

Valutazione del rischio chimico

CdL Magistrale Interateneo in
Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio
Università di Udine e Università di Trieste

CdL Magistrale in Chimica
Università di Trieste

Docente
Pierluigi Barbieri

SSD Chimica dell'ambiente e dei beni culturali, CHIM/12

ORARI

- Lunedì 14-16
- Mercoledì 14-16

Ed. C11, III piano, ***Aula A8***

c/o Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche (DSCF)
Università degli Studi di Trieste

Via Licio Giorgieri 1, Trieste 34127

MODALITÀ D'ESAME

Presentazione (MS PowerPoint o Open Office) su articolo scientifico assegnato dal docente prima dell'esame e

discussione sugli argomenti del corso

Calendario degli Esami di profitto A.A. 2015-2016				
(Docente Prof. Pierluigi Barbieri)				
CORSO	codice	sessione estiva (giugno – luglio 2016)	sessione autunnale (settembre 2016)	sessione straordinaria (febbraio 2017)
CHIMICA ANALITICA II CON LABORATORIO	081 SM-10 CHIMICA	martedì 14 giugno 2016	martedì 13 settembre 2016	martedì 7 febbraio 2017
		martedì 12 luglio 2016	martedì 27 settembre 2016	martedì 21 febbraio 2017
VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO	733 SM-13 CHIMICA	martedì 14 giugno 2016	martedì 13 settembre 2016	martedì 7 febbraio 2017
		martedì 12 luglio 2016	martedì 27 settembre 2016	martedì 21 febbraio 2017
CHIMICA AMBIENTALE	171SM-STAN	mercoledì 15 giugno 2016	martedì 13 settembre 2016	martedì 7 febbraio 2017
		martedì 5 luglio 2016	martedì 27 settembre 2016	martedì 21 febbraio 2017
orario inizio: 9.15				
luogo: stanza 494 ed. C11 (4° piano)				
INFO: barbierp@units.it				

Pierluigi Barbieri

Laureato in Chimica, Dottore di ricerca in Scienze Merceologiche presso l'Università di Trieste

Visiting researcher (7 mesi) alla Libera Università di Brussels (VUB) e (6 mesi) National Institut of Chemistry (KI) di Lubiana)

*Professore associato SSD CHIM/12 “Chimica dell’Ambiente e dei Beni Culturali”
Attualmente **insegno** anche*

“Chimica analitica II con Laboratorio” e

*“Aspetti professionali di Chimica Applicata” alla triennale di **Chimica UniTS***

*“Chimica Ambientale” alla triennale **STAN-UniTS***

*Presidente dell’ **Ordine Professionale dei Chimici della Provincia di Trieste***

*Consulente della **Procura della Repubblica di Trieste** su inquinamento*

*Coordino il **gruppo di ricerca** in Chimica Ambientale al **DSCF (UNITS)** da cui è nato lo **spin off** “Ambiente Ricerca Consulenze e Soluzioni Sostenibili s.r.l.”*

*Già Docente di Chimica Ambientale al **corso master REACh - UNIBA***

*Già Vice-pres. della **Divisione di Chim. dell’Ambiente e Beni Culturali – S.C.I***

CONTATTI:

UFFICIO E LABORATORI c/o

Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche

Università degli Studi di Trieste

Via Giorgieri, 1 34127 Trieste

email: barbierp@units.it

skype: gigibarbieri

tel.università: 040 5583915

IL GRUPPO DI RICERCA

- *Dott.chim.* Pierluigi Barbieri, **Ph.D.**, PA

UdR “Composti Aerodispersi e Sistemi Biologici”

- *Dott.chim.* Sabina Licen, **Ph.D.**
- *Dott.* Arianna Tolloi, **Ph.D. Student**
- *Dott.* Sara C. Briguglio, **Ph.D. Student**

Lo spin off ARCo Solutions

- *Dott.chim.* Sergio Cozzutto, **Ph.D.**
- *Dott. pol.terr.* Gianpiero Barbieri
- *Dott. ing.* Anna Fabbris

...

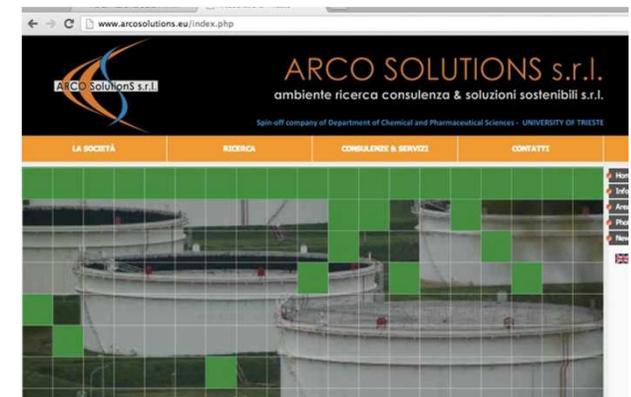
www.arcosolutions.eu

Molti laureandi...

www.dscf.units.it/abc



www.arcosolutions.eu



ALCUNI LAVORI SVOLTI O IN SVOLGIMENTO

Monitoraggio e di polveri e composti volatili emessi da un impianto siderurgico

Combustione domestica sostenibile di biomasse di provenienza regionale (FVG)

Emissioni e assorbimento di composti organici da parte della vegetazione (carsica / urbana / licheni)

Composti organici secondari nell'aerosol

Valutazione di tecnologie di abbattimento di odori applicate a serbatoi per lo stoccaggio di petroli greggi con analisi olfattometriche e valutazioni del tono edonico

Sviluppo di sistemi di sensori per l'analisi delle emissioni di composti volatili ed odori da discariche

LAVORI SVOLTI E IN CORSO (privato e pubblico)

Proj31. DSCF “Studi su particolato atmosferico e composti organici volatili nel sito extraurbano di Borgo Grotta Gigante (Trieste)”, 2012

Proj30. DSCF “Studio osservazionale su **gradienti di concentrazione di benzene e toluene nell’aria ambiente e in case di cittadini non fumatori** a Servola (Trieste)”, 2012

Proj29. SIOT Spa “Studio sperimentale **sull’abbattimento di odori ed emissioni gassose per l’applicazione a serbatoi per lo stoccaggio di petroli greggi**”, 2012

Proj28. Palazzetti Lelio Spa “Confronto delle prestazioni tra apparecchi a legna e a pellet, con diversa camera di combustione” POR FVG 2011/2012

Proj27. Palazzetti Lelio Spa “**Confronto tra apparecchi a legna o a pellet**, con diversa camera di combustione, delle **emissioni di inquinanti**: studi analitici su particolato e idrocarburi policiclici aromatici” POR FVG 2010/2011

Proj26. CementiZillo Spa (referente per UniTS Prof. M. Tretiach) “Studio di **biomonitoraggio attivo e passivo mediante licheni** intorno al cementificio “CementiZillo” in seguito all’autorizzazione alla cocombustione di CDR-Q”, 2012

Proj25. Università di Udine (referenti Proff. Zerbi e Marchiol) “Valutazione quantitativa delle capacità di specie arbustive e arboree ai fini della mitigazione dell’inquinamento atmosferico in ambiente urbano e perturbano” finanziamento MIPAF 2010;

Proj24. Microfox Srl-Falmec Spa “Igienizzazione dei filtri presenti all’interno di cappa d’aspirazione e trattamento dei vapori captati che vengono generati durante la cottura dei cibi in ambiente domestico mediante l’utilizzo di adeguata e controllata quantità di ozono, al fine di elevare qualità e salubrità dell’aria all’interno dell’abitazione e/o di suoi specifici locali”, 2010

...

LAVORI SVOLTI E IN CORSO (privato e pubblico)

...
Proj23. Sincrotrone Trieste (coordinatore Dr. Edoardo Busetto) “**Monitoraggio Ambientale Distribuito Basato su reti a Grid: MADBAG**” finanziamento Regione FVG, 2009;

Proj22. MIUR “Valutazione delle emissioni dalla combustione domestica di biomasse legnose: sviluppo di sistemi di campionamento e studi sperimentali su sistemi tradizionali e tecnologie di mitigazione delle emissioni” nel PRIN 2008 (LENS: Legna, ENergia, Salute; coordinatore Prof. D. Pitea);

Proj21. Lenviros srl (referente Dott.ssa Lucrezia De Gennaro) “Ottimizzazione di metodiche olfattometriche per la determinazione delle emissioni osmogene” (Programma Operativo Regionale Puglia 2009);

Proj20. Eukrasia srl (coordinatore Prof. Antonio Ballarin Denti, CRASL– Centro di Ricerche per l’Ambiente e lo Sviluppo sostenibile della Lombardia) “Dossier Energia da Biomassa”: Università di Trieste valutazione delle emissioni in atmosfera;

Proj19. System Life srl “Studi sulle prestazioni ambientali della stazione filtrante SystemLife modello Città” e “studio sperimentale sull’azione di mitigazione dell’inquinamento da polveri PM10 della stazione filtrante SystemLife modello Città, con campionamenti a Feltre (BL)”;

Proj18. Wärtsilä spa – ex Grandi Motori Trieste: ricerca industriale (coordinatore Prof. J. Kaspar), 2008-2009;

Proj17. Nuova Romano Bolzicco srl “Valutazione della qualità dell’aria in prossimità dell’**inceneritore di Manzano** / distretto della sedia” 2009-2010

Proj16. Comune di Muggia “Attualizzazione del **piano di caratterizzazione del sito contaminato costiero** “Acquario””, 2008-2010

LAVORI SVOLTI E IN CORSO (privato e pubblico)

...
Proj15. SRA Instruments spa “Messa a punto di una metodologia DTD-GC-MS automatizzata per la determinazione di IPA su filtri di particolato atmosferico”, collaborazione scientifica, strumentazione, 2009

Proj14. FAI instruments, “Campionamento di IPA su filtri in campionatori sequenziali per PM: artefatti e impiego di denuders” collaborazione scientifica, strumentazione, 2009

Proj13. Fumisteria FerCasa sas “Valutazione su emissioni di particolato atmosferico dalla combustione di pellet da biomassa innovativa”, 2009

Proj12. Custodia Francescana di Terra Santa “Magdala Project” (2008)
(<http://www.custodia.org/spip.php?article2305&artsuite=1>)

Proj11. Palazzetti Lelio SpA “Valutazione di **emissioni di inquinanti** da stufe a legna: studi analitici su idrocarburi policiclici aromatici e valutazioni tossicologiche su polveri sottili”, 2007-2008 (P.B. responsabile scientifico)

Proj10. Comune di Muggia “Progetto di fattibilità per la **riqualificazione ambientale del sito contaminato denominato “Acquario”** in localita’ Punta Ronco-Punta Sottile (Muggia)”, 2007 (P.Barbieri responsabile pianificazione analitica e valutazione del rischio chimico)

Proj9. Provincia di Trieste “Sperimentazione di **tecniche di fitorimedia e biorimedia per risanamento aree inquinate**: studi preliminari nel comprensorio ex OPP a San Giovanni (Ts)”, 2007 (P.Barbieri responsabile scientifico)

Proj8. Ministero per l’Università e la Ricerca – MIUR “Studio integrato sul territorio nazionale per la caratterizzazione ed il controllo di inquinanti atmosferici (SITECOS)”, PRIN 2004 (2005/06) (E. Reisenhofer Responsabile Scientifico, P. Barbieri ricercatore principale) ...

LAVORI SVOLTI E IN CORSO (privato e pubblico)

...
Proj7. Fondazione Cassa di Risparmio di Trieste + Provincia di Trieste “Studio sui contributi da sorgenti multiple al particolato fine aereodisperso in aree urbane e industriali della provincia di Trieste: studi analitici avanzati e modelli a recettore” (2005/06)

Proj6. Comune di Trieste "Attività tecnico - scientifica in tema di emissioni di diossine dallo stabilimento siderurgico della ferriera di Servola" (2005/2006)

Proj5. Regione – FVG, Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna Servizio Pesca e Acquacoltura “Indagini sulla sicurezza alimentare dei prodotti ittici e della maricoltura della regione Friuli-Venezia Giulia: studio su inquinanti organici persistenti, bioaccumulabili e tossici” (2005) (P.B. responsabile scientifico)

Proj4. Società Italiana per l’Oleodotto Transalpino (SIOT) spa “Studio sulle emissioni di gas da petroliere e serbatoi costieri, con particolare riguardo ai relativi fenomeni olfattivi”, (2005) (P.Barbieri responsabile scientifico)

Proj3. Autorità di Bacino del Friuli Venezia Giulia “Studio degli effetti di inquinamento dei corpi idrici superficiali e profondi indotti dall'uso di prodotti farmaceutici impiegati nella medicina umana e veterinaria, in agricoltura ed in acquicoltura”, (2005/07)

Proj2. Ministero degli Affari Esteri Cooperazione Bilaterale Scientifica tra Italia e Slovenia “Studi di Relazioni Quantitative tra Struttura ed Attività (QSAR) su Bifenili PoliClorurati (PCB) e Idrocarburi Policiclici Aromatici (PAH) per la valutazione di rischio in aree urbane costiere”, (2003)

Proj1. Università di Trieste, Finanziamento Giovani Ricercatori - “Studi QSAR per la modellizzazione predittiva della cancerogenicità di composti chimici di interesse ambientale”, (2001-2002)

Programma (preliminare) del corso (1/3)

- Il rischio connesso alle sostanze chimiche di sintesi; concetti introduttivi: rischio e pericolosità. Gestione e comunicazione del rischio
- Chimica ambientale: Sostanze chimiche, **proprietà chimico-fisiche di rilevanza ambientale** (solubilità, tensione di vapore, costanti di Henry, Kow, Koc, tempi di emivita in atmosfera, costanti di idrolisi, bioconcentrazione, fugacità).
- **Determinazione delle concentrazioni ambientali** (*Predicted Environmental Concentrations*, PECs): Emissioni, valutazioni sperimentali, fattori emissivi da impianti e comparti produttivi, incertezze nelle stime; dispersione, trasporto, degradazione delle sostanze chimiche; modelli di diluizione in aste fluviali, modelli di dispersione in atmosfera; modelli di ripartizione multicomparto (modelli di MacKay di livello I, II, III). Modelli di ripartizione per specie ioniche.

Programma del corso (2/3)

- **Tossicologia ambientale e biochimica tossicologica:** Determinazioni delle concentrazioni ambientali di non effetto (*Predicted No Effect Concentrations*, PNECs):
- Tossicologia chimica, impatto delle specie tossiche a diversi livelli organizzativi nei biosistemi. Fattori soggettivi ed ambientali che condizionano le risposte tossicologiche.
- Endpoints tossicologici: tossicità acuta, cronica, mutagenicità, cancerogenicità, neurotossicità ed alterazioni endocrine e del sistema riproduttivo. Relazioni dose-risposta, ED50; reversibilità e sensibilità agli effetti. Esposizione per ingestione, contatto dermico, inalazione; concentrazioni, durata e frequenza d'esposizione. Reazioni metaboliche degli xenobiotici: reazioni enzimatiche e non; reazioni di fase I, reazioni di fase II; interazioni inquinante-recettore; meccanismi biochimici di mutagenesi e cancerogenesi. Protocolli sperimentali per studi tossicologici; campionamento finalizzato alle analisi tossicologiche.
- Relazioni tra Dosi di effetto mediane (ED50), livelli di effetto non osservabile (NOEL), concentrazioni ambientali di non effetto (PNEC) e assunzione giornaliera accettabile (ADI).
- Tossicità di miscele e modi d'azione delle specie tossiche (narcosi, disaccoppiamento, inibizione respiratoria, reattività elettrofila, inibizione dell'AChE, tossicità neurologica).
- Ecotossicologia, esposizione nel ciclo di vita, Distribuzioni della sensibilità delle specie; test di tossicità per organismi acquatici e terrestri; l'approccio delle Triadi di qualità.

Programma del corso (3/3)

- **Chemiometria e QSAR:** Relazioni Quantitative tra Struttura e Proprietà Chimico-Fisiche (QSPR) e Relazioni Quantitative tra Struttura e Tossicità (QSTR); descrittori molecolari, modelli regressivi lineari e non lineari (MLR, PLS, ANN), validazione e robustezza dei modelli.
- La valutazione dell'esposizione e la **valutazione del rischio** da sostanze cancerogene e non: slope factors e Hazard Index.
- **Applicazioni:** la direttiva REACH (EC 1907/2006, Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances). Gestione di siti contaminati DLgs 152/2006 e DLgs 4/2008.

Testi di riferimento

- C.J. Van Leeuwen, T.G. Vermeire "Risk assessment of chemicals: an introduction, 2nd Ed.", Kluwer (2007)
- S.E. Manahan "Toxicological Chemistry and Biochemistry, Third Edition" CRC (2002)
- C. Zaghi, C. Gaggi, A. Finizio "Valutazione del rischio ambientale applicata ai prodotti pubblici" Pitagora Editrice Bologna (2007)
- Appunti

[Read an Excerpt](#)

Chemical Risk Assessment: A Manual for REACH

Peter Fisk

ISBN: 978-1-119-95368-5

418 pages

December 2013

Description

This book is an essential guide and support to understanding of the science and policy, procedure and practice that underpins the REACH risk assessments required for the use and placing on the market of chemicals in the European Union. A clear understanding of information provision and how this affects the assessment of chemical safety is fundamentally important to the success of policy on chemicals and ultimately to the sustainability of the chemicals industry.

Articolazione preliminare

- 1 introduzione al corso; contesti di applicazione della valutazione del rischio chimico
- 2 rischio e pericolosità; analisi, valutazione e gestione del rischio
- 3 quantità, persistenza, bioaccumulabilità; basi di dati
- 4 proprietà chimico fisiche di rilevanza ambientale, fugacità modelli di ripartizione multicomparto
- 5 categorie di sostanze chimiche, e esempi di partizione multicomparto
- 6 sorgenti d'inquinanti, LCA, e dispersione ambientale
- 7 esempi di modelli di dispersione in atmosfera (modelli gaussiani, a puff, casi di studio)
- 8 modelli di diluizione, degradazione abiotica (idrolisi, ossidazione, riduzione, degradazione fotochimica)
- 9 bio-degradazione, aerobica, anaerobica, test di valutazione
- 10 reazioni enzimatiche di fase 1 e 2 per la degradazione di inquinanti
- 11 esposizione, predicted environmental concentrations, dati di monitoraggio, stima delle incertezze
- 12 tossicologia, introduzione, reversibilità, tossicità relative
- 13 meccanismi biochimici della tossicità: categorie di specie tossiche e recettori
- 14 composti cancerogeni, cancerogenesi, mutagenicità, test
- 15 tossicologia ambientale ed ecotossicologia, scale spaziali e temporali degli effetti
- 16 ecotossicologia acquatica: endpoints tossicologici. Distribuzione di sensibilità delle specie
- 17 ecotossicologia terrestre: saggi su microorganismi
- 18 l'analisi di rischio sanitario nella bonifica dei siti contaminati
- 19 triadi di qualità dei sedimenti; caso di studio per siti costieri contaminati
- 20 Relazioni Quantitative tra Struttura chimica, proprietà chimico fisiche e Tossicità (QSAR/QSPR, QSTR)
- 21 valutazione della tossicità di miscele di contaminanti: modi di azione, azione congiunta sinergica o antagonista.
- 22 Stima numerica del rischio: contaminanti con effetto soglia, sostanze cancerogene. Alteratori endocrini.
- 23 Ricapitolazione corso
- 24 Simulazione d'esame

MODALITÀ D'ESAME

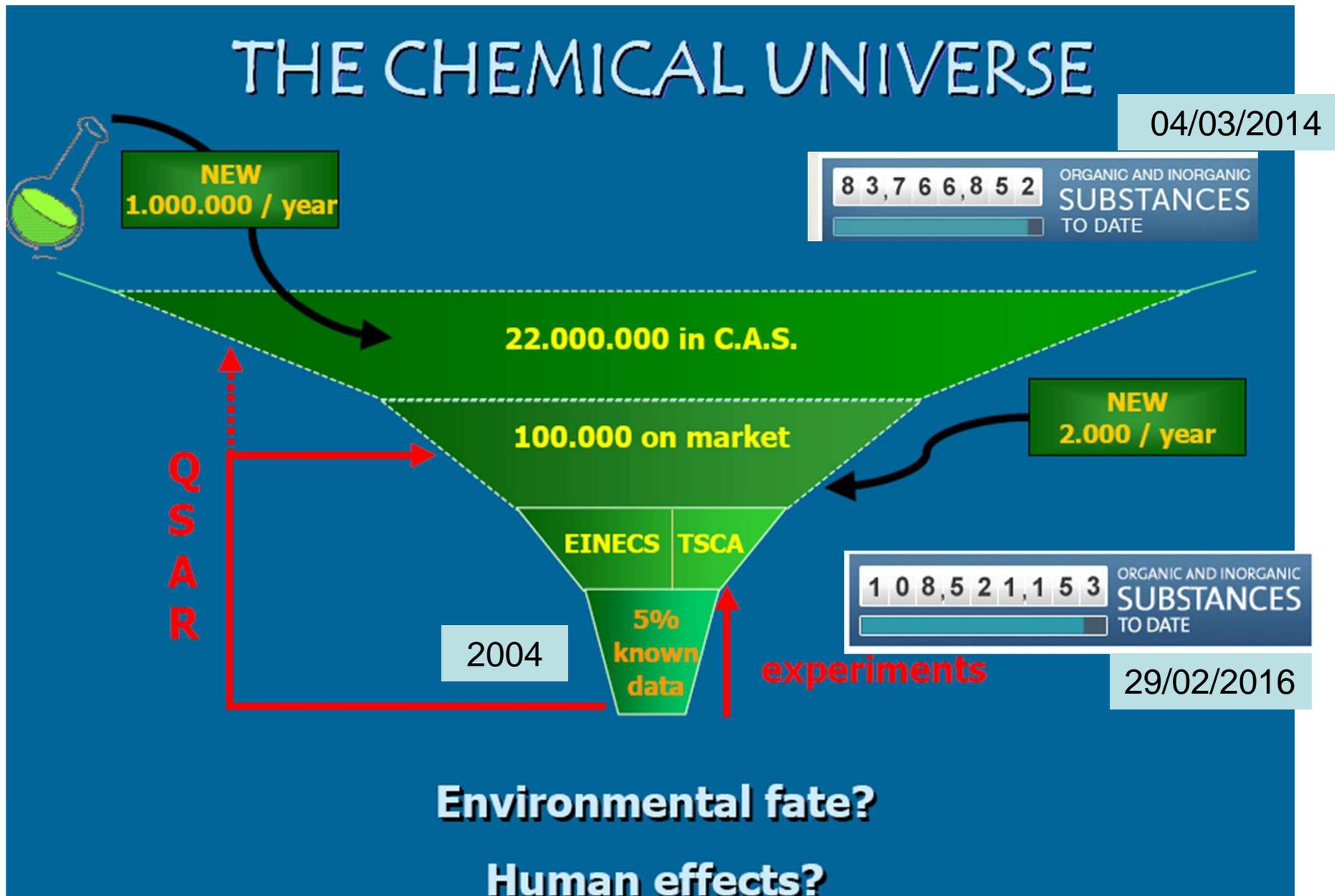
Presentazione (MS PowerPoint o Open Office) su articolo scientifico assegnato dal docente prima dell'esame e

discussione sugli argomenti del corso

Calendario degli Esami di profitto A.A. 2015-2016				
(Docente Prof. Pierluigi Barbieri)				
CORSO	codice	sessione estiva (giugno – luglio 2016)	sessione autunnale (settembre 2016)	sessione straordinaria (febbraio 2017)
CHIMICA ANALITICA II CON LABORATORIO	081 SM-10 CHIMICA	martedì 14 giugno 2016 martedì 12 luglio 2016	martedì 13 settembre 2016 martedì 27 settembre 2016	martedì 7 febbraio 2017 martedì 21 febbraio 2017
VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO	733 SM-13 CHIMICA	martedì 14 giugno 2016 martedì 12 luglio 2016	martedì 13 settembre 2016 martedì 27 settembre 2016	martedì 7 febbraio 2017 martedì 21 febbraio 2017
CHIMICA AMBIENTALE	171SM-STAN	mercoledì 15 giugno 2016 martedì 5 luglio 2016	martedì 13 settembre 2016 martedì 27 settembre 2016	martedì 7 febbraio 2017 martedì 21 febbraio 2017
orario inizio: 9.15				
luogo: stanza 494 ed. C11 (4° piano)				
INFO: barbierp@units.it				

Progresso industriale e tecnologico e uso sempre più massiccio, e in alcuni casi incontrollato, di sostanze chimiche hanno posto in evidenza la **necessità di adottare strumenti efficaci di regolazione delle problematiche sanitarie e ambientali collegate all'immissione sul mercato di prodotti chimici.**

Applicazioni: valutazioni di pericolosità per sostanze chimiche



- Dal 1970 al 2000 vendite di prodotti chimici sono aumentate di 9 volte in quantità, e crescita media mondiale prevista per la produzione è del 3% annuo nei 20 anni dopo il 2000 (OECD, 2001)

OECD “Environmental outlook on the chemical industry”
OECD publications (2001)

- Nella UE immissione in commercio di sostanze chimiche soggetta a **complessa regolamentazione, stratificata nel tempo e oggetto di profonda revisione**
- Numerose direttive e regolamenti ai fini di garantire libera circolazione dei *chemicals* nel mercato interno e livelli omogenei di protezione sanitaria ed ambientale per stati membri

Valutazione del rischio chimico

Rischio

la probabilità che si verifichi un **effetto avverso/indesiderato** a seguito dell'**esposizione a contaminanti chimici**

Human Health Risk Assessment



(in alcuni contesti si valutano anche proprietà chimico fisiche che possono presentare pericoli di diversa natura (infiammabilità, esplosività, corrosività...))

Ecological/Environmental Risk Assessment



Valutazione del rischio

La Valutazione del Rischio è stata definita in modi diversi da molti autori che hanno affrontato la materia (Rowe, 1977; NRC, 1983; OTA, 1993; US EPA, 1984; Bowles et al., 1987; Asante-Duah, 1990); **in termini estremamente tecnici** il *Risk Assessment* viene definito come

“processo sistematico per la stima di tutti i fattori di rischio significativi che intervengono in uno scenario di esposizione causato dalla presenza di pericoli”.

In termini meno tecnici la Valutazione del Rischio è la stima delle conseguenze sulla salute umana di un evento potenzialmente dannoso, in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino.

Rischi diversi

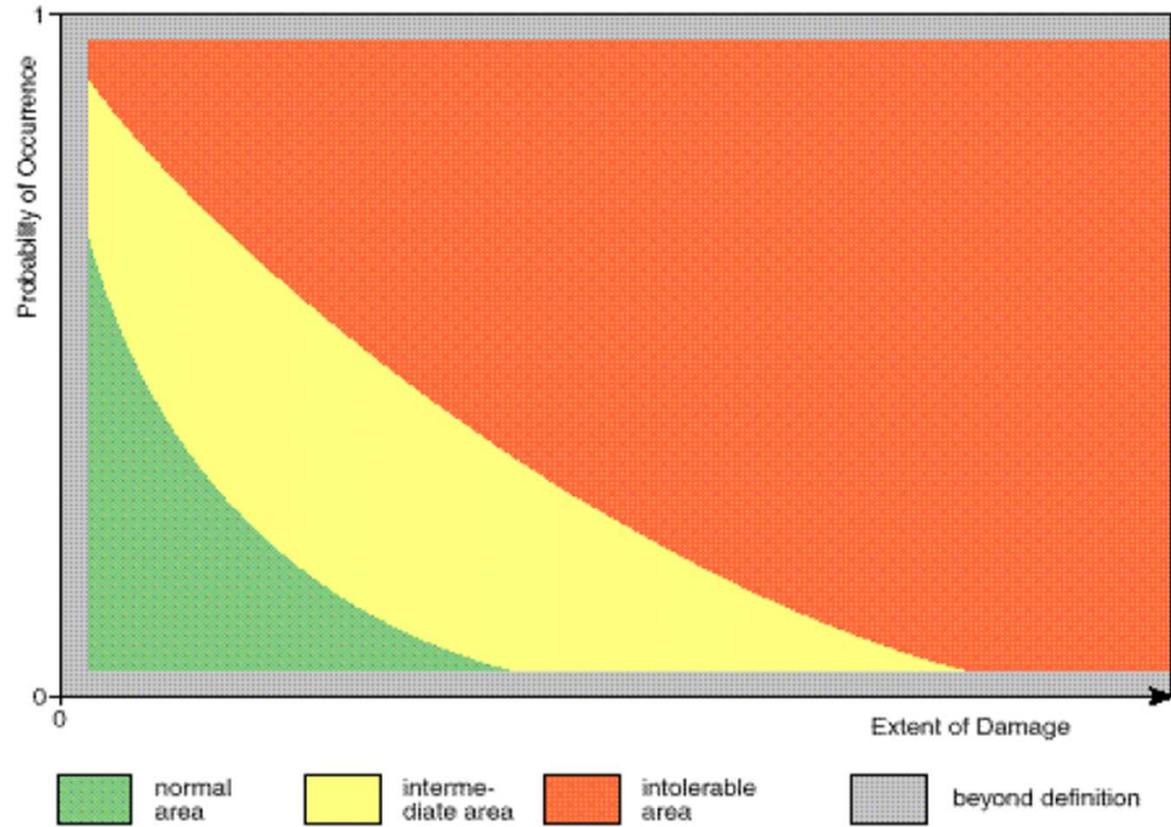
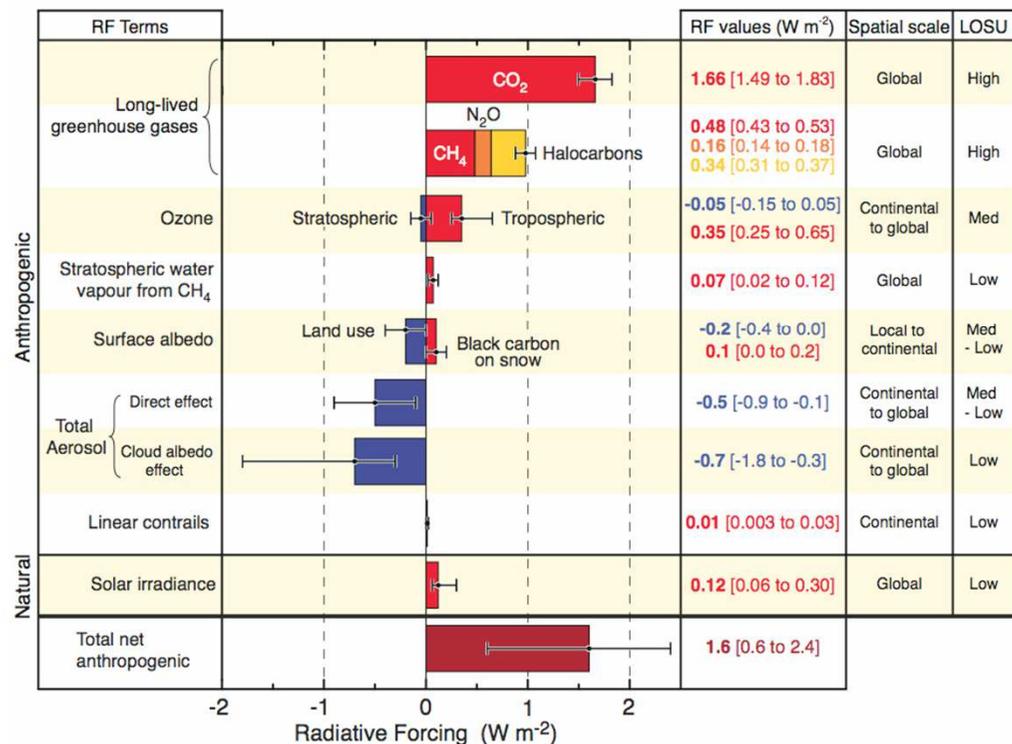


Figure 1: Risk areas: normal, intermediate and intolerable area
Source: WBGU, German Scientific Advisory Council on Global Change (1999)

La valutazione di rischio può avere incertezze elevate: es emissioni in atmosfera

Quantities of airborne particles in industrialized regions of the Northern Hemisphere have increased markedly since the Industrial Revolution. Atmospheric particles (aerosols) arise both from direct emissions and from gas-to-particle conversion of vapor precursors. Aerosols can affect climate and stratospheric ozone concentrations and have been implicated in human morbidity and mortality in urban areas. The climatic role of atmospheric aerosols arises from their ability to reflect solar radiation back to space and from their role as cloud condensation nuclei. Estimates of the cooling effect resulting from the reflection of solar radiation back to space by aerosols indicate that the cooling effect may be sufficiently large to mask the warming effect of greenhouse gas increases over industrialized regions of the Northern Hemisphere.

Radiative Forcing Components



Contributo delle componenti forzanti alla radiazione atmosferica. (fonte: IPCC 2007: WG1-AR4) (nota: LOSU: Level Of Scientific Understanding)

RISK CLASS	PROBABILITY	MAGNITUDE	OTHER CRITERIA	TYPICAL EXAMPLES
<i>Damocles</i>	low	high	not decisive	nuclear energy, dams, large-scale chemical facilities
<i>Cyclops</i>	uncertain	high	not decisive	nuclear early warning systems, earthquakes, volcanic eruptions, AIDS
<i>Pythia</i>	uncertain	uncertain	not decisive	greenhouse effect, BSE, genetic engineering
<i>Pandora</i>	uncertain	uncertain	high persistency	POPs, endocrine disruptors
<i>Cassandra</i>	high	high	high delay	anthropogenic climate change, destabilization of terrestrial ecosystems
<i>Medusa</i>	low	low	high mobilization	electromagnetic fields

Table 1: Overview of the risk classes, their criteria and typical representatives

Management	Risk class	Extent of damage	Probability of occurrence	Strategies for action
<i>Science-based</i>	<i>Damocles</i>	<ul style="list-style-type: none"> • high 	<ul style="list-style-type: none"> • low 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducing disaster potential • Ascertaining probability • Increasing resilience • Preventing surprises • Emergency management
	<i>Cyclops</i>	<ul style="list-style-type: none"> • high 	<ul style="list-style-type: none"> • uncertain 	
<i>Precautionary</i>	<i>Pythia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • uncertain 	<ul style="list-style-type: none"> • uncertain 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementing precautionary principle • Developing substitutes • Improving knowledge • Reduction and containment • Emergency management
	<i>Pandora</i>	<ul style="list-style-type: none"> • uncertain 	<ul style="list-style-type: none"> • uncertain 	
<i>Discursive</i>	<i>Cassandra</i>	<ul style="list-style-type: none"> • high 	<ul style="list-style-type: none"> • high 	<ul style="list-style-type: none"> • Conscientiousness-building • Confidence-building • Public participation • Risk communication • Contingency management
	<i>Medusa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • low 	<ul style="list-style-type: none"> • low 	

Rischi diversi

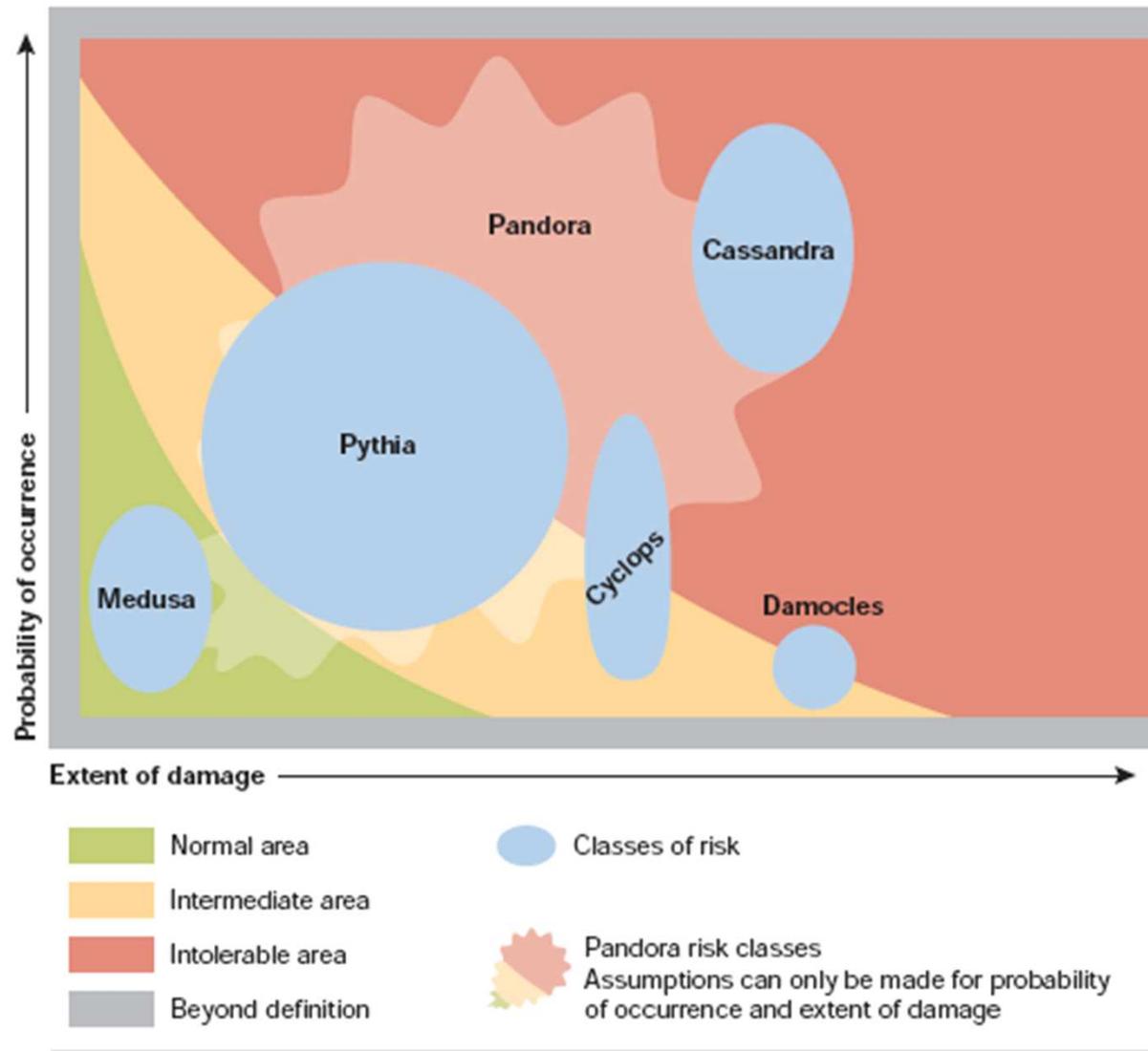


Fig 1 | Risk classes (WBGU, 2000)

http://ec.europa.eu/food/risk/session1_1_en.pdf

<http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/64/131>

http://www.wbgu.de/uploads/media/Fig_D8-1.pdf