



GENERALIDADES

CURSO TÉCNICO “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS AGLOMERACIONES URBANAS DE ARAGÓN”

Generalidades

**¿QUÉ ENTENDEMOS POR PEQUEÑAS
AGLOMERACIONES URBANAS?**

¿Qué es una aglomeración urbana?

- ▣ R.D Ley 11/1995. Aglomeración urbana: ***“zona geográfica formada por uno o varios municipios, o por parte de uno o varios de ellos, que por su población o actividad económica constituya un foco de generación de aguas residuales que justifique su recogida y conducción a una instalación de tratamiento o a un punto de vertido final”***.

Posibles aglomeraciones urbanas

4

Un municipio



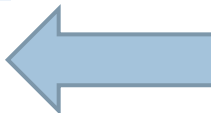
EDAR

Varios municipios



EDAR

Partes de un municipio



EDAR



EDAR

Posibles aglomeraciones urbanas

5

**Partes de
varios
municipios**



EDAR

Definición de las aglomeraciones urbanas

R.D. 11/1995. Artículo 3. Aglomeraciones urbanas.

- Las **Comunidades Autónomas** fijarán, previa audiencia de los **Ayuntamientos afectados**, las aglomeraciones urbanas en que se estructura su territorio, estableciendo el ente público representativo de los municipios a los que corresponda, en cada caso, el cumplimiento de las obligaciones establecidas en este Real Decreto-Ley.

Definición de las aglomeraciones urbanas

7

- La definición de las aglomeraciones urbanas debe hacerse teniendo en cuenta factores:
 - **Medioambientales**
 - **Socioeconómicos**
 - **Técnicos**

que pueden llegar a ser de gran complejidad si la población se encuentra muy dispersa.

¿Qué es una pequeña aglomeración urbana?

8

- De acuerdo con la Directiva 91/271/CEE y con el R.D. 11/1995, definimos como pequeña aglomeración urbana la que cuenta **con menos de 2.000 habitantes equivalentes y a la que se le exige un tratamiento adecuado.**

El concepto de habitante equivalente

- **RD 11/1995:1 h-e** (habitante equivalente): la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de cinco días (DBO_5), de 60 gramos de oxígeno por día.

Cálculo de la población equivalente

10

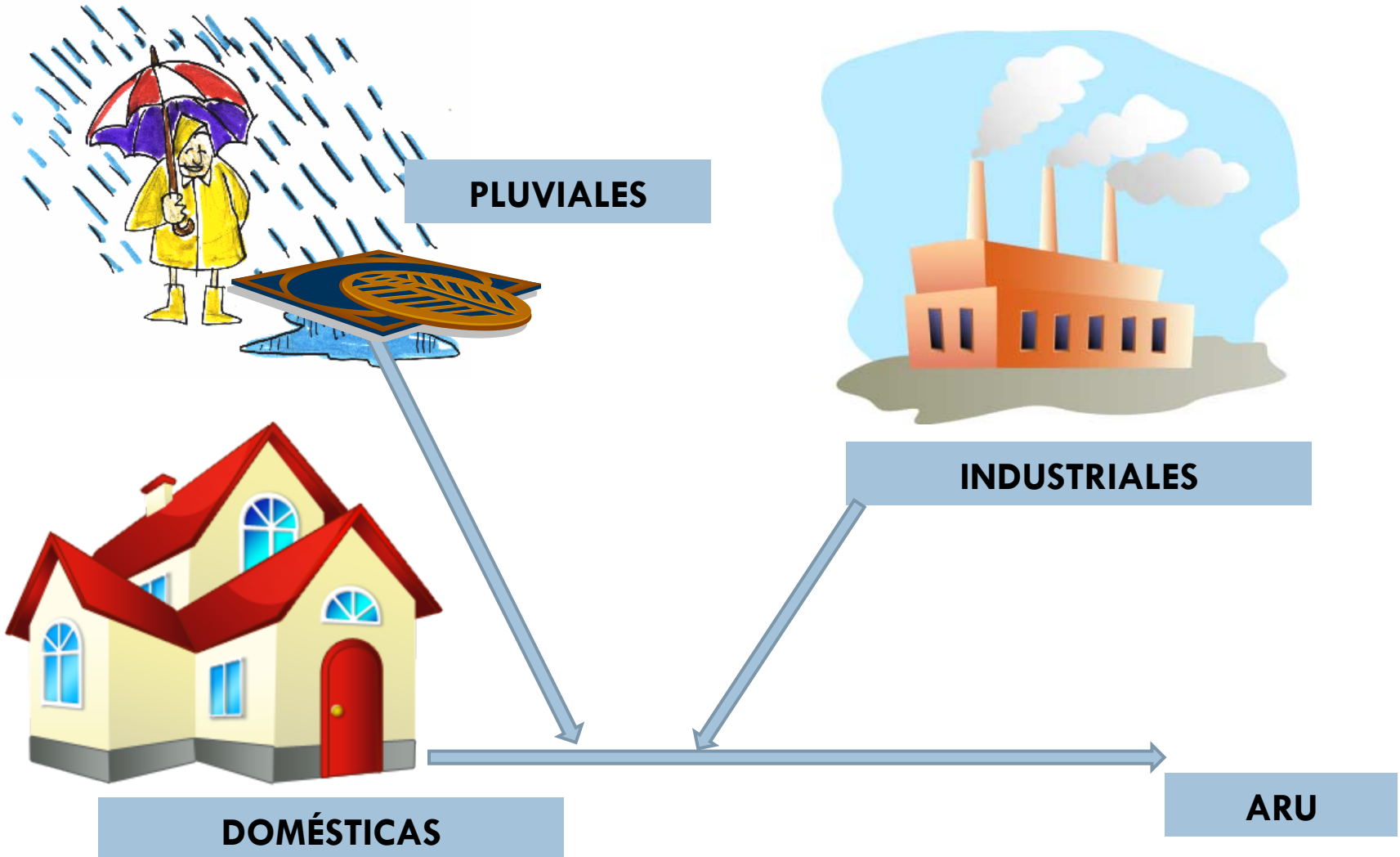
$$\text{h.e.} = Q \text{ (m}^3\text{/d)} \times \text{DBO}_5 \text{ (mg/l = g/m}^3\text{)} / 60 \text{ g DBO}_5\text{/d}$$

¿Qué son las aguas residuales urbanas?

- Directiva 91/271/CEE. R.D. 11/1995: Aguas residuales urbanas: “**las aguas residuales domésticas, o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de corriente pluvial**”.
- Aguas residuales domésticas: “**las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios y generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas**”.
- Aguas residuales industriales: “**todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de corriente pluvial**”.

Origen de las aguas residuales

12



Origen de las aguas residuales

13



Generalidades

CONDICIONANTES DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS GENERADAS EN LAS PEQUEÑAS AGLOMERACIONES URBANAS

Caudales

Figura 1. Variación horaria típica de los caudales de agua residual doméstica

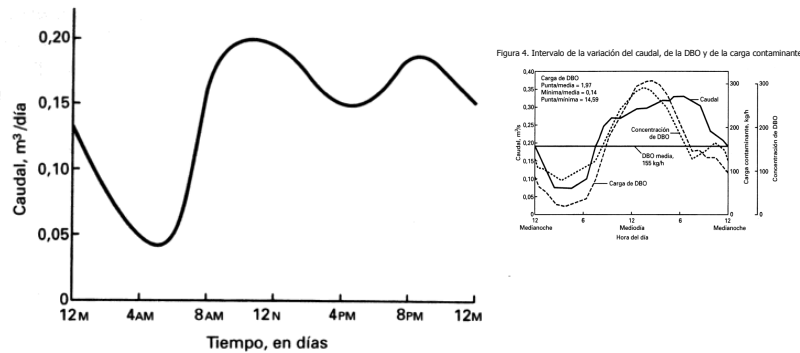
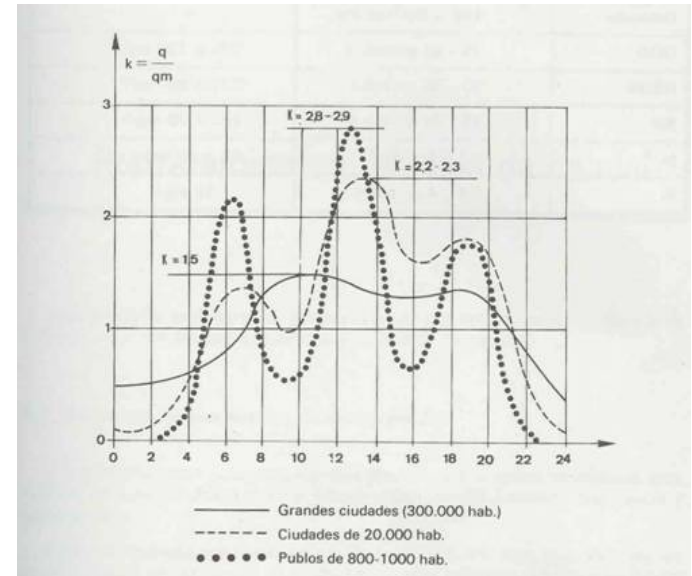
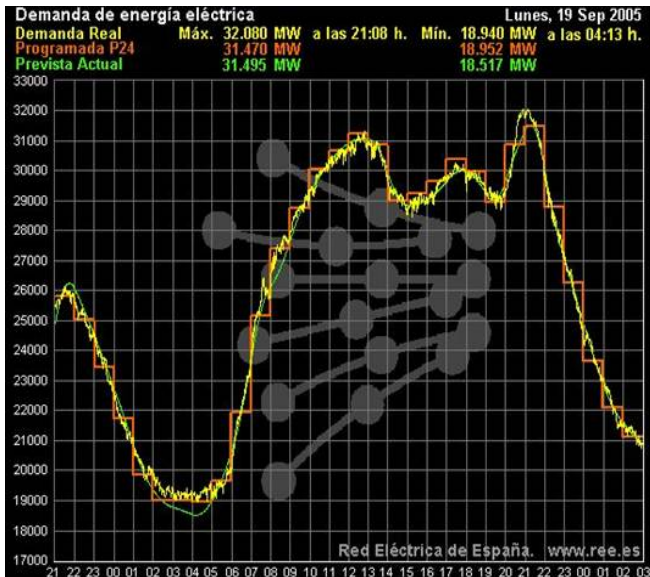
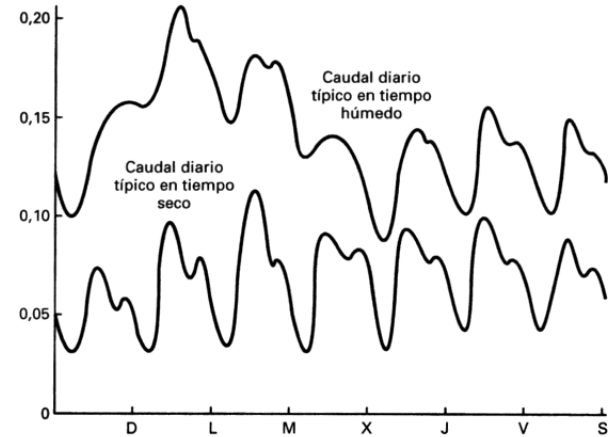
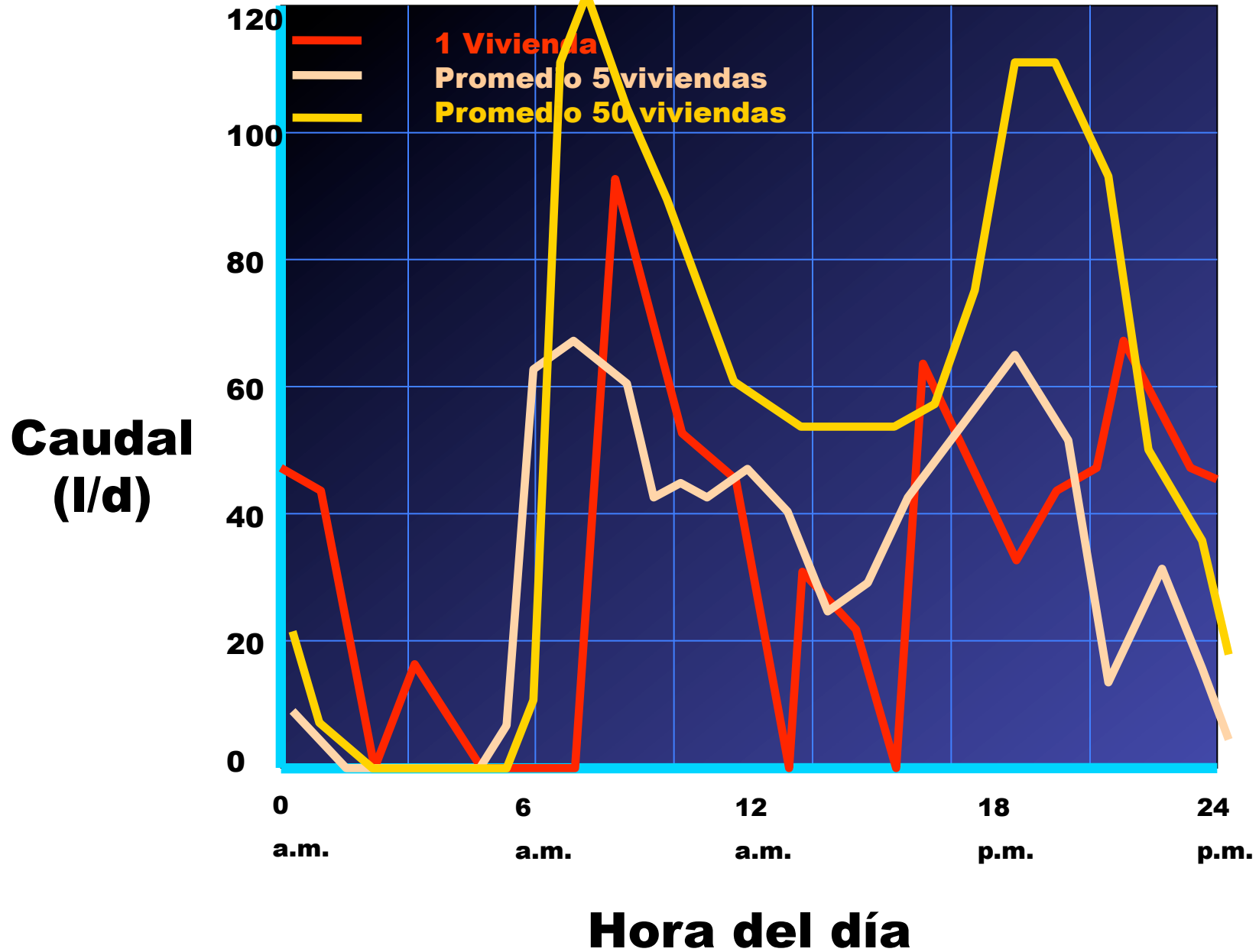


Figura 2. Variación diaria y semanal típica de los caudales de agua residual doméstica



Evolución diaria del caudal de AR en 1, 5 y 50 viviendas



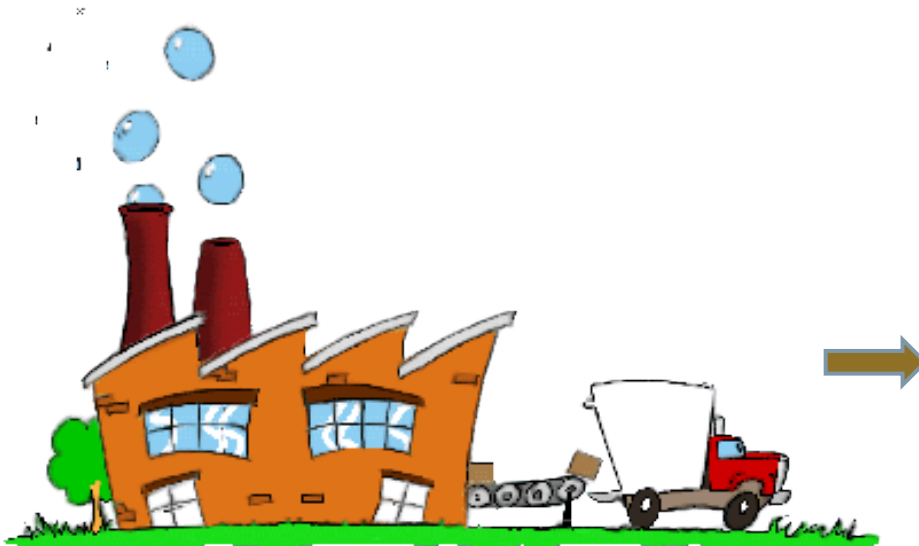
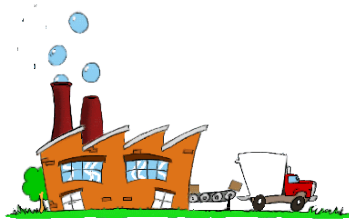
Caudales y calidades de las aguas residuales a tratar

17

- ▣ **ESTACIONALIDAD: INCREMENTOS ESTACIONALES DE LA POBLACIÓN A TRATAR**
- ▣ **VERTIDOS DIFERENTES A LOS DOMÉSTICOS, GENERALMENTE PROCEDENTES DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL**
- ▣ **INTRUSIONES EN LA REDES DE ALCANTARILLADO, INCORPORACIÓN DE FUENTES O MANATIALES**

Caudales y calidades de las aguas residuales a tratar

18



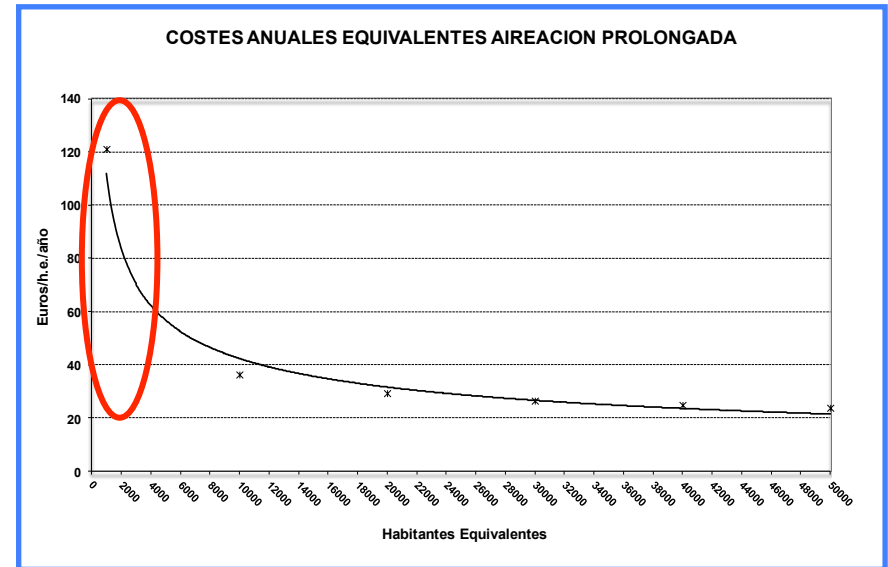
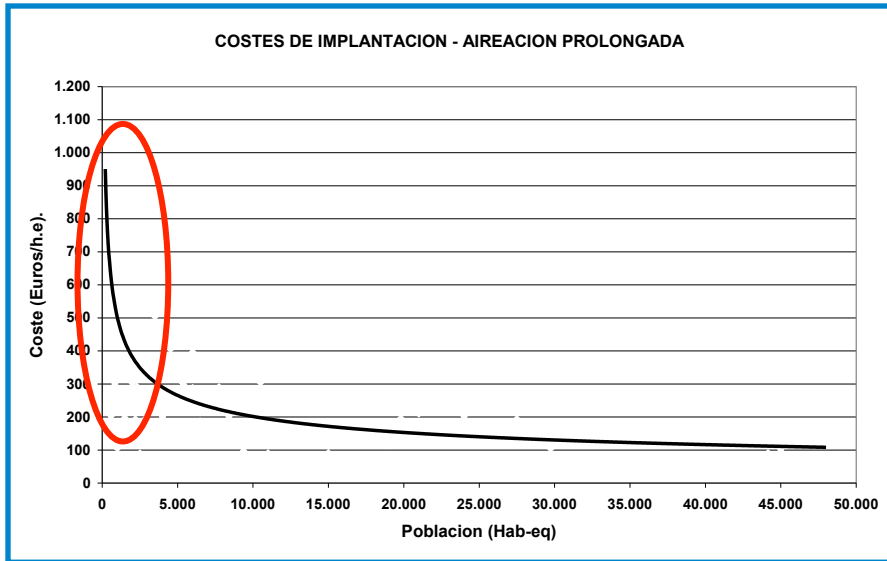
Calidades

19

Componente	Concentración alta	Concentración media	Concentración baja
Sólidos Totales (mg/l)	1.200	720	350
Sólidos Disueltos (mg/l)	850	500	250
Sólidos en Suspensión (mg/l)	350	220	100
DBO ₅ (mg/l)	400	220	110
DQO (mg/l)	1.000	500	250
Nitrógeno total (mg N/l)	85	40	20
N orgánico (mg N/l)	35	15	8
N amoniacal (mg N/l)	50	25	12
Fósforo total (mg P/l)	15	8	4
P orgánico (mg P/l)	5	3	1
P inorgánico (mg P/L)	10	5	3
Cloruros (mg Cl)	100	50	30
Alcalinidad (mg Ca CO ₃)	200	100	50
Coliformes totales (UFC/100 ml)	-	10 ⁷	-
Coliformes fecales (UFC/100 ml)	-	10 ⁶	-

No se benefician de las ventajas de la economía de escala

20



**¡En depuración el tamaño
sí que importa!**

Marco normativo

DIRETTIVA 91/271/CEE

R.D. 11/1995

R.D. 1996

Directiva 91/271/CEE: tipos de tratamientos

Tratamientos exigidos por la Directiva 91/271/CEE en función de la población y zona de vertido.

VERTIDO EN AGUAS COSTERAS				
Tamaño aglomeración	Zona menos sensible	Zona normal		Zona sensible
0 - 10.000 h.e.	T.A.	T.A.		T.A.
10.000 - 150.000 h.e.	T.1°	T.2°		T.M.R.
>150.000 h.e.	T.2° (ó T.1°)	T.2°		T.M.R.
VERTIDO EN AGUAS DULCES Y ESTUARIOS				
Tamaño aglomeración	Zona menos sensible	Zona normal	Zona normal alta montaña	Zona sensible
0 - 2.000 h.e.	T.A.	T.A.	T.A.	T.A.
2.000 - 10.000 h.e.	T.1°	T.2°	T.2° (-)	T.2°
> 10.000 h.e.	T.2°	T.2°	T.2° (-)	T.M.R.

Directiva 91/271/CEE: tipos de tratamientos

24

T.A.: Tratamiento adecuado: el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad pertinentes y las disposiciones pertinentes de la presente y de las restantes Directivas comunitarias.

T.1°: Tratamiento primario: el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso físico y/o químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO_5 de las aguas residuales que entren se reduzca por lo menos en un 20% antes del vertido y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca por lo menos en un 50%.

T.2°: Tratamiento secundario: el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya, por lo general, un tratamiento biológico con sedimentación secundaria, u otro proceso en el que se respeten los requisitos del cuadro 1 del Anexo I.: reducción DBO_5 70-90% o < 25 mg/l; reducción DQO $> 75\%$ o < 125 mg/l; reducción sólidos en suspensión $> 90\%$ o < 35 mg/l.

T.M.R: Tratamiento más riguroso que el secundario: tratamiento mediante el cual, según la situación local, se reduzca el nitrógeno total, el fósforo total o ambos parámetros, de acuerdo a los siguientes requisitos: **para $10.000 < P_{ob} < 100.000$ h.e.**, reducción **Nt 70-80%** ó < 10 mg/l, reducción Pt $> 80\%$ ó < 1 mg/l.

Plazos para el tratamiento adecuado

25

- **RD Ley 11/1995:** Artículo 6. Tratamiento adecuado de las aguas residuales urbanas.

Las aglomeraciones urbanas que se indican a continuación dispondrán de un tratamiento adecuado para sus aguas residuales, antes del día 1 de enero del año 2006, en las siguientes circunstancias:

a) Aquellas que cuenten con menos de 2.000 habitantes-equivalentes y viertan en aguas continentales y estuarios.

El tratamiento adecuado en España

26

- En España no existe regulación específica para estos vertidos, existiendo criterios diversos en cada organismo de cuenca.
- Los valores límites de emisión se fijan en la autorización de vertido.
- “Los valores límite de emisión deben calcularse teniendo en cuenta los objetivos ambientales del medio receptor. La comprobación de las normas de calidad ambiental se valorarán por balance de masas o mediante empleo de modelos matemáticos de simulación” (Manual de gestión de vertidos. MARM).
- Generalmente se exigen los límites de la Directiva 91/271/CEE referidos a Tratamiento Secundario (**$SS \leq 35 \text{ mg/l}$; $DBO_5 \leq 25 \text{ mg/l}$; $DQO \leq 125 \text{ mg/l}$**).

El tratamiento adecuado en otros países

Límites de vertido aplicados en Francia (Arrête du 21 de juillet 2015) para cargas <120 kg DBO₅/d (2.000 h.e.)

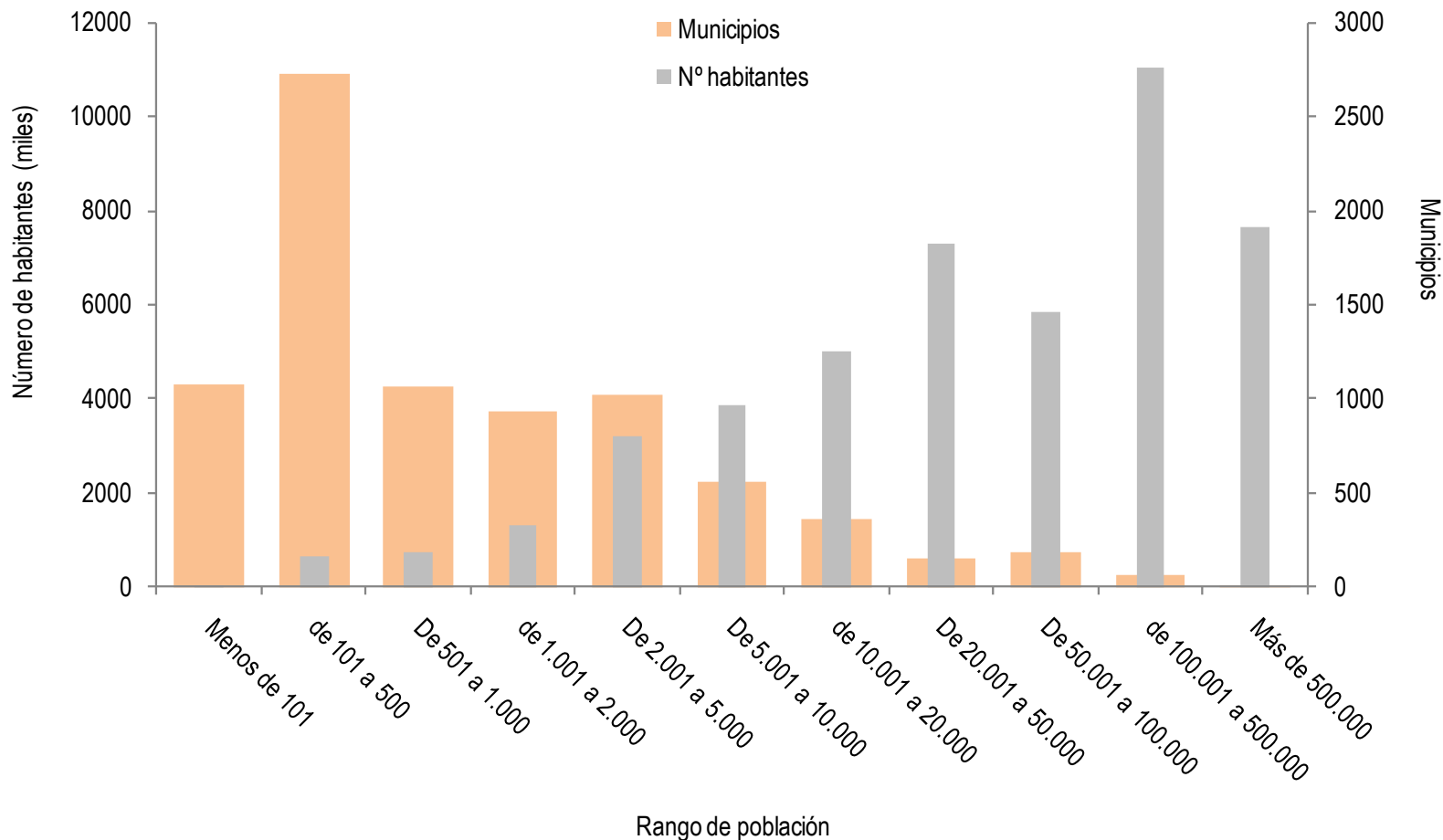
	Concentraciones	Rendimientos
DBO ₅	35 mg/l	60%
DQO	200 mg/l	60%
SS	35 mg/l	50%

Situación actual

ESTADO DE LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LAS PEQUEÑAS AGLOMERACIONES URBANAS ESPAÑOLAS

Distribución de la población en España

29



En España, de los más de 8.000 municipios existentes, cerca de 6.000 cuentan con una población menor de 2.000 habitantes.

Particularidades de la población en Castilla y León

30

Superficie: 94.200 km²

Población: 2.500.000 hab.

Densidad: 26,7 hab/km² ↓↓↓

2.248 municipios y más de 6.000 núcleos de población

1.950 municipios < 1.000 hab (80%)

1.639 municipios < 500 hab, (73%)

El 30% de los municipios son de menos de 100 habitantes !!

La población rural ha descendido drásticamente desde los años 60, sin embargo se mantiene el número de municipios.

**ALTA DISPERSIÓN
DEMOGRÁFICA**

**NÚMERO MUY ELEVADO DE
PEQUEÑOS MUNICIPIOS**

Situación de las pequeñas aglomeraciones urbanas en Galicia

31

El **Plan de Saneamiento de Galicia (2000-2015)** recogía la existencia de **1.388 aglomeraciones urbanas**, que se repartían, por rangos de población, de acuerdo con la tabla adjunta.

Rango de población (habitantes)	Número de aglomeraciones
0 - 100	185
100 - 200	489
200 - 300	207
300 - 400	111
400 - 500	68
500 - 600	42
600 - 700	41
700 - 800	25
800 - 900	17
900 - 1.000	15
1.000 - 2.000	77
>2.000	111

1. El **92,0%** de las aglomeraciones urbanas gallegas son menores de **2.000 habitantes**.
2. El **76,3%** de las mismas está por debajo de los **500 habitantes**.
3. Destaca el rango **100-200 habitantes**, que cuenta con el **35,2%** del total de las aglomeraciones.

Situación de la depuración en pequeñas aglomeraciones urbanas (2008)

32

□ Resultados del trabajo:

“TECNOLOGÍAS DE DEPURACIÓN ADECUADAS A PEQUEÑAS POBLACIONES”

“Situación actual de la depuración de las aguas residuales en pequeñas poblaciones”

realizado en 2008 por CEDEX y CENTA, por encargo del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino



CEDEX

CENTRO DE ESTUDIOS Y
EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS
PÚBLICAS



Situación de la depuración en pequeñas aglomeraciones urbanas (2007)

SITUACION DE LA DEPURACIÓN EN NUCLEOS DE POBLACION < 2.000 H.E. (NOVIEMBRE 2007)					
CCAA	Población afectada*	Población Pendiente depuración**	Nº Aglomeraciones o Núcleos pendientes de depuración***	Planes de saneamiento, que contemplen depuración de pequeños núcleos	Observaciones
Andalucía	613.886 habitantes equivalentes (254 núcleos definidos y resto de población diseminada)	460.500 habitantes equivalentes sin EDAR	59 núcleos definidos sin EDAR y el resto diseminados, sin definir	No existe un plan regional de depuración	A pesar de que no existe plan autonómico de saneamiento y depuración como tal, sí se han establecido programas de actuación en materia de saneamiento y depuración.
Aragón	420.00 habitantes equivalentes (sólo en núcleos de menos de 1.000 h.e.)	420.000 habitantes equivalentes	1.154 núcleos	Plan Aragonés de Saneamiento y Depuración [Núcleos > 1.000 h.e para 2008 (plan especial). Resto de núcleos para 2015]	En las aglomeraciones pendientes, no se han considerado los núcleos del Plan Especial de Depuración, que incluye los de más de 1.000 h.e. y que tiene previsto finalizar en 2.008
Cantabria	267.490 habitantes equivalentes	143.268 habitantes equivalentes	542 núcleos sin sanear con población < 2000 h.e.	Plan Director 2007-2010	En el periodo 2007-2010 se abarcará sólo la depuración de los núcleos de mas de 500 h.e.
Cataluña	478.001 habitantes equivalentes en 1.235 aglomeraciones definidas, y 120.000 habitantes reales en núcleos y viviendas dispersas (algunas disponen de tratamiento individualizado)	427.333 habitantes equivalentes (del total de h.e. en aglomeraciones)	1.186 aglomeraciones	II Plan de Saneamiento de Aguas Residuales Urbanas (2009-2015)	Agglomeraciones existentes y previstas a fecha de Abril de 2008
Castilla La Mancha	346.935 habitantes equivalentes (655 aglomeraciones)	[Sin información]	[Sin información]	II Plan Director de Saneamiento y Depuración en fase de tramitación ambiental	Agglomeraciones existentes y previstas a fecha de Abril de 2008. No se han facilitado datos sobre el porcentaje de aglomeraciones que restan por depurar

* Población equivalente en aglomeraciones o núcleos de menos de 2.000 h.e. Se ha añadido la población sin aglomerar (en habitantes reales y no equivalentes) en los casos en los que se disponía de dicha información

** Población en habitantes equivalentes que no dispone de tratamiento de depuración o bien que éste no es adecuado, excluyendo la población sin aglomerar.

*** En este apartado se ha tratado de recoger las aglomeraciones tal y como se han definido en los nuevos planes de depuración, pero en algunos casos dado que las aglomeraciones aún no están definidas o no se ha podido conseguir la información sólo se refleja el número de núcleos de población existentes, pero no las aglomeraciones (es el caso claro de Castilla y León)

Tecnologías más implantadas (2007)

(Comunidad Autónoma)	1 ^{era} tecnología (más abundante)	2 ^a tecnología	3 ^{era} tecnología	Otras tecnologías (menos abundantes)
Andalucía	Tratamiento primario*	Aireación prolongada	Filtros de turba	CBR, Lagunaje, Humedal Artificial, Lechos bacterianos
Aragón	Aireación prolongada	Lechos bacterianos	Biodiscos	Tratamiento primario
Asturias	Tratamiento primario*	Aireación prolongada	Lagunaje	Biológico con eliminación de N y P
Cantabria	Aireación prolongada	Aireación prolongada+ lagunaje	Tratamiento primario	

Conclusiones del estudio

35

- ▣ La mayoría de las CCAA contemplaban actuaciones de depuración de pequeños núcleos en su nuevos planes de saneamiento.

Si bien:

- Las redes de saneamiento estaban con frecuencia en mal estado.
- Aún no estaban claramente definidas todas las aglomeraciones (de acuerdo a la Directiva 91/271/CEE).
- Se le seguía dando prioridad a las aglomeraciones > 2.000 h.e. aún pendientes (Directiva 91/271/CEE y nueva declaración de zonas sensibles).
- En muchas CCAA se fija 2015 como fecha límite para conseguir el 100 % de la depuración (Directiva Marco, PNCA).

Conclusiones del estudio

- Menos del **40-50%** de población equivalente con depuración adecuada en mayoría de CCAA (excepciones Madrid, Valencia, Navarra, La Rioja que alcanzan >70-80%).
- **3-4 millones de habitantes equivalentes** pendientes de depuración adecuada.
- Más de **6.000 aglomeraciones o núcleos** pendientes de depuración adecuada, de los cuales un porcentaje muy alto muy pequeñas (<500 h.e.).
- Necesidad de una normativa específica para pequeñas aglomeraciones. Desarrollo del concepto de **TRATAMIENTO ADECUADO**.

**En definitiva:
la depuración de las aguas residuales
en las pequeñas aglomeraciones
urbanas sigue siendo:**

!UNA ASIGNATURA PENDIENTE!

Situación actual

**BREVE HISTORIA DE LA DEPURACIÓN
EN LAS AGUAS RESIDUALES
GENERADAS EN LAS PEQUEÑAS
AGLOMERACIONES URBANAS
ESPAÑOLAS**

Historia de la depuración en las pequeñas aglomeraciones urbanas

39

Previo a la década de los 80:

- Las tecnologías de depuración que se aplicaban en las pequeñas aglomeraciones eran mera reproducción, a menor escala, de las que se aplicaban en las grandes urbes.
- Predominaba la implantación de instalaciones basadas en la tecnología de aireación prolongada, que se disponían en instalaciones compactas, generalmente enterradas en las aplicaciones de menor tamaño.





Causa: limitación de recursos técnicos y económicos para su adecuada explotación y mantenimiento

No se cuestionaba la adecuada selección ni los diseños



Historia de la depuración en las pequeñas aglomeraciones urbanas

41

En la década de los 80:

- Se asiste al “boom” de las llamadas tecnologías de bajo coste.
- Las tecnologías que alcanzaron un mayor grado de implantación a nivel nacional fueron los **Lagunajes** y los **Filtros de Turba**.





Causas: diseños deficientes, aplicación a rangos poblacionales muy superiores a los recomendados

No se cuestionaba la adecuada selección, ni los diseños, sino que directamente se dictaminaba:

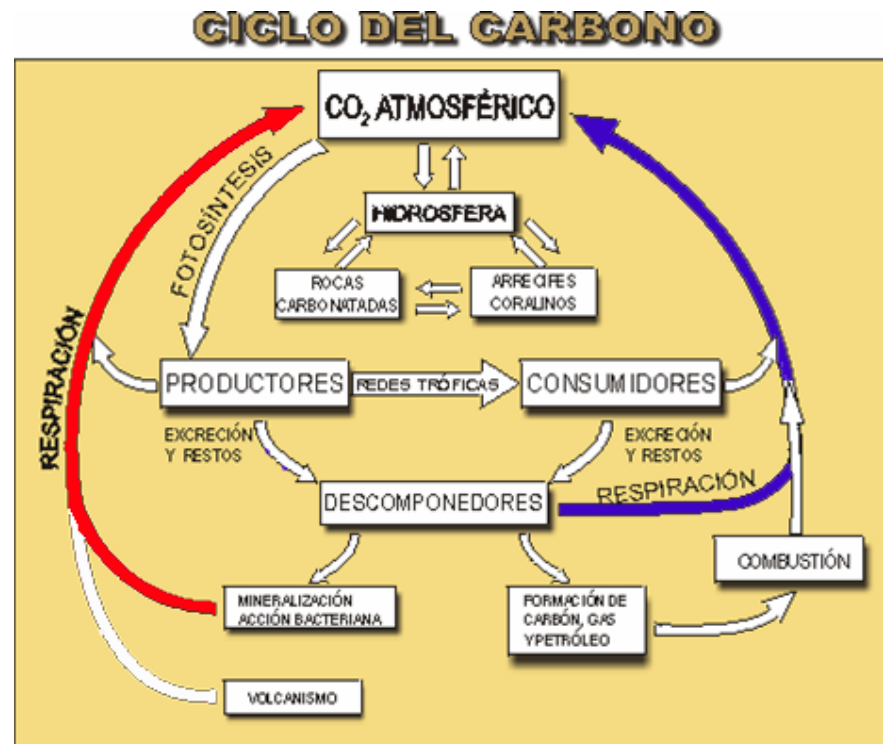


!!!ESTAS TECNOLOGÍAS NO FUNCIONAN!!!



Si no funciona este tipo de tecnologías ¿no funcionan los ciclos biogeoquímicos en los que se basan?

43



Síntesis

$\text{COHNS} + \text{O}_2 + \text{Bacterias} + \text{Energía} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$ (nuevas bacterias)

Respiración endógena

$\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N} + 5 \text{O}_2 \rightarrow 5 \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Energía}$

Historia de la depuración en las pequeñas aglomeraciones urbanas

44

- **En la actualidad**, tras lo aprendido en las dos etapas anteriores, se comienza a tomar conciencia de que **la depuración en pequeñas aglomeraciones requiere otro enfoque mas exigente, tanto desde el punto de vista técnico como desde la gestión**, disponiéndose de un abanico de tecnologías (intensivas, extensivas y mixtas), todas ellas válidas en función de las características concretas de la aglomeración a tratar y de las exigencias de vertido.





Objetivo del tratamiento de las aguas residuales

Objetivo del tratamiento de las aguas residuales

46



Tratar Aguas Residuales:

"transformar el agua residual bruta en un efluente tratado, que cumpla la legislación vigente que permite su vertido, con un mínimo coste económico y ambiental"

Muchas gracias por su atención

Continuará...