



Gestión del ciclo integral del agua

Resumen

La asignatura ofrece una visión integral, técnica y estratégica de la gestión del agua, abarcando todo el ciclo urbano desde la captación hasta la reutilización avanzada y la planificación hidrológica. El Bloque 1 introduce los fundamentos del ciclo integral del agua, diferenciando el ciclo natural y urbano, y analiza el entramado institucional, legal y económico que sustenta su gestión. Asimismo, se presentan los principios de la Directiva Marco del Agua como eje regulador europeo.

El Bloque 2 se centra en la planificación y gestión del abastecimiento urbano, abordando la evaluación de fuentes, el dimensionamiento de la demanda, los procesos de potabilización y la operación de redes de distribución, integrando criterios técnicos, normativos y económicos.

El Bloque 3 profundiza en el saneamiento y drenaje urbanos, desde el diseño de redes de alcantarillado y los SUDS hasta el control de infiltraciones, vertidos y el análisis técnico-ambiental del sistema de saneamiento.

El Bloque 4 desarrolla la depuración de aguas residuales, describiendo las tipologías de EDAR, los procesos de tratamiento físico-químico-biológico, los tratamientos terciarios y la gestión de lodos orientada a la economía circular.

El Bloque 5 aborda la reutilización y regeneración del agua, revisando tecnologías avanzadas, marcos sanitarios, evaluaciones ambientales y económicas, así como modelos de gestión orientados al uso eficiente del recurso.

El Bloque 6 se dedica a la planificación hidrológica, los Planes Hidrológicos de Cuenca, la integración con la ordenación territorial y el impacto del cambio climático, con énfasis en la gobernanza y la coordinación institucional.

Finalmente, el Bloque 7 analiza las tendencias de futuro: innovación tecnológica, digitalización, economía circular y nuevos modelos de gestión sostenible que darán forma a la transición hídrica en las próximas décadas.

Temario

BLOQUE 1 – FUNDAMENTOS Y MARCO INSTITUCIONAL DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

Clase 1. Concepto y estructura del ciclo integral del agua

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Captación
 - 2.2 Potabilización
 - 2.3 Distribución
 - 2.4 Saneamiento
 - 2.5 Depuración



2.6 Reutilización

3. Marco legal e institucional
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Conclusión general
8. Referencias y normativa bibliográfica

Clase 2. Ciclo natural y ciclo urbano del agua

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Ciclo natural del agua
 - 2.2 Ciclo urbano del agua
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 3. Competencias institucionales en la gestión del agua (Estado, CCAA, entes locales)

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 El Estado
 - 2.2 Las Comunidades Autónomas
 - 2.3 Las Entidades Locales
3. Marco legal
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 4. Principios de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), objetivos ambientales y planificación integrada

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos



- 2.1 Enfoque por cuencas hidrográficas
- 2.2 Buen estado de las aguas
- 2.3 Prevención y reducción de la contaminación
- 2.4 Planificación integrada del recurso
- 2.5 Monitoreo y control
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

BLOQUE 2 – PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL ABASTECIMIENTO URBANO

Clase 5. Fuentes de captación: evaluación y protección del recurso

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Tipología de fuentes
 - 2.2 Parámetros de diseño
 - 2.3 Infraestructuras de captación
 - 2.4 Evaluación hidrogeológica
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico y de gestión
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 6. Planificación de la demanda y dimensionamiento del sistema

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Componentes de la demanda
 - 2.2 Factores de crecimiento
 - 2.3 Dimensionamiento hidráulico
 - 2.4 Factores operativos
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico



5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 7. Procesos de potabilización y control de calidad del agua

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Esquema general del proceso
 - 2.2 Parámetros de control de calidad
 - 2.3 Automatización y control
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 8. Redes de distribución, modelos de gestión y estructura tarifaria

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Elementos de la red
 - 2.2 Criterios hidráulicos
 - 2.3 Sectorización y control de fugas
 - 2.4 Mantenimiento y telecontrol
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

BLOQUE 3- PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL SANEAMIENTO Y EL DRENAJE URBANOS

Clase 9. Sistemas de alcantarillado: tipologías, diseño y control hidráulico

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Tipologías de redes
 - 2.2 Criterios de diseño hidráulico y estructural



2.3 Control hidráulico

3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 10. Drenaje urbano sostenible (SUDS) y soluciones basadas en la naturaleza

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Principios hidrológicos fundamentales
 - 2.2 Tipologías de SUDS
 - 2.3 Diseño hidráulico y criterios técnicos
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias normativas y bibliográficas

Clase 11. Control de infiltraciones, vertidos y mantenimiento de infraestructuras

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Infiltraciones
 - 2.2 Vertidos no controlados
 - 2.3 Técnicas de detección y diagnóstico
 - 2.4 Rehabilitación y reparación
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 12. Marco normativo y evaluación técnica, económica y ambiental del saneamiento

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos del sistema de saneamiento



- 2.1 Componentes del sistema
- 2.2 Indicadores técnicos de desempeño
3. Marco legal y normativo
 - a) Normativa europea
 - b) Normativa nacional y sectorial
 - c) Normas UNE y reglamentos técnicos
4. Evaluación económica y financiera
 - a) Componentes del coste total
 - b) Modelos de financiación
 - c) Análisis coste-eficiencia
5. Evaluación ambiental y de sostenibilidad
 - a) Indicadores ambientales
 - b) Análisis de ciclo de vida (ACV)
 - c) Sinergias con la economía circular
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

BLOQUE 4 – PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Clase 13. Conceptos básicos y tipología de estaciones depuradoras (EDAR)

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Fases del proceso de depuración
 - 2.2 Tipología de EDAR
 - 2.3 Escalabilidad y modularidad
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 14. Procesos de tratamiento: físico, químico y biológico

1. Introducción y objetivos
2. Procesos físicos
3. Procesos químicos



4. Procesos biológicos
5. Enfoque económico y ambiental
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 15. Tratamientos terciarios, control del rendimiento y eficiencia energética

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Tipos de tratamientos terciarios
 - 2.2 Control del rendimiento
 - 2.3 Optimización energética
3. Marco legal
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 16. Gestión de lodos y subproductos: valorización y economía circular

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Origen y características
 - 2.2 Etapas del tratamiento
 - 2.3 Valorización
3. Marco legal y normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

BLOQUE 5 – PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LA REUTILIZACIÓN Y REGENERACIÓN DEL AGUA

Clase 17. Conceptos de reutilización, regeneración y usos potenciales

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Reutilización directa
 - 2.2 Reutilización indirecta



2.3 Regeneración

2.4 Usos potenciales del agua regenerada

3. Marco legal

4. Enfoque económico y estratégico

5. Ejercicio resuelto

6. Referencias bibliográficas

Clase 18. Tecnologías de regeneración avanzada y control sanitario

1. Introducción y objetivos

2. Procesos avanzados de regeneración

2.1 Microfiltración y ultrafiltración

2.2 Ósmosis inversa

2.3 Procesos de oxidación avanzada (AOPs)

2.4 Adsorción con carbón activo

2.5 Desinfección final

3. Control sanitario

3.1 Monitorización continua

3.2 Ensayos microbiológicos y de toxicidad

3.3 Planes de seguridad del agua (PSA)

4. Enfoque técnico–económico

5. Marco legal y sanitario

6. Ejercicio resuelto

7. Referencias bibliográficas

Clase 19. Evaluación sanitaria, ambiental y económica de proyectos de reutilización

1. Introducción y objetivos

2. Evaluación sanitaria

2.1 Identificación de puntos críticos de riesgo (HACCP)

2.2 Modelos de exposición humana

2.3 Vigilancia y cumplimiento normativo

3. Evaluación ambiental

3.1 Balance de nutrientes y sales en suelos agrícolas

3.2 Control de infiltración y eutrofización

3.3 Indicadores ambientales



4. Evaluación económica
 - 4.1 Costes de inversión
 - 4.2 Costes de operación
 - 4.3 Análisis coste–beneficio
 - 4.4 Fuentes de financiación
5. Aplicación práctica
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 20. Modelos de gestión y su integración en la economía circular del agua

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Circuitos cerrados de agua
 - 2.2 Recuperación de nutrientes
 - 2.3 Producción de energía
 - 2.4 Reutilización integrada
3. Marco normativo
4. Enfoque económico
5. Aplicaciones prácticas
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

BLOQUE 6 – PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA Y GESTIÓN INSTITUCIONAL DEL AGUA

Clase 21. Principios de la planificación hidrológica en la UE y en España

1. Introducción y objetivos
2. Fundamentos técnicos
 - 2.1 Inventario de recursos hídricos
 - 2.2 Diagnóstico de demandas
 - 2.3 Asignación y reservas
 - 2.4 Balance hidrológico
3. Marco legal europeo
4. Marco legal español
5. Enfoque económico y ambiental
6. Ejercicio resuelto



7. Referencias bibliográficas

Clase 22. Planes Hidrológicos de Cuenca: objetivos, estructura y metodología

1. Introducción y objetivos
2. Estructura de un Plan Hidrológico de Cuenca
 - 2.1 Diagnóstico de la demarcación hidrográfica
 - 2.2 Inventario de recursos y demandas
 - 2.3 Zonificación y establecimiento de objetivos ambientales
 - 2.4 Programa de medidas
 - 2.5 Evaluación económica y seguimiento
3. Metodología de elaboración
 - 3.1 Recopilación y validación de datos
 - 3.2 Modelización hidrológica y de calidad
 - 3.3 Análisis de escenarios futuros
 - 3.4 Evaluación coste–eficacia de medidas
 - 3.5 Redacción y exposición pública
4. Marco legal
5. Enfoque económico
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 23. Integración con la ordenación territorial y el cambio climático

1. Introducción y objetivos
2. Interacción entre planificación hidrológica y ordenación territorial
 - 2.1 Coordinación de instrumentos normativos
 - 2.2 Zonificación de áreas inundables
 - 2.3 Limitaciones al crecimiento urbano
 - 2.4 Protección de zonas sensibles
3. Impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos
4. Medidas de adaptación al cambio climático
5. Enfoque económico y de gobernanza
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 24. Participación pública, transparencia y coordinación institucional



1. Introducción y objetivos
2. Participación pública
3. Transparencia y acceso a la información
4. Coordinación institucional
5. Enfoque económico y de gestión
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

BLOQUE 7 – INNOVACIÓN, DIGITALIZACIÓN Y ESTRATEGIAS DE FUTURO EN LA GESTIÓN DEL AGUA

Clase 25. Innovación tecnológica en el ciclo integral del agua

1. Introducción y objetivos
2. Tecnologías en captación y distribución
3. Innovación en depuración y tratamiento
4. Reutilización y desalación
5. Enfoque económico y legal
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 26. Digitalización del agua: sensores, telecontrol y análisis de datos

1. Introducción y objetivos
2. Arquitectura tecnológica
3. Análisis de datos e inteligencia artificial
4. Ciberseguridad en la gestión del agua
5. Enfoque económico y legal
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 27. Economía circular y valorización de subproductos

1. Introducción y objetivos
2. Principios técnicos de la economía circular en el agua
 - 2.1 Reutilización de agua tratada
 - 2.2 Recuperación de nutrientes
 - 2.3 Valorización energética del biogás
 - 2.4 Valorización de lodos
3. Marco normativo



4. Enfoque económico
5. Aspectos técnicos y ambientales
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas

Clase 28. Estrategias de futuro y modelos de gestión sostenible

1. Introducción y objetivos
2. Retos globales
 - 2.1 Escasez y aumento de la demanda
 - 2.2 Contaminación difusa y emergente
 - 2.3 Urbanización e industrialización
 - 2.4 Variabilidad climática
3. Innovaciones de futuro
 - 3.1 Inteligencia artificial distribuida
 - 3.2 Detección automática de contaminantes
 - 3.3 Plantas autosuficientes energéticamente
 - 3.4 Blockchain y trazabilidad
4. Modelos de gestión sostenible
 - 4.1 Modelos público–privados
 - 4.2 Tarifación progresiva y social
 - 4.3 Gestión basada en costes completos
5. Marco económico y político
 - 5.1 Fondos europeos y transición ecológica
 - 5.2 Rendición de cuentas y gobernanza
 - 5.3 Inversiones verdes y sostenibilidad financiera
6. Ejercicio resuelto
7. Referencias bibliográficas