



Fanghi di depurazione da rifiuto a risorsa

Contaminanti chimici dei fanghi di depurazione: FARMACI e PFAS

Ettore Zuccato

IRCCS Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri, Milano

Ettore Zuccato

Sala Conferenze

Sede di Camera di Commercio

Via Meravigli 9/B, Milano

6 luglio 2018



Città
metropolitana
di Milano



AneA
Associazione Nazionale
Autorità e Enti di Ambito



AGENZIA
MOBILITÀ
AMBIENTE
TERRITORIO



ORDINE DEGLI
AVVOCATI DI MILANO

ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente



AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE
CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO



CAMERA DI
COMMERCIO
MILANO
MONZABRIANZA
LODI



Fondazione
Triulza

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI MILANO



CONF SERVIZI
CISP EL Lombardia



Fanghi di depurazione da rifiuto a risorsa

- La presenza di farmaci e di altri contaminanti “emergenti” nei fanghi di depurazione è una tematica importante per le possibili ricadute sulla salute umana.
- Nelle acque reflue urbane sono presenti residui di prodotti farmaceutici (quali antibiotici, antinfiammatori, antitumorali, farmaci neurologici, cardiovascolari, gastrointestinali, ormoni estrogenici) (*Castiglioni et al., 2006*); prodotti chimici utilizzati per la cura della persona (quali disinfettanti, deodoranti, profumi, schermi UV), nonché sostanze perfluoroalchiliche, di derivazione mista domestica e industriale (quali PFOS e PFOA) (*Richardson, Kimura, 2016*).
- Molte di queste, dipendentemente dalle loro caratteristiche chimico-fisiche, sono adsorbite ai fanghi di depurazione, che possono quindi contenere concentrazioni anche elevate di queste sostanze attive (*Wilkinson et al., 2017*).
- L'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura potrebbe quindi equivalere a riversare queste sostanze sui terreni agricoli, con la possibilità di contaminazione degli alimenti vegetali che crescono sui terreni e delle acque di falda, per percolazione dal terreno (*Wu et al., 2010*).

Selection of emerging contaminants

Pharmaceuticals

Antibiotics
Anti-inflammatory
Anti-cancer drugs
Anti-hypertensive
Bronchodilators
Cardiovascular
CNS drugs
Diuretics
Estrogens-Hormones
Gastrointestinal
Lipid regulator

Illicit drugs

Amphetamines
Cannabis
Cocaine
Opioids (heroin)
Other synthetic drugs

Personal care products

Sunscreen Chemicals: Benzophenone-3 (BP-3); Benzophenone-4 (BP-4); 2-phenylbenzimidazole-5-sulfonic acid-(PBSA); 4-Methylbenzylidene camphor (4-MBC)

Disinfectants: triclosan, triclocarban

Perfluorinated compounds

PFOS
PFOA

Alkylphenols

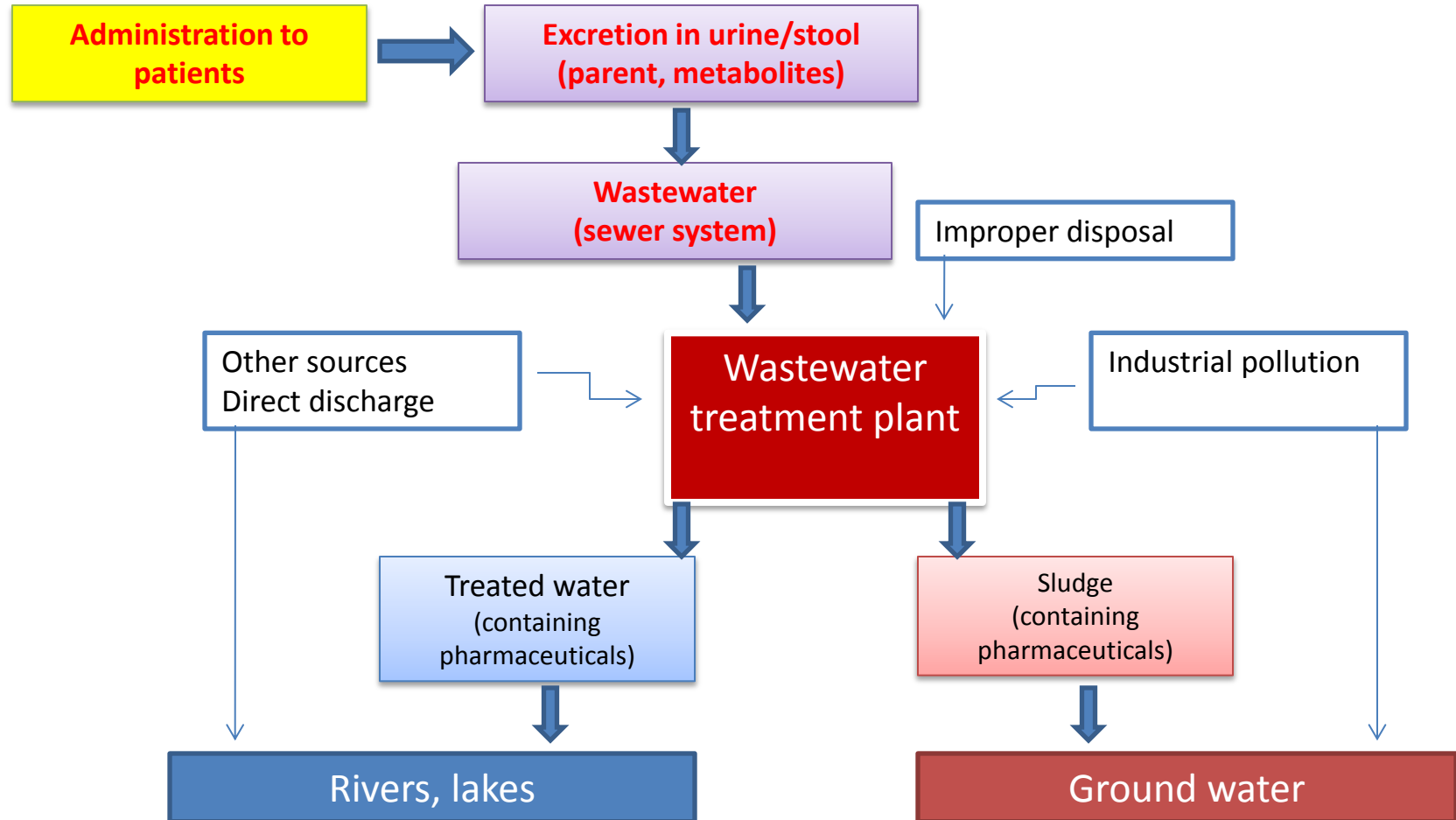
Bisphenol A, octylphenol,
4-ter-octylphenol, nonylphenol

Markers of anthropic pollution

Caffeine and metabolites
Nicotine and cotinine

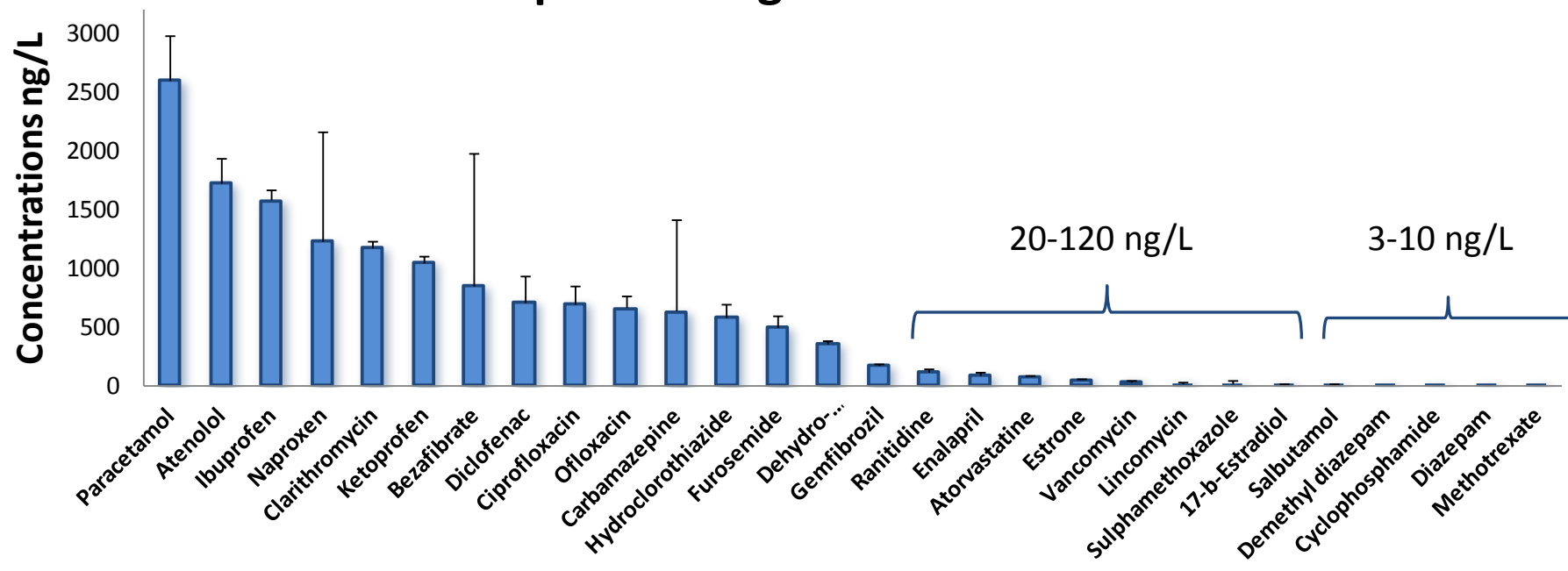


Pharmaceuticals: environmental contamination pathways



Measurement of Emerging contaminants in raw wastewater

Therapeutic drugs -Raw Wastewater



Therapeutic drugs in the Milan Nosedo plant

Removal 80-100%

Atenolol
Atorvastatine
Bezafibrate
Enalapril
Estrone
Gemfibrozil
Ibuprofen
Ketoprofen
Methotrexate
Naproxen

Removal 30-80%

Ciprofloxacin
Clarythromycin
Dehydro-erythromycin
Diclofenac
Furosemide
Lincomycin
Ranitidine
Salbutamol
Sulphamethoxazole

Removal < 30%

Hydrochlorothiazide
Ofloxacin
Vancomycin

No Removal

Carbamazepine
Cyclophosphamide
Diazepam
Demethyl-diazepam
Erythromycin

Total load entering the plant: **4.0 kg/day**

Total removal 80%

Total load escaping treatment: **1.0 kg/day**

Loads of emerging contaminants in wastewater (Milan city area)



Sampling March 2011	WWTP1 Influent	WWTP2 Influent	WWTP3 Influent	Total Influents	WWTP1 Effluent	WWTP2 Effluent	WWTP3 Effluent	Total Effluents
	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day	g/day
Therapeutic Drugs	5747	3899	1432	11078	978	635	673	2286
Illicit Drugs	616	537	146	1299	35	22	38	95
Disinfectants	605	0	140	745	0	0	33	33
Sunscreens/UV	335	379	54	768	127	217	22	366
PFOS/PFOA	4	5	3	12	5	5	3	13
Anthropic markers	51760	23300	6125	81185	86	100	109	295
Alkylphenols	754	653	120	1527	68	25	5	98

Castiglioni et al., 2018



Fanghi di depurazione da rifiuto a risorsa

- L'utilizzo dei fanghi di depurazione come fertilizzanti in agricoltura costituisce quindi un potenziale problema di salute umana, dato che queste sostanze potrebbero rientrare nella catena alimentare tramite i consumi di prodotti agricoli e acque sotterranee contaminate.
- La presenza di farmaci e di altri contaminanti “emergenti” nei fanghi di depurazione è quindi una tematica importante per le possibili ricadute sulla salute umana ma rimane attualmente ancora un argomento poco conosciuto e poco studiato.

Concentrazioni farmaci (ng/g DM)

Table 5

Ranges of observed concentrations for the principally investigated groups (ng/g DM).

Class	Analgesics	Antibiotics	Hormones	Psychiatric drugs	Antiseptics	Fragrances	Non-ionic surfactants
Primary	$3-10^4$	$5-4 \cdot 10^3$	$4-4 \cdot 10^2$	$5-2 \cdot 10^3$	$40-1.5 \cdot 10^4$	10^3-10^5	10^2
Secondary	$1-10^3$	$10^{-1}-7 \cdot 10^4$	$10^{-1}-3 \cdot 10^2$	$1-6 \cdot 10^2$	$10^2-2 \cdot 10^4$	$10-10^5$	–
Digested	$4-10^3$	$1-8 \cdot 10^3$	$1-10^4$	$10^{-1}-3 \cdot 10^3$	$10^2-7 \cdot 10^4$	$10-8 \cdot 10^4$	$10-2 \cdot 10^4$
Composted	$10^{-1}-10^3$	$8 \cdot 10^{-1}-2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^{-2}-10^2$	$10^{-1}-9 \cdot 10^2$	$10^1-8 \cdot 10^3$	–	–
Biosolids	$10-10^4$	$4 \cdot 10^{-1}-6 \cdot 10^4$	$8-10^3$	$1-6 \cdot 10^3$	$10^2-4 \cdot 10^4$	$10^3-4 \cdot 10^4$	–
Conditioned	$1-10^2$	$10-5 \cdot 10^2$	$2-3 \cdot 10$	$10-10^3$	$8 \cdot 10^1-3 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2-3 \cdot 10^4$	–
Dried	$5-3 \cdot 10^2$	$8-10^2$	$3-10^3$	$1-10^3$	$7 \cdot 10^2-4 \cdot 10^3$	$10^3-7 \cdot 10^3$	$10-5 \cdot 10^4$

Verlicchi & Zambello, 2015

Risk quotient posed by the residues of pharmaceuticals in digested sludge

P. Verlicchi, E. Zambello / Science of the Total Environment 538 (2015) 750–767

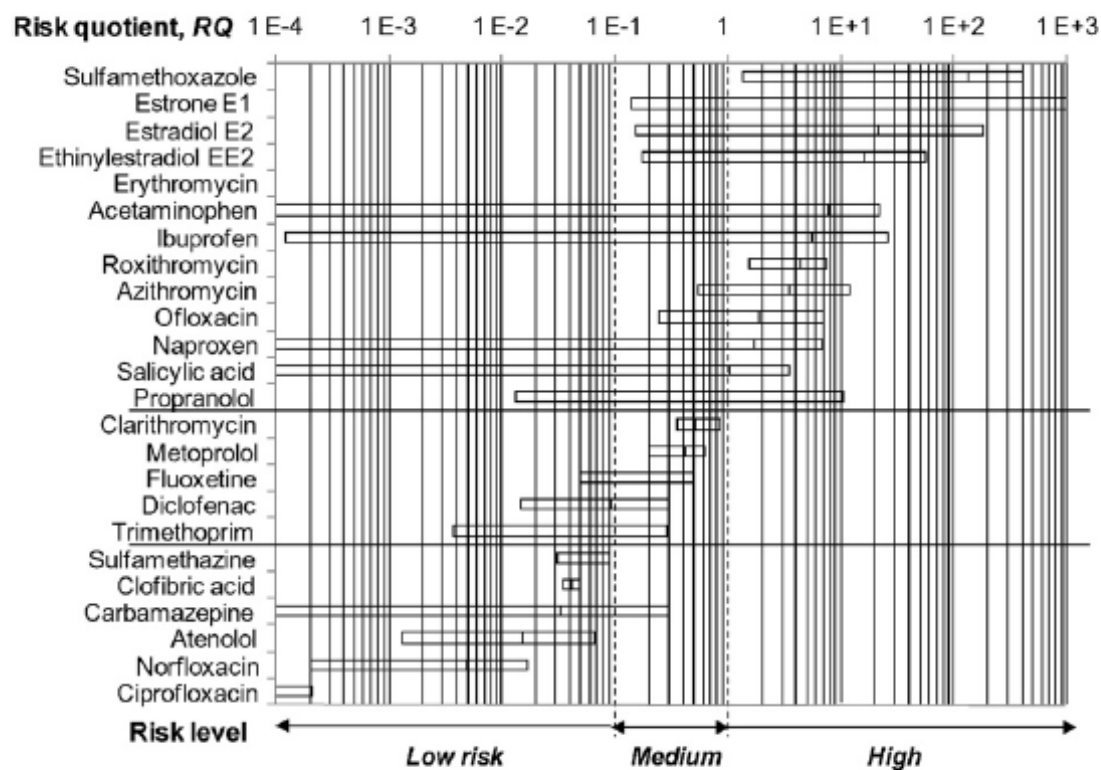


Fig. 11. Risk quotient posed by the residue of PhCs in digested sludge.