



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE
Dipartimento di Ingegneria e Architettura

INGEGNERIA AMBIENTALE

Trieste, 17 novembre 2025

prof. Paolo Bevilacqua

L'ambiente è un sistema complesso di fattori fisici, chimici e biologici, di elementi viventi e non viventi e di relazioni in cui sono immersi tutti gli organismi che abitano il Pianeta. L'insieme degli ambienti della Terra costituisce la biosfera



SVILUPPO SOSTENIBILE

- *“Uno sviluppo che soddisfi le nostre esigenze d’oggi senza privare le generazioni future della possibilita’ di soddisfare le proprie”*
- World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, 1987
- Art. 34 c. 5 D. Lgs. 152/06 *Norme Tecniche, organizzative e integrative*



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE (1/4)

Il modello economico attualmente è basato sul principio della crescita illimitata (PIL) e sull'uso incondizionato delle risorse naturali.

L'attuale crisi economica e produttiva indica che tale strada non sarà **sostenibile** ancora a lungo.

Il pianeta Terra non potrà sopportare a lungo tale pressione.

Occorre ripensare l'economia attualmente alimentata con fonti fossili non rinnovabili, **valutando strategie preventive** che portino a un utilizzo efficiente delle risorse che eviti, quanto possibile, scarti ed emissioni, facendo sì che le decisioni economiche e sociali siano integrate alle considerazioni ambientali e **comunicare** in modo **trasparente** a tutti i cittadini.



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE (2/4)

Il concetto di sostenibilità proviene dal mondo scientifico e naturalistico, nel quale si definisce **gestione sostenibile** di una risorsa, quella che prevede di utilizzare o prelevare la stessa senza intaccare la sua naturale capacità di rigenerarsi.

La gestione avviene con scelte politiche racchiuse in **pianificazioni e programmazioni**.

Perseguire la sostenibilità ambientale significa contribuire a orientare l'economia, i modi di produrre e di consumare, in base al **principio di precauzione**, dell'azione preventiva, della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente e del principio di **“chi inquina paga”**.

(Art. 3-ter del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. Principio dell'azione ambientale)



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE (3/5)



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE (4/5)

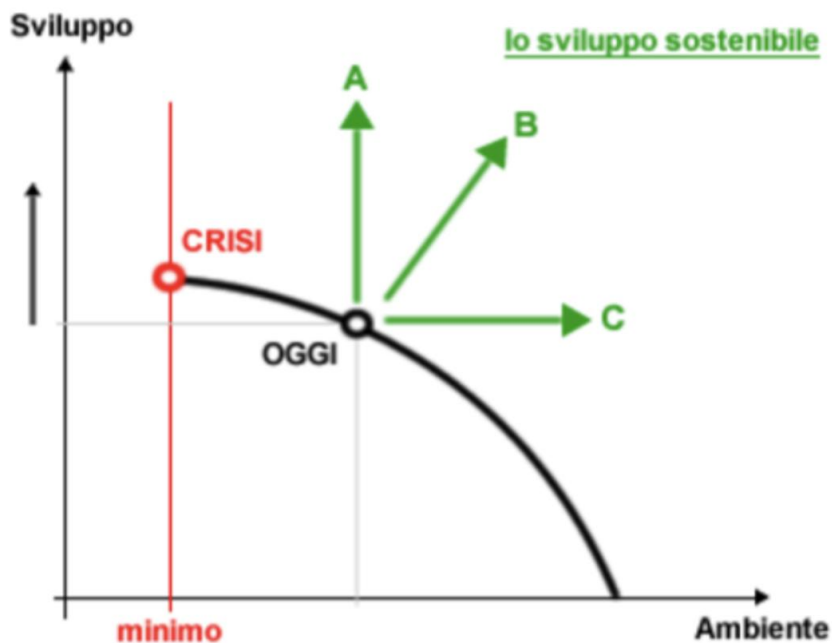


Diagramma Sviluppo – Ambiente

linea A si può aumentare lo sviluppo, senza intaccare l'ambiente (ad esempio facendo affidamento sulle energie rinnovabili);

Linea C si può migliorare il pianeta Terra mantenendo costante lo sviluppo (es. piantare nuovi alberi);

Linea B attuare dei sistemi misti

DIECI CRITERI DI SVILUPPO SOSTENIBILE (5/5)

1. **Ridurre** l'impiego risorse energetiche non rinnovabili.
2. Impiego risorse **rinnovabili** nei limiti della capacità rigenerazione.
3. Uso e gestione corretta sostanze e **rifiuti** pericolosi/inquinanti.
4. Conservare e migliorare lo stato **fauna, flora, habitat e paesaggi**.
5. Conservare e migliorare qualità **suoli e risorse idriche**.
6. Conservare e migliorare qualità **risorse storiche e culturali**.
7. Conservare e migliorare qualità ambiente locale.
8. Protezione **atmosfera**.
9. Sensibilizzazione alle problematiche ambientali.
10. Promuovere partecipazione pubblico alle decisioni per sviluppo sostenibile.

Manuale della Commissione Europea per la valutazione ambientale dei piani di sviluppo e dei programmi di Fondi Strutturali dell' U.E., DGXI Ambiente 1998.





17 Sustainable Development Goals (SDGs)
The 2030 Agenda for Sustainable Development
 United Nations Member States in 2015



UNIVERSITÀ
 DEGLI STUDI DI TRIESTE
 Dipartimento di Ingegneria e Architettura

ECONOMIA CIRCOLARE



Economia lineare

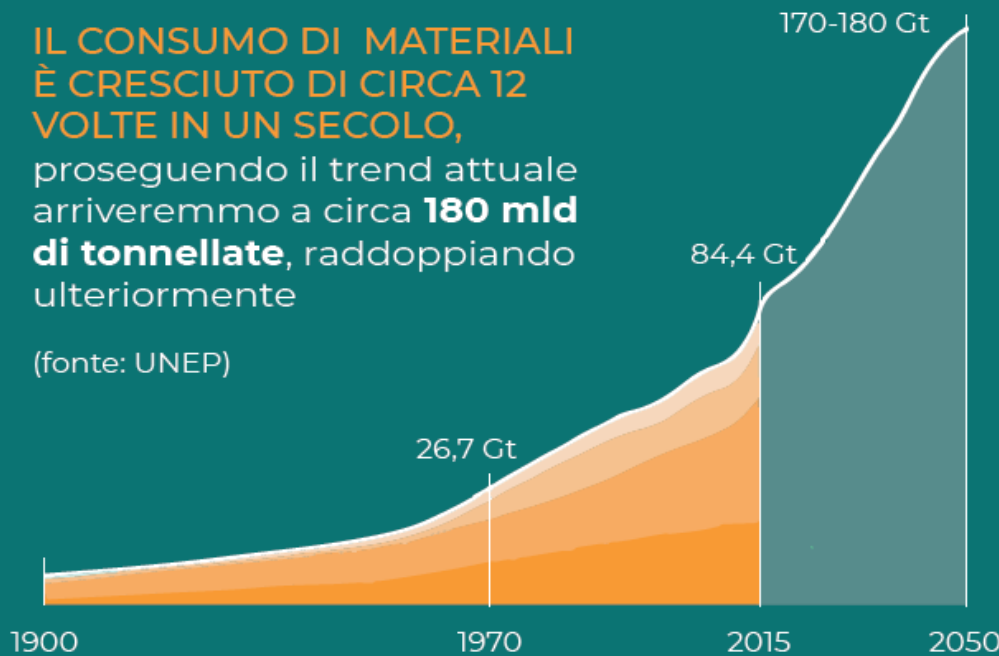


MATERIE PRIME & RIFIUTI



IL CONSUMO DI MATERIALI È CRESCIUTO DI CIRCA 12 VOLTE IN UN SECOLO, proseguendo il trend attuale arriveremmo a circa **180 mld di tonnellate, raddoppiando ulteriormente**

(fonte: UNEP)



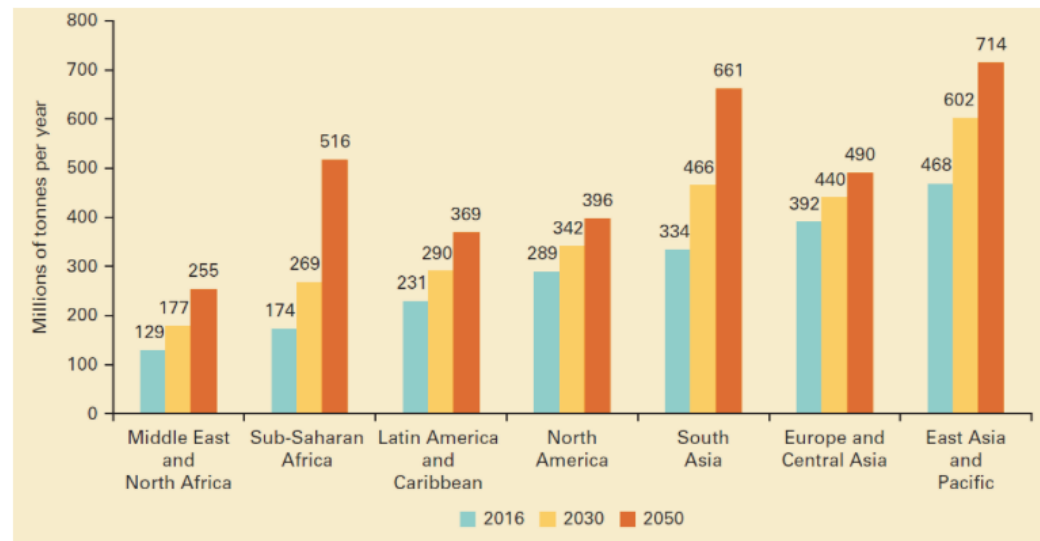
MATERIE PRIME & RIFIUTI

2,1 miliardi di tonnellate per anno

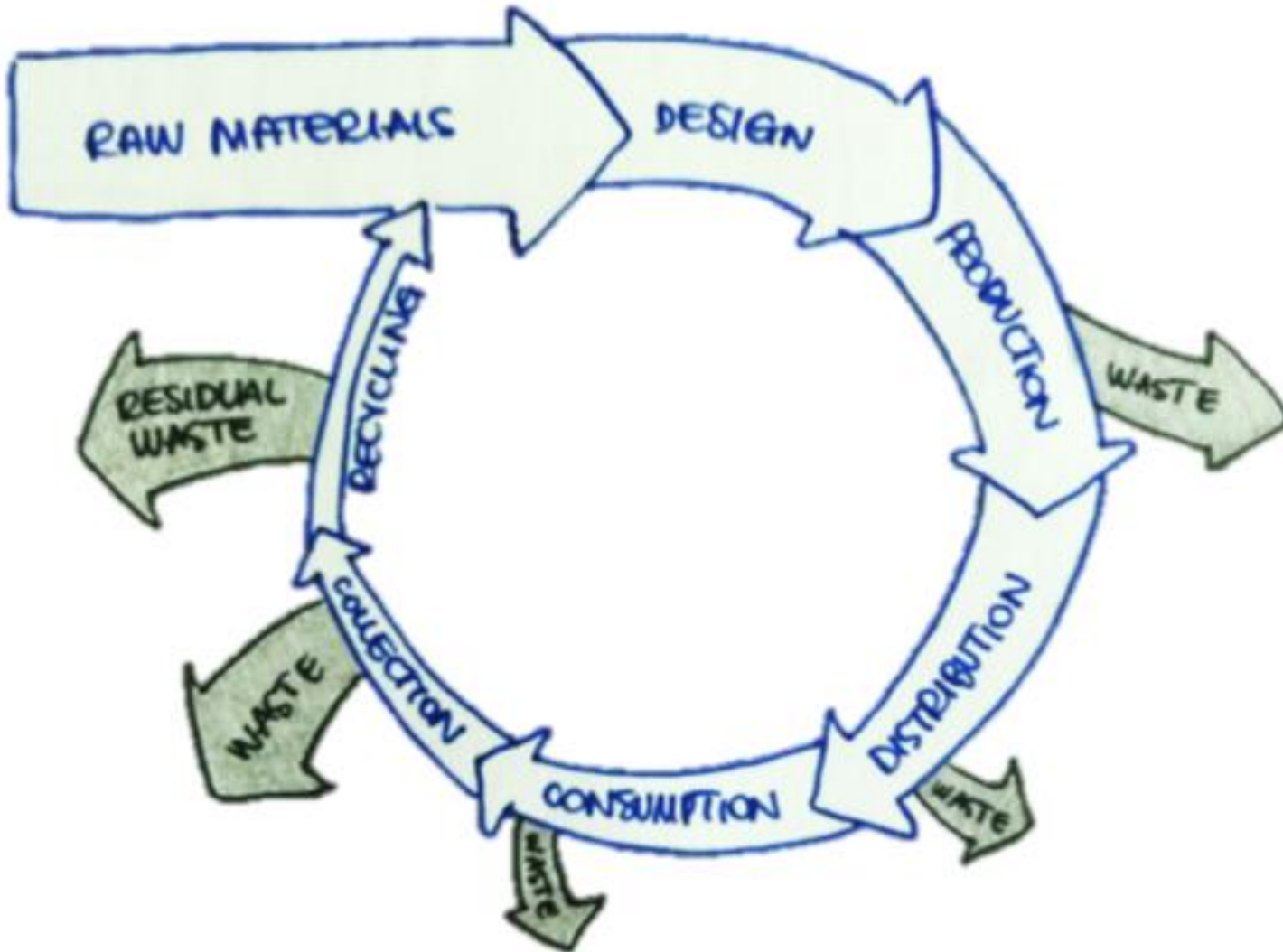


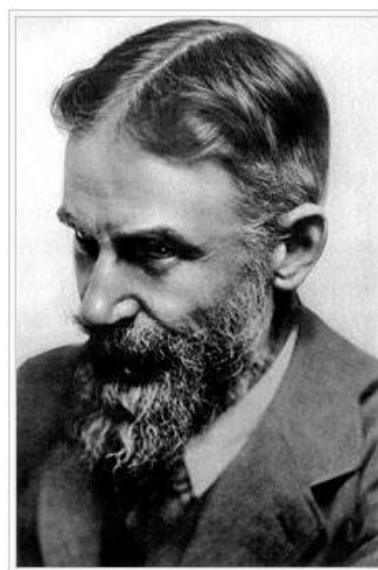
**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE**
Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Projected waste generation, by region (millions of tonnes/year)





Economia circolare - leakages





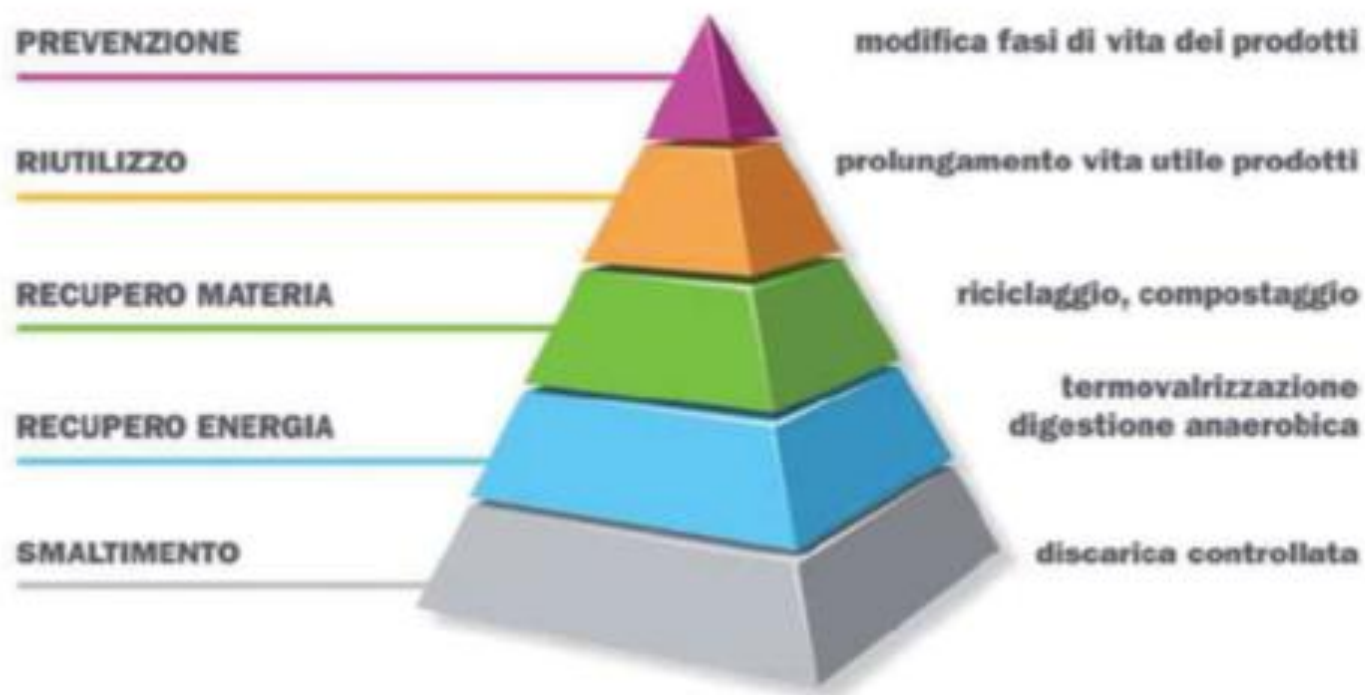
George Bernard Shaw

 Premio Nobel per la letteratura 1925
 Oscar alla migliore sceneggiatura non originale 1939

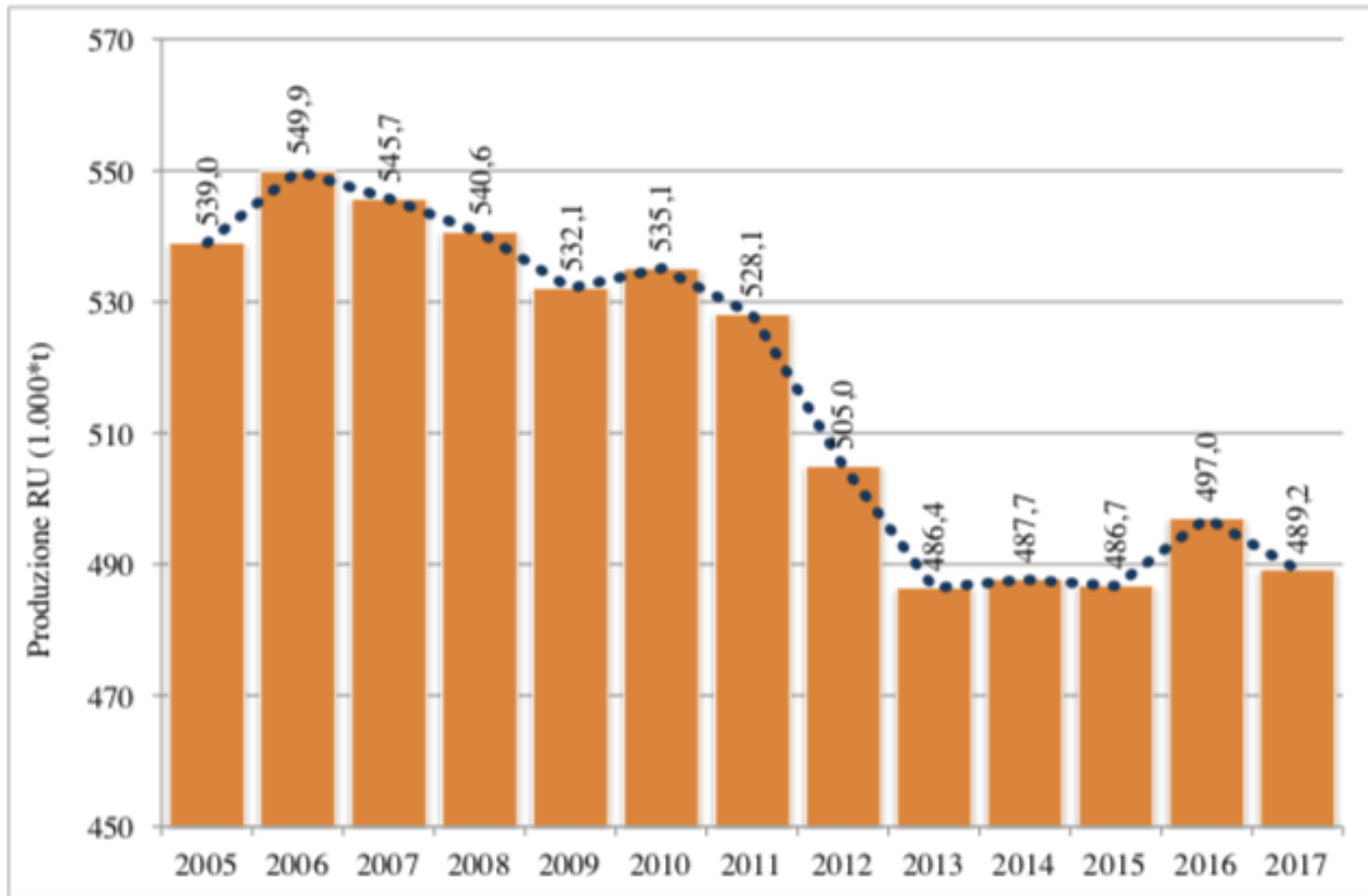
Per ogni problema complesso, c'è sempre una soluzione semplice. Che è sbagliata.



GERARCHIA EUROPEA

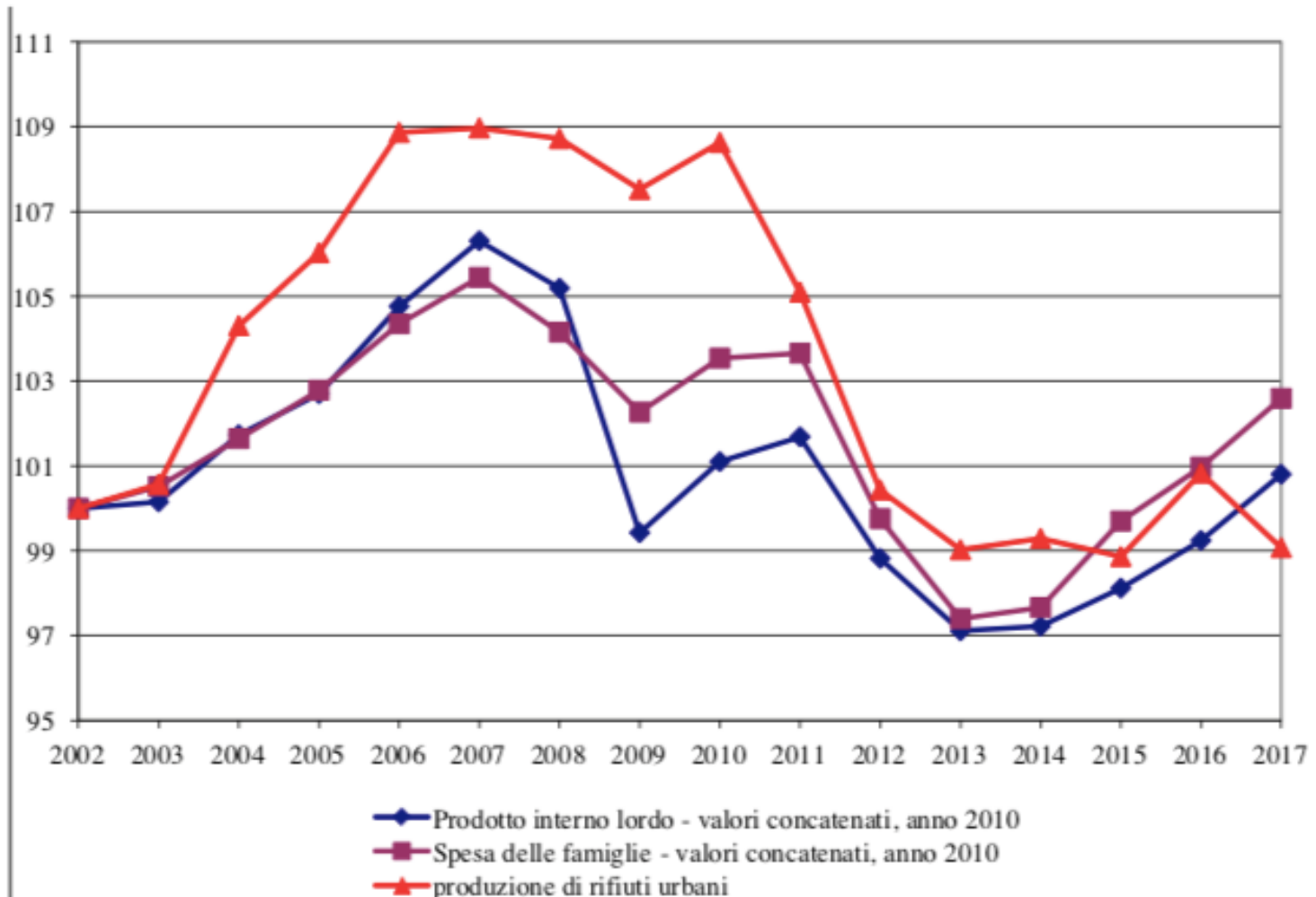


Produzione pro capite di RU in Italia



Fonte: ISPRA; dati di popolazione utilizzati per il calcolo dei valori pro capite: ISTAT

Produzione di RU e indicatori ambientali in Italia



Note: sono stati assunti pari a 100 i valori della produzione dei rifiuti urbani, del PIL e della spesa delle famiglie dell'anno 2002.

Fonte: ISPRA; dati degli indicatori socio economici: ISTAT

RIFIUTO - SOTTOPRODOTTO - END OF WASTE



RIFIUTO - WASTE

A livello normativo, la definizione di “rifiuto” è descritta nell’articolo 183, comma 1, lettera a) del D.lgs. 152/06: *“qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l’intenzione o abbia l’obbligo di disfarsi”*.



SOTTOPRODOTTO

Let. qq) art. 183, D.Lgs. n.152/06 **sottoprodotto**: “qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all’articolo 184- bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all’articolo 184-bis, comma 2”

È un sottoprodotto e non un rifiuto, qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:

- a) la sostanza o l’oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;
- b) è certo che la sostanza o l’oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;
- c) la sostanza o l’oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- d) l’ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l’oggetto soddisfa, per l’utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell’ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull’ambiente o la salute umana.



END OF WASTE

Il concetto della cessazione della qualifica di un rifiuto, prima chiamato materia prima seconda, è stato normato con il termine “**End of Waste**” (EoW) dal D.Lgs. n. 205 del 2010 di attuazione della Direttiva 2008/98/CE sui rifiuti.

Il concetto di cessazione della qualifica di rifiuto (EoW) può essere definito come quell'operazione di recupero mediante la quale un rifiuto cessa di essere tale e diviene un prodotto a tutti gli effetti.

Con tale processo si elimina un rifiuto dall'ambiente, ottenendo attraverso il suo recupero un prodotto, tale processo persegue la finalità di tutela dell'ambiente, nell'ottica dell'economia circolare.



END OF WASTE

il **comma 1 dell'articolo 184-ter** stabilisce che un rifiuto cessa di essere tale quando è stato sottoposto a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfi i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni:

1. la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzato per scopi specifici;
2. esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;
3. la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;
4. l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.



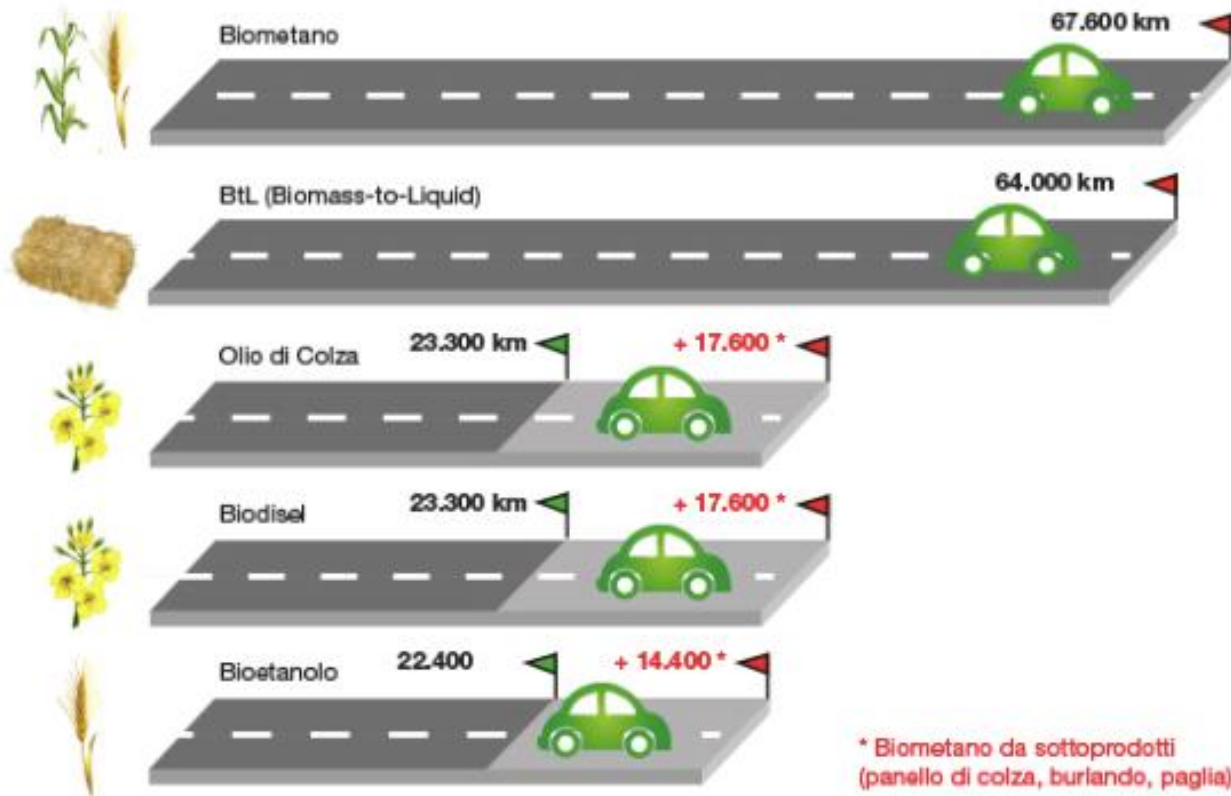
ESEMPIO 1: IL BIOMETANO



ESEMPIO 1: IL BIOMETANO

Biocombustibili a confronto

Distanze percorse da un'automobile con biocombustibili prodotti da 1 ettaro di terreno coltivato



Consumo di carburante: Otto 7,4 l/100 km, diesel 6,1 l/100 km // Fonte: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FN



ESEMPIO 2: LANDFILLMINING



ESEMPIO 2: OBIETTIVI DEL LANDFILLMINING

Bonifica di siti inquinanti: Prevede la rimozione dell'intero ammasso di rifiuti (sorgente di contaminazione) con inertizzazione delle frazioni pericolose.

Recupero di volume: Con il recupero di alcune frazioni si riduce la percentuale di residui, si ottiene un prolungamento della vita della discarica in esercizio o la disponibilità di un sito per la localizzazione di una nuova discarica.

Recupero di risorse: Vengono recuperate frazioni anche di interesse, soprattutto nelle discariche industriali più antiche.

Recupero ambientale dell'area: L'area dopo il trattamento può rappresentare una zona per un nuovo sviluppo funzionale.



Legislazione Ambientale



Legislazione Ambientale

D.Lgs. 152/2006
Parte II e s.m.i.

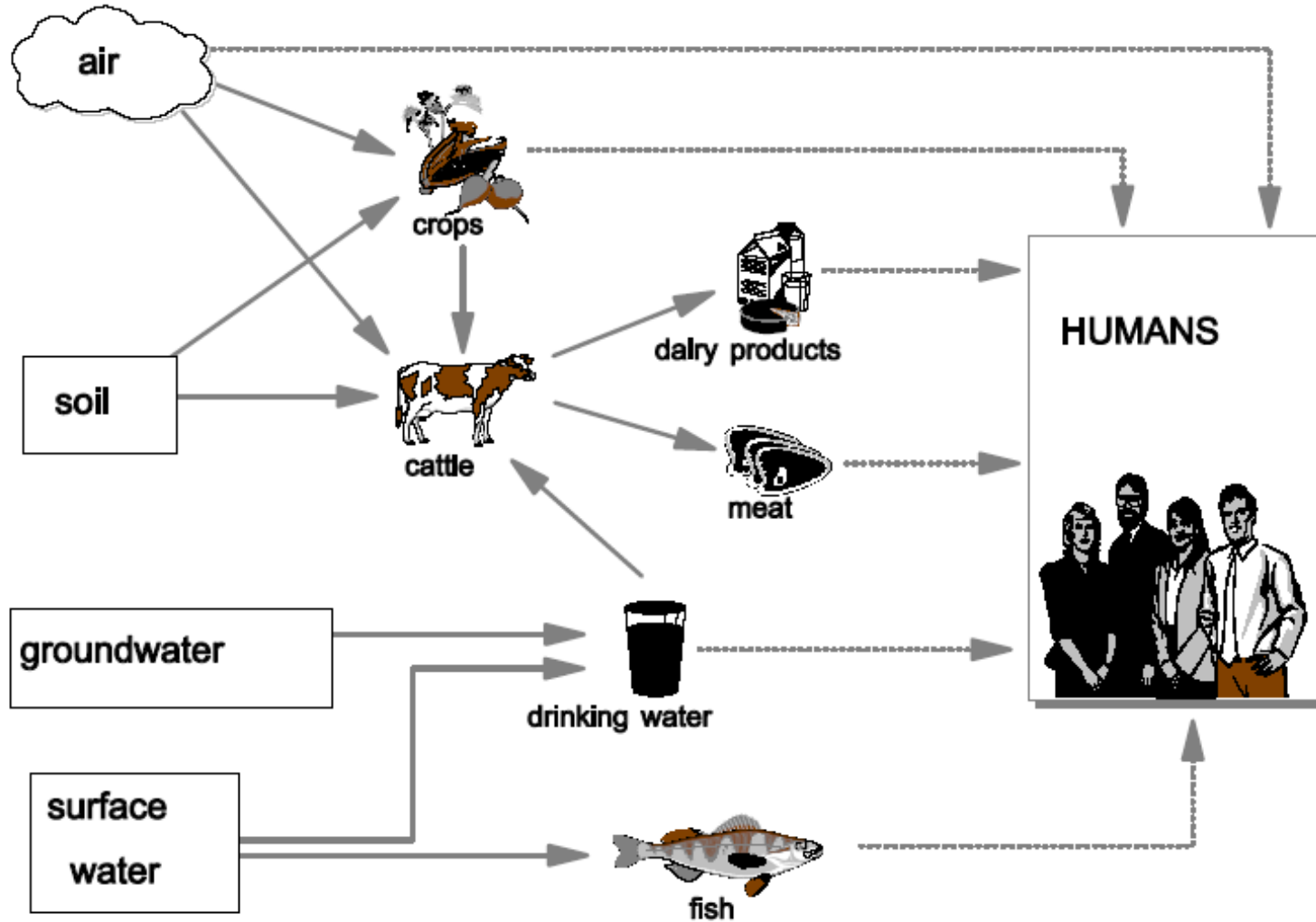
VAS (Titolo II)
Valutazione Ambientale Strategica

VIA (Titolo III)
Valutazione Impatto Ambientale

IPPC (AIA) (Titolo III bis)
Autorizzazione Integrata Ambientale



Valutazione di Impatto Sanitario e Risk Assessment



Definizioni e Finalità art 5 e 4 D.Lgs.152/06

VAS - *Valutazione Ambientale Strategica*

“Il processo che comprende [...] lo svolgimento di una **verifica di assoggettabilità**, l’elaborazione del **rapporto ambientale**, lo svolgimento di **consultazioni**, la **valutazione** del piano o del programma, del **rapporto degli esiti** delle consultazioni, l’espressione di un **parere motivato**, l’**informazione** sulla decisione ed il **monitoraggio**”

“ [...] la *valutazione ambientale di piani e programmi che possono avere un impatto significativo sull’ambiente ha la finalità di garantire un elevato livello di protezione dell’ambiente e contribuire all’integrazione di considerazioni ambientali all’atto dell’elaborazione, dell’adozione e approvazione di detti piani assicurando che [...] contribuiscano alle condizioni per uno sviluppo sostenibile*”



Definizioni e Finalità art 5 e 4 D.Lgs.152/06

VIA – Valutazione Impatto Ambientale

“Il processo che comprende [...] lo svolgimento di una **verifica di assoggettabilità**, la definizione dei contenuti dello **studio di impatto ambientale**, lo svolgimento di **consultazioni**, la **valutazione** del progetto, dello studio e degli esiti delle consultazioni, l'**informazione** sulla decisione ed il **monitoraggio**”

“ [...] la valutazione ambientale dei progetti ha la finalità di proteggere la salute umana, contribuire con un miglior ambiente alla qualità della vita [...] conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema in quanto risorsa essenziale per la vita [...] individua, descrive e valuta:

- 1.L'uomo, la fauna, la flora;
- 2.Il suolo, l'acqua, l'aria e il clima;
- 3.I beni materiali ed il patrimonio culturale;
- 4.L'interazione tra i fattori di cui sopra”



Definizioni e Finalità art 5 e 4 D.Lgs.152/06

AIA - *Autorizzazione Integrata Ambientale*

“Il provvedimento che **autorizza l’esercizio** di un impianto [...] o parte di esso a determinate **condizioni** che devono garantire che l’impianto sia conforme ai **requisiti** [...] ai fini dell’individuazione delle **soluzioni** più idonee al perseguimento degli obiettivi [...]. Un’autorizzazione integrata ambientale può valere per **uno o più impianti** o parti di essi, che siano localizzati sullo stesso sito o gestiti dal medesimo gestore”

“ [...] l’autorizzazione integrata ambientale ha per oggetto la prevenzione e la riduzione integrale dell’inquinamento proveniente dalle attività[...] e prevede misure intese ad evitare, ove possibile, o a ridurre le emissioni nell’aria, nell’acqua e nel suolo, comprese le misure relative ai rifiuti, per conseguire un livello elevato di protezione dell’ambiente salve le disposizioni sulla valutazione di impatto ambientale.”



LA GESTIONE DEI RIFIUTI



CICLO PRODUTTIVO AZIENDALE SEMPLIFICATO



Articolo 179 - Criteri di priorità nella gestione dei rifiuti

La gestione dei rifiuti avviene nel rispetto della seguente gerarchia:

- a) prevenzione;
- b) riuso;
- c) riciclo;
- d) recupero;
- e) smaltimento.



Articolo 183 - Definizioni

RIFIUTO

Per rifiuto si intende **qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi.**

Si tratta di una definizione molto generica, da valutare caso per caso ed i cui contorni sono stati meglio definiti dalla giurisprudenza.

In sostanza, la Corte europea ritiene determinante, per chiarire l'ambito di "rifiuto" il richiamo al principio di precauzione, suggerendo una interpretazione estensiva del termine onde escluderne solo le sostanze o gli oggetti che, **con certezza, hanno una loro utilità per il detentore** (il quale, pertanto, non vuole disfarsene).



Articolo 183 - Definizioni

RIFIUTO PERICOLOSO

Rifiuto che presenta una o più caratteristiche di cui **all'allegato I** della parte quarta del D.Lgs 152/2006.

Modificato dal 01.06.2015

- HP 1 Esplosivo
- HP 2 Comburente
- HP 3 Infiammabile
- HP 4 Irritante - Irritazione cutanea e lesioni oculari
- HP 5 Tossicità specifica per organi bersaglio (STOT)/ Tossicità in caso di respirazione
- HP 6 Tossicità acuta
- HP 7 Cancerogeno
- HP 8 Corrosivo
- HP 9 Infettivo
- HP 10 Tossico per la riproduzione
- HP 11 Mutageno
- HP 12 Liberazione di gas a tossicità acuta
- HP 13 Sensibilizzante
- HP 14 Ecotossico
- HP 15 Rifiuto che non possiede direttamente una delle caratteristiche di pericolo summenzionate ma può manifestarla successivamente.



PRODUTTORE DI RIFIUTI

È il soggetto la cui attività produce rifiuti e il soggetto al quale sia giuridicamente riferibile detta produzione (produttore iniziale) o chiunque effettui operazioni di pretrattamento, di miscelazione o altre operazioni che hanno modificato la natura o la composizione di detti rifiuti (nuovo produttore).

DETENTORE DI RIFIUTI

Il produttore dei rifiuti o la persona fisica o giuridica che ne è in possesso.

INTERMEDIARIO

Qualsiasi impresa che dispone il recupero o lo smaltimento dei rifiuti per conto di terzi, compresi intermediari che non acquisiscono la materiale disponibilità dei rifiuti.



GESTIONE DEI RIFIUTI

La raccolta, il trasporto, il recupero, compresa la cernita, e lo smaltimento dei rifiuti, compresi la supervisione di tali operazioni e gli interventi successivi alla chiusura dei siti di smaltimento, nonché le operazioni effettuate in qualità di commerciante o intermediari.

RACCOLTA

Il prelievo dei rifiuti, compresi la cernita preliminare e il deposito preliminare alla raccolta, ivi compresa la gestione dei centri di raccolta, ai fini del loro trasporto in un impianto di trattamento.

RACCOLTA DIFFERENZIATA

La raccolta in cui un flusso di rifiuti è tenuto separato in base al tipo ed alla natura dei rifiuti al fine di facilitarne il trattamento specifico.



RIUTILIZZO

Qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti.

RECUPERO

Qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale. **L'allegato C** della parte IV del presente decreto riporta un elenco non esaustivo di operazioni di recupero.

R1 Utilizzazione principale come combustibile o come altro mezzo per produrre energia

R2 Rigenerazione/recupero di solventi

R3 Riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi

R4 Riciclo/recupero dei metalli e dei composti metallici

R5 Riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche

R6 Rigenerazione degli acidi o delle basi

R7 Recupero dei prodotti che servono a captare gli inquinanti

R8 Recupero dei prodotti provenienti dai catalizzatori

R9 Rigenerazione o altri reimpieghi degli oli

R10 Spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia

R11 Utilizzazione di rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R1 a R10

R12 Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11

R13 Messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)

Allegato C



RICICLAGGIO

Qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i rifiuti sono trattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il trattamento di materiale organico ma non il recupero di energia ne' il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento.

SMALTIMENTO

Qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia. **L'Allegato B** alla parte IV del presente decreto riporta un elenco non esaustivo delle operazioni di smaltimento.

- D1 Deposito sul o nel suolo (a esempio discarica)
- D2 Trattamento in ambiente terrestre (a esempio biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli)
- D3 Iniezioni in profondità (a esempio iniezioni dei rifiuti pompabili in pozzi. In cupole saline o faglie geologiche naturali)
- D4 Lagunaggio (a esempio scarico di rifiuti liquidi o di fanghi in pozzi, stagni o lagune, ecc.)
- D5 Messa in discarica specialmente allestita
- D6 Scarico dei rifiuti solidi nell'ambiente idrico eccetto l'immersione
- D7 Immersione, compreso il seppellimento nel sottosuolo marino
- D8 Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato,
- D9 Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nel presente allegato che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12
- D10 Incenerimento a terra
- D11 Incenerimento in mare
- D12 Deposito permanente (a esempio sistemazione di contenitori in una miniera, ecc.)
- D13 Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D12
- D14 Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D13
- D15 Deposito preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti).

Allegato B



STOCCAGGIO

Le attività di smaltimento consistenti nelle operazioni di deposito preliminare di rifiuti di cui al punto D15 dell'allegato B alla parte quarta del presente decreto, nonché le attività di recupero consistenti nelle operazioni di messa in riserva di rifiuti di cui al punto R13 dell'allegato C alla medesima parte quarta.

DEPOSITO TEMPORANEO PRIMA DELLA RACCOLTA

Il raggruppamento dei rifiuti ai fini del trasporto degli stessi in un impianto di recupero e/o smaltimento, effettuato, prima della raccolta nel rispetto di determinate condizioni:

- 1) i rifiuti contenenti gli inquinanti organici persistenti di cui al regolamento (CE) 850/2004, e successive modificazioni, devono essere depositati nel rispetto delle norme tecniche che regolano lo stoccaggio e l'imballaggio dei rifiuti contenenti sostanze pericolose e gestiti conformemente al suddetto regolamento;
- 2) i rifiuti devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore dei rifiuti: con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi di cui al massimo 10 metri cubi di rifiuti pericolosi.



In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il predetto limite all'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;

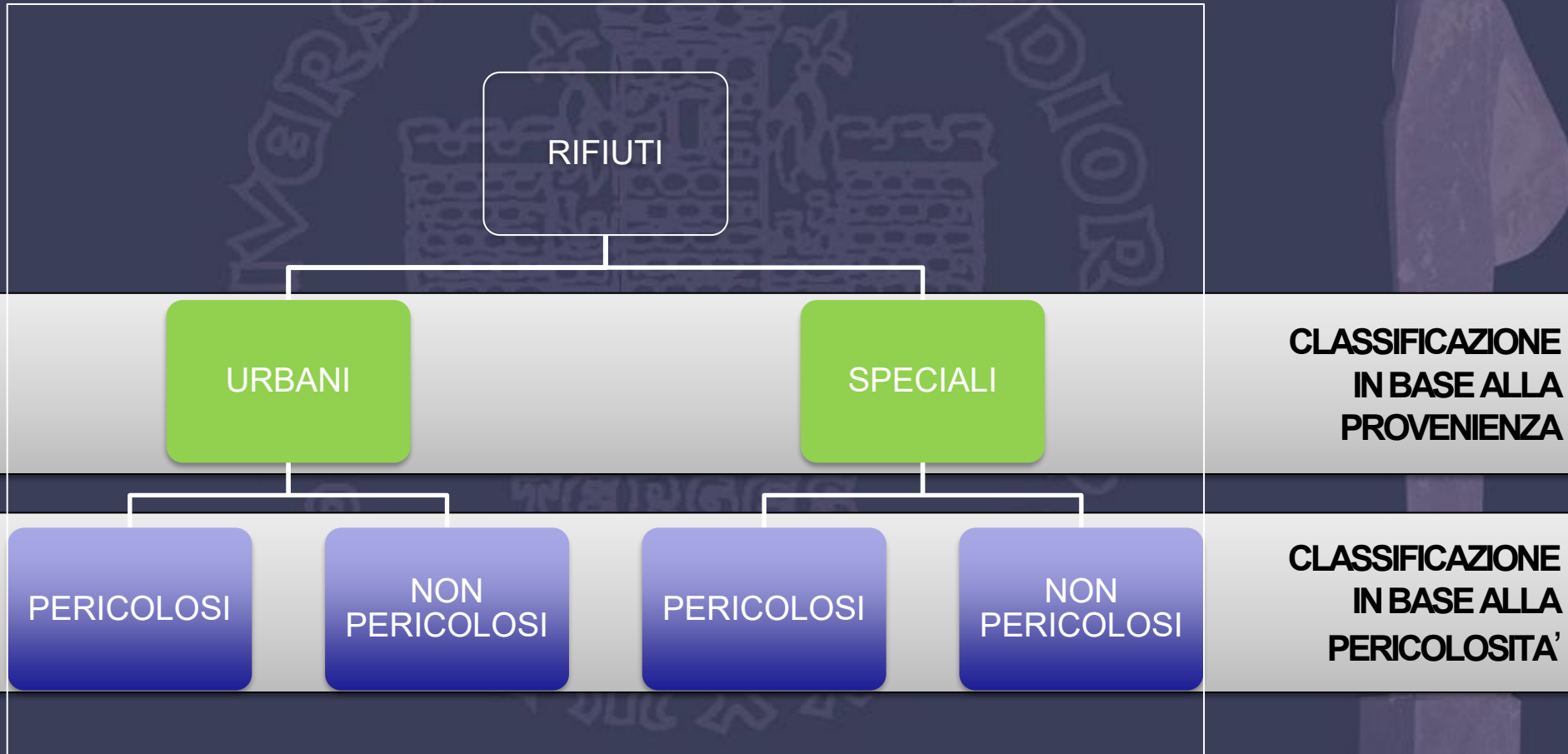
3) il "deposito temporaneo" deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;

4) devono essere rispettate le norme che disciplinano l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose...

Il deposito temporaneo prima della raccolta **non necessita** di autorizzazione da parte dell'autorità competente.



CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI



GESTIONE DEI RIFIUTI PRODOTTI

Deposito Temporaneo



GESTIONE DEI RIFIUTI PRODOTTI

Deposito Temporaneo



SITI INQUINATI



La Normativa di Riferimento

PASSATO

Legge DANNO:

Alterazione, deterioramento o distruzione dell'ambiente per violazione di norma di legge

Danno ambientale
Art. 18 l. 349/86

Danno ambientale
2004/35/CE

Direttiva DANNO:

Danno ambientale: un mutamento negativo misurabile di una risorsa naturale o un deterioramento misurabile di un servizio di una risorsa naturale, che può prodursi direttamente o indirettamente .

Bonifiche
Art. 17 D.Lgs. 22/97

terreno

habitat e specie

acque
sotterranee

acque
superficiali

scarichi

Tutela acque
Art. 58 D.Lgs. 152/99

Matrici oggetto di tutela

ACQUE

Danno alle acque, al suolo, al sottosuolo e alle altre risorse ambientali causato da acque reflue che violano le disposizioni del d.lgs 152/99 (ad. es. scarico non autorizzato o con

Bonifiche:

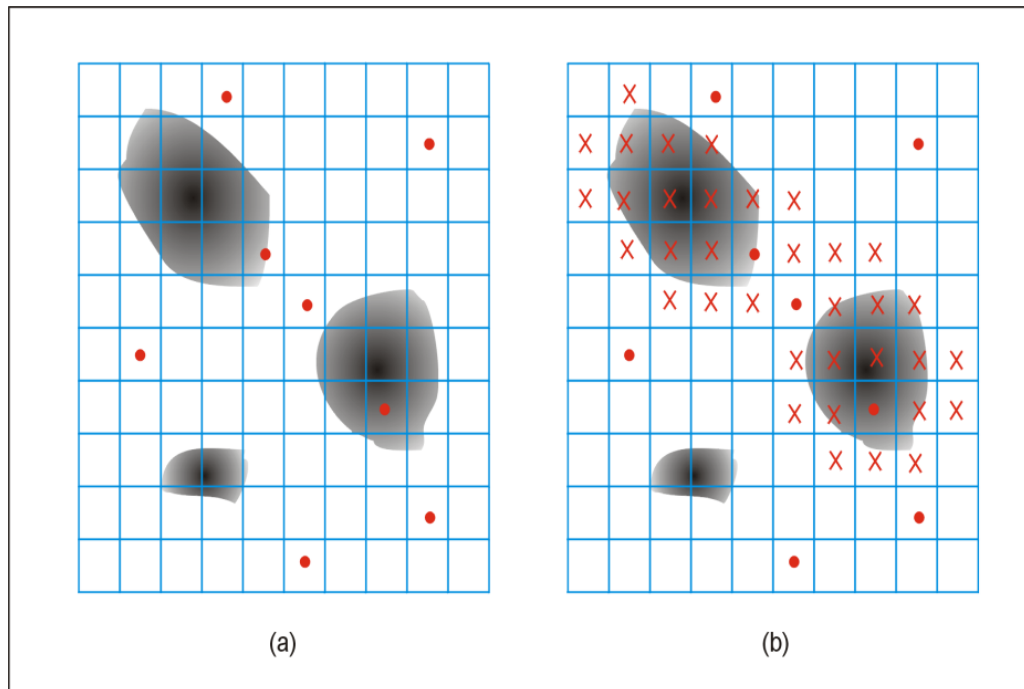
Di fatto coincideva con il superamento dei valori di concentrazione limite accettabili (CLA) nel suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

La Normativa di Riferimento

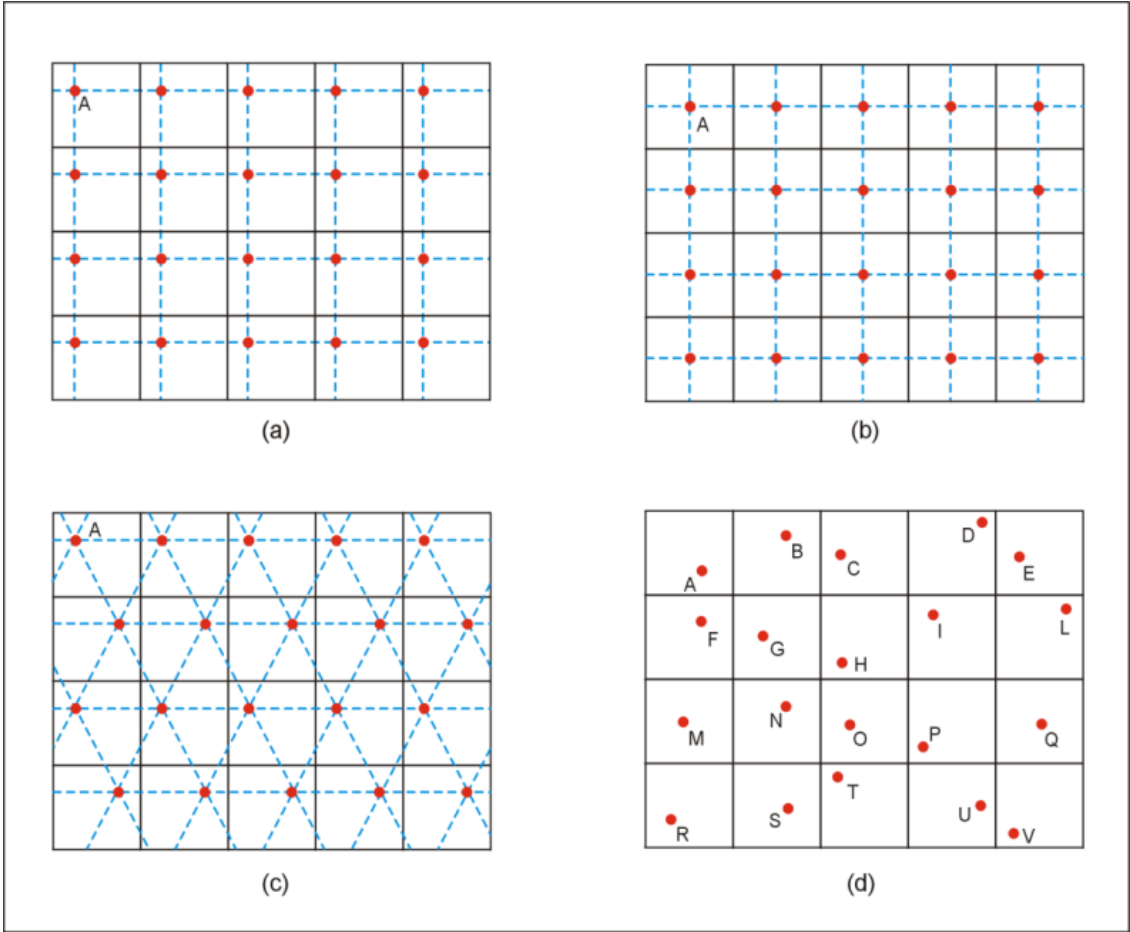
Ubicazione dei punti di campionamento

L'ubicazione dei punti di campionamento deve essere stabilita in modo da corrispondere agli obiettivi indicati nei criteri generali; ci sono due principali strategie per selezionare l'ubicazione dei punti di sondaggio e prelievo:

• Esempio di griglia a Cluster in cui i punti di inquinamento sono già noti. Si procede quindi ad intensificare i sondaggi in tali zone



2. *Ubicazione sistematica*: la scelta della localizzazione dei punti è effettuata sulla base di un criterio di tipo casuale o statistico. Tale scelta è da preferirsi nel caso si abbiano poche informazioni storiche e impiantistiche o tali da non permettere la localizzazione delle più probabili fonti di contaminazione.



Selezione delle sostanze inquinanti da ricercare.

Al fine di conoscere la qualità delle matrici ambientali (valori di fondo) dell'ambiente in cui è inserito il sito potrà essere necessario prelevare campioni da aree adiacenti al sito. La selezione delle sostanze inquinanti da ricercare dovrà avvenire sulla base del seguente processo:

- esame del ciclo produttivo e/o dei dati storici per la definizione di un set standard di analiti;
- esame dello stato fisico e di reale pericolosità delle sostanze individuate;
- nei punti distanti dalle possibili sorgenti di contaminazione si potrà inoltre selezionare un numero limitato di parametri indicatori, scelti sulla base della tossicità e mobilità dei contaminanti e dei relativi prodotti di trasformazione.

La Normativa di Riferimento

Modalità di esecuzione dei sondaggi e piezometri

I sondaggi saranno eseguiti, per quanto possibile, mediante *carotaggio continuo* a infissione diretta, rotazione/rotopercussione *a secco*, utilizzando un *carotiere di diametro idoneo* ed *evitando fenomeni di surriscaldamento*.

- continuo*: per permettere il recupero di una carota rappresentativa del terreno
- a secco*: l'uso di acqua potrebbe dilavare il contaminante
- di diametro idoneo*: per permettere di ottenere un numero di campioni sufficienti (compreso il campione testimone)
- evitando fenomeni di surriscaldamento*: perché il surriscaldamento potrebbe influenzare le sostanze volatili.

Analisi di Rischio

DEFINIZIONE DI RISCHIO (R)

- Nelle procedure di sicurezza:

$$R = P \times D$$

R = rischio associato ad un evento

P = probabilità di accadimento

D = danno provocato dall'evento

Il danno a sua volta è dato da

D = Fp x Fe dove

Fp = fattore di pericolosità

Fe = fattore di contatto

- Nel caso di siti inquinati **P = 1** :

Fp è dato dalla **tossicità T** dell'inquinante [mg/kg d]⁻¹;

Fe è rappresentato dalla portata effettiva di esposizione **E** [mg/kg d] ossia l'assunzione cronica del contaminante



e pertanto sarà

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Dipartimento di Ingegneria e Architettura

$$R = E \times T$$

STIMA DEL RISCHIO

Per le sostanze cancerogene:

$$R = E \times SF$$

IL rischio (R) è dato dal prodotto fra l'esposizione E [mg/kg d] ed il fattore SF, (Slope Factor [mg/kg d]⁻¹) che indica la probabilità di casi incrementali di tumore nella vita per unità di dose.

Per le sostanze non cancerogene (tossiche):

$$HQ = E / RfD$$

Il rischio viene espresso come indice di pericolo (HQ) (Hazard Quotient che è dato dal rapporto tra l'esposizione (E) e la dose tollerabile o di riferimento, RfD (ReferenceDose [mg/kg d])

esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la stima dell'esposizione media giornaliera che non produce effetti avversi apprezzabili sull'organismo umano durante il corso della vita.



CRITERI DI ACCETTABILITA'

Per le sostanze cancerogene

$R \leq 1 \text{ E } -06$ Rischio individuale (dovuto ad un singolo contaminante per una o più vie di esposizione)

$R \leq 1 \text{ E } -05$ Rischio cumulativo (dovuto agli effetti di più sostanze per una o più vie di esposizione)

Per le sostanze NON cancerogene (tossiche)

$HQ \leq 1$ Valore ritenuto tollerabile sia per rischio individuale che cumulativo



Analisi di Rischio

