

Empresa
Prof. Ing. Cesare Boffa Ph.D.
Studio di Ingegneria
Torino – Italia

Prof. Ing.	Cesare Boffa	– Jefe Sección de Ingeniería
Dr. MS	Stefania Porporato	– Jefe Sección Económica
Dr. Ab.	Claudio Sironi	– Jefe Sección de Derecho Ambiental
Dipl.	Marina Bosco	– Responsable Relaciones Exteriores

Mesa de Trabajo 3:
**Economía circular y energías
renovables**

14/04/2021

La Empresa "**Prof. Ing. Cesare Boffa Ph.D. Studio di Ingegneria**" nació en 1976 y, en el 2021, cumple 45 años de actividad.

La empresa, con sede en Turín (Italia), se ocupa de:

- investigación científicas,
- consultoria
- diseño de plantas industriales de los **sectores de la ingeniería, energética y medioambiental**

Con la empresa colaboran profesores universitarios y profesionales, en grupos **interdisciplinarios** que incluyen no solo ingenieros sino también **economistas** y **abogados expertos en derecho ambiental**.

Los grandes temas de la economía circular de la planeación energética y del desarrollo energético sostenible son abordados por equipos **interdisciplinarios**, como ya adelantado, y constantemente **actualizados con los últimos desarrollos regulatorios, científicos y tecnológicos a nivel nacional e internacional.**

Nuestros expertos están en estrecho contacto con **instituciones financieras nacionales y internacionales** y con sus programas de desarrollo.

La actividad de la empresa comienza en los años 80 con los temas energeticos planteados por el trabajo del Club de Roma "The limits to growth" (Los limites del desarrollo):

- diseño de plantas por la **producción de energía solar, fotovoltaica y termica;**
- **uso racional** de la energía en **procesos industriales** (industria ceramica, industria textil, fábricas de cemento) y **en los edificios;**
- **tratamiento de desechos.**

En los años siguientes la actividad se ha extendido a la **gestión del uso de la energía a nivel territorial**, a través de estudios científicos y aplicativos en el campo de la **economía circular (LCA, Carbon Footprint** y otros parametros para la definición de la sostenibilidad).

Los estudios se dirigen tanto a grandes cuanto a medias y pequeñas empresas, y también a los **consorcios de empresas y sobre todo a administraciones públicas**.

Trabajamos en estrecha colaboración con lo **organismos reguladores** Internacionales Europeos e Italianos **ISO, CEN, UNI y CTI**, Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente.

Trabajamos en conjunto con las **asociaciones de gestores de energía** más importantes cual es **FIRE** (Federación Italiana de Ahorro de Energía).

Proyecto de plantas termoeléctricas de tratamiento de residuos sólidos para generación de energía

La economía circular

Equipo interdisciplinario de diseño

Jefe de Sección de ingeniería: Prof. Ing. CESARE BOFFA

Jefe de Sección de economía: Dr. MS STEFANIA PORPORATO

Jefe de Sección de Derecho Ambiental: Dr.Ab. CLAUDIO SIRONI

Las políticas de sostenibilidad energética y ambiental no pueden ignorar una adecuada política de **gestión de los residuos urbanos**, comerciales e industriales.

Una política correcta de gestión de los residuos es la base del proceso de transición hacia una economía circular actualmente en curso en Italia y en muchos otros países del mundo.

Las reglas

La legislación europea más reciente (directiva E.U. 2008/98CE) establece una "jerarquía" en la gestión de residuos:

- prevención (intenta producir menos residuos);
- recogida separada, reciclaje y reutilización de residuos;
- recuperación de energía y calor a partir de residuos, por medio de plantas de conversión de residuos en energía con el fin de minimizar la cantidad de residuos vertidos en vertederos.

Elementos clave para la implementación de un sistema integrado de gestión de residuos

Los elementos clave para la implementación de un sistema integrado de gestión de residuos son:

- definición de la **cuenca de recogida** de residuos;
- definición de **sistemas de recogida**;
- definición de las **plantas de conversión** de residuos en energía (incineradores).
- **recuperación de energía eléctrica y calor** a partir de residuos, por medio de plantas de conversión de residuos en energía con el fin de minimizar la cantidad de residuos vertidos en vertederos.

Definición de la cuenca de recogida de residuos

En primer paso se debe establecer la cuenca de recogida de residuos y sus características geográficas (área de captación, distancias y calidad de las rutas de comunicación).

La cuenca de recogida de residuos se define en términos de:

- población atendida;
- cantidad y calidad de los residuos producidos;
- características geográficas (área de captación) y logísticas.

En Italia las áreas de captación tienen una población entre 500.000 y 2.000.000 de habitantes.

La cantidad de residuos reciclados y reutilizados es entre 50% y 80% del total de los residuos producidos.

La cantidad de residuos incinerados para la producción de energía está entre 100.000 t/año y 500.000 t/año.

Sistemas de recogida

- **Recolección separada** "puerta a puerta":
 - papel y carton;
 - desechos organicos;
 - plástico;
 - vidrio;
 - etc.
- **reciclaje** (también con **plantas de separación** de residuos especiales);

Plantas de conversión de residuos en energía (incineradores)

Las plantas de recuperación de energía a partir de residuos urbanos, industriales y especiales (Incineradores Waste to Energy WtE) no son un producto estandarizado realizado por una empresa y disponible en el mercado, sino un complejo sistema de componentes que interactúan entre sí y que son diferentes de vez en cuando, realizados por diferentes empresas de acuerdo a un único proyecto preparado por un estudio de ingenieros o una empresa de ingeniería basado en datos locales.

Plantas de conversión de residuos en energía (incineradores)

Los componentes principales son los siguientes:

- sistema de alimentación de residuos;
- cámara de combustión;
- unidad de recuperación de calor para producción de electricidad;
- sistema de reducción de contaminantes del aire.

Ejemplo de planta de recuperación de energía a partir de residuos en Italia: Incinerador de Turín

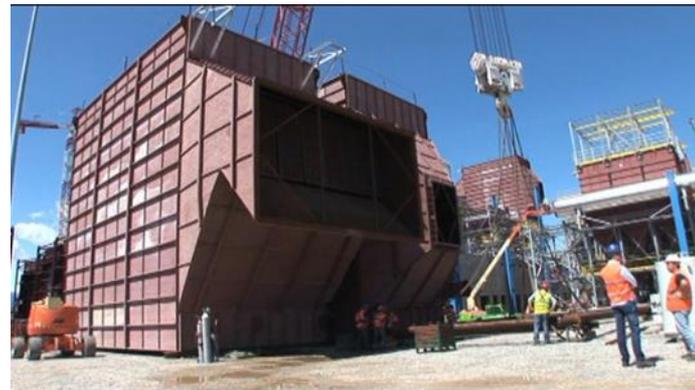
El Ingeniero Cesare Boffa ha sido el conductor de pruebas (“collaudatore in corso d’opera”) del incenerador de Turín. A continuación las fotografías de dos componentes y una vista general del incenerador entrado en función en el 2016:

Cantidad de residuos incinerados: 530.000 t/año

Energía eléctrica producida: 66 MW



Pozo de recogida de residuos en operación



Camara de combustión durante el montaje

Ejemplo de planta de recuperación de energía a partir de residuos en italia: Incinerador de Turín



Vista general de la planta

Compatibilidad ambiental de plantas de conversión de residuos en energía: límites de emisiones

Las plantas de conversión de residuos en energía deben cumplir con los valores de emisiones a la chimenea impuestos por la normativa.

A seguir, indicamos un ejemplo de los valores de imisiones medias en la chimenea del incinerador de Turín.

Parametri	Unità di misura	Media mensile			Medie giornaliere				Medie semiorarie			
		Linea 1	Linea 2	Linea 3	Limite	Linea 1	Linea 2	Linea 3	Limite	Linea 1	Linea 2	Linea 3
						Superi				Min-Max		
Acido cloridrico	mg/Nm ³	2,0	- *	1,7	5	0	0	0	60	0,0 15,1	0,3 3,0	0,0 54,2
Ossido carbonio	mg/Nm ³	4,8	- *	4,1	50	0	0	0	100	0,0 88,2	0,0 86,7	0,0 167,1
Ossidi di azoto	mg/Nm ³	24,7	- *	26,1	70	0	0	0	400	0,3 190,1	0,0 173,1	0,3 152,0
Ossidi di zolfo	mg/Nm ³	0,0	- *	0,0	10	0	0	0	200	0,0 1,6	0,0 2,1	0,0 4,2
Carbonio organico totale	mg/Nm ³	0,2	- *	0,2	10	0	0	0	20	0,0 2,4	0,2 4,8	0,1 3,0
Polveri	mg/Nm ³	0,4	- *	0,2	5	0	0	0	30	0,0 0,8	0,0 0,9	0,0 0,6
Acido fluoridrico	mg/Nm ³	0,0	- *	0,0	0,5	0	0	0	4	0,0 0,1	0,0 0,2	0,0 0,2
Ammoniaca	mg/Nm ³	0,8	- *	0,7	5	0	0	0	15	0,0 26,8	0,3 1,5	0,0 2,7
Mercurio	µg/Nm ³	5,6	- *	1,1	-	0	0	0	-	0,0 75,6	0,1 5,4	0,0 16,8

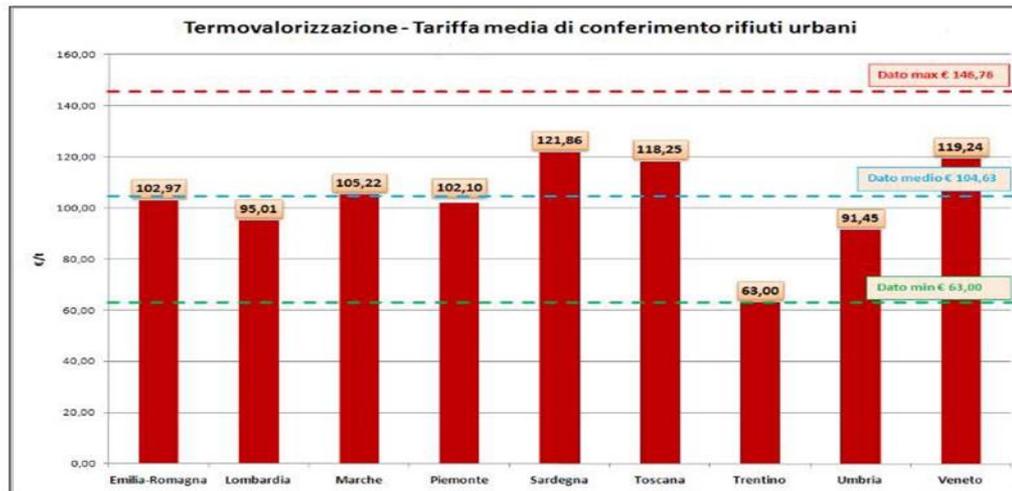
Valores de imisiones medias en la chimenea del incinerador de Turin

De hecho, cuanto más estrictos son los límites impuestos por ley, más aumentan los costos de construcción del sistema de reducción de contaminantes y los costos de gestión de la planta.

Tarifas para la entrega de residuos

Las tarifas para la entrega de residuos son un elemento fundamental para la validez económica del proceso de gestión de los residuos.

En Italia el costo de recogida de residuos pagado por una familia media es de 250-500 Euro/año.



Tamaño de los incineradores: el caso del Ecuador y de Quito

En Italia, con las tarifas pagadas por los ciudadanos y los límites legales de emisiones, un incinerador por ser económicamente válido debe tratar una cantidad de residuos mayor de 100.000 t/año.

El área de recogida correspondiente tiene una población aproximadamente de 500.000 habitantes y el sistema de recogida proporciona el reciclaje antes de la recuperación de energía.

En Ecuador sistemas de incentivos estatales apropiados y tarifas especiales pueden hacer que otros tamaños de plantas más pequeños sean competitivos.

Eficiencia de los servicios públicos y locales

Deseamos, en fin, compartir con Ustedes los resultados de una investigación recién realizada por nuestros economistas para evaluar las variables que más influyen en el costo total de tratamiento de residuos.

Eficiencia de los servicios públicos y locales

Ejemplo de una investigación económica sobre los costes de eliminación de residuos.

La investigación, basada en datos italianos, identifica los determinantes de los costos de recolección y eliminación e identifica las variables que más afectan el costo total. En una segunda fase, identifica las principales causas de ineficiencias mediante regresiones estocásticas.

Los resultados se muestran en las siguientes diapositivas.

Estimación de costes: los principales resultados

Variables	Parameters	Model 1	Model 2	Model 3
$\ln y_D$	β_D	0.750 *** (0.010)	0.740 *** (0.010)	0.721 *** (0.012)
$\ln y_R$	β_R	0.198 *** (0.008)	0.200 *** (0.008)	0.221 *** (0.010)
$\ln p_L$	β_L	0.434 *** (0.048)	0.415 *** (0.048)	0.388 *** (0.054)
$\ln p_K$	β_K	0.200 *** (0.044)	0.231 *** (0.045)	0.164 *** (0.048)
$(\ln y_D)^2$	β_{DD}	0.164 *** (0.012)	0.164 *** (0.012)	0.157 *** (0.012)
$(\ln y_R)^2$	β_{RR}	0.088 *** (0.007)	0.087 *** (0.007)	0.093 *** (0.007)
$(\ln p_L)^2$	β_{LL}	-0.047 (0.371)	-0.141 (0.368)	0.070 (0.374)
$(\ln p_K)^2$	β_{KK}	-1.113 *** (0.400)	-1.017 ** (0.399)	-0.620 (0.441)
$(\ln y_D)(\ln y_R)$	β_{DR}	-0.111 *** (0.008)	-0.110 *** (0.008)	-0.109 *** (0.008)
$(\ln p_L)(\ln y_D)$	β_{LD}	0.047 (0.047)	0.050 (0.047)	0.028 (0.047)
$(\ln p_L)(\ln y_R)$	β_{LR}	0.028 (0.034)	0.043 (0.035)	0.042 (0.035)

La estimación de ineficiencias

Inefficiency model				
$\ln VOTINFO$	δ_{VOT}	-0.515 ** (0.206)	-0.060 (0.101)	0.028 (0.087)
$CORP$	δ_{CORP}		-0.135 ** (0.064)	-0.040 (0.033)
$\ln VOTINFO \times CORP$	δ_{VOT_CORP}		-0.396 ** (0.182)	-0.259 *** (0.098)

Resultados

Los datos muestran que las economías de escala son mayores en el tratamiento de residuos diferenciados que en los no clasificados. En igualdad de condiciones, un aumento del 1% en la cantidad de residuos no clasificados conduce a un aumento del 0,721 al 0,750% de los costos totales, mientras que un aumento del 1% en la cantidad de residuos reciclables conduce a un aumento en el total de costos solamente del 0.221%.

Además, se demuestra que un usuario informado y una transparencia adecuada de los datos económicos ayudan a contener los costes reales de eliminación, en algunos casos hasta un 20%. Esto se debe a que la información pública y el interés de los usuarios incentivan a los tomadores de decisiones públicos a prestar más atención a la gestión del servicio.

Gracias por la atención