



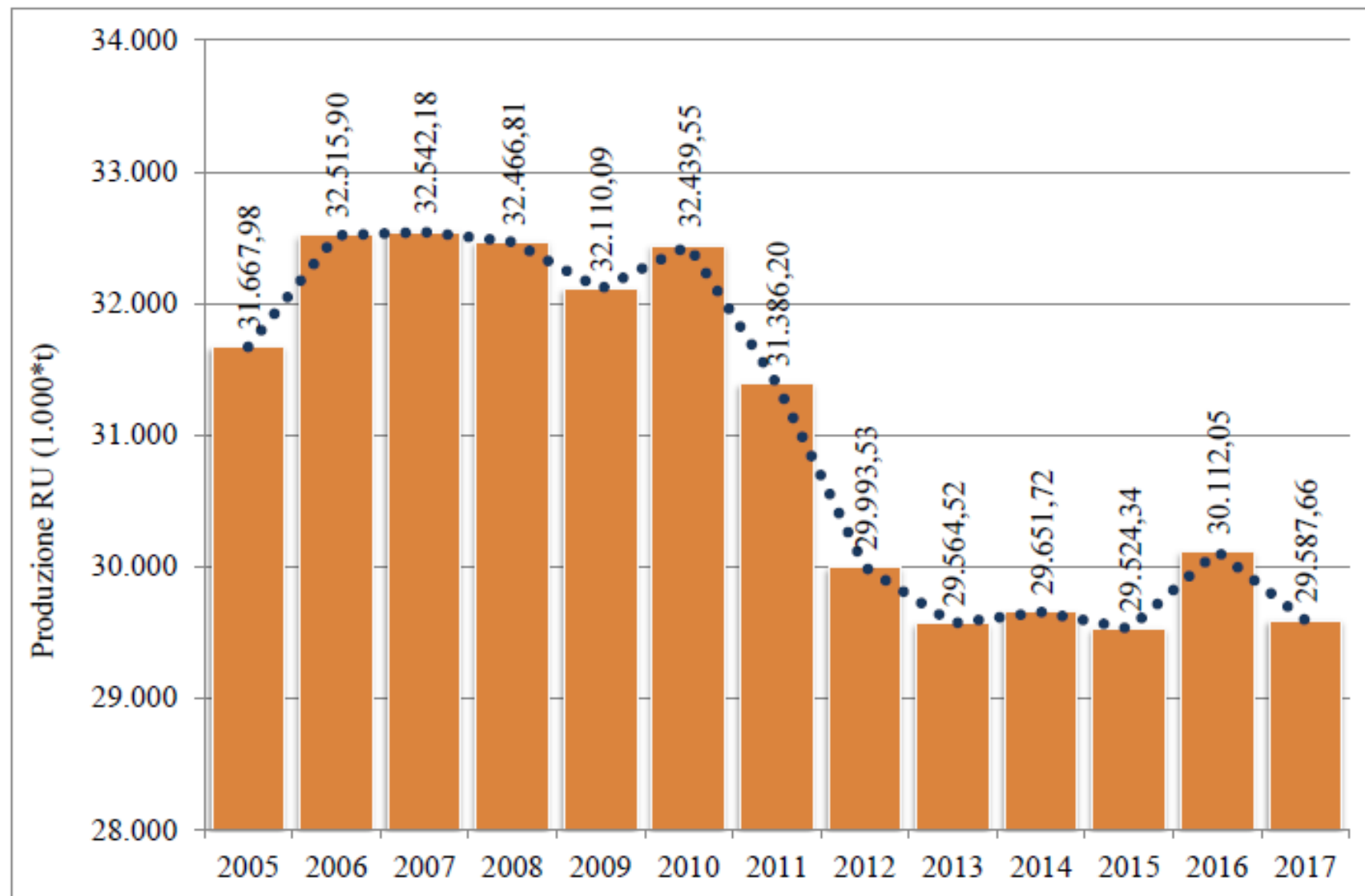
Rapporto Rifiuti Urbani

Edizione 2018

<http://www.isprambiente.gov.it>

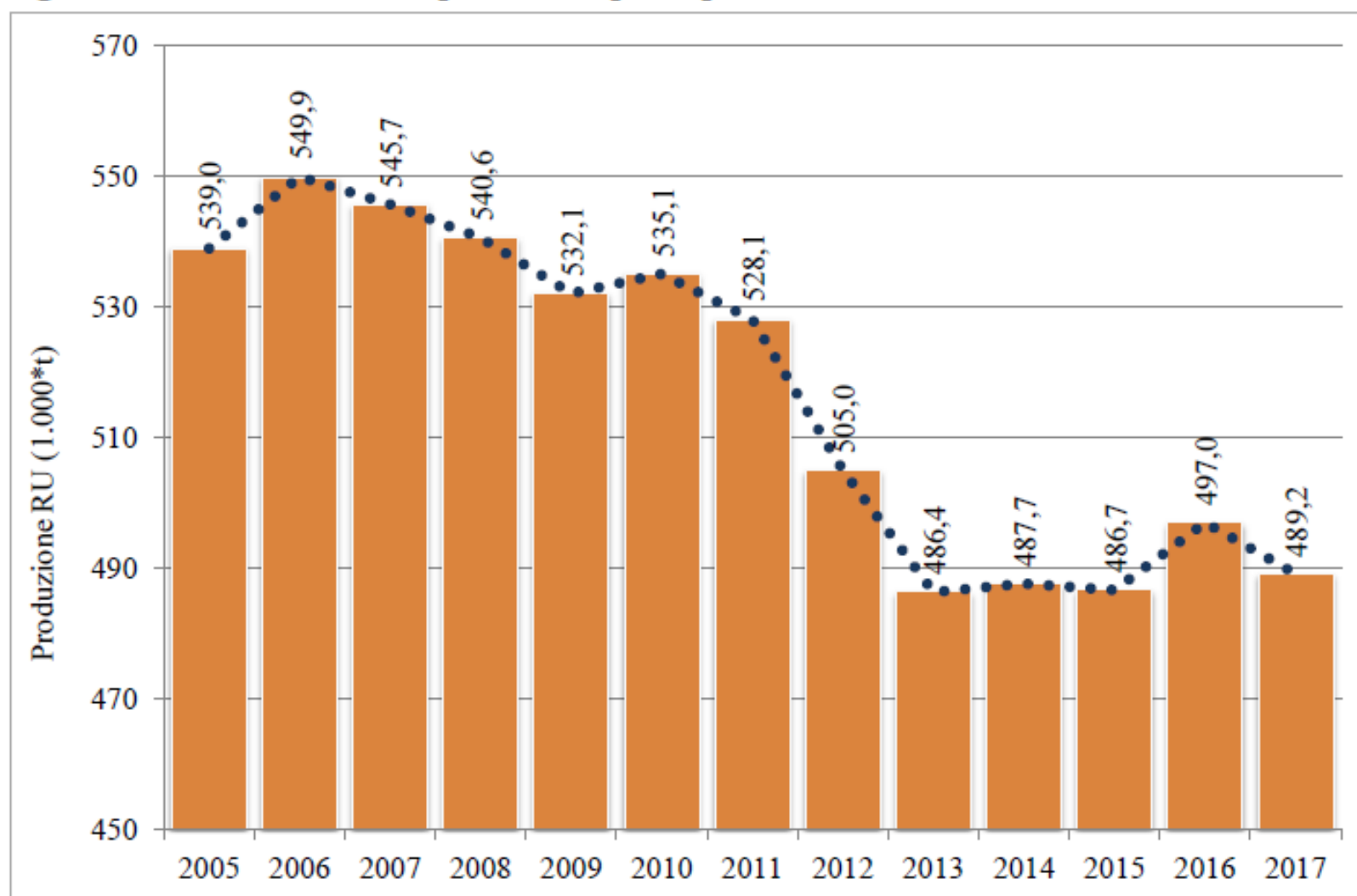
RAPPORTI

Figura 2.1 – Andamento della produzione di rifiuti urbani, anni 2005 – 2017



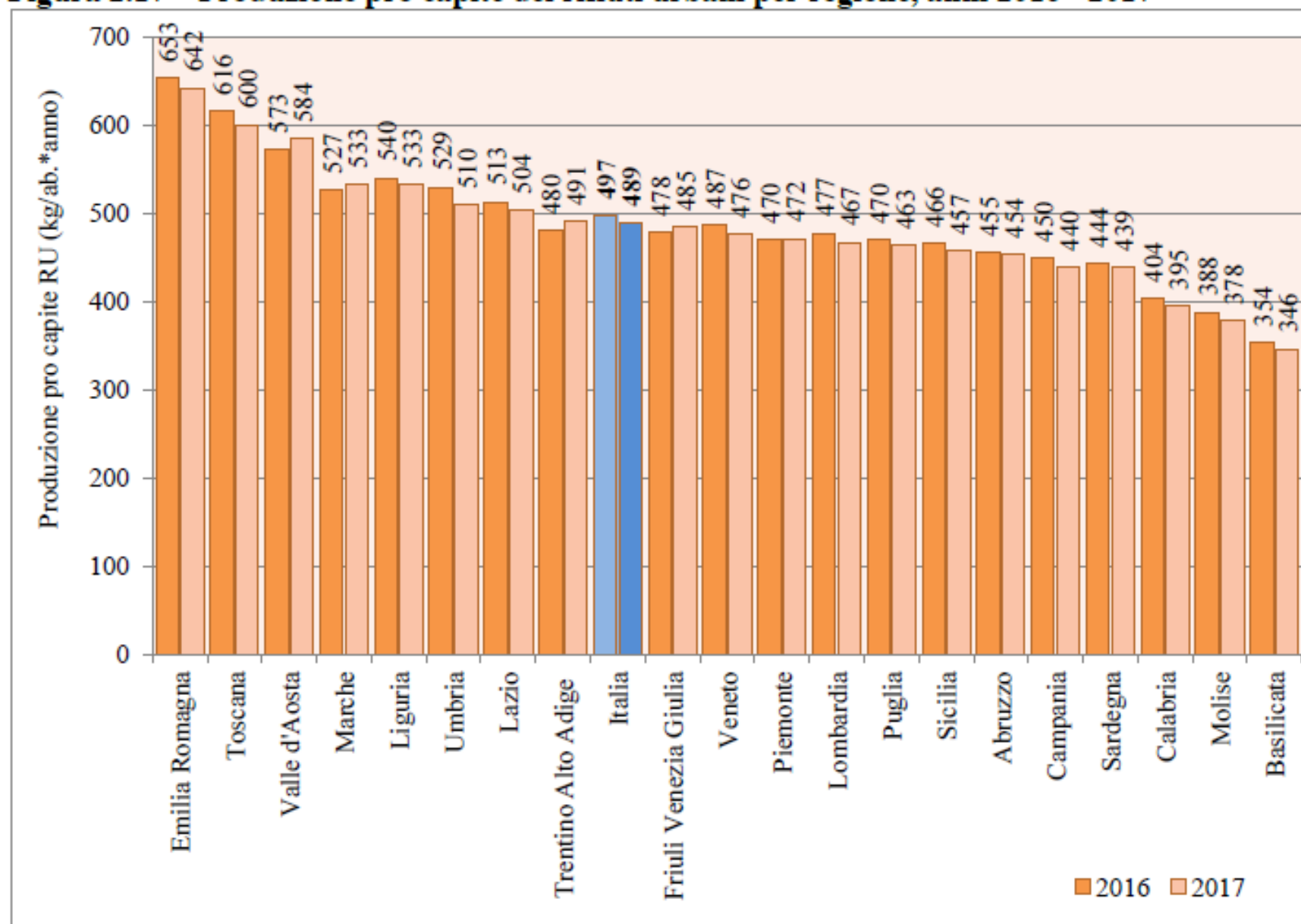
Fonte: ISPRA

Figura 2.2 - Andamento della produzione pro capite dei rifiuti urbani, anni 2005 – 2017



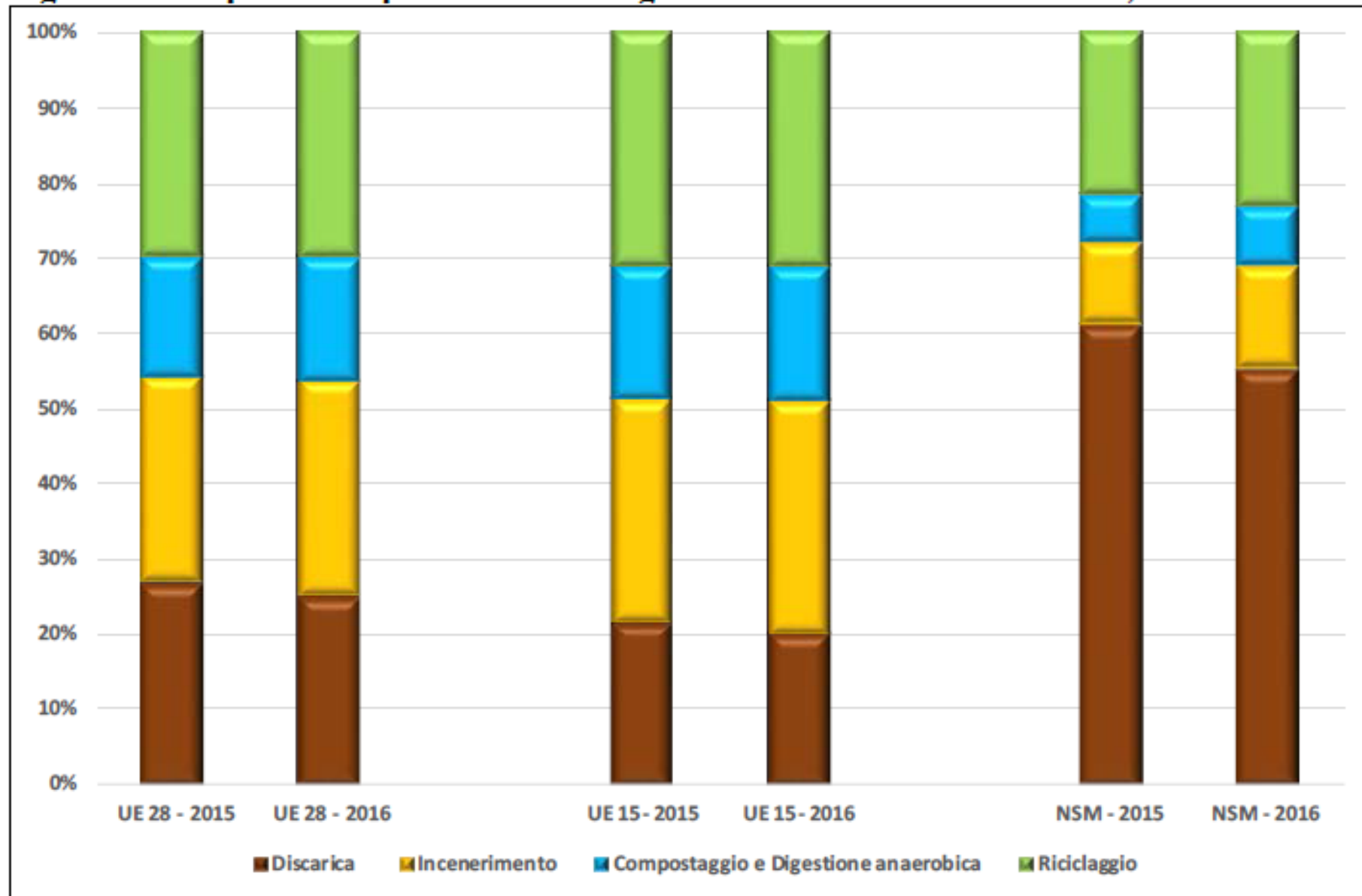
Fonte: ISPRA; dati di popolazione utilizzati per il calcolo dei valori pro capite: ISTAT

Figura 2.17 – Produzione pro capite dei rifiuti urbani per regione, anni 2016 - 2017



Fonte: ISPRA

Figura 1.7 – Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani nell'UE, anni 2015-2016



Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Eurostat, EPA Irlanda e APA Portogallo

Definizione e inquadramento problema

- **D.lgs 36/2003 - Attuazione della direttiva 1999/31/Ce relativa alle discariche di rifiuti**
- **Decreto 13 marzo 2003 - Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica**
- **AUTORIZZAZIONI DEI SINGOLI IMPIANTI** rilasciate dagli **Enti competenti**

- **Definizione discarica** - D.Lgs 36/2003, art. 2: “*area adibita a smaltimento dei rifiuti mediante operazioni di deposito sul suolo o nel suolo, compresa la zona interna al luogo di produzione dei rifiuti adibita allo smaltimento dei medesimi da parte del produttore degli stessi, nonché qualsiasi area ove i rifiuti sono sottoposti a deposito temporaneo per più di un anno*”
- **Classificazione** – D.lgs 36/2003, art. 4:
 - *discarica per rifiuti inerti*
 - *discarica per rifiuti non pericolosi*
 - *discarica per rifiuti pericolosi*
- Uno dei principi cardine del D. Lgs 22/97 è che lo smaltimento dei rifiuti:
 - deve avvenire in sicurezza e senza causare danni per la salute umana e per l’ambiente
 - deve essere considerato un trattamento residuale rispetto agli altri (riuso, riciclaggio, recupero) e deve essere effettuato attraverso un sistema integrato di tecniche ed impianti
 - deve avvenire all’interno degli Ambiti Territoriali Ottimali al fine di raggiungere la loro autosufficienza e di limitare al massimo la loro movimentazione

DEFINIZIONE E INQUADRAMENTO PROBLEMA

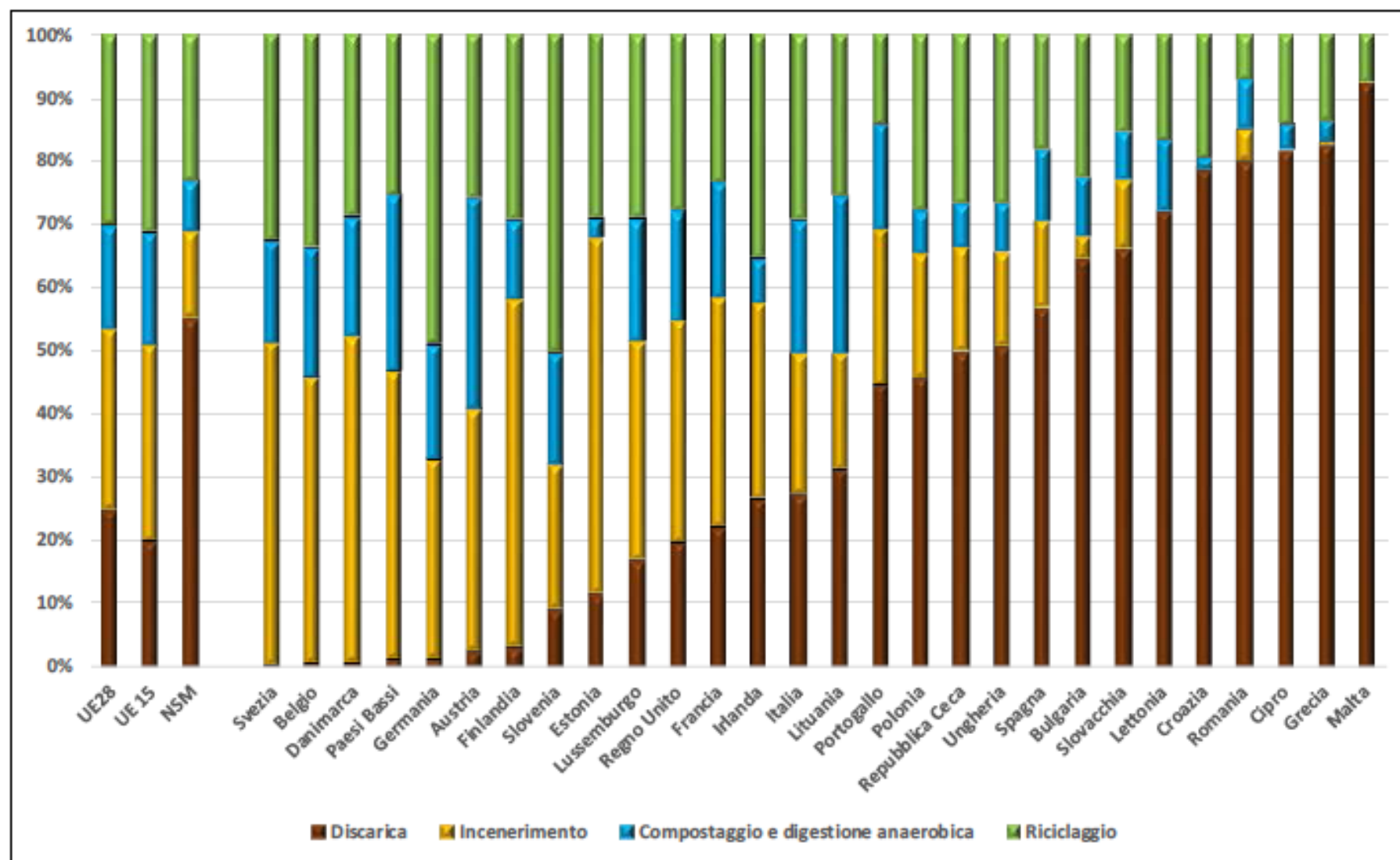
Sulla base di tali premesse la discarica può solo essere un complemento, anche se indispensabile, ad altri sistemi di smaltimento. In particolare il conferimento in discarica avverrà per:

- scarti da raccolta differenziata
- sovvalli da compostaggio
- scorie e ceneri da incenerimento
- rifiuti da fermate ordinarie e straordinarie degli inceneritori
- emergenze

Discarica controllata: metodologia di smaltimento sul suolo, in maniera definitiva, di rifiuti solidi o semisolidi di qualsiasi natura o provenienza.

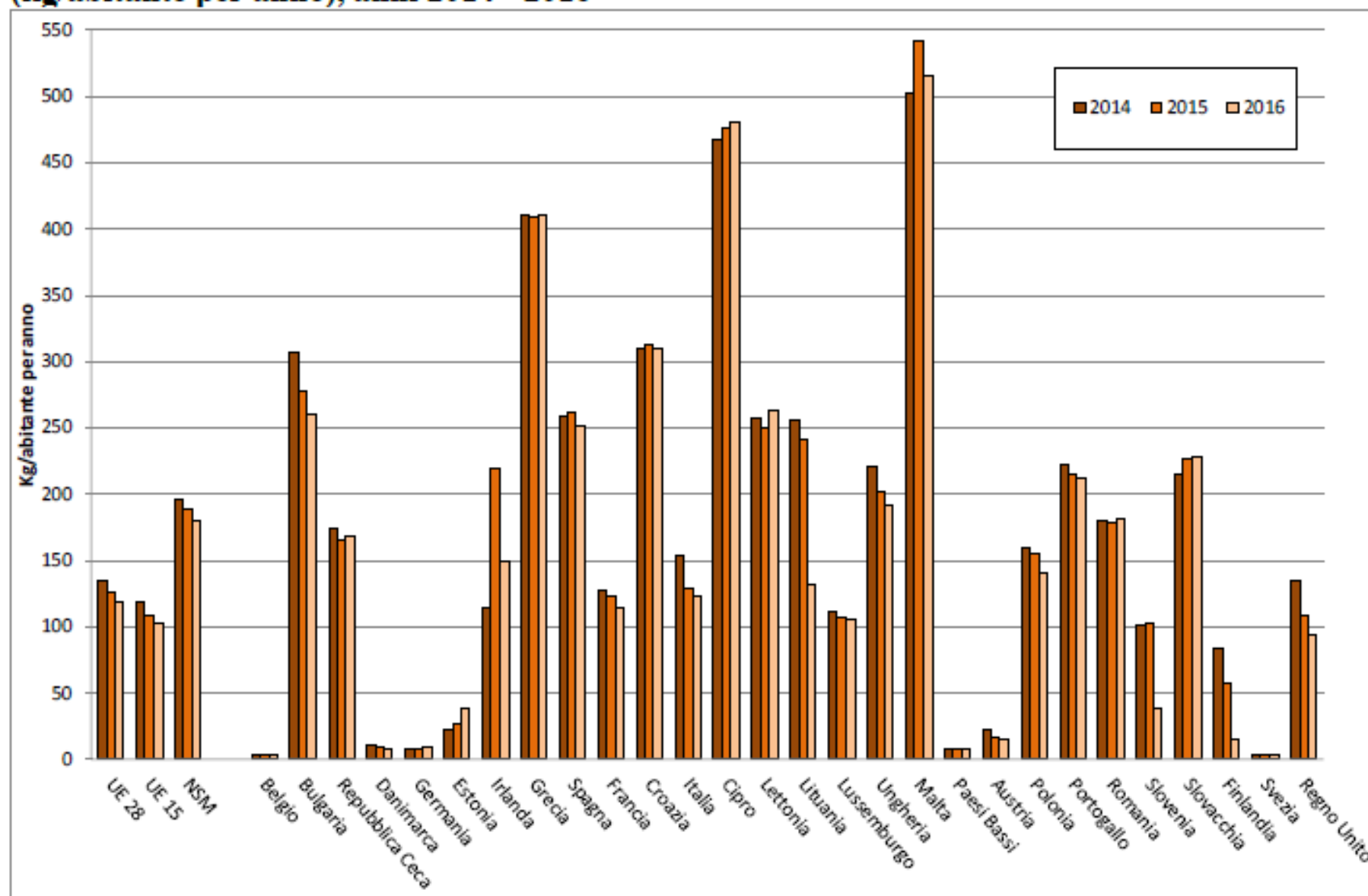
Difficoltà nella localizzazione e accettazione degli impianti da parte della popolazione

Figura 1.6 – Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani nell’UE, anno 2016 (dati ordinati per percentuali crescenti di smaltimento in discarica)



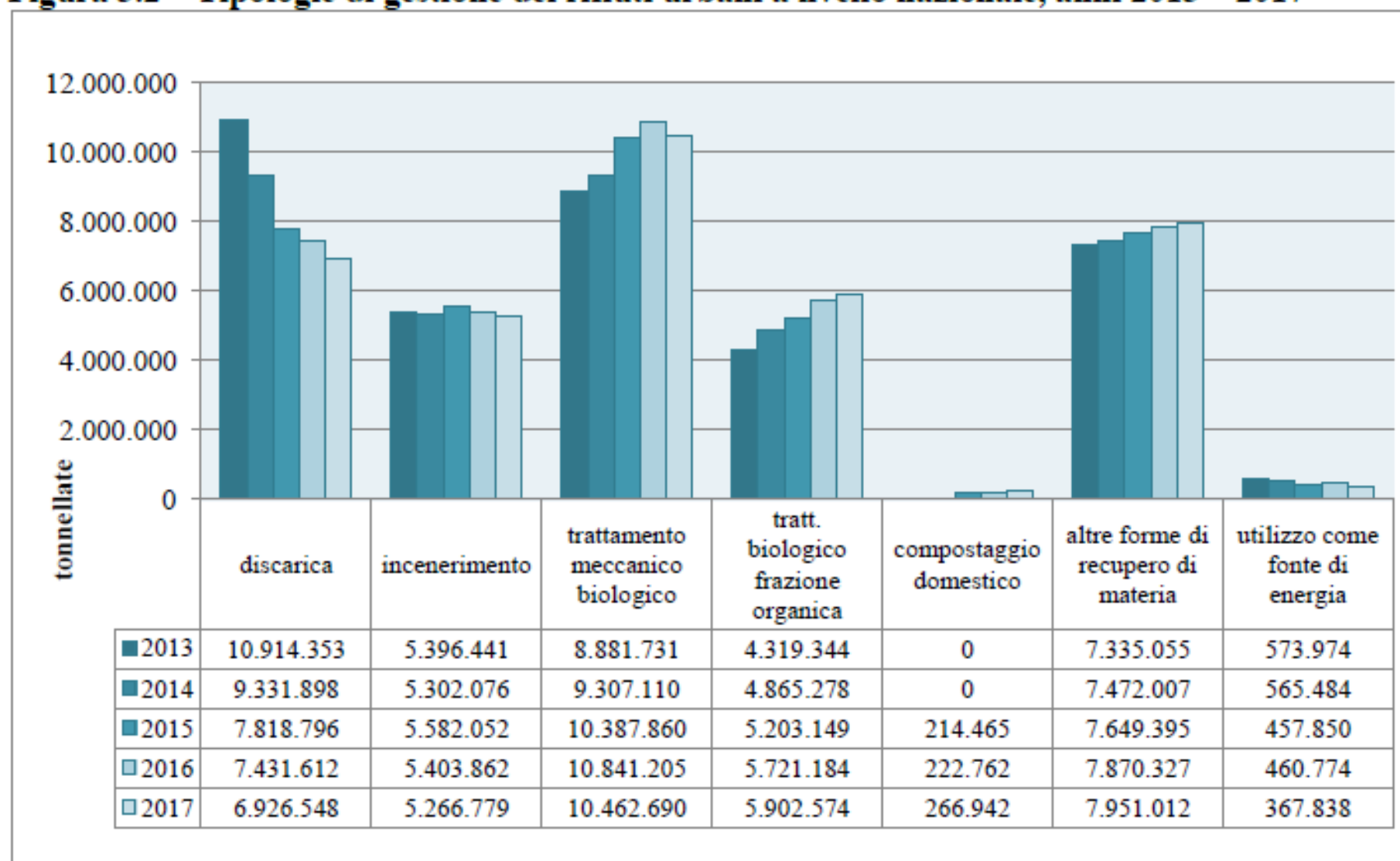
Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Eurostat, EPA Irlanda e APA Portogallo

Figura 1.8 – Quantità pro capite di rifiuti urbani smaltiti in discarica nell’UE (kg/abitante per anno), anni 2014 - 2016



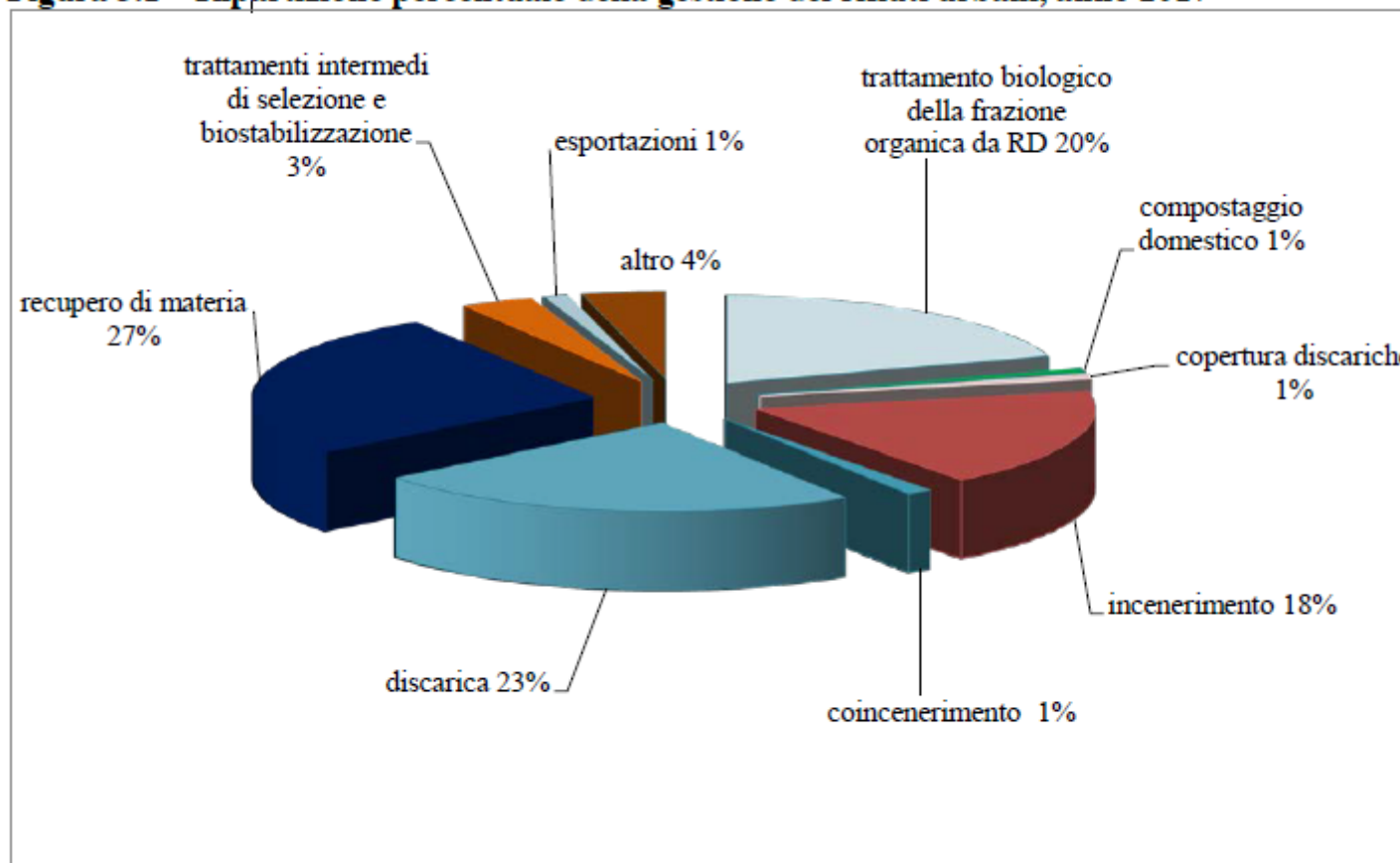
Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Eurostat ed EPA Irlanda

Figura 3.2 – Tipologie di gestione dei rifiuti urbani a livello nazionale, anni 2013 – 2017



Fonte: ISPRA

Figura 3.1 – Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani, anno 2017



Fonte: ISPRA

Figura 3.4.1 - Smaltimento in discarica dei rifiuti urbani, anni 2002 - 2017

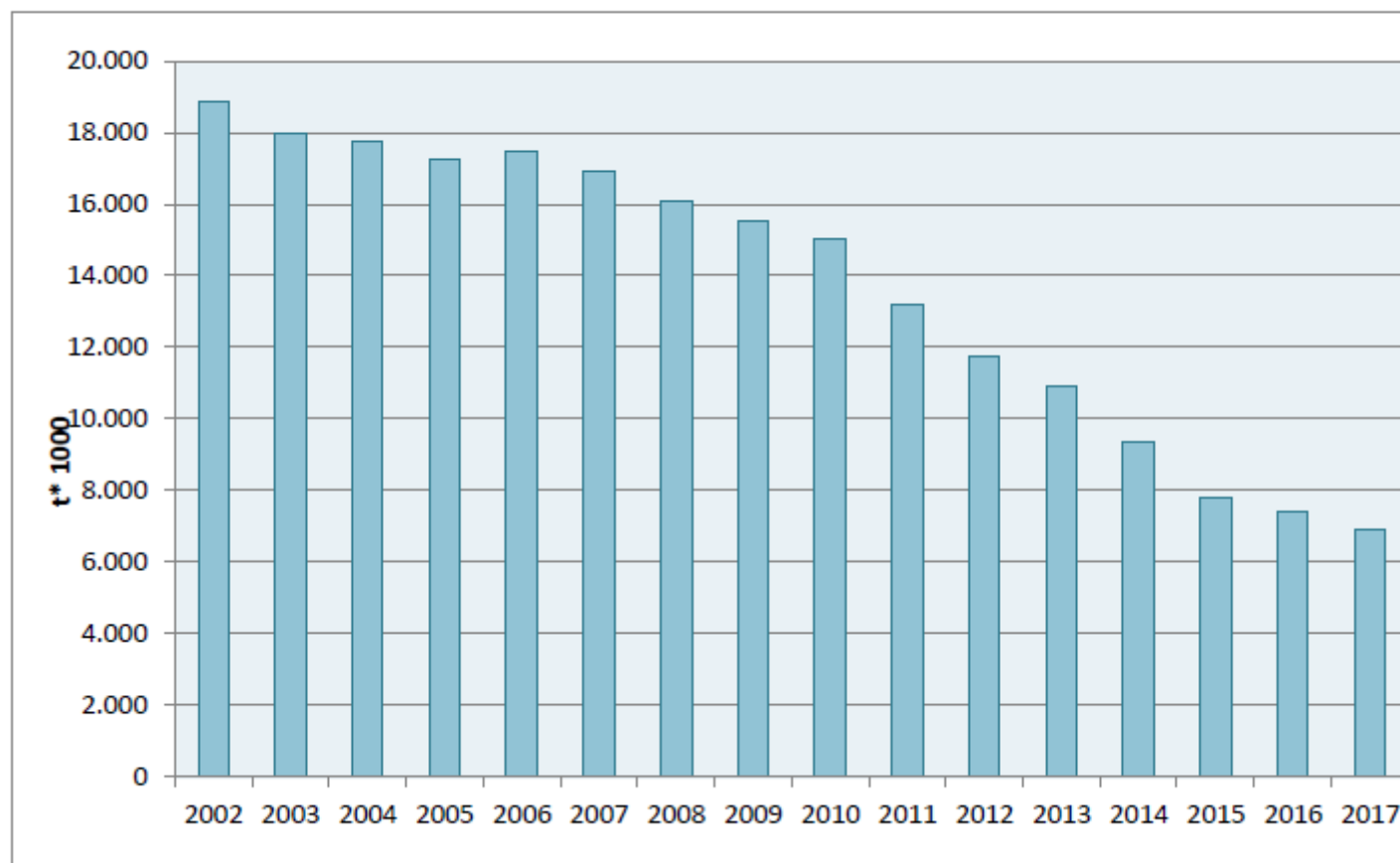
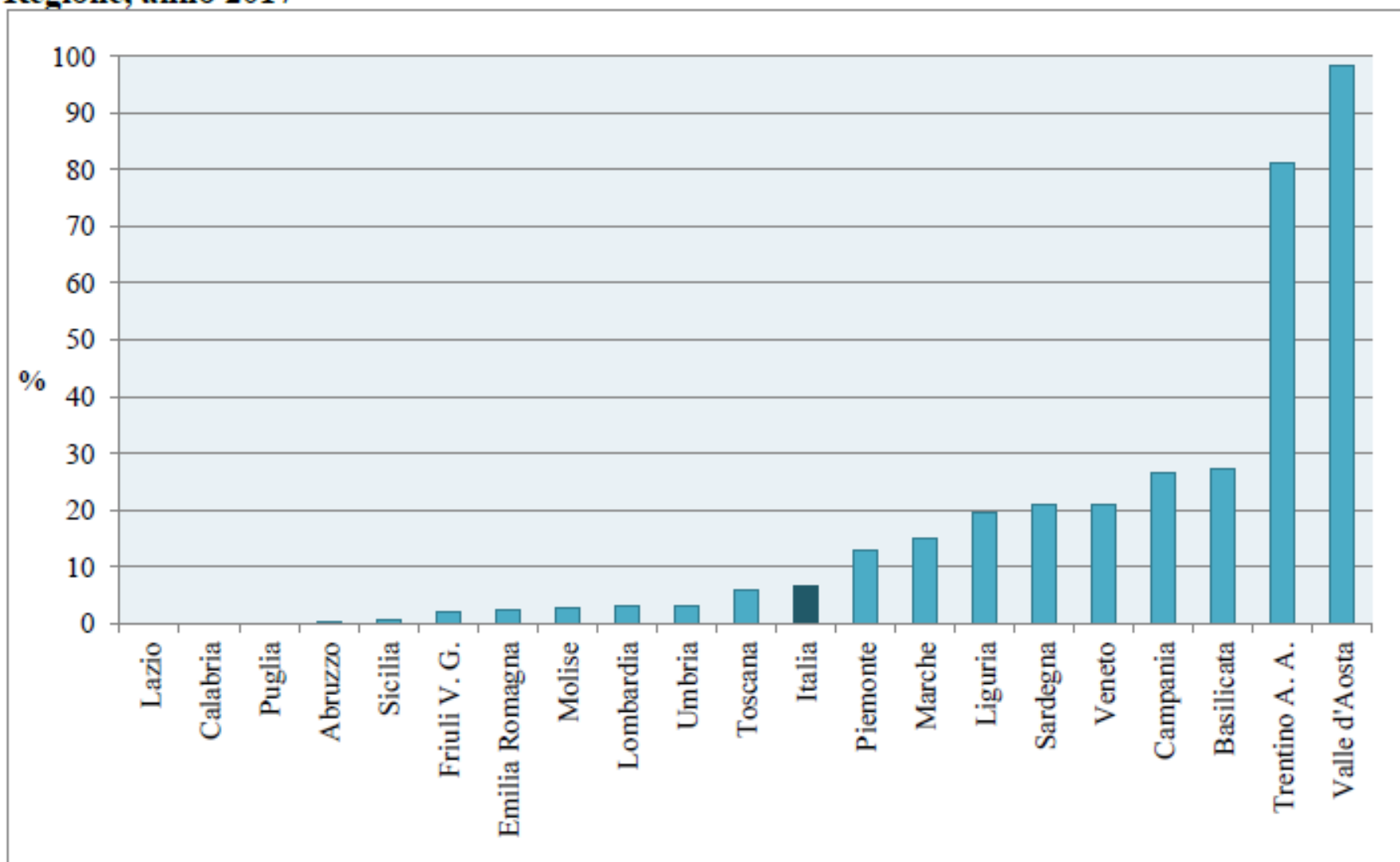


Tabella 3.4.1 - Discariche per rifiuti non pericolosi che smaltiscono rifiuti urbani per macroarea geografica, anni 2013 - 2017

Macroarea geografica	N. impianti					Quantità smaltita (t/a)				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Nord	76	77	65	53	51	2.780.921	2.612.535	1.933.133	1.683.816	1.718.705
Centro	39	40	34	31	27	2.933.230	2.144.275	1.847.089	1.781.454	1.533.108
Sud	65	55	50	50	45	5.200.202	4.575.088	4.038.573	3.966.342	3.674.735
ITALIA	180	172	149	134	123	10.914.353	9.331.898	7.818.796	7.431.612	6.926.548

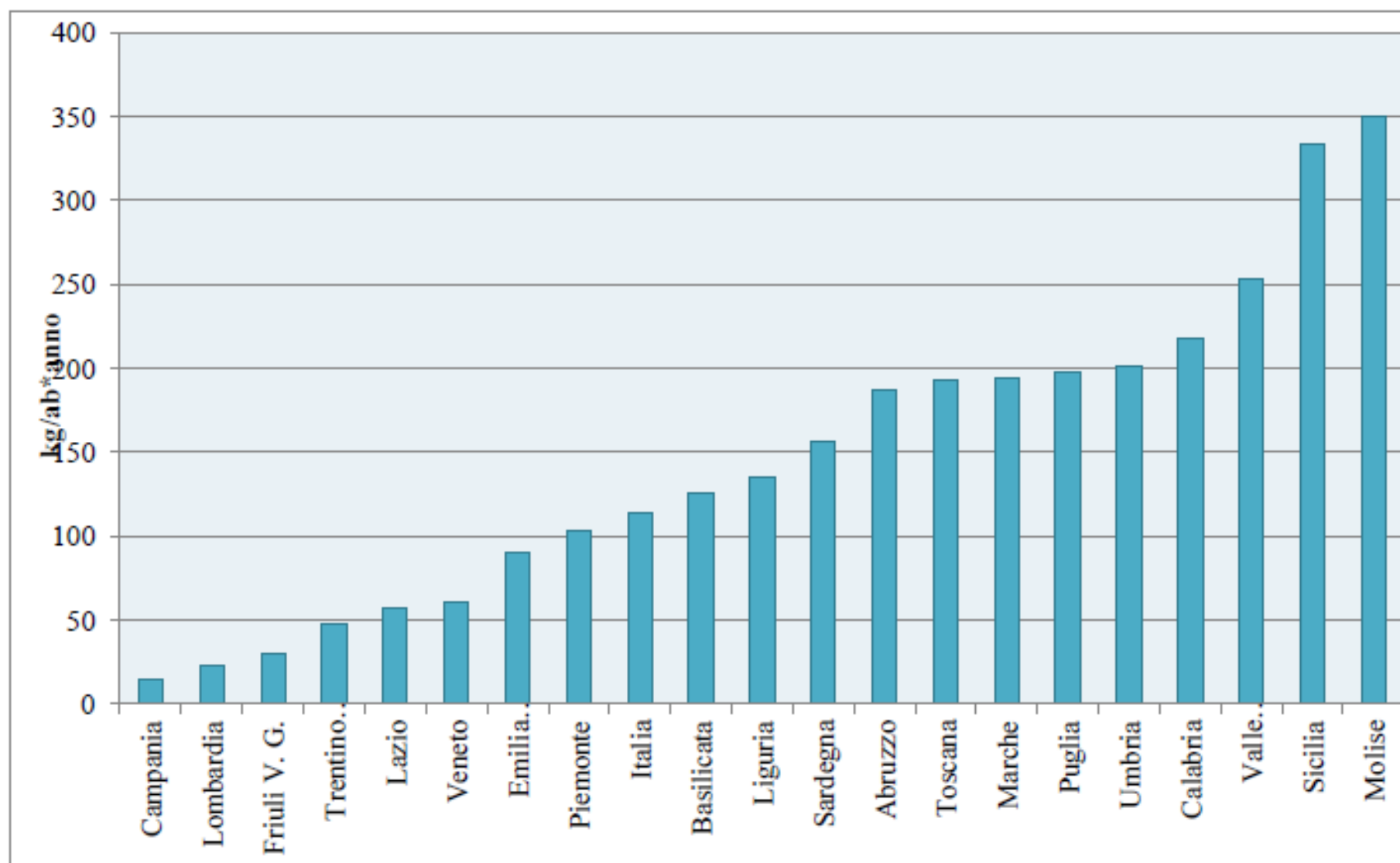
Fonte: ISPRA

Figura 3.4.3 - Percentuale di RU smaltiti in discarica senza trattamento preliminare per Regione, anno 2017



Fonte: ISPRA

Figura 3.4.4 - Pro capite di rifiuti urbani smaltiti in discarica, anno 2017



Fonte: ISPRA

UNA DISCARICA PER RIFIUTI SOLIDI URBANI (RSU) INDIFFERENZIATI



REATTORE BIOCHIMICO

REAGENTI = rifiuti e l'acqua

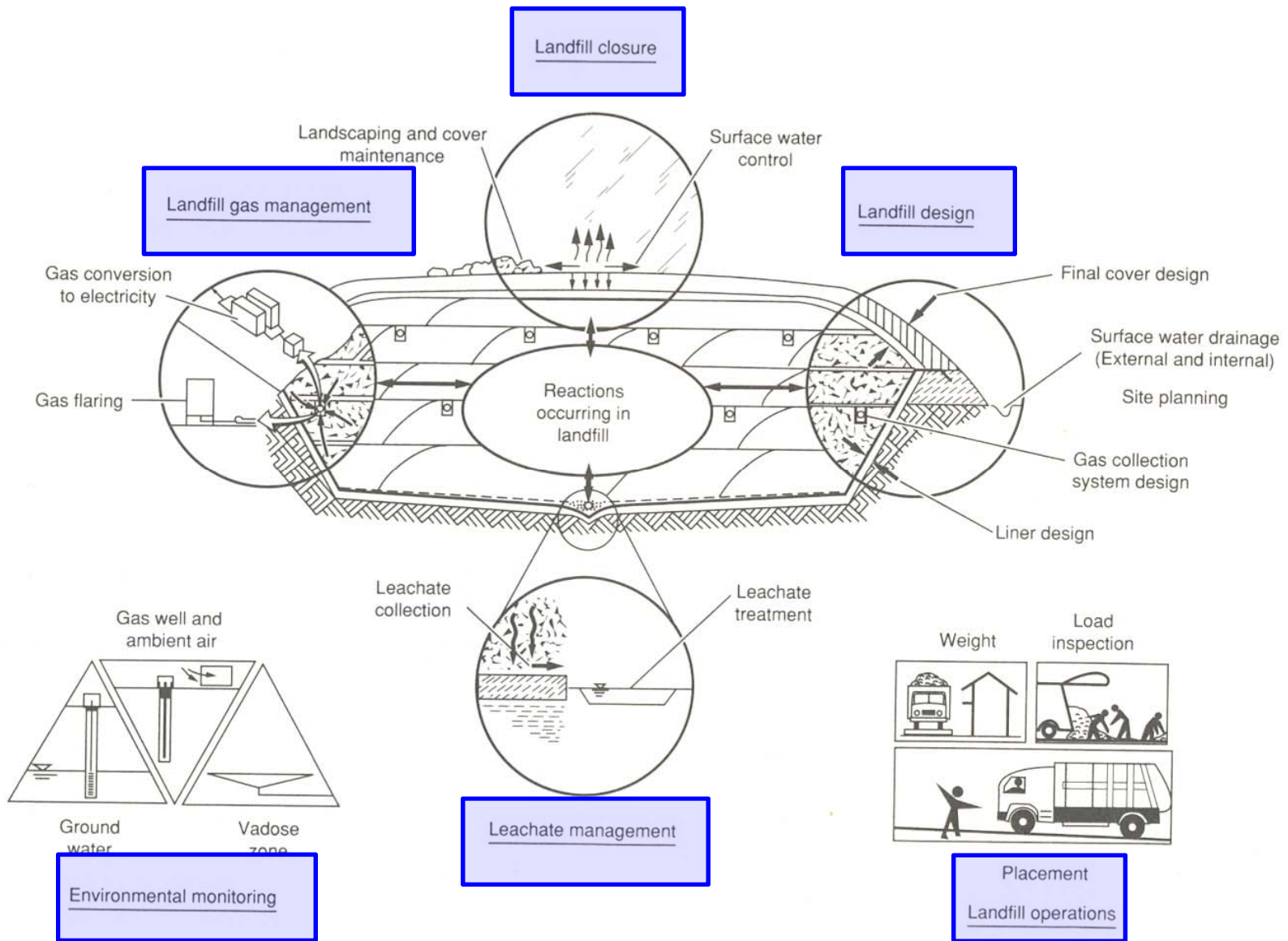
PRODOTTI = percolato e il biogas

Materiale (reagenti) = rifiuti (materia organica e materiali di natura essenzialmente inorganica presenti nei rifiuti originali) e l'acqua.

Prodotti = **percolato** e **biogas**

- Percolato è un refluo liquido con elevato carico organico, che deve essere depurato.
- Biogas: miscela di gas; utilizzato per il recupero energetico o combusto in condizioni controllate per evitare l'emissione in atmosfera di composti potenzialmente pericolosi.

L'impianto è munito di sistemi di raccolta ed estrazione (impianti di captazione) del percolato e del biogas.



- Copertura giornaliera strati con apposito materiale inerte (terreno; ghiaia; scarti di demolizione), in spessori > 15 cm

copertura giornaliera necessaria per evitare dispersione materiale per azione del vento

- Copertura finale con terreno vegetale (utilizzazione finale più comune → *recupero come area a verde*)

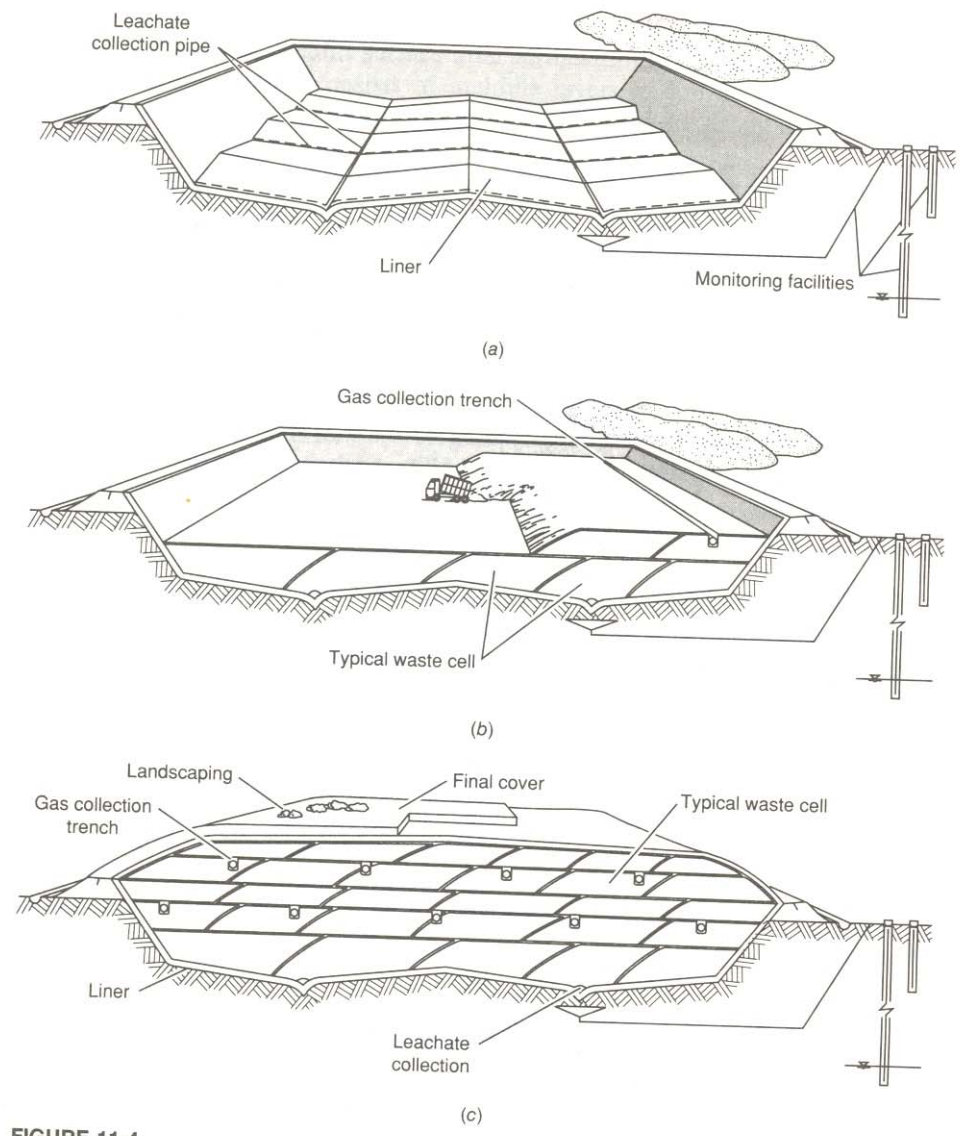
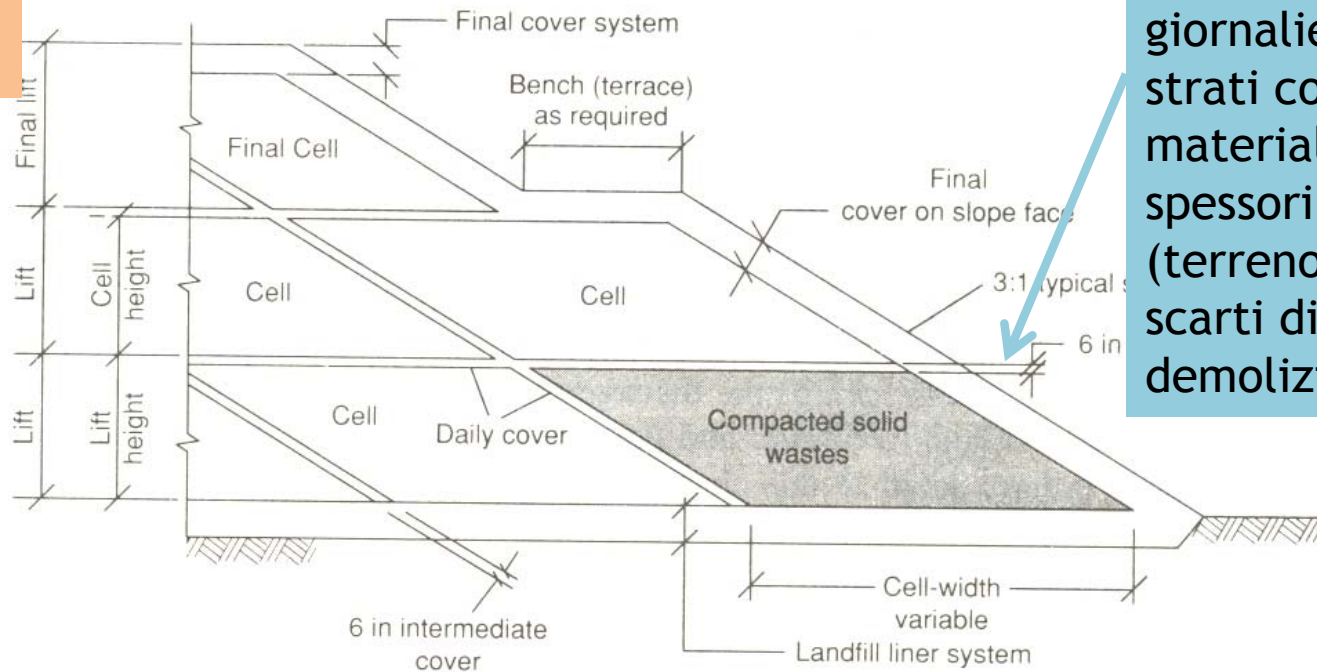


FIGURE 11-4
 Development and completion of a solid waste landfill: (a) excavation and installation of landfill liner, (b) placement of solid waste in landfill, and (c) cutaway through completed landfill.

Disposizione dei rifiuti in strati di altezza adeguata ($\leq 2,5$ m)

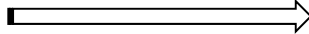


Copertura giornaliera degli strati con apposito materiale inerte in spessori ~ 15 cm (terreno, ghiaia, scarti di demolizione)

Compattazione dello strato di rifiuti con mezzi meccanici (bulldozer, trattori cingolati, compattatori)

Densità rifiuti $0,3-0,4 \text{ t/m}^3 \rightarrow 0,7-0,8 \text{ t/m}^3$

Requisiti minimal i che devono essere comunque soddisfatti

Ubicazione  distanza da:

- ✧ centri abitati
- ✧ facilità di accesso
- ✧ punti di approvvigionamento di acque destinate all'uso potabile
- ✧ alveo di piena dei corsi d'acqua
- ✧ livello di massima escursione della falda e dalle aree a disposizione

Caratteristiche geologiche e geotecniche dei suoli adibiti a discarica

- ✧ Evitare rischi di frane
- ✧ cedimenti del suolo e delle pareti
- ✧ deformazioni delle opere idrauliche allestite per il drenaggio delle acque meteoriche

Dati sulla quantità e sulle caratteristiche del suolo nell'area.

Se utilizzato come materiale per la copertura dati sulle caratteristiche geologiche e idrogeologiche

Protezione delle acque dall'inquinamento

Impermeabilizzazione artificiale del terreno

- ⇒ resistente azione aggressiva dei rifiuti interrati
- ⇒ spessore adeguato alla pericolosità dei rifiuti

Smaltimento del percolato

I sistemi di drenaggio, captazione e depurazione devono essere mantenuti in servizio anche dopo la chiusura della discarica, per un periodo di tempo stabilito dall'autorità competente.

Smaltimento del biogas

Se prevista la formazione di biogas (rifiuti ad elevato contenuto organico), prescritta la realizzazione di opere atte alla captazione ed al recupero del gas e alla sua utilizzazione energetica.

Se no utilizzazione energetica, combustione in torce.

La dispersione del biogas in atmosfera autorizzata solo per impianti di dimensioni modeste e a condizione che venga accertata, e successivamente controllata nella fase di gestione, l'assenza di rischio e di effetti molesti.

Modalità di esercizio e attrezzature ausiliarie

Sono prescritte modalità di conduzione e disponibilità di servizi tali da ridurre al minimo i rischi per l'ambiente e per gli addetti. Tra questi: compattazione dei rifiuti e loro tempestiva copertura; separazione di partite di rifiuti tra loro incompatibili; divieto di combustione; realizzazione di opportuna recinzione; disponibilità di mezzi antiincendio; sistemi per l'allontanamento delle acque meteoriche dal perimetro dell'impianto; uso di registri giornalieri di carico e scarico di tutti i rifiuti, con l'eccezione dei rifiuti inerti.

Sistemazione finale dell'area

prescritta la copertura finale con materiale impermeabilizzante (spessore tale da impedire l'infiltrazione di acque).

Piano di sistemazione e recupero dell'area:

prevedere la destinazione d'uso dell'area tenere conto:

- dei fenomeni di assestamento della massa di rifiuti,
- della formazione di percolato
- della necessità di favorire il naturale deflusso delle acque meteoriche

Fattori che influenzano la progettazione delle discariche

La progettazione di una discarica è influenzata da molti fattori che possono essere suddivisi nei seguenti gruppi:

- fattori operazionali;
- fattori idrogeologici
- fattori climatici;
- fattori locali;
- fattori biologici.

Fattori operazionali

- ⇒ **Tipologia di discarica**
- ⇒ **Caratteristiche dei rifiuti:** conoscenza della composizione dei rifiuti per valutare la compatibilità tra i materiali utilizzati ed i rifiuti. I rifiuti possono interagire con i materiali impiegati e deteriorarli.
- ⇒ **Configurazione e dimensionamento della discarica:** la forma economicamente più vantaggiosa per una discarica è quella rettangolare.
- ⇒ **Utilizzo per operazioni di riciclaggio e recupero:** se previsto il recupero di certi componenti tenerne conto in fase di progettazione.
- ⇒ **Requisiti dimensionali degli argini:** la larghezza della parte superiore degli argini deve essere tale da conferire adeguata resistenza. Gli argini devono essere sufficientemente larghi da consentire un libero movimento al personale addetto ai macchinari, all'installazione ed alla manutenzione.
- ⇒ **Valutazione dei volumi di percolato:** fondamentale per il dimensionamento del sistema di drenaggio.

Fattori idrogeologici

- ⇒ **Caratteristiche del terreno:** sono da evitare terreni che tendano a gonfiarsi, terreni ricchi di materiale organico la cui decomposizione comporta la produzione di biogas, terreni ricchi di sostanze facilmente solubili in presenza di liscivie acide, come ad esempio i carbonati che portano a produzione di gas e perdita del supporto meccanico.
- ⇒ **Presenza di tracce idrologiche:** La presenza di tracce idrologiche, come fratture o strati sabbiosi, può favorire la rapida migrazione dei rifiuti dalla discarica in caso di cedimento del sistema di impermeabilizzazione.
- ⇒ **Presenza di strati rocciosi:** la presenza di strati rocciosi richiede in genere la rimozione o il modellamento delle rocce; il costo di queste operazioni rende generalmente consigliabile la costruzione di discariche sopra il livello del terreno.
- ⇒ **Storia sismica del terreno**
- ⇒ **Presenza di falde idriche superficiali e di zone di scorrimento delle acque:** posizione delle falde idriche superficiali e delle variazioni di livello stagionale sono un altro fattore estremamente importante.

Fattori climatici

- ⇒ **Direzione e velocità dei venti:** Valutazione della ventosità della zona e determinazione dell'intensità, della direzione e della velocità dei venti.
Vento → fattore negativo: può provocare onde all'interno della discarica compromettendo la stabilità degli argini.
- ⇒ **Temperatura:** Temperatura e/o escursioni termiche correlate all'utilizzo di materiali.

Fattori biologici

- ⇒ **Vegetazione locale**: la vegetazione può risultare pericolosa per il sistema di impermeabilizzazione a causa della penetrazione delle radici.
- ⇒ **Presenza di animali roditori**: generalmente, si ricorre all'utilizzo di rivestimenti argillosi compattati.
- ⇒ **Presenza di microrganismi**: la presenza di microrganismi come batteri e funghi può danneggiare il sistema di drenaggio (intasamento). Metodo: lavaggio periodico con biocidi (non devono essere inquinanti e non devono avere effetti negativi sui materiali polimerici impiegati).
- ⇒ **Presenza di materiale organico nel sottosuolo**: presenza di materiale organico in decomposizione → problemi al sistema di impermeabilizzazione:
 - generazione di gas (CH_4 , CO_2) che tende a sollevare le membrane polimeriche (dorsi di balena) che possono, in certi casi, ridurre la capacità della discarica;
 - formare vuoti per la presenza di tronchi o radici, con conseguente cedimento del supporto del sistema di impermeabilizzazione.Il problema della formazione dei biogas si risolve, in genere, con l'installazione di un sistema di raccolta che permetta la fuoriuscita del gas.

Location	Siting Limitation
Airports	3 km from an airport used by turbojet aircraft; 1.5 km from an airport used by piston-type aircraft. Any landfills closer will have to demonstrate that they do not pose a bird hazard to aircraft.
Flood plains	100-year flood plain. Landfill located within the 100-year floodplain will have to be designed so as not to restrict flood flow, reduce the temporary water storage capacity of the floodplain, or result in washout of solid waste, which would pose a hazard to human health and the environment.
Wetlands	New landfills will not be able to locate in wetlands unless the following conditions have been demonstrated: (1) No practical alternative with less environmental risk exists. (2) Violations of other state and local laws will not occur. (3) The unit would not cause or contribute to significant degradation of the wetland. (4) Appropriate and practicable steps have been taken to minimize potential adverse impacts. (5) Sufficient information to make determination is available.
Fault areas	New landfill units cannot be sited within 60m of a fault line that has had a displacement in Holocene time (past 10,000 years).
Seismic impact zone	New landfill unit located within a seismic impact zone will have to demonstrate that all contaminant structures (liners, leachate collection systems, and surface water control structures) are designed to resist the maximum horizontal acceleration in lithified materials (liquid or loose materials consolidated into solid rock) for the site.
Unstable areas	Landfill units located in unstable areas must demonstrate that the design ensures stability of structural components. The unstable areas include areas that are landslide prone, that are in karst geology susceptible to sinkhole formation, and that are undermined by subsurface mines. Existing facilities that cannot demonstrate the stability of the structural components will be required to close within five years of the regulations effective date.

Criteri per la progettazione delle discariche

La progettazione, la realizzazione e la gestione delle discariche con criteri analoghi a impianti di smaltimento «a tecnologia complessa».

I **vantaggi** principali di questi impianti sono la flessibilità e la modularità, l'ampio intervallo di potenzialità applicativa, i ridotti consumi di energia e di materiali e la possibilità di ripristino e recupero di aree degradate, che altrimenti sarebbero di difficile fruizione sociale.

Gli **svantaggi** dal punto di vista dell'impatto ambientale: rischio di inquinamento delle acque superficiali e profonde (percolato); affidabilità nel lungo periodo dei materiali utilizzati per l'impermeabilizzazione artificiale delle discariche.

Da un punto di vista costruttivo, si possono realizzare:

- ✓ discariche completamente sotto il livello del terreno;
- ✓ discariche completamente sopra il livello del terreno;
- ✓ combinazione delle due precedenti possibilità.

Le discariche **sotto il livello del terreno** vengono in genere realizzate in quei siti dove esiste un terreno facilmente scavabile. La terra estratta nello scavo viene in genere utilizzata per costruire gli argini perimetrali, per il livellamento e per il ricoprimento intermedio degli strati. La terra rimanente può essere impiegata per il ricoprimento della discarica o per altre attività costruttive.

Le discariche **sopra il livello del terreno** vengono in genere costruite quando il terreno è roccioso e lo scavo risulta difficile ed economicamente oneroso. Le discariche di questo tipo possono inoltre essere preferite quando vi sono falde superficiali ed il terreno presenta notevole capillarità.

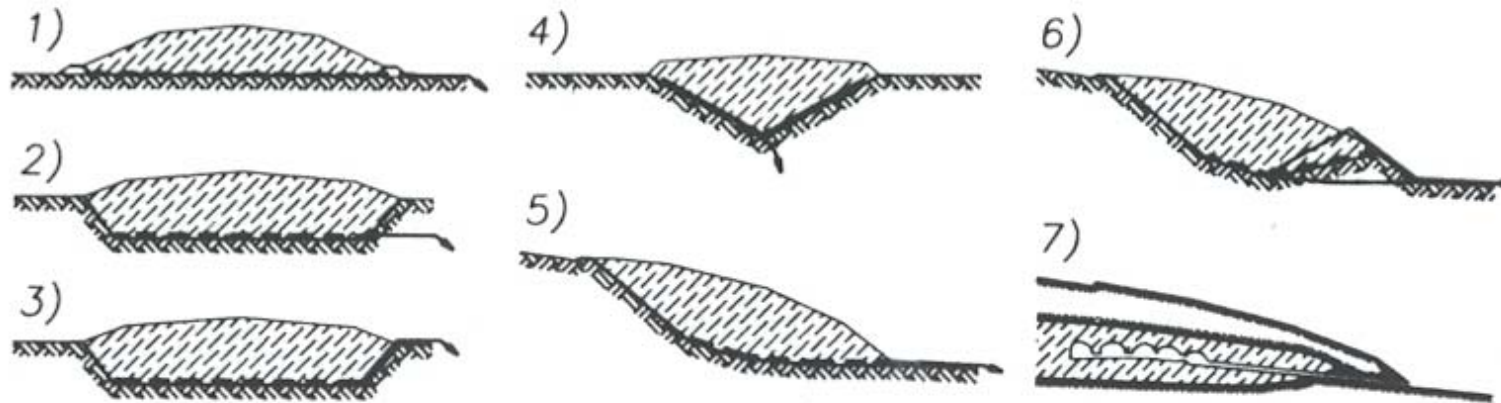


Fig. 22. Possibili forme di discarica; 1) in rilevato; 2) in area depressa, con deflusso naturale del percolato; 3) in area depressa, con deflusso forzato del percolato; 4) in valle; 5) in pendio; 6) in pendio, con diga di valle; 7) in caverna.

1) Problemi di impatto visivo. Più difficile captare biogas.

2) e 3) aree precedentemente degradate da attività estrattive. Zone con terreni permeabili e presenza di falde importanti. Importante la permeabilizzazione.

4), 5) e 6) Problemi nella gestione delle acque. Problema: stabilità ammasso. Buon ruscellamento percolato.

7) Riservate a rifiuti tossici e nocivi (Europa Centrale)

STIMA DELL'AREA RICHIESTA PER UNA DISCARICA

- 1) Popolazione: 30 000 abitanti
- 2) 3 kg/persona giorno
- 3) Densità rifiuti: 500 kg/m³
- 4) Altezza discarica: 6 m

❖ Produzione giornaliera di rifiuti:

$$30000 \text{ persone} * 3 \text{ kg/persona giorno} \longrightarrow 90 \text{ t/giorno}$$

❖ Area

$$\frac{\text{volume}}{\text{giorno}} = 90\,000 \frac{\text{kg}}{\text{giorno}} * \frac{1}{500} \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 180 \frac{\text{m}^3}{\text{giorno}}$$

$$\frac{\text{area}}{\text{anno}} = 180 \frac{\text{m}^3}{\text{giorno}} * 365 \frac{\text{giorno}}{\text{anno}} * \frac{1}{6} \frac{1}{\text{m}} = 10\,950 \frac{\text{m}^2}{\text{anno}}$$

$$\sim 1 \frac{\text{ettaro}}{\text{anno}}$$

L'area reale sarà maggiore: zona tampone, uffici, edifici di servizio, strade di accesso. Variazione del 20-40%. Considerare anche produzione di gas.

RIVESTIMENTI SINTETICI:

Un rivestimento sintetico (flexible membrane lining) è per definizione uno strato continuo sottile di materiale flessibile come la plastica, la gomma o l'asfalto. Di solito sono fogli di varie dimensioni.

Caratteristiche

Le caratteristiche più importanti di un rivestimenti sintetico sono:

- ✓ Flessibilità
- ✓ Appropriato per l'utilizzo
- ✓ Chimicamente compatibile con il materiale che deve contenere
- ✓ Impermeabile
- ✓ Non degradabile
- ✓ Duraturo
- ✓ Da installare senza difficoltà
- ✓ Economicamente ragionevole

Tipi di rivestimento

I rivestimenti sintetici più utilizzati per lo stoccaggio di rifiuti pericolosi sono quelli di plastica e di gomma.

Quelli di plastica includono:

- ✓ PVC, Polivinilcloruro
- ✓ HDPE, Polietilene ad alta densità
- ✓ CPE, Polietilene clorurato

Quelli di gomma:

- ✓ CSPE, Polietilene clorosolfonato
- ✓ EPDM, Monomero del dimero dell'etilene e propilene

Proprietà

Spessore

- ✓ Gravità specifica
- ✓ Forza tessile
- ✓ Elongazione
- ✓ Resistenza allo strappo
- ✓ Resistenza alle basse temperature
- ✓ Stabilità dimensionale

Spessore

Gli spessori a disposizione variano da 0,25 mm fino a più di 2.5 mm. I normali utilizzi sono:

- ✓ PVC 0.5-0.75 mm
- ✓ HDPE 1-2.5 mm
- ✓ CPE 0,75 mm non supportato / 0.9-1.15 mm supportato
- ✓ CSPE 0.75 mm non supportato / 0.9-1.15 mm supportato

Sistema di copertura

Obiettivo:



minimizzare l'entrata di acque superficiali di precipitazione
minimizzare la formazione di percolato.

Ricoperta con un sistema composito a più strati:

- ✧ uno strato di vegetazione tale da impedire l'erosione del terreno. Lo spessore della terra deve essere di almeno 60 cm e l'inclinazione dei pendii non deve superare il 5%;
- ✧ uno strato che consenta il drenaggio delle acque infiltratesi attraverso il primo strato;

→ strato a bassa permeabilità, costituito da una membrana polimerica e da uno spessore di suolo compattato, al fine di impedire l'entrata di liquidi

Base: strato base adagiato sopra i rifiuti. Costituito da argille o da compositi argille-membrana.

Sopra lo strato base: barriera costituita da terreno a bassa permeabilità.

CHIUSURA E GESTIONE POST-OPERATIVA DELLA DISCARICA

Una volta che la capacità di stoccaggio della discarica è stata raggiunta il sito viene chiuso.

È necessario predisporre un piano di monitoraggio durante la chiusura ed il post-mortem della discarica.

Gli elementi chiave da considerare in questa fase sono:

Tipologia di capping e del rivestimento a verde:

il capping deve assicurare l'integrità rispetto a qualsiasi emissione nell'ambiente nel lungo termine e deve supportare la crescita di vegetazione per il futuro riutilizzo del sito.

Sistemi di controllo delle acque piovane e del drenaggio:

raccolta e allontanamento dal corpo di discarica per prevenire infiltrazioni eccessive. In particolare è necessario che tali sistemi consentano di allontanare velocemente le precipitazioni evitando così il loro ristagno. A tal fine devono essere progettate inclinazioni tali da consentire l'allontanamento dal corpo di discarica evitando il fenomeno dell'erosione.

CHIUSURA E GESTIONE POST-OPERATIVA DELLA DISCARICA

Controllo del gas di discarica:

scelta dei punti di monitoraggio e della frequenza dello stesso, operazioni di estrazione e di combustione. Il punto critico sta nella scelta del materiale e della localizzazione delle tubazioni da usare nella copertura finale. infatti il materiale deve essere flessibile per resistere ai movimenti dovuti alla stabilizzazione del terreno e robusto per resistere ai carichi dei veicoli di servizio.

Controllo e trattamento del percolato:

monitoraggio chimico dei parametri e frequenza dello stesso, sistemi di collettamento e smaltimento. Per quest'ultime operazioni vengono utilizzati gli stessi sistemi usati nella gestione operativa.

Monitoraggio ambientale:

selezione dei punti di monitoraggio, frequenza, parametri da misurare.

- Acqua: vengono posizionati dei piezometri da quali effettuare campionamenti adeguati nei suoli sotto l'impermeabilizzazione della discarica e sopra la falda.
- Aria: il monitoraggio comprende il campionamento dei gas prodotti.

Identificazione del potenziale impiego del sito a fine del post mortem

METODI CHE PREVEDONO MISURE FISICHE ED ELETTRICHE

Falda	
Celle conduttimetriche	Per monitorare le variazioni di conducibilità nelle acque di falda. Le celle di conducibilità sono poste vicino o nei pozzi di monitoraggio.
Nella discarica	
Piezometri	Per misurare la profondità del percolato nella discarica.
Sonde per la temperatura	Per misurare la temperatura
Zona Vadosa	
Sonde elettriche	Per determinare la salinità nella zona vadosa. Viene installato un sistema a 4 sonde per misurare la conducibilità del suolo.
Resistenze elettriche	Per misurare le variazioni del contenuto di acqua nella zona vadosa. Sono installati nel suolo elettrodi racchiusi in materiale poroso. Le proprietà elettriche del blocco variano al variare del contenuto di acqua.
Sensori di dissipazione del calore	Per misurare le variazioni del contenuto di acqua nella zona vadosa misurando la velocità di dissipazione del calore dal blocco al suolo circostante.
Sensori di salinità	Per monitorare la salinità del suolo. Sono installati nel suolo elettrodi attaccati a coppe di ceramica porosa.
Tensiometri	Il tensiometro misura la pressione capillare che esiste nel suolo insaturo.
Psicrometri a termocoppia	Per misurare la variazione del contenuto di umidità. Si raffredda una termocoppia per effetto peltier. Il bulbo umido e il punto di rugiada. Il metodo del punto di rugiada è comunemente utilizzato nel monitoraggio di discariche.
Riflettometria	Si basa sulle differenti proprietà dielettriche del suolo e dell'acqua
Analizzatori di onde	Si utilizzano le proprietà di propagazione delle onde sismiche e delle onde acustiche per rilevare perdite

Metodi che prevedono la raccolta di campioni e la successiva analisi in laboratorio

Qualità dell'aria	
Campionatore attivo	Raccolta continua e analisi dei campioni di gas.
Raccolta dell'aria in sacche	Raccolta e analisi di campioni di aria prelevati dal cumulo
Contenitori sotto vuoto	Raccolta e analisi di campioni di aria prelevati dal cumulo
Siringa	Raccolta e analisi di campioni di aria prelevati dal cumulo
Falda	
Pozzi di monitoraggio a una o più profondità	Raccolta di campioni dalla falda. Sono utilizzati pozzi a estrazione multipla per raccogliere campioni a diverse profondità.
Piezometri	Per la raccolta di campioni dalla falda.
Nella discarica	
Piezometri	Per la raccolta di campioni di percolato. I piezometri possono essere installati prima dell'inizio del riempimento della discarica o dopo il completamento della stessa.
Zona Vadosa	
Lisimetro	Per la raccolta di campioni liquidi al di sotto del rivestimento della discarica.
Sonda per il gas a una o più profondità	Per monitorare il biogas e i VOC nel suolo. Il gas può essere analizzato in situ con un GC o analizzato in laboratorio dopo adsorbimento su carbone attivo.
Lisimetri a ventosa	Per ottenere campioni liquidi dalla zona vadosa