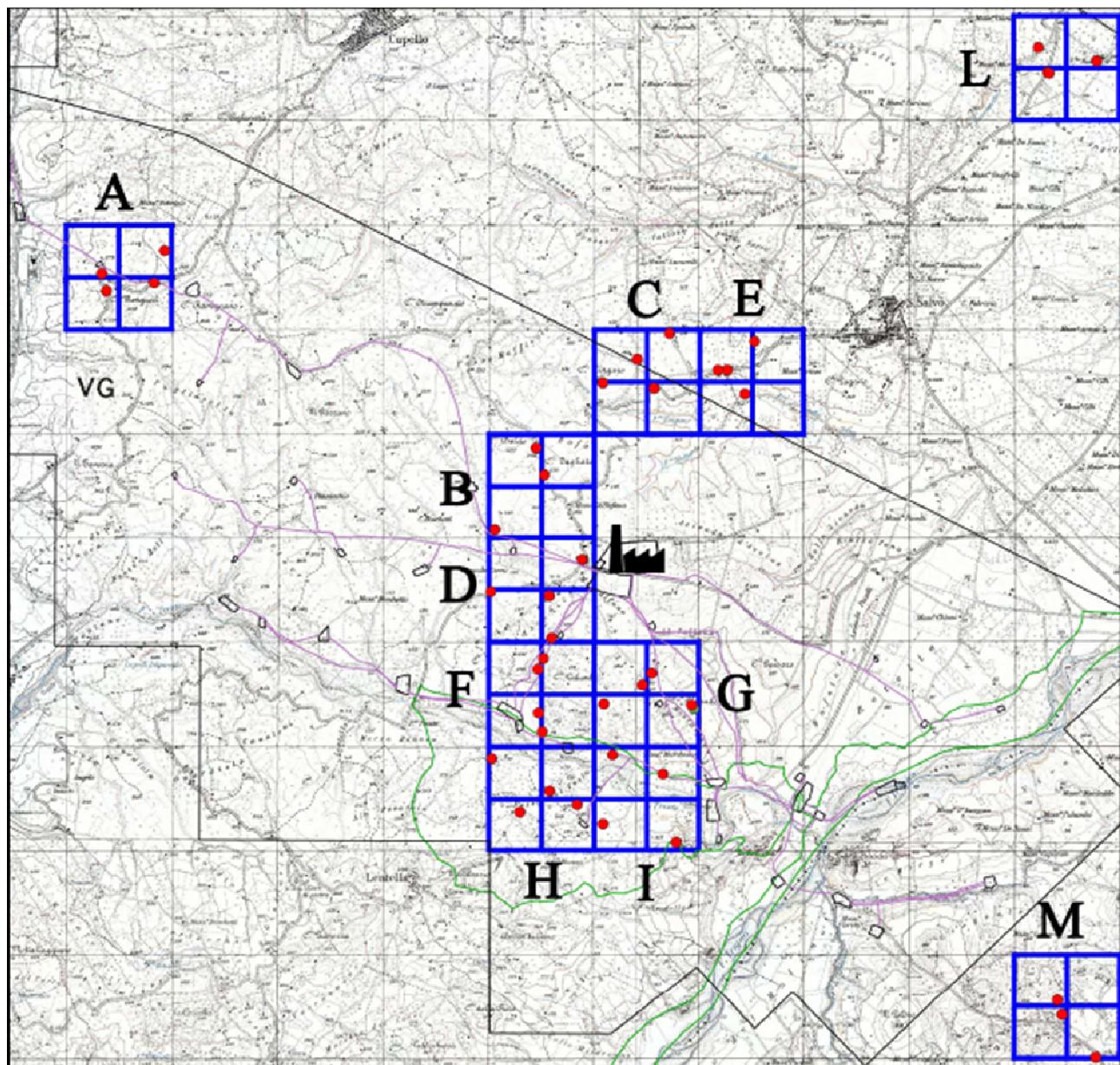


Figura 7.1. Cartografia dell'area di biomonitoraggio lichenico. Vengono riportate le 11 UCP, suddivise nelle relative UCS. I punti rossi indicano la posizione dei singoli forofiti. La centrale di stoccaggio è indicata in figura dal simbolo industriale.

Per la determinazione della frequenza dei licheni, in ciascun forofita, è stato utilizzato un medesimo reticolo di campionamento, costituito da quattro sub unità (**Figura 7.2a**). Le sub unità del reticolo sono state posizionate sul tronco del forofita ad almeno un metro dalla superficie del suolo, orientandole in corrispondenza dei quattro punti cardinali (**Figura 7.2a**). E' stata ammessa una rotazione di 20° in senso orario per

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		49 / 75			PK221		

evitare parti del tronco non idonee ad essere campionate. Nel posizionare i quattro elementi della griglia sono state infatti evitate, anche se con forte copertura lichenica: a) parti del tronco danneggiate o decorticate, b) parti con presenza di evidenti nodosità, c) parti corrispondenti alle fasce di scolo con periodico scorrimento di acqua piovana, d) parti con copertura di briofite superiore al 25%

Ciascuna sub unità del reticolo è formata da due serie lineare di cinque quadrati di 10x10 cm (**Figura 7.2b**).

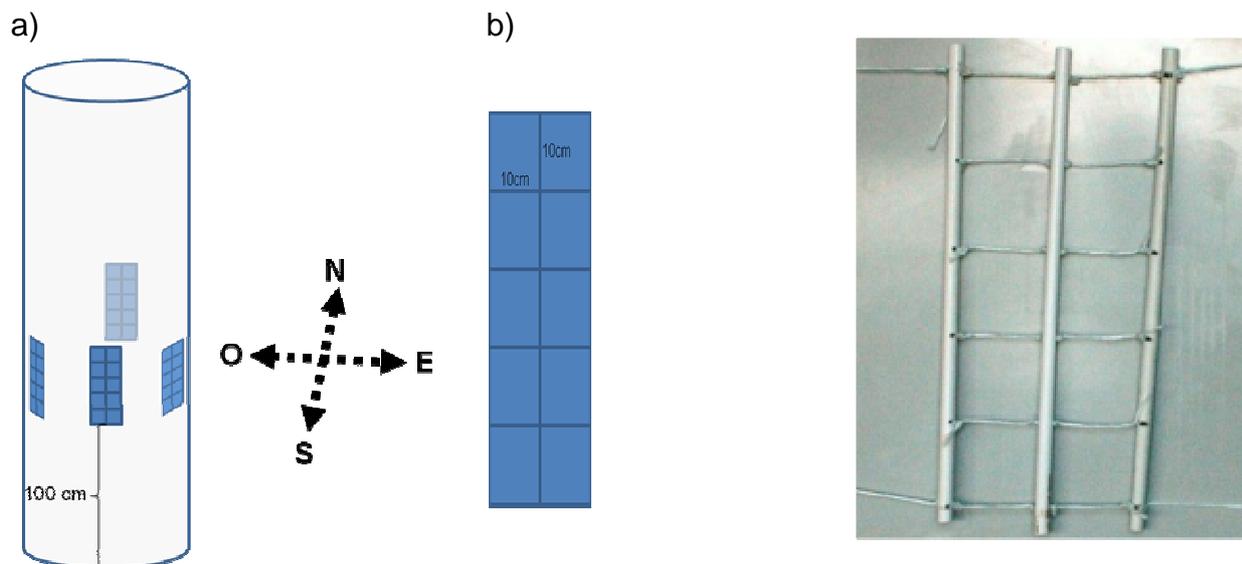
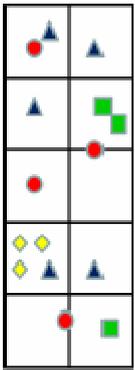
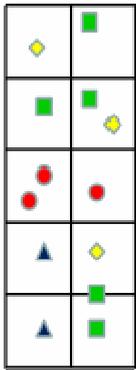
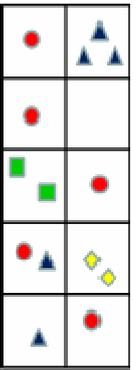
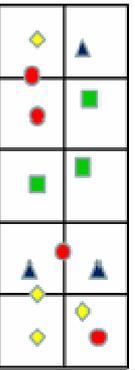


Figura 7.2. Diagramma schematico del posizionamento delle sub unità del reticolo di campionamento sul tronco del forofita (a) e ingrandimento di singola sub unità (b).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		50 / 75			PK221		

8 PROCEDURE PER IL CALCOLO DEGLI INDICI AMBIENTALI

Utilizzando il reticolo di campionamento, la frequenza delle diverse specie di licheni è stata determinata in accordo allo schema seguente:

	Subunità Noro	Subunità Est	Subunità Sud	Subunità Ovest
				
	Frequenza	Frequenza	Frequenza	Frequenza
Sp.1 	6	2	5	5
Sp.2 	2	5	1	3
Sp.3 	5	2	3	3
Sp.4 	1	3	1	4
Totale	14	12	10	15

Nel caso in cui un tallo fosse localizzato a cavallo tra due o più quadranti, sono stati considerati positivi tutti i quadranti interessati.

Per ciascun forofita si è calcolata l'Indice di Biodiversità Lichenica (IBLf) tramite sommatoria delle frequenze complessive rilevate in ogni punto cardinale (ad es. IBLf = 14+12+10+15).

L'indice di biodiversità lichenica (IBL) è stato calcolato per ogni UCP mediando il valore riscontrato per i diversi forofiti (ad es. supponendo che per una determinata UCP si siano campionati 3 alberi: $IBL = \frac{IBL1 + IBL2 + IBL3}{3}$)

In accordo alla letteratura disponibile, i dati ottenuti sono stati elaborati rispettando i seguenti "requisiti minimi" di qualità:

1. Una UCS è stata considerata elaborabile se almeno presente 1 forofita nelle condizioni di rilevabilità;
2. Per essere considerata elaborabile, in ogni UCP era inclusa almeno 1 UCS elaborabile. Se tra le UCS una sola era elaborabile, in questa erano presenti almeno 3 forofiti;
3. Per ciascuna UCP sono stati rilevati almeno 3 forofiti.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		51 / 75			PK221		

L'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL) è stato utilizzato per una valutazione della complessiva qualità dell'ambiente, facendo riferimento alla seguente scala di valori di riferimento, proposta da Frati et al. (2003):

Classi	Sottoclassi	IBL (colore)	IBL (valori)
1. Naturalità	1. Naturalità	Blu	>115
2. Semi-naturalità	2a. Naturalità media	Verde scuro	96-115
	2b. Naturalità bassa	Verde chiaro	81-95
3. Semi-alterazione	3a. Alterazione bassa	Giallo chiaro	61-80
	3b. Alterazione media	Giallo scuro	41-60
4. Alterazione	4a. Alterazione alta	Rosso chiaro	16-40
	4b. Alterazione molto alta	Rosso scuro	1-15
5. Deserto lichenico	5. Deserto lichenico	Grigio	0

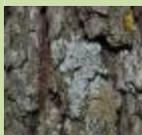
Tale scala di naturalità/alterazione ambientale è adatta alla regione sub mediterranea secca, di cui fa parte il territorio del presente studio di biomonitoraggio.

La restituzione cartografica dei dati di IBL è stata effettuata con approccio GIS, utilizzando il software ArcGis 10 e impiegando le mappe predefinite della regione Abruzzo. Con l'estensione di ArcGis Geostatistical Analyst si è proceduto alle elaborazioni bidimensionali usando IDW.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		52 / 75			PK221		

9 RISULTATI ED ELABORAZIONI DEL BIOMONITORAGGIO CON LICHENI EPIFITI

Complessivamente nelle 11 UCP sono state classificate 8 specie di licheni (Tabella 9.1).

Specie		pH	Luce	Aridità	Eutrofizzazione
<i>Physcia biziana</i> (A.Massal.) Zahlbr.		3	4-5	3-4	3-4
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th.Fr.		2-3-4	3-4-5	3-4	3-4
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H.Mayrhofer & Poelt		3-4-5	4-5	3-4	3-4-5
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M.Choisy		2-3-4	3-4-5	2-3-4-5	2-3-4
<i>Caloplaca cerina</i> (Hedw.) Th.Fr.		3-4	3-4-5	3-4	3-4
<i>Lecanora subfusca</i> (L.) Ach. aggr.		3	4-5	3-4	3
<i>Physconia distorta</i> (With.) J.R.Laundon		3-4	4-5	3-4	3-4

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		53 / 75			PK221		

**Candelariella
xanthostigma (Ach.)
Lettau**



2-3

3-4-5

3

2-3

Tabella 9.1. Le otto specie licheniche rilevate durante lo studio di biomonitoraggio. Si riportano gli indici ecologici, che indicano lo spettro di tolleranza ecologica di ciascuna specie al pH, alla esposizione solare, alla disponibilità idrica e all'eutrofizzazione (dati ricavati da ITALIC, <http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).

Si riporta, di seguito, il formalismo relativo alla interpretazione dei diversi livelli, o stati, di ciascun indice ecologico (ANPA, 2001):

- 1) Indice del pH del substrato (5 stati): 1 - Substrato molto acido (es: scorza di conifera non eutrofizzata), 2 - Substrato subacido (es: scorza di Quercus petraea), 3 – Substrato subneutro (es: scorza di Pioppo), 4 - Substrato leggermente basico (es. scorza di Sambuco), 5 - Substrato basico (es: scorza con forti depositi di polveri calcaree);
- 2) Indice di luce (5 stati): 1 - In situazioni fortemente ombrose (foreste sempreverdi chiuse, imboccature di caverne), 2 - In situazioni ombreggiate (siti esposti a Nord in fitte foreste decidue), 3 - In situazioni con luce diffusa ma scarsa irradiazione solare diretta (esposizione a nord in boschi aperti, su versanti non esposti a settentrione), 4 - In siti esposti all'irraggiamento solare diretto, ma non esposti a mezzogiorno salvo che a basse inclinazioni della superficie: ad es. superfici suborizzontali esposte al sole), 5 - In siti con alta irradiazione diretta (superfici fortemente inclinate esposte a Sud in zone aperte);
- 3) Indice di aridità (5 stati, inteso principalmente come indice di umidità): 1 - Igrofiti (in zone con frequenti nebbie), 2 - Abbastanza igrofiti, 3 - Mesofiti, 4 - Xerofiti (in situazioni secche, ma assenti da luoghi estremamente aridi), 5 - Molto xerofiti;
- 4) Eutrofizzazione (5 stati): 1 - Nessuna eutrofizzazione, 2 - Eutrofizzazione molto debole, 3 - Eutrofizzazione media, 4 - Eutrofizzazione relativamente alta, 5 – Eutrofizzazione molto alta.

Le specie più presenti sul territorio, oggetto di biomonitoraggio, sono risultate essere:

- *Xanthoria parietina* (presente in 34 rilievi su 40)
- *Physcia biziana* (presente in 30 rilievi su 40)

Queste due specie assieme costituiscono il 58,8% della flora lichenica presente nell'intera area oggetto di studio.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		54 / 75			PK221		

Altre due specie licheniche che assieme costituiscono il 26,1% della flora lichenica sono:

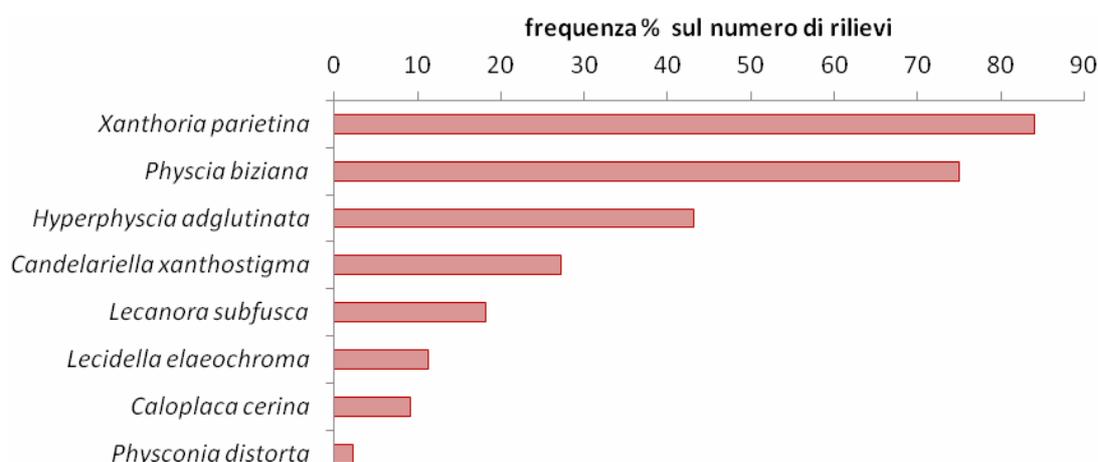
- *Hyperphyscia adglutinata* (17/40)
- *Candelariella xanthostigma* (11/40)

Le rimanenti 4 specie licheniche, a minore frequenza rispetto alle prime descritte, assieme costituiscono il 15,1% della flora lichenica individuata nei 44 rilievi effettuati. Queste sono:

- *Lecanora subfusca* (7/40)
- *Lecidella elaeochroma* (4/40)
- *Caloplaca cerina* (4/40)
- *Physconia distorta* (1/40)

Dalla frequenza di rilevamento delle diverse specie licheniche si può dedurre che la flora totale è costituita da specie piuttosto diffuse nell'area su cui è stata condotto il campionamento. Infatti l'insieme delle quattro specie predominanti costituisce l'84,9% del totale: la dominanza di un numero limitato di specie, diffuse sul territorio oggetto di biomonitoraggio, suggerisce condizioni ambientali ed ecologiche piuttosto uniformi.

I grafici seguenti (**Figura 9.1** **Figura 9.2**) indicano la frequenza di comparsa delle singole specie sul numero complessivo dei rilievi e il totale della flora presente.



Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		55 / 75			PK221		

Figura 9.1. Frequenza di comparsa delle singole specie sul numero totale di rilievi effettuati.

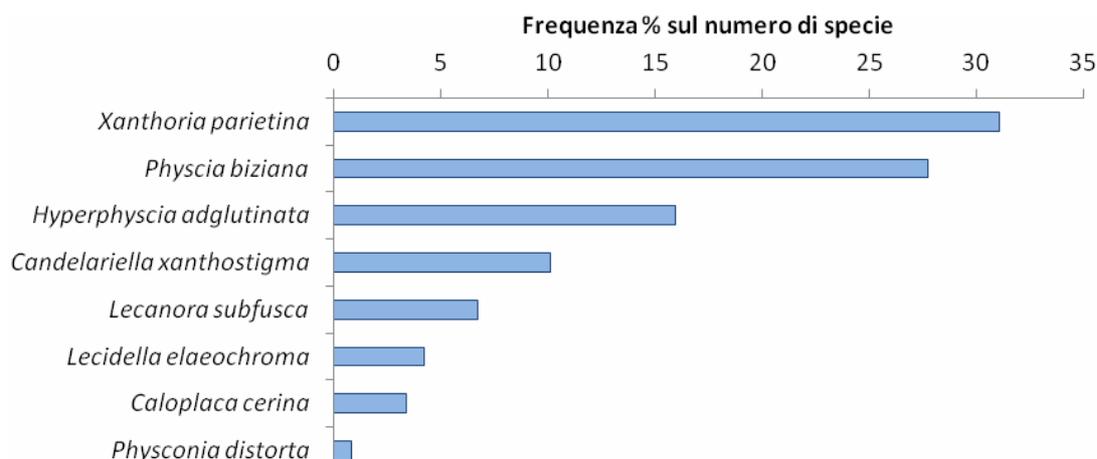


Figura 9.2. Frequenza di comparsa delle singole specie sul totale della flora rilevata.

Le diverse forme di crescita dei licheni sono caratteristiche importanti da tenere in considerazione nell'analisi ambientale, in quanto la struttura del tallo (foglioso o crostoso) e la forma delle foglie (con lobi larghi o stretti), determinano la superficie di scambio con l'atmosfera e quindi la capacità dei licheni di svilupparsi in una determinata area.

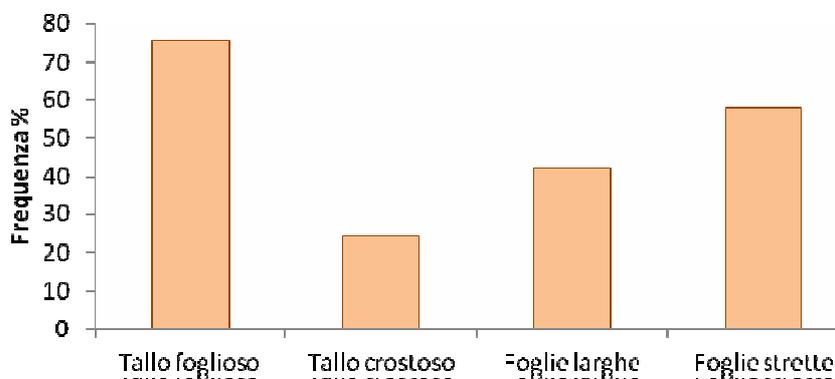


Figura 9.3. Incidenza percentuale delle diverse forme di crescita dei licheni nell'area soggetta a biomonitoraggio.

A pari condizioni di qualità atmosferica, i licheni a tallo foglioso sono generalmente più suscettibili di quelli a tallo crostoso, in quanto posseggono una maggior superficie per

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		56 / 75			PK221		

l'assimilazione e deposizione degli agenti inquinati. Osservando questi dati si può senz'altro affermare che le specie più diffuse nell'area siano a tallo foglioso, quindi il rapporto tallo crostoso/foglioso non sembrerebbe essere influenzato dalle condizioni ecologiche dell'area esaminata (**Figura 9.3**).

All'interno della categoria dei licheni fogliosi si nota però una discreta predominanza dei licheni a foglia stretta. Questa potrebbe essere determinata da una pressione ecologica come la presenza nell'atmosfera di inquinanti a basso impatto ambientale.

L'analisi della frequenza delle diverse specie licheniche nelle 11 stazioni di campionamento (UCP) è riportata nella **Tabella 9.2**. Due specie (*Physcia biziana* e *Xanthoria parietina*) sono state rilevate in tutte le stazioni, mentre all'opposto *Physconia distorta* e *Candelariella xanthostigma* sono state entrambe rilevate in una sola UCP

Tabella 9.2. Frequenza media delle diverse specie di licheni nelle 11 stazioni di rilevamento (UCP).

Specie/UCP	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
<i>P. biziana</i>	6.5	6.5	5.6	1.9	8.1	8.6	4.8	9.2	6.8	2.7	2.8
<i>X. parietina</i>	2.8	5.2	2.7	7.8	3.2	3.2	4.0	3.3	1.5	0.7	6.0
<i>H. adglutinata</i>	5.4	6.6	0.8	--	7.3	--	0.1	5.3	2.7	4.4	--
<i>L. elaeochroma</i>	--	--	1.3	0.1	--	6.9	3.1	6.1	2.0	--	--
<i>C. cerina</i>	--	--	6.9	--	0.9	1.1	2.3	1.4	1.9	--	--
<i>L. subfusca</i>	--	--	--	--	--	--	--	3.8	--	1.3	--
<i>P. distorta</i>	1.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>C. xanthostigma</i>	--	1.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--

In accordo alla procedura proposta da ANPA (2001), i dati di frequenza specifica (**Tabella 9.2**) sono stati processati unitamente agli indici di tolleranza ecologica di ciascuna specie al pH, alla esposizione solare, alla disponibilità idrica e all'eutrofizzazione (**Tabella 9.1**) al fine di caratterizzare ecologicamente le diverse stazioni di rilevamento (UCP).

Complessivamente le 11 stazioni di rilievo appaiono fortemente omogenee per caratteristiche ecologiche (**Tabella 9.3**). Il substrato, con valori compresi tra 3.0 e 3.7, è classificabile come subneutro, con un'esposizione diretta all'irraggiamento solare (parametro relativo compreso tra 4.1 e 4.4), con condizioni igrometriche di tipo mesofita

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		57 / 75			PK221		

(per tutte le stazioni il valore è risultato pari a 3.5) e con un livello di eutrofizzazione medio (parametro relativo compreso tra 3.3 e 3.8).

Un'evidente anomalia è rappresentata dalla tipologia di substrato, che ricavato dal grado di adattamento delle specie licheniche presenti, risulta subneutro in tutte le stazioni (**Tabella 9.3**). Considerando che il biomonitoraggio è stato condotto selezionando esclusivamente forofiti a scorza subacida, appartenenti al genere *Quercus* (95% dei forofiti appartenenti alla specie *Quercus pubescens* e il restante 5% appartenenti alla specie *Quercus cerris*), la presenza di specie di licheni non particolarmente adatte a substrati subacidi (*Physcia biziana*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Caloplaca cerina*, *Lecanora subfusca*, *Physconia distorta*) suggerisce l'intervento di uno o più fattori antropici (attività agricole, attività estrattive, inquinamento dell'aria) che hanno indotto un'alterazione del pH del substrato, premettendo la colonizzazione da parte di queste specie.

Tabella 9.3. Indici ecologici ricavati per le 11 stazioni di rilevamento (UCP), sulla base della frequenza media delle specie licheniche rilevate. Per l'interpretazione dei valori si rimanda alla descrizione degli indici ecologici a pagina 15.

Parametro/UCP	pH	Luce	Aridità	Eutrofizzazione
A	3.5	4.4	3.5	3.7
B	3.4	4.3	3.5	3.7
C	3.3	4.1	3.5	3.5
D	3.0	4.1	3.5	3.5
E	3.6	4.4	3.5	3.7
F	3.0	4.2	3.5	3.3
G	3.1	4.1	3.5	3.4
H	3.3	4.3	3.5	3.5
I	3.3	4.3	3.5	3.5
L	3.7	4.4	3.5	3.8
M	3.0	4.1	3.5	3.5
Media	3.3	4.2	3.5	3.5

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		58 / 75			PK221		

Il livello medio di eutrofizzazione, riscontrato per tutte le stazioni, suffraga l'ipotesi che la complessiva area di studio abbia subito, o stia subendo, effetti legati ad attività antropiche di varia natura. Considerando la complessiva vocazione agricola del territorio sottoposto a biomonitoraggio, la minima presenza di attività industriali e il ridotto volume di traffico veicolare, è ipotizzabile che gli effetti antropici siano prevalentemente ascrivibili alle intensive pratiche agricole dell'area.

A conferma di questo, in accordo alla letteratura fitosociologica, i gruppi di rilievi effettuati sono attribuibili a solo due delle sei unità vegetazionali prevalenti, nel nostro paese, per i licheni (ANPA, 2001) ovvero Xanthorion e Lecanorion.

Xanthorion (tra le cui principali specie indicatrici sono incluse 6 delle 8 specie identificate nel presente studio di biomonitoraggio ovvero *Physcia biziana*, *Xanthoria parietina*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Caloplaca cerina*, *Physconia distorta*, *Candelariella xanthostigma*) è data da comunità relativamente eliofile, xerofile, neutro-basifile e nitrofile, comuni particolarmente in ambienti antropizzati ed al lato sud di alberi isolati. Nelle aree in cui l'umidità atmosferica è fattore limitante, alcune di queste specie penetrano anche in ambienti antropizzati, e si rivelano resistenti all'inquinamento atmosferico. Esistono diverse associazioni di Xanthorion, essenzialmente distinte dalla maggiore o minore nitrofilia.

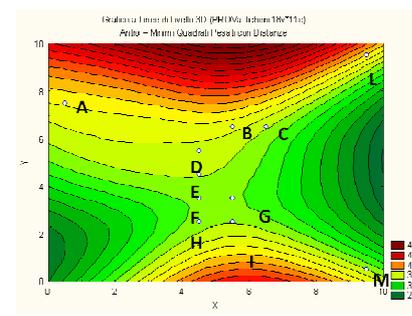
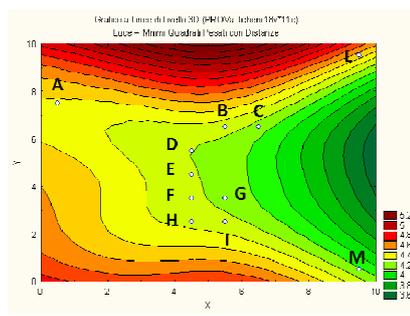
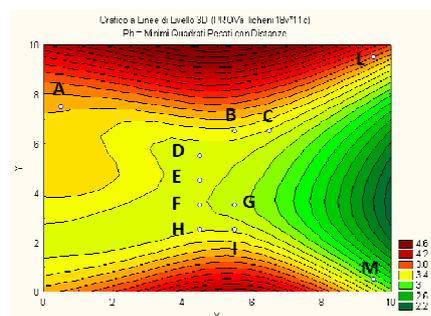
Lecanorion (tra le cui principali specie indicatrici sono incluse le rimanenti 2 specie identificate nel presente studio di biomonitoraggio ovvero *Lecanora subfusca* e *Lecidella elaeochroma*) è data da una comunità di licheni crostosi pionieri su scorza liscia, generalmente presenti su alberi isolati; e spesso precedono o si mescolano a specie di Xanthorion. Sono relativamente frequenti in ambienti antropizzati.

Merita sottolineare che le quattro specie (*Xanthoria parietina*, *Physcia biziana*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Candelariella xanthostigma*) dominanti nell'area di monitoraggio (frequenza complessiva pari a 85.9%) sono considerate specie indicatrici dell'unità vegetazionale Xanthorion, ovvero specie adattate ad ambienti con livelli medio/alti di antropizzazione.

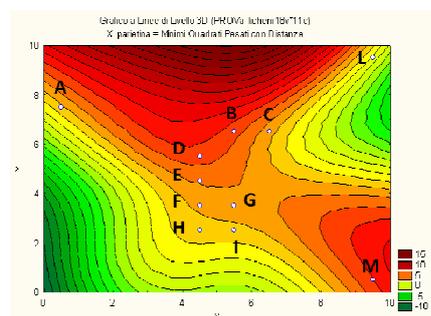
Comparando la distribuzione dei tre principali indici ecologici (pH, luce ed eutrofizzazione) nella area oggetto di biomonitoraggio (**Figura 9.4 a-c**), con la distribuzione di frequenza delle 4 specie licheniche dominanti (**Figura 9.4 d-g**) è possibile trarre le seguenti conclusioni:

Settore	CREMA (CR)	Revisioni				
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0				
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°				
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08				
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°	
		59 / 75			PK221	

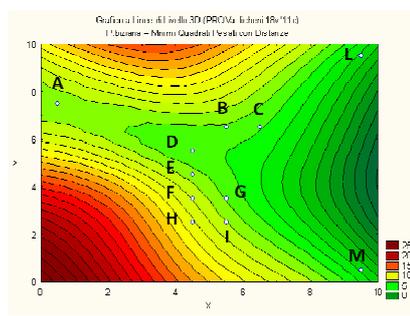
- a) Indice ecologico pH b) Indice ecologico Luce c) Indice ecologico Eutrof.



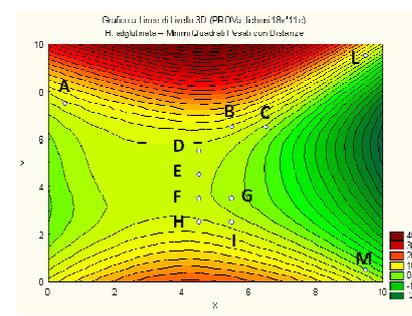
- d) *Xanthoria parietina*



- e) *Physcia biziana*



- f) *Hyperphyscia adglutinata*



- g) *C. xanthostigma*

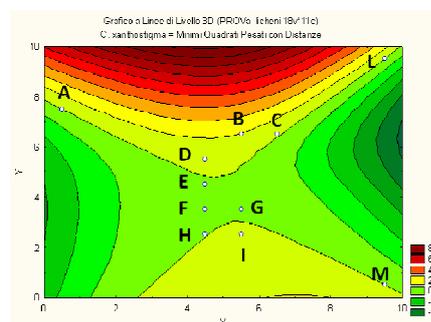


Figura 9.4. Distribuzione dei parametri ecologici pH (a), luce (b) ed eutrofizzazione (c) nell'area sottoposta a biomonitoraggio e relativa frequenza delle 4 specie licheniche dominanti: *Xanthoria parietina* (d), *Physcia biziana* (e), *Hyperphyscia adglutinata* (f), *Candelariella xanthostigma* (g).

- La distribuzione di *Physcia biziana* appare fortemente sovrapponibile alla distribuzione del indice ecologico luce (**Figura 9.4 b, e**): questa specie di lichene

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		60 / 75			PK221		

risulta fortemente eliofila, trovando una maggiore penetrazione negli ambienti con valori più elevati per questo parametro;

- Si evidenzia come i fenomeni di eutrofizzazione tipici di aree ad agricoltura intensiva favoriscano la crescita di *Hyperphyscia adaglutinata* e *Candelariella xanthostigma*: la loro distribuzione appare infatti sovrapponibile alla distribuzione del parametro ecologico eutrofizzazione (**Figura 9.4 c, f, g**);
- Per *Xanthoria parietina* la distribuzione non risulta correlabile con nessuno dei parametri ecologici considerati.

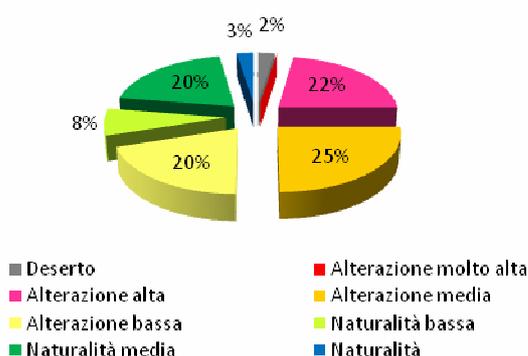
Per quanto riguarda l'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL), nella **Tabella 9.4** vengono riportati i livelli di Naturalità/Alterazione osservati per i 40 forofiti e per le 11 stazioni di campionamento, mentre la relativa distribuzione percentuale è presentata in forma grafica nella **Figura 9.5**.

Numero forofiti	di	Numero di UCP	Classi di Naturalità/Alterazione	IBL (colore)	IBL (valori)
1	--		1. Naturalità	Blu	>115
8	1		2a. Naturalità media	Verde scuro	96-115
3	1		2b. Naturalità bassa	Verde chiaro	81-95
8	3		3a. Alterazione bassa	Giallo chiaro	61-80
10	4		3b. Alterazione media	Giallo scuro	41-60
9	2		4a. Alterazione alta	Rosso chiaro	16-40
--	--		4b. Alterazione molto alta	Rosso scuro	1-15
1	--		5. Deserto lichenico	Grigio	0

Tabella 9.4. Livelli di Naturalità/Alterazione dei 40 forofiti e delle 11 stazioni di campionamento (UCP). Scala di riferimento dell'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL) in accordo a Frati et al. (2003).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		61 / 75			PK221		

a)



b)

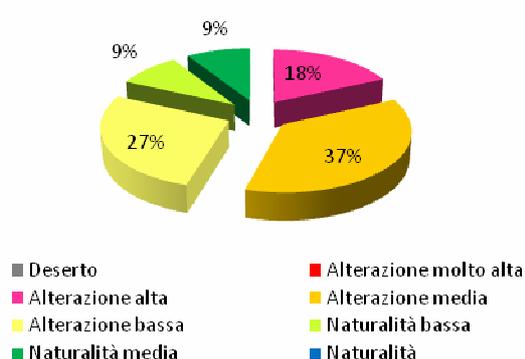


Figura 9.5. Distribuzione percentuale delle classi di Naturalità/Alterazione per forofita (a) e per stazione di campionamento (b).

Complessivamente, il 69% dei forofiti analizzati è risultato caratterizzato da una biodiversità lichenica corrispondente ad una condizione di alterazione, mentre solo il rimanente 31% presentava condizioni riconducibili alla naturalità (**Figura 9.5a**). Facendo riferimento ai valori medi di IBL nelle 11 UCP, l'82% delle stazioni di campionamento possono essere considerate in uno stato di alterazione, mentre solo il rimanente 18% ha manifestato condizioni riconducibili alla naturalità (**Figura 9.5a**).

Il valore medio (\pm deviazione standard) dell'IBL per l'intera area soggetta a biomonitoraggio (calcolato sulla base dei valori osservati nelle 11 stazioni di rilevamento) è risultato pari a 65 ± 28 , corrispondente ad un giudizio di qualità ambientale di "bassa alterazione". Tale valutazione è in perfetto accordo con quanto riportato in un recente studio di biomonitoraggio lichenico condotto nel bacino idrografico del Trigno-Sinello (riferimento: Figura 1.14, pag.34- Consorzio Mario Negri Sud, 2011).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni				
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0				
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°				
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08				
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°	
		62 / 75			PK221	

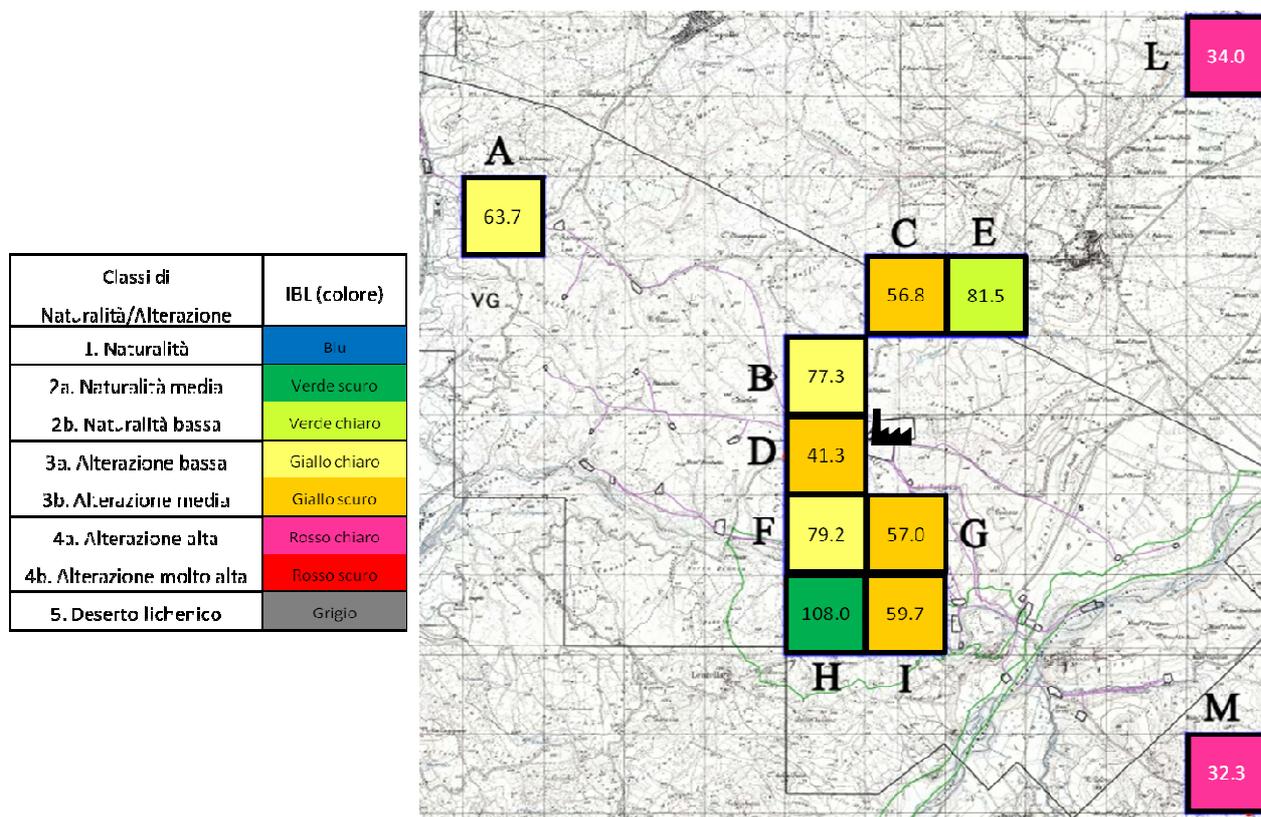


Figura 9.6. Valori medi di IBL osservati nelle 11 stazioni di monitoraggio e relativo giudizio per classe di Naturalità/Alterazione. Il simbolo industriale indica la posizione della centrale di stoccaggio "Fiume Treste".

Ad eccezione delle stazioni L e M, che hanno manifestato uno stato di alterazione alta, tutte le altre stazioni presentano livelli accettabili di biodiversità lichenica (compresi tra una media naturalità e una alterazione media), compatibili con l'elevato livello di disturbo ed eutrofizzazione, principalmente causato dalle intense attività agricole, in particolare in corrispondenza delle aree limitrofe alla centrale di stoccaggio "Fiume Treste".

Tramite metodologie di interpolazione spaziale, è stata ricavata una stima del valore di IBL anche per i punti limitrofi a quelli campionati, al fine di ottenere una mappa di distribuzione dell'indice su tutto il territorio, oggetto di biomonitoraggio. Attraverso tale approccio è stato possibile fornire delle stime sul valore assunto dall'indice anche in punti in cui la misurazione non è stata effettuata, in base ai valori osservati nei punti vicini. Questa metodologia di interpolazione spaziale è basata sul presupposto dell'autocorrelazione della grandezza, ovvero che la grandezza vari nello spazio con continuità. Pertanto, il valore incognito in un punto viene derivato calcolando la media pesata tra due valori noti. Con tale approccio è possibile avere un quadro generale

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		63 / 75			PK221		

della distribuzione dell'IBL, fotografando il livello attuale di naturalità/alterazione dell'intero territorio analizzato. L'accuratezza dell'interpolazione è funzione del numero di valori noti disponibili e della copertura spaziale di questi ultimi. Pertanto la mappa spaziale, ricavata interpolando gli 11 valori medi di IBL osservati nelle UCP (**Figura 9.7**), seppure congruente con la mappa ottenuta interpolando i 40 valori di IBL calcolati per i singoli forofiti (**Figura 9.8**), risulta evidentemente meno precisa. Pertanto, le successive considerazioni sullo stato ambientale dell'area saranno incentrate sulla mappa di distribuzione dell'IBL ricavata dai valori dell'indice per singolo forofita (**Figura 9.8**).

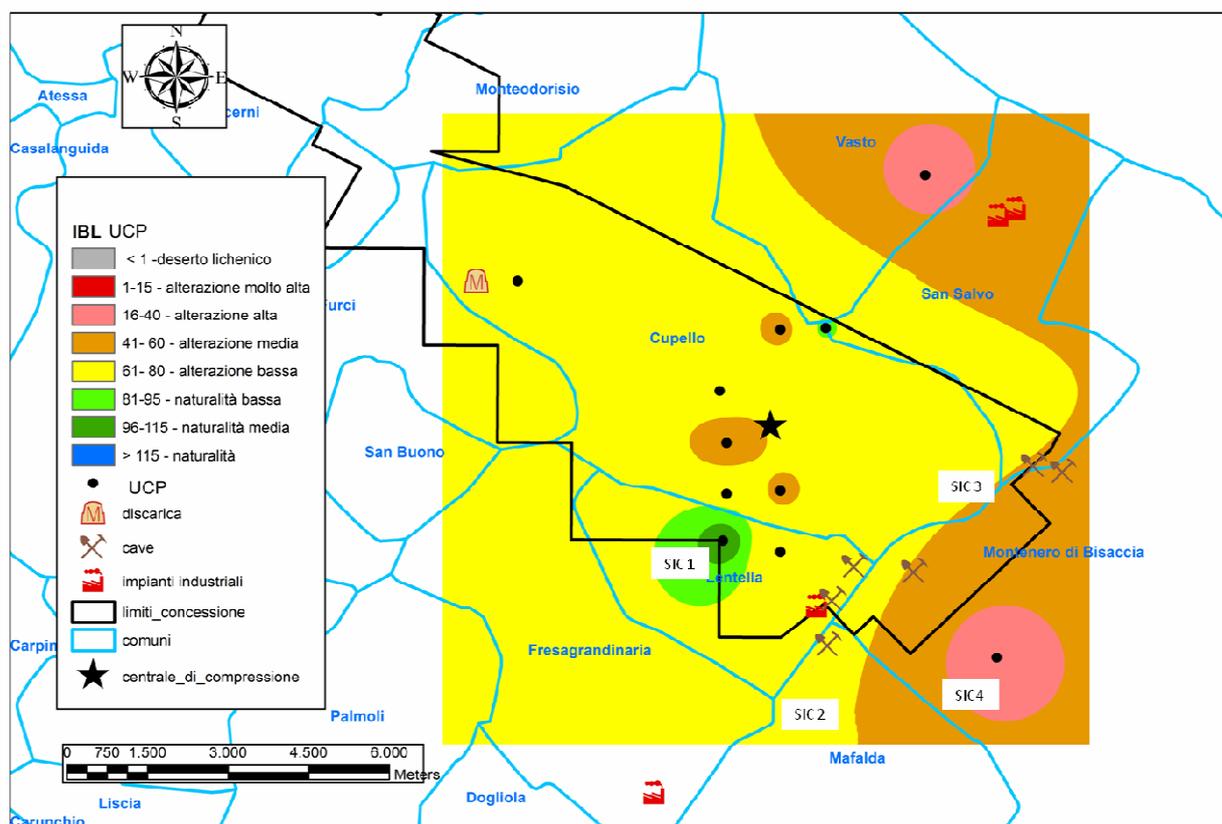


Figura 9.7. Carta di Naturalità/Alterazione dell'area biomonitorato derivata per interpolazione dei valori medi di IBL delle undici stazioni di rilevamento (UCP).

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		64 / 75			PK221		

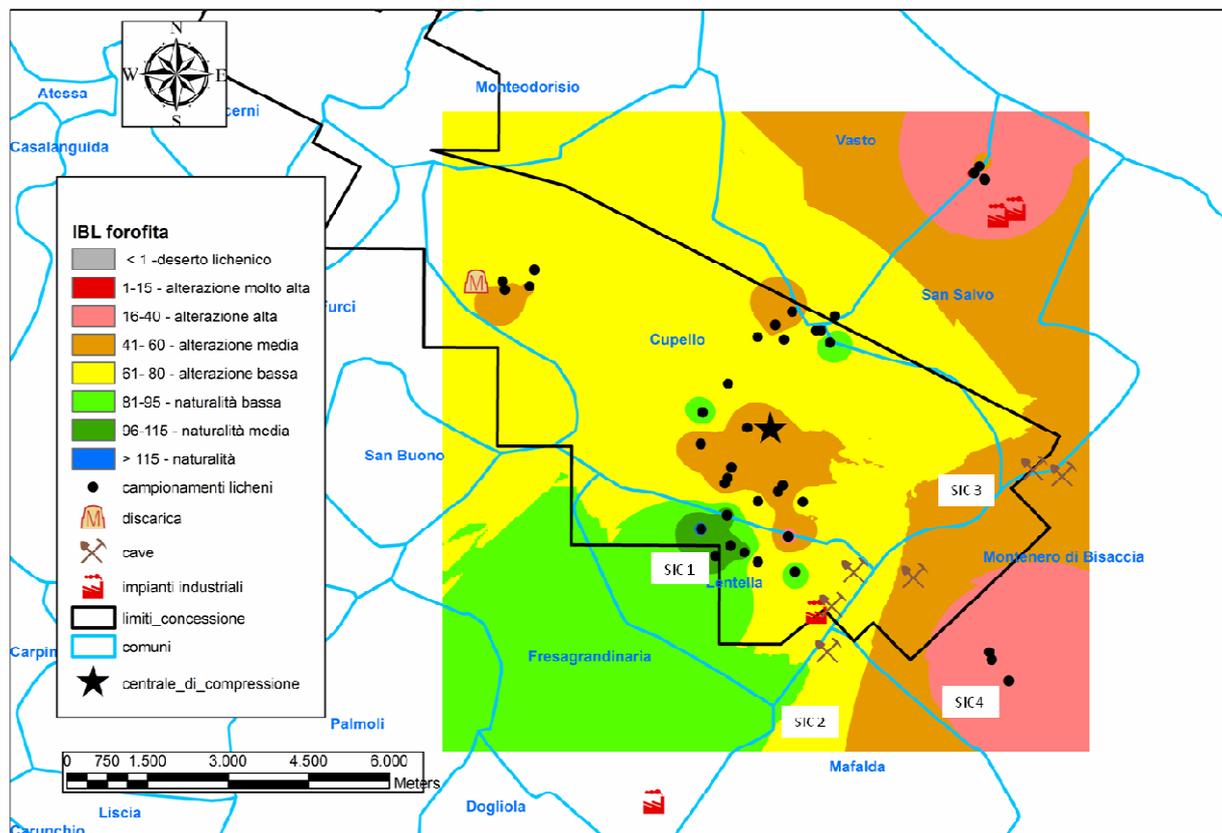


Figura 9.8. Carta di Naturalità/Alterazione dell'area biomonitorato derivata per interpolazione dei valori di IBL osservati per i 40 forofiti.

I dati mappati di biodiversità lichenica vengono posti a confronto con la distribuzioni delle concentrazioni medie di tre contaminanti (NO_x, isoprene, O₃), rilevate nella campagna di monitoraggio della qualità dell'aria condotta nel periodo giugno-settembre 2012 (**Figure 9.9, 9.10, 9.11**). Si tratta di tre contaminanti che, direttamente e/o indirettamente, impongono alle specie licheniche condizioni di stress fisiologico, in grado, nel lungo periodo, di indurre alterazioni della loro distribuzione ecologica. Si deve tenere presente che il monitoraggio con licheni epifiti fotografa una condizione ecologica stabilizzatasi in un ampio lasso temporale, mentre il monitoraggio diretto della qualità dell'aria fornisce una fotografia istantanea, a rigor di logica valida solo per il periodo temporale preso in esame. A fronte di questa evidente limitazione, il confronto tra biodiversità lichenica e qualità dell'aria, seppure rilevata in un lasso temporale limitato, offre la possibilità di trarre alcune ipotesi (che come tali debbono essere intese) in merito al complessivo "stato di salute" dell'ambiente considerato.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		65 / 75			PK221		

Dalla carta di Naturalità/Alterazione dell'area biomonitorata (**Figura 9.8**) emergono due evidenti criticità.

La prima criticità è data dall'area localizzata in corrispondenza della zona industriale di San Salvo, con un indice di qualità ambientale corrispondente ad uno stato di alterazione alta. Merita sottolineare che l'unico forofita, del complessivo studio di biomonitoraggio, in condizione di "deserto lichenico" (completa assenza di licheni epifiti,) è stato osservato nella stazione di monitoraggio (UCP L) adiacente alla zona industriale di San Salvo. Tale zona industriale dista, in linea d'aria, circa 6,0 km dalla centrale di compressione "Fiume Treste" e circa 3.5 km dai confini più prossimi della relativa concessione di stoccaggio. La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, condotta nel periodo giugno-settembre 2012, ha evidenziato in corrispondenza di questa area industriale i valori medi più elevati di NOx (**Figura 9.9**). E' presumibile che l'esposizione ripetuta negli anni ad elevate concentrazioni di NOx sia la causa principale della ridotta biodiversità lichenica. Gli NOx infatti oltre ad essere un fattore diretto di stress per i licheni epifiti (Piccotto, 2008), in seguito alla loro ricaduta nell'acqua piovana (sotto forma di nitrati), inducono anche effetti di eutrofizzazione dei substrati, che indirettamente inibiscono o limitano la biodiversità lichenica.

La seconda criticità è osservabile nell'area localizzata in prossimità del Sito di Interesse Comunitario (SIC) "Colle Gessaro" IT 7222212 (identificabile in **Figura 9.8** con la dicitura SIC4). Anche quest' area, distante in linea d'aria circa 6,1 km dalla centrale di compressione "Fiume Treste" e circa 1,0 km dai confini più prossimi della relativa concessione di stoccaggio, presenta un indice di qualità ambientale corrispondente ad uno stato di alterazione alta. I valori medi di NOx e ozono, osservati in quest'area nel periodo giugno-settembre 2012, risultano bassi e non correlabili con lo stato osservato di biodiversità lichenica. Tuttavia, i licheni epifiti risultano sensibili anche ad altri inquinanti ambientali, quali polveri, in particolar modo di origine calcarea, generate da attività di cavazione (Del Guasta, 1994). L'area in questione si trova in posizione sud e sud-est rispetto a diverse cave, localizzate lungo il corso del fiume Trigno. Quattro di queste cave sono incluse nel SIC IT7140127 "Fiume Trigno (medio e basso corso)" (identificabile in **Figura 9.8** con la dicitura SIC3), mentre altre due cave e un impianto per il trattamento del materiale cavato sono localizzate in prossimità del SIC IT7228226 "Macchia Nera-Colle Serracina (alto corso Fiume Trigno)" (identificabile in **Figura 9.8** con la dicitura SIC2). Da una visita sul campo è stato possibile riscontrare un evidente stato di degrado dell'alveo del fiume Trigno, nella zone di interesse, causata dalle attività estrattive. La flora ripariale, data da arbusti, carpini e pioppi, presentava evidenti stati di sofferenza a livello fogliare, causati con tutta probabilità dalla ricadute di polveri calcaree. Le concentrazioni medie di isoprene, composto organico volatile di origine biogenica (COVB), osservate nell'area prossima al SIC "Colle Gessaro" sono risultate, unitamente ai valori medi registrati nella zona industriale di San Salvo, i più bassi

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		66 / 75			PK221		

riscontrati nell'intero territorio sottoposto a monitoraggio (**Figura 9.11**): tale evidenza conferma un non ottimale stato fisiologico della flora ad alto fusto della zona. Considerando che la direzione prevalente del vento nell'area è da O-ONO, lo stato di alterazione della flora lichenica, osservato nella stazione di monitoraggio M, è con buona approssimazione da ascrivere agli effetti del trasporto di polveri delle limitrofe cave in attività.

Complessivamente il territorio incluso nella concessione di stoccaggio "Fiume Treste" (delimitato dalla linea continua nera in **Figura 9.8**) presenta un indice di qualità ambientale così ripartito: 70% della superficie in stato di alterazione bassa, 20% della superficie in stato di alterazione media e il rimanente 10% in stato di media-bassa naturalità. Come già accennato in precedenza, i valori di qualità ambientale appaiono pienamente compatibili con l'elevato livello di disturbo ed eutrofizzazione, principalmente causato dall'agricoltura, di tipo prettamente intensiva, praticata in gran parte del territorio considerato. Da prendere poi in debita considerazione la discarica comunale, presente in posizione Nord-Ovest nel territorio considerato della concessione. In prossimità di tale discarica sono stati registrati i valori medi di concentrazione di ozono più elevati per l'intera area soggetta a monitoraggio (**Figura 9.10**). Considerando l'elevato potenziale di trasporto dell'ozono ad opera dei venti e la direzione del vento in prevalenza da O-ONO, appare plausibile che il trasporto di tale inquinante verso la centrale di compressione possa avere un ruolo nella relativa riduzione della biodiversità lichenica osservata in prossimità di tale struttura.

I valori più elevati di IBL sono stati osservati nell'area del SIC IT7140126 "Gessi di Lentella" (identificabile in **Figura 9.8** con la dicitura SIC1), caratterizzato da uno stato di qualità ambientale riconducibile ad una media-bassa naturalità. Il SIC è per gran parte della sua estensione (436 ha) localizzato all'interno dei confini della concessione "Fiume Treste", ad una distanza, in linea d'aria, di circa 2,8 km dalla relativa centrale di compressione. Nonostante la quasi trentennale attività di compressione e stoccaggio del metano, non appare evidente alcun sintomo di scadimento della qualità ambientale nel SIC "Gessi di Lentella", che viceversa risulta l'area in condizione di maggiore naturalità dell'intero comprensorio sottoposto all'azione di biomonitoraggio.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		67 / 75			PK221		

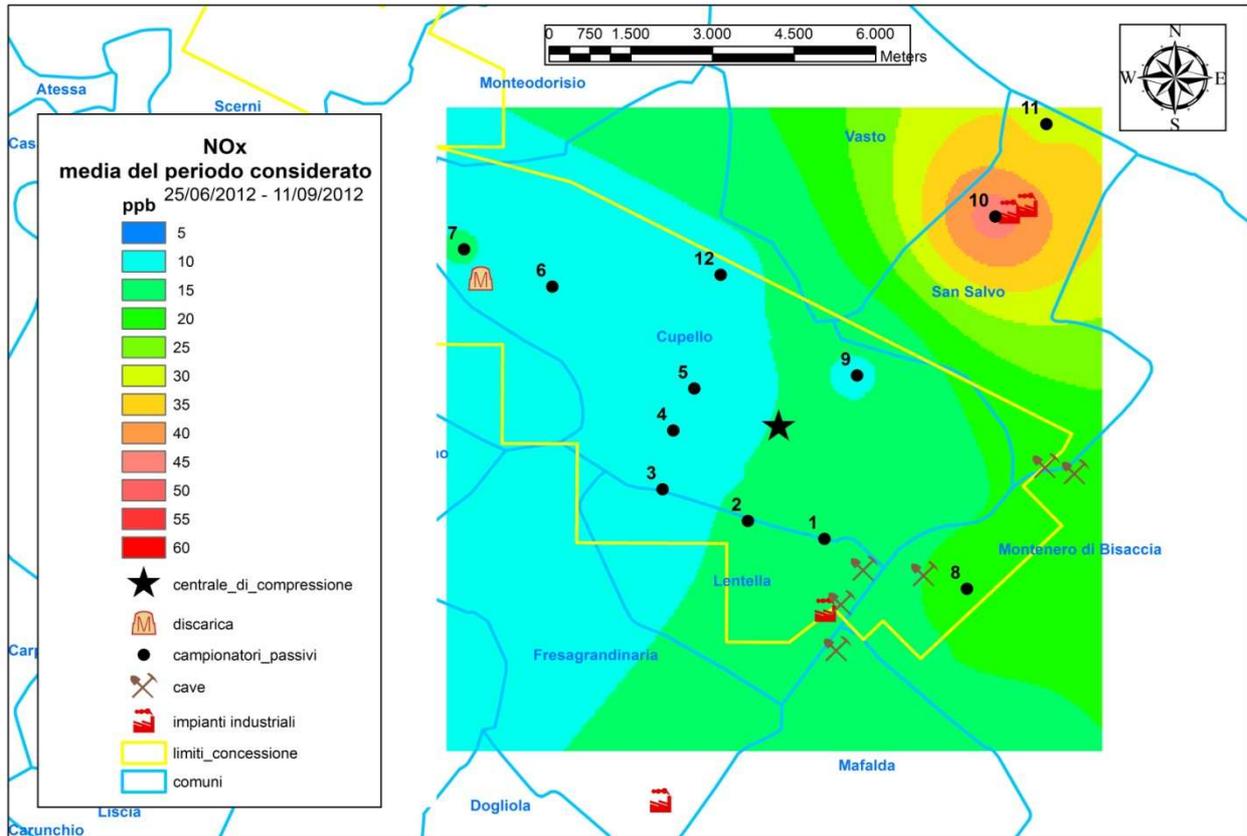


Figure 9.9. Concentrazioni medie di NOx, espresse in ppb, rilevate nel periodo giugno-settembre 2012.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		68 / 75			PK221		

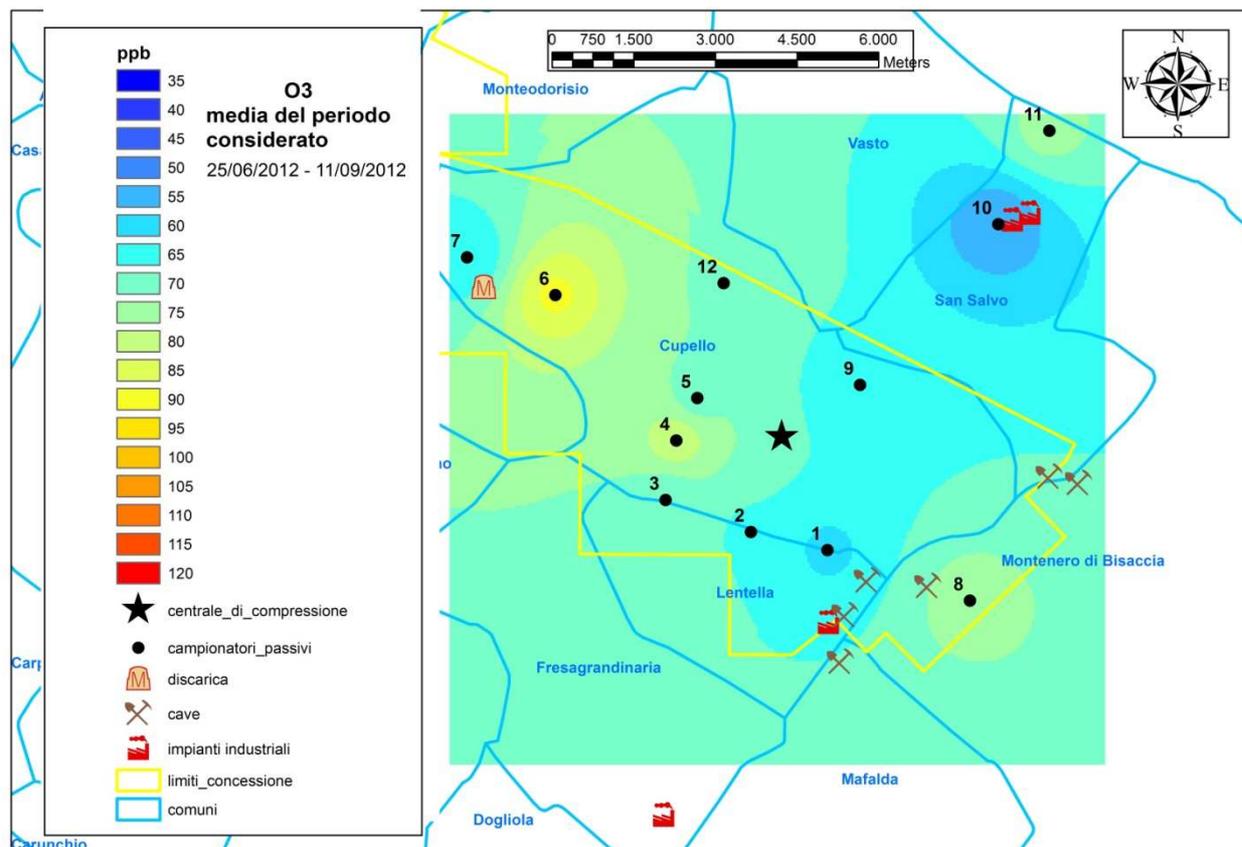


Figure 9.10. Concentrazioni medie di O₃, espresse in ppb, rilevate nel periodo giugno-settembre 2012.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		69 / 75			PK221		

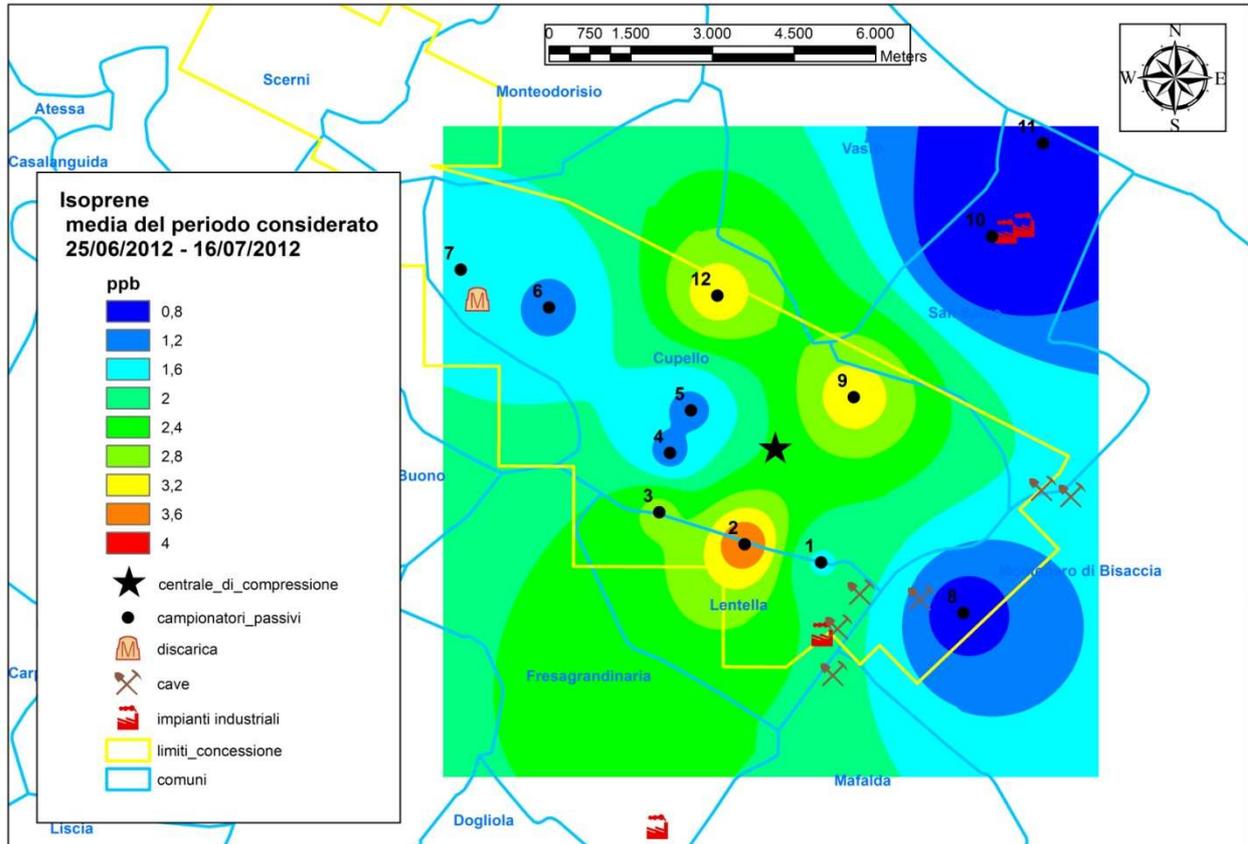


Figure 9.11. Concentrazioni medie di isoprene, espresse in ppb, rilevate nel periodo giugno-settembre 2012.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		70 / 75			PK221		

10 CONCLUSIONI

Dai risultati dell'indagine meteo-climatica e dalle analisi chimiche eseguite nell'area in relazione alle concentrazioni dei componenti dell'atmosfera si possono trarre le seguenti considerazioni conclusive:

- Il clima è mediterraneo sub-umido con presenza di aridità che interessa i mesi estivi.
- Le temperature medie dei massimi nel corso del periodo dei rilievi non ha mai superato i 35°C, mentre la media generale dei valori medi è stato di 26°C.
- Nel periodo monitorato, il vento ha una direzione prevalente da NO-O con una velocità sempre inferiore a 10 km/h.
- I risultati delle concentrazioni in aria hanno dimostrato per tutti i composti, O₃, NO_x e VOC, valori inferiori ai limiti della normativa di legge, per tutto il periodo considerato.
- I valori di concentrazione di O₃ sono i più alti quando gli NO_x sono i più bassi, a conferma che gli ossidi di azoto sono precursori dell'ozono.
- In particolare nella zona industriale di San Salvo i valori di NO_x sono risultati essere più alti che nelle altre aree.
- Le concentrazioni dei VOC (benzene e toluene) e dei precursori di ozono (NO_x) sono inferiori a 5 µg/m³. Per quel che riguarda gli NO_x fanno eccezione i campionatori 10 e 11 in prossimità della zona industriale di San Salvo, dove si hanno valori intorno a 40 µg/m³.
- I valori di ozono più alti (~110 µm/m³) sono stati rilevati dai campionatori 6 e 4, rispettivamente posizionati vicino alla discarica comunale (6) e sottovento rispetto alla discarica stessa, a causa del vento prevalente da NO-O (4).
- Per quanto riguarda l'isoprene i valori più bassi (0.3-0.4 µm/m³) sono in corrispondenza della zona industriale San Salvo. I valori più elevati (3.7-4.8 µg/m³) sono rilevati nelle zone più vegetate.
- Diverse evidenze sperimentali (presenza dominante di specie licheniche adattate ad ambienti antropizzati, substrati con livelli di eutrofizzazione medi, elevata omogeneità ecologica delle stazioni di campionamento) suggeriscono che il territorio sottoposto a biomonitoraggio abbia subito o stia subendo, effetti legati ad attività antropiche di varia natura, con particolare riferimento all'agricoltura intensiva praticata in gran parte del territorio analizzato;

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		71 / 75			PK221		

- Il valore medio dell'Indice di Biodiversità Lichenica, per l'intera area soggetta a biomonitoraggio corrisponde ad un giudizio di qualità ambientale di "bassa alterazione": tale valutazione è in perfetto accordo con un analogo studio condotto in aree limitrofe,
- Non appare nessun evidente coinvolgimento diretto o indiretto della stazione di stoccaggio "Fiume Treste" nell'osservata bassa qualità ambientale della zona industriale di San Salvo e dell'aree prossime al SIC "Colle Gessarò";
- Complessivamente il territorio incluso nella concessione di stoccaggio "Fiume Treste" presenta un indice di qualità ambientale classificabile come uno stato di bassa alterazione;
- Le analisi chimiche e il biomonitoraggio lichenico suggeriscono che la discarica comunale, in posizione Nord-Ovest nel territorio considerato della concessione "Fiume Treste", abbia un ruolo nell'influenzare la qualità ambientale delle aree limitrofe;
- I valori più elevati di biodiversità lichenica sono stati osservati nel SIC "Gessi di Lentella" che per gran parte della sua estensione (436 ha) è localizzato all'interno dei confini della concessione "Fiume Treste", ad una distanza, in linea d'aria, di circa 2,8 km dalla relativa centrale di compressione.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		72 / 75			PK221		

Riferimenti normativi e bibliografici

- DLgs 04/08/1999, n. 351, Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria.
- DLgs 21/5/2004, n. 183, Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.
- DLgs 13/08/2010, n. 155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria e per un'aria più pulita in Europa
- Decreto 2 aprile 2002, n. 60. Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio. Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 87, del 13 aprile 2002.
- ANPA, 2001 – IBL Indice di Biodiversità Lichenica. Manuale ANPA, Manuali e Linee Guida, 2/2001, Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi, Roma 85 pp.
- Frati, L., Brunialti, G., Castello, M., 2003. Interpretazione dei dati di Biodiversità Lichenica nella fascia bioclimatica adriatica. Workshop "Strumenti tecnici e biologici per il monitoraggio ambientale – Licheni come biosensori". Torino, 3-4 aprile 2003.
- Picotto, M., 2008. Effetti degli NOx sulla fisiologia dei licheni foliosi epifiti. Tesi di Dottorato in Metodologie di biomonitoraggio dell'Alterazione Ambientale. Università degli Studi di Trieste, XXI ciclo., anno accademico 2007/2008.
- Del Guasta, M., 1994. Modifica della vegetazione dei licheni epifiti indotta da polveri calcaree in prossimità di una cava. Acqua e Aria, 6, 539-543.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		73 / 75			PK221		

- AA.VV., 2011- 1° Rapporto sullo stato dell'ambiente e del comprensorio Trigno-Sinello. Società Consortile Trigno-Sinello, Consorzio Mario Negri Sud, Agenda21 Locale del Trigno-Sinello, pp.212.

-
- Air Quality Expert Group. Particulate matter in the United Kingdom. Chapter 7. what are the main trends in particulate matter in the United Kingdom? London, DEFRA, 2005.
 - http://www.defra.gov.uk/environment/quality/air/airquality/publications/particulate_matter/index.htm
 - P. Anttila, JP.Tuovinen, 2010. Trends of primary and secondary pollutant concentrations in Finland in 1994-2007. Atmospheric Environment, 44:30-41.
 - European Environment Agency (EEA), 1996a. Atmospheric Emission Inventory Guidebook , Copenhagen.
 - European Environment Agency (EEA), 1996b. Review of CORINAIR90 and proposals for Air Emissions 1994, Copenhagen.
 - European Environment Agency (EEA), 1997. Topic Report n. 12 (ETC AE): Recommendations for revised data system for air emission inventories , Copenhagen.
 - Fortunati, C. Barta, F. Brilli, M. Centritto, I. Zimmer, J.P. Schnitzler, e F. Loreto. 2008. Isoprene Emission is not Temperature-dependent During and After Severe Drought-stress: a Physiological and Biochemical Analysis. Plant Journal. 55, 687-697.
 - Rossi et al. (1992), "Persistence of genotoxicity in the area surrounding an incineration plant", Toxicol Environ Chem, 36, 75-87.

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		74 / 75			PK221		

- United States – Environmental Protection Agency (US EPA), 1997. Handbook for criteria pollutant inventory development: a beginner's guide for point and area sources, Washington.
- G.Viviano, G.Settimo. 2003. Normativa sulla qualità dell'aria e recepimento delle direttive della Unione Europea. Ann.Ist.Super.Sanità, 39 (3):343-350.
- A.Lozano, J. Usero, E. Vanderlinden, J. Raez, J.Contreras, B. Navarrete. 2009. Air quality monitoring network design to control nitrogen dioxide and ozone, applied in Malaga, Spain Microchemical Journal 93,164–172.
- S.V. Krupa, A.H. Legge, Passive sampling of ambient, gaseous air pollutants: an assessment from an ecological perspective, 2000. Environ. Pollut. 107, 31–45.
- L. Thöni, E. Seitler, A. Blatter, A. Neftel. 2003. A passive sampling method to determine ammonia in ambient air, J. Environ. Monit. 5, 96–99.
- K. Higuchi, D.R. Schaeffer, K. Hirano, Advanced Monitoring Method for Air Environment, Ogawa Passive Sampler, USA, 2008.
- Klumpp, W. Ansel, G. Klumpp, V. Calatayud, J.P. Garrec, S. He, J. Peñuelas, A. Ribas, H. Ro-Poulsen, S. Rasmussen, M.J. Sanz, P. Vergne. 2006. Ozone pollution and ozone biomonitring in European cities, Part I: ozone concentrations and cumulative exposure indices at urban and suburban sites, Atmos. Environ. 40, 7963–7974.

Indirizzi mail da cui sono stati prelevati i dati meteorologici:

Dati delle stazioni meteorologiche dell'Aeronautica Militare (Termoli e Campobasso) e Aeronautica Militare/ENAV (Pescara):

- 1) <http://www.ogimet.com/home.phtml.en>
- 2) <http://www.cra-cma.it/>
- 3) <http://www.tutempo.net/en/>

Settore	CREMA (CR)	Revisioni					
Area	Concessione FIUME TRESTE (CH)	0					
Impianto	CENTRALE DI STOCCAGGIO FIUME TRESTE	Doc. N°					
Progetto	ESERCIZIO A Pmax=1,10Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F	PK221S0000VRL08					
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		75 / 75			PK221		

Dati delle stazioni meteorologiche di Cupello e Vasto: <http://www.wunderground.com/>

A cura di:

Dipartimento di Scienze Agrarie Università di Bologna

Prof. Giovanni Dinelli

Prof. Paola Rossi

Dott. Fiorenzo Salvatorelli

Dott. Linda Pieri

Dott. Mattia Accorsi

Dott. Marco Vignudelli

Dott. Roberto Solone

Dott. Fabrizio Bartolucci (Libero professionista)