



Position Paper ISDE Italia

La gestión sostenible de la basura sólidos urbanos

12 Agosto 2015

Autores:

Agostino Di Ciaula, Patrizia Gentilini, Ferdinando Laghi, Vincenzo Migalettu

Dirección

isde@ats.it

1. Introducción.....	3
2. Aspectos reglamentarios.....	4
3. Articulación de la práctica jerarquía normativa.....	6
3.1 La Prevención.....	6
3.2 Preparación para la reutilización.....	7
3.3. Reciclaje.....	8
3.4 Otros tipos de recuperación, por ejemplo, recuperación energética...	10
4. <i>La situación actual</i>.....	12
5. Las consecuencias de una gestión inadecuada de residuos.....	15
5.1 Las consecuencias para la salud de los vertederos.....	15
5.2. Los efectos en la salud de los incineradores.....	17
5.2 a. Los contaminantes de los productos de incineración.....	17
5.2 b. El daño a la salud.....	18
5.2 c. Las nuevas instalaciones de incineración.....	21
5.3. El problema de la incineración de residuos.....	23
6. <i>Información para la gestión sostenible de los residuos</i>.....	27
7. Conclusiones.....	29
<i>Bibliografía</i>.....	31

1. Introducción

El objetivo final del tratamiento adecuado de residuos es la prevención de la salud, de acuerdo con los principios de "sostenibilidad ambiental" [1], que debe ser la base de todas las decisiones y las actividades humanas.

Esto también se aplica en términos de regulación: "La basura debe ser valorizados o eliminados sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que puedan perjudicar el medio ambiente." Y otra vez: "La gestión de residuos se lleva a cabo de acuerdo con los principios de precaución, prevención, proporcionalidad, la responsabilidad y la cooperación de todos los involucrados ... en el respeto de los principios nacionales y comunitarias de abogados, con especial referencia al principio comunitario "quien contamina, paga" (Decreto Legislativo n. 152/2006. art. 178, párrafo 2 y el párrafo 3).

Los principios generales en los que la gestión de residuos de base (mejor definidos como materiales de usuario correo o post-consumo) son:

- Los recursos no renovables deben utilizarse lo menos posible y sólo si su uso conduce a la creación de un recurso renovable del mismo nivel funcional;
- Los recursos renovables pueden ser utilizadas sólo en la medida que el ecosistema es capaz de renovarlos;

2. Aspectos reglamentarios

La UE, con la Directiva marco 2008/98 / CE, ha esbozado una jerarquía clara para la gestión adecuada de los residuos. La presente Directiva se llevó a cabo en Italia con el Decreto Legislativo 205/2010 en el que, en particular, el artículo 4 (enmiendas al artículo 179 del Decreto Legislativo 3 de abril de 2006, 152), apartado 1, establece las prioridades que deben ser manejados cualquiera de los componentes de los productos básicos de los residuos, incluida la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU):

La gestión de residuos se lleva a cabo de acuerdo con la siguiente jerarquía:

1. Prevención;
2. Preparación para su reutilización;
3. reciclado;
4. otro tipo de valorización, por ejemplo, recuperación energética;
5. eliminación

Mientras que el art. (10. Modificaciones del artículo 183 del Decreto Legislativo 3 abril de 2006, n 152) define los términos mencionados anteriormente:

a) prevención (letra m): serie de medidas tomadas antes de una sustancia, material o producto se convierte en desecho para reducir:

- 1) la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o la extensión de su ciclo de vida;
- 2) los efectos adversos de los residuos en el medio ambiente y la salud humana; 3) el contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.

b) preparar para su reutilización (letra q): las operaciones de control, limpieza, desmontaje y por la que se preparan de modo que puedan ser reutilizados sin ningún otro tratamiento previo productos o componentes de los productos que se han convertido los residuos;

Reciclar (letra R): cualquier operación mediante la cual productos o componentes que no sean residuos se utilizan de nuevo con el mismo fin para el que fueron concebidos.

c) reciclar (letra u) "significa cualquier operación de recuperación mediante la cual se

procesa residuos en productos, materiales o sustancias, tanto si su fin inicial o para otros fines. Incluye el tratamiento de material orgánico, pero no la recuperación de energía, ni la transformación en materiales para ser utilizados como combustibles o para operaciones de relleno ".

El reciclaje es la primera prioridad, y la recuperación de la forma.

En términos generales, la recuperación está bien definido (siempre nell'Art.10, la letra t): "cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil, a sustitución de otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la planta o en la economía en general. Anexo C de la Parte IV de este decreto establece una lista no exhaustiva de las operaciones de recuperación ".

Entre las diferentes formas de recuperación mediante el reciclaje debe aparecer: d) la recuperación de otro tipo, por ejemplo, la recuperación de la energía

El concepto es bien resaltado en el párrafo 6 del art. 4, donde leemos que

"El respeto de la jerarquía de las medidas de tratamiento de residuos destinados a la valorización de los residuos a través de la preparación para la reutilización, el reciclado o cualquier otra cuestión operación de recuperación tiene prioridad sobre la utilización de los residuos como fuente de energía."

En el apartado 4 del mismo artículo 4 también, la ley prevé específicamente la necesidad de preferir las opciones de gestión de residuos jerárquicas con un impacto ambiental y sanitario inferior: "Con uno o más decretos del Ministro de Medio Ambiente y Protección de los Recursos Naturales y el mar, en consulta con el Ministro de salud, se puede identificar con referencia a corrientes individuales específicas de residuos, las opciones que garantizan, de conformidad con lo dispuesto en los apartados 1 a 3, el mejor resultado en términos de protección de la la salud humana y el medio ambiente ".

3. Articulación de la práctica jerarquía normativa

3.1 La Prevención

Y 'acción prioritaria en la jerarquía de residuos. La prevención incluye todas las prácticas que reducen la producción de "residuos" de la reducción o abolición de envasado de la mercancía hasta la interceptación de materiales post-consumo antes de que se transformen en residuos según la normativa vigente. Recordemos que definimos "residuo": cualquier sustancia u objeto en las categorías que figuran en el Anexo A (Parte IV del Decreto Legislativo. 152/06) y que su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse . Es claro que esta definición identifica sólo parcialmente el material o el producto, pero hace hincapié en el concepto de "descarte", entonces la actitud de rechazo o en algunos casos la falta de responsabilidad de un sujeto frente a un bien o de un bien o parcialmente consumidos utilizado.

Los ejemplos de prácticas de prevención virtuosos están vendiendo productos de barril, la reintroducción de retornables (ampliamente utilizado en otros países) y, en cuanto a la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU), el compostaje doméstico (o auto compostaje), que, junto con la construcción de compostaje, se inscribe plenamente en las políticas de prevención. El incentivo para el compostaje a pequeña escala

(Inicio / condominio / barrio) debe considerarse una prioridad con el fin de reducir la cantidad total de residuos orgánicos para ser tratado en grandes plantas (Directiva marco 2008/98 / CE, implementadas por el Decreto Legislativo 205/2010).

En cuanto a la reducción del contenido de sustancias nocivas en materiales y productos, esto puede tener lugar con la buena organización de la recogida selectiva en casa ("puerta a puerta"), adecuadamente integrado con islas ecológicas difusión y bien organizado. En particular, se debe evitar la mezcla de una parte orgánica y la parte seca de los residuos. De hecho, es en esta etapa que puede tomar la contaminación de la porción mojada que se convertiría en esto ya no utilizable para el compostaje manera.

Esta fracción puede someterse a un proceso de regeneración de transformación y en las plantas de separación o tratamiento mecánico biológico (TMB). El TMB puede tener lugar "en corrientes separadas", en la que el pre-tratamiento mecánico de los residuos

entrantes al sistema permite obtener dos fracciones: una "húmedo" (tamaño inferior), para ser utilizado en el tratamiento biológico y un (material de cribado "seco"), para ser utilizado para la combustión para la producción y / o el depósito en vertederos de energía. Alternativamente, puede ser "flujo único", el proceso en el que el pre-tratamiento mecánico se limita a la molienda y / o tamizado se inicia de los residuos y todo el flujo de los residuos tratados por el tratamiento biológico.

La medida inferior en el primer caso, y todo el flujo en el segundo, deben ser lanzados a la estabilización, que es el proceso capaz de asegurar el rendimiento óptimo de la actividad microbiana en el material orgánico, hasta alcanzar la estabilidad biológica.

La estabilización biológica proporciona, de hecho, el despliegue de un proceso microbiano aeróbico y anaeróbico preliminar que hace que la fracción orgánica estabilizada (SOF) ya no utilizable de manera eficiente (habiendo perdido en gran medida la capacidad de generar metano) y seguro (porque contiene relevante cantidades de sustancias tóxicas) para la producción de biogás / biometano en las plantas de digestión anaerobia (tO).

El FOS es un residuo especial (sentencia 5566/2012 del Consejo de Estado) que se puede utilizar en la limpieza de derrames o sellado de canteras (recuperación R3) o en vertederos (eliminación D8 D9).

3.2. Preparación para la reutilización

Es, por ejemplo, muebles, ropa, equipos eléctricos, electrónicos y electrodomésticos del hogar, que una vez albergó puede ser colocado en un mercado de segunda mano dedicado. La reutilización de los activos y la preparación para la reutilización de los residuos son los temas centrales de las políticas de la UE en materia de residuos (Directiva 2008/98 / CE) y de la estrategia europea para la gestión eficiente de los recursos naturales. Incluso un proyecto está funcionando en Italia, financiado por la Comisión Europea a través del Medio Ambiente Life Plus programa de 2011, que tiene como objetivo demostrar la eficiencia de la cadena de suministro en dos centros de reutilización realizadas en Vicenza y en San Benedetto del Tronto. En estos centros los artículos reutilizables, presentes en la corriente de residuos sólidos urbanos y que, en ausencia de una cadena organizada, están actualmente destinados en su mayoría a la eliminación, en cambio se envió para su reutilización.

([Http://www.progettoprisca.eu/it/](http://www.progettoprisca.eu/it/)).

3.3 Reciclaje

Como se discutió anteriormente, la recuperación de la materia es antes de la recuperación de energía a través de la combustión. El análisis de la vida de los distintos materiales, LCA (Life Cycle Análisis de Ciclo), el consumo de energía en el reciclaje de plásticos, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, y la capacidad de crear nuevas oportunidades de empleo (numerosas nuevos empleos), muestran que esta práctica es, sin duda, la más ventajosa.

Algunos ejemplos pueden ayudar a aclarar el concepto:

- El reciclaje de 1.000 kg de vidrio ahorra 80 kg de equivalente de petróleo y 1.200 kg de materias primas (<http://www.feve.org/> - última Accessed July 16 2015).
- Para obtener 1 kg de aluminio a partir de materiales reciclados son suficientes 0,8 kWh de energía eléctrica, mientras que para producir 1 kg de aluminio primario es de 4 kg de bauxita y alrededor de 14-17 kWh de energía eléctrica (<http://www.cial.com/normas-y-ideas/> - última Accessed July 16 2015). No hay que olvidar que la cadena de suministro de aluminio consiste en la producción masiva de residuos de corte llamado "lodo rojo". El uso de bauxita para la producción de alúmina, de la que para extraer la siguiente aluminio primario, tiene un "factor residual" alrededor de 0,78 (residuos / alúmina), evaluado en el seco, lo que en términos de lodo espesado, húmeda, se convierten en la cuenca ~ 1,3 t / t, para una volumen de compromiso de la pelvis de ~ 0,8 m³ / t-alúmina (<https://www.google.it/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF8#q=lavorazione+delle+bauxite++fanghi+rossi+9>). También hay que recordar que el lodo rojo se debe considerar materiales con altas concentraciones de radionucleidos, la llamada "TENORM" (Tecnológicamente Mejorado, de origen natural materiales radiactivos, de conformidad con la Directiva 2013/59 / Euratom del Consejo, de 5 de diciembre de 2013), y luego ser sometido a controles radiométricas y las medidas de seguridad antes de vertido.
- Los plásticos termoestables son fácilmente reciclables: LDPE (polietileno de baja densidad), HDPE (polietileno de alta densidad), PET (tereftalato de polietileno), PVC (cloruro de polivinilo), PP (polipropileno), PE (polietileno), PC (policarbonato), PS (poliestireno); entre éstos se ha consolidado reciclaje de PET procesado en granulado

y se inició la nueva producción de recipientes para líquidos u otros artefactos. Actualmente, además, las nuevas tecnologías que permiten la división de plástico diferenciados en tres categorías principales: ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno), poliestireno y polipropileno. Estos materiales, de acuerdo con color, se extruyen y se redujeron a un granulado de plástico que tiene las mismas propiedades del plástico virgen.

La recuperación de materiales plásticos se puede extender a otros productos o artículos con componentes de plástico (por ejemplo, coches y motocicletas en general, equipos de negocios., Diversos equipos, aparatos eléctricos y equipos deportivos). cadenas de suministro industrial que ya existen a partir de PET pueden producir tejidos (lana), envases para detergentes y fibras para relleno; de PVC, tuberías, accesorios de conductos para la industria de la construcción, perfiles rígidos, etc; por el PE, gorras, bolsas de basura, contenedores, etc; Plásticos a partir heterogéneo, mesas de plástico, bancos, señales de tráfico, mobiliario urbano [4-10].

Particularmente interesante, con el fin de conseguir una reducción adicional del residuo seco resultante de material desechado por los consorcios de recuperación o por TMB, son la posibilidad de recuperación de los residuos mixtos de poliolefina. Estos pueden ser procesados, después de la trituración, lavado, flotación: para la eliminación de los materiales eran extraños y centrifugación, copos y gránulos utilizados para diversas producciones de: moldeo por extrusión. Los productos que se obtienen por el uso de copos y gránulos se pueden emplear en particular en el sector de la construcción (cangrejos, espaciadores, canales, vainas bituminosas, etc.) y para la producción de macetas y diversos artículos para el mobiliario urbano.

La siguiente tabla resume el porcentaje global de ahorro de energía obtenidos por la explotación de las materias primas secundarias de reciclaje en lugar de materias primas vírgenes.

El Ahorro energético de la materia prima segunda.

IL RISPARMIO ENERGETICO DELLA MATERIA PRIMA SECONDA	
MATERIALE	RISPARMIO ENERGETICO -Ahorro
Vetro -cristal	70 %

Plastica (PET)	86 %
Carta -papel	68 %
Alluminio	95 %
Acciaio -Acero	51%

(Reworked por:.. El reciclado ecoeficiente 2012 - La industria del reciclaje italiana entre la globalización y los desafíos de la crisis de Duccio Bianchi, Ed 2012. Medio Ambiente)

3.4. Otros tipos de recuperación, por ejemplo, recuperación energética.

La recuperación de energía térmica o energía eléctrica a partir de la incineración de residuos es incomparablemente menor que la que se obtiene con el reciclaje del material bien diferenciado post consumo.

Según Enea, la producción anual de 53 plantas de energía nacionales, refiriéndose a 2010, por valor de casi 4.000 GWh / año, tras el procesamiento de 7,123,316 toneladas / año de residuos (21.693 toneladas / día), con una capacidad térmica de 2,925 MW y una potencia eléctrica instalada de 783 MW [11]. Tomando la relación entre la energía térmica y eléctrica, emerge la pobre eficiencia de la energía de la incineración, con un rendimiento 26%.

Si comparamos la producción de GWh / año (constante confirmando también para 2013), estas cantidades juegan un papel marginal en la producción de energía a toda 1,4% 's anual, tanto fósiles como renovables, que asciende a 289,803.2 GWh (Terna datos se refieren a 2013).

Los mejores resultados se obtienen no a través de la producción de energía eléctrica para la combustión bio-metano obtenida a través de bio-digestión (AD) del residuo biológico.

De hecho, a partir de la combustión de biogás / biometano obtenido a partir de bio-digestión de una tonelada de RSU, podemos obtener 380 kWh. Si nos vamos a llevar a la digestión anaerobia los 11 millones de toneladas / año de RSU, obtendríamos 4,18 millones de kWh, lo que equivale a 4180 GWh / año (Observatorio de biometano 2013).

Siempre teniendo en cuenta la producción total en GWh de biogás / biometano, podríamos obtener un tonelaje adicional, marginal del 1,4%, de la producción total anual de energía, como resultado de tanto fósiles como renovables.

Todo esto, sin embargo, renunciar al compostaje que incluso de acuerdo con la legislación siguiendo el principio de conservación de la materia, es la práctica de ser

favorecida (ver ISDE, Posición

Papel en el tratamiento de residuos orgánicos, <http://www.isde.it/wp-content/uploads/2014/02/201502-Position-Paper-FORSU-finale.pdf>).

Está claro que, en el contexto de una economía de escala, en el contexto general de la producción total de diversas fuentes, la energía eléctrica resultante de la incineración de residuos o la posible combustión de biometano, es una unidad en la periferia. También hay que tener en cuenta que, debido a la creciente gradualmente parte de recogida selectiva, hay una dificultad creciente en la búsqueda de residuos sin clasificar seco. A fin de cuentas, por lo tanto, estas producciones de energía no sería sostenible ni económica, si no se sintieron alentados por contribuciones estatales que gravan los ciudadanos.

A pesar de los datos anteriores y otras consideraciones, sobre todo en la salud del medio ambiente y el orden que sigue, hay que subrayar que, en cambio, la reciente legislación aprobada por el Parlamento ir lejos en la dirección del incentivo práctica de la incineración de RSU. En particular, el artículo 35 de la ley 11 de 2014 de noviembre de 164, que convertido, con modificaciones, el Decreto-Regla 12 septiembre de 2014, n. 133 (el llamado Decreto "Unlock-Italia") los define la infraestructura de las instalaciones de incineración y las instalaciones estratégicas 'de importancia nacional "y que acelera los tiempos de implementación.

La ley en cuestión también autorizará la saturación de la carga térmica, lo que resulta en la reducción de las restricciones de área, la liberalización de este modo, de hecho, la circulación de los residuos municipales en todo el territorio nacional. Y, de nuevo, que facilita la re-clasificación de los incineradores para la eliminación de residuos sólidos urbanos.

(D10) en las plantas de recuperación de energía (R1), en contraste con la legislación europea, en particular, el artículo 15.3 del Anexo II de la Directiva 2008 Residuos.

Por último, es importante destacar que, de acuerdo con las estimaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), el reciclaje de residuos es uno de los sectores más importantes para su potencial de crecimiento del empleo y que, en cuanto a la creación de nuevos puestos de trabajo, sin duda es más beneficiosa que cualquiera de los vertederos, la incineración de eso. Se ha estimado que la industria del reciclaje crea un número diez veces más empleos que la incineración y disposición sectores [12].

4. La situación actual

Según el último informe de ISPRA (Informe de Residuos Urbanos 2014 [13]), a pesar de una reducción del 4,4% de la cantidad de residuos generados en el año 2012 respecto al año anterior 2011-, Italia sigue siendo, en Europa, entre los diez países que están por encima de la media regional, con 505 kg / habitante / año de residuos producidos en el año 2012.

La producción total de residuos municipales por región (año 2013) es mucho mayor que en el norte (13,595,249 toneladas) que el centro (6,628,319 toneladas) y sur (9,371,097 toneladas). La producción per cápita (2009-2013 período) es igual a 489, 549 y 448 kg / habitante * año, respectivamente, en el norte, centro y sur.

Sin embargo, hay excepciones notables, especie común en el noreste, en el que la producción de residuos per cápita anual es inferior a 350 kg y la producción de residuos no reciclables es menos de 75Kg.

A nivel continental, en promedio el 34% de los residuos municipales se arroja en los basureros. Este modo es con diferencia la más frecuente en Italia, donde el relleno sanitario es el destino final, en promedio, el 41% de los residuos municipales tratadas, con un reciclaje de - en promedio - de 42,3%. Este porcentaje es muy inferior a los objetivos de la legislación vigente (Decreto Legislativo. N. 152/2006 y la Ley 27 de diciembre de de 2006 n. 296), lo que requiere para alcanzar al menos el 65% de reciclaje del 31 de diciembre 2012.

Entre 2009 y 2013 se ha producido en nuestro país una reducción de los residuos a los vertederos (-29,7%), a la que, sin embargo, va acompañada de un aumento de sólo el 8,7% de la recaudación y un aumento en la cantidad de residuos enviados a mucho más evidente la incineración (+ 17%). En este sentido, debe recordarse que el relleno es también el destino final preferida de la mayoría de las cenizas producidas por la combustión de los residuos, a menos que no se obtienen por el uso de combustibles sólidos secundarios (CSS) utilizados en las fábricas de cemento y, por lo tanto, no encajar en los procesos de producción de clinker / cemento.

En ambos casos, el destino final de las cenizas procedentes de la incineración de los residuos tiene potenciales consecuencias ambientales y de salud [14].

En el año 2013, 14,6% de recuperación de materiales es un resultado que consiste de la fracción orgánica de la recogida selectiva de residuos (verde húmedo +) y 24% a partir de las fracciones de producto restantes. El 18,2% de los residuos municipales se incinera, y

este porcentaje debe sumar el 1,9% de los residuos secos enviados a otras plantas seleccionadas (principalmente de cemento) para ser utilizado como combustible.

La tendencia actual de privilegio de las instalaciones de TMB dirigidas a la estabilización de la fracción orgánica con producción de FOS y residuos secos podría dar lugar a una desconexión de la separación adecuada de los residuos, aguas arriba de las plantas de tratamiento. De hecho, en este momento, uno de los principales propósitos de estos sistemas es el tratamiento de la fracción seca residual para la producción de combustible a partir de residuos, promoviendo así la práctica de la incineración en diversos tipos de plantas (incineradores con o sin producción de energía, fábricas de cemento, plantas de energía energía térmica).

A nivel europeo, el reciente análisis en el "Libro Verde sobre los residuos plásticos" describe un fuerte efecto atrayente ("efecto de vacío más limpia") la incineración con recuperación de energía, con el fin de convertirlo en uno de los obstáculos más importantes para lograr una recuperación adecuada cuestión que, como se ilustra, tiene ventajas considerables sobre en lugar de incineración [15]. Por lo tanto, es una prioridad la necesidad de adoptar prácticas alternativas (ya disponible) con el objetivo de favorecer la valorización de materiales sobre la recuperación de energía a través de los procesos de combustión. La presencia de ahora soluciones tecnológicamente maduros permite, a través de tratamientos de extrusión en frío, para restaurar y mejorar la fracción seca en forma de granulado inerte para iniciar la producción de diversos tipos de artefactos. Por tanto, las plantas de MBT existentes podrían ser convertidos fácilmente, simplemente mediante el establecimiento de la parte final del ciclo de producción (el destino de la fracción seca residual), a partir de plantas para la producción de combustible en instalaciones para la recuperación / reutilización de asunto.

Por otra parte, también hay soluciones tecnológicas que permiten la recuperación de las materias contenidas en las fracciones de producto más problemáticas para gestionar (y ampliamente representadas), tales como pañales y compresas para la incontinencia. Sólo en Italia se realizó la primera planta en el mundo para el reciclaje de pañales y toallas sanitarias por una multinacional propietaria de las marcas notoriamente conocidas, en colaboración con el gestor de residuos municipales Treviso (Contarina Spa), en colaboración con el Ayuntamiento Ponte en Alpes, el instituto de investigación Ambiente Italia, y con la cofinanciación de la Unión Europea en el marco del proyecto de Recall.

El sistema permite reciclar los pañales, compresas para la incontinencia y otros productos absorbentes para la persona, la obtención de plástico de alta calidad y celulosa ("materias primas secundarias"), para ser reutilizados en nuevos procesos de producción. En la práctica de una tonelada de residuos se puede conseguir 350 kg de pulpa y 150 kg de plástico. El 500 Kg restante, constan de residuos no reciclables, sin embargo, representan sólo el 50% de la materia destinada totalmente lo contrario a la eliminación (<http://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/significati-e-opportunita-del-primo-impianto-al-mondo-per-il-riciclo-dei-pannoliniin-italia/> última consulta: 06.05.2015).

En casos similares, la investigación dirigida a rediseño industrial de objetos hundidos, no reciclables, no reutilizable y no compostable es esencial para reducir aún más la fracción residual destinados a la eliminación. Particularmente en el caso de los pañales, éste se ha obtenido parcialmente con la producción y comercialización de los pañales de tela, que han demostrado ser una alternativa válida también en términos de ahorro de costes para las familias.

La falta de instalaciones de compostaje es una de las principales razones de la no recuperación, en promedio, alrededor de la mitad de los RSU (fracción orgánica de los residuos municipales), que representan el 34,4% de la producción total de residuos. El estudio "Proyección de rendimiento de la gestión de residuos de los Estados miembros de la UE" (http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Screening_report.pdf), publicada el 2 de julio 2012 Como parte de un proyecto de la Comisión Unión Europea que tiene como objetivo proporcionar apoyo a los Estados miembros para una mejor gestión de los residuos, se realiza una comparación de la gestión de residuos en los 27 países de la UE, con especial referencia a los residuos municipales.

De acuerdo con la clasificación final por este estudio, Italia tiene un mal funcionamiento, la clasificación en el grupo de 12 países (Bulgaria, Chipre, República Checa, Estonia, Grecia, Italia, Lituania, Letonia, Malta, Polonia, Rumania y Eslovaquia) con puntuación por debajo de la media.

En la confirmación de los resultados insatisfactorios alcanzados por nuestro país, también hay multas impuestas por la UE a Italia (que ahora ascienden a varios cientos de millones de euros), en particular para el mal manejo de los residuos en Campania.

5. **Las consecuencias de la gestión inadecuada de residuos**

Mientras que las primeras acciones de gestión adecuada de los residuos (prevención, preparación para la reutilización, el reciclado), además de la recuperación de los materiales (la más alta forma de recuperación de energía), no se acompañan de efectos negativos para el medio ambiente o a riesgos para la salud humana, tanto el depósito en vertederos, la incineración que no son sin consecuencias graves y ahora científicamente documentado con pruebas suficientes en ambos casos.

5.1 **Las consecuencias para la salud de los vertederos**

Como se explicó anteriormente, el vertido de residuos es, en este momento, el método más común de eliminación en nuestro país. Los rellenos sanitarios, incluso si se controla, puede causar la contaminación del suelo [16, 17] (en particular por metales pesados [17-20]) y acuíferos [17, 21-23], la contaminación del aire [24-28], además a la contaminación de la cadena alimenticia [29, 30].

Teniendo en cuenta sólo los vertederos de RSU aparentemente bien gestionadas, un estudio observacional realizado en Italia por un período de nueve años, y en un área que incluye ocho municipios (más de 11.000 residentes) adyacentes a un vertedero, mostró un exceso de mortalidad por enfermedades no neoplásico (cardiovascular, respiratorio, digestivo y el sistema nervioso) [31].

Otro estudio llevado a cabo entre 1995 y 2000 a través de una amplia zona de la Toscana (seis rellenos sanitarios ubicados en cinco provincias diferentes) ha detectado un exceso de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, tumores malignos del sistema ematolinfopoiético, el hígado y la vesícula [32].

También se informó de un aumento del riesgo de malformaciones congénitas en las poblaciones que viven cerca de vertederos [33]. Una revisión de la literatura se ha informado de un aumento en el riesgo del 2% para la aparición de anomalías congénitas, y el 6% de bajo peso al nacer en la población que reside dentro de dos kilómetros de distancia de los residuos. Se encontró que el aumento del riesgo a ser mayor en el caso de los vertederos de desechos tóxicos [34].

Los excesos de anomalías congénitas (defectos del tubo neural en particular y el sistema circulatorio, gastroquisis y el paladar hendido) en nacidos de madres que viven cerca de vertederos de residuos tóxicos peligrosos también se observó en otros estudios [35-37]. También se sugirió que la tasa de defectos de nacimiento disminuye al aumentar la

distancia desde el vertedero [38].

Algunos estudios han demostrado que puede haber un mayor riesgo de cáncer de hígado y tracto biliar, riñón, páncreas, vejiga, estómago, pulmón, próstata, y el aumento de linfoma no Hodgkin a menudo en los que viven en las proximidades de estas zonas [32, 39-41].

Incluso en el caso en el que el lixiviado contiene bajas concentraciones de contaminantes químicos con capacidad de carcinógenos conocidos, la presencia combinada de varias sustancias puede generar alta toxicidad y causar efectos sinérgicos o aditivos en términos de cito-toxicidad y genotoxicidad [42].

Los estudios in vitro han demostrado también que el lixiviado es capaz de inducir daño en el ADN, toxicidad en el hígado y el estrés oxidativo [43, 44], representa un grave riesgo para la salud humana y el medio ambiente [45].

Además de la contaminación por productos químicos tóxicos, son posibles riesgos de contaminación microbiológica por difusión de bacterias potencialmente patógenas, la presencia de los cuales se ha demostrado tanto en muestras de aire de interior y al aire libre [46, 47] que en el suelo [47], una alta frecuencia bacterias gram-negativas [46].

La contaminación del aire, en particular, es probable que aumente el riesgo para la salud y alterar la calidad de vida de los residentes en las zonas vecinas [28, 48], debido principalmente a las emisiones no canalizadas de sulfuro de hidrógeno [28, 49], el metano [50, 51], CO₂ y más de 200 compuestos orgánicos distintos del metano [52], cloruro de vinilo [48, 53], benceno [48], los metales pesados [54], partículas [55-57].

El biogás producido a partir de vertedero también tiene un polvillo radiactivo negativo adicional debido al efecto de la alteración climática natural. Las emisiones de metano de los vertederos de residuos municipales y cantidades de aguas residuales a aproximadamente el 90% de todas las emisiones de los distintos sistemas de tratamiento de residuos. Sin embargo, mientras que representa alrededor del 18% de las emisiones antropogénicas de metano, las emisiones de gases de efecto invernadero en términos globales, atribuibles a los residuos, contribuir sólo una pequeña parte del total de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (aproximadamente 3%) [58].

Un estudio sobre la exposición al plomo ha detectado que la concentración de este metal tóxico en el polvo doméstico de casas situadas en las inmediaciones de un vertedero en desuso, superó los niveles de abogados en el 17% de los casos y que los valores correspondientes de plomo se encontraron en la sangre de niños menores de 6 años

residentes en la zona examinados [54].

Estudios in vitro han demostrado un inmuno-toxicidad y una capacidad para inducir procesos inflamatorios más pronunciados para las partículas procedentes de sitios de alojamiento de los vertederos, en comparación con el campeonato en las zonas urbanas y rurales [55].

5.2 Los efectos en la salud de los incineradores

premisa

Desde el punto de vista de la salud, la incineración es sin duda la peor manera de manejar los residuos, ya que sólo se reduce el volumen., Además, esta metodología por un solo tipo de residuos que genera tres (gaseoso, líquido, sólido) , cada una de las cuales contiene tóxicos, mutágenos y carcinógenos. A su vez, las fracciones líquidas y sólidas, deben eliminarse, mientras que el aeriforme está dispuesto directamente en la atmósfera, que se transforma así en una especie de vertedero de residuos peligrosos. Si la incineración era inofensivo para la salud, no es ciertamente por muchos otros puntos de vista: ecológico, la energía, los recursos disponibles, como destructor de los recursos utilizables de otro modo, absorbedor de energía, dañino para los seres humanos y animales.

Incineradores, a continuación, una vez construidas, lo que impide el inicio de una gestión adecuada de los residuos, a partir de la reducción de ellos, porque, como escribió un importante epidemiólogo estadounidense, David Kriebel [59]: "Una vez que estos sistemas caros fueron construidos, los operadores necesitan una fuente continua de residuos que alimentar ".

Incineradores, para los que la normativa italiana caen dentro de la clase malsana Las industrias, independientemente de la tecnología utilizada y los reglamentos de reclasificación recientes, dan lugar a varios miles de contaminantes, produciendo alrededor de tres toneladas de diversos tipos de cenizas tóxicas (previsto en la mayor parte de los casos en los vertederos de residuos especiales o unos posteriores procesos de mecanizado en las fábricas de cemento) por cada tonelada de residuos quemados.

5.2.a. Los contaminantes de los productos de incineración.

La incineración de residuos produce gases contaminantes (principalmente CO, CO₂, cloruro de hidrógeno, óxidos de azufre y nitrógeno), las partículas de diferentes

fracciones de tamaño (PM10, PM2,5, PM1, PM 0,1) y micro-contaminantes (principalmente PCBs, dioxinas, furanos, metales pesados, HAP, benceno), muchos de los cuales son persistentes, bioacumulativos y cancerígenos.

El agua residual contiene cantidades de diversos metales y otras sustancias que se acumula en las diversas etapas del proceso de la combustión y eliminación de humos. Cuanto mayor sea el grado de purificación de las emisiones gaseosas, mayor es la concentración de sustancias nocivas en las aguas residuales y / o residuos sólidos del sistema de reducción, que a su vez debe ser tratada adecuadamente para hacer que, en la medida de lo posible, inofensivo antes colocarlos en los cuerpos de los vasos.

Por supuesto, el tratamiento de aguas residuales dará lugar a residuos (lodos) para disponerse a su vez.

Los residuos sólidos se representa por cenizas y escorias, que asciende a alrededor de un tercio en peso de los residuos quemados. Contienen principalmente metales y dioxinas, ya su vez tienen que ser eliminados como residuos tóxicos en los vertederos específicos. Los "leer" cenizas de los sistemas de tratamiento de aguas negras residuales de los gases son altamente tóxicos y no hay que olvidar que se añade una pequeña cantidad de tales cenizas (entre 3 y 5%) a la parte volátil, ya que no es retenido por los sistemas de filtrado. Los impactos ambientales asociados con las cenizas pesadas y ligeras son bien conocidos [60].

5.2b.El daño a la salud

Casi todos los contaminantes (principalmente fino y ultrafino de partículas de materia, dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, óxidos de nitrógeno y azufre, hidrocarburos, metales pesados), tienen efectos tóxicos, mutagénicos, carcinogénicos y causar neoplásicas y no neoplásicas en contra numerosos órganos.

Muchas de estas sustancias (especialmente dioxinas, furanos, PCB, metales pesados), que también actúan como disruptores endocrinos, son persistentes y bioacumulables, tienen una solubilidad en agua muy baja y muy baja capacidad de descomposición química y biológica y entrar en la cadena alimentaria. Por todas estas características tienden a moverse desde el entorno al tejido graso y se acumulan en los organismos vivos, pasar la barrera placentaria y también se transmiten a través de la leche materna [61].

Acerca de las emisiones de material particulado, hay que señalar cómo las emisiones de

los incineradores están compuestos principalmente de partículas ultrafinas. Como parte del estudio Monitor (efectos de los incineradores de Emilia Romagna [66]), las investigaciones llevadas a cabo sobre las emisiones de los incineradores de Bolonia han demostrado la presencia de "pico de emisión", que "parece estar relacionado con las emisiones de partículas de tamaño, con un diámetro aerodinámico de menos de 100 nm - 0,1 micras -ie (PM 0.1).

Esto es de particular importancia epidemiológica, ya que numerosas publicaciones han demostrado ampliamente que este tipo de partículas es la más perjudicial para la salud humana, ya que es capaz de cambiar rápidamente de los pulmones en la circulación sistémica. Y a la nocividad directa, añade un potencial de daño a la sinergia de la salud, para la función de transporte ("vehículo") de otras sustancias, como igualmente perjudiciales, por ejemplo, la pesanti- que los metales particulados pueden jugar. E 'también se demostró que las partículas de menos de 100 nm - 0.1 micras (PM0.1) causan efectos en la salud humana, independientemente de las concentraciones atmosféricas de PM10 [62]. A pesar de esta evidencia, la concentración de partículas ultrafinas no está regulada por ninguna legislación, si bien representan un grave riesgo para la salud humana [63-67]

Una extensa revisión de la literatura científica sobre la relación entre las emisiones de los incineradores y aparición de enfermedades neoplásicas [68] está disponible en la monografía "Proyecto Ambiental

El cáncer ", publicado por la Asociación Italiana de Oncología Médica en 2011, lo que debería ser consultado [61].

Además de los tumores malignos (sobre todo linfomas no Hodgkin, sarcomas, cáncer de pulmón, cáncer en los niños [68], sino también un mayor riesgo de tumores malignos del cáncer de mama estómago, colon, hígado y en las mujeres [69]), la emisiones de los incineradores que cumplen con los límites de emisión se han relacionado con una serie de condiciones de enfermedades no neoplásicas, como la enfermedad respiratoria y cardiovascular [70].

Un reciente estudio retrospectivo, realizado en Inglaterra, ha demostrado una relación entre una mayor frecuencia de enfermedades respiratorias en los machos y las emisiones de partículas de los incineradores [71].

Un estudio de los adolescentes que viven en las proximidades de dos incineradores mostraron mayores concentraciones séricas de plomo, cadmio, PCB y compuestos

similares a las dioxinas, los cuales estaban asociados con la maduración sexual y el retraso glomerular y la disfunción tubular, que es proporcional a la concentración sérica de plomo [72].

Un estudio realizado en Japón en un grupo grande de niños que asisten a escuelas ubicadas a distancias diferentes de plantas de incineración de residuos, mostró una mayor frecuencia de mareos, dolor de cabeza, dolor epigástrico y la fatiga en los que frecuentaban las escuelas más cercanas a los incineradores [73].

Un estudio francés ha demostrado una mayor frecuencia de malformaciones del tracto urinario en los recién nacidos de mujeres embarazadas expuestas a las emisiones de dioxinas de las incineradoras [74, 75].

Recientemente, el estudio mostró moniter, entre los residentes en las inmediaciones de las incineradoras, una mayor tasa de nacimientos prematuros (Figura consistentes con estudios previos in vitro sobre la exposición a las dioxinas [76]) y abortos espontáneos [77].

Incluso un estudio reciente llevado a cabo en el incinerador de Vercelli tratar los RSU y RSO (Especial de residuos hospitalarios) [78] ha documentado aumentos de riesgo para la mortalidad total, con exclusión de las causas accidentales, en la población expuesta. (+ 20%) también para todos tumores malignos muestran el riesgo más alto entre los expuestos en comparación con los no expuestos (+ 60%), en particular para el cáncer de colon y el recto (+ 400%) y de pulmón (+ 180%). Otras causas de mortalidad en exceso encuentran relacionados con la depresión (+ 80%), hipertensión (+ 190%), cardiopatía isquémica (+ 90%) y el bronquio pulmonar obstructiva crónica en los hombres (+ 50%). Un análisis de los ingresos hospitalarios se confirman muchos de los riesgos revelados por los datos de mortalidad: el aumento de las hospitalizaciones por cáncer del colon y el recto (+ 35%), depresión (+ 10%), presión arterial alta (+ 20%). Incluso para los riesgos pulmonares obstructivas crónicas crecen de manera similar (+ 12%). Algunos resultados se incrementan significativamente sólo en el análisis de la morbilidad: más alto riesgo de hospitalización por diabetes (+ 10%), para las enfermedades degenerativas del sistema nervioso central (con 10-20% de aumento en el riesgo). También se encontró un mayor riesgo para la enfermedad hepática crónica y cirrosis (+ 30%).

5.2c. Las nuevas instalaciones de incineración

La nueva generación de plantas de incineración, incluso si presentan las menores emisiones de contaminantes que los incineradores mayores (en términos de concentración / m³ de gas de combustión), sin embargo, son de mayor tamaño y esto conduce a un aumento de la cantidad absoluta de la emisión de humos de contaminantes y , por lo que parece difícil sostener que a ellos se asocia a una reducción del riesgo del medio ambiente y la salud.

Por ejemplo, el incinerador de Brescia en 1992 tenía una capacidad de 266.000 toneladas / año. A partir de 2004, hizo que las nuevas líneas de combustión, la capacidad ha aumentado a 700.000 toneladas / año y, en paralelo, también la cantidad de humo que se desprende, desde el año 2004, se incrementará proporcionalmente.

Este es un factor extremadamente importante, especialmente en el caso de los contaminantes persistentes, no biodegradables y bioacumulativas (por ejemplo. Las dioxinas, furanos, PCB, metales pesados) para los que, gran parte de las concentraciones de las emisiones normalizadas por m³ de gas de combustión, que cuenta la cantidad total de emisiones contaminantes por unidad de tiempo y tienden a acumularse, persistir en el medio y largo plazo.

En el caso de las dioxinas, la última generación de incineradores declarar casi siempre para cumplir con las emisiones de 0,01ng / m³, por lo tanto, mucho menor que el 0,1 "otorgada" por la legislación en el pasado. Si tenemos en cuenta que el alcance de la chimenea de humo de estas plantas es igual a plantas de tamaño mediano, alrededor de 200.000 Nm³ / hora y admitió que se observan las concentraciones indicadas, los incineradores emiten "modernos", en términos absolutos , 2000ng dioxina / hora (48000ng de dioxinas en las 24 horas, todos los días de operación de la planta). Esta cantidad no garantiza la protección de la salud humana, especialmente teniendo en cuenta los recientes hallazgos de la EPA que sujetan 0.0007ng / kg / día la cantidad mínima diaria de dioxinas considerada "aceptable" [79]. preocupaciones adicionales surgen de las características de la dioxina (en realidad es más de 200 congéneres) cuya vida media es de aproximadamente 20 años y que tiende a acumularse en el tejido graso cada año, que penetra en el cuerpo en su mayor parte a través del tracto digestivo (con alimentos contaminados y agua), y, en mucho menor medida, también a través de la vía respiratoria.

A este respecto, la Sala del Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas En sexto

lugar, en una sentencia de 29 de septiembre de 1999 declaró que: "(...) la noción de residuos en el arte. 1 n. 2, letra. D de la Directiva Consejo⁴ de mayo de 1976.76 / 464 / CEE relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático, debe interpretarse en el sentido de que contempla la emisión de vapores contaminantes que se condensan y caen en la superficie de las aguas y de los suelos".

Las consideraciones expuestas e ilustradas hasta ahora, los datos parecen ser confirmadas por algunas de las evidencias científicas más recientes disponibles en la literatura.

Un estudio español ha demostrado un aumento del riesgo de mortalidad por cáncer en los residentes en las inmediaciones de las incineradoras que cumplieron con los lineamientos internacionales de la CIPF [80].

Un estudio realizado en Taiwán de los residentes a menos de 3 km de incineradores construidos cerca de la ciudad de la técnica occidental (británico y americano), de acuerdo con los últimos estándares tecnológicos y los países de origen del control técnico, ha demostrado un aumento del riesgo de retraso psicomotor en los niños dentro de los primeros 3 años de edad [81].

Se ha documentado un aumento significativo en las concentraciones séricas de PCB después de dos años de exposición a las emisiones de los incineradores de nueva construcción, a pesar de la aplicación de las MTD (mejores técnicas disponibles) [82].

Incluso una de las líneas de investigación del estudio Monitor, la bioacumulación de metales pesados que utilizan musgos y líquenes, mostraron los mayores valores de acumulación de algunos metales pesados (en particular, el cadmio) en los alrededores de la incineradora Frullo, definido por los extensores de estudio en el momento de la encuesta, el incinerador "tecnológicamente más avanzados de la región de Emilia-Romaña".

Recientemente se han propuesto sistemas catalíticos selectivos reducción de NO_x, de una reducción más eficaz de óxidos de nitrógeno y DeDioxin para la eliminación de dioxinas. La funcionalidad de estos sistemas es, sin embargo, en relación con las normas de rango y de operación a ser observado, de la que sigue un aumento de los posibles criticidades de gestión del sistema en términos emisividad. Entre estos, que se han de considerar la desactivación del catalizador, la temperatura máxima y mínima (425 ° y 275

° C) de funcionamiento óptima, la presencia de bisulfato de amonio (ABS) también a temperaturas bajas en el gas de combustión, la presencia de metales alcalinos de sodio y potasio y calcio y magnesio.

Estos niveles críticos, en ausencia de una vigilancia constante (de forma continua), lo que evita las condiciones adversas de operación, además de dejar sin efecto las medidas de reducción de contaminantes, pueden constituir una condición de su aumento de las emisiones.

Por último, para reducir la eficacia de los sistemas de eliminación, sin perder la derivación de tales sistemas de presencia (habitual). Estos derivación se activan automáticamente también en caso de faltas graves, tales como el bloqueo de los ventiladores, para evitar daños graves a la parte térmica. Pero estas emisiones, determinados a partir de situaciones de emergencia, las asignaciones sustanciales que son más frecuentes de lo que tendemos a creer.

En conclusión, como también se informó por el informe de la OMS de 2007, ya que el tamaño y el número de las plantas tienden a crecer de manera constante, esto puede dar una contribución no despreciable de los gases de efecto invernadero a escala global y para los contaminantes persistentes [83].

5.3. El problema de la incineración de residuos.

De acuerdo con los datos del ISPRA en el solo año de 2011, la incineración de residuos ha causado la formación de 1,295,124 toneladas de residuos, que consiste en la escoria, cenizas volantes y otros residuos, residuos líquidos y lodos peligrosos del tratamiento de gases (Ispra, "Informe de residuos municipales 2013"). Estos residuos ascendió al 22,4% de los residuos incinerados en 2011. Esta cifra, sin embargo, es probablemente una subestimación, ya que no todos los sistemas operativos en Italia han proporcionado información útil para el análisis.

La incineración de residuos sólidos de los residuos a continuación, debe desecharse de manera sostenible [84, 85], que hizo esta extremadamente difícil debido a sus características físicas y químicas únicas, lo que hace que sea difusión prácticamente inevitable en el medio ambiente de sustancias tóxicas contenidas en ellas .

El creciente uso de la incineración de residuos, el alto coste de la eliminación de residuos en vertederos especiales y poca disponibilidad de sitios para ser utilizado como relleno

sanitario, por tanto, se ha sumado a los problemas ya conocidos relacionados con las emisiones atmosféricas de los incineradores, los relativos a la disposición de la correspondiente residuos [86].

Por lo tanto, se sugiere la identificación de "alternativo" al relleno sanitario, tales como los de la denominada "mejora" de los residuos producidos por los incineradores, que en realidad crear preocupaciones adicionales sobre el impacto ambiental y los riesgos para la salud humana. En nuestro país la escoria, a pesar de su composición tóxica [87-96], se define como "residuos no peligrosos" (código CER 190112) y, como es requerido por DM 02/05/98 (adoptada en aplicación del Decreto 22 / 97), que pueden ser utilizados como tales y sin la realización previa de la prueba de lixiviación cuando se usa en las fábricas de cemento, en la producción de conglomerados de cemento y en la industria de ladrillos y arcilla expandida. Se requiere que la prueba de transferencia sólo si se utilizan para la construcción de muros de contención, por carretera y recuperaciones ambientales sustratos.

El uso de CSS (Combustible Sólido secundaria, obtenido por componente seco de los residuos no peligrosos, tanto urbanos como especializada) en el proceso de producción de cemento se prevé la incorporación de cenizas tóxicas de la combustión en el clinker / cemento producido. Varias observaciones experimentales han mostrado que los eluatos de la escoria son cualquier cosa menos inerte.

Los residuos de la combustión de los residuos se caracterizan por un alto contenido de productos químicos altamente tóxicos, cuya liberación en el medio ambiente [97] puede generar graves consecuencias sobre la salud humana [87].

Además, cuando se incorporan en el hormigón, las características físicas de este último se alteran de una manera directamente proporcional a la cantidad de escoria utilizada [98] y, a corto plazo, no parecen las alteraciones causadas por los agentes atmosféricos naturales para garantizar el mantenimiento de los límites impuesta por la ley [99].

La oxidación del aluminio contenido en el residuo de incineración porque la producción de tal como para dañar las entidades concretas de hidrógeno que lo contiene (cemento Portland) [100].

La escoria representan alrededor del 80% de la incineración de desechos residuales y contienen diversas sustancias con riesgo de contaminación del medio ambiente, como las dioxinas [96] (un kg de escoria que contiene aproximadamente 34ng de dioxinas [90]),

metales pesados [89] y diversos tipos de compuestos orgánicos (compuestos principalmente aromáticos) [94].

Un estudio llevado a cabo en biotoxicidad de los eluidos de escorias producidas a partir de incineradores que operan en Bélgica, Francia, Alemania, Italia y el Reino Unido, los ha clasificado como tóxico ecológico [101].

También se demostró, en la escoria, una alta concentración de estroncio que contribuye significativamente a la genotoxicidad de estas sustancias [91] - y plomo [92], que puede alcanzar hasta un máximo de 19,6 mg / L [88], una concentración significativamente más alta que la permitida por la legislación europea (5 mg / l), que también tiene previsto reducir aún más. [102]

Se presenta riesgos significativos a la difícil estabilización de cromo, especialmente en la perspectiva de la reutilización de residuos para la producción de cemento [103].

Calza y otros autores han demostrado que la concentración de plomo en el flujo a través de la escoria y leer a menudo excede los límites legales en dos países diferentes (Corea y Japón) [95].

prueba de lixiviación en el cemento han mostrado una importante liberación de arsénico, cromo, bario, antimonio, níquel, selenio, cobre, zinc [103], y en algunos casos con valores que superan los límites establecidos para la contribución en los vertederos de inertes [103].

Una encuesta realizada reciente observación de cenizas producida por los incineradores de residuos municipales en Japón informó de la posible presencia de radionucleidos con anterioridad al desastre de Fukushima [104].

En un trabajo reciente en la biotoxicidad de la escoria producida a partir de incineradores de residuos, se ha demostrado la presencia de diferencias significativas en la concentración de los metales en los eluidos de la escoria. Las concentraciones medidas utilizando el método TCLP ("Procedimiento de lixiviación característico de toxicidad") fueron inferiores a los previstos por las normas correspondientes y, por lo tanto, los materiales de base fueron referidos como "no peligroso". Los mismos materiales, sin embargo, una cantidad significativamente mayor de los metales se extrajo con el método PBET ("fisiológicamente prueba basada en la extracción"), una técnica que utiliza el jugo gástrico simulado como un agente para la extracción de los contaminantes con el fin de evaluar su nivel bioaccesibilidad del tracto gastrointestinal. De esta manera, las

concentraciones considerablemente más altas de cobre fueron extraídos (81 a 558 mg / kg) y plomo (28- 267 mg / kg) en comparación con el primer método. Los autores concluyeron que, "a pesar de la escoria se clasifican como material no peligrosos, éstos se deben utilizar con precaución y la ingestión por las poblaciones residentes [que en los materiales y suelos contaminados, nota del editor] debe ser evitado." En el mismo estudio se demostró una evidente biotoxicidad aguda inducida por los residuos pesados clasificados como "peligrosos" [105].

En la escoria también se mostró un alto contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), sustancias cancerígenas conocidas, la concentración total de que varía entre 480 y 3590 mg / kg, y la concentración de la cuota de HAP cancerígenos varía entre 89 y 438 microgramos / kg de escoria [93].

Los metales pesados pueden migrar en el suelo y las aguas subterráneas y suponen un riesgo grave para la salud humana, que se transmite a través de la cadena alimentaria y ejerciendo una acción genotóxica [106] debido a la producción de daño oxidativo a las cadenas de ADN [88, 107, 108]. Este mecanismo particular de genotoxicidad se ejerce también de muy bajas concentraciones de contaminantes individuales [109].

La reutilización de los residuos constituye también un importante factor de riesgo en el trabajo

[110, 111], debido principalmente a la exposición de los trabajadores al cromo y cadmio por inhalación y absorción transdérmica [112].

Las evaluaciones llevadas a cabo en modelos animales han demostrado también que las emisiones de los morteros de cemento que contienen cenizas volantes obtenido de la combustión de los residuos puede riesacerbare ataques de asma [113].

En los trabajadores expuestos a las cenizas de incineración que contienen PAH y dioxinas se informó de la expresión alterada de genes de citocromo CYP1B1 en los leucocitos periféricos, como por ejemplo a tener en cuenta esta alteración como Ocupacionales marcadores biológicos de daño [114]. En respuesta a la evidencia científica descrita, Dinamarca ha revisado estrictamente la legislación que regula el uso de escoria en el sector de la construcción, precisamente debido a su alto contenido de metales pesados y sales y su liberación en el medio ambiente [115]. Sería una actitud legislativa incluso de nuestro país, en un abandono progresivo y permanente a la espera de la técnica de incineración en favor de otras estrategias de gestión del ciclo de los

residuos, a partir de su reducción y hasta la recuperación efectiva de los materiales , prácticas ampliamente experimentado, sin duda, más sostenible desde el punto de medio ambiente y la salud, y mucho más social y económicamente beneficioso para la comunidad.

6. Información para la gestión sostenible de los residuos

La Directiva comunitaria marco sobre la gestión de residuos (Directiva 2008/98 / CE del Parlamento Europeo y del Consejo en vigor desde el 12 de diciembre de 2008) reitera que la política de los Estados miembros en materia de residuos debe tener como objetivo reducir el uso de recursos, reiterando la importancia de la prevención de la generación de residuos como una prioridad en comparación con otras opciones.

También se afirma claramente que la recuperación del material es anterior a la valorización energética, la reutilización y el reciclaje de este modo debe ser preferido a la valorización energética de los residuos y vertederos, ya que representan la opción más sostenible, al igual que las numerosas pruebas se describe en previamente demostrada. La directiva que establece una "jerarquía" claro en la eliminación de residuos, también indica claramente una "orden de prioridad" que parte de la "prevención" (medidas que reducen la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o la extensión de su ciclo de vida). El objetivo es poner en práctica la Unión Europea una "sociedad del reciclado", lo que evita la producción de residuos y prefiere la recuperación de materiales, el uso de materiales post-consumo como recursos.

De hecho, como se ha descrito antes, después de una colección conducir hasta 70%, la evolución tecnológica actual en el campo de las plantas para la separación de materiales (con lectores ópticos infrarrojos, las técnicas de selección manual / materiales magnéticos, Tamizar balístico etc.) permite implementar una recuperación casi total de material (aguas abajo), también de fracciones que antes se desechaban. Su puesta en marcha a la tecnología de extrusión anteriormente mencionada permite una mejora adicional, con la producción de granulado inerte para la producción de artefactos. Esto crea rutas de recuperación adicionales, con evidentes ventajas para las repercusiones económicas y de empleo. La reducción de los costes de eliminación e incineración también puede ayudar a aliviar el régimen de tarifas y la tributación de las

entidades locales en materia de nacionalidad.

Aparte de esto, desde el punto de vista económico, se debe considerar la importancia absoluta de los costes indirectos (salud ambiental y) como resultado de los efectos de incineración y vertido, que se evita el uso de prácticas más sostenibles MMS post-consumo.

Es precisamente a la luz de estas nuevas posibilidades tecnológicas que una nueva y reciente Directiva del Parlamento Europeo ("Una Europa que utilice eficazmente los recursos", adoptada el 24 de mayo de 2012), en el apartado 33 renueva la invitación a los Estados miembros a respetar la jerarquía de residuos y llevar a la porción restante (lo que queda después de la prevención de residuos, el reciclado, la reutilización , la reutilización, la recuperación de materiales) cercano a cero ("la necesidad de acercar los desechos residuales a cero"). En el sombrío panorama de lo que suele ser la gestión de residuos en Italia, aunque cabe señalar que sólo en nuestro país va a grabar algunos de los mejores experiencia internacional en el campo de la gestión de residuos. Están bien 'de residuos libre' 356 municipios en el curso del año 2014 se han producido menos de 75 kilogramos per cápita rechazar indiferenciada en comparación con cerca de 300 de los medios de comunicación italianos.

Estos resultados se obtuvieron en diferentes formas, pero con un denominador común: el compromiso de los gobiernos y la potenciación de los ciudadanos, a través de una comunicación eficaz y también las políticas de precios que recompensan el ciudadano virtuoso

CONCLUSIONES

Para una gestión sostenible de los residuos sería suficiente simplemente observar la legislación y las directivas europeas, promover la protección de la salud humana y el medio ambiente a través de una completa exclusión de la incineración (en cualquier forma) y un abandono gradual de las contribuciones de rellenos sanitarios.

Estos objetivos se pueden alcanzar a través de:

1. la racionalización del consumo, evitando las presiones de los consumidores que no se basan en las necesidades reales (residuos eliminación);
2. El respeto y la promoción de la jerarquía de residuos previsto en la legislación y Estado de la Comunidad;
3. La derogación de las disposiciones del Decreto all'art.35 "Desbloquear Italia", ya que, incluso si se "convierte de nuevo a las plantas para la producción de energía" incineradores siguen siendo asentamientos altamente perjudiciales, frustrando los esfuerzos a prevención y reducción de residuos y la recuperación de la materia de acuerdo con las prioridades establecidas en la legislación de la UE;
4. la eliminación de cualquier forma de incentivo económico para las plantas que utilizan la combustión de los residuos y, por el contrario, la promoción de todas las iniciativas destinadas a promover las primeras acciones de la jerarquía indicada por la legislación comunitaria en materia de gestión de residuos, tales como:
 - a. iniciativas para la reducción de la producción de residuos (por ejemplo. tarifa comercial y productos desalentadores "usar y tirar" y el uso de envases, la venta "de barril", para los centros de reparación y reutilización, el compostaje doméstico, la selección de las técnicas de producción montaje y materiales destinados a la recuperación en el extremo de uso, etc.);
 - b. uso y fomento de técnicas de separación y diferenciación en el origen de los materiales, en particular mediante campañas de información y educación;
 - c. recortes de impuestos e incentivos para la instalación de la empresa para los formularios comerciales destinadas a la recuperación de materiales;
5. La aplicación de sistemas adecuados de recogida urbanos, proporcionando la preferencia de la recogida doméstica ("puerta a puerta") sobre todo el área de la ciudad y el abandono de los sistemas de recogida de carreteras (las "papeleras"). La recogida

puerta de hecho ha demostrado ampliamente su eficacia en el logro (en muchos casos superado), incluso en un corto período de tiempo, los porcentajes de recogida selectiva de residuos exigidos por la legislación nacional (65%) incluso en las grandes ciudades;

6. una separación efectiva de aguas arriba de la fracción orgánica, que se destina principalmente para el compostaje (doméstico e industrial);
7. la realización de la planta alternativa adecuada a los vertederos e incineradores, destinado a preferir la recuperación de material en comparación con el de la energía (de las plantas tradicionales de compostaje aeróbico, la separación de, instalaciones de extrusión en frío "en frío" de seca indiferenciada.) ;
8. El total de re-entrada en el ciclo de producción del material recuperado;
9. la aplicación de incentivos fiscales para los usuarios domésticos y no domésticos, destinadas a reducir la producción de residuos y la mejora de la recogida, tales como, por ejemplo, la carga puntual (se paga en proporción a la cantidad de residuos sin clasificar entregado) e incentivos fiscales para el compostaje doméstico;
10. Promover y apoyar la investigación y el desarrollo tecnológico orientado a la prevención de los residuos (como se define en la Directiva 2008/98 / CE), al rediseño industrial de objetos hundidos / mejora reciclables / compostables y continuo de la cadena poscosecha , destinada a la recuperación de materiales (separación, reutilización, reciclaje, compostaje).

Bibliografía

- 1 Sachs WM, M.;. *Futuro sostenibile. Le risposte eco-sociali alle crisi in Europa.*: Edizioni Ambiente: 2011.
- 2 European Environment A. EEA Report No 1/2013: Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation.: European Environment Agency (EEA); 2013.
- 3 Faggioli A and Burgio E. Gestione dei rifiuti e rischio per la salute. In: Scientifiche EM, editor. *Strategie di prevenzione primaria e di promozione della salute.* 2009.
- 4 Krummenacher P, Peuch P, Fisher M and Biddle M. Automated identification and sorting of plastics from different waste stream - a status report. *Technical Paper from APME.* Brussels: APME; 1998.
- 5 Dinger P. Bottle reclaim systems: new collection, cleaning and sorting techniques ease the burden on landfills. *Modern Plastics Encyclopedia.* 1994.
- 6 Tomaszek T. Automated separation and sort: latest systems overcome the limitations of manual collection methods. *Modern Plastics Encyclopedia.* 1994,p. 34.
- 7 Schut JH. Automated resin and color sorting proves a boon to recyclers. *Plastics Technology.* 1992.
- 8 Powell J. The PRFect solution to plastic bottle recycling. *Resource recycling.*; 1995pp. 25-7.
- 9 Biddle MB and Fisher MM. A mechanical recycling process for the recovery of plastics from end-of-life durable goods. *SPI 22nd Annual Conference, Structural Plastics Division.* Washington DC; 1994.
- 10 Biddle MB and Fisher MM. An overview of the recycling of plastics from durable goods. *International Plastics recycling conference.* Chicago, IL; 1994.
- 11 ENEA. Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia - 3a Ed.; 2012.
- 12 UNEP. Towards a Green Economy: pathways to sustainable development and poverty eradication. Vol. ISBN: 978-92-807-3143-9.; 2011.
- 13 ISPRA. Rapporto Rifiuti Urbani - Edizione 2014. Roma: ISPRA; 2014.
- 14 Di Ciaula A and Gentilini P. Utilizzo delle scorie da incenerimento di rifiuti e rischi per la salute e l'ambiente. *Professione & Clinical Governance* 2011;**6**:7.

- 15 EC. Green Paper - On a European Strategy on Plastic Waste in the Environment. . EC; 2013.
- 16 Melnyk A, Dettlaff A, Kuklinska K, Namiesnik J and Wolska L. Concentration and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in surface soil near a municipal solid waste (MSW) landfill. *The Science of the total environment* 2015;**530-531**:18-27.
- 17 Pastor J and Hernandez AJ. Heavy metals, salts and organic residues in old solid urban waste landfills and surface waters in their discharge areas: determinants for restoring their impact. *Journal of environmental management* 2012;**95 Suppl**:S42-9.
- 18 Cabral M, Dieme D, Verdin A, Garcon G, Fall M, Bouhsina S *et al.* Low-level environmental exposure to lead and renal adverse effects: a cross-sectional study in the population of children bordering the Mbeubeuss landfill near Dakar, Senegal. *Human & experimental toxicology* 2012;**31**:1280-91.
- 19 Sayadi MH, Rezaei MR and Rezaei A. Fraction distribution and bioavailability of sediment heavy metals in the environment surrounding MSW landfill: a case study. *Environmental monitoring and assessment* 2015;**187**:4110.
- 20 Mohd Adnan SN, Yusoff S and Piaw CY. Soil chemistry and pollution study of a closed landfill site at Ampar Tenang, Selangor, Malaysia. *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA* 2013;**31**:599-612.
- 21 Fernandez DS, Puchulu ME and Georgieff SM. Identification and assessment of water pollution as a consequence of a leachate plume migration from a municipal landfill site (Tucuman, Argentina). *Environmental geochemistry and health* 2014;**36**:489-503.
- 22 Loizidou M and Kapetanios EG. Effect of leachate from landfills on underground water quality. *The Science of the total environment* 1993;**128**:69-81.
- 23 Singh UK, Kumar M, Chauhan R, Jha PK, Ramanathan A and Subramanian V. Assessment of the impact of landfill on groundwater quality: a case study of the Pirana site in western India. *Environmental monitoring and assessment* 2008;**141**:309-21.
- 24 Rabl A, Spadaro JV and Zoughaib A. Environmental impacts and costs of solid waste: a comparison of landfill and incineration. *Waste management & research :*

- the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA 2008;26:147-62.*
- 25 Assmuth T and Kalevi K. Concentrations and toxicological significance of trace organic compounds in municipal solid waste landfill gas. *Chemosphere* 1992;**24**:1207-16.
- 26 Ancona C, Badaloni C, Mataloni F, Bolignano A, Bucci S, Cesaroni G *et al.* Mortality and morbidity in a population exposed to multiple sources of air pollution: A retrospective cohort study using air dispersion models. *Environmental research* 2015;**137**:467-74.
- 27 Cheng Y, Shoeib M, Ahrens L, Harner T and Ma J. Wastewater treatment plants and landfills emit volatile methyl siloxanes (VMSs) to the atmosphere: investigations using a new passive air sampler. *Environmental pollution* 2011;**159**:2380-6.
- 28 Heaney CD, Wing S, Campbell RL, Caldwell D, Hopkins B, Richardson D *et al.* Relation between malodor, ambient hydrogen sulfide, and health in a community bordering a landfill. *Environmental research* 2011;**111**:847-52.
- 29 Waseem A, Arshad J, Iqbal F, Sajjad A, Mehmood Z and Murtaza G. Pollution status of Pakistan: a retrospective review on heavy metal contamination of water, soil, and vegetables. *BioMed research international* 2014;**2014**:813206.
- 30 Ismail A, Riaz M, Akhtar S, Ismail T, Amir M and Zafar-ul-Hye M. Heavy metals in vegetables and respective soils irrigated by canal, municipal waste and tube well waters. *Food additives & contaminants. Part B, Surveillance* 2014;**7**:213-9.
- 31 Salerno C and Palin LA. [State of health of the population residing in the town of Barengo and in surrounding communities, site of a field used as landfill for MSW: analysis of the general incidence and causes from 2003 to 2009]. *Annali di igiene : medicina preventiva e di comunita* 2011;**23**:399-418.
- 32 Minichilli F, Bartolacci S, Buiatti E, Pallante V, Scala D and Bianchi F. [A study on mortality around six municipal solid waste landfills in Tuscany Region]. *Epidemiologia e prevenzione* 2005;**29**:53-6.
- 33 Fielder HM, Poon-King CM, Palmer SR, Moss N and Coleman G. Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective analysis. *BMJ* 2000;**320**:19-22.

- 34 Porta D, Milani S, Lazzarino AI, Perucci CA and Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environmental health : a global access science source* 2009;**8**:60.
- 35 Berry M and Bove F. Birth weight reduction associated with residence near a hazardous waste landfill. *Environmental health perspectives* 1997;**105**:856-61.
- 36 Croen LA, Shaw GM, Sanbonmatsu L, Selvin S and Buffler PA. Maternal residential proximity to hazardous waste sites and risk for selected congenital malformations. *Epidemiology* 1997;**8**:347-54.
- 37 Kharrazi M, Von Behren J, Smith M, Lomas T, Armstrong M, Broadwin R *et al.* A community-based study of adverse pregnancy outcomes near a large hazardous waste landfill in California. *Toxicology and industrial health* 1997;**13**:299-310.
- 38 Kuehn CM, Mueller BA, Checkoway H and Williams M. Risk of malformations associated with residential proximity to hazardous waste sites in Washington State. *Environmental research* 2007;**103**:405-12.
- 39 Goldberg MS, Siemiatyck J, DeWar R, Desy M and Riberdy H. Risks of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada. *Archives of environmental health* 1999;**54**:291-6.
- 40 Goldberg MS, al-Homsi N, Goulet L and Riberdy H. Incidence of cancer among persons living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Archives of environmental health* 1995;**50**:416-24.
- 41 Pukkala E and Ponka A. Increased incidence of cancer and asthma in houses built on a former dump area. *Environmental health perspectives* 2001;**109**:1121-5.
- 42 Ghosh P, Gupta A and Thakur IS. Combined chemical and toxicological evaluation of leachate from municipal solid waste landfill sites of Delhi, India. *Environmental science and pollution research international* 2015;**22**:9148-58.
- 43 Bakare AA, Patel S, Pandey AK, Bajpayee M and Dhawan A. DNA and oxidative damage induced in somatic organs and tissues of mouse by municipal sludge leachate. *Toxicology and industrial health* 2012;**28**:614-23.
- 44 Farombi EO, Akintunde JK, Nzute N, Adedara IA and Arojojoye O. Municipal landfill leachate induces hepatotoxicity and oxidative stress in rats. *Toxicology and industrial health* 2012;**28**:532-41.

- 45 Kwasniewska J, Nalecz-Jawecki G, Skrzypczak A, Plaza GA and Matejczyk M. An assessment of the genotoxic effects of landfill leachates using bacterial and plant tests. *Ecotoxicology and environmental safety* 2012;**75**:55-62.
- 46 Lis DO, Ulfig K, Wlazlo A and Pastuszka JS. Microbial air quality in offices at municipal landfills. *Journal of occupational and environmental hygiene* 2004;**1**:62-8.
- 47 Kalwasinska A and Burkowska A. Municipal landfill sites as sources of microorganisms potentially pathogenic to humans. *Environmental science. Processes & impacts* 2013;**15**:1078-86.
- 48 Paraskaki I and Lazaridis M. Quantification of landfill emissions to air: a case study of the Ano Liosia landfill site in the greater Athens area. *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA* 2005;**23**:199-208.
- 49 Yue D, Han B, Sun Y and Yang T. Sulfide emissions from different areas of a municipal solid waste landfill in China. *Waste management* 2013.
- 50 Stanisavljevic N, Ubavin D, Batinic B, Fellner J and Vujic G. Methane emissions from landfills in Serbia and potential mitigation strategies: a case study. *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA* 2012;**30**:1095-103.
- 51 Goldsmith CD, Jr., Chanton J, Abichou T, Swan N, Green R and Haters G. Methane emissions from 20 landfills across the United States using vertical radial plume mapping. *Journal of the Air & Waste Management Association* 2012;**62**:183-97.
- 52 Scheutz C, Bogner J, Chanton JP, Blake D, Morcet M, Aran C *et al.* Atmospheric emissions and attenuation of non-methane organic compounds in cover soils at a French landfill. *Waste management* 2008;**28**:1892-908.
- 53 Chalvatzaki E and Lazaridis M. Assessment of air pollutant emissions from the Akrotiri landfill site (Chania, Greece). *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA* 2010;**28**:778-88.
- 54 Sanchez-Nazario EE, Mansilla-Rivera I, Derieux-Cortes JC, Perez CM and RodriguezSierra CJ. The association of lead-contaminated house dust and blood lead levels of children living on a former landfill in Puerto Rico. *Puerto Rico health sciences journal* 2003;**22**:1539.

- 55 Huttunen K, Kaarakainen P, Meklin T, Nevalainen A and Hirvonen MR. Immunotoxicological properties of airborne particles at landfill, urban and rural sites and their relation to microbial concentrations. *Journal of environmental monitoring : JEM* 2010;**12**:1368-74.
- 56 Chalvatzaki E, Kopanakis I, Kontakakis M, Glytsos T, Kalogerakis N and Lazaridis M. Measurements of particulate matter concentrations at a landfill site (Crete, Greece). *Waste management* 2010;**30**:2058-64.
- 57 Koshy L, Jones T and BeruBe K. Characterization and bioreactivity of respirable airborne particles from a municipal landfill. *Biomarkers : biochemical indicators of exposure, response, and susceptibility to chemicals* 2009;**14 Suppl 1**:49-53.
- 58 Bogner J, Pipatti R, Hashimoto S, Diaz C, Mareckova K, Diaz L *et al.* Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation). *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA* 2008;**26**:11-32.
- 59 Kriebel D. Incinerators, birth defects and the legacy of Thomas Bayes. *Occup. Environ. Med.* 2010;**67**:433-4.
- 60 Valerio F. [Review on environmental impact of solid wastes produced by municipal urban waste incinerators]. *Epidemiologia e prevenzione* 2008;**32**:244-53.
- 61 (AIOM) AldOM. *Progetto Ambiente e Tumori*. AIOM: 2011.
- 62 Ibaldo-Mulli A, Wichmann HE, Kreyling W and Peters A. Epidemiological evidence on health effects of ultrafine particles. *J. Aerosol Med.* 2002;**15**:189-201.
- 63 Donaldson K, Brown D, Clouter A, Duffin R, MacNee W, Renwick L *et al.* The pulmonary toxicology of ultrafine particles. *J. Aerosol Med.* 2002;**15**:213-20.
- 64 Donaldson K and Seaton A. The Janus faces of nanoparticles. *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2007;**7**:4607-11.
- 65 Donaldson K, Tran L, Jimenez LA, Duffin R, Newby DE, Mills N *et al.* Combustion-derived nanoparticles: a review of their toxicology following inhalation exposure. *Part Fibre Toxicol.* 2005;**2**:10.
- 66 Duffin R, Mills NL and Donaldson K. Nanoparticles-a thoracic toxicology perspective. *Yonsei Med. J.* 2007;**48**:561-72.
- 67 Seaton A, MacNee W, Donaldson K and Godden D. Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet* 1995;**345**:176-8.

- 68 Gentilini P and Gennaro V. Inceneritori. In: AIOM, editor. *Ambiente e Tumori*. Milano; 2011pp. 150-9.
- 69 Ranzi A, Fano V, Erspamer L, Lauriola P, Perucci CA and Forastiere F. Mortality and morbidity among people living close to incinerators: a cohort study based on dispersion modeling for exposure assessment. *Environ.Health* 2011;**10**:22.
- 70 Kim YM, Kim JW and Lee HJ. Burden of disease attributable to air pollutants from municipal solid waste incinerators in Seoul, Korea: a source-specific approach for environmental burden of disease. *Sci.Total Environ.* 2011;**409**:2019-28.
- 71 Golini MN, Ancona C, Badaloni C, Bolignano A, Bucci S, Sozzi R *et al.* [Morbidity in a population living close to urban waste incinerator plants in Lazio Region (Central Italy): a retrospective cohort study using a before-after design]. *Epidemiologia e prevenzione* 2014;**38**:323-34.
- 72 Staessen JA, Nawrot T, Hond ED, Thijs L, Fagard R, Hoppenbrouwers K *et al.* Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers. *Lancet* 2001;**357**:1660-9.
- 73 Miyake Y, Yura A, Misaki H, Ikeda Y, Usui T, Iki M *et al.* Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan. *Eur.J.Epidemiol.* 2005;**20**:1023-9.
- 74 Cordier S, Chevrier C, Robert-Gnansia E, Lorente C, Brula P and Hours M. Risk of congenital anomalies in the vicinity of municipal solid waste incinerators. *Occup.Environ.Med.* 2004;**61**:8-15.
- 75 Cordier S, Lehebel A, Amar E, Anzivino-Viricel L, Hours M, Monfort C *et al.* Maternal residence near municipal waste incinerators and the risk of urinary tract birth defects. *Occup.Environ.Med.* 2010;**67**:493-9.
- 76 Ding T, McConaha M, Boyd KL, Osteen KG and Bruner-Tran KL. Developmental dioxin exposure of either parent is associated with an increased risk of preterm birth in adult mice. *Reproductive toxicology* 2011;**31**:351-8.
- 77 Candela S, Bonvicini L, Ranzi A, Baldacchini F, Broccoli S, Cordioli M *et al.* Exposure to emissions from municipal solid waste incinerators and miscarriages: a multisite study of the MONITER Project. *Environment international* 2015;**78**:51-60.

- 78 Salerno C, Marciani P, Barasolo E, Fossale PG, Panella M and Palin LA. Exploration study on mortality trends in the territory surrounding an incineration plant of urban solid waste in the municipality of Vercelli (Piedmont, Italy) 1988-2009. *Annali di igiene : medicina preventiva e di comunita* 2015;**27**:633-45.
- 79 Agency USEP. EPA's Reanalysis of Key Issues Related to Dioxin Toxicity and Response to NAS Comments, Volume 1. 2012.
- 80 Garcia-Perez J, Fernandez-Navarro P, Castello A, Lopez-Cima MF, Ramis R, Boldo E *et al.* Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste. *Environment international* 2013;**51**:31-44.
- 81 Lung FW, Chiang TL, Lin SJ and Shu BC. Incinerator pollution and child development in the taiwan birth cohort study. *International journal of environmental research and public health* 2013;**10**:2241-57.
- 82 Zubero MB, Aurrekoetxea JJ, Ibarluzea JM, Rivera J, Parera J, Abad E *et al.* Evolution of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in the general adult population living close to a MSW incinerator. *Sci.Total Environ.* 2011;**410-411**:241-7.
- 83 World Health Organization G. Population health and waste management: scientific data and policy options. Report of Rome workshop, 29-30 March 2007. Copenhagen, Denmark: WHO; 2007.
- 84 Ferreira C, Ribeiro A and Ottosen L. Possible applications for municipal solid waste fly ash. *J.Hazard.Mater.* 2003;**96**:201-16.
- 85 Klein R, Baumann T, Kahapka E and Niessner R. Temperature development in a modern municipal solid waste incineration (MSWI) bottom ash landfill with regard to sustainable waste management. *J.Hazard.Mater.* 2001;**83**:265-80.
- 86 van der Sloot HA, Kosson DS and Hjelmars. Characteristics, treatment and utilization of residues from municipal waste incineration. *Waste Manag.* 2001;**21**:753-65.
- 87 Chen BY and Lin KL. Biototoxicity assessment on reusability of municipal solid waste incinerator (MSWI) ash. *J.Hazard.Mater.* 2006;**136**:741-6.
- 88 Feng S, Wang X, Wei G, Peng P, Yang Y and Cao Z. Leachates of municipal solid waste incineration bottom ash from Macao: heavy metal concentrations and genotoxicity. *Chemosphere* 2007;**67**:1133-7.

- 89 Gau S and Jeng W. Influence of ligands on metals leachability from landfilling bottom ashes. *J.Hazard.Mater.* 1998:59-71.
- 90 Giugliano M, Cernuschi S, Grosso M, Miglio R and Aloigi E. PCDD/F mass balance in the flue gas cleaning units of a MSW incineration plant. *Chemosphere* 2002;**46**:1321-8.
- 91 Huang WJ, Tang HC, Lin KL and Liao MH. An emerging pollutant contributing to the cytotoxicity of MSWI ash wastes: strontium. *J.Hazard.Mater.* 2010;**173**:597-604.
- 92 Ibanez R, Andres A, Viguri JR, Ortiz I and Irabien JA. Characterisation and management of incinerator wastes. *J.Hazard.Mater.* 2000;**79**:215-27.
- 93 Johansson I and van BB. Polycyclic aromatic hydrocarbons in weathered bottom ash from incineration of municipal solid waste. *Chemosphere* 2003;**53**:123-8.
- 94 Lin YC, Yen JH, Lateef SK, Hong PK and Lin CF. Characteristics of residual organics in municipal solid waste incinerator bottom ash. *J.Hazard.Mater.* 2010;**182**:337-45.
- 95 Shim YS, Rhee SW and Lee WK. Comparison of leaching characteristics of heavy metals from bottom and fly ashes in Korea and Japan. *Waste Manag.* 2005;**25**:473-80.
- 96 Thacker N, Kashyap S, Sheikh J, Trivedi J, Thokchom B and Agnihotri A. Dioxin releases in waste incinerations and thermal processes. *Bull.EnvIRON.Contam Toxicol.* 2010;**85**:624-7.
- 97 Aberg A, Kumpiene J and Ecke H. Evaluation and prediction of emissions from a road built with bottom ash from municipal solid waste incineration (MSWI). *Sci.Total Environ.* 2006;**355**:1-12.
- 98 Maschio S, Tonello G, Piani L and Furlani E. Fly and bottom ashes from biomass combustion as cement replacing components in mortars production: Rheological behaviour of the pastes and materials compression strength. *Chemosphere* 2011.
- 99 Gori M, Pifferi L and Sirini P. Leaching behaviour of bottom ash from RDF hightemperature gasification plants. *Waste Manag.* 2011;**31**:1514-21.
- 100 Bertolini L, Carsana M, Cassago D, Curzio QA and Collepardi M. MSWI ashes as mineral additions in concrete. *Cem.Concrete Res.* 2004;**34**:1899-906.

- 101 Lapa N, Barbosa R, Morais J, Mendes B, Mehu J and Santos Oliveira JF. Ecotoxicological assessment of leachates from MSWI bottom ashes. *Waste Manag.* 2002;**22**:583-93.
- 102 Ioannidis TA and Zouboulis AI. Detoxification of a highly toxic lead-loaded industrial solid waste by stabilization using apatites. *J.Hazard.Mater.* 2003;**97**:173-91.
- 103 Aubert JE, Husson B and Sarramone N. Utilization of municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash in blended cement Part 2. Mechanical strength of mortars and environmental impact. *J.Hazard.Mater.* 2007;**146**:12-9.
- 104 Iwahana Y, Ohbuchi A, Koike Y, Kitano M and Nakamura T. Radioactive nuclides in the incinerator ashes of municipal solid wastes before and after the accident at the Fukushima nuclear power plant. *Analytical sciences : the international journal of the Japan Society for Analytical Chemistry* 2013;**29**:61-6.
- 105 Chou JD, Wey MY, Liang HH and Chang SH. Biototoxicity evaluation of fly ash and bottom ash from different municipal solid waste incinerators. *J.Hazard.Mater.* 2009;**168**:197-202.
- 106 Akinbola TI, Adeyemi A, Morenikeji OA, Bakare AA and Alimba CG. Hospital waste incinerator bottom ash leachate induced cyto-genotoxicity in *Allium cepa* and reproductive toxicity in mice. *Toxicol.Ind.Health* 2011;**27**:505-14.
- 107 BÇkaert C, Rast C, Ferrier V, Bispo A, Jourdain MJ and Vasseur P. Use of in vitro (Ames and Mutatox tests) and in vivo (Amphibian Micronucleus test) assays to assess the genotoxicity of leachates from a contaminated soil. *Organ.Geochem.* 1999;**30**:953-62.
- 108 Radetski CM, Ferrari B, Cotelle S, Masfaraud JF and Ferard JF. Evaluation of the genotoxic, mutagenic and oxidant stress potentials of municipal solid waste incinerator bottom ash leachates. *Sci.Total Environ.* 2004;**333**:209-16.
- 109 Hengstler JG, Bolm-Audorff U, Faldum A, Janssen K, Reifenrath M, Gotte W *et al.* Occupational exposure to heavy metals: DNA damage induction and DNA repair inhibition prove co-exposures to cadmium, cobalt and lead as more dangerous than hitherto expected. *Carcinogenesis* 2003;**24**:63-73.
- 110 Chen HL, Chen IJ and Chia TP. Occupational exposure and DNA strand breakage of workers in bottom ash recovery and fly ash treatment plants. *J.Hazard.Mater.* 2010;**174**:237.

- 111 Liu HH, Shih TS, Chen IJ and Chen HL. Lipid peroxidation and oxidative status compared in workers at a bottom ash recovery plant and fly ash treatment plants. *J.Occup.Health* 2008;**50**:492-7.
- 112 Shih HC and Ma HW. Life cycle risk assessment of bottom ash reuse. *J.Hazard.Mater.* 2011;**190**:308-16.
- 113 Cho A, Jang HS, Roh YS, Park HJ, Talha AF, So SY *et al.* Detrimental effects of cement mortar and fly ash mortar on asthma progression. *Environmental toxicology and pharmacology* 2013;**36**:1087-96.
- 114 Hu SW, Chen CC, Kuo CY, Lin WH and Lin P. Increased cytochrome P4501B1 gene expression in peripheral leukocytes of municipal waste incinerator workers. *Toxicology letters* 2006;**160**:112-20.
- 115 Hansen E. Livscyklusvurdering af deponeret affald. (Life Cycle Assessment of Landfilled Waste, in Danish). Copenhagen, Denmark: Miljøministeriet, Miljøstyrelsen; 2004.