

CONAMA 

Congreso Nacional del Medio Ambiente
CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Sala Dinámica 4

SACYR

Juan José Moraga

Director General Técnico
SUFI

Crecemos tanto como nuestra Gestión Ambiental

EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO



APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DEL PLASMA AL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

CONAMA  8

CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

www.conama.org

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS. PROBLEMÁTICA ACTUAL

- **AUMENTO DE LA PRODUCCION**
 - Producción ligada al consumo
 - Incrementos medios de producción anuales del 5-10 %
- **INCREMENTO DE LOS COMPONENTES INORGÁNICOS EN LOS RESIDUOS**
 - Aumento del contenido de los residuos en plásticos, vidrios, metales, etc.
- **AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS E INDUSTRIALES**
- **ESCASEZ DE LAS INFRAESTRUCTURAS PARA DISPOSICIÓN FINAL**
- **NECESIDAD DE APLICACIÓN DE CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA GESTIÓN**

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS. POLÍTICA DE ACTUACIÓN

LOS PLANES DE GESTIÓN ESTÁN DESARROLLADOS O TOMADOS COMO BASE LOS CRITERIOS DE LAS 3R QUE ESTABLECE COMO OBJETIVOS PRIORITARIOS:

1. REDUCCIÓN

2. REUTILIZACIÓN

3. RECICLAJE

* CONJUNTAMENTE CON ACTUACIONES DE

4. VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS NO REUTILIZABLE O RECICLABLE

5. MINIMIZACIÓN DEL DEPÓSITO FINAL Y SU ACONDICIONAMIENTO

GESTIÓN SOSTENIBLE

APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN QUE PERMITAN:

- **LA UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE NO CONTAMINANTE CON LOS SIGUIENTES EFECTOS:**
 - Ahorro de energía primaria
 - Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero
- **LIMITAR EL IMPACTO NEGATIVOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE POR EMISIONES A:**
 - Atmósfera
 - Suelos
 - Aguas superficiales y subterráneas

TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS RESIDUOS

- **PROCESO DIGESTIÓN ANAERÓBICA:**

- En vertedero
- En digestores

- **PROCESO TÉRMICOS:**

- Pirolisis
- Incineración
- Gasificación

DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS

- DIGESTIÓN ANAERÓBICA

- Transformación, en ausencia de oxígeno, de la materia orgánica biodegradable por la acción de bacterias metanogénicas con producción de un combustible (biogás) rico en metano (50-60%) y CO₂ y un residuo con alto contenido en nutrientes y sales minerales.

- PIROLISIS

- Tratamiento térmico, en ausencia de oxígeno, de compuestos orgánicos complejos para transformarlos en otros productos con una mayor capacidad de valorización:
 - * Gas compuesto de H₂, CO₂, e Hidrocarburos
 - * Hidrocarburos licuados
 - * Residuo sólido carbonoso

- INCINERACION

- Proceso de oxidación en un medio con exceso de oxígeno con producción de energía térmica recuperable a través de la energía contenida en los productos de la combustión.

DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS

- GASIFICACION

- **Proceso de oxidación en condiciones de defecto de oxígeno con producción de un gas susceptible de valorización energética posterior o transformación en otros productos de composición compleja: metanol, gasolina, plásticos, etc.**

Los procesos anteriores presentan las siguientes características en su aplicación:

- * La necesidad de disponer, excepto en la digestión anaeróbica, de una fuente de energía térmica, especialmente los procesos de pirólisis y gasificación, que aporte la energía necesaria para la disociación de los componentes del producto a tratar y mantener las reacciones necesarias para la obtención de los productos finales.
- * No ser tratamientos de reducción completa de los materiales tratados. Requieren infraestructuras auxiliares de vertido, en más o menos grado, de los subproductos no reutilizables, que pueden ser clasificados como de residuos peligrosos.
- * Presencia de contaminantes de difícil reducción en los productos finales. Algunas de las características anteriores, particularmente la presencia de productos de composición compleja en las emisiones, produce un fuerte rechazo social de estos procesos (incineración).
- **La tecnología del plasma, aplicada al tratamiento térmico de los residuos, permite superar los aspectos negativos anteriores dadas las reacciones químicas que provoca y el elevado nivel termodinámico al que se realiza la aportación térmica.**

DEFINICIÓN Y PROPIEDADES DEL PLASMA

GAS IONIZADO CONTIENDO

- Partículas eléctricamente cargadas: Electrones e iones.
- Neutras: átomos, moléculas y fotones.
- Átomos excitados.

Con un comportamiento que presenta las siguientes características diferenciales respecto al estado gaseoso:

- Conduce la electricidad y la luz.
- Es sensible a los efectos de los campos magnéticos.

Al estado del plasma se puede llegar por:

- Choque entre las partículas que conforman el gas. La actuación ideal para ello es el bombardeo del gas mediante un flujo de electrones de alta densidad: inyección de gas en el seno de la descarga de un arco voltaico.
- Aportación de energía calorífica.
- Absorción de radiaciones de una determinada longitud de onda.

A nivel industrial la utilización del arco voltaico constituye la aplicación más generalizada. Las partículas eléctricamente cargadas y los átomos excitados presentes en el plasma son altamente inestables: se están generando y retornando a su estado inicial de forma continua; con aportación de energía en los procesos de creación y restitución de los átomos y partículas excitadas. Esta aportación continua de energía provoca el mantenimiento de elevadas temperaturas en el plasma y lo convierten en una fuente óptima para los procesos de tratamiento térmico.

DEFINICIÓN Y PROPIEDADES DEL PLASMA

PROPIEDADES DEL PLASMA COMO FUENTE DE ENERGÍA PARA LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS

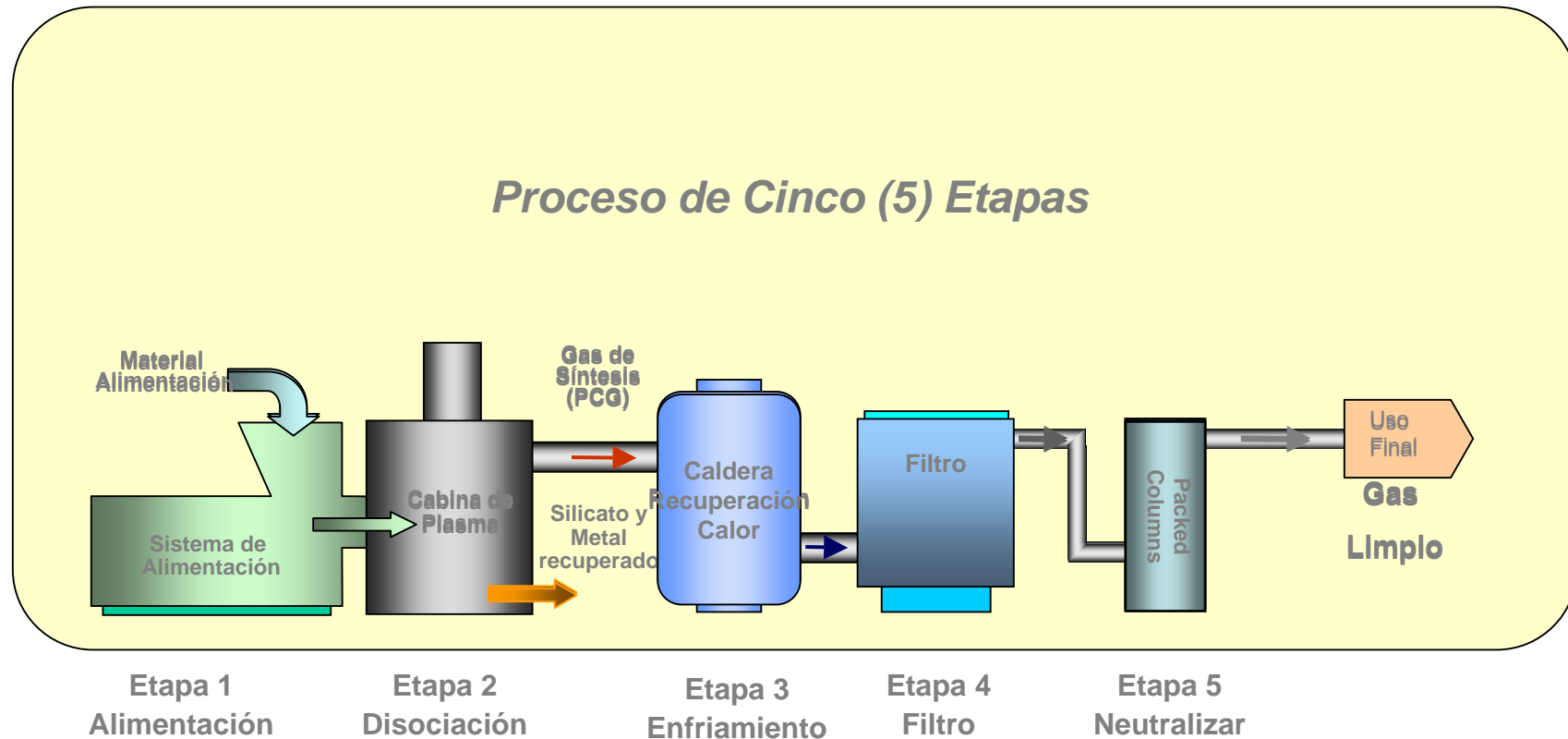
- **Alta concentración de energía**
 - Permite la reducción de tamaño de los sistemas de transferencia de la energía.
- **Un elevado nivel termodinámico de aporte de la energía (se pueden alcanzar temperaturas entre 15.000 y 20.000 grados centígrados) con los siguientes efectos:**
 - Se favorece la velocidad de las reacciones entre elementos primarios en nuevas moléculas simples: hidrógeno, monóxido de carbono, etc.
 - Cracking térmico de las moléculas complejas. Eliminación de productos tóxicos.
 - Fusión de los componentes orgánicos
- **Aporte Energético en atmósferas inertes controladas**
 - No incorporar con la energía otros materiales susceptibles de contaminar los efluentes del tratamiento.

Lo anterior convierte a los procesos de tratamiento térmico de los residuos mediante plasma, particularmente en su variante de gasificación, en la mejor tecnología disponible para su tratamiento al conseguir el cumplimiento de los objetivos básicos de:

- **Alto rendimiento energético**
 - **Ratio de energía: Energía producida/energía consumida = 4**
- **Descomposición del residuo en productos de fácil reutilización:**
 - **Gas de síntesis**
 - **Materiales sólidos vitrificados**
 - **Metales**
- **Producción mínima de rechazos en condiciones óptimas para su reutilización o disposición final:**
 - **Reducción de volumen de 300 a 1**

La aplicación industrial del tratamiento se consigue mediante un proceso de gasificación y fusión de los componentes del residuo en un reactor/convertidor de plasma, complementado con procesos auxiliares de acondicionamiento de los productos para su utilización.

ESQUEMA DEL TRATAMIENTO (PROCESO DE 5 ETAPAS)



Etapa 1

- Alimentación:
Sólidos
Líquidos
Gases

Etapa 2

- Disociación : se usa el plasma para la destrucción de los materiales a nivel molecular de forma total e irreversible.

Etapas 3-5

- Enfriamiento
- Filtro
- Neutralizar

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE GASIFICACIÓN CON PLASMA

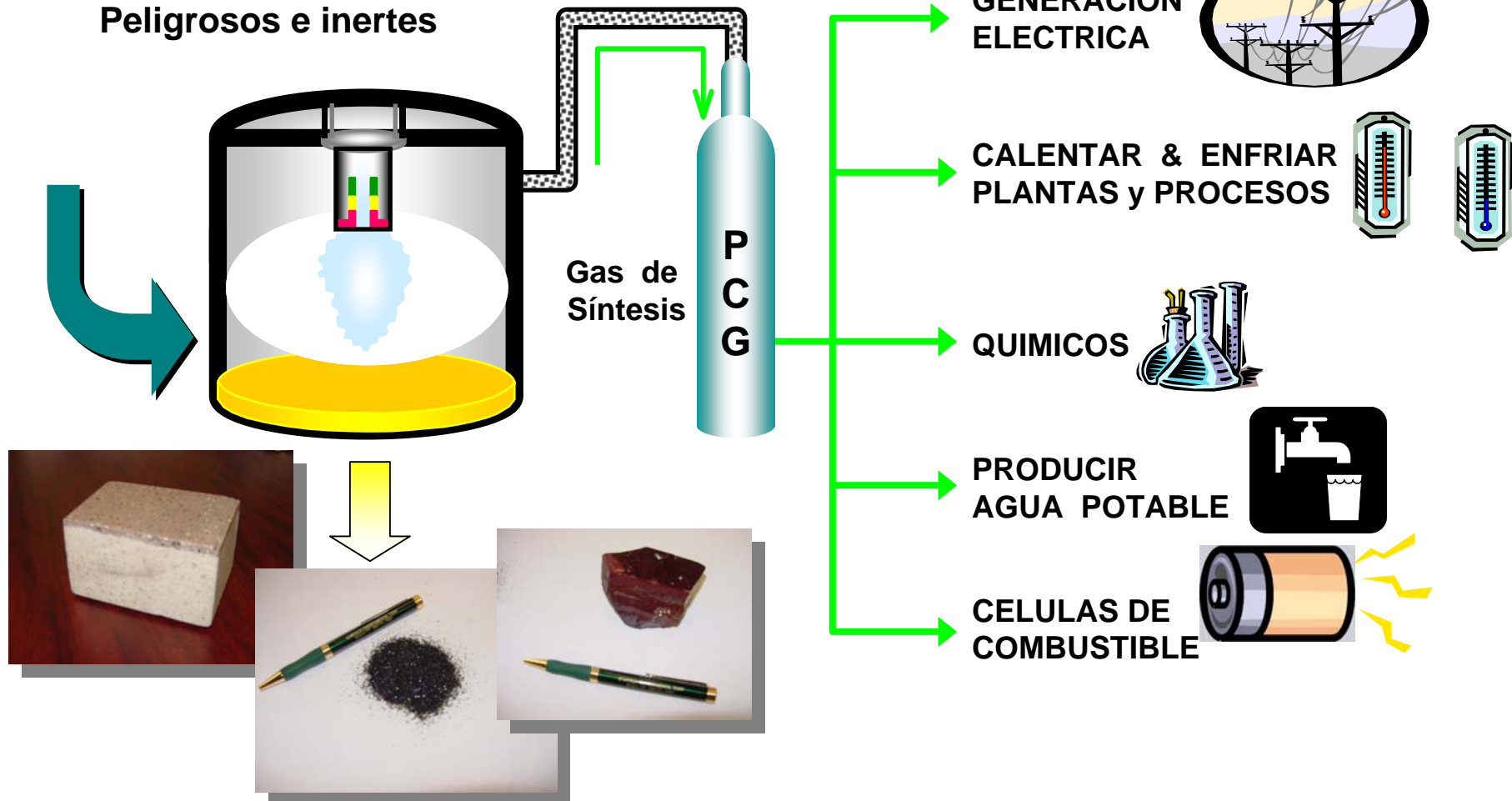
- **La obtención de un gas de síntesis valorizable como combustible o materia prima para procesos de producción de metanol o gasolina:**
 - Composición básica del gas: hidrogeno y monóxido de carbono.
 - Está composición puede variar en función de:
 - El gas plasmajeno para producir el plasma.
 - Las condiciones térmicas del proceso.

- **La vitrificación de los materiales inorgánicos presentes en los residuos, tras su fundición por las altas temperaturas y posterior solidificación:**
 - Obtención de un producto vitreo e inerte, no lixiviable, susceptible de aplicaciones industriales.

- **La disociación completa molecular, temperaturas del proceso superiores a 2.700 C, con formación de estructuras irreversibles simples (cracking térmico), que elimina la posibilidad de presencia en los efluentes de compuestos orgánicos volátiles, dioxinas y furanos.**

PRODUCTOS DEL PROCESO (Gas de Síntesis y Silicato)

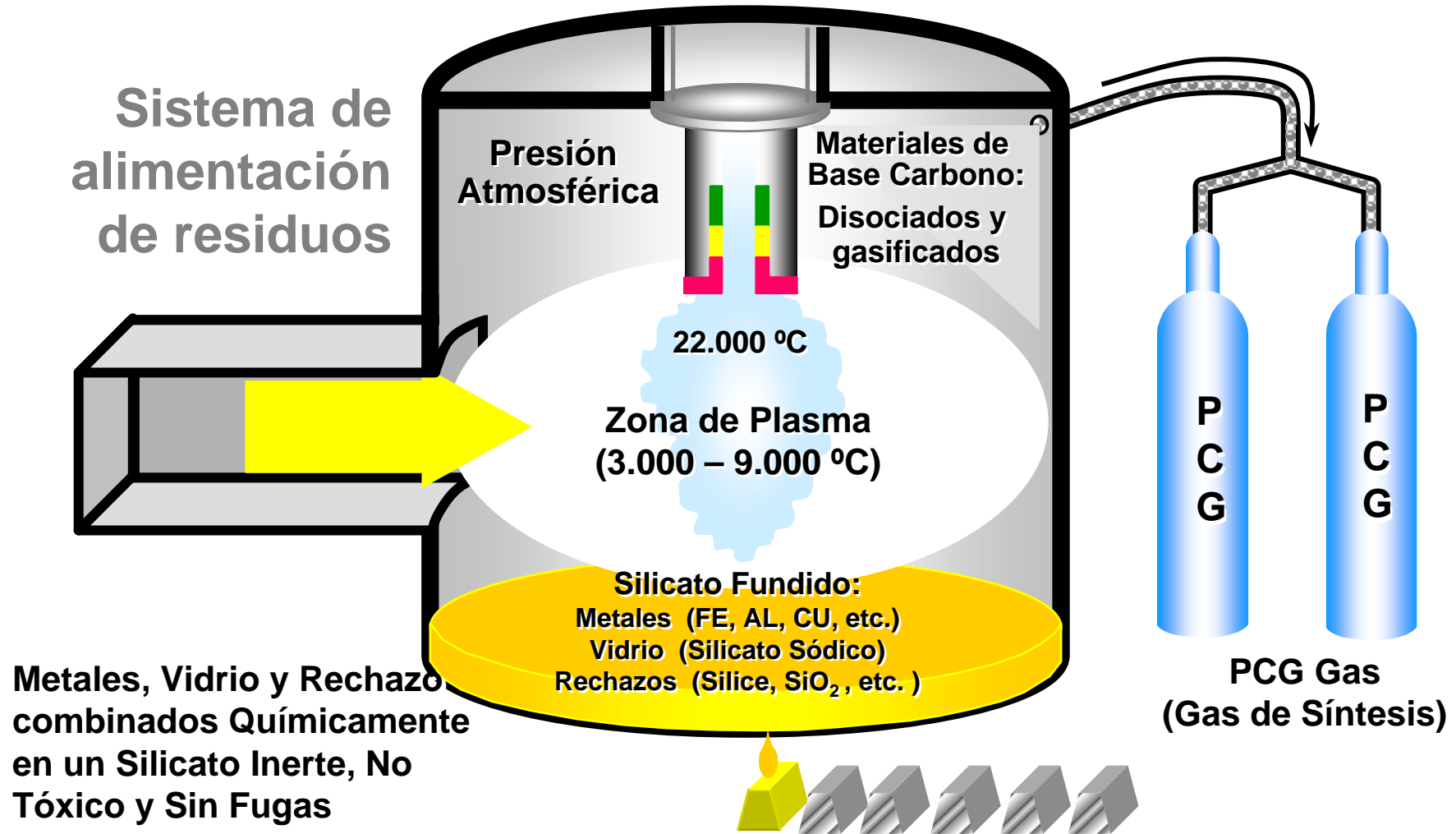
Material de alimentación:
Sólidos, Líquidos & Gases
Peligrosos e inertes



COMPONENTES PRINCIPALES DEL REACTOR/GENERADOR

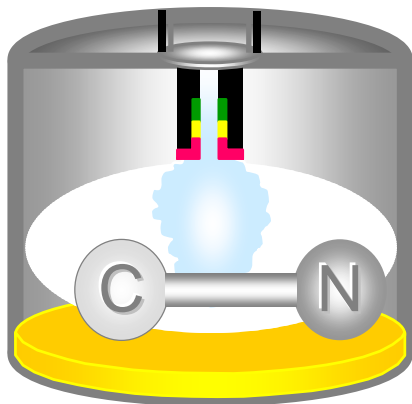
- **Antorcha de plasma o generador del haz**
- **Sistema de alimentación eléctrica**
- **Sistema de alimentación de producto**
- **Sistema de evacuación de los productos: gas, escorias**

LA CÁMARA DEL CONVERTIDOR DE PLASMA/ESQUEMA



LA CÁMARA DEL REACTOR DE PLASMA/ESQUEMA

En el reactor de plasma se transforman sustancias tóxicas en elementos necesarios para la vida



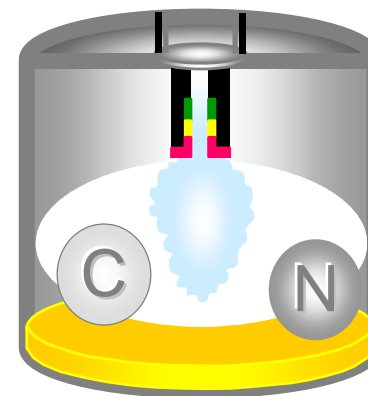
Introducimos una sustancia tóxica

El Cianuro es un veneno mortal y un producto químico industrial importante, constituido por la unión de un átomo de carbono y otro de nitrógeno.



Disociación
(rotura de enlaces)

La intensidad de la energía radiante contenida en el interior del Sistema Convertidor de Plasma provoca la rotura de los enlaces de la molécula de Cianuro, separando el carbono del nitrógeno.



Extracción de Sustancias necesarias para la Vida

El carbono y el nitrógeno forman parte de los elementos críticos necesarios para el mantenimiento de la vida.

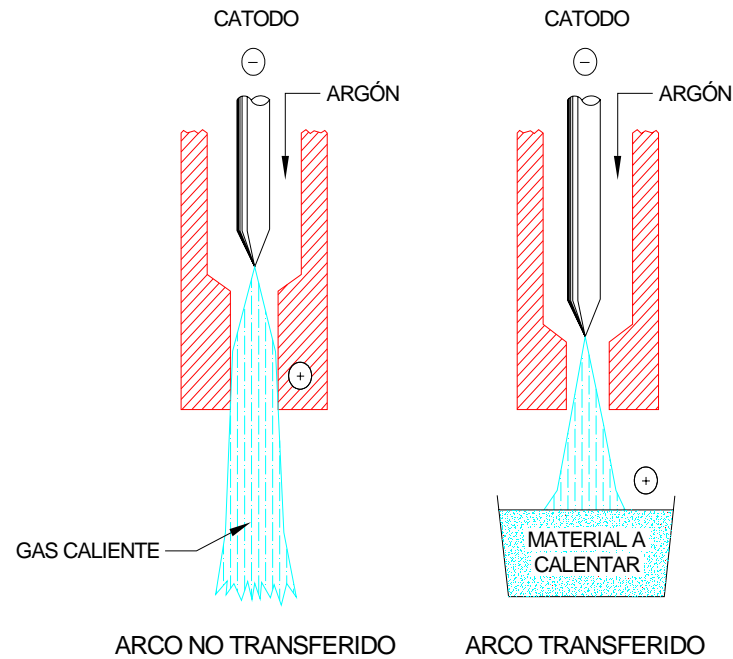
Crecemos tanto como nuestra Gestión Ambiental

EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO

SyV
Sacyr Vallehermoso

ANTORCHA DE PLASMA

ESQUEMAS DE GENERADORES DE PLASMA TÉRMICO INDUSTRIAL



CONAMA 8

CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

www.conama.org

Crecemos tanto como nuestra Gestión Ambiental

EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO



CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE ALGUNOS TRATAMIENTOS

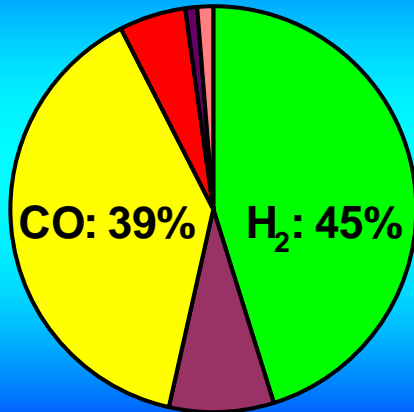
CONAMA 8

CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

www.conama.org

RESIDUOS MÉDICOS/FARMACÉUTICOS

Composición del Gas de Síntesis



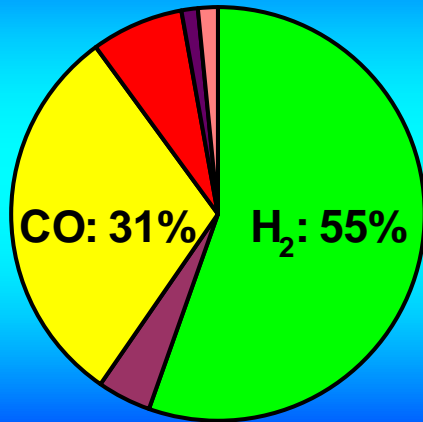
H ₂	45.3%
N ₂	8.3%
CO	38.8%
CO ₂	5.5%
CH ₄	0.8%
O ₂ +Ar	1.3%

Resultados (mg/kg)

<u>Parámetros</u>	<u>Standard EPA</u>	<u>Resultados</u>
Arsénico	5.0	0.026
Bario	100.0	0.009
Cadmio	1.0	<0.005
Cromo	5.0	0.017
Plomo	5.0	<0.020
Mercurio	0.2	0.00005
Selenio	1.0	<0.06
Plata	5.0	<0.01

RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Composición del Gas de Síntesis



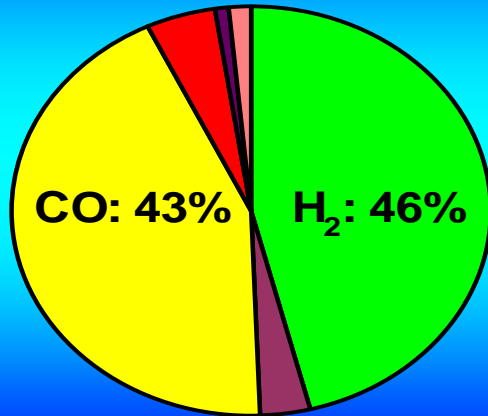
H ₂	55.2%
N ₂	4.2%
CO	30.5%
CO ₂	7.3%
CH ₄	1.0%
O ₂ +Ar	1.8%

Resultados (mg/kg)

<u>Parámetros</u>	<u>Standard EPA</u>	<u>Resultados</u>
Arsénico	5.0	<0.020
Bario	100.0	<0.200
Cadmio	1.0	<0.020
Cromo	5.0	<0.020
Plomo	5.0	1.57
Mercurio	0.2	<0.002
Selenio	1.0	<0.020
Plata	5.0	<0.020

RESIDUOS DERIVADOS DEL CARBÓN

Composición del Gas de Síntesis



H ₂	46.2%
N ₂	3.2%
CO	43.4%
CO ₂	4.6%
CH ₄	1.2%
O ₂ +Ar	1.4%

Resultados (mg/kg)

<u>Parámetros</u>	<u>Standard EPA</u>	<u>Resultados</u>
Arsénico	5.0	<0.020
Bario	100.0	<0.100
Cadmio	1.0	<0.004
Cromo	5.0	<0.020
Plomo	5.0	<0.20
Mercurio	0.2	<0.0008
Selenio	1.0	<0.010
Plata	5.0	<0.020
Niquel	NA	0.031
Vanadio	NA	0.02

Crecemos tanto como nuestra Gestión Ambiental

EL I+D+i Y EL MEDIO AMBIENTE. DESALA, DEPURA Y REUTILIZA. CLAVES DEL FUTURO



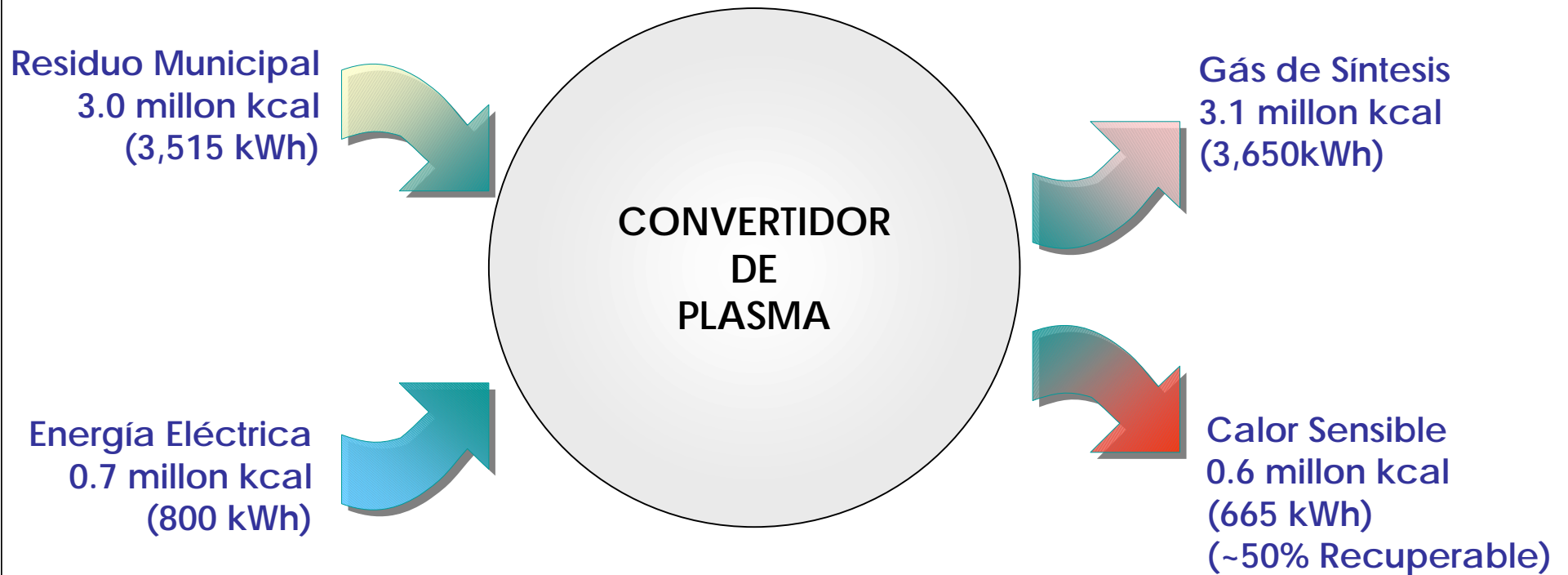
TRATAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS

CONAMA 8

CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

www.conama.org

BALANCE BÁSICO DE ENERGÍA. (Por tonelada métrica)

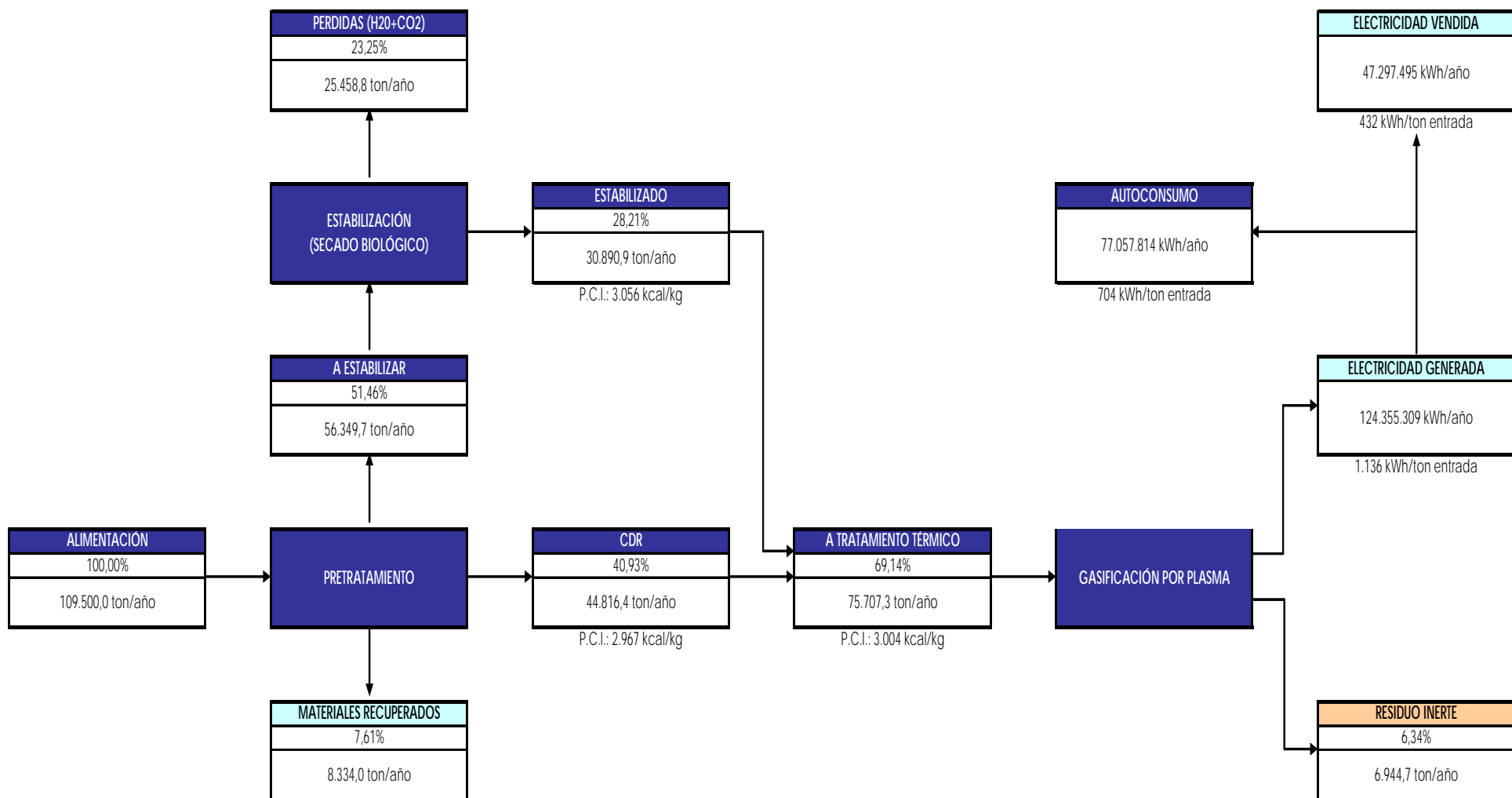


$$\frac{\text{Gas Síntesis}}{\text{Energía Eléctrica}} = \frac{3.1}{0.7} = 4.2$$

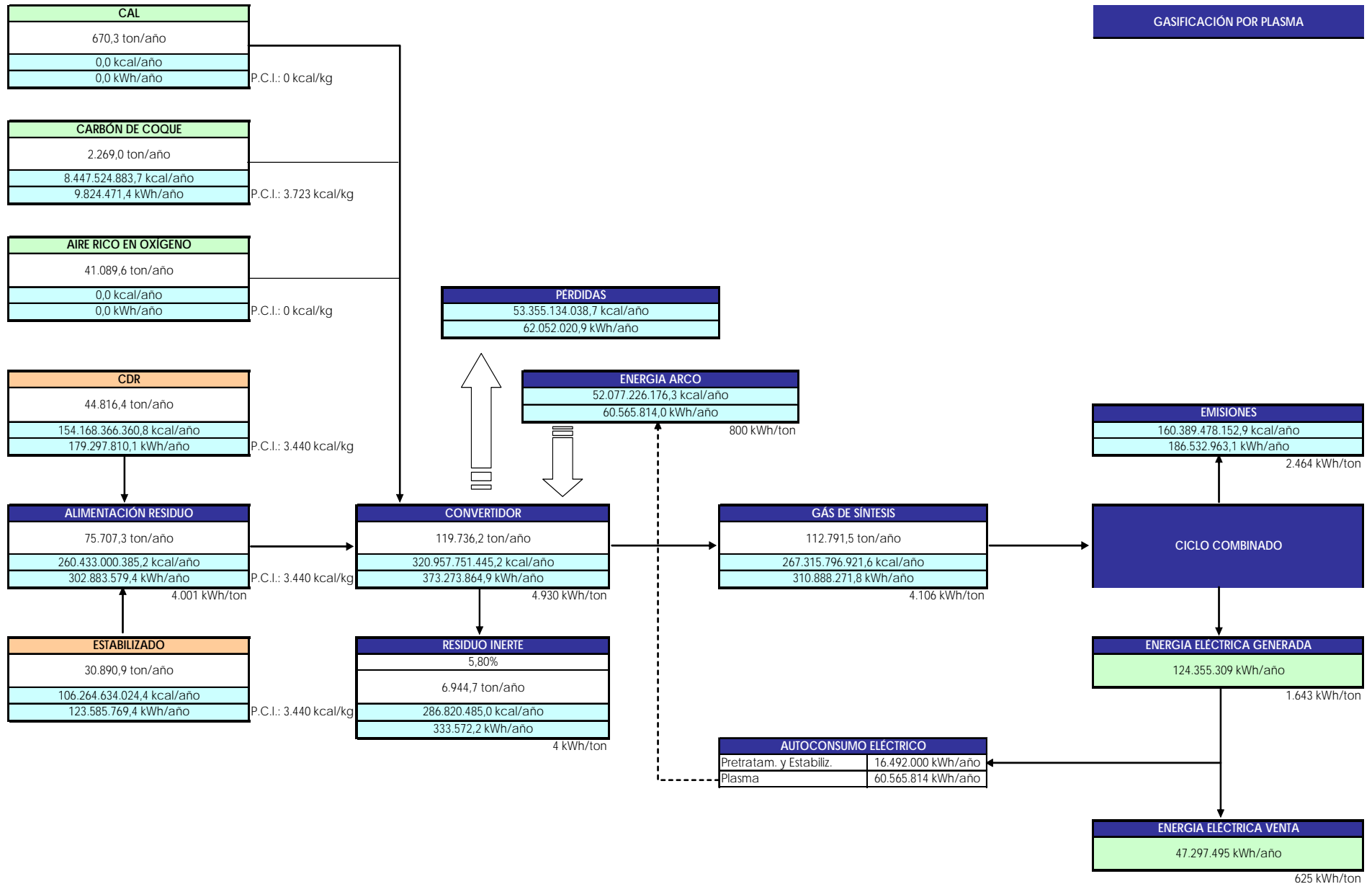
$$\frac{\text{Gas Síntesis}}{\text{Energía Total}} = \frac{3.4}{3.7} = 91\%$$

PRETRATAMIENTO CON ESTABILIZACIÓN DEL RECHAZO Y GASIFICACIÓN POR PLASMA

BALANCE RESUMEN

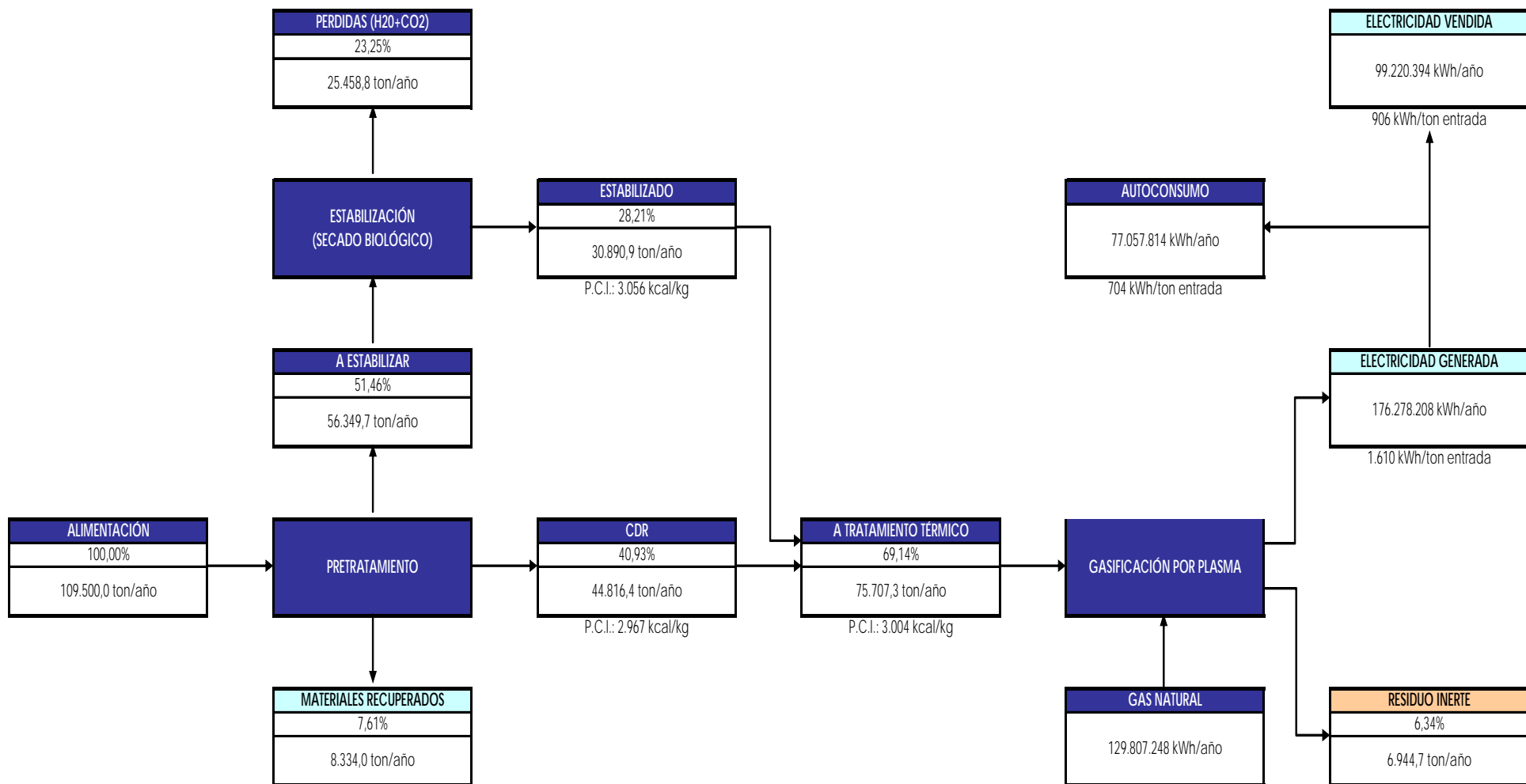


BALANCE DE LA GASIFICACIÓN



PRETRATAMIENTO CON ESTABILIZACIÓN DEL RECHAZO, GASIFICACIÓN POR PLASMA Y APOORTE DE COMBUSTIBLE AUXILIAR

BALANCE RESUMEN



BALANCE DEL TRATAMIENTO DE GASIFICACIÓN

