

Ipotesi di ripermetrizzazione del sito di interesse nazionale di Bagnoli-Coroglio (Napoli)

Francesco Pirozzi

Il sito Bagnoli-Coroglio è uno dei Siti di Interesse Nazionale per i quali si pone il problema della revisione della perimetrazione. I moltissimi dati a disposizione in seguito alle numerose attività di caratterizzazione consentono di effettuare una verifica ex-post della validità della precedente perimetrazione, e di conseguenza dell'opportunità che essa sia mantenuta inalterata.

Recentemente, anche a seguito dell'emanazione di nuovi provvedimenti normativi (comma 3 dell'art. 36 bis del DL 83/2012 convertito in Legge 147/2012), si è posto il problema della revisione della perimetrazione di alcuni dei cosiddetti *Siti di Interesse Nazionale* (SIN).

Tra i siti interessati, vi è quello denominato di *Bagnoli-Coroglio*, che comprende un'ampia parte dei quartieri napoletani di Agnano e Bagnoli (con esclusione dell'abitato di Fuorigrotta, della Mostra d'Oltremare e dell'insediamento universitario di Monte S. Angelo, mentre vi rientrano le aree dei rilievi settentrionali di Astroni e Soccavo), nonché il tratto di mare antistante la linea di costa sud-occidentale del Golfo di Pozzuoli, istituito dalla Legge n. 388 del 23/12/2000, art. 114, e perimetrato con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (*MATTM*) del 31 agosto 2001 (Gazzetta Ufficiale 26/10/2001 n. 250).

A riguardo, va evidenziato che la parte terrestre del sito di *Bagnoli-Coroglio* fu estesa ad un territorio di circa 1000 ettari (Figura 1), comprendente: il 75% della zona occidentale di Napoli interessata dal P.R.G.; le aree un tempo occupate dagli stabilimenti industriali dell'ILVA, dell'ETERNIT, della CEMENTIR nonché dalla *Fondazione IDIS-Città della Scienza* (nel prosieguo identificate come *aree ex industriali*); molte aree (definite *aree esterne*) caratterizzate dalla esclusiva

presenza di insediamenti edilizi, oltreché sedi di aziende di trasporti (quali il Deposito ANM e l'area delle Ferrovie), di attività di servizio, terapeutiche (Terme di Agnano) e di svago (Ippodromo), di edifici militari (ex caserma Cesare Battisti, ex Base Nato, ex arsenale militare). A tale estensione si addivenne apportando sostanziali modifiche alle prime ipotesi di perimetrazione formulate dal *MATTM*, che si riferivano, di fatto, alle sole *aree ex industriali*.

Negli oltre dieci anni trascorsi dalla sua istituzione, nell'ambito sia delle *aree ex industriali* (soprattutto) che delle *aree esterne* sono state eseguite, da parte di Enti e società diversi, numerose attività di caratterizzazione, che rendono disponibili una messe di dati sufficiente ad effettuare una verifica ex-post della validità della precedente perimetrazione, e di conseguenza dell'opportunità che essa sia mantenuta inalterata, in particolare per quanto riguarda una parte significativa delle *aree esterne*, il cui sviluppo è stato, e continua ad essere, fortemente condizionato per effetto dei vincoli insiti nei provvedimenti normativi che disciplinano la specifica materia.

Le indagini di caratterizzazione sono state eseguite nell'ambito dei 12 insediamenti indicati nella colonna a) della Tabella 1, che comprendono la parte preponderante dal punto di vista dell'estensione superficiale dell'intero sito e che, unitamente a quelli, non ancora indagati, riportati nella colonna b)

Figura 1.
Perimetrazione
della parte terrestre
del sito di Bagnoli-
Coroglio.



della stessa tabella costituiscono, per l'area in esame, la totalità dei luoghi cosiddetti *Siti Potenzialmente Contaminati (CSPC SIN)* per i quali la proposta di revisione del *Piano Regionale di Bonifica della Regione Campania* (BURC n. 49 del 6 agosto 2012) prevede l'obbligo della caratterizzazione.

Nel lavoro sono sintetizzati alcuni dei risultati di uno studio molto più ampio, coordinato dallo scrivente per conto dell'Istituzione di appartenenza e com-

missionato dalla Fondazione Troncone, nel quale una parte consistente delle informazioni rilevate nel corso delle attività di caratterizzazione finora condotte, descritte in maniera dispersa in diversi documenti, sono state raccolte insieme ed elaborate in modo elementare, per avere risultati di facile lettura ed interpretazione, con l'intento di rilevare le peculiarità delle singole situazioni identificabili nell'area in esame. In particolare, nel seguito del presente lavoro

Tabella 1. CSPC del SIN Bagnoli-Coroglio.

CSPN già oggetto di caratterizzazione (a)	CSPN non ancora caratterizzati (b)
1. ex ILVA; 2. ex Cementir; 3. I.D.I.S. Fondazione Città della Scienza; 4. ex RFI - Ferrovie dello Stato; 5. Iovino Antonio Salfer s.a.s.; 6. Ambito 1, Agnano, delle <i>Aree Esterne</i> ; 7. Ambito 2, Pisciarelli, delle <i>Aree Esterne</i> ; 8. Ambito 3, Nato, delle <i>Aree Esterne</i> ; 9. Ambito 4, Diocleziano, delle <i>Aree Esterne</i> ; 10. Ambito 5, Bagnoli, delle <i>Aree Esterne</i> ; 11. Ambito 6, Cavalleggeri, delle <i>Aree Esterne</i> ; 12. Ambito 7, Coroglio, delle <i>Aree Esterne</i> .	1. Deposito Cavalleggeri dell'A.N.M. - Azienda Napoletana Mobilità; 2. Terme di Agnano S.p.A.; 3. Ippodromi e Città S.p.A.; 4. Discarica Loc. Cavone degli Sbirri; 5. La Rocca Autodemolizioni; 6. Avicoltura; 7. Parteno Signal; 8. Enel distribuzione S.p.A. – DTR Campania Zona ASI NA; 9. Area Poligoni; 10. Base U.S. Naval support activity Naples; 11. Area alloggi Caserma “Cesare Battisti”; 12. Centro Autodemolizione Amato Vincenzo; 13. Club Partenopeo; 14. P.V.C. 7202 Q8; 15. Ex Officine Sacati; 16. Linea 6 Metropolitana di Napoli.

l'attenzione è posta solo sulle indagini eseguite sui terreni, tralasciando, invece, le pur interessanti indicazioni emerse dall'elaborazione dei dati riguardanti le acque di falda. Relativamente a queste ultime, ci si limita, in questa sede, ad evidenziare che nelle *aree esterne* è stata riscontrata una generalizzata situazione di accettabilità delle acque stesse, con superamenti delle concentrazioni normative di riferimento riconducibili quasi ovunque ai soli tenori di Manganese ed Arsenico e, quindi, di acclarata origine naturale: in tali condizioni, ai soli fini del presente lavoro, risulta di minore interesse, evidentemente, il raffronto tra le situazioni rilevate nelle *aree ex-industriali* e nelle *aree esterne*.

Peculiarità del Sito di Bagnoli-Coroglio

Dal punto di vista sia geologico che idrogeologico la Piana di Bagnoli-Fuorigrotta presenta caratteristiche del tutto peculiari, riconducibili alla tormentata

storia ed agli eccezionali fenomeni vulcanici e tettonici verificatisi nella zona Flegrea: può ben considerarsi una situazione unica al mondo per complessità ed interesse, sulla quale molto è stato scritto, e relativamente alla quale, per evidenti motivi di sintesi, non è possibile soffermarsi in questa sede.

In virtù di tali peculiari caratteristiche del sito, il *MATTM* stabilì che per i terreni delle *aree ex industriali* dovesse essere individuati i *Valori di Fondo Naturale (VFN_i)* delle concentrazioni di alcune specie inorganiche, da considerare sostitutivi delle rispettive *Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC)* fissate dal D.Lgs. 152/2006 quali valori di riferimento ai fini della valutazione dello stato di contaminazione dei suoli. All'uopo, furono eseguiti alcuni sondaggi nei Quartieri di Fuorigrotta, Agnano e Bagnoli (e, quindi, all'esterno delle *aree ex industriali*), che, anche in base ad una serie di analisi statistiche, portarono alla identificazione dei *VFN_i*, riassunti nella colonna 2 della Tabella 2, mentre le colonne 3 e 4 (nella norma indicate

Parametro	Terreni (in mg/kg)			Acque (in µg/l)	
	Valori di Fondo Naturali	CSC del D.Lgs. 152/2006		Valori di Fondo Naturali	CSC del D.Lgs. 152/2006
		Colonna A	Colonna B		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Arsenico	29	20	50	380	10
Berillio	9	2	10	9	4
Cadmio	2	2	15	----	----
Cobalto	120	20	250	----	----
Cromo Totale	150	150	800	----	----
Cromo VI	2	2	15	----	----
Mercurio	1	1	5	----	----
Nichel	120	120	500	----	----
Piombo	103	100	1000	19	10
Rame	120	120	600	----	----
Stagno	14	1	350	----	----
Vanadio	100	90	250	----	----
Zinco	158	150	1500	----	----
Manganese	----	----	----	1104	50
Ferro	----	----	----	3106	200

Tabella 2. Valori di Fondo Naturali della concentrazione di specie inorganiche nei terreni e relative CSC del D.Lgs. 152/2006.

come *Colonne A e B*) riportano le CSC relative, rispettivamente, alle aree destinate a verde pubblico e residenziali, e alle aree industriali.

Analogamente, alcuni anni orsono fu stabilita l'esigenza di definire *Valori di Fondo Naturali* anche per le acque sotterranee (VFN_a) delle *aree ex industriali* di Bagnoli relativamente ai parametri Arsenico, Berillio, Ferro, Manganese e Piombo. Tali valori, riportati nella colonna 5 della Tabella 2, furono proposti da una *Commissione di Esperti* istituita presso il MATTM nella seduta del 29 giugno 2000 e definitivamente approvati con Decreto registrato alla Corte dei Conti il 16/9/2003. Dal raffronto tra i VFN_a e le CSC del D.Lgs. n. 152/2006 (colonna 6 della Tabella 2) si nota come i primi siano considerevolmente più elevati, proprio in virtù dell'acclarata origine naturale dei suddetti metalli.

Un'ulteriore peculiarità del sito in esame è costituita dal fatto che esso contiene elevate estensioni di *aree esterne*, non

destinate in precedenza ad insediamenti industriali. Come detto nelle premesse, molte di queste aree non erano comprese nel SIN nelle prime ipotesi di perimetrazione, ma vi furono introdotte in seguito, per espressa richiesta, soprattutto, del Comune. In tale situazione, per pianificare al meglio le successive attività di caratterizzazione, fu ritenuta necessaria l'attuazione, in primo luogo, di un apposito *Censimento*, volto all'identificazione puntuale della destinazione dei singoli lotti e della presenza di potenziali fonti di contaminazione (quali garage, officine, distributori di carburante, discariche abusive, depositi o strutture con presenza di materiali contenenti amianto, ecc.). Tali attività censuarie furono riferite distintamente ai 7 *Ambiti* territoriali identificati per la zona di Bagnoli-Coroglio nella variante al PRG per la zona occidentale e nel PUE, costituiti da Agnano, Bagnoli, Cavalleggeri, Coroglio, Diocleziano, Nato e Pisciarelli. In tal modo fu anche

possibile, in ciascuno dei sette *Ambiti*, operare la classificazione delle superfici nelle 9 seguenti tipologie:

- *aree private* di particolare interesse territoriale, quali, ad es., le Terme di Agnano, le stazioni ENEL, sedi universitarie, ecc.;
- *aree pubbliche* di una certa rilevanza territoriale, di proprietà dello Stato o di enti locali, quale, ad es., l'Ippodromo di Agnano;
- *aree militari*, già sedi di insediamenti militari;
- *aree residenziali*, vale a dire aree che a prescindere dalla proprietà (privata o pubblica) sono caratterizzate da sviluppo urbano abitativo;
- *aree sociali*, inserite nel contesto urbano e con acclarata rilevanza sociale, quali chiese, scuole, sedi di enti pubblici, ospedali ed ASL;
- *aree produttive/commerciali/mercati*, costituite da mercati, insediamenti commerciali di una certa rilevanza (vendita auto, imbarcazioni, ecc.), opifici di medie e basse dimensioni, autodemolizioni, con esclusione delle attività commerciali di piccola entità integrate nel contesto residenziale;
- *aree a verde pubblico*, quali aiuole, piccoli parchi, ecc.;
- *aree a verde agricolo*, comprendenti anche le abitazioni coloniche ed i re-

lativi capannoni, nonché i versanti boschivi (coltivati e non) di Agnano e Monte Spina;

- superfici occupate da strade e linee ferroviarie.

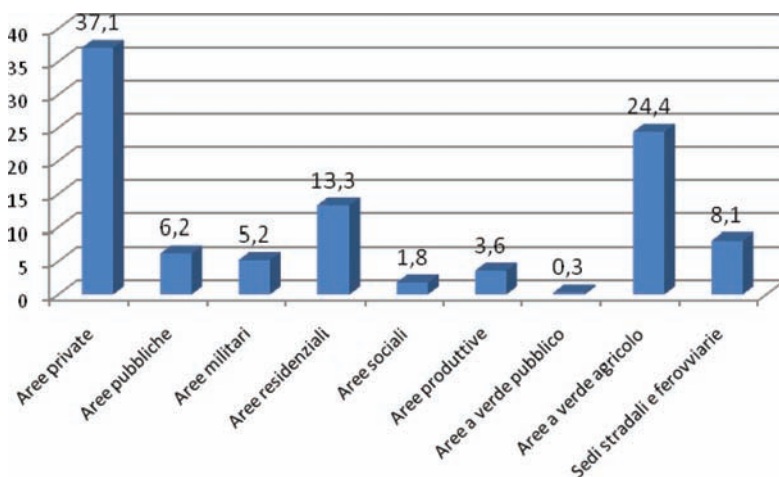
La distribuzione delle singole tipologie di area nell'ambito dell'intero sito di Bagnoli-Coroglio è riportata nella Figura 2.

Caratterizzazione dei terreni nelle aree ex industriali

Come detto, negli ultimi quindici anni le aree già sede degli insediamenti industriali sono state oggetto di un'estesa, e talvolta costantemente aggiornata, attività di indagine, che ha fornito una considerevole mole di dati e di informazioni sulle caratteristiche dei terreni e delle acque di falda. La presentazione della totalità dei dati acquisiti non è proponibile in questa sede, per cui, come detto, non ci si sofferma sulle acque di falda, mentre si provvede all'illustrazione di una loro sintesi relativa ai terreni, utile sia ad ottenere una rappresentazione delle condizioni che ivi complessivamente si riscontrano che, soprattutto, a fornire elementi di raffronto alle situazioni rilevate nelle *aree esterne*.

Nella fattispecie, nel prosieguo del presente paragrafo sono riassunte le informazioni sui risultati delle investigazioni sul terreno eseguite in fase di attuazione dei Piani di Caratterizzazione nelle *aree ex industriali* già sedi dell'ILVA-ETERNIT, della CEMENTIR e di Città della Scienza (in quanto in precedenza occupata da stabilimenti chimici). A riguardo, va immediatamente ricordato che nelle aree ILVA-ETERNIT la situazione attuale è diversa da quella rilevata in fase di caratterizzazione, per effetto degli interventi di bonifica già attuati; viceversa, negli altri due lotti sono presentati gli unici dati disponibili. In pratica, rispetto alle informazioni desunte dai

Figura 2.
Classificazione delle superfici negli Ambiti delle aree esterne del sito Bagnoli-Coroglio.



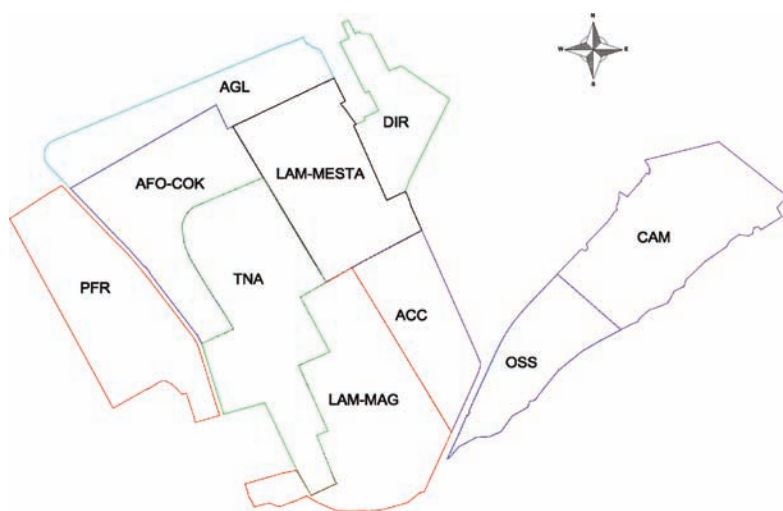


Figura 3. Sub-aree del sito industriale ILVA-ETERNIT.
Legenda: DIR direzione, AFO-COK altoforni-cokeria, PFR preparazione fossile, TNA treno a nastri, AGL agglomerazione minerale, LAM-MAG laminazione-magazzino, OSS impianti ossigeno, LAM-MESTA Laminazione-treno Mesta, CAM deposito campo americano, ACC Acciaieria.

Piani di Caratterizzazione già eseguiti (Tabella 1), non è stato possibile prendere in esame solo quelle riguardanti le aree ex RFI-Ferrovie dello Stato e di Iovino Antonio Salfer s.a.s.

Caratterizzazione dei terreni nell'area ex ILVA-ETERNIT

La caratterizzazione iniziale dei terreni nell'area ex ILVA-ETERNIT fu effettuata in due fasi: la prima, nel periodo novembre 1997 - aprile 1998, riguardò l'esecuzione di sondaggi distribuiti sui nodi di un reticolo con maglia di dimensioni 100 x 100 m; la seconda, condotta tra maggio e ottobre 1999, consistette nella realizzazione di sondaggi in corrispondenza dei nodi di maglie 50 x 50 m nonché, nelle aree maggiormente inquinate, 25 x 25 m. Tralasciando il dettaglio delle attività, si segnala che nelle sub-aree identificate nella Figura 3 furono eseguiti ben 2304 sondaggi a carotaggio continuo.

Le indagini furono eseguite con riferimento a due litotipi, costituiti, rispettivamente, dal *riporto* e dal *terreno naturale*.

Il *riporto* rappresenta lo strato artificiale, sovrapposto, via via nel tempo, al terreno naturale, di spessore variabile

(finanche più di 3,5 m) e composto da miscele di suolo originario e materiali ricchi di metalli (principalmente, scorie, loppe e calcestruzzo). Nello strato del *riporto* fu prelevato e analizzato, in ciascuno dei punti di sondaggio, un unico campione, rappresentativo di tutto il suo spessore.

Per quanto riguarda il *terreno naturale* (costituito dagli strati vulcanici, alluvionali e marini che caratterizzavano l'area prima dell'insediamento industriale), lungo ciascun sondaggio furono prelevati uno o più campioni, in funzione dello spessore esistente tra la base del *riporto* ed il livello della falda.

La situazione riscontrata nel litotipo *riporto* può in parte essere evinta dall'esame della Tabella 3, che mostra percentuali non irrilevanti del numero di determinazioni con tenori di metalli superiori ai limiti sia delle CSC del D.Lgs. 152/2006 che dei VFN_r . A riguardo, va considerato che il *riporto* è stato in gran parte asportato nell'ambito degli interventi di bonifica già attuati.

Per il litotipo *terreno naturale*, furono individuati 896 punti di indagine, con il prelievo di campioni a quote diverse (fino a 5), in funzione della profondità della falda dal piano campagna. La situazione riscontrata, sintetizzata nella Tabella 4, evidenziò tenori di metalli pesanti decisamente più contenuti rispetto ai *riporti*, pur se nel 44,2% dei campioni furono individuati tenori superiori alle CSC o ai VFN_r .

Nei *terreni naturali* la situazione rilevata all'epoca del Piano di Caratterizzazione fu decisamente migliore, rispetto ai *riporti*, anche per quanto riguarda i composti organici (idrocarburi totali e/o IPA): solo nel 13% circa dei campioni analizzati i tenori risultarono superiori ai limiti normativi, in massima parte nelle sub-aree COK e PFR.

In maniera sintetica, nella Tabella 5, con riferimento alla totalità dei punti di campionamento, sono riassunte le me-

Tabella 3. Distribuzione di composti chimici nei riporti delle diverse sub-aree.

Elemento/Composto	Campioni analizzati	% superiore ai Valori di Fondo Naturali	Sub – aree con maggiore presenza del composto/elemento indagato
Arsenico	2039	30,8	PFR, TNA, LAM-MAG
Berillio	266	1,5	CAM, LAM-MESTA, AGL, AFO-COK
Cadmio	2039	11,0	AFO-COK, TNA, LAM-MAG
Cobalto	355	0,0	-
Cromo totale	2039	20	PFR, LAM-MAG
Mercurio	2039	20,1	PFR, AFO-COK, TNA
Nichel	2039	1,4	AFO-COK, TNA, LAM-MAG, LAM-MESTA, PFR, CAM, ACC, AGL
Piombo	2039	38,5	PFR, AFO-COK, LAM-MAG
Rame	2039	21,3	TNA, LAM-MAG
Stagno	2039	34,6	PFR, TNA, LAM-MAG, ACC
Vanadio	2039	41,1	PFR, LAM-MAG, ACC, CAM
Zinco	2039	51,9	PFR, AFO-COK, TNA, LAM-MAG
Idrocarburi totali	1428	16,7	PFR, DIR, AFO-COK, TNA, LAM-MESTA
IPA	1268	45,3	PFR, AFO-COK

Tabella 4. Distribuzione di composti chimici nei terreni naturali delle diverse sub-aree.

Elemento/Composto	Campioni analizzati	% superiore ai Valori di Fondo Naturali	Sub – aree con maggiore presenza del composto/elemento indagato
Arsenico	1914	7,5	PFR, AFO-COK, TNA
Berillio	262	11,1	LAM-MESTA, ACC, OSS
Cadmio	1914	1,1	PFR
Cobalto	262	0,0	-
Cromo totale	1914	0,3	CAM, PFR, OSS
Mercurio	1914	0,9	AFO-COK, OSS, DIR, LAM-MESTA, PFR, CAM, ACC, AGL
Nichel	1914	0,2	CAM, LAM-MESTA
Piombo	1914	5,2	PFR
Rame	1914	2,3	PFR, CAM
Stagno	1914	13,1	CAM, PFR, ACC, OSS
Vanadio	1914	16,6	PFR
Zinco	1914	5,2	PFR
Idrocarburi totali	609	2,5	AGL, TNA, ACC
IPA	510	10,4	PFR, AFO-COK

die delle concentrazioni dei principali parametri inquinanti rilevati nei litotipi *riporto e terreno naturale* (per quest'ul-

timo, le medie sono riferite alla totalità delle determinazioni, indipendentemente dalle quote di campionamento).

Tabella 5. Medie (in mg/kg) dei valori rilevati a diversi livelli sui campioni di terreno dell'area ex ILVA-ETERNIT.

Parametro (1)	Litotipo	
	Riporto (2)	Terreno naturale (3)
Arsenico	39,32	27,66
Berillio	4,92	8,82
Cadmio	1,06	0,28
Cobalto	12,75	7,52
Cromo totale	103,77	14,51
Mercurio	1,03	0,23
Nichel	24,87	10,30
Piombo	292,44	73,42
Rame	105,08	28,31
Stagno	18,66	9,26
Vanadio	150,31	94,85
Zinco	418,20	112,19
Hc C>12	94,89	23,70
Benzo(a)antracene	0,30	0,08
Benzo(a)pirene	0,29	0,08
Benzo(b)fluorantene	0,19	0,06
Benzo(k)fluorantene	0,19	0,06
Benzo(g,h,i)perilene	0,16	0,06
Dibenzo(a,i)pirene	0,06	0,04
Dibenzo(a,h)antracene	0,08	0,05
Indenopirene	0,11	0,05

Tabella 6. Sintesi delle determinazioni analitiche eseguite sui campioni di suolo dell'area ex CEMENTIR.

Quota		Be	Be	V	V	Co	Co	Zn	Zn	As	As	Cd	Cd	Sn	Sn	Pb	Pb
	Num. Campioni	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
A	Num. Superamenti	6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	8	0	3	2	6	0
	% di superamenti	35	0	0	0	0	0	6	6	6	6	47	0	18	12	35	0
B	Num. Superamenti	8	0	1	1	0	0	3	3	1	0	8	0	3	3	8	0
	% di superamenti	47	0	6	6	0	0	18	18	6	0	47	0	18	18	47	0
C	Num. Superamenti	10	0	1	1	0	0	0	0	3	2	4	0	0	0	10	0
	% di superamenti	59	0	6	6	0	0	0	0	18	12	24	0	0	0	59	0
D	Num. Superamenti	5	1	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	5	1
	% di superamenti	29	6	0	0	0	0	0	0	24	12	0	0	0	0	29	6
E	Num. Superamenti	8	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	8	0
	% di superamenti	47	0	0	0	0	0	0	0	12	6	12	0	0	0	47	0

Caratterizzazione dei terreni nell'area ex CEMENTIR

Nell'area già sede della CEMENTIR alla caratterizzazione di dettaglio dei suoli si addivenne provvedendo alla esecuzione di 17 sondaggi, spinti a profondità comprese tra 15 e 16 m dal p.c. In ciascun sondaggio furono prelevati campioni a 5 differenti livelli (identificati con le sigle da A a E, due dei quali posti nei primi 5 metri e gli altri tra i 5 e i 15 m), provvedendo alla misura del contenuto di composti ed elementi sia organici che inorganici. Inoltre, indagini condotte sui top-soil misero in evidenza l'assenza di superamenti dei limiti di PCB, Amianto e Diossine. Nella Tabella 6, per ciascun metallo è riportato il numero di determinazioni eseguite in corrispondenza delle cinque quote di campionamento ed il relativo numero di superamenti (espressi, in termini sia assoluti che percentuali) sia delle CSC del D.Lgs. 152/2006 (colonne in rosso) che dei VFN_i (colonne in nero). Il raffronto delle colonne in rosso ed in nero identifica scenari abbastanza diversi per quanto riguarda Be, V, Cr, Sn e Zn, dimostrando, una volta di più, che alla relativa presenza contribuivano, in massima parte, fenomeni naturali.

Per quanto riguarda il contenuto di organici, i riscontri analitici evidenziarono numerosi superamenti della CSC del parametro idrocarburi C>12 e taluni superamenti dei tenori massimi di IPA, solo alle quote più superficiali.

Caratterizzazione dei terreni nell'area di Città della Scienza

Nel sito di Città della Scienza - Fondazione IDIS furono eseguiti 23 sondaggi, con il prelievo di campioni di terreno a 3 differenti profondità (A, B e C), di norma comprese nell'intervallo 0-10 m dal p.c. (solo in due casi furono raggiunti i -20 m dal p.c.), sui quali furono misurati i tenori di parametri organici ed inorganici. Inoltre, sui top-soil furono rilevate le concentrazioni di PCB, Amianto e Diossine, senza mai rilevare superamenti dei limiti di legge. La Tabella 7 riporta, con riferimento alle indagini complessivamente eseguite e per ciascuna quota di campionamento, il numero e le percentuali dei sondaggi in cui furono registrati superamenti dei limiti delle Colonne A e B del D.Lgs. 152/2006, integrati, ove esistenti, dai VFN_r.
Relativamente ai metalli, le concentrazioni di Arsenico, Rame e Piombo risultarono in numero significativo superiori ai limiti della Colonna A del

Tabella 7. Confronto dei risultati dei campionamenti eseguiti nel sito di Città della Scienza con i limiti delle Colonne A e B del D.Lgs. 152/2006.

Parametri	Sintesi indagine	A	B	C
Organici	Numero complessivo di sondaggi	23	23	23
	Campioni con superamento dei limiti di Colonna A	11	7	1
	Campioni con superamento dei limiti di Colonna A (percentuale)	47,8	30,4	4,3
	Campioni con superamento dei limiti di Colonna B	2	1	1
	Campioni con superamento dei limiti di Colonna B (percentuale)	8,7	4,3	4,3
Metalli	Numero complessivo di sondaggi	23	23	23
	Campioni con superamento dei limiti di Colonna A	7	5	6
	Campioni con superamento dei limiti di Colonna A (percentuale)	30,4	21,7	26,1
	Campioni con superamento dei limiti di Colonna B	8	12	5
	Campioni con superamento dei limiti di Colonna B (percentuale)	34,8	52,2	21,7

D.Lgs. 152/2006 ed ai VFN_r, pur se solo in pochi sondaggi furono rilevati tenori superiori alle CSC della Colonna B. Il livello di contaminazione da composti organici risultò apprezzabile solo nella metà dei sondaggi, in particolare alle quote più superficiali, con superamenti delle CSC della Colonna A del D.Lgs. 152/2006.

Caratterizzazione dei terreni nelle aree esterne

Nelle Aree esterne del sito Bagnoli-Coroglio, da parte dell'ARPA Campania, fu eseguita un'unica campagna di indagine, ultimata nel 2008, condotta secondo lo schema indicato nella Tabella 8 (M. Vito, 2008), quasi del tutto all'interno dei sette Ambiti di Agnano, Pisciarelli, Nato, Diocleziano, Bagnoli, Cavalleggeri e Coroglio.
Gli analiti misurati (sebbene non in tutti i campioni) sono riassunti nella Tabella 9, mentre sui top-soil fu ricercato (senza peraltro mai ritrovarlo) il solo Amianto. All'uopo, nei 101 sondaggi, ma anche in alcuni piezometri, furono definite le 5 quote di campionamento indicate nella Tabella 10, tra le quali furono di volta in volta identificati, ed effettivamente prelevati, tre campioni sottoposti alle determinazioni analitiche (nel numero citato in Tabella 10), scelti a quote diverse a

Ambito	Carotaggi		Top soil	Piezometri superficiali		Piezometri profondi	
	n.	Profondità (m)	n.	n.	Profondità (m)	n.	Profondità (m)
Agnano	32	4	20	3	10	3	50
Pisciarelli	7	4	6	3	10	1	50
Nato	6	15	5	4	20	---	---
Diocleziano	8	15	7	1	21	2	45
Bagnoli	19	15	12	5	21	1	45
Cavalleggeri	16	15	11	3	21	1	45
Coroglio	13	15	9	9	21	1	45
Esterni	---	---	---	3	22	---	---

Tabella 8. Dettaglio delle indagini eseguite nelle aree esterne.

Classe di analiti	Analiti
Metalli	Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Stagno, Vanadio, Zinco
Aromatici policiclici	Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene
Fitofarmaci	Alaclor, Aldrin, Atrazina
Fenoli e clorofenoli	Metilfenolo (o-, m-, p-), Fenolo, 2-clorofenolo, 2,4-diclorofenolo, 2,4,6-triclorofenolo, Pentaclorofenolo
Idrocarburi Totali	C<12; C>12
PCB	Policlorobifenili
Diossine e Furani	Sommatoria PCDD,PCDF
Altre sostanze	Amianto totale

Tabella 9. Analiti rilevati nei suoli delle aree esterne.

Tabella 10. Quote di campionamento dei suoli nelle aree esterne.

Sigla campione	Profondità dal p.c.	Numero di campioni di terreno analizzati
C1	0,00 – 0,50 m	136
C2	0,50 – 1,50 m	
C3	1,50 – 2,50 m	146
C4	2,50 – 3,50 m	
C5	oltre 3,50 m, fino, al massimo, al livello della falda	132

seconda delle condizioni della superficie in corrispondenza del sondaggio (zone pavimentata o non pavimentata), di norma nel modo seguente:

- C1, C3 e C5, per i sondaggi in zone non pavimentate;
- C2, C4 e C5, per i sondaggi in zone pavimentate.

Alla luce di tali scelte, escludendo i topsoil, ai fini delle successive illustrazioni dei risultati sono stati considerati i seguenti campioni rappresentativi: C1/C2 (a seconda dei casi, C1 o C2) per il livello superficiale; C3/C4 per il livello intermedio; C5 per il livello profondo. Relativamente ai risultati, va immedia-

tamente messo in evidenza che in nessun sondaggio furono superati i tenori massimi fissati dalla normativa per Diossine e Furani, Fitofarmaci e Idrocarburi leggeri. Per quanto riguarda, più in generale, gli altri parametri, la sintesi degli esiti delle caratterizzazioni eseguite sui terreni nei diversi *Ambiti* è riportata nella Tabella 11, che, per ciascun parametro, indica la percentuale delle determinazioni con valori superiori alla CSC della Colonna A del D.Lgs. 152/2006 nonché gli estremi dell'intervallo delle concentrazioni misurate.

Dall'esame della tabella si rilevano, per i metalli, pochi superamenti delle CSC della Colonna A, fatta eccezione per il Berillio e lo Stagno. Tuttavia, anche questi ultimi si riducono drasticamente ove si faccia riferimento ai VFN_t già introdotti per le *aree ex industriali* e che potrebbero essere plausibilmente adottati anche per le *aree esterne*. Nella fattispecie, scompaiono del tutto, in questo modo, i superamenti riguardanti il Berillio, mentre ne restano pochissimi per lo Stagno. Per quanto riguarda, invece, i composti organici, sono rilevabili superamenti significativi (complessivamente, intorno al 15 % dei casi) solo per il parametro Idrocarburi Pesanti, soprattutto nell'*Ambito* Coroglio, in sondaggi quasi ovunque allocati nei pressi delle *aree ex industriali*, delle zone di interesse militare o di quelle di proprietà delle Ferrovie e dell'ANM. Quanto appena detto si rileva ancora meglio dall'esame delle Tabelle 12 e 13: nella prima, distintamente per i campioni relativi alle quote C1/C2, C3/C4 e C5, sono riportate, per ciascun *Ambito*, le medie dei valori misurati per i singoli parametri (V_m); nella seconda, tali medie sono state normalizzate ($V_{m,n}$), rapportandole al corrispondente VFN_t (le $V_{m,n}$ superiori all'unità sono evidenziate in rosso).

Nella Tabella 14 sono riportati, infine, alle diverse profondità di campionamento e distintamente per metalli ed orga-

nici, i valori delle concentrazioni medie globali degli *Ambiti* ($V_{m,g}$), ottenuti come media delle $V_{m,n}$ di ciascun *Ambito*: si tratta, evidentemente, di un parametro complessivo, che, senza escludere la presenza di superamenti puntuali dei limiti di riferimento, fornisce un'indicazione sullo stato di contaminazione dei terreni posti ai diversi livelli dell'*Ambito*, potendolo ritenere ammissibile per valori inferiori all'unità. Come si osserva, le $V_{m,g}$ dei metalli non presentano variazioni significative né tra *Ambiti* né tra quote di campionamento, essendo risultate comprese tra 0,212 e 0,333. Per quanto riguarda gli organici, l'eccezione è costituita dalla già richiamata situazione dei terreni superficiali dell'*Ambito* di Coroglio (evidenziato in rosso), mentre in tutti gli altri casi l'indice è compreso tra 0,389 e 0,699.

Confronto dei dati e considerazioni conclusive

Come già detto, successivamente all'istituzione del SIN Bagnoli-Coroglio, sulla base delle indicazioni dettate dalle disposizioni normative, furono effettuate, in molte aree, indagini di caratterizzazione dei terreni e delle acque di falda. Le indagini furono particolarmente intense nell'area ex ILVA-ETERNIT, mentre in altre *aree*, sia *ex industriali* (CEMENTIR, Città della Scienza) che *esterne*, fu condotta un'unica campagna di caratterizzazione.

A riguardo, va segnalato che nell'esecuzione delle indagini non sempre furono adottate le stesse modalità operative, anche, ma non solo, per effetto degli intervenuti cambiamenti, *in corso d'opera*, delle disposizioni normative vigenti. Inoltre, differenze significative tra le diverse indagini che furono eseguite riguardano: le profondità alle quali furono estesi i sondaggi (per la raccolta dei terreni) ed i piezometri (per il prelievo

Analita	Valore limite (mg/kg)	Ambito															
		Agnano		Pisciarelli		Nato		Diocleziano		Bagnoli		Cavalleggeri		Coroglio			
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Arsenico	20	6,1	23-38	----	----	3,3	8-23	----	----	8	31-110	----	----	21,7	24-140		
Berillio	2	80,7	2,3-6,3	72,1	2,3-5,1	93,3	2,7-8,1	93,9	2,4-7,1	96	2,3-6,4	93,3	2,5-4,9	91,3	2,1-8,1		
Mercurio	1	----	----	6,1	1,3-1,5	----	----	3	0,1-0,6	----	----	3,3	3-3,8	1,4	0,1-1,2		
Nichel	120	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,4	1-421		
Piombo	100	2,6	159-234	----	----	----	----	6,1	125-154	----	----	1,7	17-181	7,2	133-2140		
Rame	120	0,9	5-410	----	----	----	----	----	----	1,3	5-141	----	----	1,4	6-124		
Stagno	1	97,4	1,2-13	90,9	1,4-4,9	90	1,5-4,5	8,79	1,2-29	80	1,2-7	96,7	1,2-28	92	1,2-86		
Vanadio	90	----	----	----	----	----	----	----	----	1,3	27-110	----	----	1,4	9-149		
Zinco	150	----	----	----	----	----	----	----	----	1,3	27-161	----	----	5,8	185-228		
Benzo(a)antracene	0,5	1,8	0,62-1,27	9,1	0,93-0,98	----	----	3	0,05-0,78	1,3	0,05-1,14	1,7	0,05-1,39	10,1	0,68-8,82		
Benzo(a)pirene	0,1	6,1	0,12-1,59	12,1	0,14-0,75	3,3	0,05-0,13	15,1	0,13-0,77	8	0,13-1,54	13,3	0,13-1,17	23,2	0,14-7,3		
Benzo(b)fluorantene	0,5	1,8	0,86-1,94	9,1	0,97-1	----	----	3	0,05-0,82	1,3	0,051,75	1,7	0,05-1,89	11,6	0,6-72		
Benzo(k)fluorantene	0,5	0,9	0,05-0,8	----	----	----	----	3	0,05-0,55	1,3	0,05-1,28	----	----	8,7	0,6-5,88		
Benzo(g,h,i)perilene	0,1	4,4	0,11-1,02	12,1	0,38-0,42	----	----	3	0,05-0,42	5,3	0,15-1,17	11,7	0,12-0,79	21,7	0,12-4,71		
Dibenzo(a,e)pirene	0,1	0,9	0,05-0,181	----	----	----	----	----	----	1,3	0,05-0,28	1,7	0,05-0,24	7,2	0,16-1,32		
Dibenzo(a,h)pirene	0,1	0,9	0,05-0,15	----	----	----	----	----	----	----	----	1,7	0,05-0,13	2,9	0,5-0,73		
Dibenzo(a,i)pirene	0,1	1,8	0,18-0,52	----	----	----	----	3	0,05-0,17	1,3	0,05-0,16	1,7	0,05-0,25	5,8	0,12-1,17		
Dibenzo(a,l)pirene	0,1	1,8	0,15-0,32	9,1	0,17-0,18	----	----	----	----	2,7	0,12-0,66	1,7	0,05-0,51	13	0,12-2,72		
Dibenzo(a,h)antracene	0,1	1,8	0,13-0,18	3	0,05-0,12	----	----	----	----	----	----	1,7	0,05-0,27	8,7	0,13-1,17		
Indeno(1,2,3 -c,d)pirene	0,1	3,5	0,14-0,99	9,1	0,62-0,72	----	----	15,1	0,11-0,58	8	0,12-1,29	6,7	0,13-0,83	23,2	0,14-4,95		
PCB totali	0,06	2,6	0,082-0,12	----	----	----	----	----	----	----	----	1,7	0,0001-0,089	----	----		
Idrocarburi leggeri	10	1,8	31-103	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----		
Idrocarburi pesanti	50	15,8	56-2590	6,1	56-80	10	59-71	15,1	57-208	13,3	58-169	20	59-151	23,2	57-880		

(1) Sono indicate le percentuali dei superamenti delle CSC della Colonna A. (2) Sono riportati gli intervalli delle concentrazioni misurate, espresse in mg/kg.

Tabella 11. Sintesi dei risultati delle analisi eseguite sui campioni di terreno nei diversi Ambiti.

Parametro	Bagnoli			Cavallegeri			Coroglio			Diocleziano			Agnano			Nato			Pisciarelli		
	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5
As	15,13	13,00	18,24	11,55	12,47	11,90	19,39	20,92	26,68	12,91	12,45	13,18	11,47	11,95	12,71	12,20	12,91	15,10	10,09	10,42	13,00
Be	3,99	3,72	4,06	3,51	3,73	3,76	3,66	4,28	4,38	4,35	4,06	4,42	3,06	3,30	3,16	3,92	4,13	4,69	2,75	2,79	3,31
Cd	0,20	0,20	0,18	0,21	0,16	0,18	0,29	0,17	0,17	0,17	0,15	0,11	0,16	0,13	0,14	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13	0,14
Co	4,26	3,81	3,92	4,40	4,32	4,55	4,09	4,13	4,32	4,09	3,73	3,73	2,95	2,81	3,44	3,60	3,64	4,00	3,27	2,92	3,00
Cr totale	5,57	4,37	3,76	6,30	5,37	5,10	8,61	11,88	8,73	5,55	4,00	3,91	3,39	3,33	4,26	4,60	6,00	5,40	5,45	3,83	5,70
Hg	0,16	0,10	0,10	0,33	0,39	0,16	0,20	0,13	0,15	0,19	0,20	0,13	0,31	0,19	0,13	0,16	0,10	0,10	0,33	0,48	0,46
Ni	7,70	6,74	5,24	4,90	3,74	4,30	4,13	20,54	4,09	5,09	2,91	4,45	3,00	2,90	3,82	3,90	4,55	2,90	4,73	3,17	4,10
Pb	44,83	28,37	31,00	45,10	46,79	39,50	66,45	45,33	33,95	53,00	40,55	29,27	26,50	31,26	32,82	34,50	29,64	30,80	26,64	25,50	33,50
Cu	32,17	23,52	21,60	25,55	29,58	24,50	37,09	23,71	27,32	28,09	21,00	13,73	23,29	14,45	15,41	20,30	27,82	26,30	20,45	17,58	21,80
Sn	3,25	2,72	2,40	4,32	4,64	4,48	6,52	9,19	2,80	6,58	4,15	2,88	2,91	2,50	2,92	2,43	2,79	2,64	2,25	2,37	3,33
V	53,35	47,70	52,04	49,30	51,47	50,25	47,78	49,38	51,73	57,73	55,27	51,09	47,03	49,19	48,71	49,30	50,45	55,30	49,27	48,00	47,00
Zn	68,48	58,37	61,40	69,80	70,05	62,70	87,65	69,17	69,18	77,36	62,18	58,73	51,13	55,83	57,06	56,60	66,91	66,40	58,18	56,00	58,00
Hc C>12	38,30	21,22	21,36	47,35	41,16	24,40	97,57	30,25	28,86	27,82	51,82	15,73	106,21	108,98	26,41	24,10	17,00	22,80	31,27	22,50	26,00
Benzo(a)antracene	0,12	0,06	0,06	0,09	0,13	0,06	0,87	0,14	0,08	0,13	0,06	0,05	0,06	0,07	0,09	0,06	0,05	0,05	0,14	0,13	0,14
Benzo(a)pirene	0,14	0,06	0,06	0,08	0,12	0,06	0,71	0,13	0,08	0,13	0,06	0,05	0,05	0,08	0,11	0,06	0,05	0,05	0,13	0,11	0,12
Benzo(b)fluorantene	0,15	0,07	0,06	0,10	0,16	0,06	0,77	0,14	0,08	0,14	0,07	0,05	0,06	0,09	0,12	0,06	0,05	0,06	0,15	0,13	0,14
Benzo(k)fluorantene	0,12	0,06	0,06	0,07	0,08	0,05	0,55	0,10	0,07	0,10	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05	0,10	0,09	0,10
Benzo(g,h,i)perilene	0,11	0,06	0,06	0,07	0,10	0,06	0,46	0,11	0,06	0,09	0,06	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08
Dibenzo(a,e)pirene	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,13	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
Dibenzo(a,h)pirene	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Dibenzo(a,i)pirene	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,14	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Dibenzo(a,l)pirene	0,08	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,26	0,08	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
Dibenzo(a,h)antracene	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,13	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
Indenopirene	0,12	0,06	0,06	0,08	0,09	0,06	0,59	0,12	0,08	0,12	0,06	0,05	0,05	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05	0,11	0,11	0,11

Tabella 12. Medie (in mg/kg) dei valori rilevati nei diversi Ambiti sui campioni di suolo prelevati a diverse profondità.

Parametro	Bagnoli			Cavallegeri			Coroglio			Diocleziano			Agnano			Nato			Pisciarelli		
	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5	C1/C2	C3/C4	C5
As	0,522	0,448	0,629	0,399	0,430	0,410	0,669	0,721	0,920	0,445	0,430	0,455	0,396	0,412	0,438	0,421	0,445	0,521	0,348	0,359	0,448
Be	0,444	0,413	0,452	0,390	0,415	0,417	0,407	0,476	0,486	0,488	0,452	0,491	0,340	0,366	0,351	0,436	0,459	0,521	0,305	0,310	0,368
Cd	0,100	0,100	0,088	0,103	0,082	0,090	0,146	0,086	0,086	0,086	0,073	0,0545	0,080	0,064	0,072	0,065	0,068	0,065	0,059	0,063	0,070
Co	0,036	0,032	0,033	0,037	0,036	0,038	0,034	0,034	0,036	0,034	0,031	0,031	0,025	0,023	0,029	0,030	0,030	0,033	0,027	0,024	0,025
Cr totale	0,037	0,029	0,025	0,042	0,036	0,034	0,057	0,079	0,058	0,037	0,027	0,026	0,023	0,022	0,028	0,031	0,040	0,036	0,036	0,026	0,038
Hg	0,161	0,104	0,100	0,325	0,390	0,155	0,196	0,129	0,146	0,190	0,200	0,127	0,311	0,186	0,132	0,160	0,100	0,100	0,328	0,475	0,460
Ni	0,064	0,056	0,044	0,041	0,031	0,036	0,034	0,171	0,034	0,042	0,024	0,037	0,025	0,024	0,032	0,033	0,038	0,024	0,039	0,027	0,034
Pb	0,435	0,275	0,301	0,438	0,454	0,384	0,645	0,440	0,330	0,515	0,394	0,284	0,257	0,303	0,312	0,335	0,288	0,299	0,2591	0,248	0,325
Cu	0,268	0,196	0,180	0,213	0,246	0,204	0,309	0,198	0,228	0,234	0,175	0,115	0,194	0,120	0,128	0,169	0,232	0,219	0,1716	0,147	0,182
Sn	0,232	0,194	0,171	0,309	0,331	0,320	0,466	0,657	0,200	0,470	0,296	0,206	0,208	0,178	0,209	0,174	0,199	0,186	0,161	0,169	0,238
V	0,534	0,477	0,520	0,493	0,515	0,503	0,478	0,494	0,517	0,577	0,553	0,511	0,470	0,492	0,487	0,493	0,505	0,553	0,493	0,480	0,470
Zn	0,433	0,369	0,389	0,442	0,443	0,397	0,555	0,438	0,438	0,490	0,394	0,372	0,324	0,353	0,361	0,358	0,423	0,420	0,368	0,354	0,3671
Hc C>12	0,766	0,424	0,427	0,947	0,823	0,488	1,951	0,605	0,577	0,556	1,036	0,315	2,124	2,180	0,528	0,482	0,340	0,456	0,626	0,450	0,520
Benzo(a)antracene	0,230	0,124	0,114	0,173	0,259	0,116	1,737	0,272	0,169	0,264	0,124	0,104	0,110	0,145	0,182	0,114	0,106	0,100	0,282	0,255	0,280
Benzo(a)pirene	1,391	0,648	0,592	0,840	1,210	0,575	7,122	1,312	0,759	1,327	0,637	0,518	0,545	0,750	1,050	0,600	0,530	0,530	1,255	1,083	1,180
Benzo(b)fluorantene	0,303	0,132	0,122	0,192	0,328	0,123	1,531	0,282	0,161	0,284	0,133	0,104	0,119	0,177	0,238	0,128	0,104	0,112	0,302	0,258	0,284
Benzo(k)fluorantene	0,231	0,119	0,111	0,148	0,153	0,108	1,105	0,208	0,134	0,207	0,109	0,100	0,102	0,126	0,148	0,102	0,102	0,100	0,198	0,175	0,200
Benzo(g,h,i)perilene	1,139	0,611	0,560	0,670	0,968	0,555	4,635	0,641	0,918	0,582	0,509	0,500	0,524	0,631	0,832	0,540	0,520	0,500	0,846	0,808	0,830
Dibenzo(a,e)pirene	0,604	0,507	0,500	0,500	0,600	0,500	1,322	0,604	0,500	0,536	0,500	0,500	0,500	0,512	0,539	0,500	0,500	0,500	0,527	0,550	0,530
Dibenzo(a,h)pirene	0,509	0,500	0,500	0,500	0,542	0,500	0,996	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,529	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Dibenzo(a,i)pirene	0,548	0,500	0,500	0,500	0,605	0,500	1,430	0,500	0,500	0,536	0,500	0,500	0,500	0,533	0,638	0,500	0,500	0,500	0,517	0,520	0,520
Dibenzo(a,l)pirene	0,796	0,548	0,516	0,545	0,742	0,500	2,609	0,750	0,536	0,609	0,509	0,500	0,500	0,529	0,579	0,500	0,500	0,500	0,609	0,608	0,620
Dibenzo(a,h)antracene	0,630	0,507	0,500	0,500	0,616	0,500	1,287	0,579	0,500	0,536	0,500	0,500	0,500	0,519	0,538	0,500	0,500	0,500	0,546	0,558	0,550
Indenopirene	1,244	0,644	0,584	0,83	0,947	0,565	5,891	1,179	0,773	1,164	0,577	0,518	0,513	0,614	0,823	0,560	0,550	0,500	1,064	1,058	1,070

Tabella 13. Medie normalizzate dei valori rilevati nei diversi Ambiti sui campioni di suolo.

Classe parametri	Quota di campionamento	Bagnoli	Cavallegeri	Coroglio	Diocleziano	Agnano	Nato	Pisciarelli
Metalli	C1/C2	0,272	0,269	0,333	0,300	0,221	0,225	0,216
	C3/C4	0,225	0,284	0,327	0,254	0,212	0,236	0,223
	C5	0,244	0,249	0,290	0,226	0,216	0,248	0,252
Organici	C1/C2	0,699	0,529	2,635	0,620	0,545	0,419	0,604
	C3/C4	0,439	0,650	0,659	0,476	0,601	0,396	0,568
	C5	0,419	0,419	0,479	0,389	0,552	0,400	0,590

Tabella 14. Medie globali normalizzate ($V_{m,g}$) nei diversi Ambiti.

dell'acqua); le quote alle quali fu operato il campionamento; i parametri misurati, che non sempre furono gli stessi; i limiti di rilevabilità degli strumenti utilizzati per le determinazioni analitiche. Infine, va anche rilevato che l'esecuzione delle determinazioni analitiche fu affidata a Laboratori diversi.

Nonostante tali differenze, la messe di dati complessivamente acquisiti, costituisce un patrimonio ponderoso di informazioni, idoneo a valutare la congruità degli attuali confini del sito in relazione al suo stato di contaminazione, considerando, in particolare, che esso comprende amplissime zone esterne alle aree in passato sede di importanti insediamenti industriali e da queste stesse spesso anche molto lontane. Infatti, l'esame comparato di tutti i dati disponibili (tra i quali non rientrano, come detto, quelli inerenti alle aree ex industriali delle RFI-Ferrovie dello Stato e al sito Iovino Antonio Salfer s.a.s.) può essere di ausilio a fare chiarezza sulle azioni antropiche che hanno provocato fenomeni di inquinamento e sulle zone ove tali azioni fanno risentire i propri effetti, consentendo, quindi, di individuare le aree ove la presenza di situazioni di contaminazione diffusa può essere attendibilmente esclusa, separandole sia da quelle in cui la contaminazione di origine antropica è conclamata che da quelle ove sarebbe necessario condurre ulteriori indagini.

Ai fini del confronto tra le situazioni riscontrate nei terreni delle diverse zone, sono stati presi in esame, ovviamente, solo gli analiti che, nel corso della campagna di indagine sulle *aree esterne*, presentarono superamenti delle CSC della Colonna A del D.Lgs. 152/2006 e che, contemporaneamente, furono oggetto di misurazione in fase di caratterizzazione delle *aree ex industriali*. Inoltre, non è stato fatto mai riferimento a Diossine e Furani, Fitofarmaci e Idrocarburi C<12, in quanto le relative concentrazioni risultarono sempre inferiori alle CSC appena sopra citate. Infine, dal momento che per il parametro Idrocarburi Policiclici Aromatici furono utilizzati differenti limiti di rilevabilità della misura (LRM) nelle indagini eseguite nelle *aree esterne* da parte dell'ARPA Campania (0,05 mg/kg) e in quelle effettuate nelle *aree ex industriali* (0,01 mg/kg), le medie calcolate sono state uniformate, considerando cautelativamente, in tutte le sub-aree, pari a 0,05 mg/kg le concentrazioni minime rilevate per gli IPA.

I confronti tra i dati disponibili sono stati eseguiti individuando 3 livelli di campionamento, rispettivamente definiti: *suolo superficiale*; *suolo intermedio*; *suolo profondo*. A ciascuno di tali livelli, i rilievi eseguiti nelle singole sub-aree (sia *ex-industriali* che *esterne*) sono stati associati secondo lo schema riportato nella Tabella 15. I campioni relativi al *Suolo superficiale* sono stati considerati,

Livello di campionamento	Arre esterne	Ex ILVA-Eternit	Ex Cementir	Città della Scienza
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Suolo superficiale	C1/C2	Litotipo <i>Riporto</i>	Quota A (Tabella 6)	Quota A (Tabella 7)
Suolo intermedio	C3/C4	Litotipo <i>Riporto</i>	Quota B (Tabella 6)	Quota B (Tabella 7)
Suolo profondo	C5	Litotipo <i>Terreno naturale</i>	-----	-----

Tabella 15.
Associazione
dei livelli di
campionamento tra
le diverse sub-aree.

dunque, corrispondenti ai campioni C1/C2 delle *Aree esterne*, nonché a quelli denominati A sia dell'ex CEMENTIR (Tabella 6) che di Città della Scienza (Tabella 7); per quanto riguarda, invece, l'area ex ILVA-ETERNIT, è stato fatto riferimento alla composizione del litotipo *riporto*, il cui spessore medio era, come detto, di circa 3,5 m.

Questo stesso *riporto* ha costituito anche il riferimento per i campioni del *Suolo intermedio*, confrontando i relativi risultati con i campioni C3/C4, B e ancora B di cui, rispettivamente, alle colonne (2), (4) e (5) della Tabella 15.

Infine, per il *Suolo profondo*, i campioni C5 delle *Aree esterne* sono stati messi in relazione ai suoli di origine vulcanica rilevati nell'area ex ILVA-ETERNIT, al di sotto del *riporto*. Non è stato possibile estendere tale raffronto alle aree ex CEMENTIR e Città della Scienza, per l'indisponibilità di dati.

Per il confronto dei risultati ottenuti per i terreni, è stato possibile avvalersi dei valori medi normalizzati ($V_{m,n}$) e dei valori medi globali normalizzati ($V_{m,g}$) già introdotti al precedente paragrafo 4, provvedendo ad operarne il calcolo anche nelle *aree ex-industriali*. In particolare, le $V_{m,g}$ riferite ai 3 livelli di campionamento sono sintetizzate nella Tabella 16 (nella quale sono evidenziati in rosso i valori superiori all'unità) e rappresentate (insieme per i metalli e gli organici) nella Figura 4.

Come si osserva, le $V_{m,g}$ (e, quindi, le $V_{m,n}$, che per ragioni di brevità non è possibile mostrare) nelle *aree ex-industriali*

sono sempre molto più elevate rispetto a quelle che competono alle *aree esterne*, mediamente di quattro volte per quanto riguarda, in genere, i primi due livelli delle aree ex ILVA-ETERNIT e addirittura di sei volte per il *suolo intermedio* di Città della Scienza.

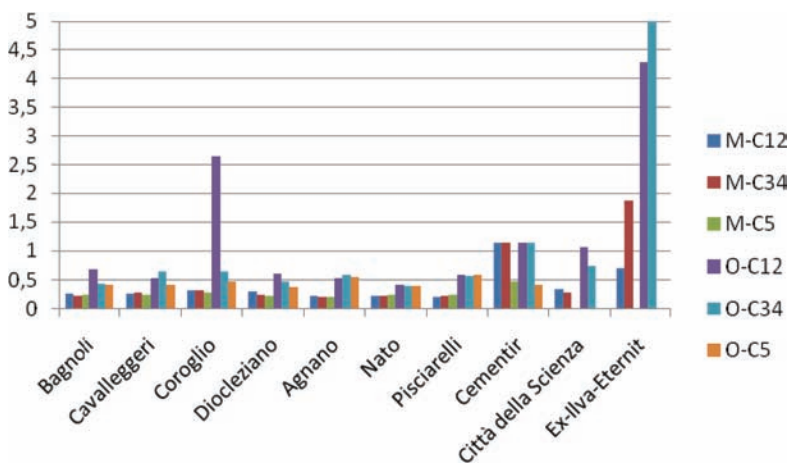
Le informazioni prese in esame nonché i dati e le relative elaborazioni presentati, permettono di ritenere che nelle *aree esterne* a quelle ex *industriali* il grado di contaminazione globale sia di gran lunga più contenuto rispetto a quello riscontrato nelle stesse *aree ex industriali* precedentemente all'avvio degli interventi di bonifica e di messa in sicurezza. Più precisamente, per i terreni (ma anche per le acque di falda, non prese in esame nel lavoro) di ampie zone di tali *aree esterne* i superamenti delle CSC fissate dal D.Lgs. 152/2006 sono dovuti solo ai metalli, i cui tenori, tuttavia, sono molto spesso inferiori ai VFN_i stabiliti per le *aree ex industriali* da parte del MATTM. D'altra parte, la tesi dell'origine naturale di gran parte dei metalli è sostenuta anche nei rapporti conclusivi delle campagne di indagini eseguite.

Per di più, la presenza in misura significativa di composti organici nelle *aree esterne* è stata osservata quasi esclusivamente negli *Ambiti* Coroglio (soprattutto) e Bagnoli, in sondaggi o piezometri ubicati nelle immediate vicinanze delle *aree industriali* ex ILVA-ETERNIT e di Città della Scienza ovvero di aree militari o di servizio di Società operanti nel campo dei trasporti pubblici (Ferrovie, ANM). Ulteriori superamenti dei limiti

Classe parametri	Quota di campionamento	Simbolo	Bagnoli	Cavalleggeri	Coroglio	Diocleziano	Agnano	Nato	Pisciarelli	Ex ILVA-Eternit	Ex Cementir	Città della Scienza
Metalli	C1/C2	M-C12	0,272	0,269	0,333	0,300	0,221	0,225	0,216	1,139	0,335	0,706
	C3/C4	M-C34	0,225	0,284	0,327	0,254	0,212	0,236	0,223	1,139	0,276	1,880
	C5	M-C5	0,244	0,249	0,290	0,226	0,216	0,248	0,252	0,485	---	---
Organici	C1/C2	O-C12	0,699	0,529	2,635	0,620	0,545	0,419	0,604	1,137	1,066	4,287
	C3/C4	O-C34	0,439	0,650	0,659	0,476	0,601	0,396	0,568	1,137	0,741	10,637
	C5	O-C5	0,419	0,419	0,479	0,389	0,552	0,400	0,590	0,411	---	---

Tabella 16. Valori medi globali normalizzati ($V_{m,g}$) relativi ai singoli Ambiti delle Aree esterne e alle Aree ex-industriali.

Figura 4. Valori medi globali normalizzati ($V_{m,g}$) relativi ai singoli Ambiti delle Aree esterne e alle Aree ex-industriali (i simboli della legenda sono quelli della Tabella 16).



normativi, contenuti in termini sia di concentrazione che, soprattutto, di numero di parametri, sono stati rilevati in zone residenziali, senza ravvisare, tuttavia, alcuna continuità areale, per cui possono essere attribuiti a situazioni puntuali e circoscritte, non desuete in ambiti urbanizzati.

Alla luce delle precedenti osservazioni, si ritiene che:

1. possa essere ragionevole provvedere all'estensione all'intero sito dei VFN_t di alcuni metalli, adottando quelli già definiti per i terreni e per le acque di falda delle *aree ex industriali*, peraltro stabiliti a seguito di indagini eseguite in massima parte proprio nelle *aree esterne*;
2. le informazioni disponibili siano sufficienti per distinguere all'interno del

sito *Parti* di territorio con differente grado di contaminazione dei terreni e delle acque di falda;

3. tenendo anche conto delle attuali destinazioni delle singole aree, ed in particolare dell'elevato grado di urbanizzazione di quelle più prossime alla costa, sia possibile distinguere il territorio ricadente negli attuali confini del SIN nelle 4 diverse *Parti* rappresentate nella Figura 5, coincidenti rispettivamente con:

- le *aree ex industriali* (già sede degli insediamenti ILVA, ETERNIT, CEMENTIR e Città della Scienza, indicate con una campitura in colore marrone ed estese 224 ettari, corrispondenti al 22,5% dell'intera superficie), nelle quali è necessario provvedere al completamento degli interventi di risanamento seguendo le procedure, le modalità e la tempistica concordate con il MATTM;
- le porzioni di *aree esterne* ricadenti nell'Ambito Coroglio, assimilabili, per caratteristiche e livello di contaminazione, a quelle *ex industriali* (giallo, 16,5 ettari e 1,7%), nelle quali è ugualmente indispensabile procedere con l'attuazione di interventi di bonifica, nei termini indicati al punto precedente;
- le aree occupate dagli insediamenti militari (ivi compreso quello ex

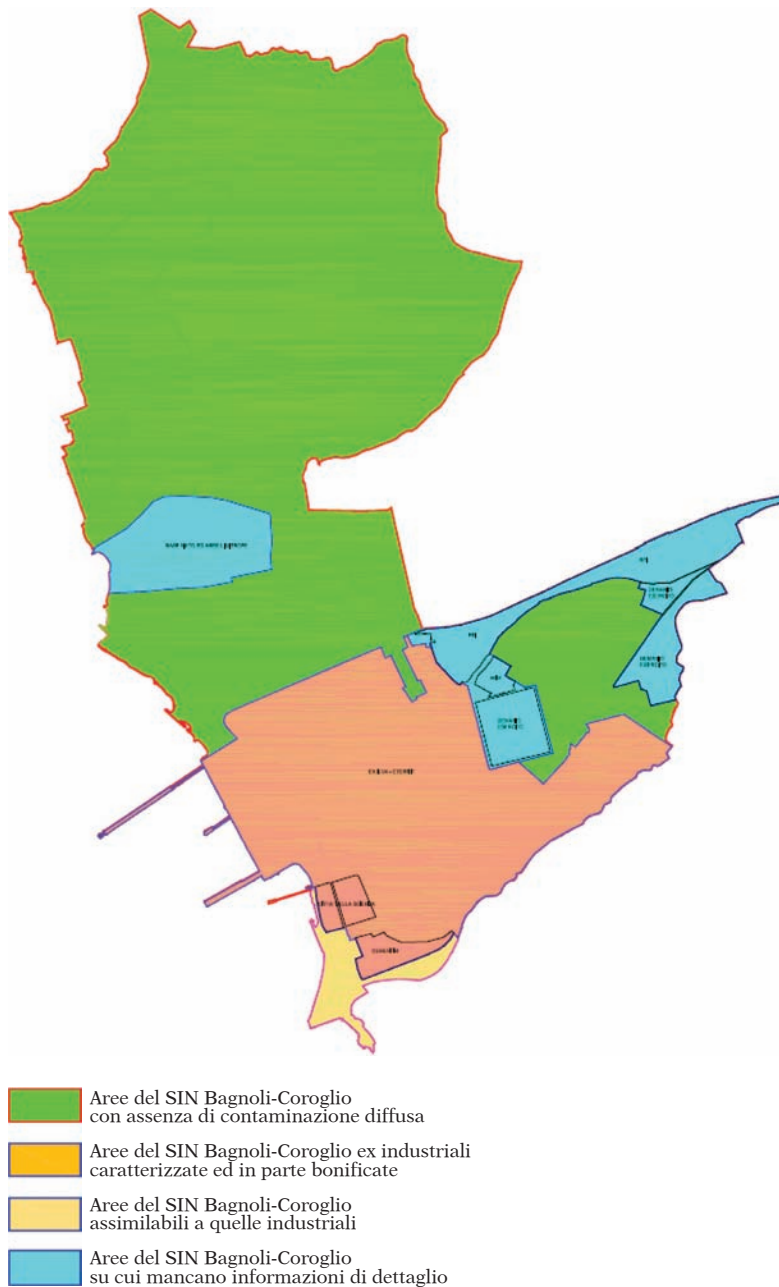


Figura 5.
Ripartizione
del territorio di
Bagnoli-Coroglio in
funzione del grado
di contaminazione e
del relativo livello di
conoscenza.

Nato) e dagli opifici e dai depositi di società di trasporto pubblico (azzurro, 101 ettari e 10,2%), per le quali è necessario sia reperire le ulteriori informazioni già disponibili (RFI-Ferrovie dello Stato) che maggiormente approfondire le attività di caratterizzazione, completando le indagini soprattutto nelle zone ad esse più interne, dal momento che sono soprattutto note le informazioni riferite ai loro perimetri;

- le aree a prevalente destinazione residenziale nonché occupate da specie vegetali (verde, 653,5 ettari e 65,6%), ove è manifesta l'assenza di situazioni di contaminazione diffusa.

Bibliografia

- ARPA (2005) Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane. *I Quaderni dell'ARPA*.
- Bagnoli Futura S.p.A. (2002) *Piano di caratterizzazione Bagnoli-Coroglio. Relazione geologica, idrogeologica e geochemica*. Dicembre 2002.
- C.C.T.A. – Centro Campano Tecnologie e Ambiente (2007) *Sito CEMENTIR: Piano di caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99 - Report delle attività*.
- C.C.T.A. – Centro Campano Tecnologie e Ambiente (2008) *Sito Fondazione IDIS - Città della Scienza: Piano di caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99 - Report delle attività*.
- Celico P. (2006) *Arenili di Bagnoli-Coroglio (Napoli) – Realizzazione delle opere di messa in sicurezza e di bonifica – Conoscenze idrogeologiche, problematiche di intervento e possibili soluzioni progettuali*. Commissionato da Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A.
- Regione Campania (2012) *Proposta di Piano Regionale di Bonifica dei Siti Inquinati della regione Campania. Bollettino Ufficiale della Regione Campania n. 49 del 6 agosto 2012*.
- Vito M. (a cura di) (2008) *Siti Contaminati in Campania*. Volume predisposto dall'Agenzia Regionale Protezione Ambiente della Campania. ISBN 978-88-96122-02-0.