



# Il rilascio di contaminanti da scorie di acciaieria e aggregati naturali: approccio integrato per la valutazione della loro tossicità e genotossicità

Carlotta Alias<sup>a</sup>, Donatella Feretti<sup>b</sup>, Laura Benassi<sup>a</sup>, Alessandro Abbà<sup>c</sup>, Umberto Gelatti<sup>b</sup>, Sabrina Sorlini<sup>c</sup>, Ilaria Zerbini<sup>b</sup>, Giovanna Piovani<sup>d</sup>

a - Laboratorio Interdipartimentale B+LabNet, Università degli Studi di Brescia, via Branze 45, 25123 Brescia - carlotta.alias@unibs.it

b - Dipartimento di Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Brescia, viale Europa 11, 25123 Brescia

c - Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica, Università degli Studi di Brescia, via Branze 43, 25123 Brescia

d - Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale, Università degli Studi di Brescia, viale Europa 11, 25123 Brescia

# Materiali e Metodi

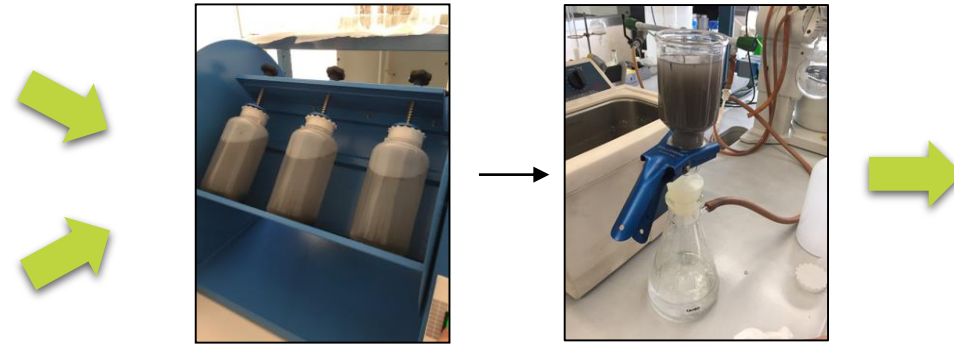
**Scorie di acciaieria**  
5 campioni  
(SA1, SA2, SA3, SA4, SA5)



**Aggregati naturali di cava**  
5 campioni  
(AN1, AN2, AN3, AN4, AN5)




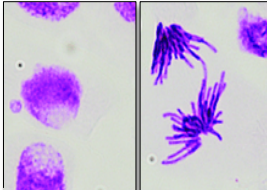
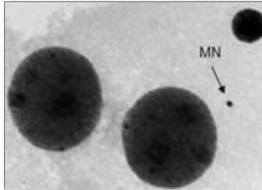
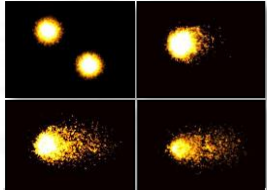


**Test di cessione (UNI EN 12457-2) secondo la legislazione sul recupero dei rifiuti**



**Analisi chimiche (D.M. 186/2006)**

**Saggi biologici**

	Tossicità		Mutagenicità	Genotossicità		
<b>Test</b>						
<b>Target</b>	<i>Daphnia magna</i>	<i>Allium cepa</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Allium cepa</i>	Linfociti e fibroblasti umani	Leucociti umani

# Risultati – Analisi chimiche

Parametri		Scorie di acciaieria					Aggregati naturali di cava					LIMITE D.M.
		SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5	186/2006
<b>Nitrati</b>	mg/L	0.77	5.0	1.1	1.7	1.9	0.42	1.6	0.43	0.36	2.0	50
<b>Fluoruri</b>	mg/L	0.65	0.21	0.26	0.31	0.64	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1.5
<b>Solfati</b>	mg/L	1.6	1.0	26.2	7.0	9.7	0.30	0.31	0.37	0.37	2.7	250
<b>Cloruri</b>	mg/L	3.5	9.2	5.7	4.8	5.8	2.0	3.9	2.2	1.6	4.8	100
<b>Cianuri</b>	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	50
<b>Bario</b>	mg/L	0.25	0.27	0.16	0.17	0.23	0.016	0.019	0.011	< 0.01	0.010	1
<b>Rame</b>	mg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05
<b>Zinco</b>	mg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	3
<b>Berillio</b>	µg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10
<b>Cobalto</b>	µg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	250
<b>Nichel</b>	µg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10
<b>Vanadio</b>	µg/L	217	228	157	68	189	27	21	14	< 10	25	250
<b>Arsenico</b>	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	50
<b>Cadmio</b>	µg/L	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	5
<b>Cromo totale</b>	µg/L	< 10	< 10	< 10	29	12	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	50
<b>Piombo</b>	µg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	12	< 10	< 10	50
<b>Selenio</b>	µg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10
<b>Mercurio</b>	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1
<b>COD</b>	mg/L	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	30
<b>pH</b>	-	10.8	10.2	10.5	11.3	10.9	8.4	8.3	8.3	8.1	8.2	5.5-12

Tutti i campioni rispettano i limiti imposti dal D.M. 186/2006

# Risultati – Test biologici

		Tossicità		Mutagenicità		Genotossicità						
		<i>Daphnia magna</i> (EC50 <sub>24h</sub> )	<i>Allium cepa</i>	Test di Ames (RN/μL)		<i>Allium cepa</i>		CBMN Cyt <sup>§</sup>				Comet Test <sup>§</sup> (TI ± DS)
				TA98 -S9	TA98 +S9	MN	AC	Fibroblasti umani		Linfociti umani		
								MN	APO	MN	APO	
Scorie di acciaieria	SA1	😊	😊	😊	😊	😊	6.0% **	😊	15.0% **	😊	2.9% **	3.6 ± 1.6
	SA2	😊	😊	😊	😊	😊	6.0% **	😊	5.8% *	😊	2.6% **	5.0 ± 1.6 **
	SA3	😊	😊	😊	😊	😊	6.3% **	😊	8.6% *	😊	1.9% **	5.9 ± 1.5 **
	SA4	10.4%	😊	😊	😊	😊	6.1% **	😊	9.6% **	😊	5.2% *	5.8 ± 0.3 ***
	SA5	60.2%	😊	😊	😊	😊	😊	6.0% **	😊	39.0% **	😊	7.7% **
Aggregati naturali	AN1	😊	😊	😊	😊	😊	5.8% **	😊	23.8% ***	😊	2.1% **	5.4 ± 1.3 **
	AN2	😊	😊	1.69	3.19	😊	6.0% **	😊	41.8% **	😊	1.7% ***	5.7 ± 1.3 ***
	AN3	😊	😊	0.75	0.70	😊	6.5% **	😊	30.4% *	😊	19.0% **	9.5 ± 2.8 ***
	AN4	😊	😊	0.95	2.02	😊	4.8% *	😊	34.6% **	😊	13.5% *	6.4 ± 0.9 ***
	AN5	😊	😊	3.12	2.89	😊	6.0% **	😊	40.6% ***	😊	16.4% ***	6.8 ± 1.2 ***

😊: risultati negativi; RN: revertenti netti; MN: micronuclei; AC: aberrazioni cromosomiche; APO: apoptosi; TI: tail intensity; DS: deviazione standard; § dose: 250 μL.

Significatività statistica verso controllo negativo: \* p< 0,05; \*\* p< 0,01; \*\*\* p< 0,001

# Conclusioni

- Approccio integrato
  - ✓ diverse aree disciplinari
  - ✓ chimico-biologico
  - ✓ batteria di test con bersagli cellulari e end-point differenti
- **Le scorie di acciaieria non risultano più pericolose degli aggregati naturali in termini di tossicità e genotossicità**
- Eluato delle scorie di acciaieria:
  - **Bassa tossicità in *Daphnia magna***
  - **No tossicità in *Allium cepa***
  - **No mutagenicità in *Salmonella typhimurium***
  - **No MN in cellule vegetali e in cellule umane**
  - **AC in cellule vegetali e danno al DNA in leucociti**
- Le scorie possono rappresentare un'alternativa agli aggregati tradizionali. Numerosi vantaggi ambientali derivanti dal riutilizzo delle scorie (riduzione del conferimento in discarica, diminuzione dell'utilizzo di materie prime)
- L'ampia valutazione ecotossicologica descritta potrà essere utile per promuovere ulteriori studi a supporto del processo decisionale relativo all'utilizzo di materiali riutilizzabili e naturali

## Publicazioni

### ECOTOXICITY AND GENOTOXICITY OF STEEL SLAGS: PRELIMINARY RESULTS

+ Laura Benassi, Carlotta Alias, Donatella Feretti, Umberto Gelatti, Giovanna Piovani, Ilaria Zerbini and Sabrina Sorlini

Available online in *Detritus* - Volume 06 - June 2019 Pages 32-38

DOI 10.31025/2611-4135/2019.13815

> *Environ Mol Mutagen*. 2020 Sep 14. doi: 10.1002/em.22407. Online ahead of print.

### The release of contaminants from steel slags and natural aggregates: Evaluation of toxicity and genotoxicity

Carlotta Alias<sup>1</sup>, Donatella Feretti<sup>1,2</sup>, Laura Benassi<sup>1</sup>, Alessandro Abbà<sup>1,3</sup>, Umberto Gelatti<sup>1,2</sup>, Sabrina Sorlini<sup>1,3</sup>, Ilaria Zerbini<sup>1,2</sup>, Giovanna Piovani<sup>1,4</sup>

Affiliations + expand

PMID: 32926468 DOI: 10.1002/em.22407