



**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE**

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE**

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE AMBIENTALI E PROTEZIONE CIVILE**

*Tesi di Laurea*

**DEGRADAZIONE DI CONTAMINANTI EMERGENTI A BASE DI PRODOTTI FARMACEUTICI NELLE  
ACQUE REFLUE URBANE AD OPERA DI TRATTAMENTI SECONDARI**

*Degradation of emergent contaminants made from pharmaceutical compounds in urban wastewater by secondary treatments*

Laureanda:  
Beatrice Nasini

Relatrice:  
Prof.ssa Francesca Beolchini

Sessione estiva  
A.A. 2019/2020

# Abstract

In questa revisione ci si focalizza su 118 medicinali, appartenenti a classi terapeutiche differenti, rilevati nelle acque reflue urbane non trattate e nell'effluente derivante da sistemi di trattamento secondario utilizzati per le acque reflue urbane a livello globale prima dello scarico finale nei corpi idrici superficiali. I dati che si riferiscono a 224 convenzionali sistemi a fanghi attivi ed a 20 reattori a membrana biologica vengono analizzati e vengono riportati gli intervalli di variabilità osservati di ogni composto selezionato nei loro influenti ed effluenti, con particolare riferimento alle sostanze individuate più frequentemente e in concentrazioni maggiori. Un'istantanea dell'abilità di questi sistemi di rimuovere tali composti viene fornita comparando le loro efficienze totali per ogni sostanza. Dove possibile, lo studio successivamente valuta il carico di massa medio giornaliero della maggior parte dei medicinali individuati all'uscita dalla fase di trattamento secondario.

La parte finale della revisione fornisce una stima del rischio ambientale costituito dalla loro presenza nell'effluente secondario dalle risorse mediante il quoziente di rischio, ovvero il rapporto tra la concentrazione media dei medicinali misurata nell'effluente secondario e la concentrazione prevista priva di effetto.

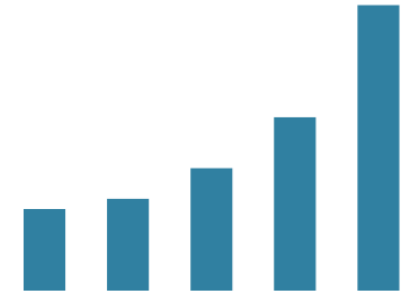
Infine, le classificazioni del carico di massa dei composti sotto revisione sono comparate con quelle basate sul loro livello di rischio. Questa analisi mostra che le più alte quantità scaricate attraverso l'effluente secondario appartengono ad un antipertensivo, e numerosi beta-bloccanti e analgesici/antinfiammatori, mentre il rischio più alto è costituito da antibiotici e numerosi psicofarmaci e ad analgesici/antinfiammatori. Questi risultati sono riportati al fine di aiutare gli scienziati e gli amministratori nella pianificazione di misure mirate alla riduzione dell'impatto dello scarico delle acque reflue urbane trattate in bacini d'acqua superficiale.

# Introduzione

Scopo



Riduzione impatto PhC



Analisi



Efficienze di rimozione



Concentrazioni in-out  
Percentuale di rimozione



Rischio ambientale

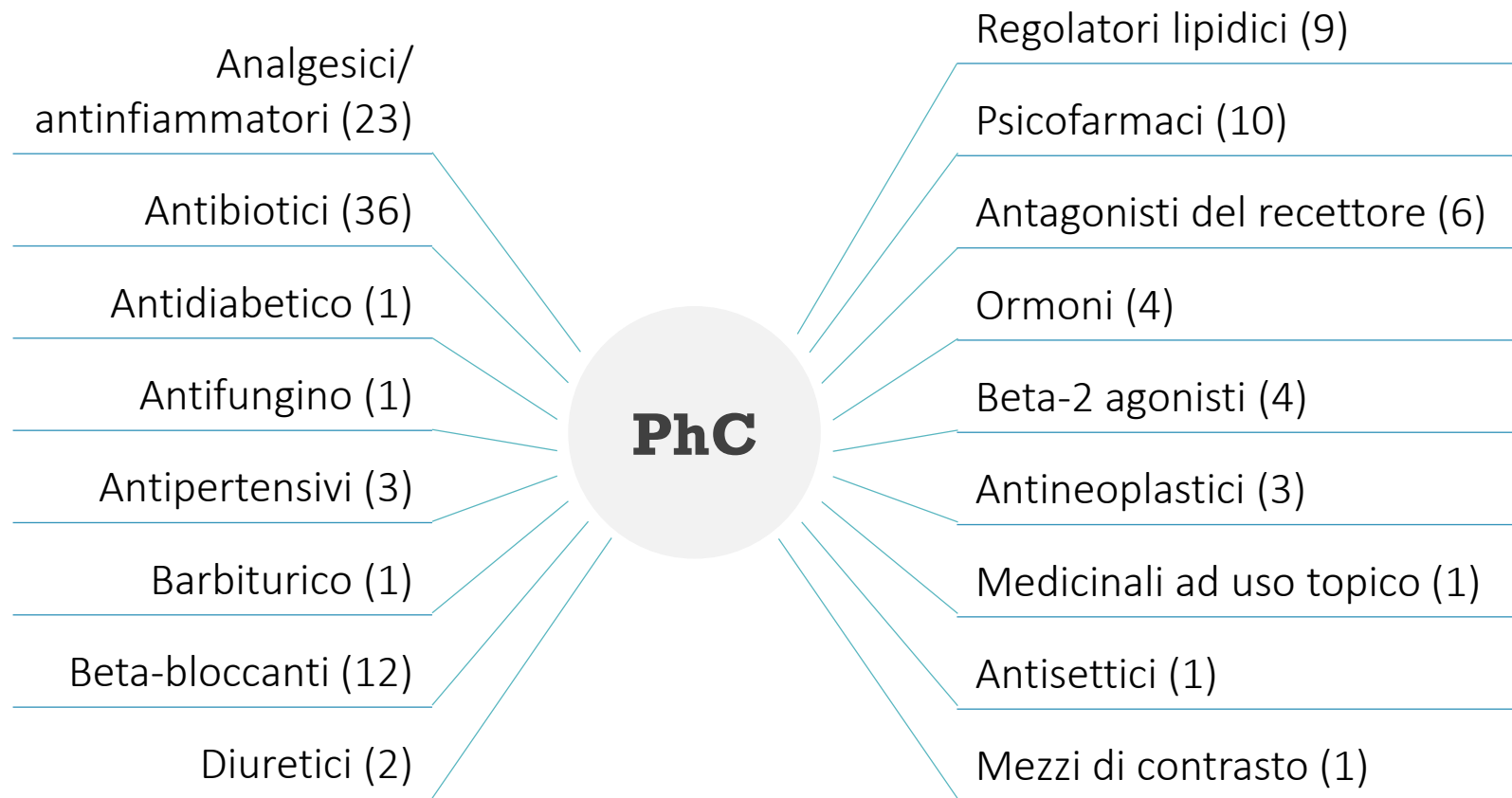


Quoziente di rischio (RQ)

# Introduzione

I prodotti farmaceutici (PhC = 118)

17 classi terapeutiche



NON FACILMENTE  
RIMOSI DA IMPIANTI  
TRADIZIONALI

$\text{Log}K_d < 2,7$

# Introduzione

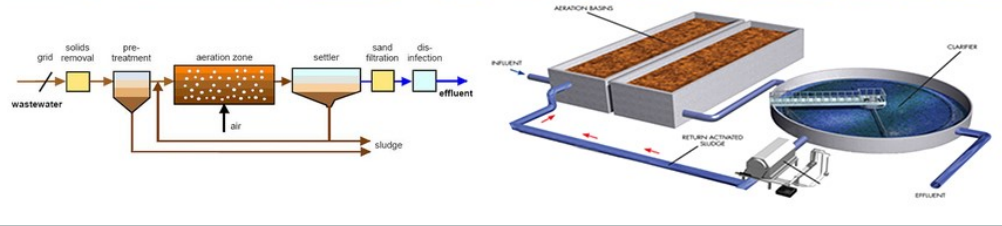
Le tipologie di impianto

CAS

SISTEMI A FANGHI ATTIVI  
224 su larga scala

REATTORI A MEMBRANA  
20 impianti pilota

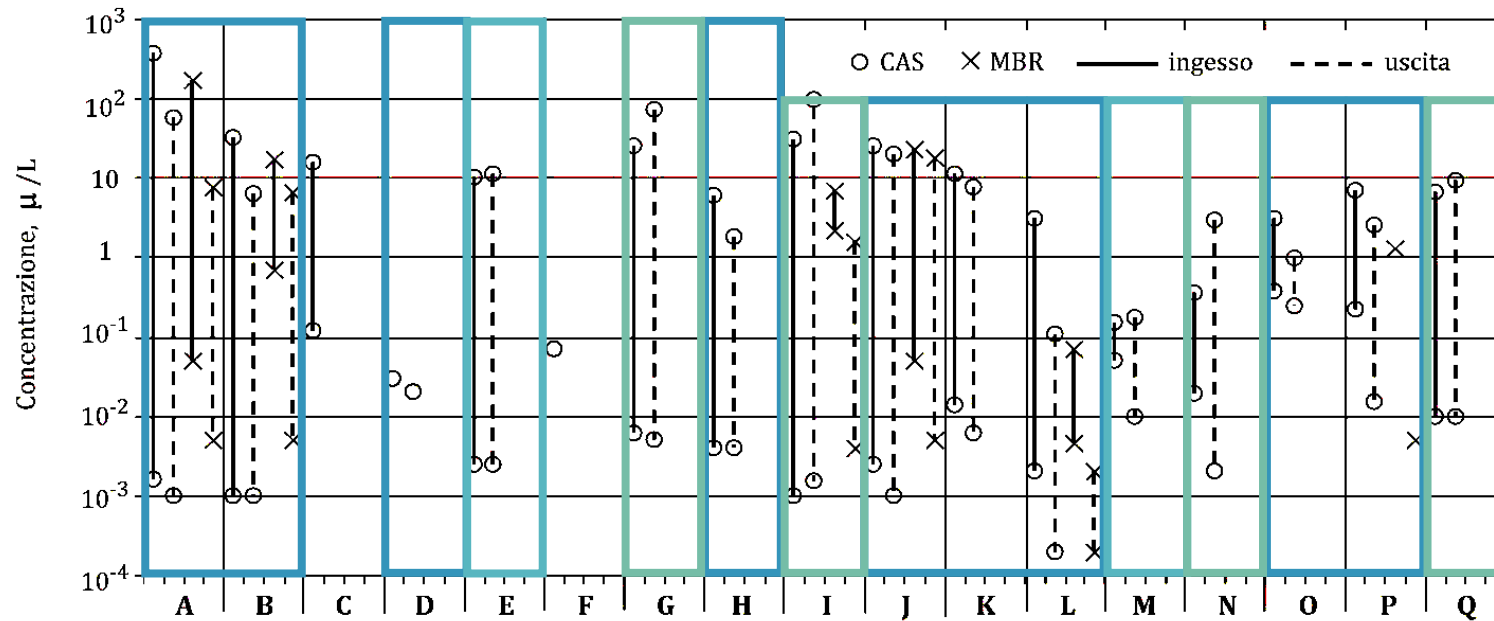
MBR



# Prime analisi

## Intervalli di variabilità IN-OUT

**A** Analgesici/antinfiammatori    **B** Antibiotici    **C** Antidiabetici    **D** Antifungini    **E** Antipertensivi  
**F** Barbiturici    **G** Beta-blocanti    **H** Diuretici    **I** Regolatori lipidici    **J** Psicofarmaci    **K** Antagonisti del recettore  
**L** Ormoni    **M** Beta-2 agonisti    **N** Antineoplastici    **O** Prodotti topici    **P** Antisettici    **Q** Mezzi di contrasto



o, in	374	263	3	1	20	1	56	9	69	84	31	65	3	4	3	23	6
o, out	420	274	0	1	19	0	94	8	99	103	21	54	10	7	3	29	6
x, in	14	9	0	0	0	0	0	0	3	5	0	6	0	0	0	1	0
x, out	36	8	0	0	0	0	0	0	8	6	0	4	0	0	0	1	0

1 OUT < IN

A - B - D - H - J - K - L - O - P

2 OUT ~ IN

E - M

3 OUT > IN

G - I - N - Q

4 Non confrontabili

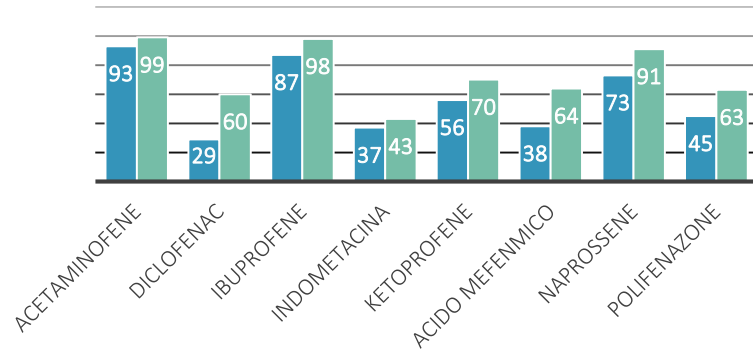
C - F

# Efficienze di rimozione

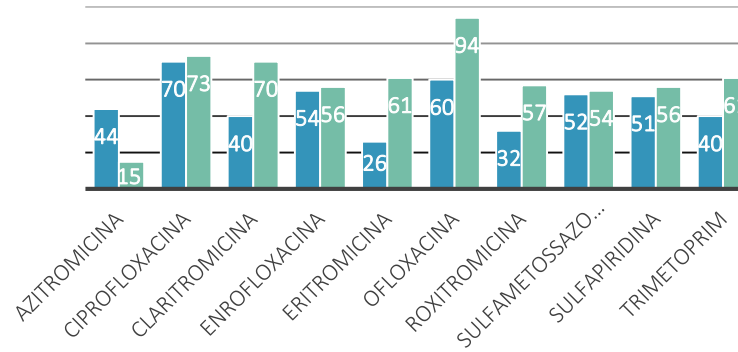
CAS vs MBR

● CAS ● MBR

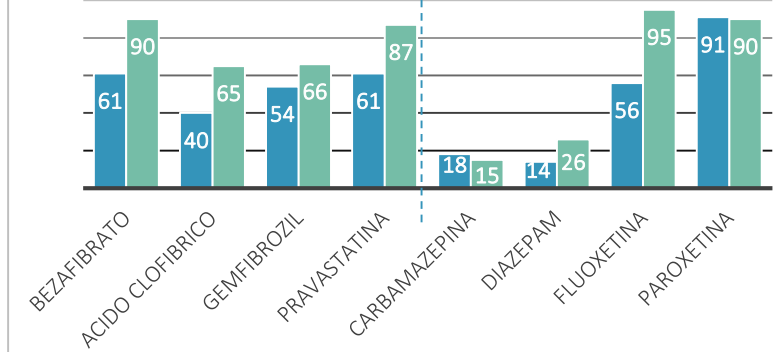
## Analgesici/antinfiammatori



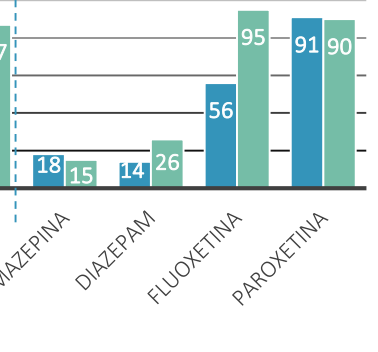
## Antibiotici



## Lipidi regolatori



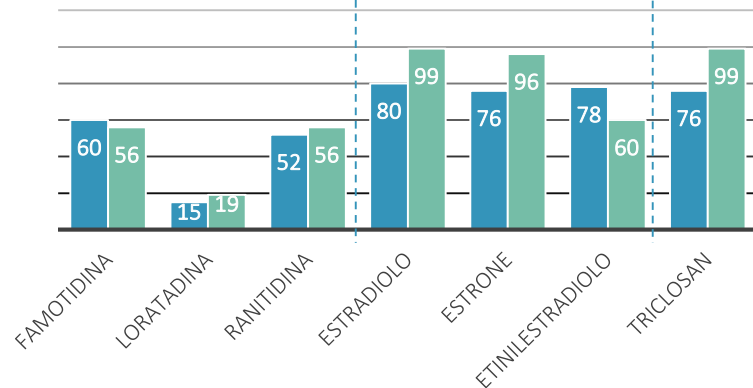
## Psicofarmaci



## Antagonisti del recettore

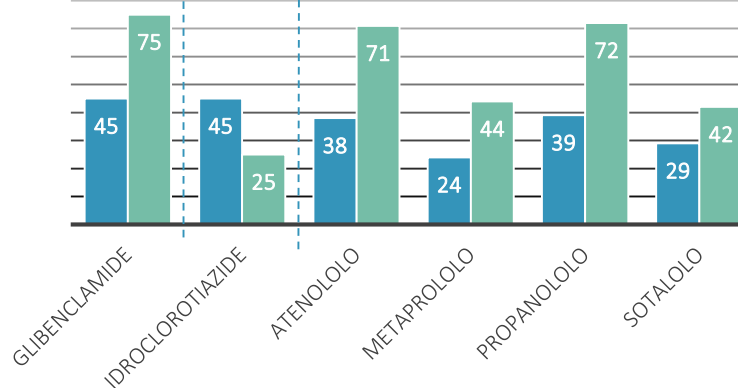
## Ormoni

## Antisettici



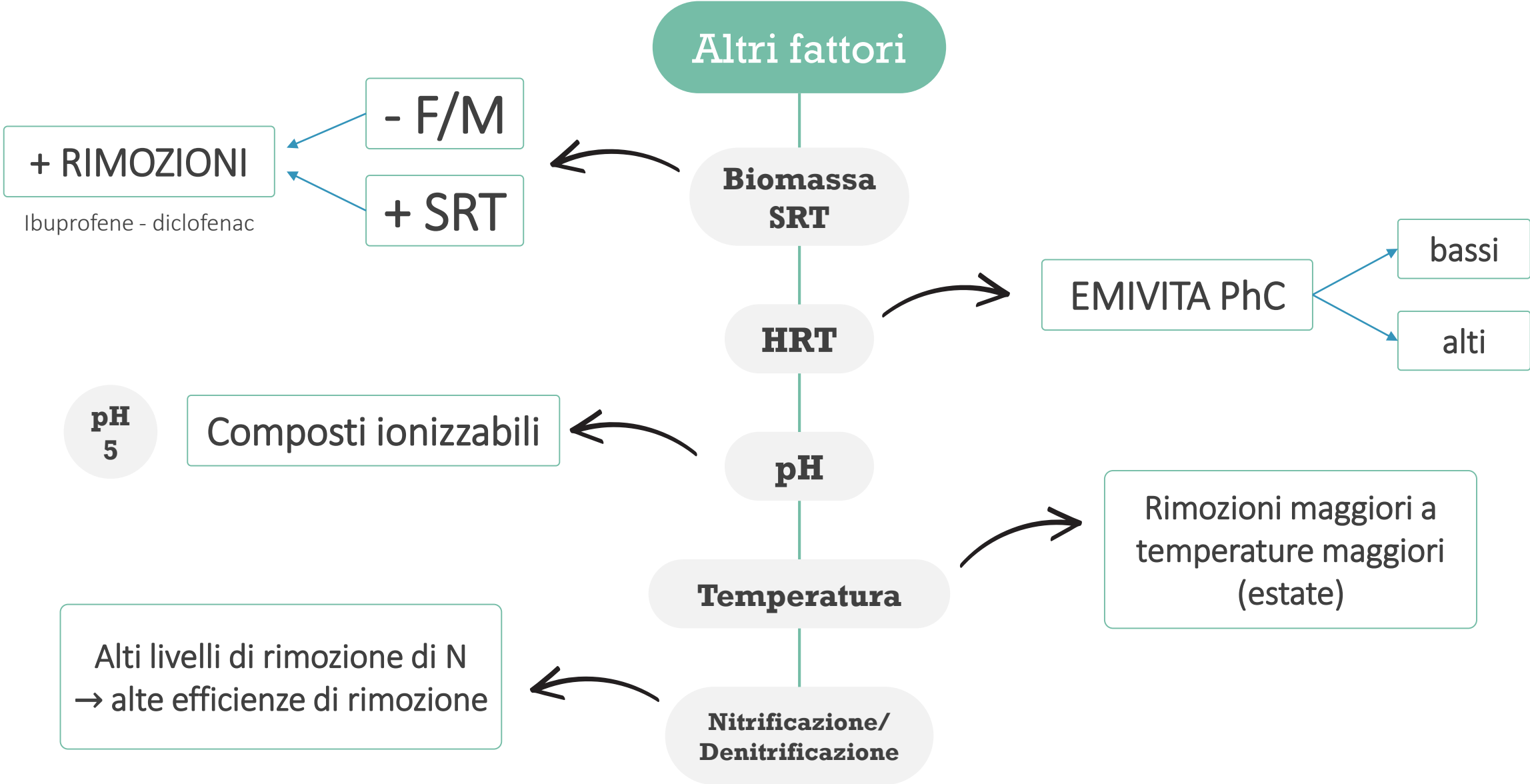
## Antidiabetici Antipertensivi

## Beta-bloccanti



**MBR > CAS**

# Efficienze di rimozione





# Efficienze di rimozione

Portata in uscita

$$L_{i,j} = \frac{c_{i,j} Q_j}{\text{popolazione servita}} \times 1000$$

$i = \text{PhC generico}; j = \text{impianto generico}$

## TOP 10

IDROCLOROTIAZIDE

CARBAMAZEPINA

CROTAMITONE

CIMETIDINA

ATENOLOLO

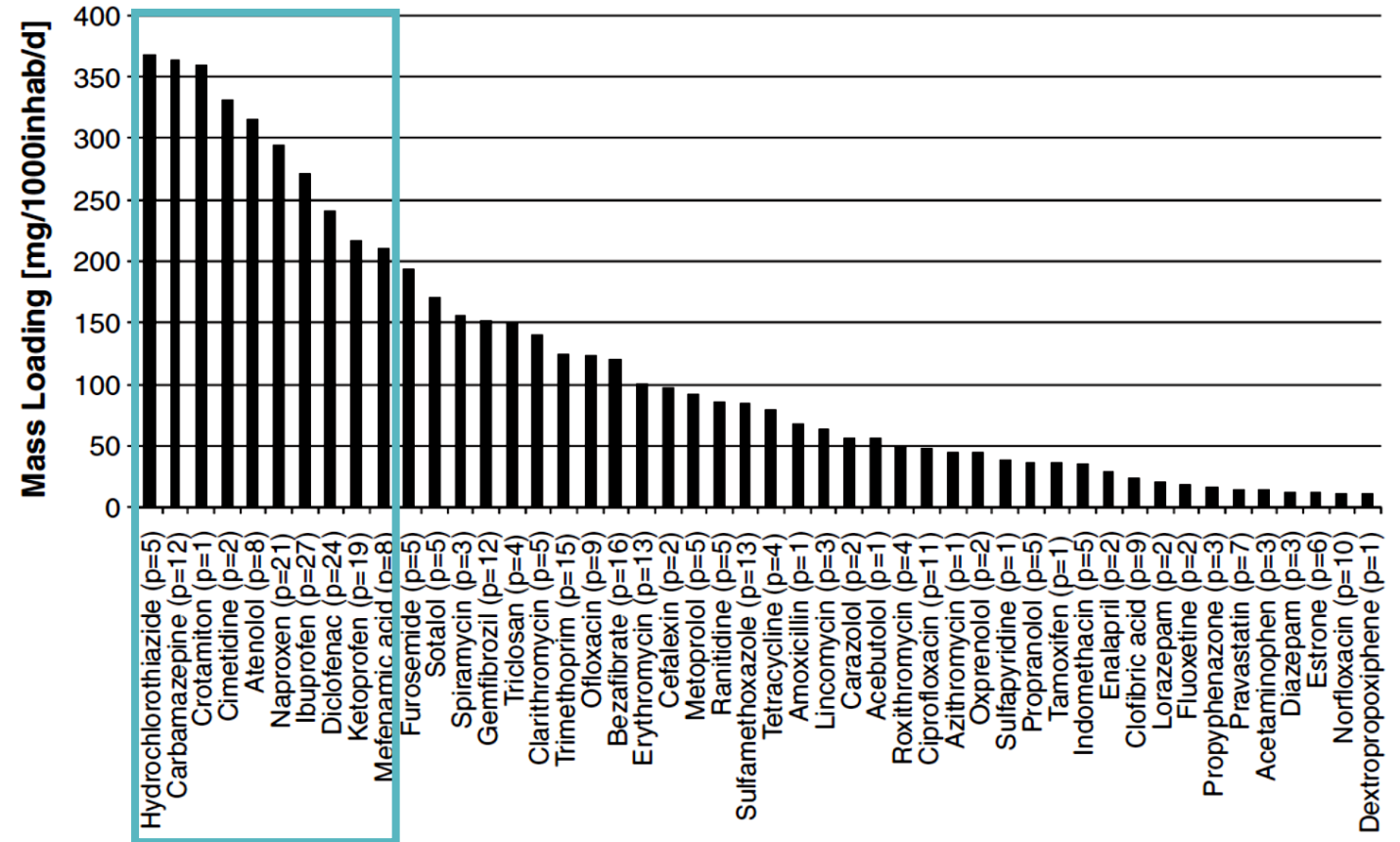
NAPROSSENE

IBUPROFENE

DICLOFENAC

KETOPROFENE

ACIDO MEFENAMICO



# Rischio ambientale

Quoziente di rischio (RQ)

$$RQ = \frac{C_{media} PhC}{PNEC PhC}$$

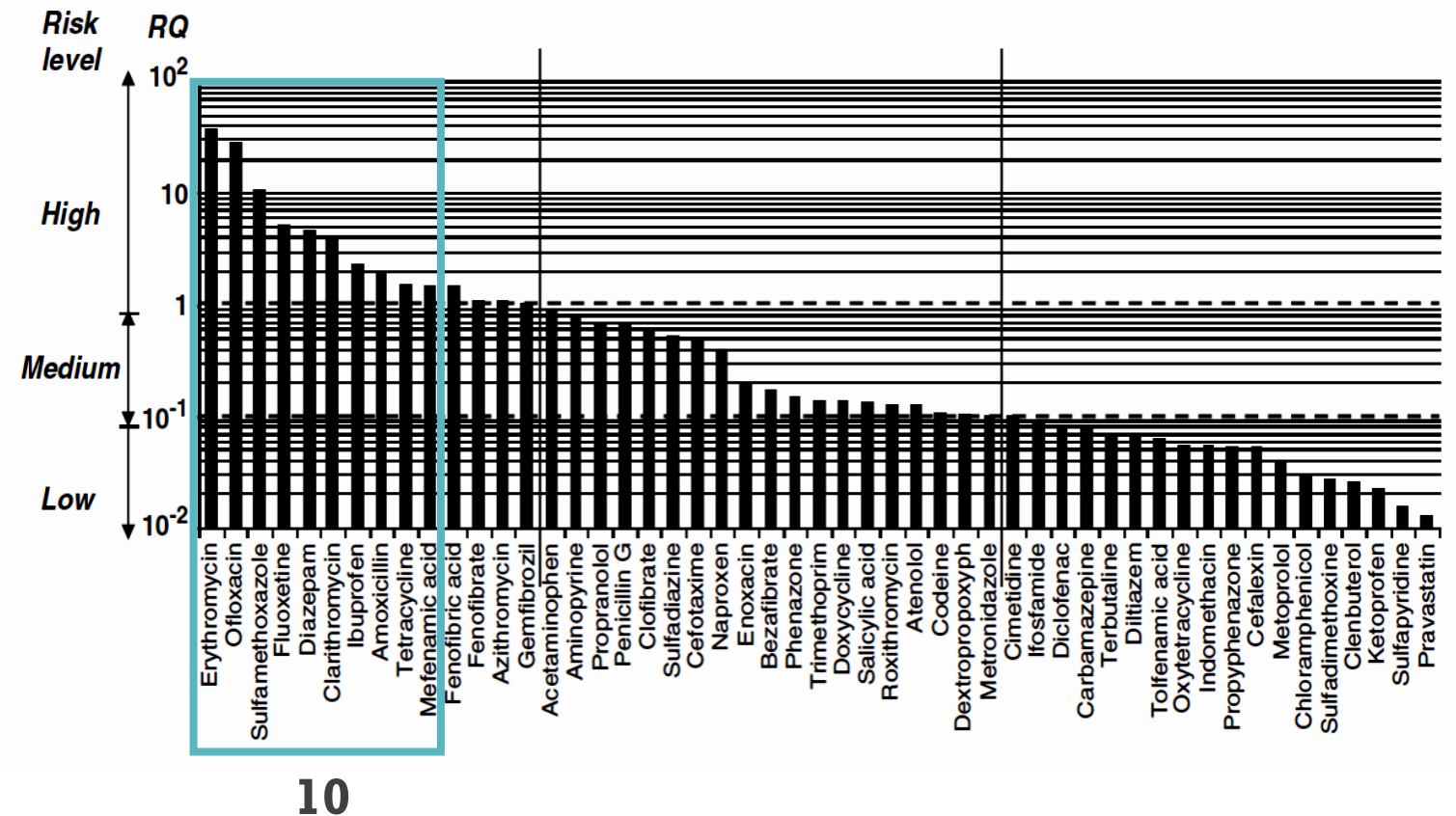


TRE LIVELLI DI RISCHIO

**RQ < 0,1**  
BASSO

**0,1 < RQ < 1**  
MEDIO

**RQ > 1**  
ALTO

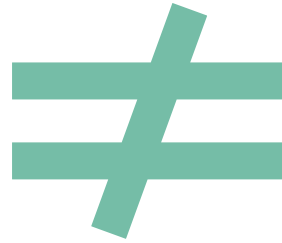


SOLO RISCHIO ACUTO (NON CRONICO)

# Rischio ambientale

## PhC PIÙ RISCHIOSI

ERITROMICINA  
OFLOXACINA  
SULFAMETOSSAZOLO  
FLUOXETINA  
DIAZEPAM  
CLARITROMICINA  
IBUPROFENE  
AMOXICILLINA  
TETRACICLINA  
ACIDO MEFENAMICO



## PhC PIÙ CONSUMATI

IDROCLOROTIAZIDE  
CARBAMAZEPINA  
CROTAMITONE  
CIMETIDINA  
ATENOLOLO  
NAPROSSENE  
IBUPROFENE  
DICLOFENAC  
KETOPROFENE  
ACIDO MEFENAMICO

**ELEVATO CONSUMO ≠ ALTO RISCHIO AMBIENTALE**

# Conclusioni

UN CAMPANELLO D'ALLARME

- ⇒ PhC non facilmente rimossi da impianti tradizionali
- ⇒ Impianti a membrana biologica più efficienti
- ⇒ Alcuni PhC dannosi per la vita acquatica



PhC TARGET



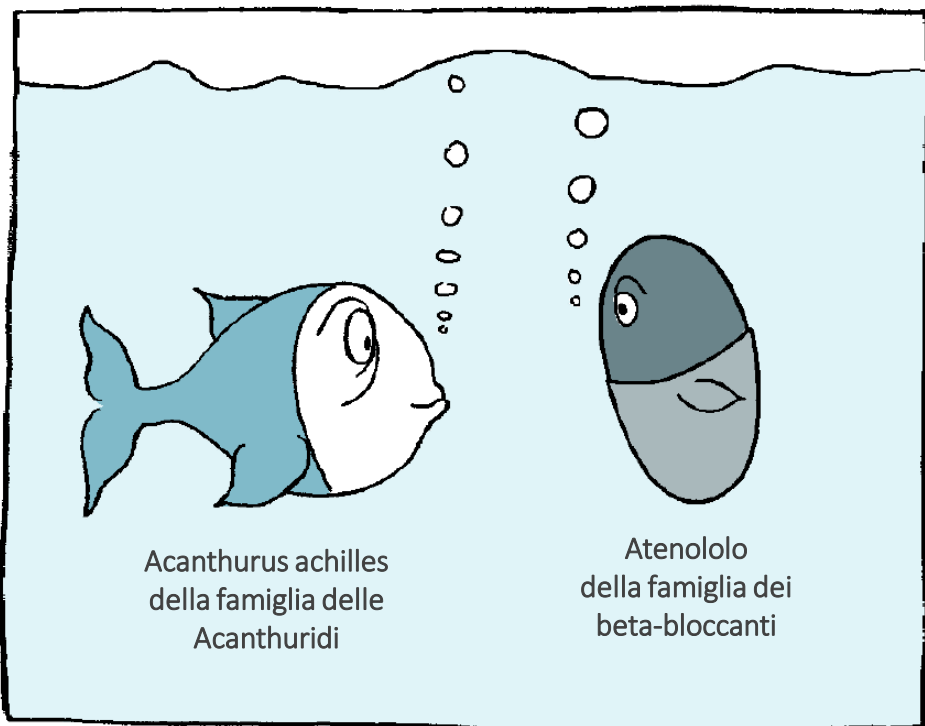
Più dati per i PhC poco analizzati


PNEC per uno spettro più ampio di composti

Effetti cronici di PhC sulla vita acquatica

Migliore rimozione dei composti più persistenti

Riduzione la quantità dei PhC alla fonte



An aerial photograph of a wastewater treatment plant. The facility features several large circular clarifiers with central mechanical scrapers, and numerous rectangular aeration tanks with visible water turbulence. A network of pipes and walkways connects the various units. In the background, there is a large body of water, likely a reservoir or lake, surrounded by a dense forest of green trees. The sky is clear and blue.

Grazie per l'attenzione