

CALDERAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL

DE CUYO

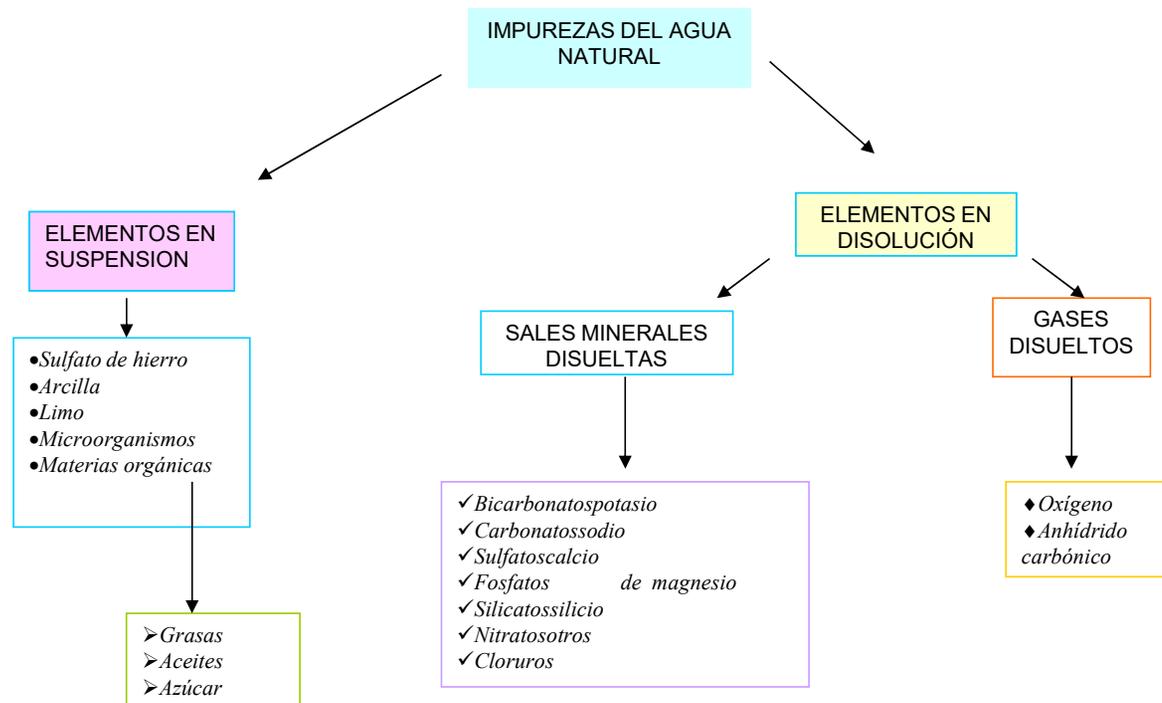
EQUIPO DOCENTE

Héctor Armando Perez

Ing. Industrial hector.perez@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Ing.

ABLANDAMIENTO DE AGUAS



Dureza

1º Francés= 10 ppm en términos de CO_3Ca

1º Alemán= 10 ppm en términos de Oca ó 17,9 ppm en términos de CO_3Ca

1º Inglés= 14,3 ppm en términos de CO_3Ca (equivalente a 1grano/ galón imperial)

1º Americano= 17,1 ppm en términos de CO_3Ca (equivalente a 1grano/ galón americano)

- Grado de Dureza Francesa
Caracteres del agua

- 0 – 2 Muy blanda
- 2 – 4 Blanda
- 4 – 7 Semidura
- 7 – 12 Dura
- más de 12 Muy dura

DESCOMPOSICION DE BICARBONATOS POR CALOR (DUREZA TEMPORARIA)



DUREZA PERMANENTE

Principalmente por CO_3Ca o por SO_4Ca y proporción variable de: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ fosfatos de calcio complejos, silicatos, etc.

AGUA DE CALDERAS

- **1) - ACONDICIONAMIENTO PREVIO**
- **2) - TRATAMIENTO PRE-CALDERA**
- **3) - TRATAMIENTO EN CALDERA**
- **4) - TRATAMIENTO POST-CALDERA**
(SEGÚN SEA REQUERIDO)
- **5) - ESTUDIO ANALITICO DE LA MISMA**

IMPUREZAS Y EFECTOS DEL AGUA PARA CALDERAS

CONSTITUYENTE	COMPOSICION QUIMICA	EFECTO EN LAS CALDERAS
Bicarbonato de Calcio	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	Incrustación
Carbonato de Calcio	CaCO_3	Incrustación
Cloruro de Calcio	CaCl_2	Incrustación
Sulfato de Calcio	CaSO_4	Incrustación y corrosión
Ácido Carbónico	H_2CO_3	Corrosión
Ácidos Libres	$\text{HCl}, \text{H}_2\text{SO}_4$	Corrosión
Bicarbonato de Magnesio	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	Incrustación
Carbonato de Magnesio	MgCO_3	Incrustación
Cloruro de Magnesio	MgCl_2	Incrustación y corrosión

IMPUREZAS Y EFECTOS DEL AGUA PARA CALDERAS

CONSTITUYENTE	COMPOSICION QUIMICA	EFEECTO EN LAS CALDERAS
Aceites y Grasas	---	Corrosión, espuma y depósito
Materia Orgánica	---	Corrosión, espuma y depósito
Oxígeno	O ₂	Corrosión
Sílice	SiO ₂	Incrustación
Bicarbonato de Sodio	NaHCO ₃	Espuma, fragilidad
Carbonato de Sodio	Na ₂ CO ₃	Espuma, fragilidad
Cloruro de Sodio	NaCl	Inerte, pero puede llegar a ser corrosiva
Sólidos Suspendidos	---	Espuma, lodos, incrustación

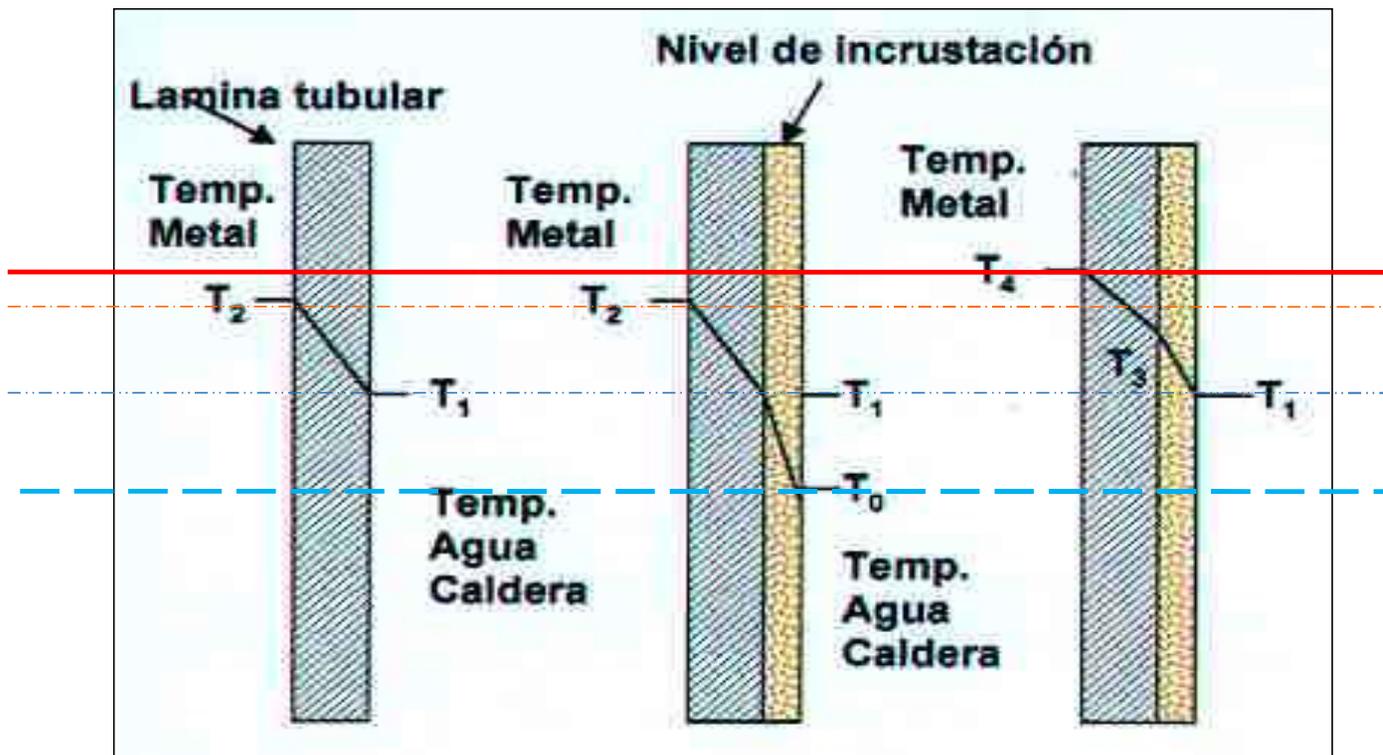
CARACTERÍSTICAS DE LA INCRUSTACIÓN

Formada principalmente por:

SO_4Ca . CO_3Ca . $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CO_3Mg , SiO_4Ca y SiO_4Mg ,

y en algunos casos también por $(\text{PO}_4)_3\text{Ca}_3 \cdot 2\text{Ca}(\text{OH})_2$.

EFFECTO DE LA INCRUSTACIÓN



EFEECTO DE LA INCRUSTACIÓN

EFECTOS:

- Reducción en la transferencia de calor.
- Pérdida de la eficiencia.
- Sobrecalentamiento del metal de los tubos de la caldera.
- Mayor consumo de combustible.



Incrustación en Tuberías



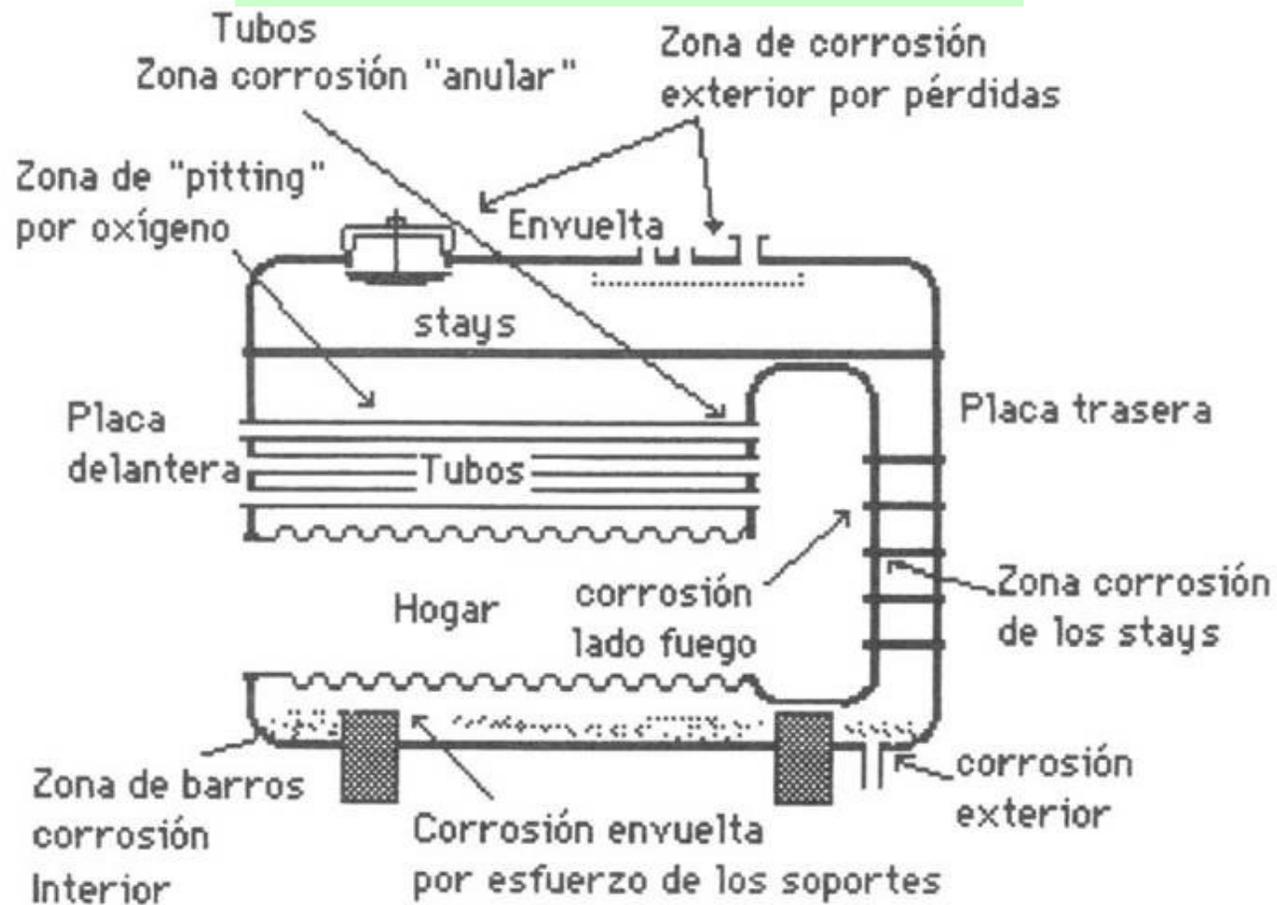
Incrustación en Tuberías



Incrustación en Tuberías



CORROSIÓN



DONDE SE PRODUCEN LAS CORROSIONES MAS IMPORTANTES

CALIDAD DEL AGUA

Presión	AGUA DE CALDERA			AGUA DE ALIMENTACION			
	Sólidos totales (ppm)	Alcalinidad total (ppm), como CaCO ₃	Sílice (ppm) como SiO ₂	Dureza (ppm), como CaCO ₃	Hierro (ppm) como Fe	Cobre (ppm) como Cu	Oxígeno (ppm) como O ₂
0 - 300	3500	700	75 - 50	0 - 1 máx.	0,1	0,05	0,007
301 - 450	3000	600	50 - 40	0 - 1 máx.	0,1	0,05	0,007
451 - 600	2500	500	45 - 35	0 - 1 máx.	0,1	0,05	0,007
601 - 750	2000	400	35 - 25	0 - 1 máx.	0,05	0,03	0,007
751 - 900	1500	300	20 - 8-	0 - 1 máx.	0,05	0,03	0,007
901 - 1000	1250	250	10 - 5-	0 - 1 máx.	0,05	0,03	0,007
1001 - 1500	1000	200	5 - 2-	0	0,01	0,005	0,007
1501 - 2000	750	150	3 - 0,8	0	0,01	0,005	0,007
2001 - 2500	500	100	0,4 - 0,2	0	0,01	0,005	0,007
2501 - 3000	500	100	0,2 - 0,1	0	0,01	0,005	0,007