

5 STATO DI QUALITÀ DELL’ARIA

Scopo di questa sezione è determinare i valori comunali dei parametri di qualità dell’aria (QA) a partire dall’inventario delle emissioni relativo all’anno 2001 e dalle misure delle stazioni fisse di monitoraggio condotte durante lo stesso anno. Tra i motivi per cui il 2001 è stato scelto come anno di riferimento vi è, ad esempio, che esso è l’ultimo anno per cui sono disponibili i dati ISTAT relativi ai censimenti di interesse (popolazione, agricoltura).

I valori medi a livello comunale dei parametri di QA sono stati stimati, come illustrato nel capitolo apposito, in funzione del tipo di stazione di monitoraggio e del livello emissivo per l’inquinante e il comune in esame. Nella fase di analisi dei dati misurati sono state escluse tutte le stazioni di monitoraggio caratterizzate da una percentuale di dati validi inferiore al 75%.

Nei tematismi riportati in questa sezione verranno spesso utilizzati come soglie per la rappresentazione i valori indicati nel DM 60/2002. Essi si riferiscono ovviamente alle misure nelle stazioni fisse, che hanno carattere puntuale, mentre i tematismi si riferiscono al valore medio comunale di un parametro. Tuttavia sono stati mantenuti i valori indicati nel DM 60/2002 ai fini della classificazione dei comuni; le eccezioni verranno indicate di volta in volta.

5.1 STAZIONI DI MONITORAGGIO FISSE

5.1.1 Superamenti della media oraria di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2

La tabella e la figura seguente mostrano la classificazione dei comuni in base al numero stimato di superamenti del valore medio orario di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 . Solo 5 comuni hanno un numero significativo di superamenti: Portotorres, Ottana, Samatzai, Portoscuso, Sarroch.

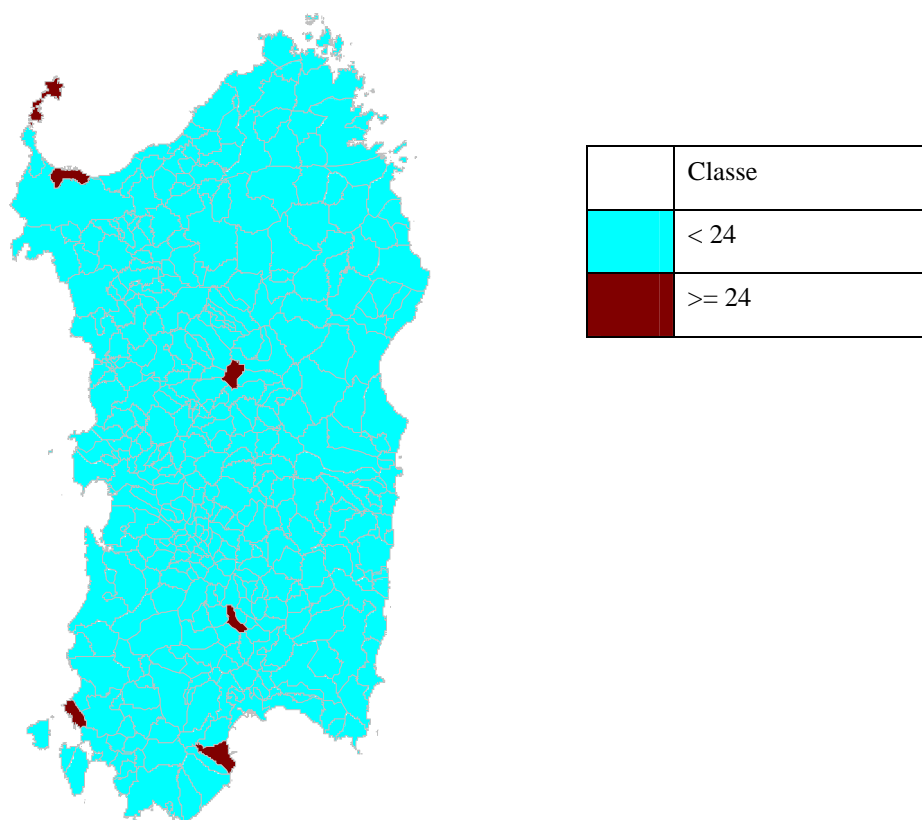


Figura 20 - Classificazione dei comuni in base alla stima dei superamenti della media oraria di 350 µg/m³ di SO₂

Classi superamenti media oraria SO ₂	Classe	Comuni
< 24	0	372
>= 24	1	5

Tabella 17 - Classificazione dei comuni relativamente ai superamenti della media oraria di 350 µg/m³ di SO₂

5.1.2 SUPERAMENTI DELLA MEDIA GIORNALIERA DI 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ DI SO_2

La figura e la tabella seguenti mostrano la classificazione dei comuni in base al numero stimato di superamenti del valore medio giornaliero di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 . Solo 5 comuni hanno un numero significativo di superamenti: Portotorres, Ottana, Samatzai, Portoscuso, Sarroch.

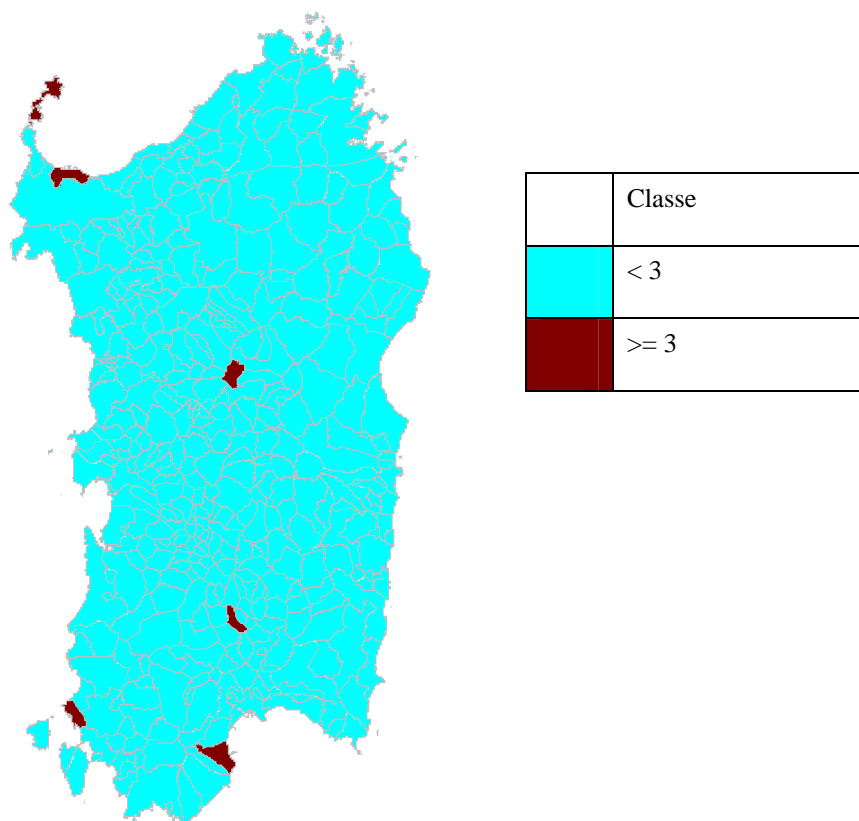


Figura 21 - Classificazione dei comuni in base alla stima dei superamenti della media giornaliera di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2

Classi superamenti media giornaliera SO_2	Classe	Comuni
< 3	0	372
>= 3	1	5

Tabella 18 - Classificazione dei comuni relativamente ai superamenti della media giornaliera di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2

5.1.3 MEDIA ANNUALE DI SO₂

La figura e la tabella seguenti mostrano la classificazione dei comuni in base al valore stimato della media annuale di SO₂. Vengono mostrati i comuni in cui la stima della media annuale di SO₂ è superiore ai 20 µg/m³ stabiliti dal DM 60/2002, ma anche quelli in cui tale stima è compresa tra 0 e 5 e tra 5 e 20 µg/m³.

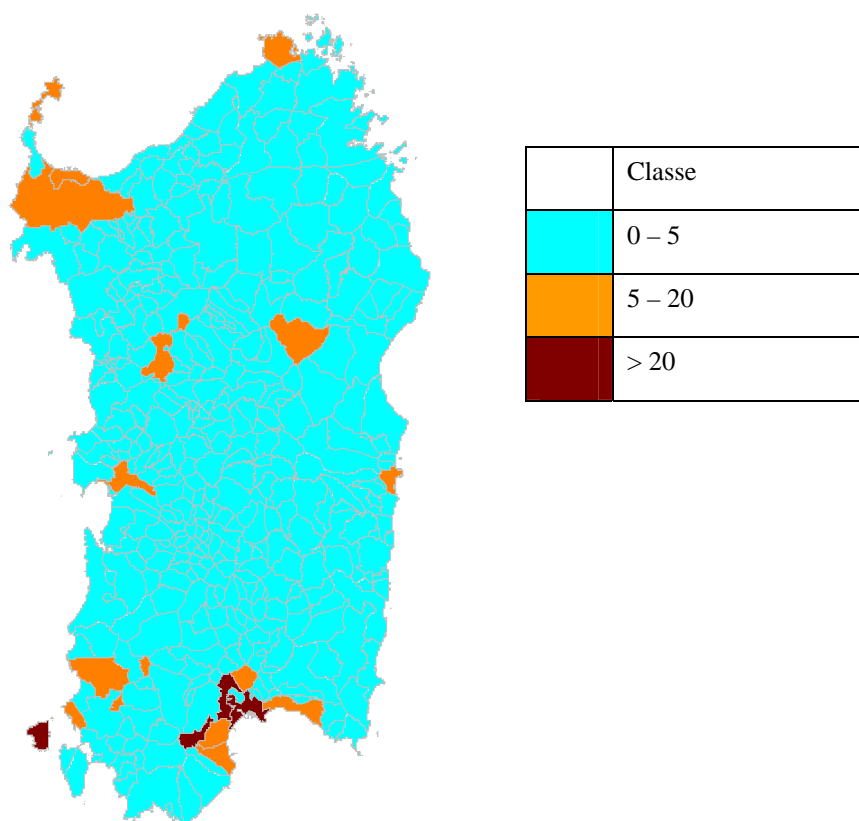


Figura 22 - Classificazione dei comuni in base alla stima delle medie annuali di SO₂

Classi media annuale SO ₂	Classe	Comuni
0 – 5	0	361
5 - 20	1	13
> 20	2	3

Tabella 19 - Classificazione dei comuni relativamente alle stime delle medie annuali di SO₂

La figura precedente necessita alcuni commenti. Innanzitutto si nota che Carloforte appartiene alla classe dei comuni con medie annuali elevate di SO₂, mentre un comune come Portoscuso, con valori molto elevati di emissioni di SO₂, appartiene ad una classe inferiore. Questo aspetto è spiegabile con l’insieme di diverse argomentazioni:

- innanzitutto nessuna delle 4 stazioni di monitoraggio di Portoscuso fornisce dati validi per il calcolo della media annuale nel 2001; infatti le percentuali di validità dei dati delle 4 stazioni CENPS2, CENPS4, CENPS6 e CENPS7 variano dal 39.1% al 45.6%; questo ha reso inutilizzabili le misure in Portoscuso, che sicuramente avrebbero fatto sentire il loro peso;
- la precisione dell’algoritmo utilizzato cresce all’aumentare delle tipologie di stazioni di monitoraggio e, come osservato in precedenza, non è stato possibile utilizzare più di due tipologie;
- circa il 98% delle emissioni di Portoscuso hanno origine puntuale, quindi la metodologia adottata le considera solo in parte perché assume che l’impatto possa essere anche in altri comuni; le emissioni di SO₂ di Carloforte sono invece di tipo diffuso al 100% essendo dovute in gran parte al traffico portuale.

Un altro commento può essere fatto per Santa Teresa di Gallura; si nota infatti che questo comune appartiene alla stessa classe di Sassari, cioè dei comuni aventi media annuale tra 5 e 20 µg/m³. In realtà, pur appartenendo alla stessa classe, essi sono agli estremi opposti, infatti la media stimata per Sassari è pari a 19.8 µg/m³, mentre quella stimata per Santa Teresa è pari a 8.0 µg/m³.

5.1.4 Superamenti della media oraria di 200 µg/m³ di NO₂

La figura e la tabella seguenti mostrano la classificazione dei comuni in base al numero stimato di superamenti del valore medio orario di 200 µg/m³ di NO₂. Per produrre il tematismo non viene considerato il numero di superamenti indicato nel DM60/2002 (18) poiché esso non viene mai superato.

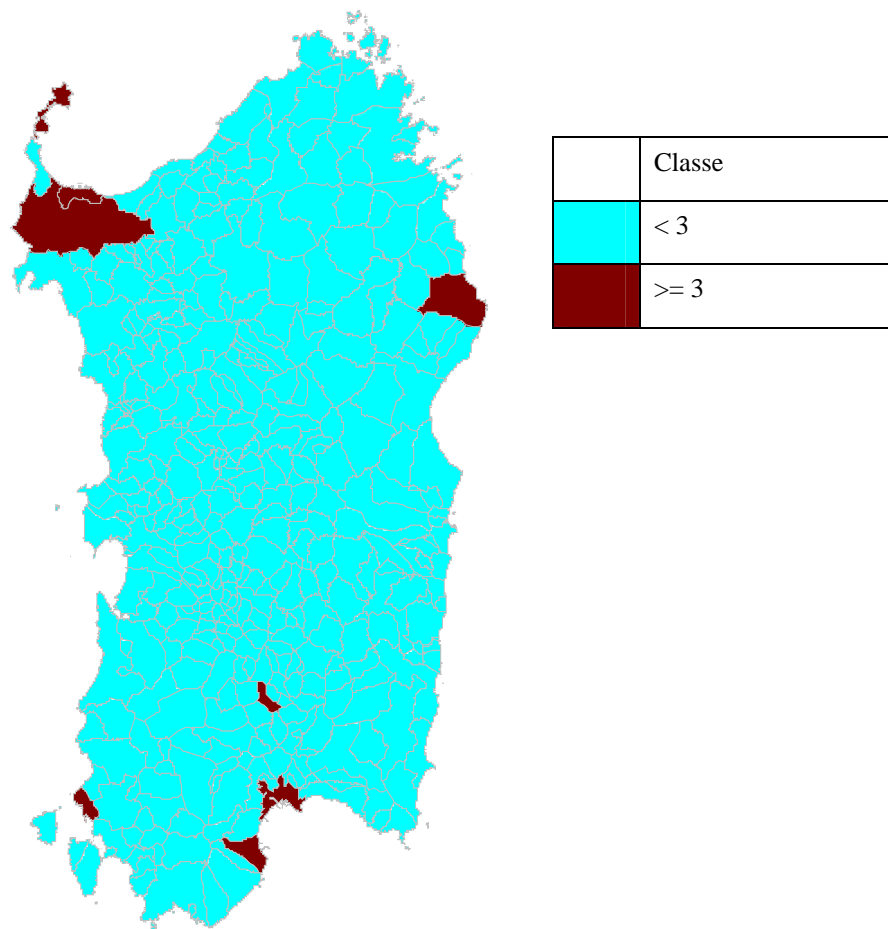


Figura 23 - Classificazione in base alla stima dei superamenti della media oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_2

Classi superamenti media oraria NO_2	Classe	Comuni
< 3	0	370
>= 3	1	7

Tabella 20 - Classificazione in base ai superamenti della media oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_2

Dalla figura si nota come, oltre ai comuni in cui ci si attendono superamenti perché caratterizzati da notevoli livelli di traffico o dalla presenza di industrie importanti (ad esempio Cagliari, Sassari, Portoscuso), compaiano anche comuni in cui ci si aspetterebbero livelli di

concentrazione inferiore, come ad esempio Samatzai e Siniscola. Va ricordato però che, in base ai risultati dell’inventario, le emissioni di ossidi di azoto in questi comuni sono, all’incirca, 7600 e 1700 t/anno rispettivamente; in ognuno dei 2 comuni oltre il 90% delle emissioni di NO_x è di origine industriale.

5.1.5 Media annuale di NO₂

La figura e la tabella seguenti mostrano la classificazione dei comuni in base al valore stimato della media annuale di NO₂. Vengono mostrati i comuni in cui la stima della media annuale di NO₂ è superiore ai 40 µg/m³ stabiliti dal DM 60/2002, ma anche quelli in cui tale stima è compresa tra 0 e 10 e tra 10 e 40 µg/m³.

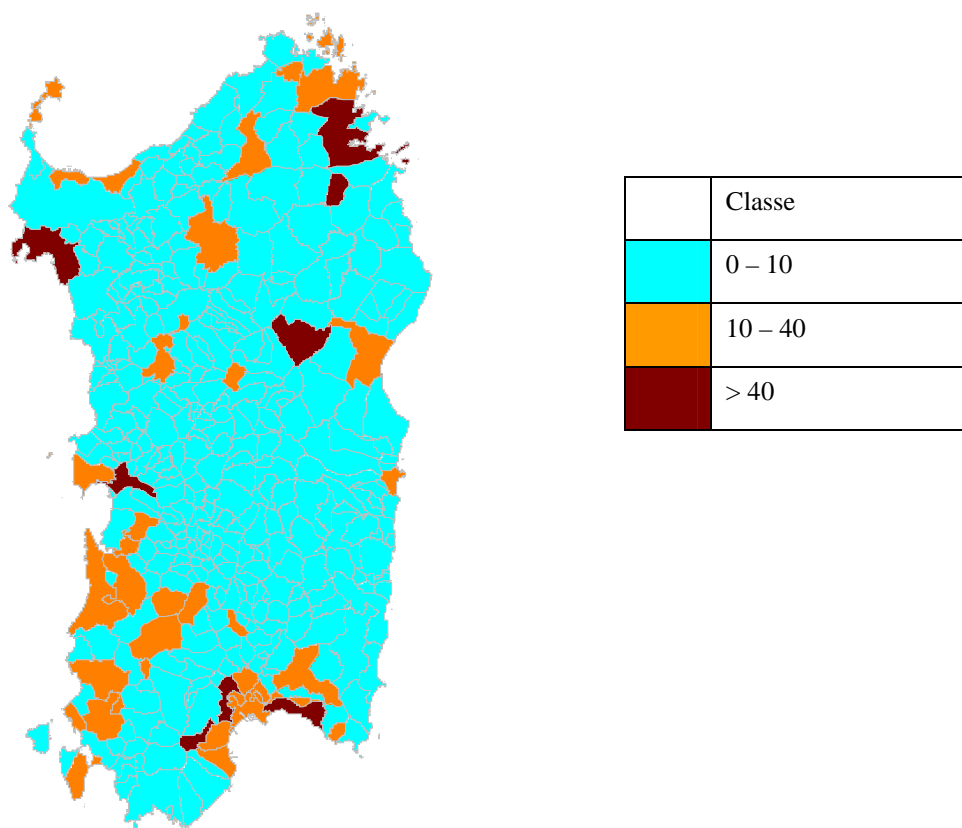


Figura 24 - Classificazione dei comuni in base alla stima delle medie annuali di NO₂

Classi media annuale NO₂	Classe	Comuni
0 – 10	0	339
10 - 40	1	32
> 40	2	6

Tabella 21 - Classificazione dei comuni relativamente alle stime delle medie annuali di NO₂

5.1.6 MEDIA ANNUALE DI NO_x

Non è stato possibile stimare le medie annuali di NO_x a livello comunale a causa dell’esiguo numero (3) di stazioni di monitoraggio con dati validi per questo inquinante nell’anno 2001.

5.1.7 MEDIA ANNUALE DI PM10

A causa dello scarso numero di stazioni di monitoraggio che hanno misurato dati validi di PM10 durante l’anno 2001, la stima delle medie annuali a livello comunale è stata effettuata a partire dalle misure di concentrazione di PTS e dai risultati dell’inventario delle emissioni per lo stesso inquinante. Si è ipotizzato che l’85% del PTS misurato o emesso sia costituito da PM10.

La figura e la tabella seguenti mostran la classificazione dei comuni in base al valore stimato della media annuale di PM10. Vengono mostrati i comuni in cui la stima della media annuale di PM10 è superiore ai 40 µg/m³ stabiliti dal DM 60/2002, ma anche quelli in cui tale stima è compresa tra 0 e 10 e tra 10 e 40 µg/m³.

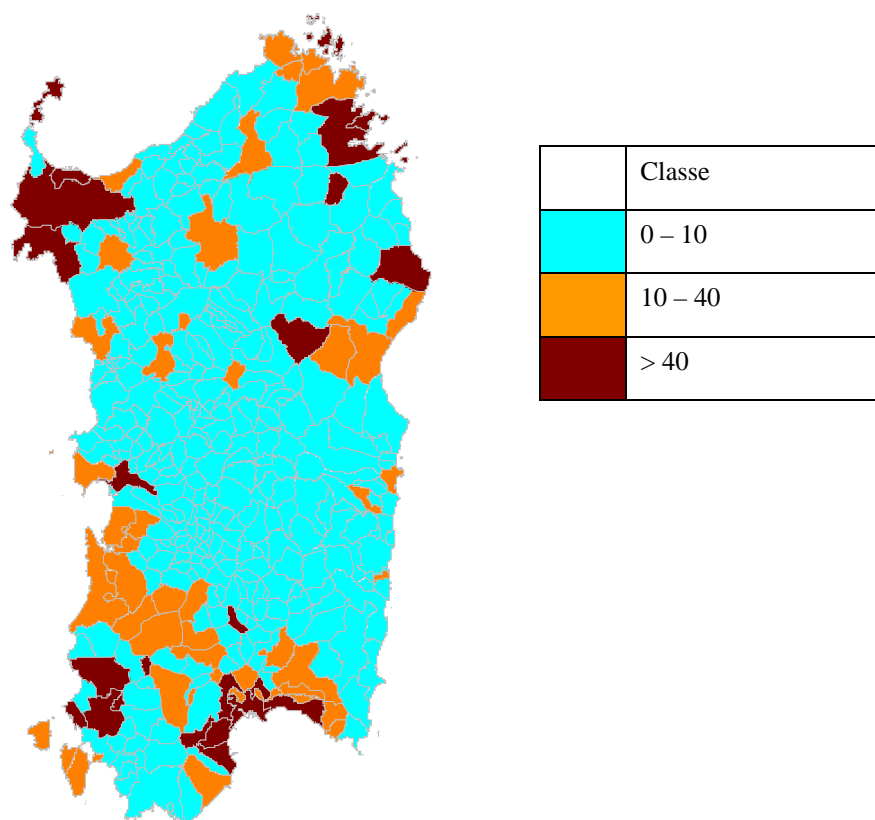


Figura 25 - Classificazione dei comuni in base alla stima delle medie annuali di PM10

Classi media annuale PM10	Classe	Comuni
0 – 10	0	318
10 - 40	1	40
> 40	2	19

Tabella 22 - Classificazione dei comuni relativamente alle stime delle medie annuali di PM10

5.1.8 Massime medie di 8 ore di CO

La figura e la tabella seguenti mostrano la classificazione dei comuni in base al valore stimato della massime medie di 8 ore di CO. Vengono mostrati i comuni in cui la stima della massima

media di 8 ore di CO è superiore ai $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stabiliti dal DM 60/2002, ma anche quelli in cui tale stima è compresa tra 0 e 3 e tra 3 e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

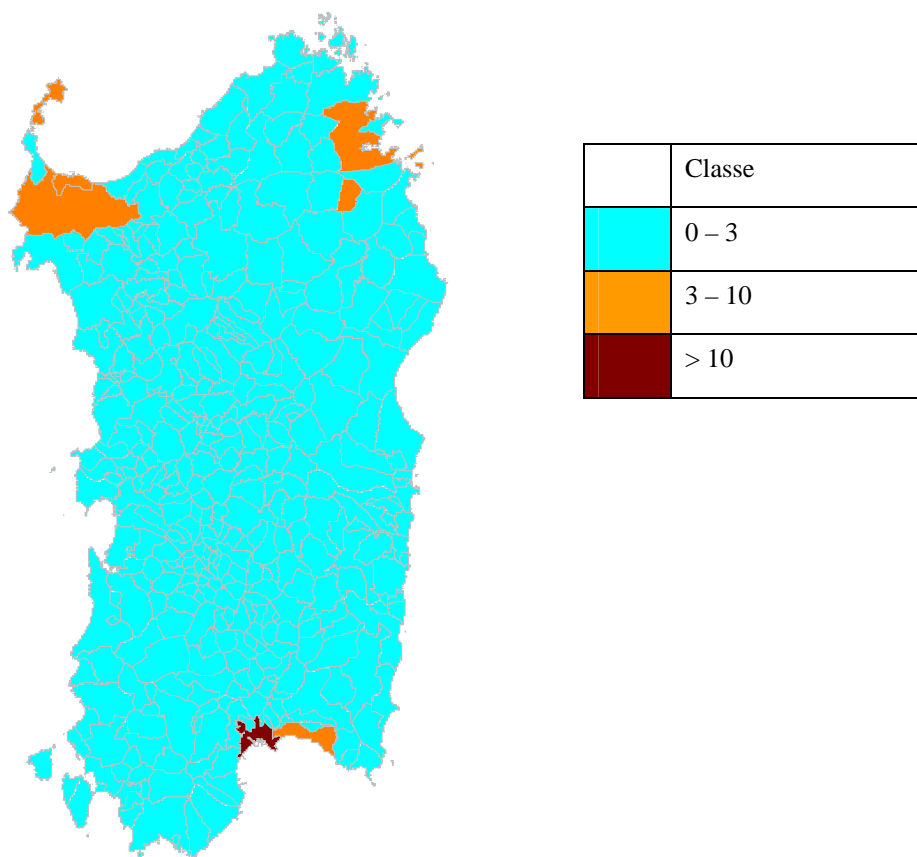


Figura 26 - Classificazione in base alla stima delle massime medie di 8 ore di CO

Classi massime medie di 8 ore di CO	Classe	Comuni
0 – 3	0	372
3 – 10	1	4
> 10	2	1

Tabella 23 - Classificazione relativamente alle stime delle massime medie di 8 ore di CO

5.1.9 AOT40 (Ozono)

Per AOT40 si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e 40 ppb in un dato periodo di tempo utilizzando solo i valori misurati tra le 08:00 e le 20:00. Il periodo di tempo considerato, in accordo alla Direttiva Europea 2002/3/CE, comprende i mesi da maggio a luglio. L’AOT40 è un parametro importante per valutare la protezione della vegetazione rispetto all’ozono; le sue unità di misura sono $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.

La mappa dei valori comunali dell’AOT40 è stata ottenuta a partire dai valori calcolati in corrispondenza alle stazioni di monitoraggio, utilizzando solo stazioni con dati validi superiori al 75% e interpolando con il metodo di kriging.

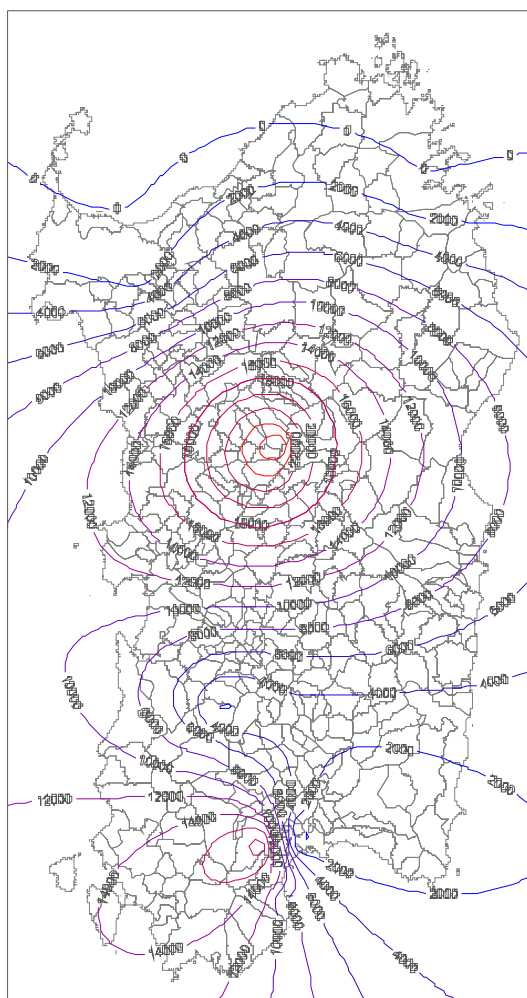


Figura 27 - Interpolazione di kriging dei valori di AOT40 calcolati a partire dalle misure di ozono per l’anno 2001 (calori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)

Dalla figura si notano due aree con valori di AOT40 superiori a 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, una al centro nord della Sardegna ed una nella zona meridionale. Le zone interessate da alti valori di AOT40, cioè da alti valori di ozono, non coincidono con le aree caratterizzate dalle maggiori emissioni dei precursori di questo inquinante. Questo comportamento è corretto perché, come noto, alcuni precursori contribuiscono anche alla distruzione dell’ozono. Se si considera ad esempio il monossido di azoto, emesso sia dal traffico che dall’industria, e che è fondamentale per la formazione dell’ozono, esso è anche responsabile in parte della sua distruzione per mezzo della reazione chimica



Quindi è corretto attendersi una diminuzione dei livelli di ozono laddove vi sono elevate emissioni di monossido di azoto.

5.2 MEZZO MOBILE

Nell’ambito della zonizzazione del territorio le misure del mezzo mobile sono state utilizzate per stimare i valori massimi di concentrazione oraria raggiungibili a livello comunale per i principali inquinanti. È stato necessario stimare la concentrazione massima oraria annuale a partire dalle misure effettuate per un periodo di tempo poco superiore ad una settimana. Questa operazione è stata effettuata, come suggerito nel documento *Guidance on assessment under EU air quality directives*, attraverso un confronto con le misure di una stazione fissa rappresentativa per la posizione del mezzo mobile. La stazione rappresentativa è stata inizialmente cercata in funzione della minima distanza dalla posizione del mezzo mobile. Questa metodologia è stata abbandonata a causa della copertura non omogenea del territorio durante l’anno 2004; infatti le stazioni di misura funzionanti in tale anno sono prevalentemente distribuite a sud della Regione. In alcuni casi la più vicina stazione fissa distava dal mezzo mobile circa 100 km. La stazione fissa rappresentativa per ogni posizione del mezzo mobile è stata quindi determinata in funzione delle caratteristiche emissive del comune in cui era ubicato il mezzo e dei comuni con stazioni di monitoraggio fisse.

Fissato un inquinante I la concentrazione massima oraria a livello annuale relativamente alla posizione del mezzo mobile è stata stimata secondo la seguente formula:

$$C_A^{MM} = \frac{C_P^{MM}}{C_P^{SF}} C_A^{SF} \frac{E_I^{MM}}{E_I^{SF}}$$

dove C_A^{MM} è la concentrazione massima oraria stimata a livello annuale, C_P^{MM} è la concentrazione massima rilevata nel periodo di misura dal mezzo mobile, C_P^{SF} è la concentrazione massima rilevata nel periodo di misura (del mezzo mobile) dalla stazione fissa, C_A^{SF} è la concentrazione massima oraria annuale misurata dalla stazione fissa, E_I^{MM} è l’emissione annuale dell’inquinante I del comune dove è ubicato il mezzo mobile, E_I^{SF} è l’emissione annuale dell’inquinante I del comune dove è ubicata la stazione fissa.

La correzione dovuta al rapporto delle emissioni annuali è in molti casi minima poiché tale rapporto è spesso prossimo all’unità.

Una volta stimate le concentrazioni massime orarie raggiungibili nei punti di misura del mezzo mobile, esse sono state utilizzate assieme alle concentrazioni massime orarie misurate nelle stazioni di misura della rete fissa al fine di produrre i tematismi di interesse.

La tecnica utilizzata per passare dalle misure puntuali alle informazioni sull’intero territorio è quella dell’interpolazione di kriging. Questa tecnica, pur approssimata, viene indicata anche nelle linee guida per la valutazione preliminare della qualità dell’aria secondo le Direttive europee. La bontà del risultato dipende ovviamente dal posizionamento dei punti di misura e dalla loro numerosità sul territorio. Per quanto riguarda l’ultimo punto, le posizioni di misura utilizzate per l’interpolazione (somma delle posizioni delle stazioni fisse e del mezzo mobile) non sono mai inferiori a 40.

I punti in cui il mezzo mobile è stato posizionato durante la campagna sono indicati in nella figura seguente e riepilogati nella tabella successiva. In ogni punto le misure sono state effettuate per un tempo variabile tra gli 8 e gli 11 giorni all’interno del periodo che va dal giugno all’ottobre 2004. Maggiori dettagli sulla campagna di misura attraverso il laboratorio mobile e sui risultati ottenuti sono riportati nell’Appendice A.

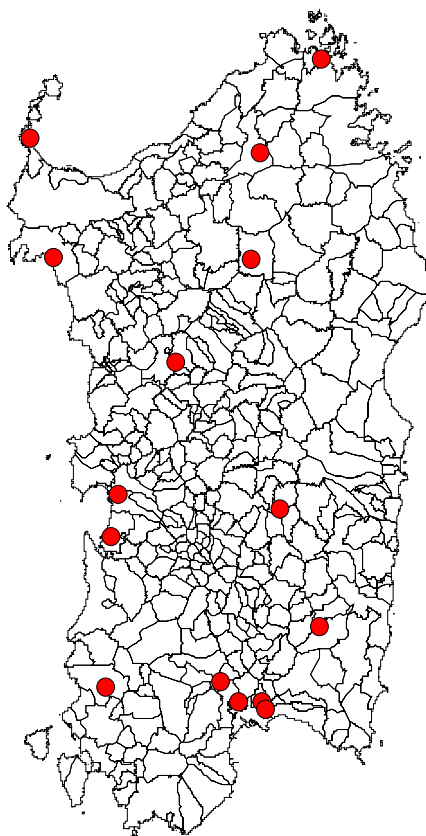


Figura 28 - Posizioni in cui sono state effettuate misure con il mezzo mobile.

5.2.1 Biossido di zolfo

La figura seguente mostra il risultato dell’interpolazione di kriging delle concentrazioni massime orarie di SO₂ espresse in µg/m³ per l’anno 2004. L’interpolazione è stata effettuata utilizzando le misure in corrispondenza di 43 punti (28 stazioni fisse e 15 posizioni del mezzo mobile); i punti di misura sono evidenziati con un cerchio rosso.

Si nota dalla figura che la probabilità di superare il limite di legge di 350 µg/m³ per il biossido di zolfo riguarda esclusivamente l’area attorno al comune di Portoscuso; in particolare i comuni in cui è probabile il superamento del limite di legge sono Portoscuso, Carbonia e Gonnese. A tali comuni è stato assegnato punteggio 1, mentre ai rimanenti è stato assegnato punteggio 0.

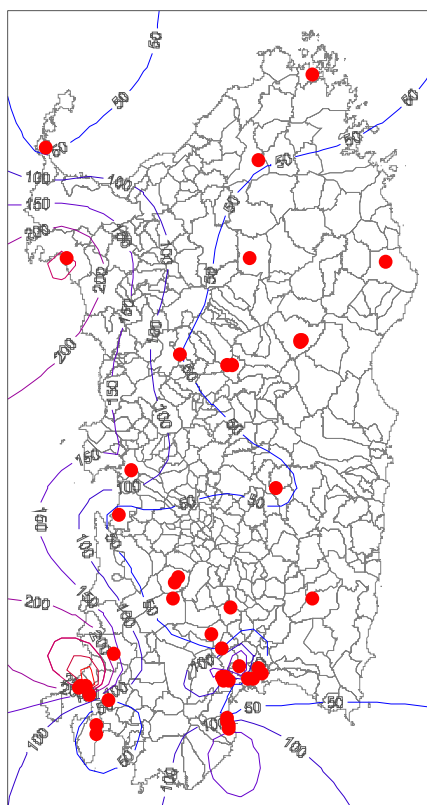


Figura 29 - Interpolazione di kriging delle concentrazioni massime orarie di SO₂ misurate o stimate per l’anno 2004 (valori di concentrazione in µg/m³)

5.2.2 Biossido di azoto

La figura seguente mostra il risultato dell’interpolazione di kriging delle concentrazioni massime orarie di NO₂ espresse in µg/m³ per l’anno 2004. L’interpolazione è stata effettuata utilizzando le misure in corrispondenza di 44 punti (29 stazioni fisse e 15 posizioni del mezzo mobile); i punti di misura sono evidenziati con un cerchio rosso.

Si nota dalla figura che la probabilità di superare il limite di legge di 200 µg/m³ per il biossido di azoto riguarda i comuni situati nell’area ad Ovest di Cagliari. Seguendo rigorosamente i risultati della procedura di interpolazione i comuni in cui è probabile il superamento del limite di legge sono Assemini, Capoterra, Carbonia, Uta, Villasor. A tali comuni è stato assegnato punteggio 1, mentre ai rimanenti è stato assegnato punteggio 0.

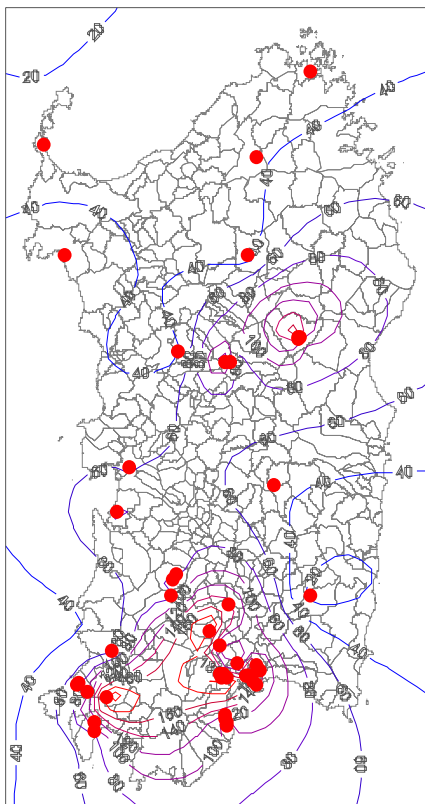


Figura 30 - Interpolazione di kriging delle concentrazioni massime orarie di NO₂ misurate o stimate per l’anno 2004 (valori di concentrazione in µg/m³)

5.3 CAMPIONATORI PASSIVI

La campagna di misura effettuata nel periodo giugno-agosto 2004 ha compreso anche una serie di analisi con i campionatori passivi Analyst. Per ogni inquinante di interesse, escluso l’ozono, le medie di concentrazione ottenute dai campionatori sono state elaborate al fine di stimare le medie annuali. Le medie annuali così ottenute sono state utilizzate assieme alle medie annuali delle stazioni fisse allo scopo di ottenere una mappa di concentrazioni sull’intero territorio. Maggiori dettagli sulla campagna di misura attraverso i campionatori diffusivi e sui risultati ottenuti sono riportati nell’Appendice A.

5.3.1 Ozono

Le misure di ozono con i campionatori passivi sono state condotte in 41 punti, ma un analizzatore è andato perso e sei misure non sono state considerate perché giudicate non attendibili; cinque di queste sei misure presentavano valori troppo elevati e una valori troppo bassi.

Le misure di ozono sono state effettuate per periodi di tempo variabili; allo scopo di renderle confrontabili esse sono state tutte riportate a misure di durata 30 giorni. I valori di radiazione solare relativi ad ogni periodo di misura sono confrontabili, quindi non sono state necessarie ulteriori elaborazioni per rendere le misure omogenee.

Le misure così corrette sono schematicamente illustrate nella figura seguente in cui la dimensione dei cerchi è proporzionale ai valori di concentrazione misurati. Il cerchio verde piccolo indica valori di concentrazione inferiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il cerchio giallo poco più grande indica valori compresi tra 50 e $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il cerchio arancione poco più grande indica valori compresi tra 100 e $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il rosso grande indica valori superiori a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si osserva che le misure effettuate con i campionatori passivi sembrano sovrastimate rispetto a quelle effettuate dalla rete di monitoraggio. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che per l’ O_3 il principio di misura si basa su un supporto saturo di Cr^{3+} che viene ossidato a Cr^{6+} grazie al forte potere ossidante dell’ozono. L’ozono però non è l’unico elemento in grado di ossidare il Cr^{3+} , quindi l’eventuale installazione dei campionatori passivi analyst in zone ricche di agenti ossidanti potrebbe essere responsabile dei valori elevati riscontrati.

E’ stato comunque deciso di utilizzare i valori di O_3 misurati dal mezzo mobile: al più essi forniranno indicazioni conservative.

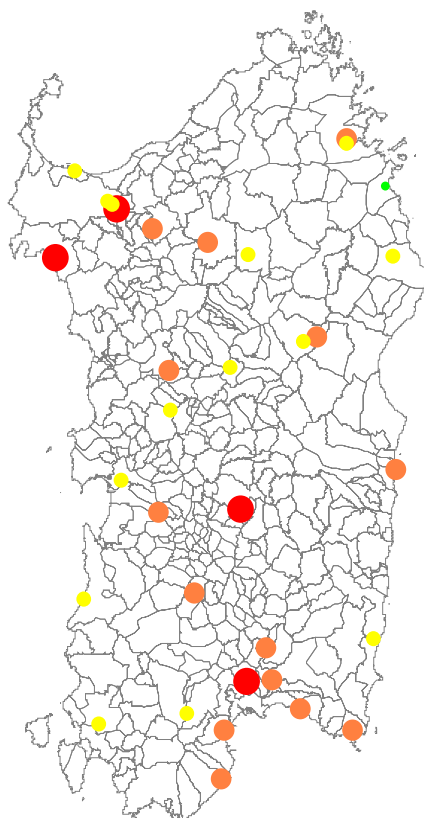


Figura 31 - Concentrazioni medie su 30 giorni di O₃ misurate dai campionatori passivi

I valori medi di 30 giorni misurati dai campionatori passivi sono stati interpolati per mezzo di una tecnica di kriging per ottenere informazioni relative all’intera regione. Il risultato di tale interpolazione viene riportato nella figura seguente. Si nota come le zone con concentrazioni maggiori risultino quelle di Alghero, del Campidano e in particolare di Cagliari, di Villasimius e di Nuoro. E’ possibile ottenere un elenco di comuni caratterizzati da un problema ozono, assumendo arbitrariamente una soglia di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ad esempio ricordando che la Direttiva Ozono indica in $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la media massima di 8 ore. A tali comuni è stato assegnato punteggio 1 ed ai restanti punteggio 0.

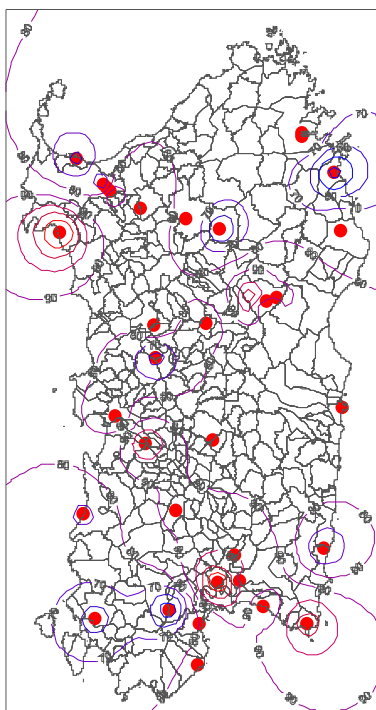


Figura 32 - Interpolazione di kriging delle concentrazioni medie di 30 giorni di O₃ misurate nel periodo estivo dai campionatori passivi (valori di concentrazione in µg/m³)

5.3.2 Biossido di zolfo

La figura seguente mostra il risultato dell’interpolazione di kriging delle concentrazioni medie annuali di SO₂ espresse in µg/m³ per l’anno 2004. L’interpolazione è stata effettuata utilizzando le misure in corrispondenza di 69 punti (28 stazioni fisse e 41 campionatori passivi); i punti di misura sono evidenziati con un cerchio rosso.

Ai comuni in cui è probabile il superamento della concentrazione media annuale di 20 µg/m³ di SO₂ è stato assegnato punteggio 1, mentre ai rimanenti è stato assegnato punteggio 0.

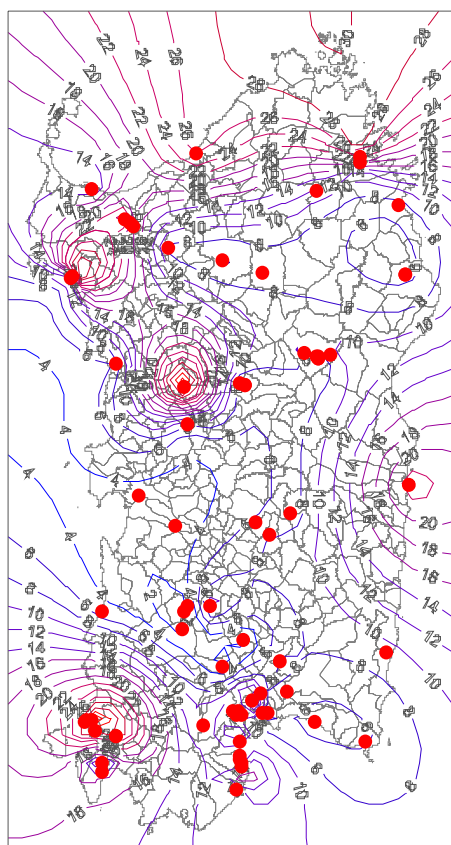


Figura 33 - Interpolazione di kriging delle concentrazioni medie annuali di SO₂ (valori di concentrazione in µg/m³) riferite al 2004

5.3.3 Biossido di azoto

La figura seguente mostra il risultato dell'interpolazione di kriging delle concentrazioni medie annuali di NO₂ espresse in µg/m³ per l'anno 2004. L'interpolazione è stata effettuata utilizzando le misure in corrispondenza di 68 punti (27 stazioni fisse e 41 campionatori passivi); i punti di misura sono evidenziati con un cerchio rosso.

Ai comuni in cui è probabile il superamento della concentrazione media annuale di 40 µg/m³ di NO₂ è stato assegnato punteggio 1, mentre ai rimanenti è stato assegnato punteggio 0.

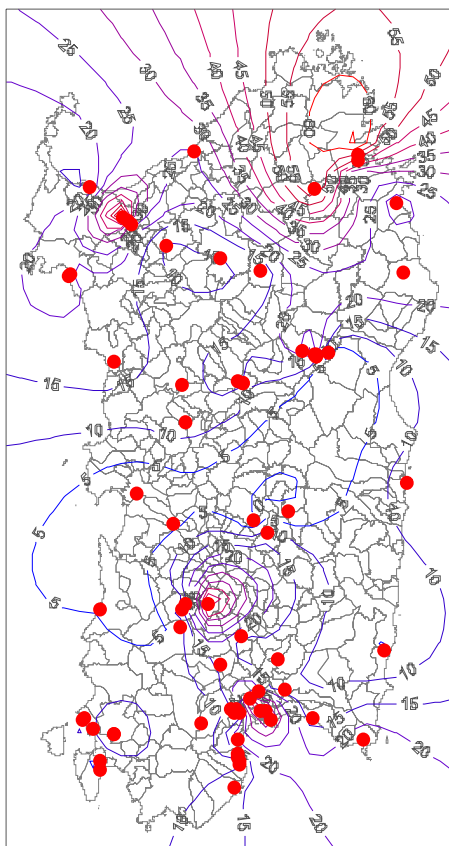


Figura 34 - Interpolazione di kriging delle concentrazioni medie annuali di NO₂ (valori di concentrazione in µg/m³) riferite al 2004

5.3.4 Ossidi di azoto

La figura seguente mostra il risultato dell’interpolazione di kriging delle concentrazioni medie annuali di NO_x espresse in µg/m³ per l’anno 2004. L’interpolazione è stata effettuata utilizzando le misure in corrispondenza di 55 punti (14 stazioni fisse e 41 campionatori passivi); i punti di misura sono evidenziati con un cerchio rosso.

Ai comuni in cui è probabile il superamento della concentrazione media annuale di 30 µg/m³ di NO_x è stato assegnato punteggio 1, mentre ai rimanenti è stato assegnato punteggio 0.

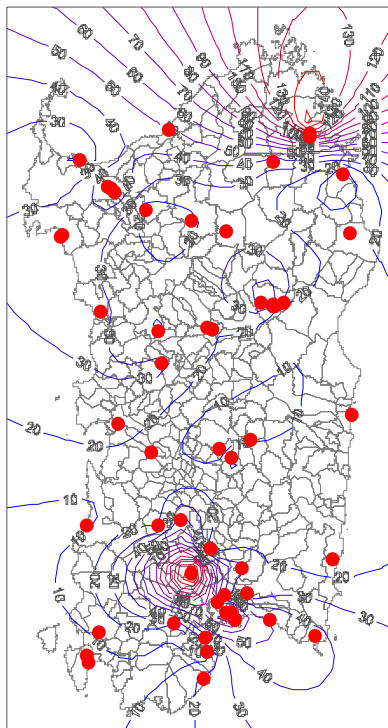


Figura 35 - Interpolazione di kriging delle concentrazioni medie annuali di NO_x (valori di concentrazione in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) riferite al 2004

6 MAPPA DI VULNERABILITÀ DEL TERRITORIO

Al fine di valutare la vulnerabilità del territorio agli inquinanti atmosferici, è utile ottenere per ogni comune un indice relativo alla protezione della salute umana ed uno relativo alla protezione della vegetazione.

Questi due indici sono ottenuti combinando le variabili descritte nei paragrafi precedenti come indicato nelle seguenti tabelle.

	Variabile	Salute umana	Vegetazione
VULNERABILITA'	Popolazione	X	
	Aree verdi		X
	Coltivazioni		X
PRESSIONI	Emissioni diffuse di CO	X	
	Emissioni diffuse di NMVOC	X	X
	Emissioni diffuse di NOX	X	X
	Emissioni diffuse di Polveri	X	
	Emissioni diffuse di SO ₂	X	X
	Emissioni puntuali di CO	X	
	Emissioni puntuali di NMVOC	X	X
	Emissioni puntuali di NOX	X	X
	Emissioni puntuali di Polveri	X	
	Emissioni puntuali di SO ₂	X	X
	Distanza dalle sorgenti puntuali	X	X

Tabella 24 – Matrice delle Vulnerabilità e delle Pressioni

		Variabile	Salute umana	Vegetazione
Stazioni fisse per l’anno 2001	STATO DI QUALITA’ DELL’ARIA	Superamenti del valore limite della media giornaliera di SO ₂	X	
		Superamenti del valore limite della media annuale di SO ₂		X
		Superamenti del valore limite della media oraria di NO ₂	X	
		Superamenti del valore limite della media annuale di NO ₂	X	
		Superamenti del valore limite della media annuale di PM10	X	
		Valore massimo della media di 8 ore di CO	X	
		Superamento del valore bersaglio di AOT40 per O ₃		X
Mezzo mobile e Stazioni fisse per l’anno 2004		Superamenti del valore limite della media oraria di SO ₂	X	
		Superamenti del valore limite della media oraria di NO ₂	X	
Campionatori passivi e Stazioni fisse per l’anno 2004		Valore della media di 30 giorni di ozono	X	
	Superamenti del valore limite della media annuale di SO ₂		X	
	Superamenti del valore limite della media annuale di NO ₂	X		
	Superamenti del valore limite della media annuale di NO _x		X	

Tabella 25 – Matrice delle variabile atte a determinare lo stato di qualità dell’aria

Le combinazioni inquinante/parametro considerate per i due bersagli sono quelle indicate nel DM 60/2002. Ad esempio per il biossido di zolfo sono stati considerati i superamenti della media oraria e della media giornaliera per la protezione della salute umana, ed il superamento della

media annuale per la protezione della vegetazione. Per quanto riguarda le emissioni, per la protezione della salute umana sono stati considerati tutti gli inquinanti perché tutti hanno effetti dannosi, mentre per la protezione della vegetazione sono stati considerati SO₂, che ha effetti diretti, NO_x e NMVOC che assieme contribuiscono a formare O₃ che è fitotossico.

Per quanto riguarda la salute umana il punteggio massimo assumibile da un comune (cioè per un comune completamente degradato) è 42, mentre per quanto riguarda la vegetazione il punteggio massimo è 25. Questi valori massimi teorici non vengono mai raggiunti da nessun comune; infatti il comune con il maggiore punteggio in merito alla protezione della salute umana è Portotorres con 33 punti, mentre il punteggio massimo in merito alla protezione della vegetazione è raggiunto in Assemini, Portotorres e Portoscuso e vale 18. Per comodità tutti i punteggi vengono normalizzati a 100 rispetto ai massimi valori teorici (quindi, ad esempio, i punteggi massimi di Portotorres e Assemini diverranno rispettivamente 79 e 72). La distribuzione dei punteggi normalizzati a 100 assegnati ai comuni della Sardegna è mostrata nella figura seguente; i parametri statistici principali sono indicati in Tabella 26.

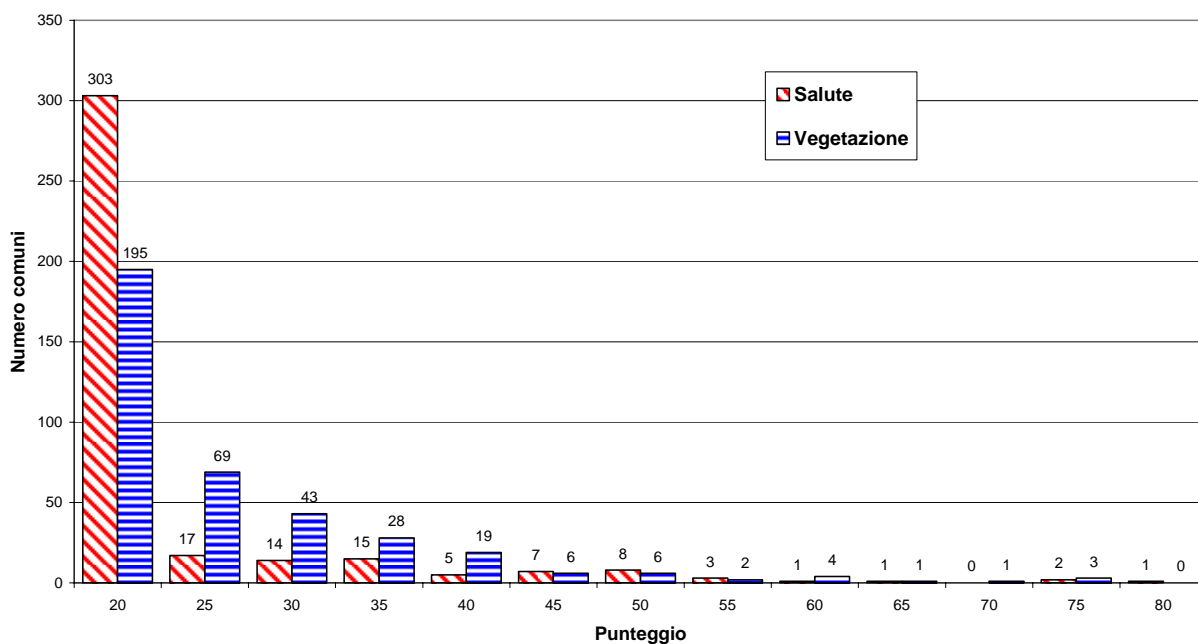


Figura 36 - Distribuzione dei punteggi assegnati ai comuni della Sardegna

	Salute	Vegetazione
Minimo	14	16
Massimo	79	72
Media	20	24
Deviazione standard	10	10

Tabella 26 - Parametri statistici delle distribuzioni dei punteggi assegnati ai comuni

In accordo all’art. 7 del D.Lgs. 351/1999, è necessario individuare le aree nelle quali i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento del valore limite (VL); all’interno di tali aree dovranno essere predisposti i piani di azione.

Il punteggio teorico assegnato ad ogni comune, come detto, va da 0 a 100, con 0 indicante un buono stato di qualità dell’aria (nessun rischio di superamento del VL), e 100 indicante un pessimo stato di qualità dell’aria (sicurezza di superare il VL). Pensando al punteggio tra 0 e 100 come ad una probabilità, si può ritenere significativo il rischio di superare i livelli di qualità dell’aria per quei comuni che hanno un punteggio superiore a 50. Tanto più il punteggio sarà inferiore o superiore a 50 e tanto più la situazione del comune sarà buona oppure compromessa.

I comuni in cui esiste un rischio di superamento dei valori limite per la salute umana e per la vegetazione sono illustrati nelle due figure seguenti. Nel dettaglio, i comuni in cui esiste un rischio di superamento del VL per la protezione della salute umana sono:

- Portotorres
- Sassari
- Olbia
- Portoscuso
- Cagliari
- Assemini
- Quartu
- Capoterra
- Sarroch

I comuni in cui invece esiste un rischio di superamento del VL per la protezione della vegetazione sono:

- Portotorres
- Sassari
- Olbia
- Siniscola
- Macomer
- Iglesias
- Portoscuso
- Cagliari
- Assemini
- Capoterra
- Sarroch

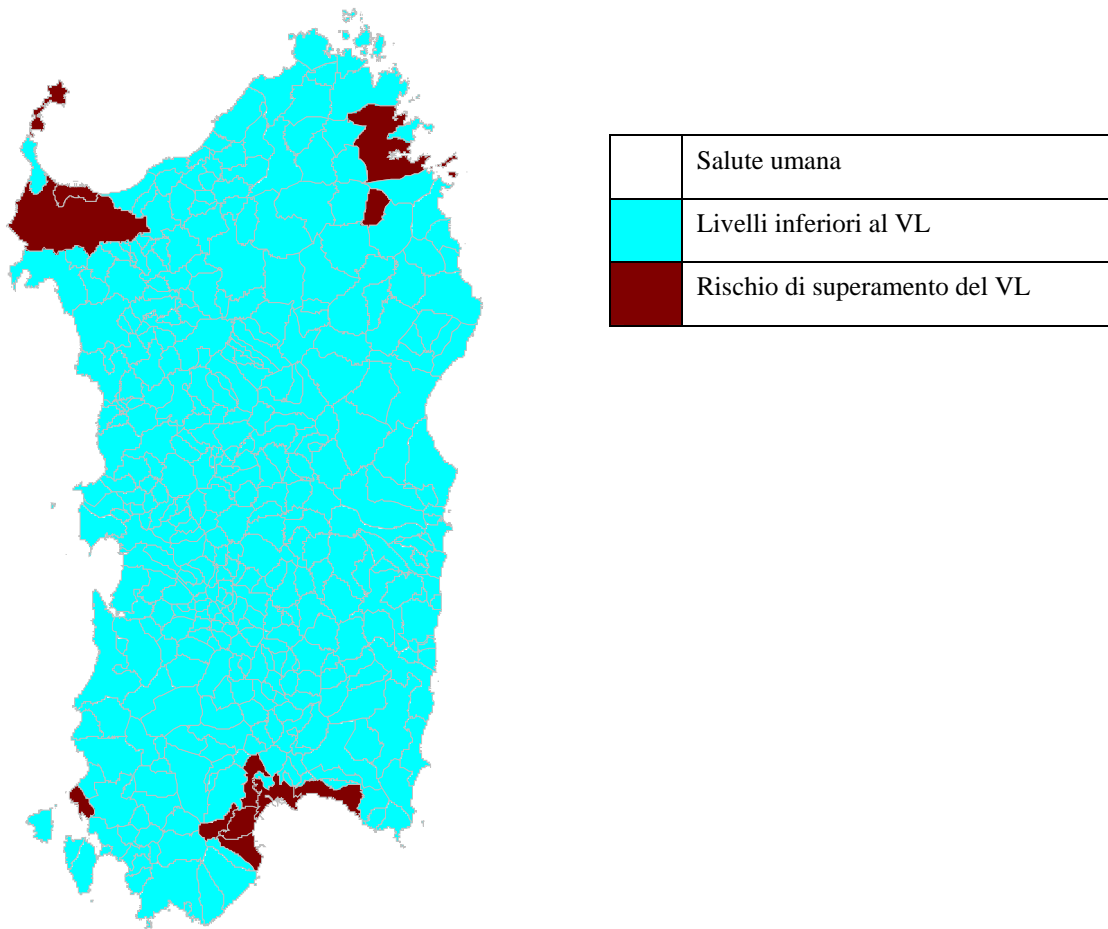


Figura 37 - Comuni interessati da un rischio di superamento del VL per la protezione della salute umana

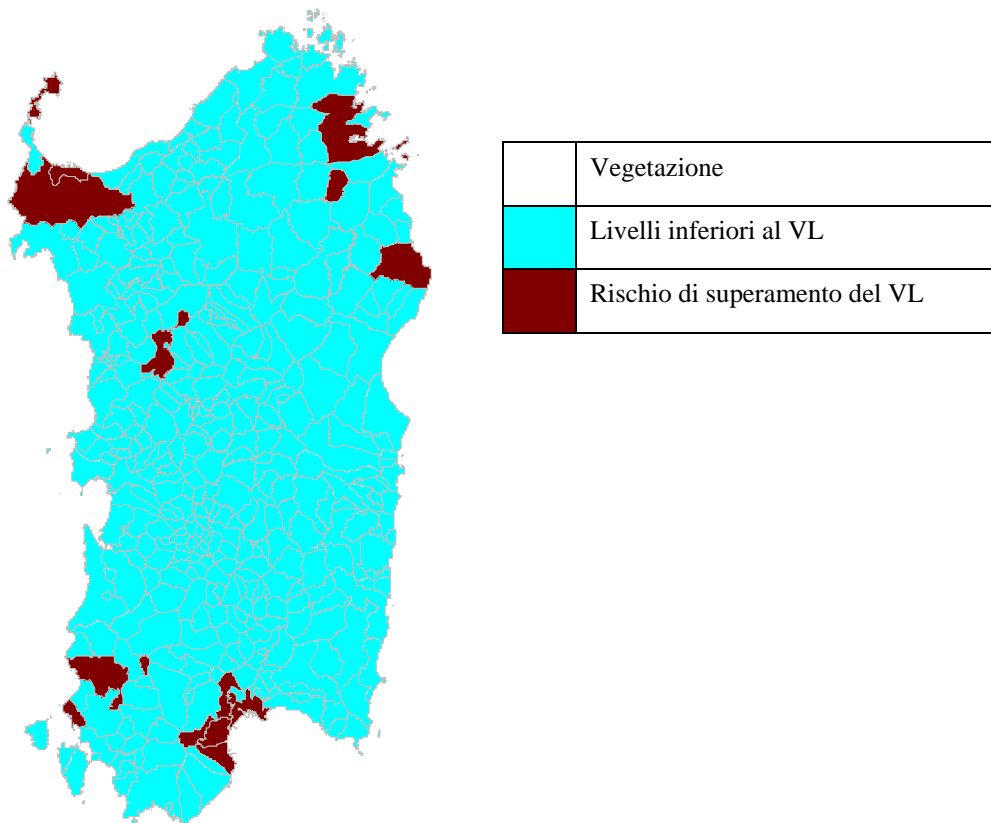


Figura 38 - Comuni interessati da un rischio di superamento del VL per la protezione della vegetazione

La due figure seguenti illustrano invece la classificazione completa dei comuni risultante dal presente lavoro, rispettivamente per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione. Queste due figure possono essere d’aiuto sia per la zonizzazione che per suggerire quali altri comuni, oltre quelli che necessiteranno di piani d’azione, può essere utile monitorare.

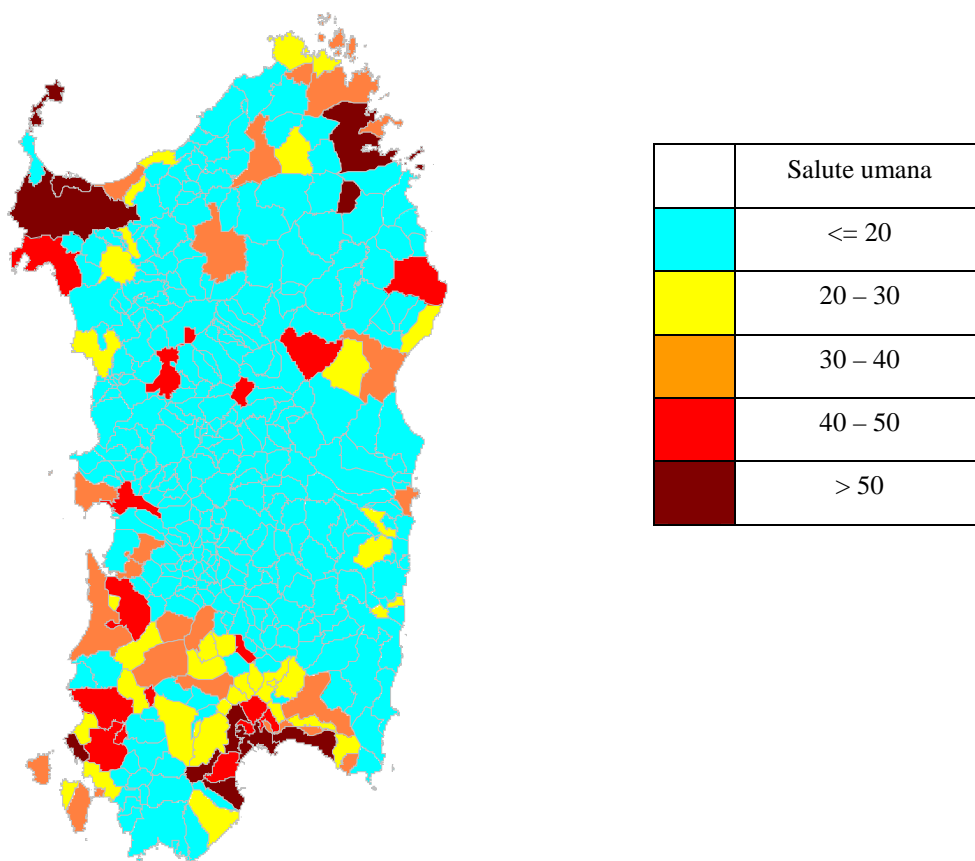


Figura 39 - Classificazione dei comuni ai fini della protezione della salute umana

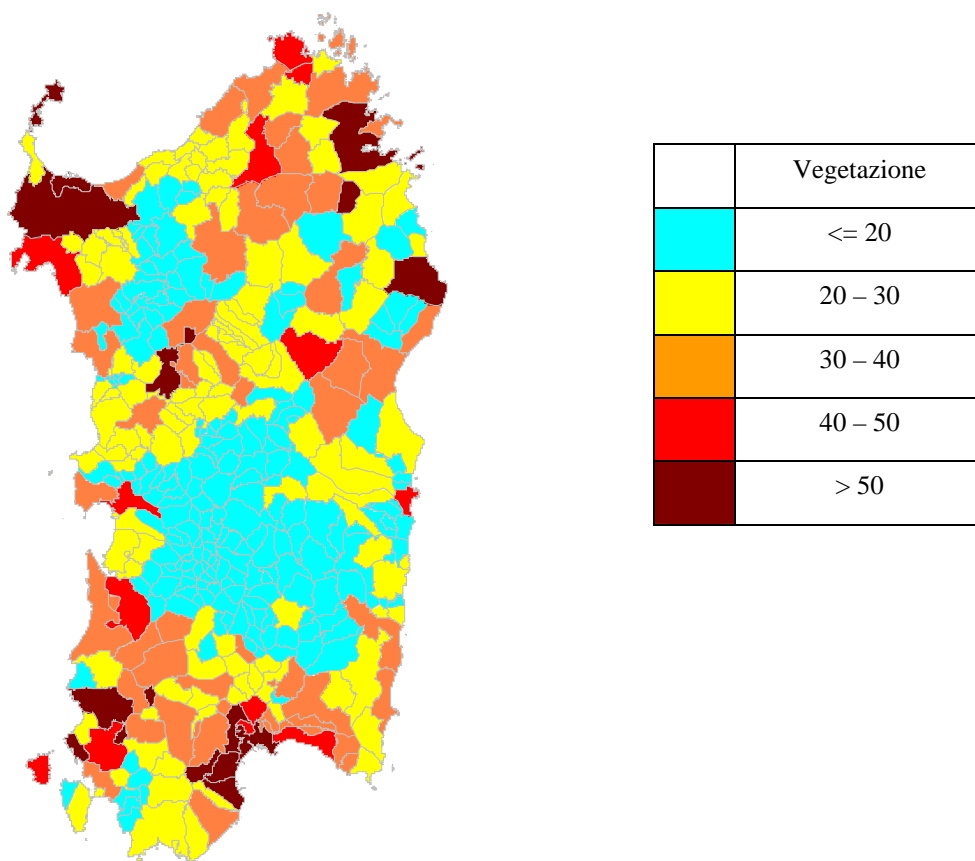


Figura 40 - Classificazione dei comuni ai fini della protezione della vegetazione

7 PROPOSTA DI ZONIZZAZIONE

7.1 SALUTE UMANA

Per quanto riguarda la protezione della salute umana si ritiene necessario definire un agglomerato attorno a Cagliari infatti, come evidente dalla Figura 39, anche altri comuni non indicati nella Figura 37 sono interessati da punteggi relativamente alti. Si ritiene inoltre importante definire un agglomerato attorno a Cagliari poiché in tale area vive una frazione importante dell’intera popolazione della Sardegna. I comuni che costituiranno l’agglomerato di Cagliari, e le loro popolazioni, sono elencati in Tabella 27. La popolazione totale dell’agglomerato supera i 291000 abitanti, è quindi oltre la soglia di 250000 indicato dalla normativa, e corrisponde a quasi il 18% della popolazione della Sardegna. Si nota infine che i comuni dell’agglomerato costituiscono un tessuto continuo densamente abitato in cui la principale fonte inquinante è il traffico autoveicolare, quindi gli inquinanti di maggiore interesse sono CO, C₆H₆, Pb, PM10 e NO_x.

Nome	Popolazione
CAGLIARI	164249
MONSERRATO	20829
QUARTUCCIU	10766
QUARTU SANT’ELENA	68040
SELARGIUS	27440

Tabella 27 - Elenco dei comuni dell’agglomerato di Cagliari

Si propone inoltre di costituire una zona caratterizzata da sorgenti di tipo misto, industriali e traffico, contigua all’agglomerato di Cagliari e composta dai comuni di Capoterra, Assemini ed Elmas. Si osserva che l’isola amministrativa di Assemini situata ad Ovest di Capoterra non dovrebbe essere interessata da problemi di inquinamento e non farà parte della zona. Gli inquinanti di maggiore interesse in questa zona sono CO, C₆H₆, Pb, PM10 e NO_x.

Si evidenziano inoltre tre zone in cui la fonte principale di inquinamento è di origine industriale: una contigua all’agglomerato di Cagliari composta dal Comune di Sarroch, una costituita da Portoscuso ed una da Portotorres. Gli inquinanti di maggiore interesse in queste tre zone sono NO₂, PM10, SO₂, VOC di origine industriale e metalli (in particolare Pb).

Infine altre due zone distinte sono costituite dai comuni di Sassari e di Olbia. In entrambe le zone il traffico autoveicolare è una fonte inquinante importante; ad Olbia contributi emissivi rilevanti arrivano anche dal traffico portuale ed aeroportuale. Gli inquinanti di maggiore interesse sono CO, NO₂, SO₂, PM10, C₆H₆.

L’agglomerato e le zone sopra indicate dovranno essere sottoposte a piani di azione qualora gli scenari di riferimento evidenzieranno superamenti dei valori limite. I comuni rimanenti costituiscono un’area estesa apparentemente senza problemi di qualità dell’aria per quanto riguarda la protezione della salute umana quindi, come indicato nell’Allegato 1 al DM 261/2002, essi andranno a costituire un’unica zona da sottoporre ad un piano di mantenimento.

La zonizzazione proposta ai fini della protezione della salute umana viene quindi illustrata in Figura 41. Nella figura sono state eliminate le isole amministrative di Olbia, Portotorres e Assemini, che non sono interessate da alti livelli di inquinamento. Ad esempio l’isola amministrativa di Portotorres è l’Asinara, che ha emissioni pressoché nulle.

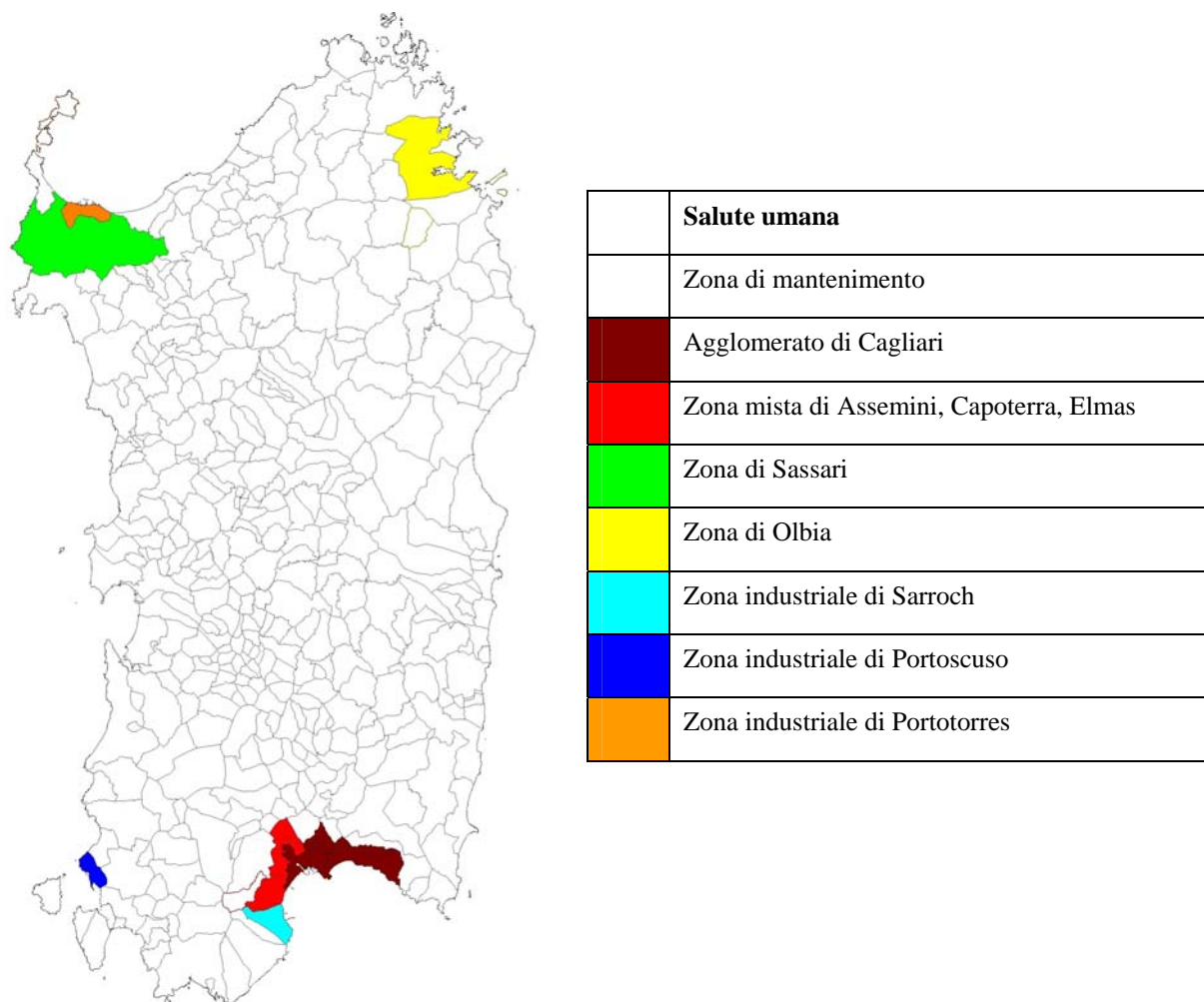


Figura 41 - Zone proposte ai fini della protezione della salute umana

7.2 VEGETAZIONE

La Figura 38 e la Figura 40 mostrano che i comuni da proteggere dal punto di vista della salute umana sono leggermente diversi rispetto a quelli da proteggere dal punto di vista della vegetazione. In particolare alcuni comuni attorno a Cagliari che erano di interesse per la protezione della salute umana non lo sono per la protezione della vegetazione, mentre devono essere aggiunti i comuni di Iglesias, Siniscola e Macomer.

Per quanto riguarda l’agglomerato di Cagliari e le due zone ad esso vicine si osserva che:

- i comuni che vi appartengono sono caratterizzati da punteggi medio alti in merito al rischio di superamento dei VL per la vegetazione;

- dal punto di vista della gestione della qualità dell’aria è comodo non utilizzare troppe zone diverse.

Si ritiene quindi opportuno utilizzare l’agglomerato di Cagliari, la zona mista e la zona industriale di Sarroch anche per la protezione della vegetazione.

Le zone di Sassari, Olbia, Portofino e Protoscuso rimangono invariate rispetto alla zonizzazione per la protezione della salute umana.

Si aggiungono infine tre zone costituite rispettivamente dai comuni di Iglesias, Siniscola e Macomer. In questi tre comuni gli inquinanti di maggiore interesse sono NO_x e SO₂ e, in particolare per Macomer, O₃.

Si osserva che ai fini della protezione della vegetazione anche le isole amministrative dei comuni devono essere considerate. Infatti esse sono solitamente le aree di maggior pregio naturalistico.

Alla luce di queste considerazioni, la zonizzazione proposta ai fini della protezione della vegetazione viene illustrata in Figura 42; si nota che essa è la zonizzazione proposta per la protezione della salute umana con l’aggiunta delle zone di Iglesias, Macomer e Siniscola.

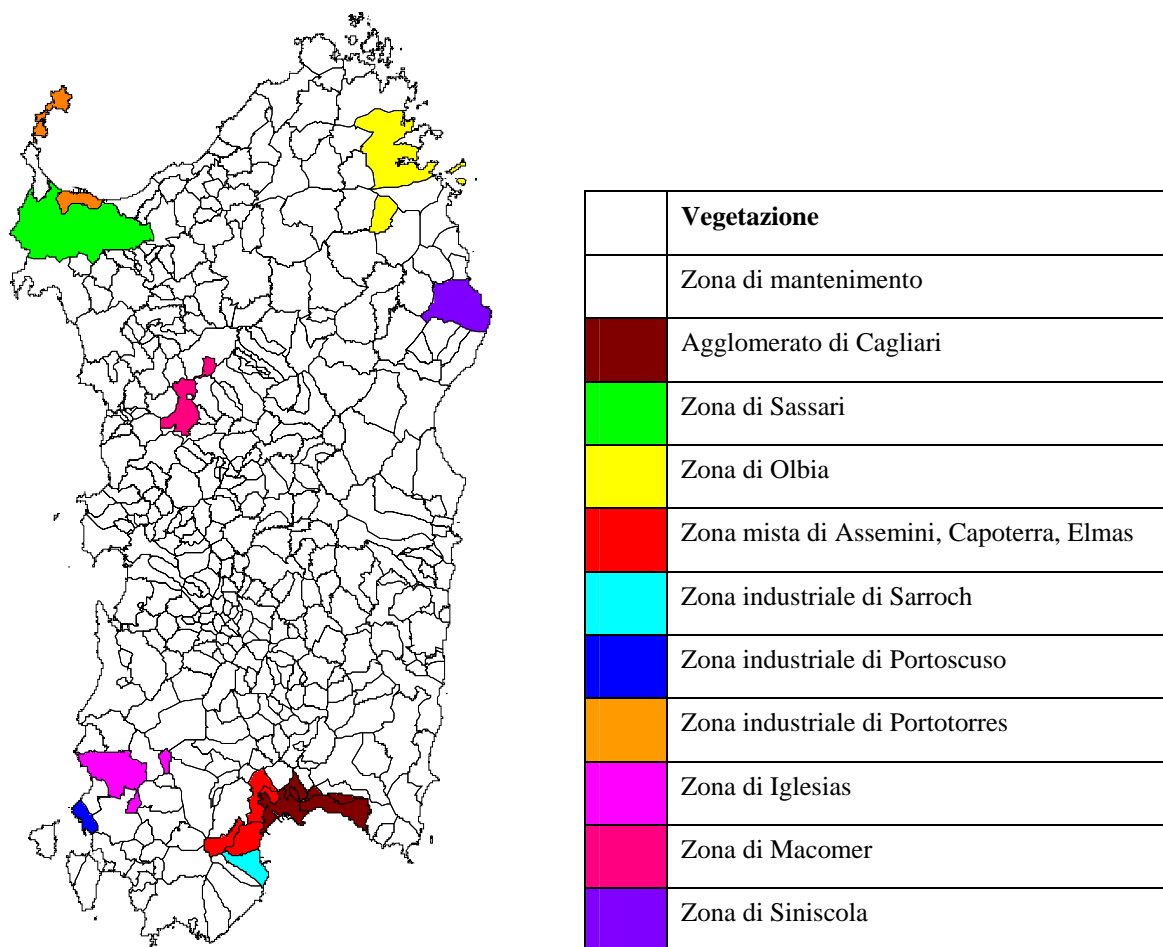


Figura 42 - Zone individuate ai fini della protezione della vegetazione

8 RIFERIMENTI

- Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 351
- Decreto Ministeriale aprile 2002, n. 60
- Air Quality Steering Group. Guidance on assessment under EU air quality directives. Final Draft.
- EEA Technical Report n. 11 (1998) Guidance report on preliminary assessment under EC air quality directives.
- Direttiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 febbraio 2002 relativa all’ozono nell’aria.
- Decreto Ministeriale 261/2002 (Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell’aria ambiente, i criteri per l’elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351).
- Regione Autonoma della Sardegna – Carta dell’uso del suolo, Note illustrative. Edizione 2002.