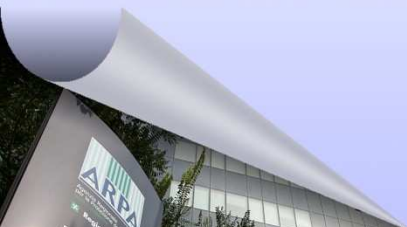


Mappatura delle coperture in cemento-amianto e monitoraggio delle fibre in aria

**Anna Somigliana, Enrico Zini
ARPA Lombardia**

**Convegno: "Amianto: conoscere per gestire"
Cremona, 4 Ottobre 2012**

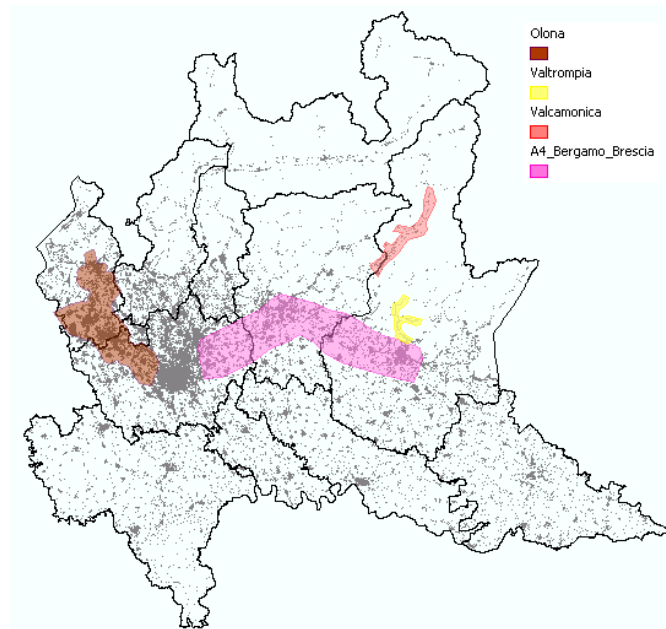


- 1) Mettere a disposizione delle Amministrazioni Locali e delle ASL presenti nell'area investigata dal progetto un'informazione molto dettagliata sulla localizzazione delle coperture in cemento-amianto per supportare la pianificazione delle operazioni di rimozione delle coperture.
- 2) Fornire una stima del quantitativo di coperture in cemento-amianto presenti nel territorio regionale allo scopo di valutare il fabbisogno di discariche specializzate.

Mappatura: quadro di riferimento

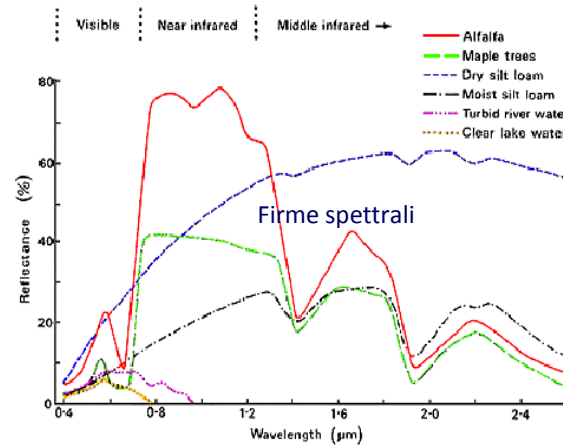
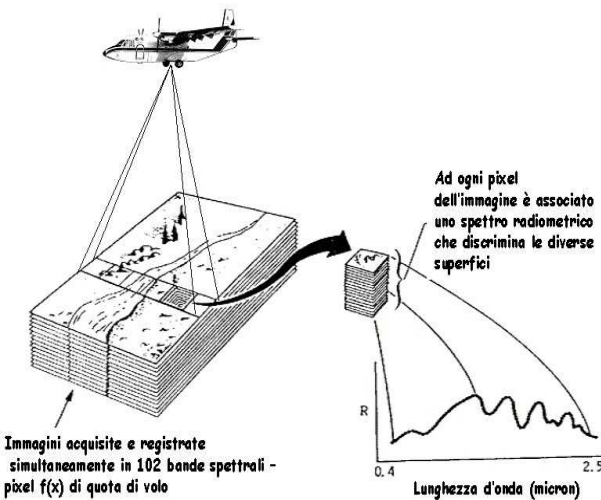
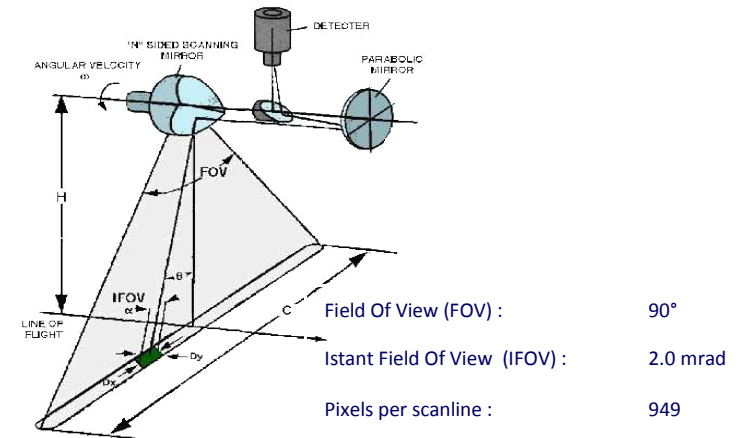
- 1) La mappatura delle coperture in cemento-amianto in Lombardia è stata prevista dalla Legge Regionale N°17/2003.
- 2) Il Piano Regionale Amianto della Lombardia (PRAL) approvato con D.g.r. del 22/12/2005 n.8/1526, ha definito i requisiti e le modalità di esecuzione della mappatura, basate su telerilevamento da aereo con scanner iperspettrale.
- 3) La fattibilità della mappatura delle coperture in cemento con il telerilevamento era già stata dimostrata da diversi rilievi tra i quali: quello sulla città di Milano e quello sull'area della Fibronit a Broni. La accuratezza delle classificazioni ottenute in questi rilievi era risultata superiore al 90%.

Mappatura: scelta delle aree da rilevare



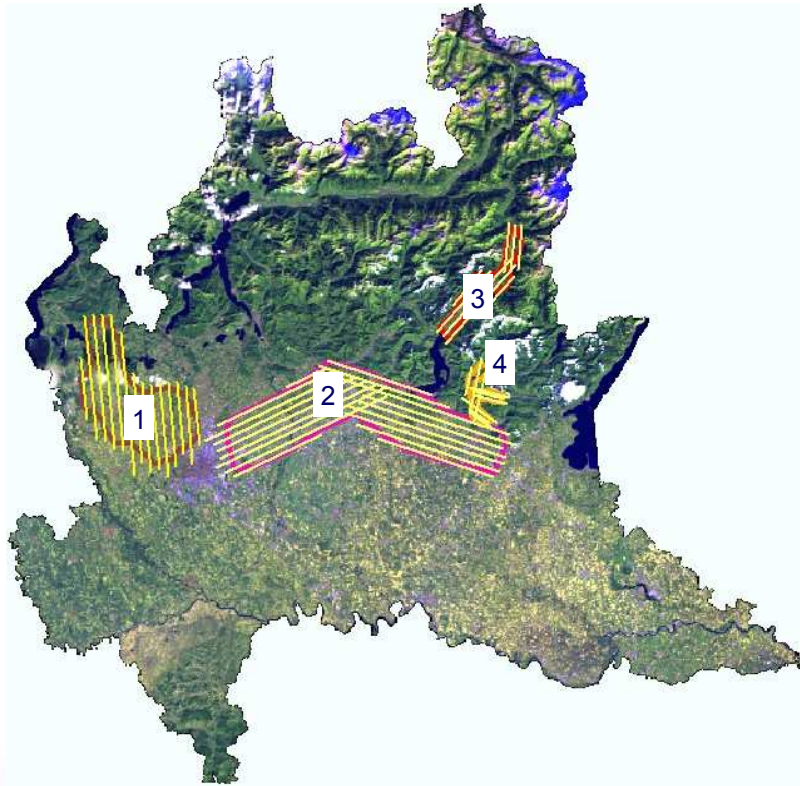
Area	Km ²
Bacino settentrionale dell'Olon	653
Corridoio autostradale Milano-Brescia	1202
Valcamonica	144
Valtrompia	63
Totale	2062

MIVIS: Multispectral Infrared and Visible Imaging Spectrometer



Spettrometro	Bande Spettrali	Lunghezza d'onda (µm)
1	1 - 20	0.43 - 0.83
2	21 - 28	1.15 - 1.55
3	29 - 92	1.98 - 2.48
4	93 - 102	8.18 - 12.70

Mappatura: le riprese aeree



Piani di volo

Altezza di volo dal suolo	~ 1500 m
Dimensione del pixel	~ 3 m
Larghezza della strisciata	~ 3000 m
Sovrapposizione tra le strisciate	> 20%
N° totale strisciate	47
Lunghezza totale strisciate	8100 Km
Periodo delle riprese	Luglio-Agosto 2007

Correzioni geometriche



Immagine originale

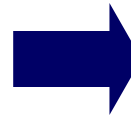
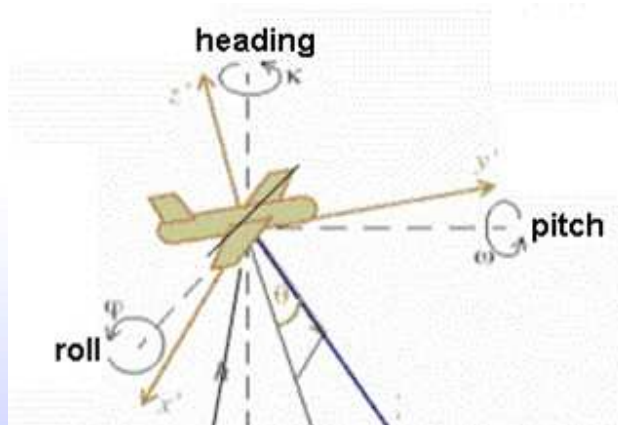


Immagine corretta

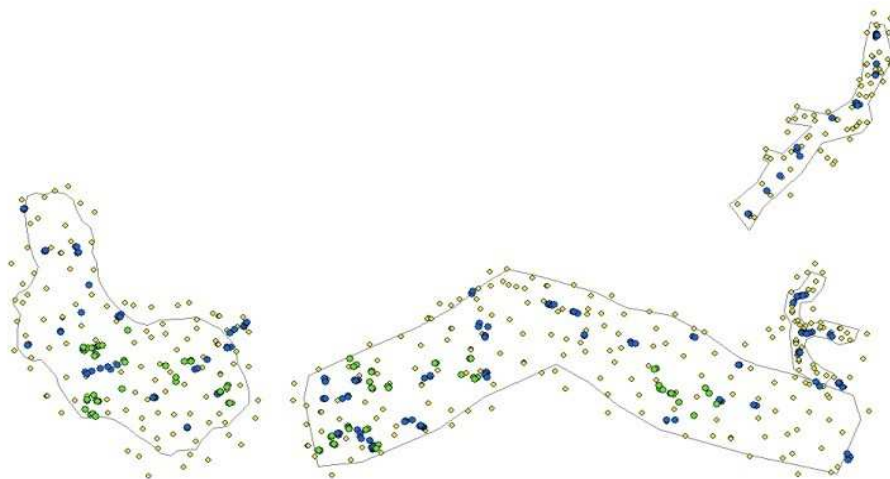


Area	RMSE (m)
Bacino settentrionale dell'Olona	3.13
Corridoio autostradale Milano-Brescia	2.73
Valcamonica	3.57
Valtrompia	2.15

Errori geometrici residui

Mappatura: elaborazione delle immagini

Acquisizione dei punti di verità a terra per tarare la classificazione e per verificarne l'accuratezza



Distribuzione dei punti di verità a terra (i punti gialli sono stati utilizzati per la verifica della correzione geometrica)



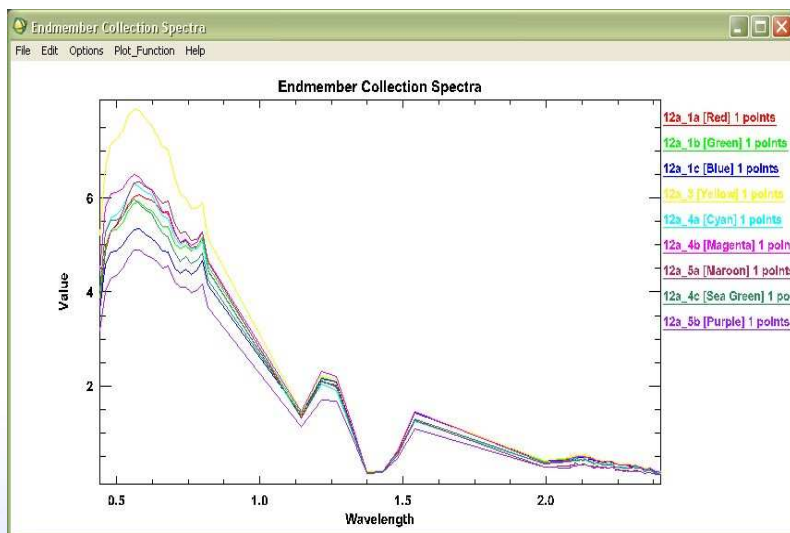
Esempio di punto di verità a terra



Insiemi di punti	N° punti
Calibrazione della classificazione (blu)	197
Valutazione della accuratezza della classificazione (verde)	115

Classificazione

- Creazione di una "libreria" di firme spettrali sulla base dei punti di verità a terra corrispondenti a diverse tipologie di coperture in cemento-amianto.
- Selezione delle bande spettrali più significative: 68 su 102 bande.
- Classificazione mediante l'algorithmo SAM (Spectral Angle Mapper).



Libreria delle firme spettrali



Primo risultato della classificazione: i colori rappresentano diverse tipologie di coperture in cemento-amianto

Valutazione della accuratezza della classificazione

Matrice di confusione

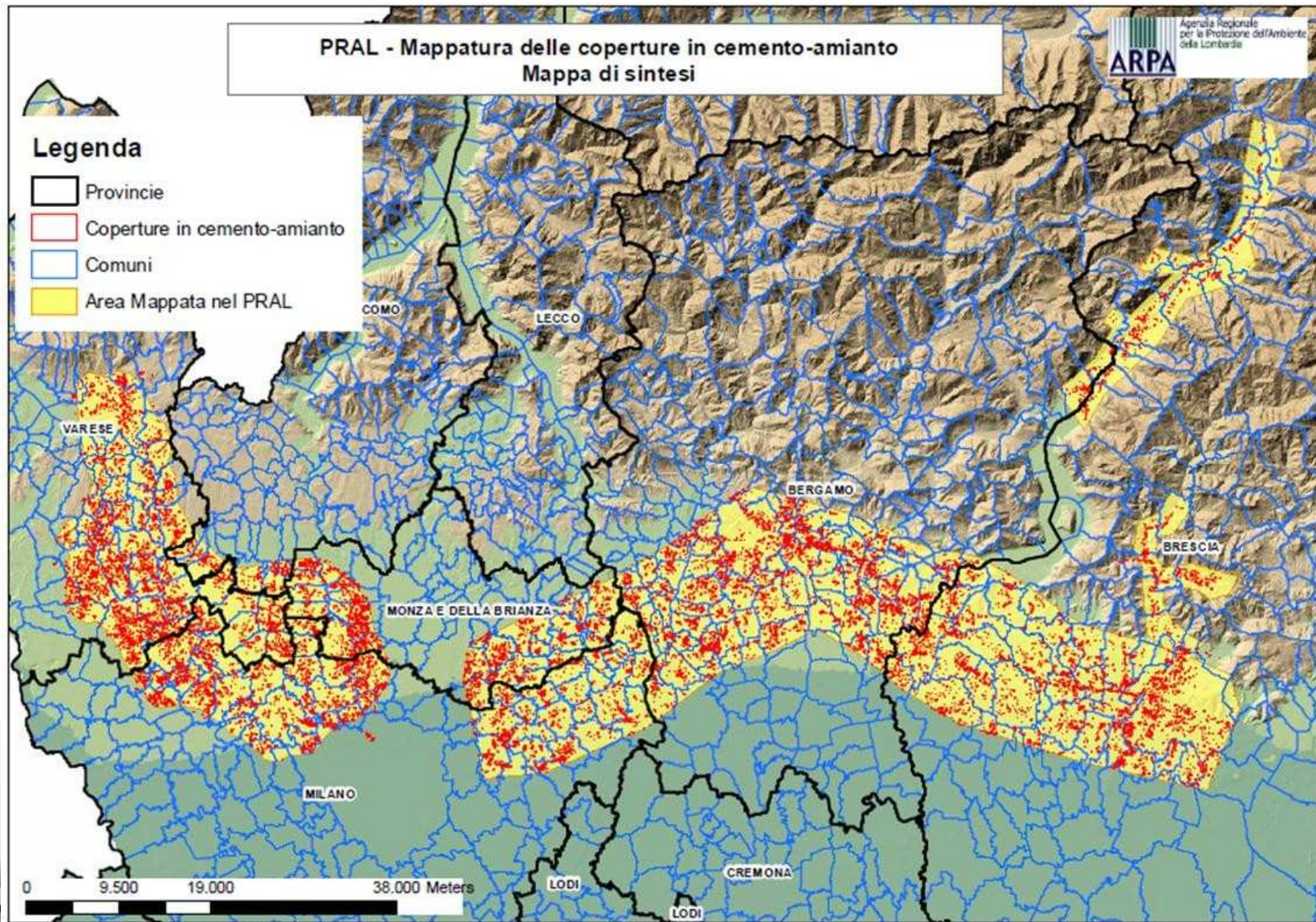
		Punti di verità a terra		
		Cemento - amianto	Altro	Totale
Punti classificati	Cemento - amianto	93	2	95
	Altro	8	12	20
	Totale	101	14	115

Falsi positivi : 2.1 %
(errori di commissione)

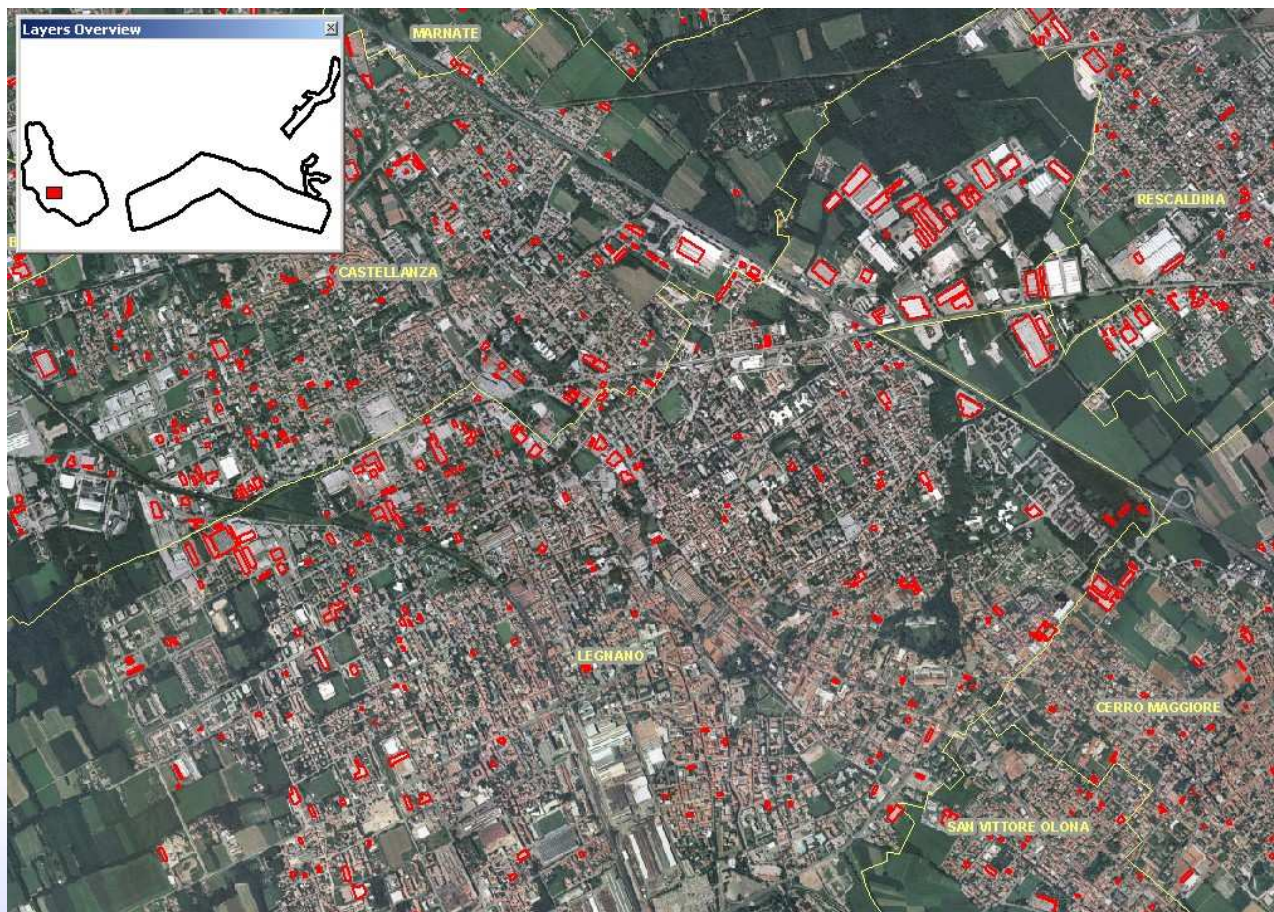
Falsi negativi : 7.9 %
(errori di omissione)

Accuratezza totale: 91.3 %

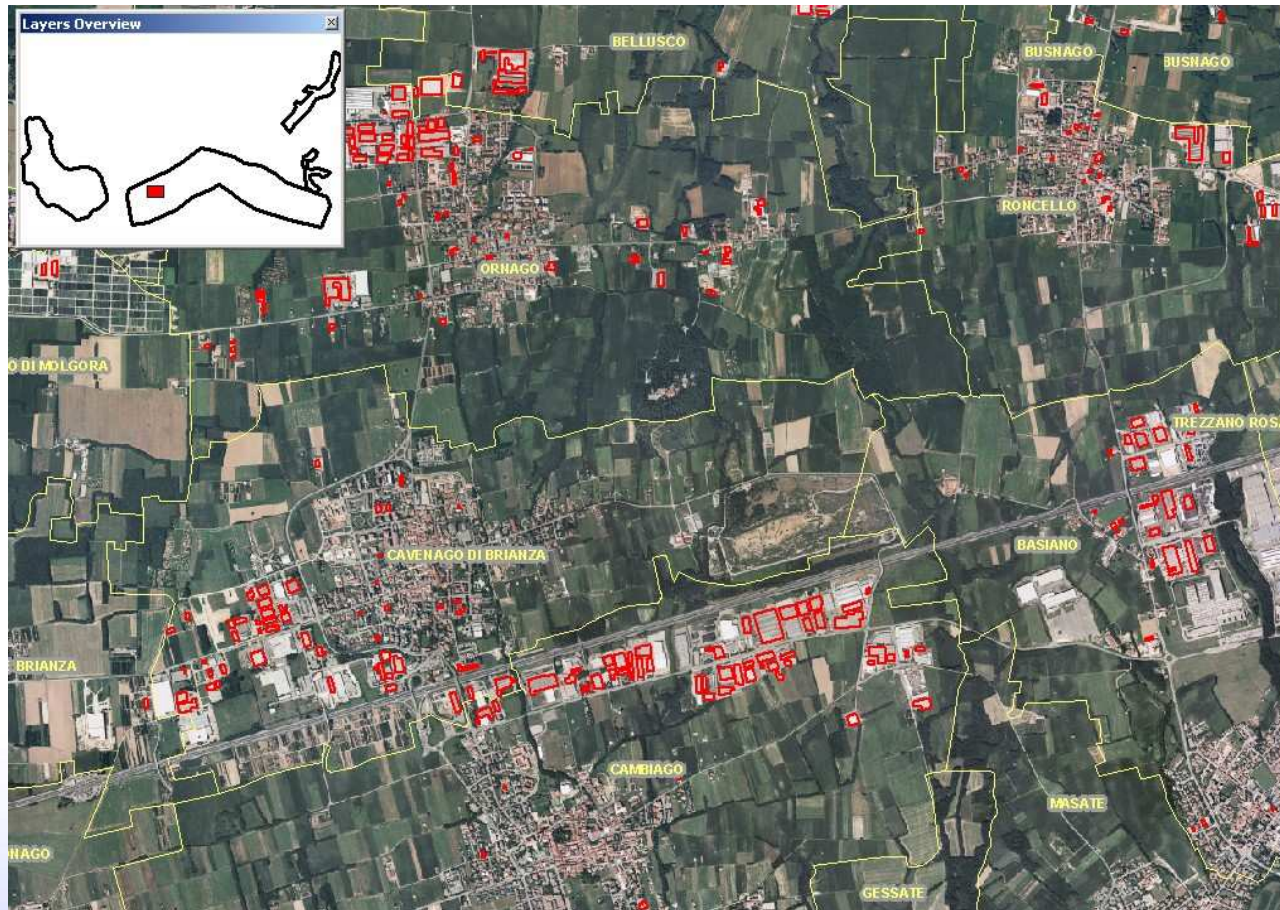
Mappatura: risultati



Bacino settentrionale dell'Olna



Corridoio autostradale Milano-Brescia



Statistiche

N° comuni mappati: 321

Area	Superficie Km ²	Coperture in cemento-amianto		
		N° coperture	Superficie (Km ²)	Volume stimato (m ³)
Bacino settentrionale dell'Olona	653	10 445	8.19	273 986
Corridoio autostradale Milano-Brescia	1 202	13 258	13.87	462 273
Valcamonica	144	733	0.56	18 821
Valtrompia	63	525	0.42	14 122
Totale	2 062	24 961	23.05	768 202

Estrapolazione al territorio regionale per l'anno 2007

Province	Stima Volume 2007 (m ³)
BG	320.010
BS	446.473
CO	160.964
CR	174.014
LC	97.909
LO	90.765
MI+MB	784.808
MN	226.980
PV	205.664
SO	46.112
VA	278.774
Totale	2.832.473

Stima della superficie delle coperture in cemento-amianto in Lombardia al 2007:	81 Km²
Stima del volume delle coperture in cemento-amianto in Lombardia al 2007:	2,8 Milioni m³
Stima del volume delle coperture in cemento-amianto in Lombardia al 2011 (dal MUD):	2.5 Milioni m³
Stima % del volume smaltito di coperture in cemento-amianto in Lombardia tra il 2007 e il 2011:	11,6%

Mappatura: considerazioni sui risultati

Casi speciali nei quali si ottiene una sottostima delle superfici in cemento-amianto



Coperture in cemento-amianto inferiori alla
unità minima cartografabile (~100 m²)



Coperture in cemento-amianto parzialmente
rinnovate

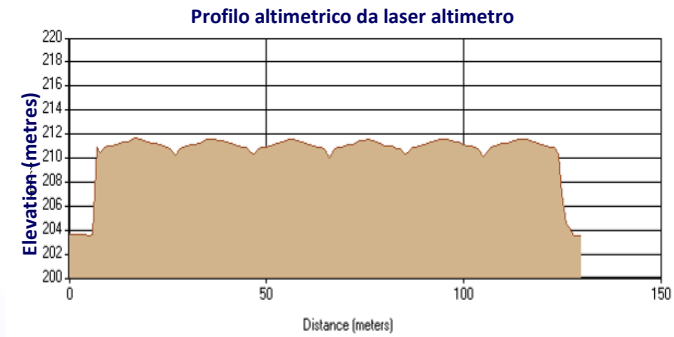
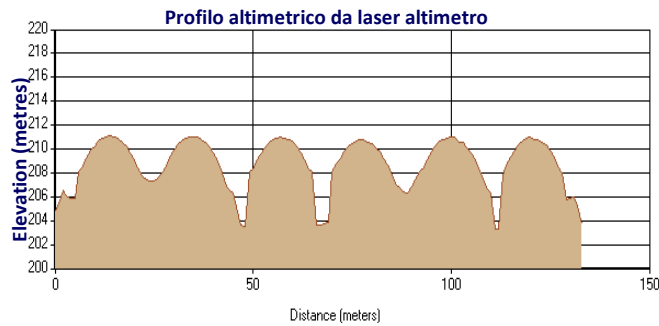
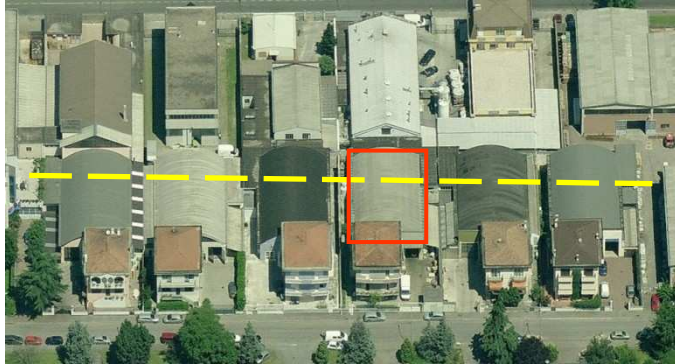


Coperture in cemento-amianto trattate con
vernici protettive

Mappatura: considerazioni sui risultati

Casi speciali nei quali si ottiene una sottostima delle superfici in cemento-amianto

Geometria dei tetti



Le riprese aeree proiettano le superfici curve dei tetti su una superficie piana



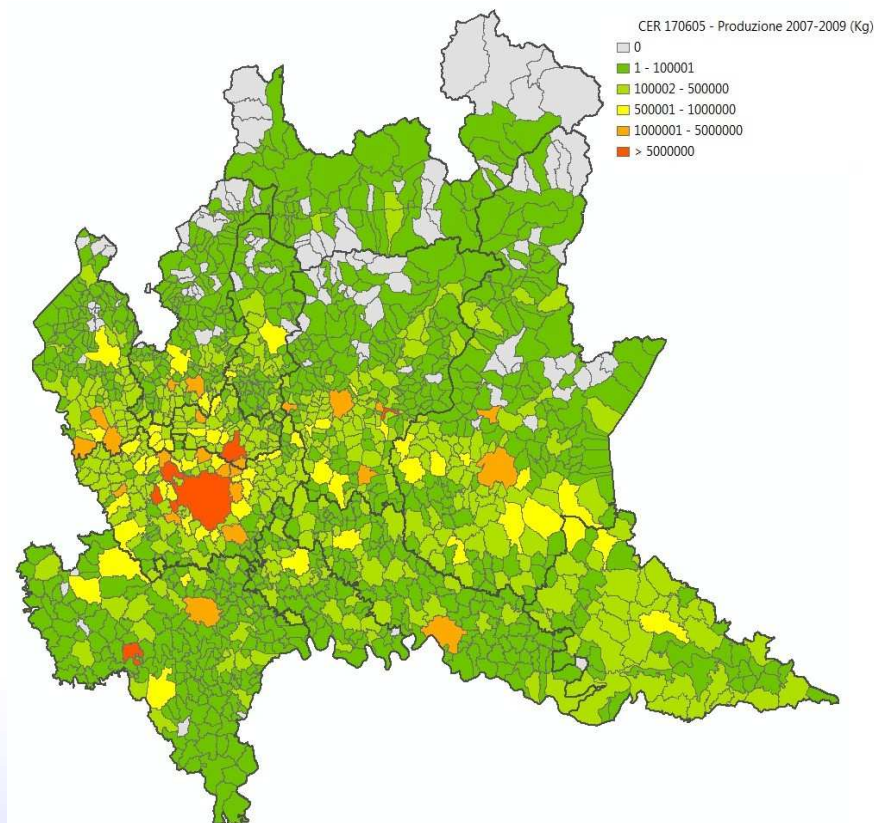
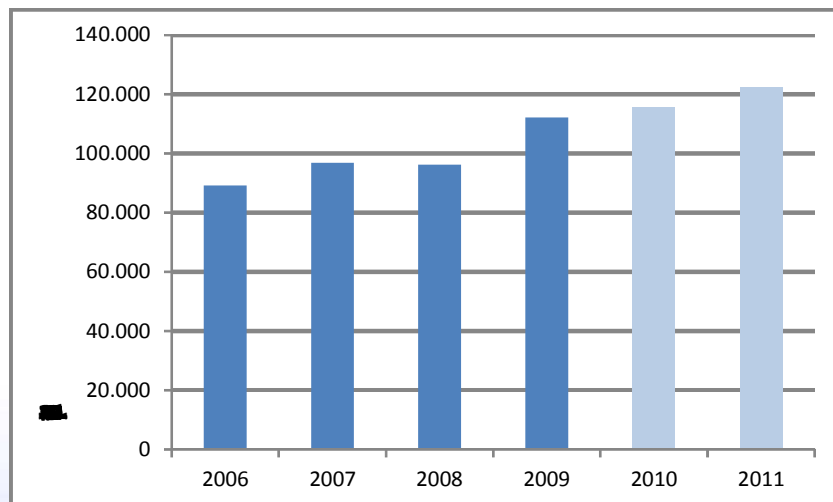
ne deriva una sottostima delle superfici in cemento-amianto

Mappatura: aggiornamento

Aggiornamento indiretto dei dati 2007 sulla base dei dati MUD sulla produzione di rifiuti

Fonte dei dati proxy: MUD (disponibili per il periodo 2007-2009, estrapolata la tendenza per il 2010 e 2011).

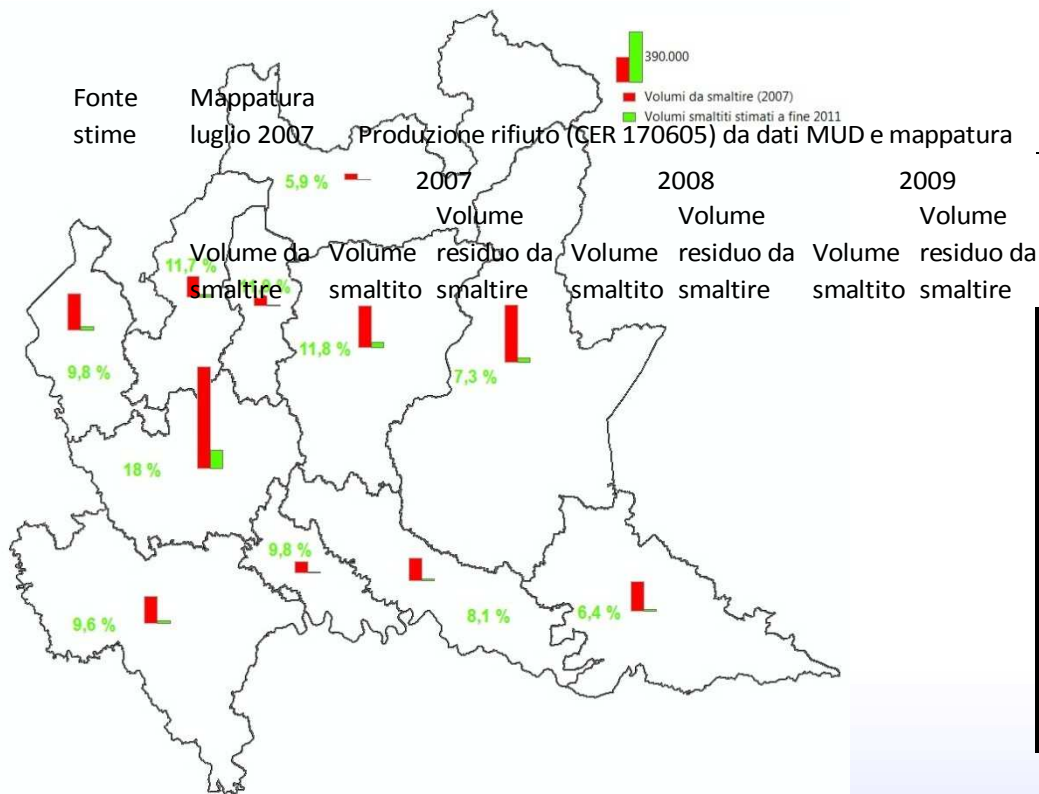
Produzione rifiuto CER 170605 "materiali da costruzione contenenti amianto", circa il 95% del totale dei RCA)



Produzione comunale di rifiuti CER 170605 nel triennio 2007-2009 (espressi in Kg)

Mappatura: aggiornamento

Aggiornamento indiretto dei dati 2007 sulla base dei dati MUD sulla produzione di rifiuti



Fonte Mappatura luglio 2007

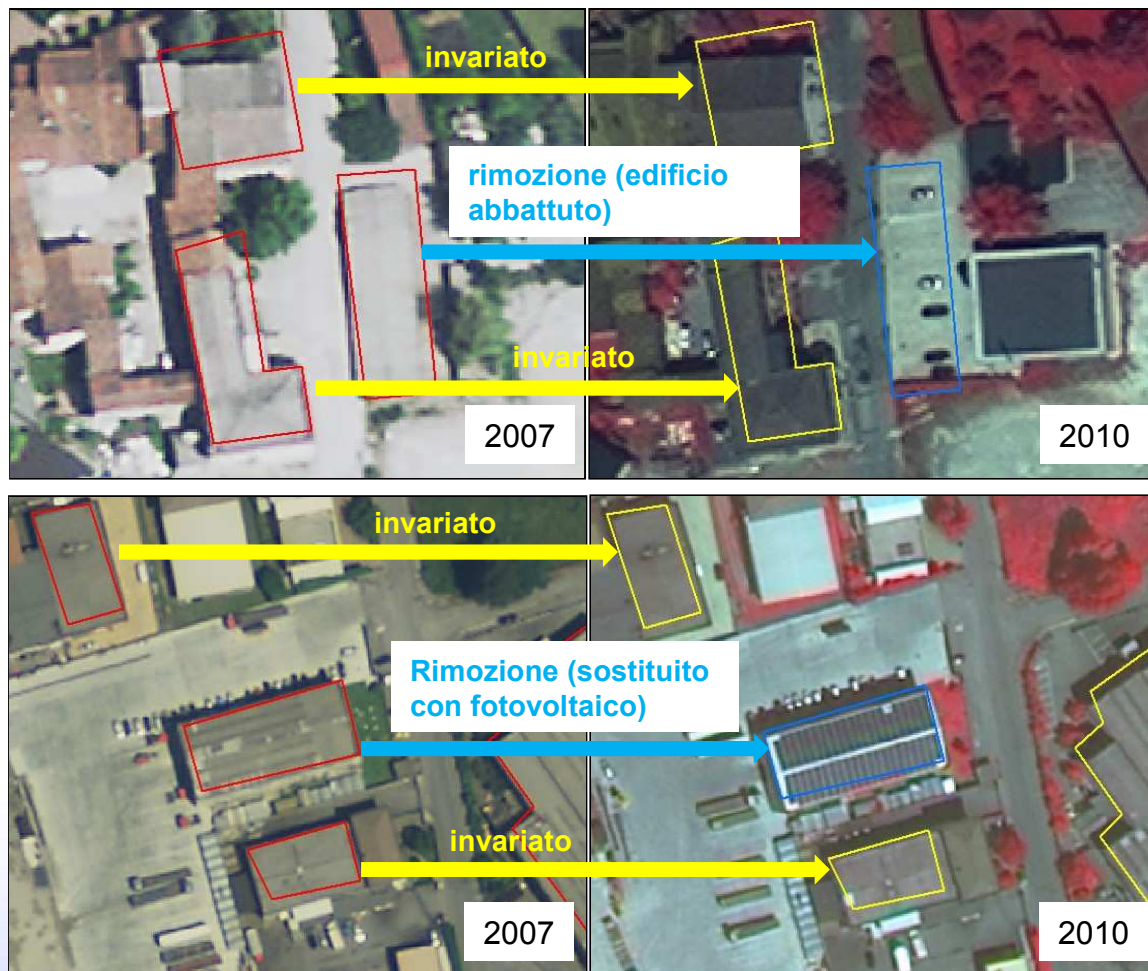
Produzione rifiuto (CER 170605) da dati MUD e mappatura

Provincia	2007		2011	
	Volume da smaltire (mc)	Volume residuo da smaltire (%)	Volume da smaltire (mc)	Volume residuo da smaltire (%)
BG	320.010	11,8%	282.275	
BS	446.473	7,3%	414.090	
CO	160.964	11,7%	142.093	
CR	174.014	8,1%	159.976	
LC	97.909	11,9%	86.258	
LO	90.765	9,8%	81.906	
MI-MB	784.808	18,0%	643.668	
MN	226.980	6,4%	212.541	
PV	205.664	9,6%	185.840	
SO	46.112	5,9%	43.412	
VA	278.774	9,8%	251.368	
TOT	2.832.473	11,6%	2.503.428	

Mappa su base provinciale dei quantitativi di coperture stimate sulla base della **mappatura del 2007**, rispetto alle **coperture smaltite stimate a fine 2011** (da dati MUD)

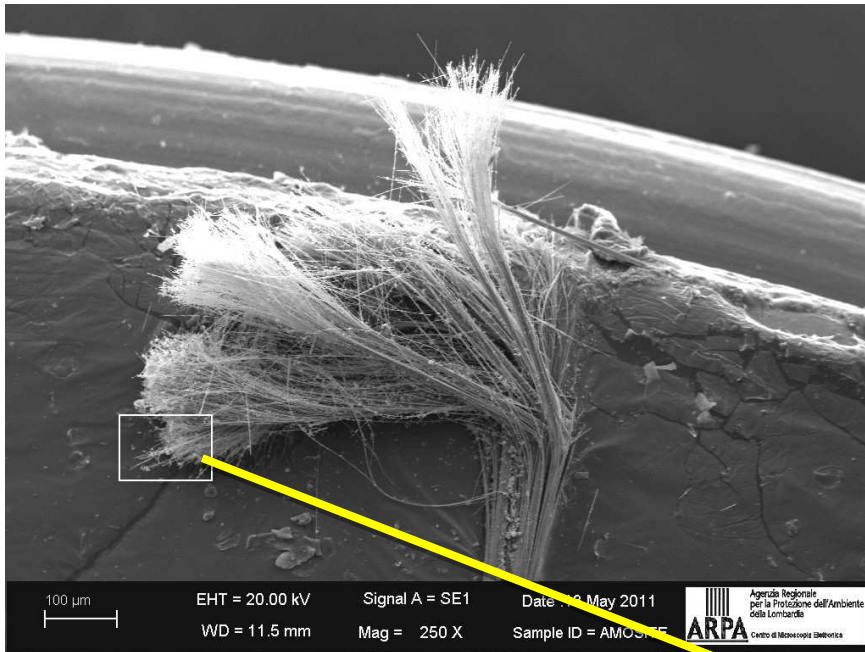
Mappatura: aggiornamento

Aggiornamento diretto dei dati 2007 da realizzare nel 2013 sulla base di ortoimmagini 2012

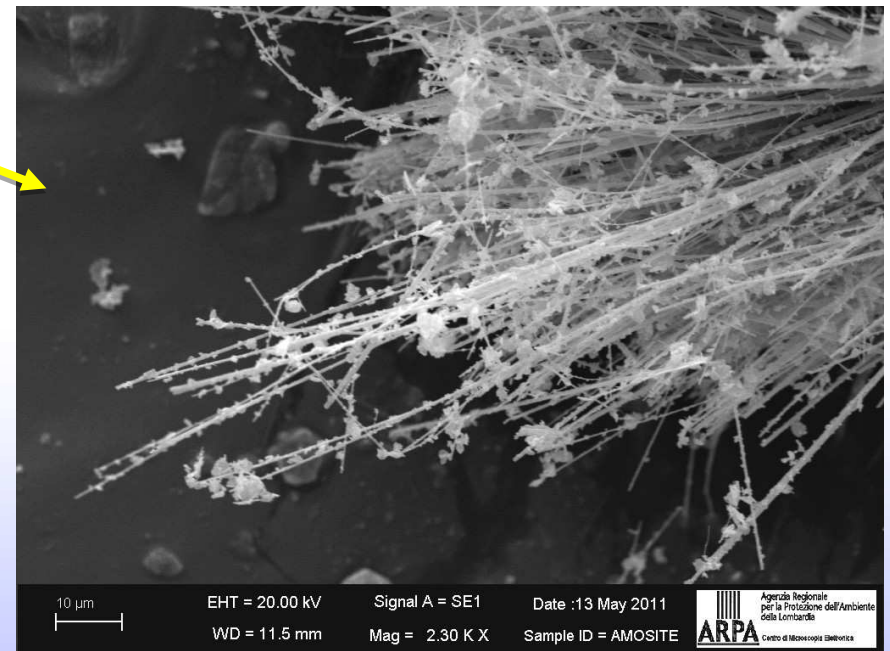


Test di fattibilità realizzato con immagini satellitari Worldview (risoluzione 0.5m) del 2010

Monitoraggio fibre: l'oggetto



Fascio di anfibolo della dimensione di 1 capello



Il fascio risulta composto da migliaia di fibre

- La misura della concentrazione di fibre di amianto in aria è espressa in fibre/litro.
- La normativa non fissa limiti per la concentrazione di fibre per l'aria ambiente.
- Il DM 6/9/94 fissa a **2 fibre/litro** il limite per la restituibilità degli ambienti bonificati.
- Le Linee Guida *Air Quality Guidelines for Europe, 2005 Upgrade* della World Health Organization (WHO) afferma che: "una esposizione per tutta la vita a **1 fibra/litro** in una popolazione con il 30% di fumatori può provocare:
 - Eccesso di rischio per tumore polmonare: $10^{-6} - 10^{-5}$
 - Eccesso di rischio per mesotelioma : $10^{-5} - 10^{-4}$

Monitoraggio fibre: metodologia

- Misure effettuate dal Centro di Microscopia Elettronica di ARPA Lombardia (Accreditato ai sensi della norma ISO 17025 N. 0780)
- Metodica di riferimento: DM 6/9/94 All. 2 B
- Si rilevano le "fibre normate"
 - lunghezza: $> 5 \mu\text{m}$
 - diametro: $< 3 \mu\text{m}$
 - rapporto lunghezza/diametro > 3
- Metodica analitica:
 - microscopio elettronico a scansione (SEM-EDS)
 - ingrandimenti: 2000 X
 - limite di rilevabilità (DL) ≈ 0.04 fibre/litro
 - Sensibilità analitica (AS) ≈ 0.01 fibre/litro
 - 500 campi di osservazione
 - volume campionato: 2000-4000 litri



Elenco delle postazioni di monitoraggio del fondo ambientale

Provincia	Indirizzo
Bergamo	Bergamo Via Meucci
Brescia	Brescia Via Cantore 20
Como	Como Stazione centro
Cremona	Cremona Piazza Cadorna
Lecco	Lecco Scuola Materna S. Stefano
Lodi	Lodi Scuola Pezzani
Mantova 1	Mantova Stazione Ariosto
Mantova 2	Mantova – Bosco Fontana
Milano	Milano Via Pascal
Pavia	Pavia Via Bixio 13
Sondrio	Sondrio Via Mazzini
Varese	Varese Via Campigli

Monitoraggio fibre: valori di fondo

- Stazioni per la misurazione del fondo situate in ogni Provincia.
- Misure con frequenza mensile dal 2007 al 2009 nell'ambito del progetto PRAL.
- dati validi: 82%.
- 75% dei valori misurati inferiori al DL (0 fibre contate nell'analisi)
- Valori calcolati attribuendo ai risultati minori del limite di rilevabilità il valore di 0.01 fibre/litro.
- Fibre trovate: 65% fibre di amianto crisotilo e 35% fibre di anfibolo

Stazione	Fibre/litro media 2007-2009
Bergamo	0.012
Brescia	0.010
Como	0.013
Cremona	0.015
Lecco	0.015
Lodi	0.013
Mantova	0.011
Milano	0.014
Pavia	0.030
Sondrio	0.013
Varese	0.013

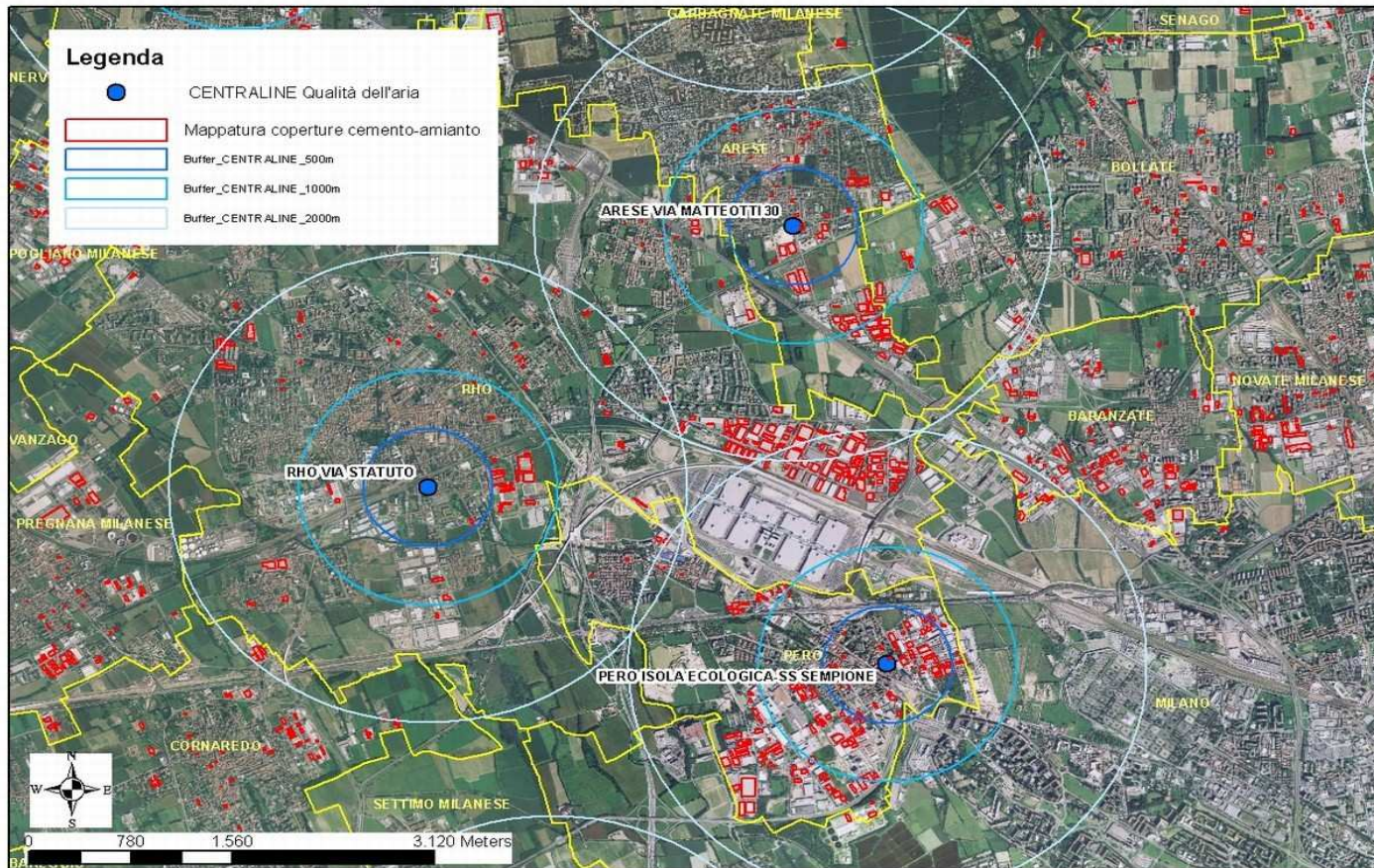
Monitoraggio fibre: sito Fibronit di Broni

- 7 postazioni di misura
- Campionamenti 2 volte al mese in almeno 4 postazioni
- Anno inizio monitoraggio: 2000



Anno	Fibre/litro
2000	0.110
2001	0.310
2002	0.220
2003	0.090
2004	n.d.
2005	0.020
2006	0.040
2007	0.030
2008	0.012
2009	0.009
2010	0.008
2011	0.006
2012	In corso

Monitoraggio fibre: area Rho/Pero



- campionamento giornaliero per 50 giorni
- 92% dei risultati inferiori al DL
- valore max: 0.03 fibre/litro

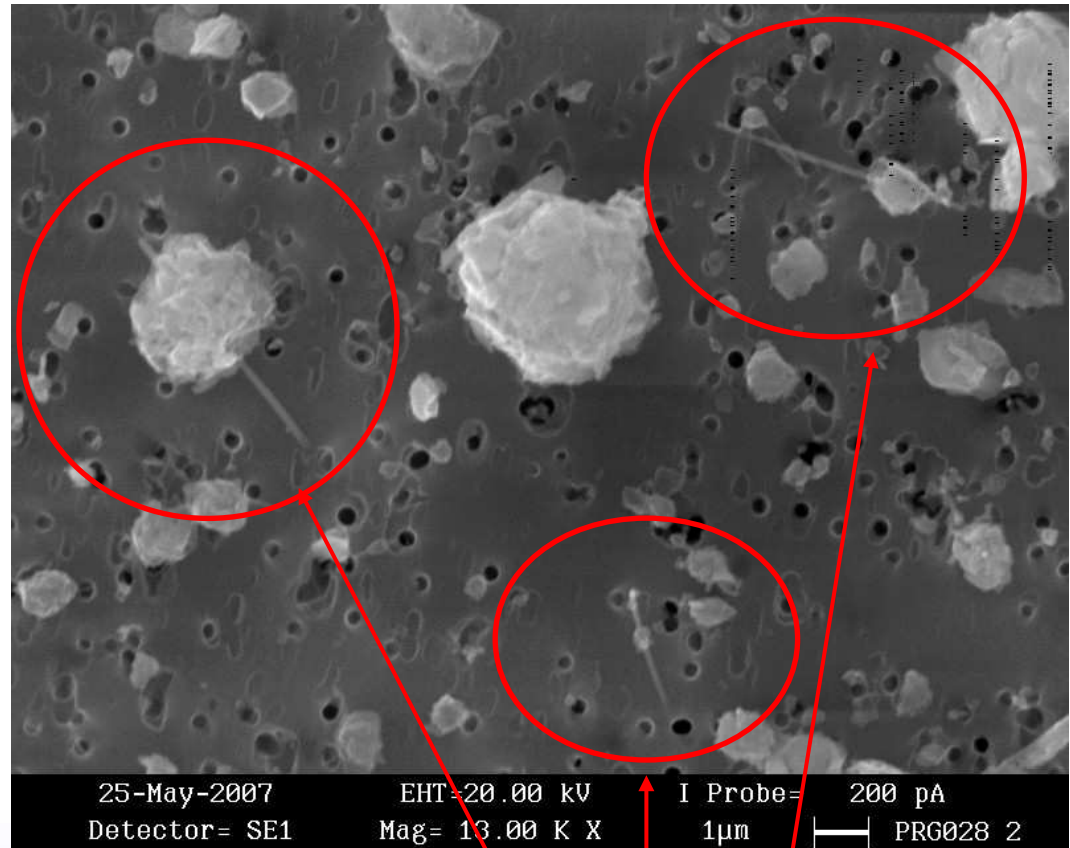
Monitoraggio fibre: discariche

- Discarica di amianto di Cavriana (Mantova).
- Campagna di misura eseguita dopo il termine della coltivazione della discarica.
- Campionamenti eseguiti dall'ASL di Mantova il 19-20 Maggio 2009.
- 10 postazioni distanti meno di 100 m dal centro della discarica.
- 1 misura per postazione.
- Valore massimo misurato: 0.02 fibre/litro.
- 80% dei valori inferiori al DL.



Monitoraggio fibre ultrafini

- 2 postazioni di misura: Broni e Milano città
- 1 misura al mese dal 2006 a Broni
- 1 misura al mese nel periodo 2008-2009 a Milano città
- Analisi effettuata a 12000X per visualizzare le fibre di amianto con dimensioni inferiori alle fibre normate
- Nelle analisi delle postazioni di fondo non è mai stata trovata una fibra di amianto di dimensioni inferiori alle normate.



Esempi di fibre di amianto ultrafini
(Immagini del progetto Valmalenco)

Conclusioni: Attività di Monitoraggio

- I valori di fondo ambientale da fibre di amianto normate aerodisperse, in questa indagine, **sono risultati molto bassi**.
- I valori di fibre di amianto aerodisperse misurati in prossimità di **situazioni potenziali di rischio** quali l'area di Broni, una discarica da amianto e una zona caratterizzata dalla vicinanza di un numero di coperture in amianto molto elevato, **sono risultati molto bassi**.
- I livelli residui di rischio per la popolazione sono dunque **molto al di sotto** di quelli indicati da OMS.
- **Non è stata riscontrata in aria ambiente la presenza di fibre di amianto ultrafini**.
- Questi dati rappresentano **un buon riferimento** per la valutazione del possibile impatto ambientale di impianti di nuova realizzazione quali discariche di amianto o impianti di inertizzazione.

Grazie per l'attenzione

Dott.ssa Anna Somigliana – ARPA Lombardia
e-mail: a.somigliana@arpalombardia.it

Dott. Enrico Zini – ARPA Lombardia
e-mail: e.zini@arpalombardia.it