

*III Conferencia Internacional:  
Gestión de Residuos en América Latina*

*GRAL 2013*

*Sao Paulo, Brasil, 2013*

**IWWG**

L.F. Diaz

CalRecovery, Inc.

Concord, California USA

Earthgreen, SA

Quito, Ecuador

[ludiaz@calrecovery.com](mailto:ludiaz@calrecovery.com)

**CalRecovery**

# Quienes fundaron la IWWG?

- **Prof. Raffaello Cossu** (University of Padua, Italy)
- **Prof. Peter Lechner** (Universität für Bodenkultur Wien, Austria)
- **Prof. Anders Lagerkvist** (Lulea University of Technology, Sweden)
- **Prof. Yasushi Matsufuji** (Fukuoka University, Japan)
- **Dr Howard Robinson** (Enviros, UK)
- **Prof. Dr. -Ing.Rainer Stegmann** (Hamburg University of Technology, Germany, Chairman)
- **Dr Luis F. Diaz** (CalRecovery Inc., USA)



[www.iwwg.eu](http://www.iwwg.eu)

CalRecovery

# Actividades

- Transferencia de Información
  - Revistas: Waste Management, GRAL
  - Congresos: Sardinia, Venecia, GRAL, otros
- Educación y Capacitación
  - Cursos
  - Talleres
- Otras actividades

# Nuestra Publicación

**gral**  
GESTIÓN DE  
RESIDUOS  
AMÉRICA LATINA

**Recursos y Residuos:  
Gestión, Integración y  
Sostenibilidad**

V. 01, No. 01 - Agosto de 2013



**TONELADAS DE DESPERDICIOS**  
*destruyen la fauna marina*

**JEFES DE REDACCIÓN:**  
DR. LUIS F. DÍAZ  
ING. CARMEN E. DE JANON

RESIDUOS  
ELECTRÓNICOS:  
*su efecto puede  
ser devastador*

GESTIÓN DE  
RESIDUOS SÓLIDOS  
*una visión en América  
Latina y el Caribe*

CONTAMINACIÓN  
AMBIENTAL:  
*la concienciación  
es el primer paso*

En Cooperación con:  
**iwwg**  
International Waste Working Group

Cal Recovery



Earthgreen, SA



Ausente en la foto – el Ing. Hector Collazos

Cal Recovery

*III Conferencia Internacional:  
Gestión de Residuos en América Latina*

*GRAL 2013*

*Sao Paulo, Brasil, 2013*

# Tendencias y Retos en el Manejo de los Residuos Sólidos

L.F. Diaz

CalRecovery, Inc.

Concord, California USA

Earthgreen, SA

Quito, Ecuador

[ludiaz@calrecovery.com](mailto:ludiaz@calrecovery.com)

**CalRecovery**

# Indice

- Introducción
- Manejo de los Residuos
- Tendencias Globales
- Resumen/Observaciones Finales

# Introducción

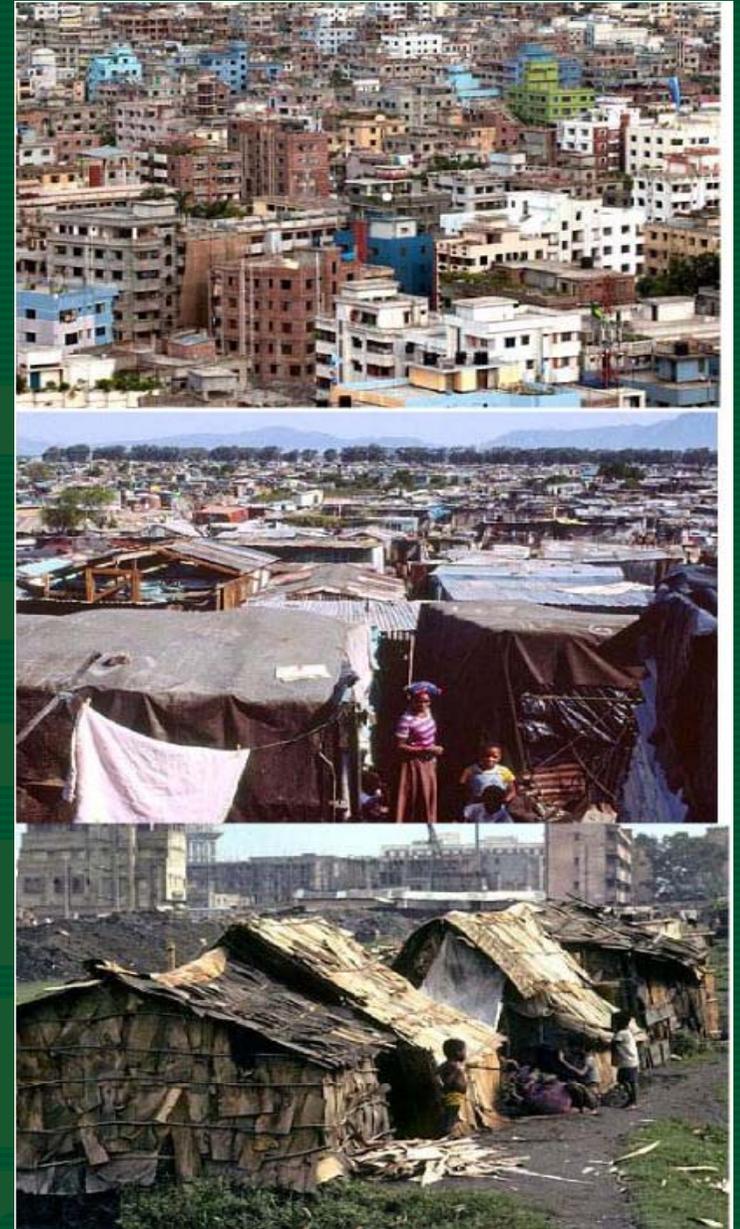
- La población mundial llegó prácticamente a 7 billones de personas en el 2011
  - Población Urbana 3.6 billones
  - Población Rural 3.4 billones
- Se espera que la población mundial llegue a 9.3 billones en el 2050
  - Población Urbana 6.3 billones
  - Población Rural 3.0 billones
- Prácticamente todo el crecimiento poblacional estará concentrado en áreas urbanas de regiones en vías de desarrollo
- Actualmente, más de 800 millones de personas viven en asentamientos humanos

# Introducción (cont')

- En varias áreas del mundo se esta enfatizando el desvío de los residuos destinados a los rellenos sanitarios
- Las motivaciones son similares en la mayoría de las áreas:
  - Protección de la salud publica
  - Protección del ambiente (agua, suelo, etc.)
  - Conservación de Recursos

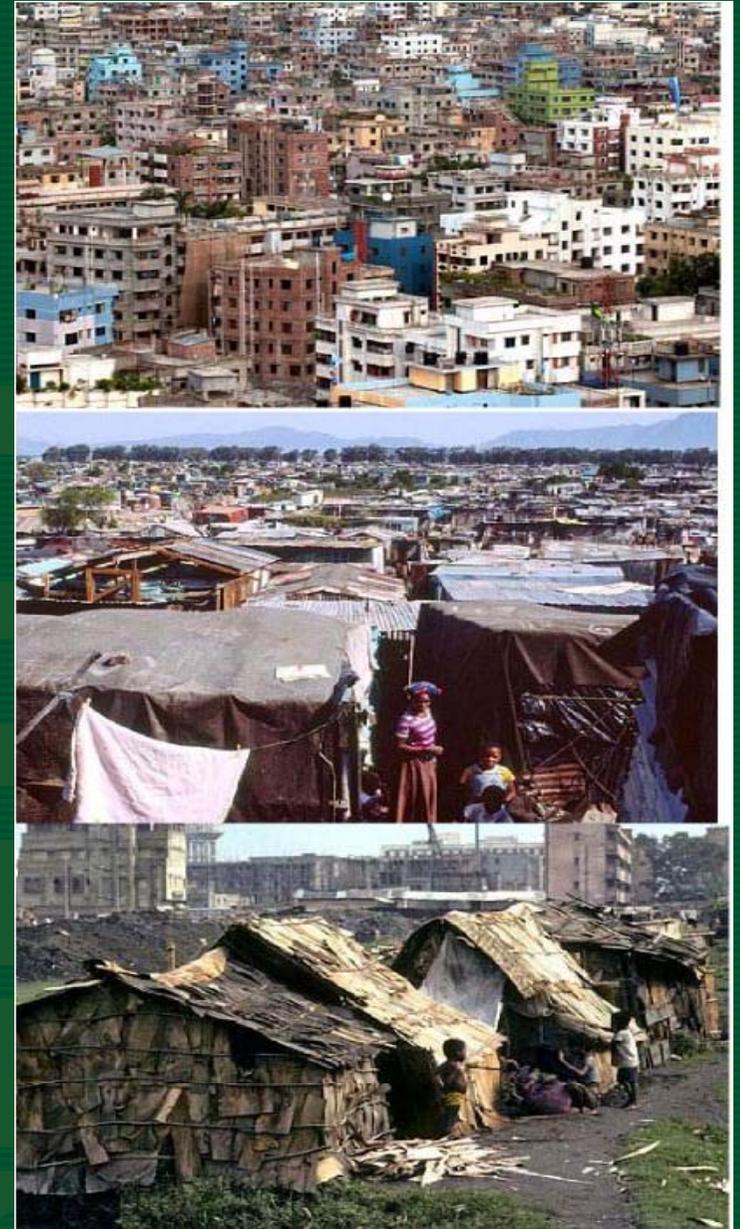
# Principales Retos

- Rápido crecimiento poblacional y urbanización
- Cambio Climático
- Falta de suministro de agua potable
- Inadecuado saneamiento
- Mal manejo de los residuos sólidos



# Principales Retos

- Insuficiente conocimiento de los fundamentos científicos relacionados con el manejo de los residuos sólidos



# Implicaciones debido a la Urbanización

- Ciudades del mundo ocupan sólo el 2% de la superficie de la Tierra, pero contribuyen:
  - Del 60 al 80% del consumo de energía
  - Alrededor del 75% de las emisiones de carbono
  - Aproximadamente el 70% del PIB mundial
  - Consumen aproximadamente el 70% de todos los recursos

# Implicaciones por la Falta de Conocimiento

# Asia -- Filipinas

- Manila en los 1980s



# Botadero después de su Clausura



# Asia -- Filipinas



Payatas -- Manila, antes del deslizamiento

# Asia -- Filipinas



Payatas -- Manila, después del deslizamiento

# Manejo de los Residuos Sólidos Municipales

- Industrializados: reducción en la fuente, reúso, recuperación de materiales y de energía y rellenos sanitarios (principalmente se aplica las 3Rs)
- En proceso de Industrialización
  - Ingresos medios: recuperación de materiales y de energía de manera “formal” limitada, algunos rellenos sanitarios
  - Ingresos bajos: relativamente alta recuperación de materiales de manera informal y botaderos al cielo abierto



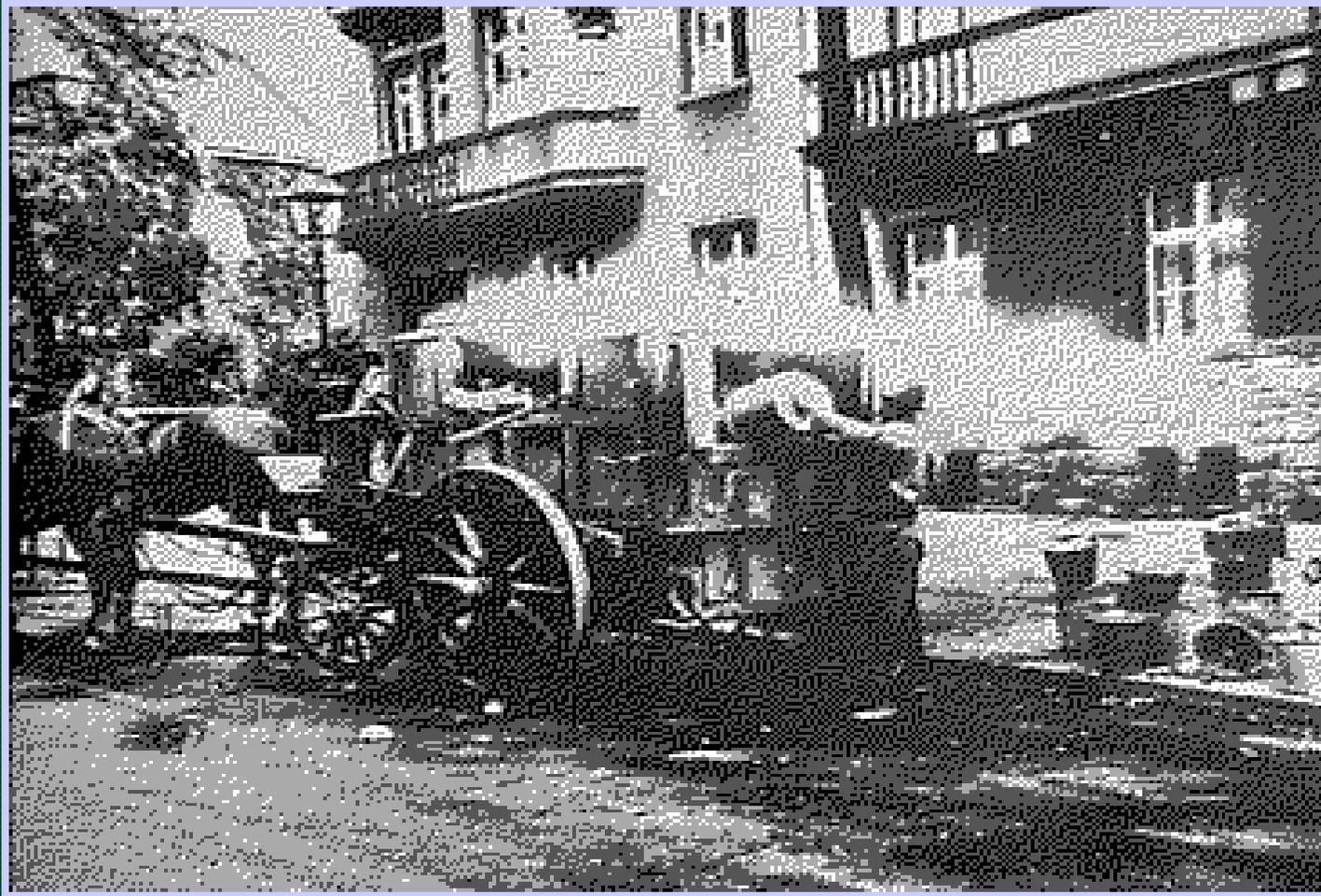
©Reuters

# Evolución del Manejo de los RSM

# 1930s a Mid 1940s

- Instalaciones de “incineración” de particulares y de empresas
- Reciclaje parcial realizado durante la recogida y la disposición final
- Residuos dispuestos de manera indiscriminada en la tierra y se quemaban o descargados en los cuerpos de agua
- El primer relleno sanitario “moderno” abierto en Fresno, California en 1937

# Recolección Principalmente Realizada Manualmente Usando Carretas y Animales



Viena, Austria



## San Francisco, California 1930s

Fuente: California Refuse Removal Council – Northern District.

# Mid 1940s a Finales de los 1940s

- La USPHS comienza a trabajar en los residuos sólidos junto con la Asociación Americana de Obras Publicas (American Public Works Association (APWA))
- La USPHS fue la entidad que eventualmente conformó la US EPA

# Introducción de Algunos Vehículos Motorizados para la Recolección de los Residuos pero aun no Especializados



Fuente: California Refuse Removal Council – Northern District.

# 1950s a 1960s

- Instalación de algunas plantas de compostaje para el tratamiento de RSM mezclados
- Estudios exhaustivos sobre el compostaje llevados a cabo por la Universidad de California en Berkeley
- USPHS y APWA publican directrices recomendadas para la recolección y disposición final de los RSM
- Nuevo equipo, especializado desarrollado para la disposición final

# Disposición Final de los Residuos Sólidos por medio de Botaderos a Cielo abierto aun muy Común



# 1960s a 1970s

- Aprobación de la Ley de Aire Limpio (1963)
- Aprobación de la Ley de Disposición de Residuos Sólidos en 1965
- Medidas adoptadas para erradicar los botaderos a cielo abierto
- Establecimiento de varias instituciones gubernamentales (a nivel estatal para mejorar el tratamiento y eliminación de los residuos sólidos)
- Estados comienzan a adoptar el concepto de relleno sanitario

# 1960s a 1970s (cont.)

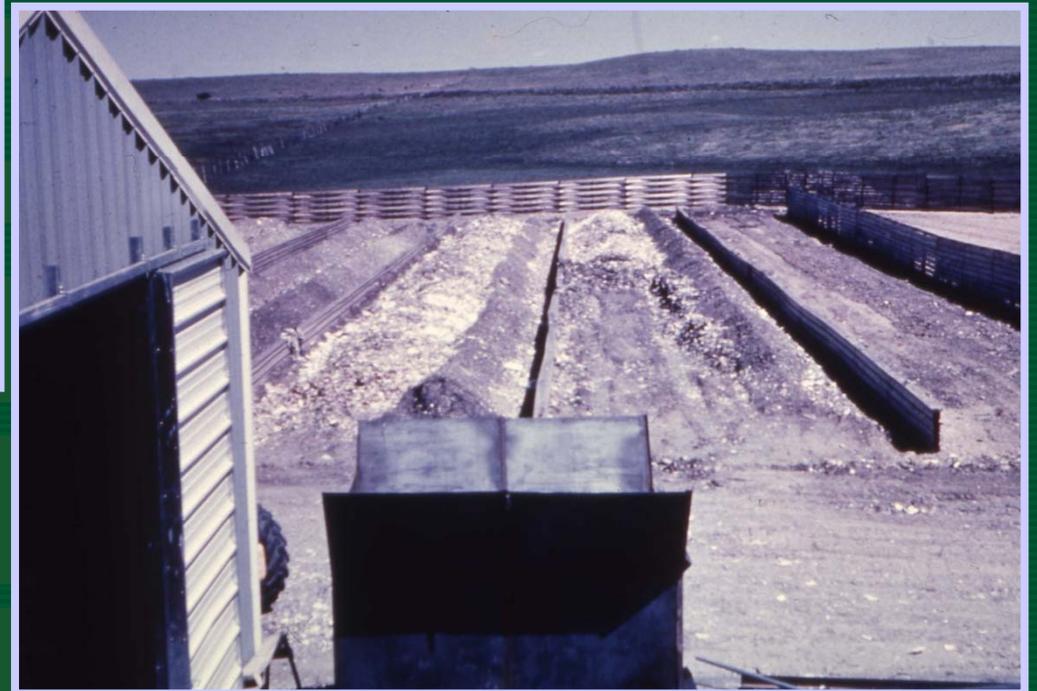
- Emisiones y malos olores de los incineradores persisten, varias instalaciones clausuradas
- Identificación de la migración de gas de los rellenos sanitarios como un problema
- Aumento en los niveles de financiación impulsó el comienzo de los programas de demostración



# Planta de Pirolisis por Monsanto en Baltimore, Maryland, USA



# Compostaje de RSM en Johnson City, Tennessee, USA



# Enfasis en la Reducción de Personal en el Proceso de Recolección

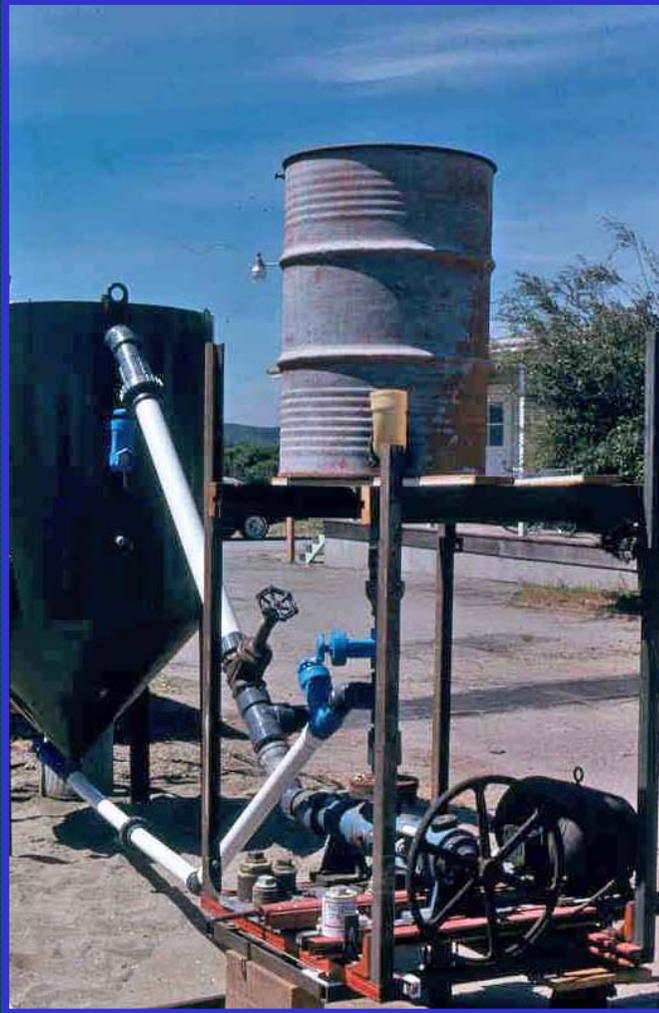


# Inicio de los Programas de Reciclaje para Recuperar Materiales Segregados en la Fuente (3Rs)



Berkeley, El Cerrito,  
California  
1970s

# Digestores para Residuos de Comida – Escala Piloto en Richmond, California (1984)



# Evolución del Compostaje Moderno



1950s



1970s

# UC Berkeley – Estación Experimental de Richmond Recuperación de Pulpa de Papel



# Inicio de Programas de Formales de Reciclaje con Segregación en la Fuente (1980s)



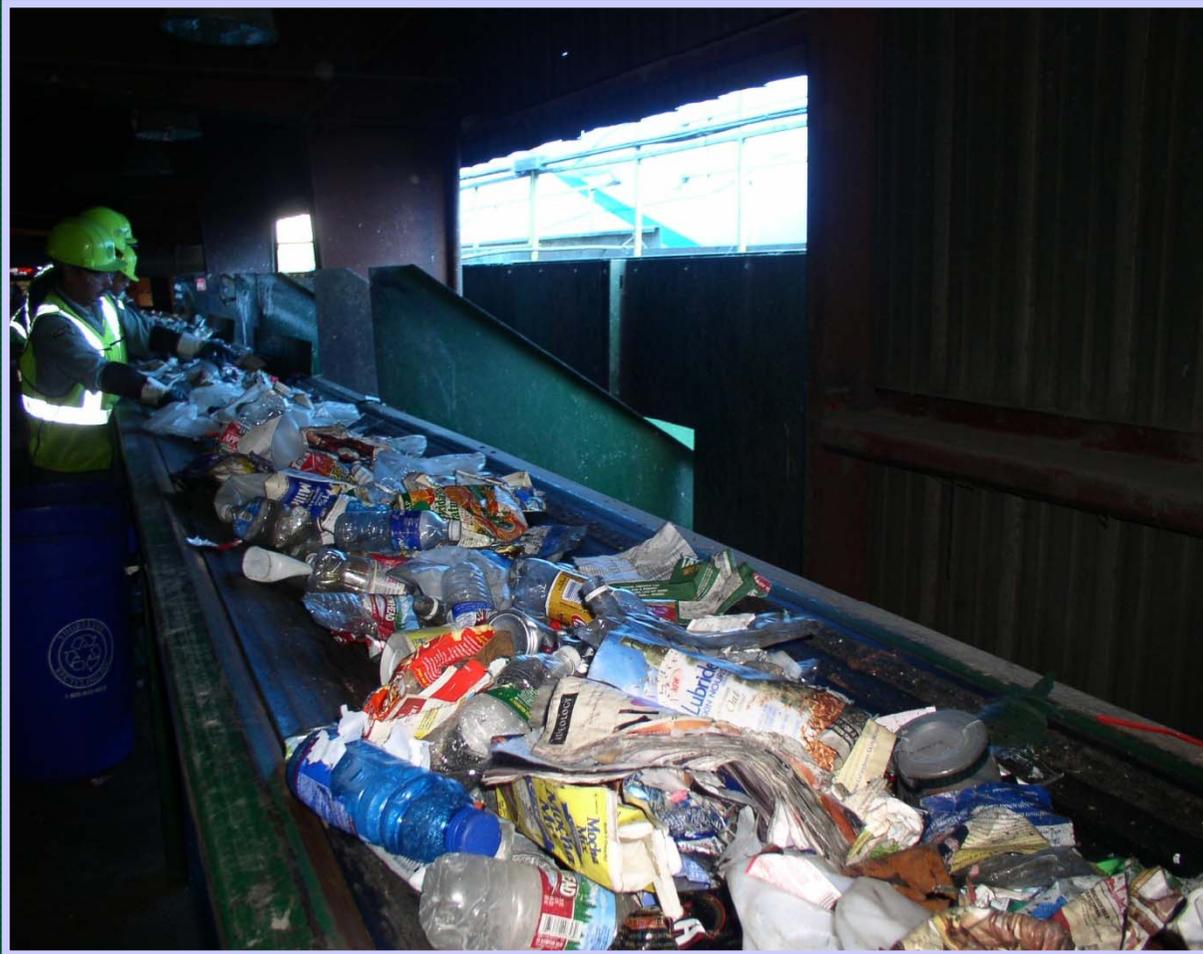
# 1980s a 2000s

- EPA promulga nuevos criterios de SLF para ser puestas en práctica por los Estados (1991)
- Desempeño de Nuevas Fuentes y Pautas para Emisiones que requieren que el biogás sea captado (1996)
- La primera planta para la producción de energía a partir del biogás es construida
- Legislación tributaria que brinda crédito para impulsar el desarrollo de proyectos de biogás para la producción de energía es aprobada

# Desarrollo del Interés en Conversión Térmica y la Aplicación de Varios Diseños Europeos



# Introducción de Plantas para la Recuperación de Materiales a Gran Escala (procesando RSM mezclados)



# Establecimiento de Instalaciones para el Compostaje de Residuos de Jardín



# UE – Tratando de Incrementar Los Niveles de Desvío de los RSM de los RS

- Importancia de una correcta gestión de los residuos biodegradables
- Impacto de los residuos biodegradables en los rellenos sanitarios
- Introducción de varias iniciativas legislativas en los países europeos
- Efectos de la legislación sobre los requisitos de pre-tratamiento de RSM

# Desarrollo de la Legislación en la UE

- Limitada legislación específica en materia de gestión de residuos biológicos
- Legislación primaria:
  - Directiva que trata sobre los lodos de depuradora
  - Directiva de animales que cubre el procesamiento y eliminación de residuos
  - Directiva de rellenos sanitarios - afecta el tratamiento biológico de los residuos biodegradables
  - Propuesta de normas sanitarias para subproductos de animales

# Directiva sobre Rellenos Sanitarios

- Se puso en efecto en Julio de 1999
- Fue la primera directiva en definir residuos biodegradables
- Fija metas de desvío de residuos de los rellenos sanitarios
- Fija excepciones para países que disponían de, por lo menos, el 80% de sus residuos en rellenos sanitarios en el año 1995

# Directiva sobre Rellenos Sanitarios (cont.)

- Requiere un tratamiento de los residuos con potenciales impactos negativos a la salud y al ambiente
- Residuos no reciclables (RSM sin los materiales reciclables y sin los residuos biológicos) tienen un potencial de impacto negativo
- Requiere contabilidad de costo total para los rellenos, incluyendo la clausura y mantenimiento posterior durante al menos 30 años

# Tecnología

- Procesos más comúnmente utilizados para el tratamiento de residuos biológicos y para cumplir con los requisitos de la UE:
  - combinaciones de procesos biológicos
  - digestión anaerobia y compostaje
  - aumento de la capacidad de plantas en la UE desde 1990 hasta 2000:
    - compost: de 2 millones de toneladas a cerca de 16 millones de toneladas
    - DA: de 0,1 millones a aproximadamente 1,0 millón

# Sistemas de Digestión Anaerobia

- Sistemas utilizados:
  - Alta concentración de sólidos ( $> 15\%$  ST)
  - Baja concentración de sólidos ( $< 15\%$  ST)
- Sistemas operando con bajas concentraciones de sólidos han reportado tener menores problemas que aquellos operando con concentraciones de sólidos altas

# DIGESTION “HUMEDA”: Extrusión



# Reactor Anaerobio (Proceso Húmedo)



Remoción del Líquido  
(extrusión)



Líquido Extraído de la  
fracción sólida

# Digestor Anaerobio (Digestión Húmeda)



Digestor para Procesar  
el Líquido

# DIGESTION “HUMEDA”:

## Fracción Solida



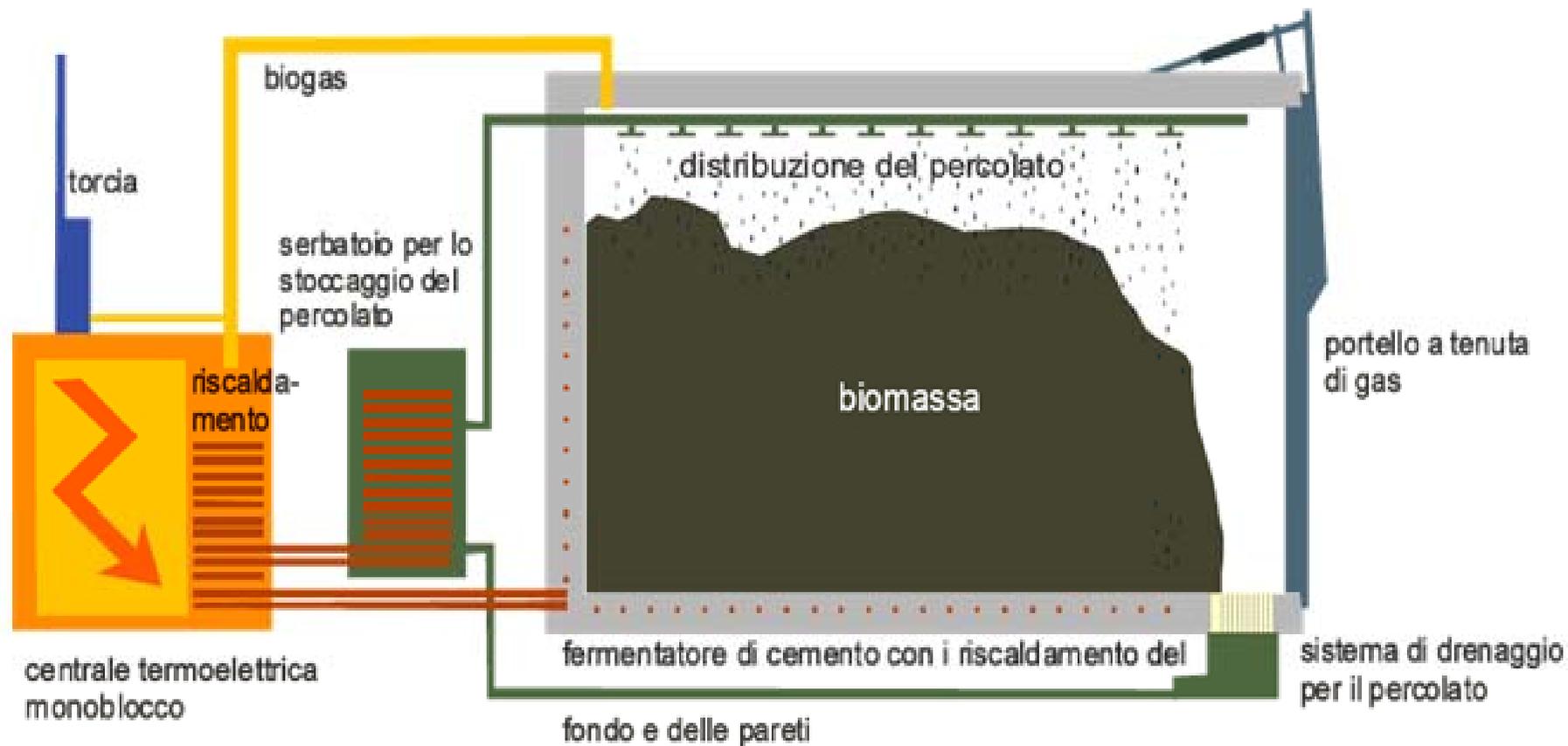
# Residuos de Jardín y Poda



# Fracción Sólida: Compostaje



# DIGESTION ANAEROBIA "SECA"



Fuente: A. Chiumenti

# DIGESTION ANAEROBIA “SECA”



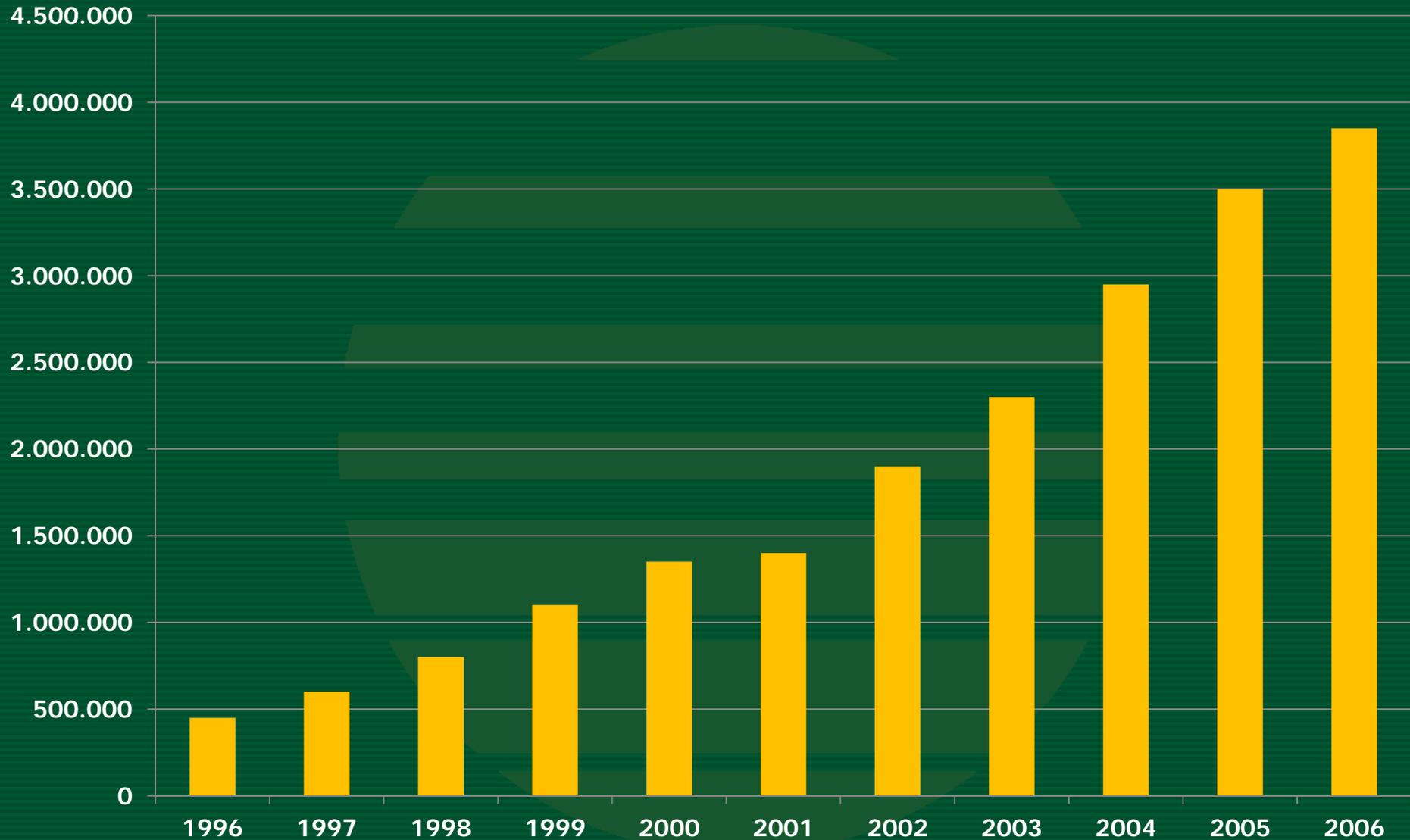
# DIGESTION ANAEROBIA “SECA”



# Manejo de Residuos Orgánicos en Europa

- Residuos orgánicos potenciales en la UE15:
  - 15 millones ton/año
- Tratadas :
  - 11 millones de ton de bioresiduos y 7 millones ton de residuos de jardinería
  - 3.5 millones de ton a DA
- Todas las plantas procesan:
  - ~42%
- 8.5 millones de ton de compost

# Capacidad Instalada de DA en la UE (ton por año)



# Crecimiento de Plantas de Biogas en Alemania

- Numero de plantas a incrementado sustancialmente:
  - 100 en 1990
  - 1050 en 2000
  - 2800 en 2005

# Sistemas de Compostaje

- Tipos de sistemas usados:
  - Pilas aireadas estáticas
  - Pilas aireadas con procesos mecánicos
  - Sistemas contenerizados
- Aproximadamente el 70% de la materia orgánica en Alemania es convertida en compost en reactores

# USA – Proceso para Incrementar Niveles de Desvío

- Estrategias varían de estado a estado
- Leyes en California :
  - AB 2020 (1986) – valores para la recuperación de envases de bebidas
  - **AB 939 (1989) - objetivos de desviación estipulados**
  - SB 1322 (1989) - programas para mejorar los mercados de materiales reciclables
  - AB 2076 (1991) - Programa de reciclaje de aceite usado

# California – Metas y Niveles de Desvío

- AB 939 estipula el desvío del 50% en el año 2000 a cada jurisdicción – algunas ciudades han establecido metas de desvío mas altas
- El desvío en California a incrementado constantemente:
  - 1990 – 17%
  - 1995 – 28%
  - 2000 – 42%
  - 2002 – 48%
- En el año 2000, casi la mitad de las jurisdicciones habían cumplido con la meta del 50%
- Actualmente algunas jurisdicciones han llegado a un desvío del 70% de los RSM de los rellenos

# California – Como llegar al 50% de Desvío

- Programas multifacéticos :
  - Tipos de generadores
  - Materiales
  - Enfoques
- Incorporan la participación de recicladores privados
- Educación pública
- Motivación económica

# California – Sobrepasando el 50% de Desvío

- Mejorando/ampliando programas existentes
- Incluyendo los sectores residenciales y comerciales
- Introducción de nuevos programas, por ejemplo:
  - C & D
  - residuos alimenticios
  - proporcionando incentivos adecuados para el proveedor del servicio de recogida y al procesador
- Tratando de aplicar nuevas tecnologías de conversión

# Residuos de Comida

- Características de los residuos de comida:
  - Representan entre el 5% y el 20% de los residuos residenciales
  - Altamente putrescible, alto contenido de humedad
- Almacenamiento/ recolección presentan desafíos:
  - potencial de generación de malos olores
- Requiere contención hermética
- Difícil de segregar (especialmente los residuos comerciales)

# Ejemplo: Compostaje de Residuos de Comida



# Tendencias Globales

# Tendencias mundiales que impulsan el uso de los recursos

- Rápido crecimiento demográfico
- Alto nivel de uso de recursos y de energía en los países industrializados
- Industrialización acelerada en las grandes economías emergentes (BRIC)
- El aumento de la riqueza, altos niveles de consumo, y
- Relativa facilidad de comercio mundial

# Consecuencias de las Tendencias Mundiales

- Cambio climático debido al consumo de combustibles fósiles
- Pérdida de biodiversidad y de ecosistemas
- Pérdida de suelo fértil
- Continuo aumento de la generación de residuos sólidos

# Uso de Recursos

- En la UE-27
  - promedio de uso de recursos materiales es de aproximadamente 16 toneladas / persona-año. La mayoría termina como material acumulado en la economía, el resto es convertido en emisiones o residuos
  - promedio de generación **total** de residuos cerca de 6 toneladas / persona año- (16 kg / persona-día). RSM es de aproximadamente 1,4 kg / persona-día)

# Balanza comercial entre la UE-27 y el Resto del Mundo

- De la UE al Resto del Mundo
  - 1999: 397 millones de toneladas
  - 2008: 536 millones de toneladas
- Del Resto del Mundo a la UE
  - 1999: 1,340 millones de toneladas
  - 2008: 1,798 millones de toneladas (1,384 millones de toneladas de combustibles y productos de minería)

# Desacoplamiento

- Uso de recursos desvinculado del crecimiento económico
- Puede ser debido al aumento de las importaciones que sustituyen producción nacional
- No están utilizando menos recursos materiales, sino confían en los que se extraen y se procesan en otros países (p.e. 1 tonelada de platino deja 400.000 toneladas de residuo detrás)

# Sostenibilidad en el Manejo de los RSM

- La sostenibilidad es un importante criterio en la selección de tecnología relacionada con los RSM
- Actualmente estamos pasando por una transición de disposición esencialmente en la tierra a la minimización, reciclado y otras tecnologías
- Sin embargo, todavía están tratando de determinar si los pilares de la sostenibilidad se aplican correctamente

# Incineración in la UE

Spittelau – Viena,  
Austria

Instalación  
situada dentro de  
una Zona Urbana









# Sumario

- Unión Europea
  - Políticas relativamente sofisticadas, recursos/residuos
  - Directiva sobre rellenos limita la disposición de materia orgánica en los rellenos
  - Imposición de impuestos a los rellenos
  - Operaciones para el procesamiento de materia orgánica y del residuo son generalmente cerradas y de alta tecnología

# Sumario

- US / California
  - AB 939 obliga el desvío de materiales (del relleno sanitario)
  - Varias otras leyes han sido adoptadas (AB 32, SB 375, etc.)
  - Generalmente tecnologías de baja a medio nivel a cielo abierto para procesar materia orgánica
- Países en vías de industrialización
  - Muy pocos tienen políticas nacionales relacionadas con los RSM, pocos rellenos sanitarios, varios botaderos a cielo abierto, un relativamente fuerte sistema de reciclaje informal

# Observaciones Finales

# Situación de nuestra Industria

Muchos cambios se han llevado a cabo en las prácticas de gestión de residuos durante los últimos 70 años



# Situación de nuestra Industria (cont.)

- Sin embargo, aun estamos consumiendo grandes cantidades de artículos todos los días
- Por ejemplo, en la UE, cada persona produjo:
  - 460 kg de residuos sólidos por año en 1995
  - 520 kg de residuos sólidos por año en 2004
  - 680 kg de residuos sólidos proyectado para el año 2020

# Conclusiones/Recomendaciones

- Información limitada o contradictoria para la toma de decisiones de gestión importantes
  - Se necesita información fiable, con base científica
- Veracidad en la notificación de los resultados de los programas
- Estrategias utilizadas por la mayoría de los países industrializados:
  - minimización de residuos
  - Reciclaje (incluido el tratamiento biológico)
  - desviación de materiales de los vertederos - ahora tratando de procesar los residuos "resto"

# Conclusiones/Recomendaciones

- Estrategias usadas por países en vías de desarrollo:
  - Reciclaje informal
  - Disposición final en la tierra
- A continuación se presentan algunas sugerencias específicas para los países en vías de desarrollo económico

# Claves para el Exito

- Fuerza de voluntad política para resolver el problema de los residuos sólidos
- Desarrollo de planes realistas:
  - Tecnología adecuada (selección del sitio, diseño de instalaciones)
  - Recursos disponibles (humanos y financieros) para tener operaciones sustentables
  - Disponibilidad de usos/mercados (calidad del producto)
- Establecimiento de buenos sitios para la disposición final

# Claves para el Exito

- Educación
- Educación
- Educación
  
- Y .....

# Tener imaginación



# No sobre cargarnos



# Incorporar a los Recicladores en el Manejo de los Residuos



**Eventualmente cambiar  
nuestro estilo de vida**

# Estilo de Vida en Alemania

(Fuente: Menzel, So isst der Mensch, 2005)



Comida para una semana

# Estilo de vida Area Rural - Ecuador

(fuente: Menzel, So isst der Mensch, 2005)



Comida para una semana

**Muchas gracias por su  
Atención**