



BERKES
INGENIERIA

SETIEMBRE
2005

Ing. Walter Barreto

CALDERAS DE VAPOR



DEFINICIÓN DE CALDERA

Aparato a presión en donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en utilizable, en forma de energía térmica, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor.

RIESGOS

- 1. Por la presión interna, que puede provocar su rotura en caso de diseño o fabricación defectuosos.**
- 2. Por el almacenamiento de energía térmica, que en caso de liberación por rotura tiene efectos destructivos.**
- 3. Por la existencia de una fuente de calor de alta temperatura.**

OBJETIVOS

- 1. Satisfacción de los requisitos operacionales necesarios.**
- 2. Eficiencia.**
- 3. Seguridad de funcionamiento.**
- 4. Costos mínimos de mantenimiento.**
- 5. Vida útil lo más larga posible.**

EN EL CASO DE LA CALDERA

- 1. Del cumplimiento de los requisitos operacionales depende el funcionamiento de toda la planta.**
- 2. La eficiencia es un factor de costo muy importante en la Empresa.**
- 3. La seguridad de funcionamiento es condición vital, más que por razones de costo, por los riesgos de accidente.**
- 4. El mantenimiento está ligado a los costos operativos, a la seguridad y a la vida útil.**

- 1. Especificación de materiales.**
- 2. Fórmulas de cálculo para las partes a presión**
- 3. Tensiones admisibles de los materiales.**
- 4. Soldaduras**
- 5. Dimensiones de hogares lisos y corrugados.**
- 6. Perforado de placas.**
- 7. Especificación de tubos.**
- 8. Tratamientos térmicos**
- 9. Controles, pruebas y ensayos.**

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- **Límite de fluencia**
- **Tensión de rotura**
- **Elongación**

SOLDADURAS

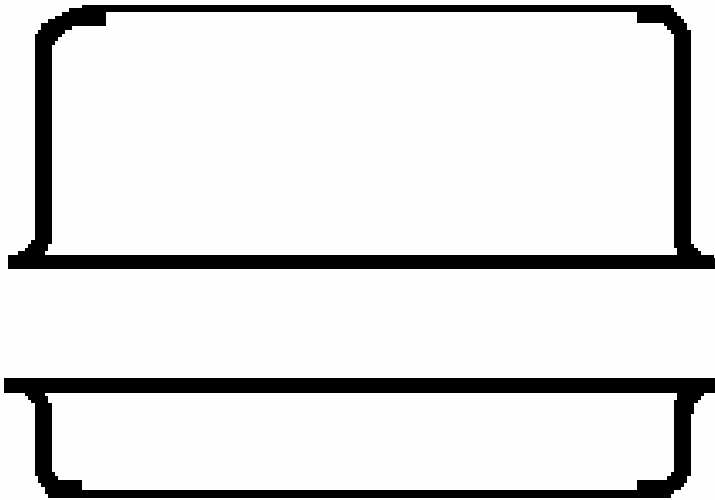
- Preparacion de biseles**
- Procedimientos de soldadura**
- Calificación de soldadores**
- Especificaciones de electrodos**
- Controles**
- Alivio de tensiones**

CUERPO DE PRESION

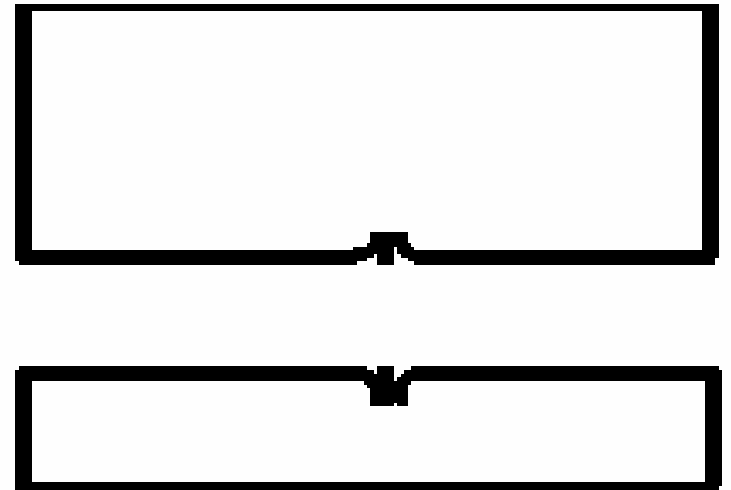


DESPERFECTOS POR DILATACIONES

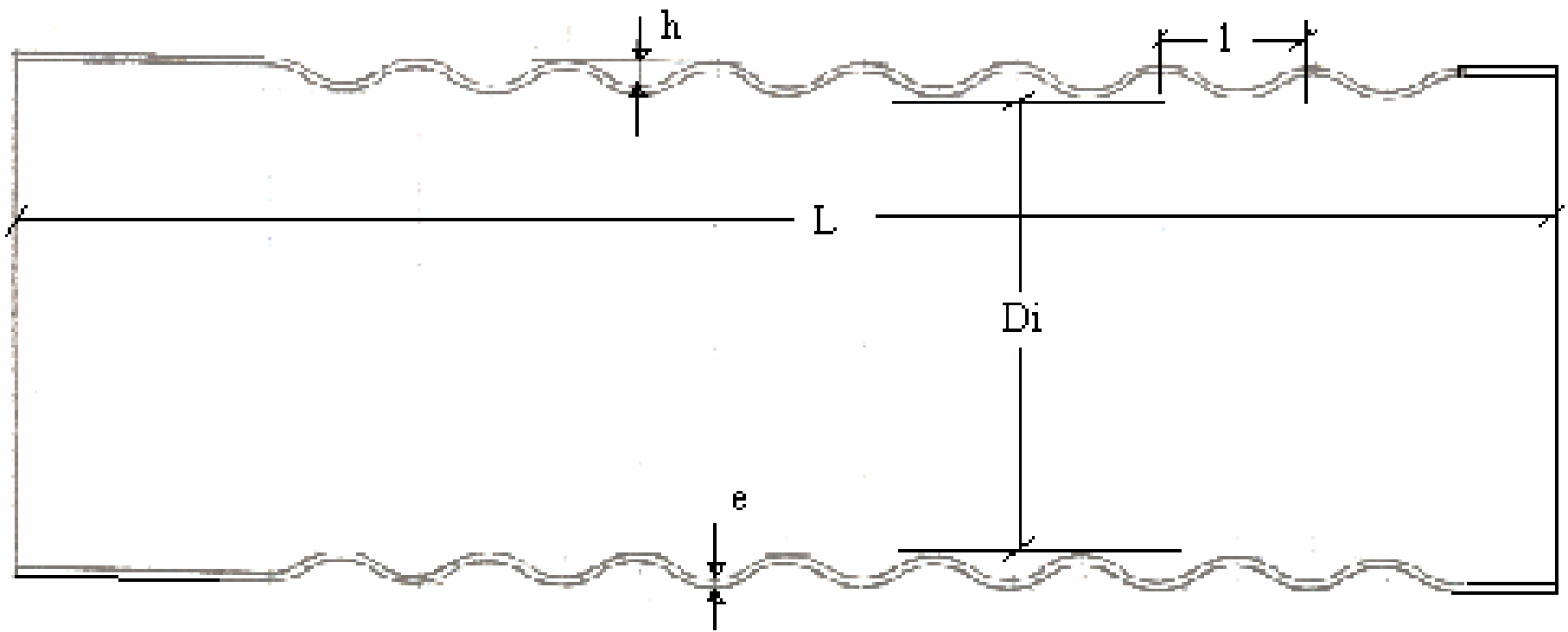
- Fisuras de soldaduras entre hogar y placas.**
- Aflojamiento de tubos mandrilados.**
- Fisura de soldaduras entre tubos y placas.**
- Deformación de placas.**



PLACAS PESTAÑADAS
PARA ABSORBER LA
DILATACIÓN



ANILLO ADMASON
PARA ABSORBER
DILATACIÓN

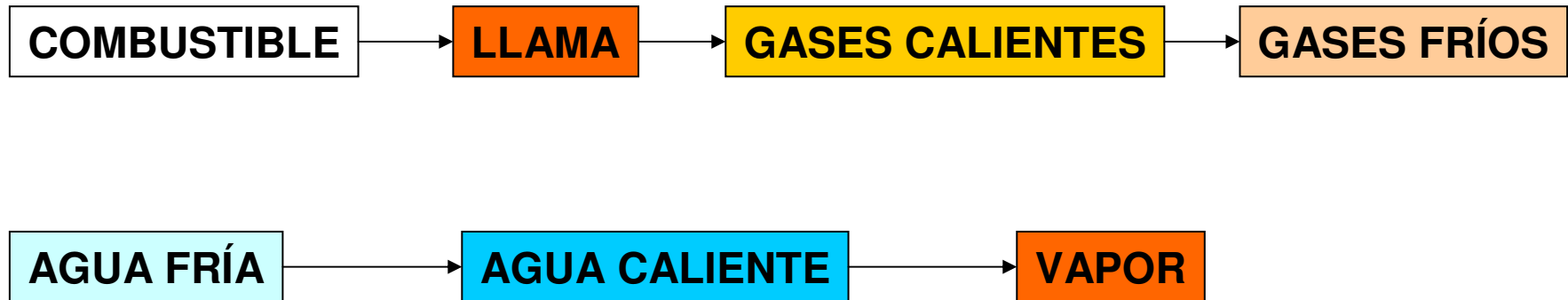


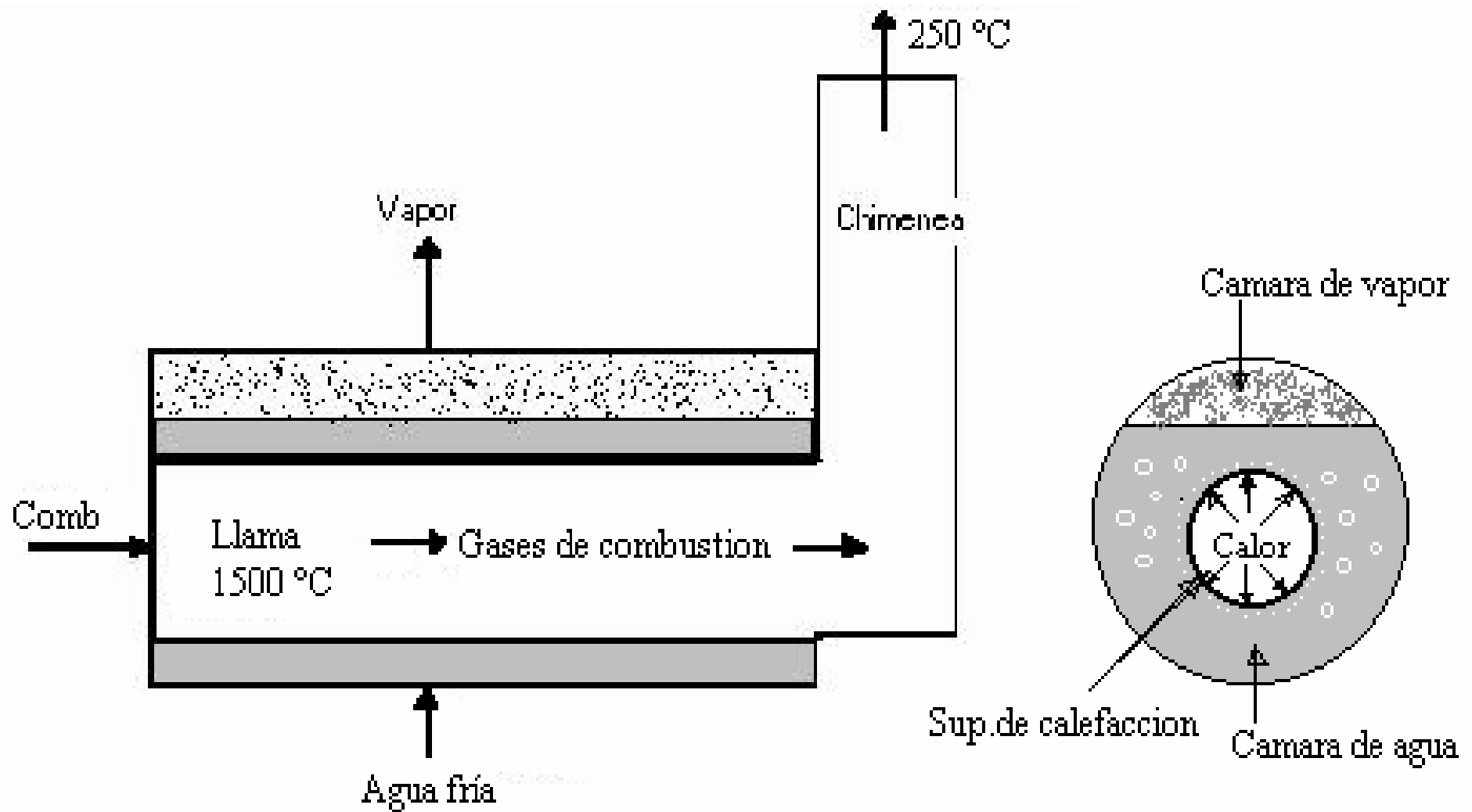
HOGAR CORRUGADO

PLACAS Y TUBOS

- Corte y biselado de las placas**
- Trazado de los centros de agujeros.**
- Dimensiones y tolerancias de agujeros.**
- Calidad en la terminación de las paredes de agujeros.**
- Calidad de tubos: materiales, tratamientos térmicos, espesores.**

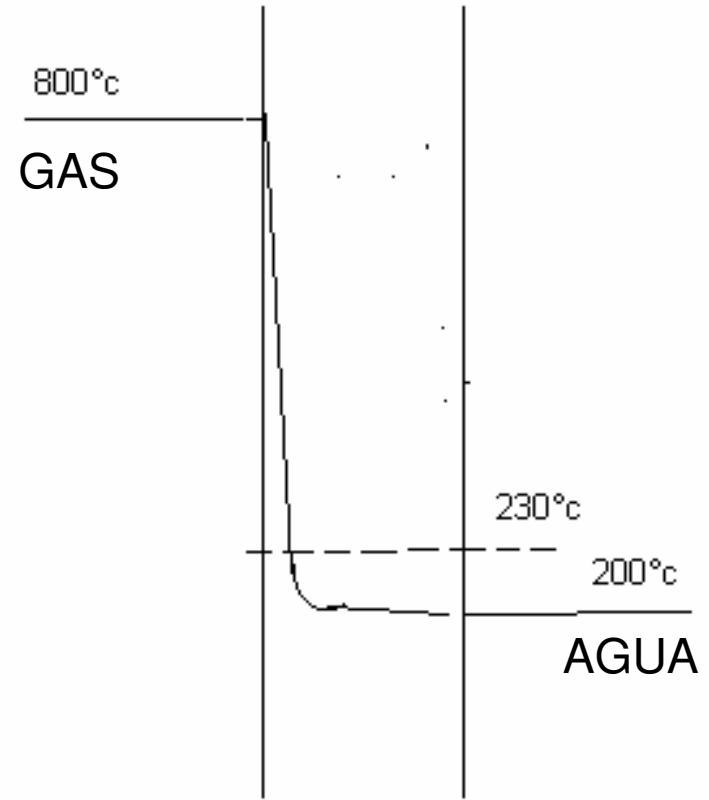
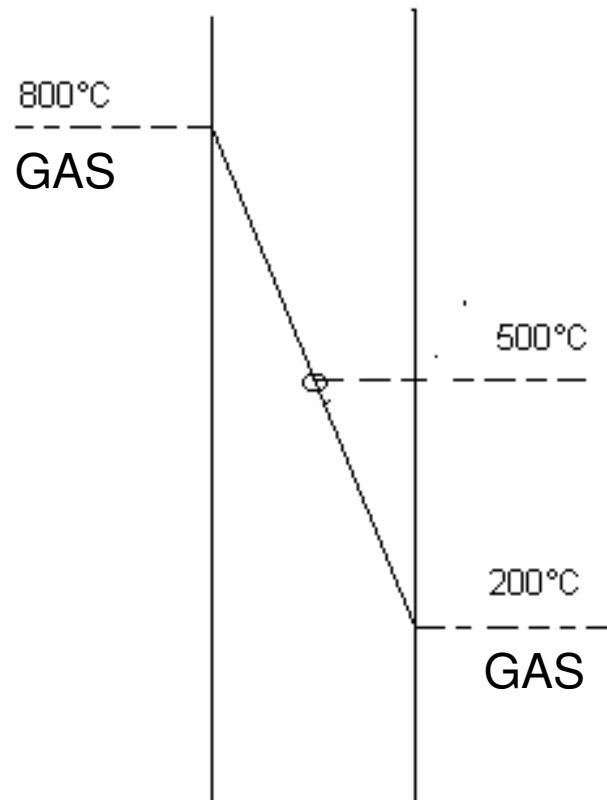
CIRCUITOS GAS-AGUA





ESQUEMA DE UNA CALDERA ELEMENTAL

TRANSFERENCIA DE CALOR



CONDICIONES PARA QUE EL METAL SE REFRIGERE

- 1. Que haya agua suficiente en el interior de la caldera.**
- 2. Que el diseño de la caldera asegure velocidad de circulación suficiente.**
- 3. Que el metal esté limpio del lado agua.**
- 4. Que no hay obstrucciones para la circulación.**

- **Diseño adecuado.**
- **Control seguro del nivel de agua.**
- **Mantenimiento adecuado.**
- **Tratamiento de agua adecuado.**

POR LA CIRCULACIÓN DEL AGUA Y GASES

- **Humotubulares**
 - **Acuotubulares**
-

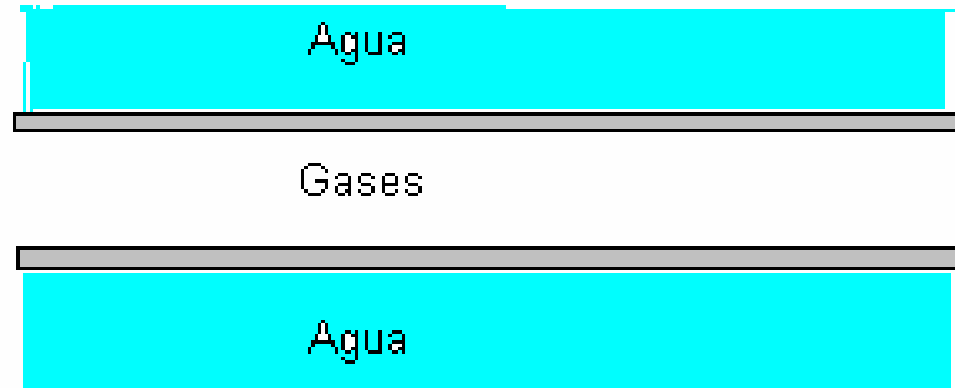
POR LA UBICACIÓN DEL HOGAR

- **Hogar Interno**
 - **Hogar externo**
-

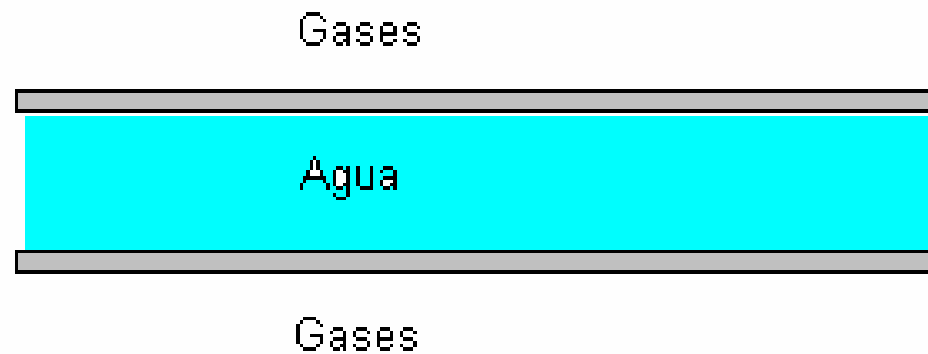
POR EL SENTIDO DE FLUJOS

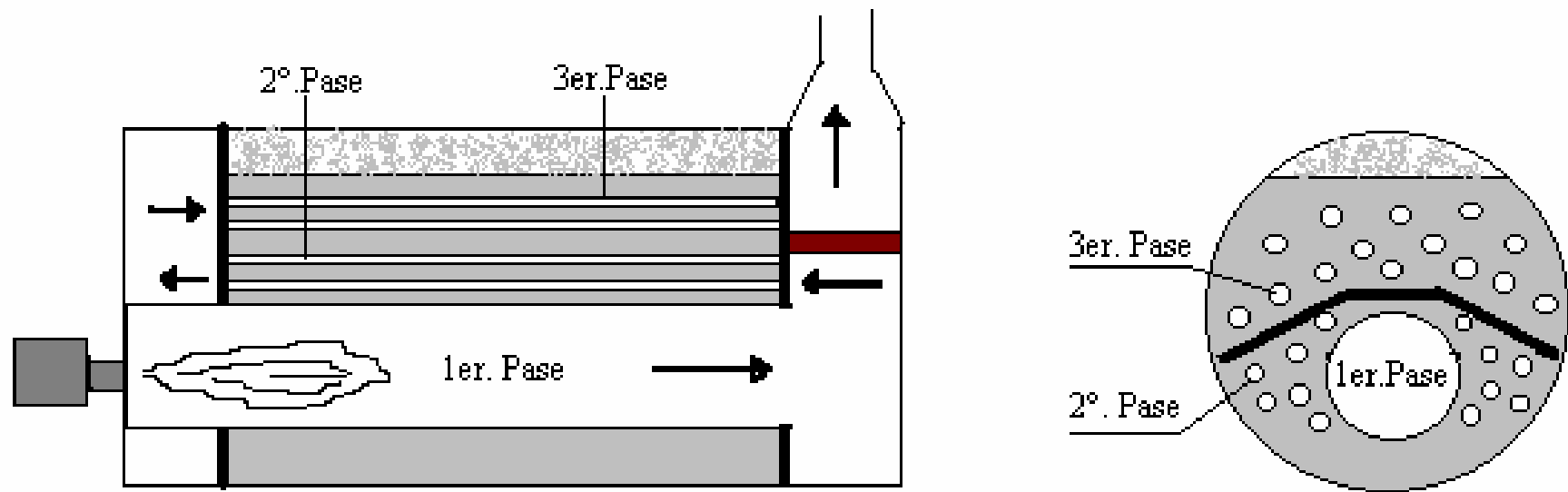
- **Horizontales**
- **Verticales**

CALDERA HUMOTUBULAR

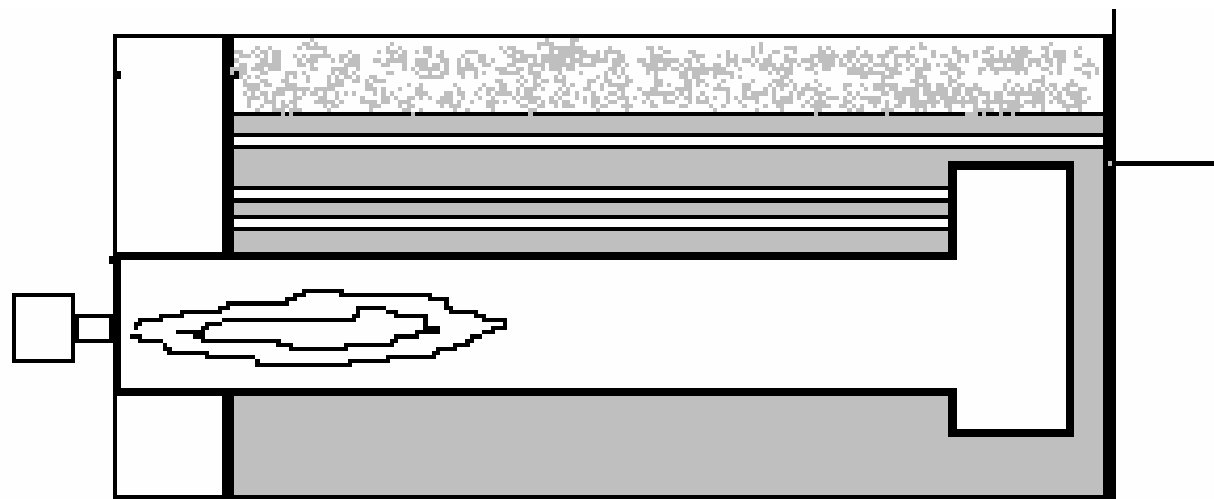


CALDERA ACUOTUBULAR

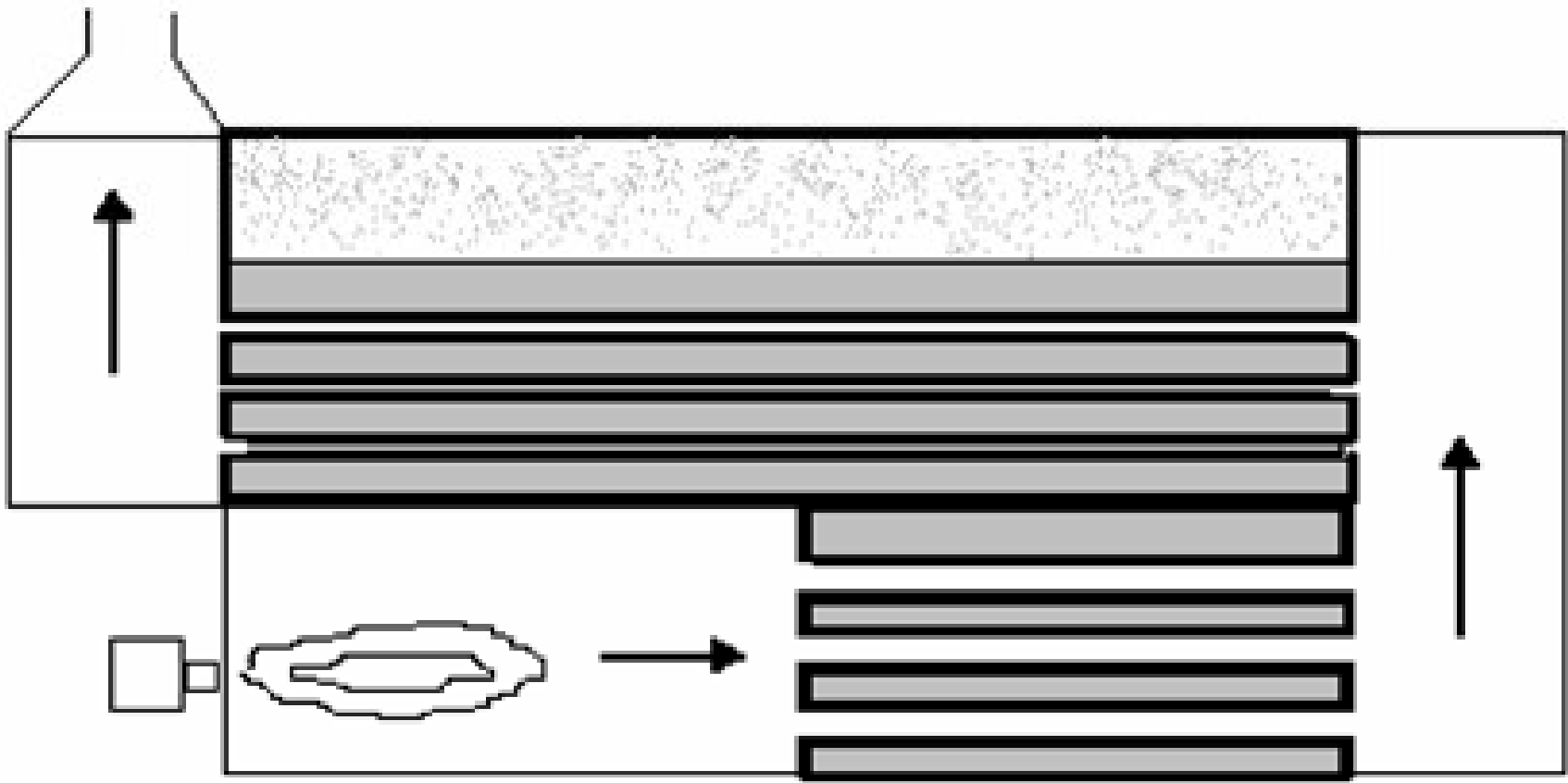




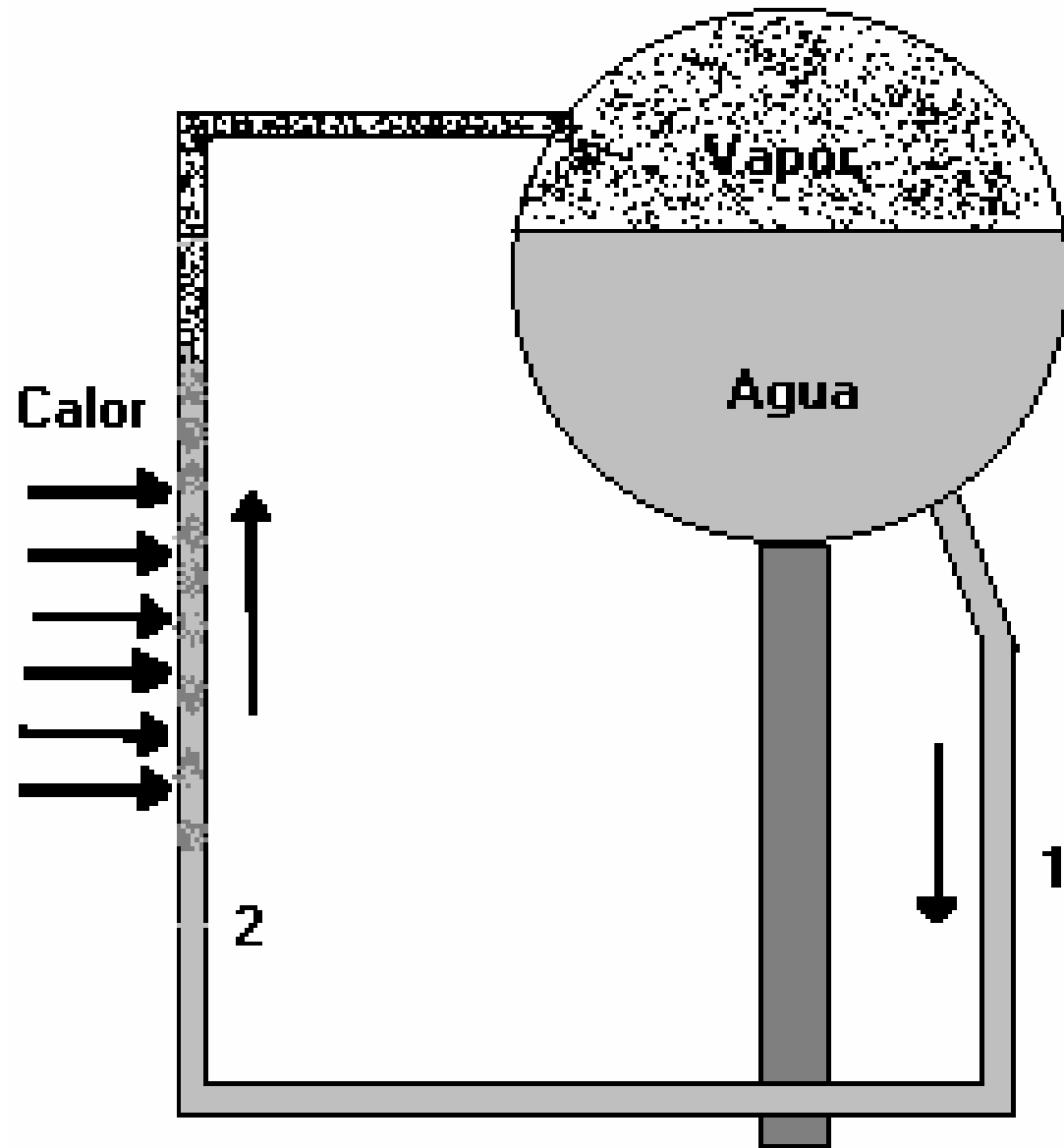
CALDERA HUMOTUBULAR, HORIZONTAL, TRES PASES



CALDERA DE FONDO HUMEDO

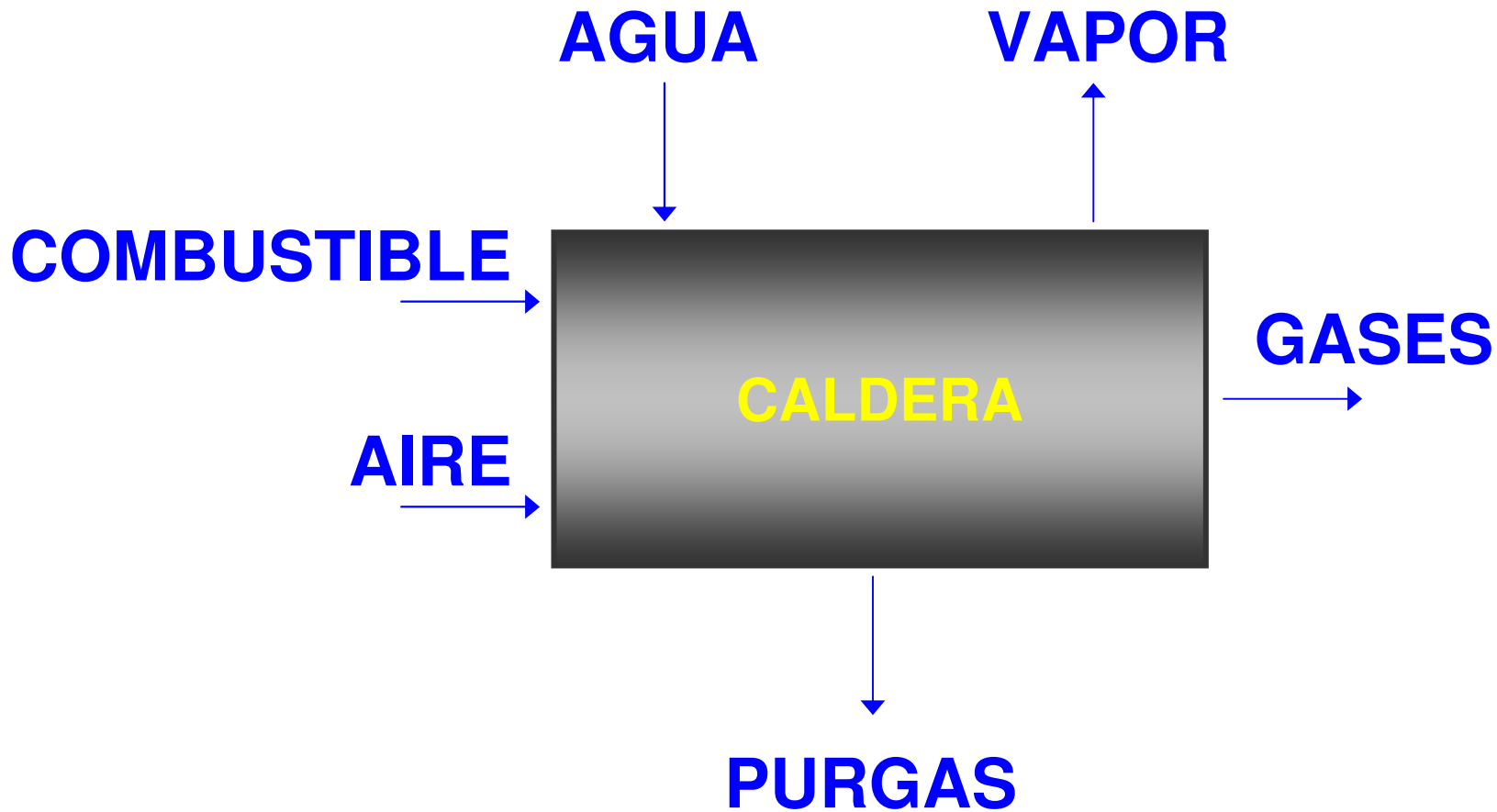


CALDERA DE HOGAR EXTERIOR



CALDERA AT

MANTENIMIENTO PREVENTIVO



OBJETIVOS

- **Producir vapor a presión constante y seco.**
- **Mantener agua de buena calidad y a nivel constante.**
- **Gases de salida lo más limpios posibles, sin elementos no quemados y con el menor exceso de aire posible.**

TAREAS DE MANTENIMIENTO

- **Mantenimiento electromecánico de equipos auxiliares.**
- **Limpieza del sistema de gases.**
- **Tratamiento y control del agua de alimentación.**
- **Programa de rutinas para control.**

ENSUCIAMIENTO DEL LADO GASES

Combustible gas → **Despreciable**

Combustible fuel oil → **Hollín**

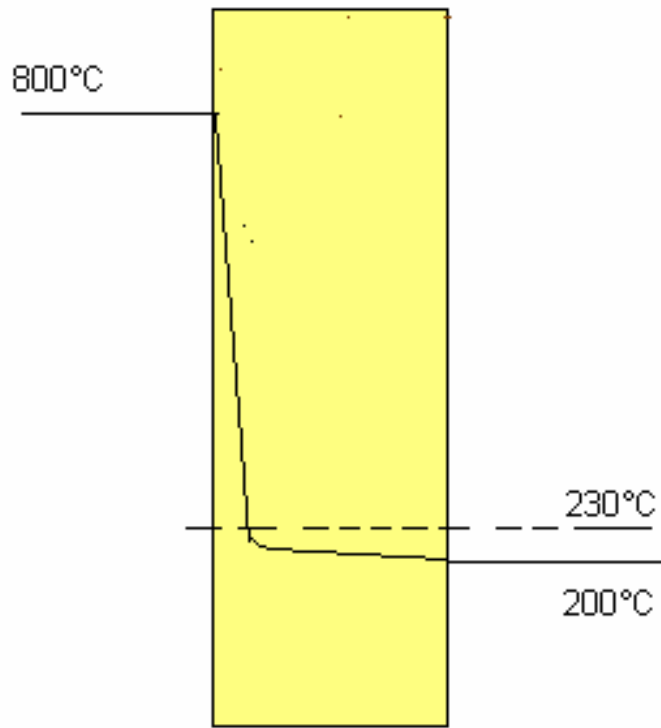
Combustible sólido → **Ceniza y hollín**

SENSORES DEL ENSUCIAMIENTO

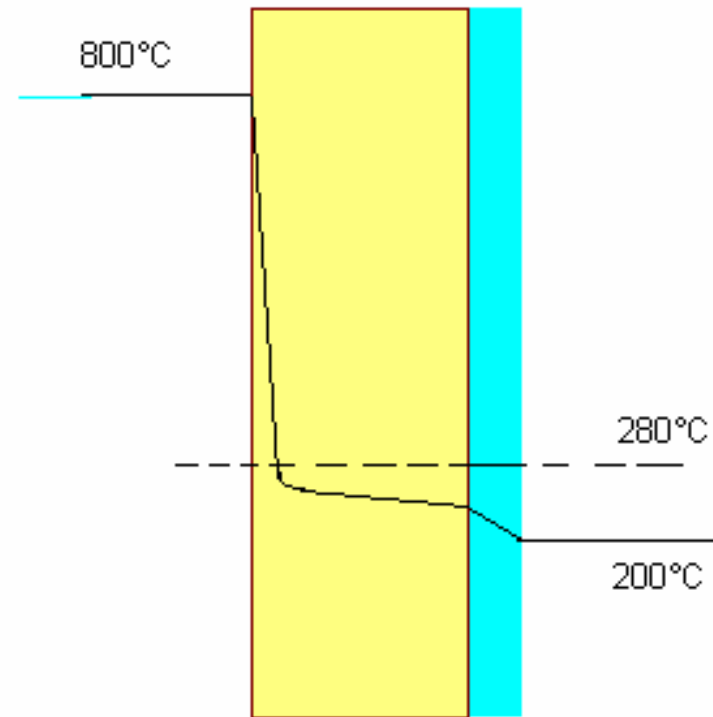
Caldera a fuel oil → Temperatura de chimenea

Caldera a leña → Temperatura de chimenea y pérdida de carga

EFEECTO DE INCRUSTACIONES



METAL LIMPIO



METAL INCRUSTADO

REQUISITOS DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN

- **No ser corrosiva.**
- **No depositar incrustaciones.**
- **No formar espuma.**

EFFECTOS DE LA CORROSIÓN

- **Desgaste generalizado.**
- **Desgaste localizado.**

SALES

- Pueden ser solubles o insolubles.**
- Las insolubles pueden quedar en suspensión o precipitar.**
- La solubilidad disminuye cuando aumenta la temperatura.**

DEPÓSITOS

- Proviene de la precipitación de las sales insolubles.
- Pueden ser blandos (barros) o duros (incrustaciones).
- Los barros tienen poca adherencia y pueden ser eliminados por medios mecánicos.
- Las incrustaciones tienen gran adherencia y resistencia mecánica; sólo pueden ser eliminados por medios químicos.
- Los barros deben ser controlados y las incrustaciones deben ser evitadas.

ORIGEN DE LAS INCRUSTACIONES

- Sales de calcio (carbonatos, bicarbonatos, sulfatos).**
- Sales de magnesio (carbonatos, bicarbonatos, sulfatos).**
- Silicatos.**
- Dureza es la cantidad de calcio y magnesio disueltas en el agua.**

ESPUMA

Estado intermedio agua-vapor en que la burbuja de vapor mantiene la película de agua.

CONSECUENCIAS:

**Arrastre de agua en el vapor.
Falsa indicación de nivel.**

PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN

- Agentes químicos para corregir el pH.**
- Agentes químicos para absorber el oxígeno: (sulfito de sodio, hidracina).**
- Desareado del agua de alimentación.**

PREVENCIÓN DE LAS INCRUSTACIONES

- Agentes químicos.**
- Ablandamiento del agua.**
- Purgas.**

ABLANDAMIENTO

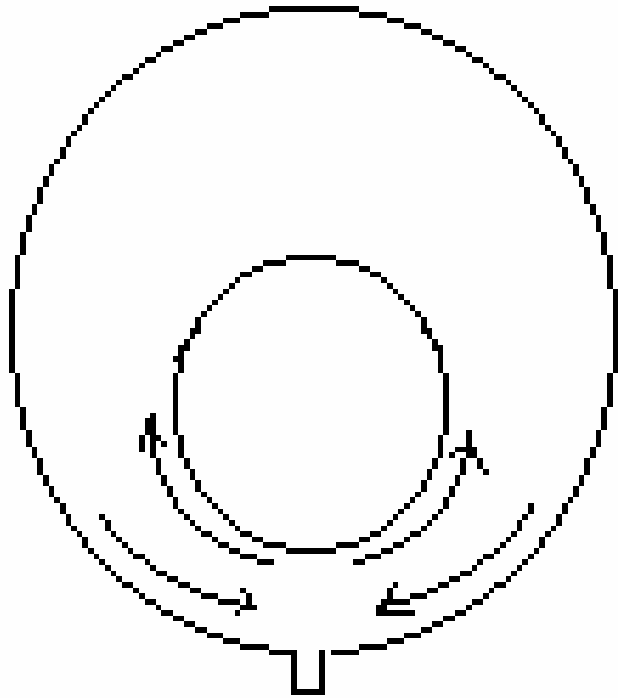
- Proceso para eliminar la dureza del agua.**
- Las sales insolubles de calcio y magnesio se transforman en sales solubles de sodio, que son evacuadas mediante las purgas.**
- Los productos utilizados son resinas sintéticas o zeolita naturales.**

PURGAS

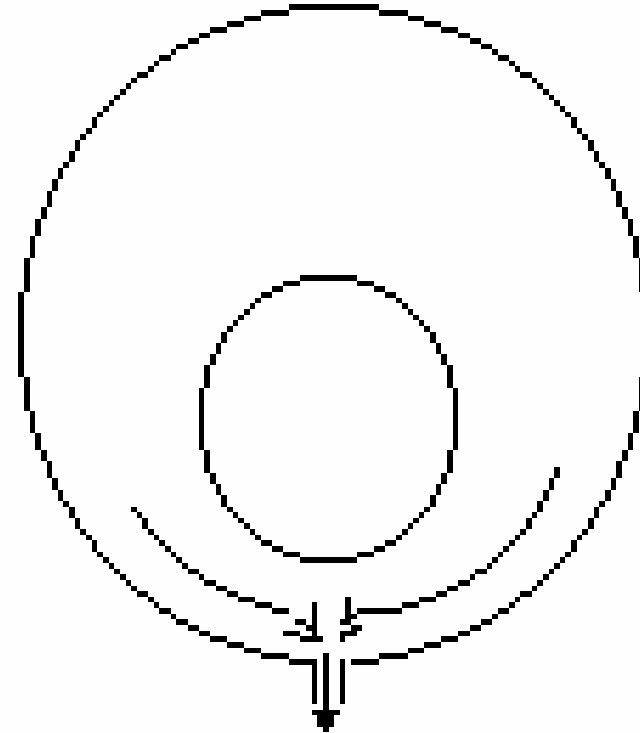
- **Su objetivo es mantener la concentración de sólidos en valores admisibles.**
- **Pueden ser:**
 - * **De fondo (discontinua).**
 - * **De superficie (continua).**
- **Lo ideal es una combinación de ambas.**

- **Las purgas modifican la circulación interna del agua.**
- **Deben efectuarse sin fuego y a presión menor que la normal.**
- **De no ser posible, hacerlas muy breves, con intervalos suficientes.**

INFLUENCIA DE LA PURGA EN LA CIRCULACIÓN



PURGA
CERRADA



PURGA
ABIERTA

PREVENCIÓN DE LA ESPUMA

- Evitar presencia de grasas o aceites en el agua de alimentación.**
- Disminuir elementos sólidos en suspensión.**
- Evitar extracciones bruscas de vapor.**

PROGRAMA PARA CONTROL DE CALDERAS

OBJETIVOS:

- * Seguridad**
- * Eficiencia**
- * Continuidad**

AL COMENZAR CADA TURNO DE TRABAJO

- Tomar conocimiento del estado de la caldera.**
- Tomar conocimiento de las novedades del turno anterior.**
- Comprobar los últimos valores anotados en la planilla diaria.**
- Probar funcionamiento de alarmas desde el tablero.**
- Purgar niveles y columnas de nivel.**
- Inspección ocular : estado de la sala de calderas, sistemas de vapor, agua, aire y combustible y equipos auxiliares.**

UNA VEZ A LAS SEMANA

- **Prueba de las válvulas de seguridad.**
-

CADA SEIS MESES

- **Inspección ocular de elementos de medición y control.**
- **Inspección de cámara de agua**

UNA VEZ AL AÑO

- **Calibración de instrumentos y elementos de control: manómetros, termómetros, válvulas de seguridad.**
- **Inspección y limpieza de elementos de maniobra y control niveles, valvulería, etc.**
- **Equipos eléctricos y controles.**
- **Inspección del circuito de gases; hogar, tubos, cajas de humo,**
- **Revisación y acondicionamiento de equipos auxiliares: ventiladores, bombas.**
- **Prueba hidráulica.**
- **Cambio de tapón fusible**

ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Control de presión:

- * Presostato.**
- * Válvulas de Seguridad.**

Control de nivel de agua:

- * Indicador visual de nivel.**
- * Control automático de nivel.**
- * Tapón fusible.**

Control de llama:

- * Célula fotoeléctrica.**

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA

- Tanque de alimentación: control de nivel y temperatura.**
- Bomba de alimentación.**
- Válvula de retención entrada de caldera.**
- Indicador visual de nivel.**
- Control automático de nivel.**
- Tratamiento químico: dosificación de productos, ablandamiento, toma de muestras, ensayos, inspecciones.**
- Régimen de purgas.**
- Tapón fusible.**

DIFICULTADES QUE IMPONE EL ESTADO SÓLIDO

- Proceso más largo para llegar al estado gaseoso.**
- Alto contenido de humedad.**
- Alto contenido de cenizas.**
- Heterogeneidad en dimensiones y característica físicas.**
- Almacenamiento.**
- Manipuleo.**

VENTAJAS

- Costo.**
- Aprovechamiento de residuos agroindustriales.**
- Renovabilidad.**

COMBUSTIBLES SÓLIDOS

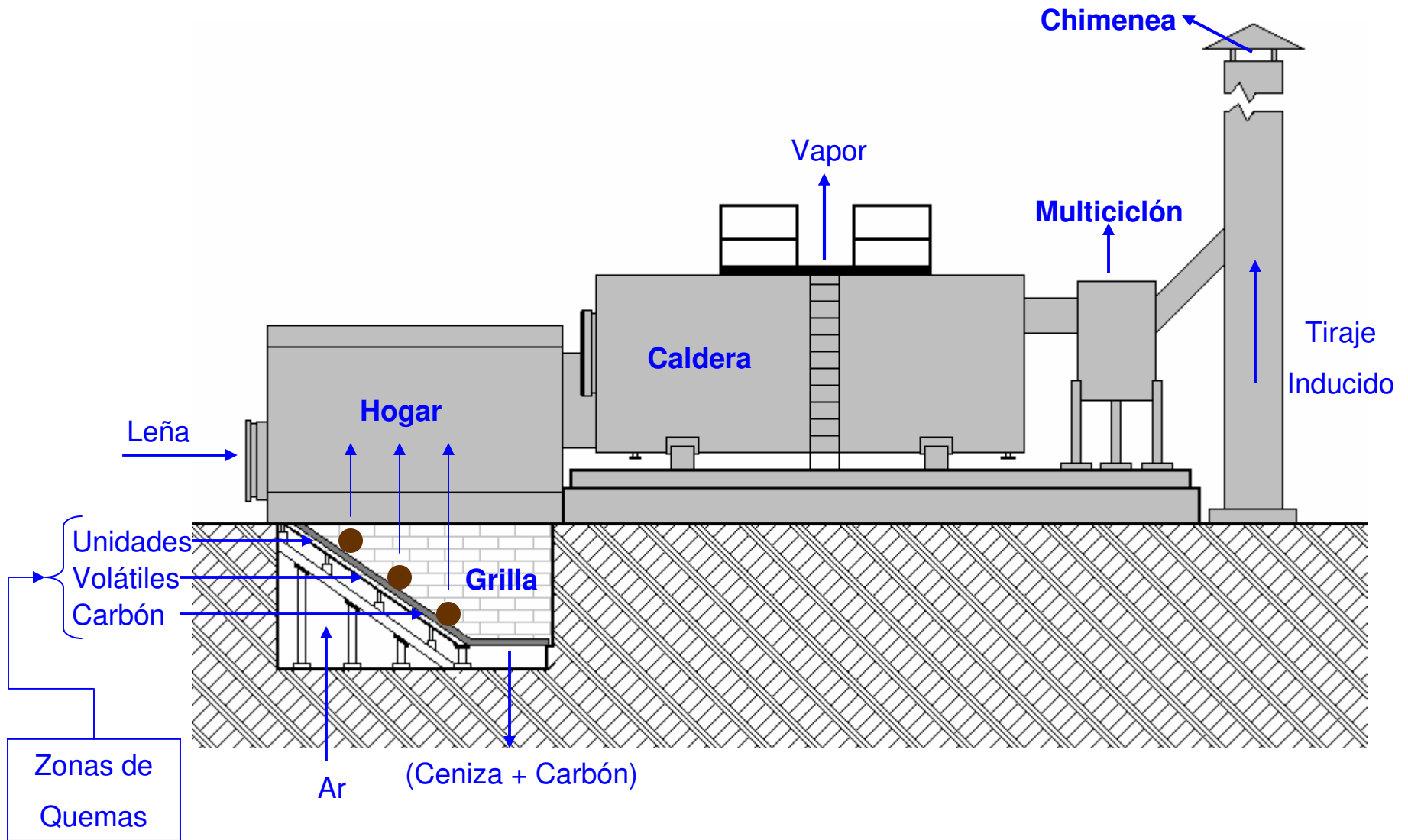
- Leña.
- Aserrín.
- Viruta de madera.
- Cáscara de girasol.
- Cáscara de algodón.
- Cáscara de arroz.
- Cáscara de cebada.
- Borra de café.
- Carozo de coco.
- Orujo de uva.

TECNOLOGIAS PARA QUEMA DE LEÑA

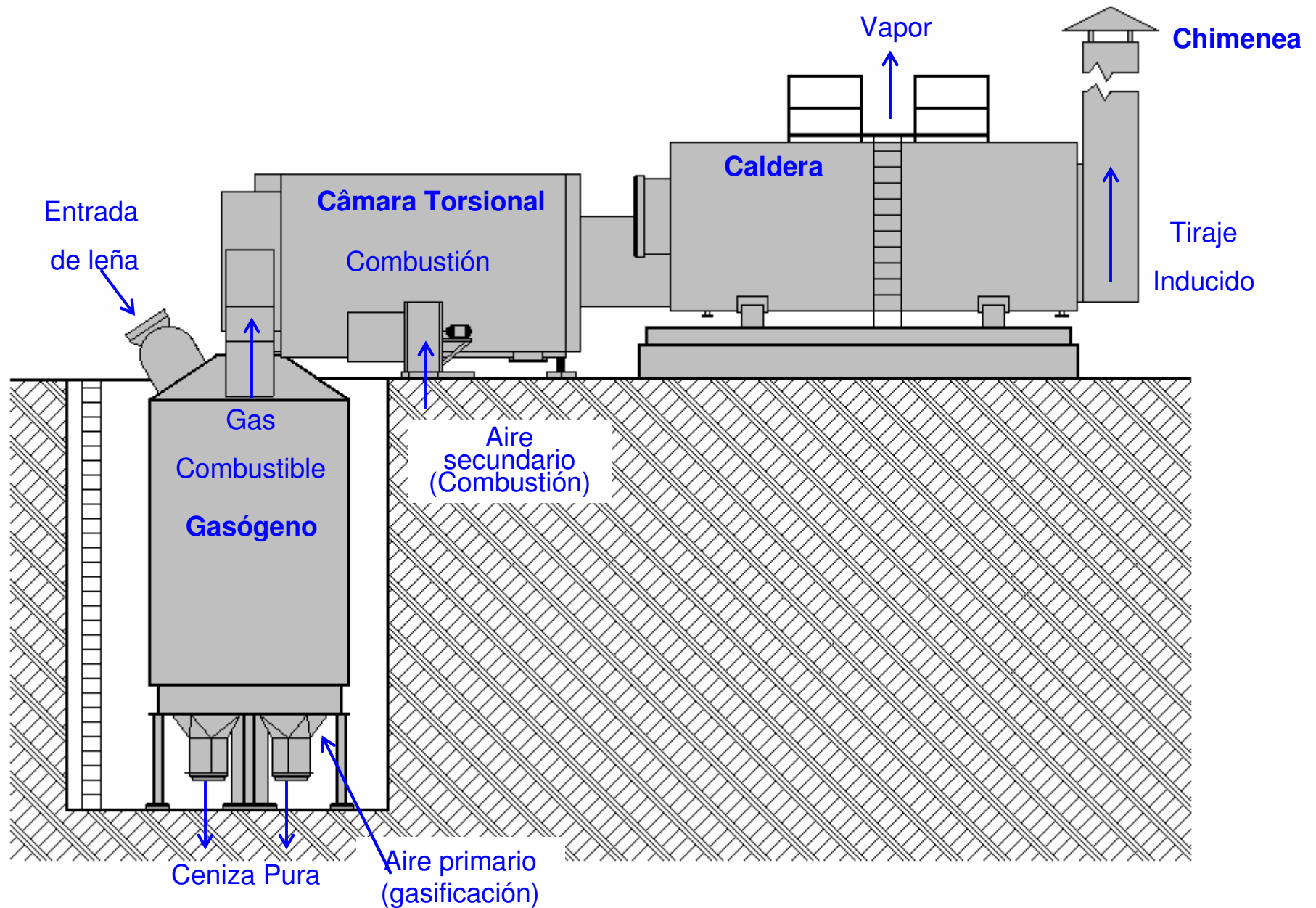
- I)- La gasificación y la combustión se realizan en el mismo lugar y en forma simultanea (mal llamada de quema directa, porque en todos los casos la combustión exige la gasificación previa).**

- II)- La gasificación y la combustión se realizan en lugares diferentes y en tiempos diferentes.**

GASIFICACIÓN Y COMBUSTIÓN SIMULTANEA



SISTEMA DE GASÓGENO BERKES



TAREAS ESPECIALES EN EL USO DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS

- Control de humedad.**
- Limpieza de ceniceros.**
- Carga de leña.**
- Alimentación de agua.**
- Calentamiento del aire.**
- Purgas.**
- Arranque.**
- Parada.**
- Controlar emisión de gases.**

GUÍA PARA PREVENIR ACCIDENTES

- Cumplir estrictamente el plan de rutinas establecido.**
- Bajo ningún concepto obviar la purga de niveles al inicio de cada turno.**
- No encender nunca la caldera sin el chequeo previo del nivel de agua**
- No perder de vista el indicador visual de nivel.**
- No permitir irregularidades en la indicación de nivel: ensuciamiento, falta de luz, pérdidas.**
- No encender nunca un quemador sin barrido previo de gases.**

- **Usar sistemas de encendido adecuados: la demora en el encendido es causa de explosión.**
- **Prever las emergencias y estar preparado para enfrentarlas. No esperar a que sucedan para empezar a pensar.**
- **No encender nunca una caldera sin chequear la posición de todas las válvulas: purgas, venteos, niveles, manómetros, etc.**
- **No abrir nunca una válvula de agua o vapor a presión en forma rápida.**
- **No dejar nunca una válvula de purga abierta sin atención directa.**

- **No apretar tornillos o tuercas bajo presión de aire o vapor.**
- **No golpear ningún objeto sometido a presión de aire o vapor.**
- **No dar nunca órdenes verbales para operaciones importantes: registrar por escrito.**
- **No modificar el ajuste de la presión de escape de las válvulas de seguridad sin la debida autorización.**
- **No permitir la intervención de personas no autorizadas en ninguno de los equipos de la planta de vapor.**

- **Llenar cuidadosamente las planillas diarias, datos de operación y novedades.**
- **No dejar nunca de comunicar a quien corresponda cualquier anomalía que se observe en la caldera o equipos auxiliares.**