



Congreso Nacional del Medio Ambiente

CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

---

**Víctor Manuel Beltrán Sanjuan**

Adjunto Jefe Dpto.de Aguas  
Superficiales.  
Ayuntamiento de Madrid



# GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID

Pedro M. Catalinas Montero  
Dirección General del Agua  
Madrid, 29 de Noviembre de 2006



madrid

ÁREA DE GOBIERNO DE MEDIO AMBIENTE  
Y SERVICIOS A LA CIUDAD



I.

# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS





# DEFINICIONES RELATIVAS A LA REUTILIZACIÓN (I)

- Aqua Potable es el agua captada y tratada especialmente para el consumo humano. (Potable water)
- Aquas Residuales son todas aquellas aguas que ya han sido utilizadas, habiendo incorporado a las mismas en dicho uso, una determinada carga contaminante que transportan. Están compuestas por fracciones de aguas grises, negras y pluviales. (Wastewater)
- Aqua Depurada es toda aquella agua residual que ha sido sometida a un proceso de depuración, en los términos establecidos en la Directiva 91/271/CEE, y presenta una calidad suficiente como para ser vertida a un curso de agua. (Treated wastewater)
- Aqua Regenerada es toda agua residual depurada que ha sido sometida a un tratamiento adicional (tratamiento de regeneración) y que por la alta calidad alcanzada con este tratamiento las hace capaces de poder ser utilizadas en determinados usos, sin tener que llevar a cabo con dichos caudales una dilución previa en un curso de agua. (Reclaimed water)



# DEFINICIONES RELATIVAS A LA REUTILIZACIÓN (II)

- Reutilización es la utilización de nuevo de caudales de agua ya utilizados en otros usos anteriores. (Reuse)
- Reutilización Indirecta es aquella reutilización de caudales de agua que se lleva a cabo realizando previamente una dilución de los mismos en un curso de agua o bien en un acuífero de aguas subterráneas. (Indirect reuse)
- Reutilización Directa es aquella forma de reutilización en la cual los caudales de agua son aplicados a su nuevo uso, habiendo sido transportados a su lugar de aplicación mediante infraestructuras de transporte hechas al efecto, sin haber mediado para ello, una dilución de los mismos en un curso de agua o bien en un acuífero de aguas subterráneas. (Direct reuse)



# DEFINICIONES RELATIVAS A LA REUTILIZACIÓN (III)

- Reutilización Planificada es la reutilización de agua residual regenerada bien de forma directa o bien indirecta. (Planned reuse)
- Reutilización Potable es el incremento de caudales de agua potable mediante la incorporación de aguas regeneradas, bien directamente al red de abastecimiento o bien a las infraestructuras de potabilización. Será generalmente directa y planificada. (Portable water reuse)
- Reutilización No Potable son el conjunto de formas de reutilización salvo la aplicación a formas de reutilización potable. Dentro de estos usos, podemos citar el riego agrícola y de campos de golf, usos urbanos y ornamentales, refrigeración industrial, formación de barreras contra la intrusión salina, etc. (Non potable reuse)



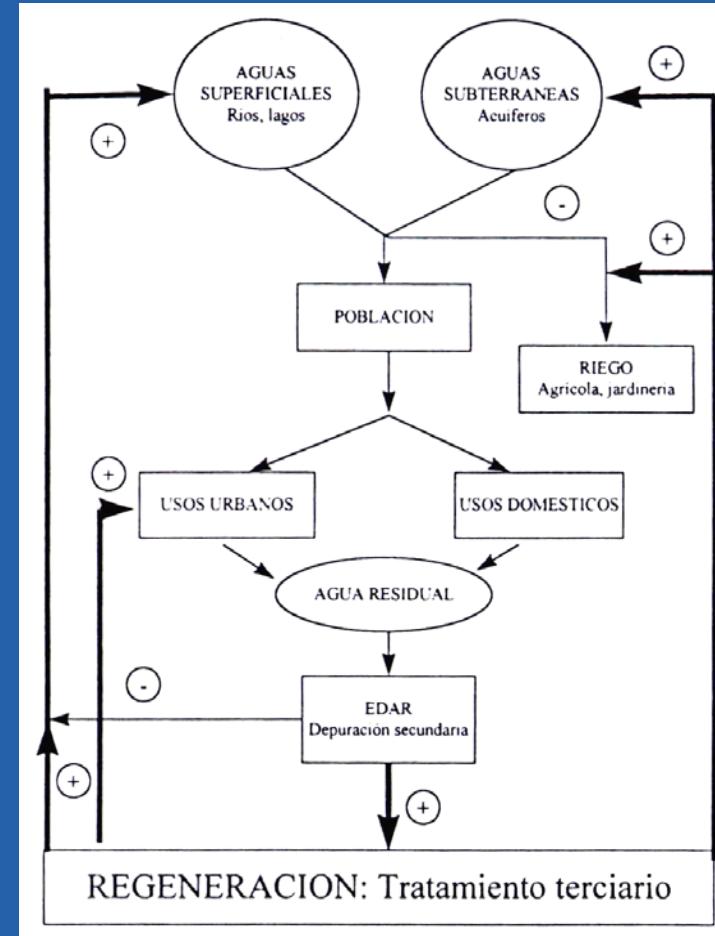
# REGLAMENTO DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

(RD 849/1986, de 11 de abril)

- El artículo 272 nos indica que “se entiende por Reutilización Directa de Aguas las que, habiendo sido ya utilizadas por quien las derivó, y antes de su devolución a cauce público, fueran aplicadas a otros diferentes usos sucesivos”, indicándose además que “se prohíbe la reutilización directa de aguas residuales depuradas para el consumo humano, excepto en situaciones catastróficas o de emergencia..., con carácter transitorio”.
- El artículo 273 del citado Reglamento, determina las condiciones y los trámites necesarios para la concesión de reutilización de aguas, diferentes en función de que dicha reutilización vaya a realizarse por el primer usuario o bien por un tercero.



# SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS





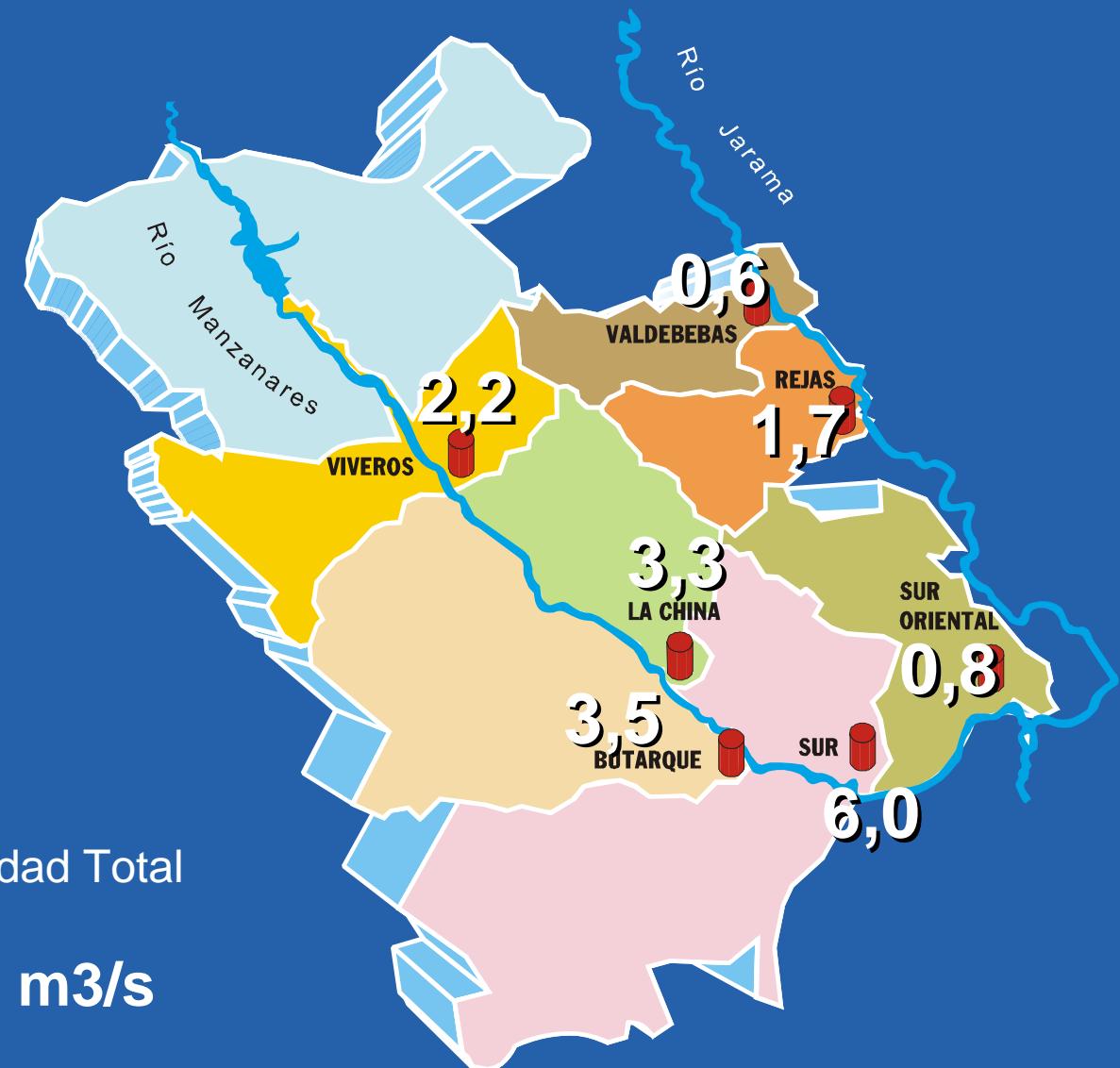
# BENEFICIOS DE LA REUTILIZACIÓN DIRECTA Y PLANIFICADA DE AGUAS REGENERADAS

- Incremento de los recursos hídricos disponibles.
- Colaborar en el desarrollo sostenible del recurso.
- Ahorro del consumo de agua potable.
- Garantizar el suministro de agua.
- Disminución del caudal de agua residual tratada vertida a los cauces naturales.
- Reducción del aporte de contaminantes a los cursos naturales de agua.
- Reducción de los costes de captación, transporte y tratamiento de agua potable para abastecimiento.
- Disminución del coste de mantenimiento de zonas verdes por el aprovechamiento de los elementos nutritivos contenidos en el agua.



# SISTEMA DE SANEAMIENTO

## CAPACIDAD DE TRATAMIENTO ERAR





# ESQUEMA DE ACTUACIÓN ANTE UN PROYECTO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS

- Proyecto de reutilización de agua
  - Definir los niveles de calidad adecuados para cada uno de los posibles usos.
  - Establecer los procesos de tratamiento y los límites de calidad del efluente.
- Requerimientos del aprovechamiento
  - Construcción de la planta regeneradora.
  - Ejecución de las redes de transporte desde la planta de regeneración hasta su lugar de utilización.
  - Instalación de los sistemas de almacenamiento o regulación para adecuar el caudal suministrado por la planta con los caudales consumidos por los usuarios.
  - Definición de unas normas de utilización del recurso.



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO – NORMATIVA PLAN H. TAJO

Según se establece en el Plan Hidrológico del Tajo, “mientras no se apruebe la reglamentación específica nacional sobre la materia, serán de aplicación las limitaciones incluidas en los Anexos del mismo”

Uso del agua residual depurada	Tratamiento indicativo	Nematodos intestinales	Coliformes fecales	pH	S.S.	DB0 <sub>5</sub>
2 Riego de campos deportivos, zonas verdes de acceso público (campos de golf, parques públicos etc)	Secundario Filtración o equivalente Desinfección (*)	<1huevo/ l	< 200/ 100 ml	6-9	<25 mg/ l	<25 mg/ l

**Cuando el método elegido para la desinfección sea cloro o derivados, después de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos:**  
(\*) Valor recomendado de cloro residual 0,6 mg/l.



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO – CRITERIOS DE DISEÑO

- Calidad del agua reutilizada
  - pH 6-9
  - Sólidos en Suspensión < 10 mg/l
  - DBO5 < 10 mg/l
  - Coliformes Fecales < 10 ufc /100 ml.
  - Huevos de Nemátodos < 1 huevo/l
- Red de distribución
  - Depósito primario
  - Depósitos secundarios
  - Red a demanda



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO – PLANTA TRATAMIENTO



Filtros de Arena en funcionamiento



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO – PLANTA TRATAMIENTO

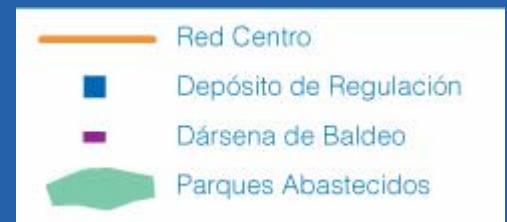
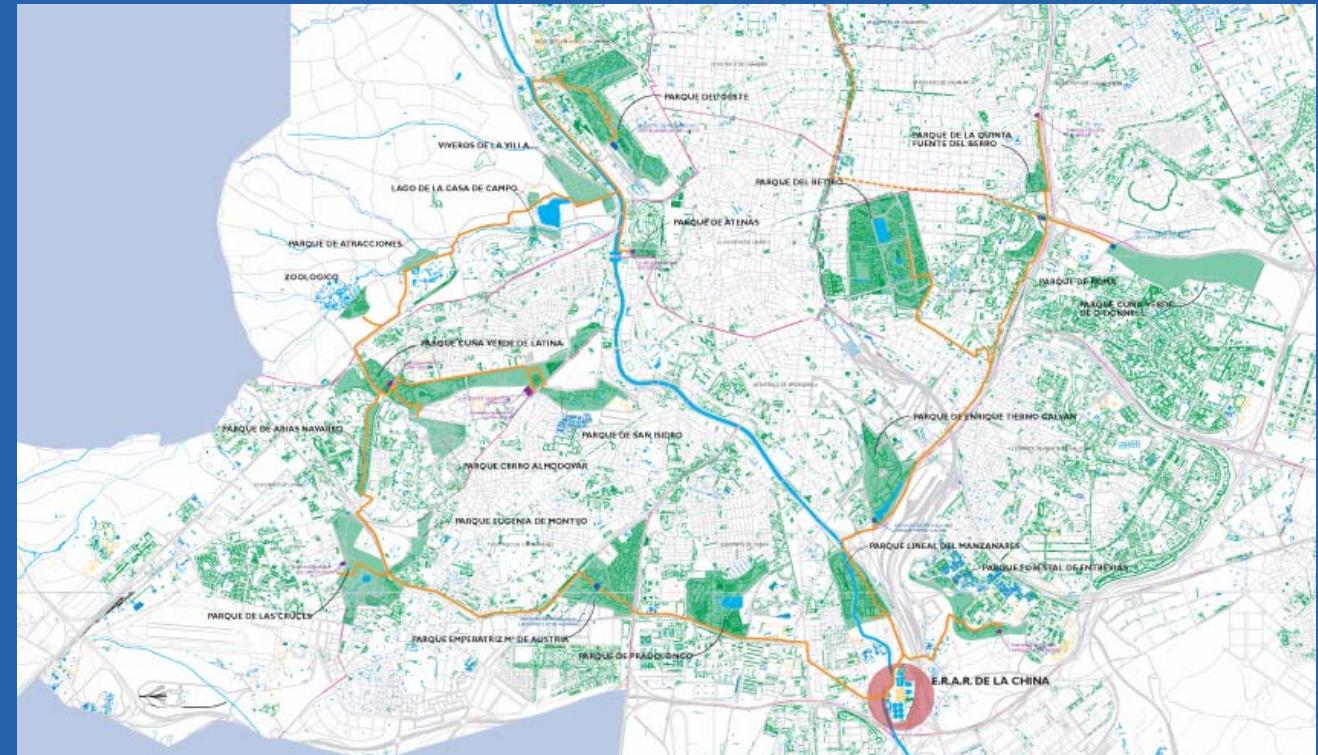


Salida de los Filtros de Arena y Canal de Desinfección



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO





# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO

### Datos de Interés

Espacios Verdes que se riegan actualmente con agua regenerada .....	17 parques
Superficie que se riega actualmente con agua regenerada .....	295 Ha.
Longitud Red Primaria .....	26 km.
Longitud Red Secundaria .....	276 km.
Nº de aspersores .....	30.523 ud.
Nº de difusores .....	12.864 ud.



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO – PARQUES REGADOS

### Ramal Oeste:

P. de Pradolongo  
P. de la Emperatriz María de Austria  
P. de Eugenia de Montijo  
P. de las Cruces  
P. de Carlos Arias  
P. de Cerro de Almodovar  
P. de Cuña Verde de Latina  
P. de San Isidro  
Casa de Campo  
P. de Atenas  
P. del Oeste

### Ramal Este:

P. Tierno Galván  
P. del Retiro  
P. de Roma  
P. de Fuente del Berro

### Riego Directo:

P. de Entrevías  
P. Lineal del Manzanares



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## IDENTIFICACIÓN DE ZONAS REGADAS





# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## ESPECIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES

- Independencia entre las redes de agua potable y agua reutilizada
- Las conducciones de agua potable deberán estar lo suficientemente separadas.
- Las tuberías y accesorios serán de color violeta (PANTONE 2577U ó RAL 4001) al igual que los aspersores.
- Todas las válvulas, grifos y cabezales de aspersión deberán además, estar marcados adecuadamente.
- Las tuberías y las tapas de las arquetas tendrán una leyenda fácilmente legible “AGUA REGENERADA. AGUA NO POTABLE”.
- Se deberán utilizar aspersores de tipo emergente.
- Las fuentes de agua potable deberán estar protegidas de los aerosoles de agua reutilizada.
- Cualquier zona frecuentada por el público deberá disponer de un número adecuado de fuentes de agua potable.



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## ESQUEMA DARSENA PARQUE ATENAS



### Datos de Interés

Presupuesto: 523.824,07 €

Volumen: 1.000 m<sup>3</sup> en dos cámaras de 500 m<sup>3</sup> cada una.

Potencia de bombas: 22 Kw

Presión de bombeo: 3,5 at.

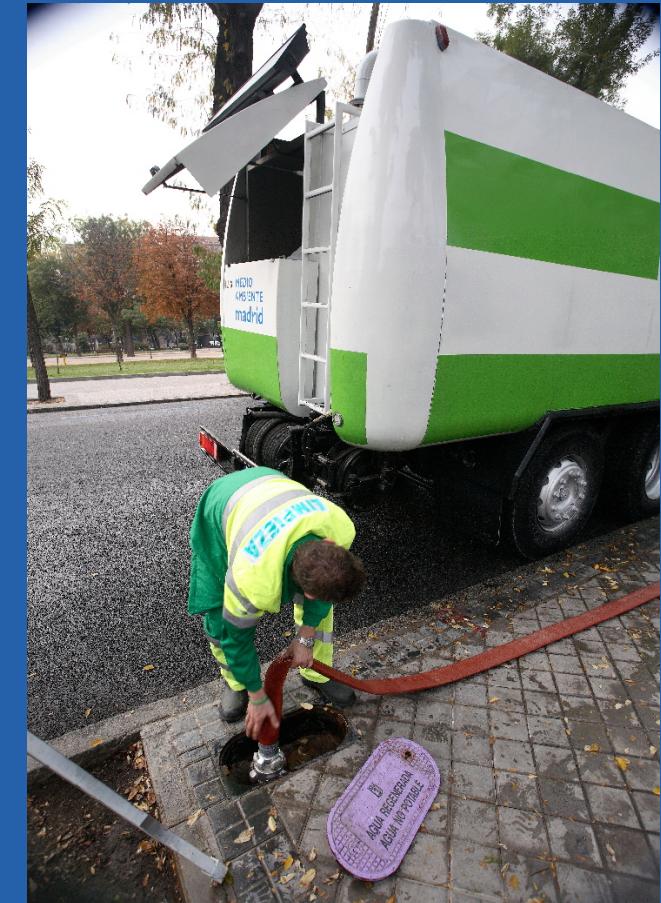
Nº de Hidrantes: 4

Caudal bombeado por bomba: 120 m<sup>3</sup>/h, lo que implica que una baldeadora de 20 m<sup>3</sup> se llena en 10 minutos.



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## BALDEO CON AGUA REGENERADA





# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO – DEPOSITOS Y DÁRSENAS



Depósito y Dársena del Parque del Oeste



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED CENTRO – DEPOSITOS Y DÁRSENAS

### Depósitos :

Depósito ERAR China (6.000 m<sup>3</sup>)

Depósito Emperatriz María de Austria (8.000 m<sup>3</sup>)

Depósito Tierno Galván (7.000 m<sup>3</sup>)

Depósito del Nudo de O'Donnell (7.500 m<sup>3</sup>)

Depósito de la Cuña Verde Latina (2.000 m<sup>3</sup>)

Depósito del Parque del Oeste (6.000 m<sup>3</sup>)

### Dársenas :

Dársena Cuña Verde I Latina (1.000 m<sup>3</sup>)

Dársena Cuña Verde II Latina (1.000 m<sup>3</sup>)

Dársena Fuente del Berro (500 m<sup>3</sup>)

Dársena Parque de Atenas (1.000 m<sup>3</sup>)

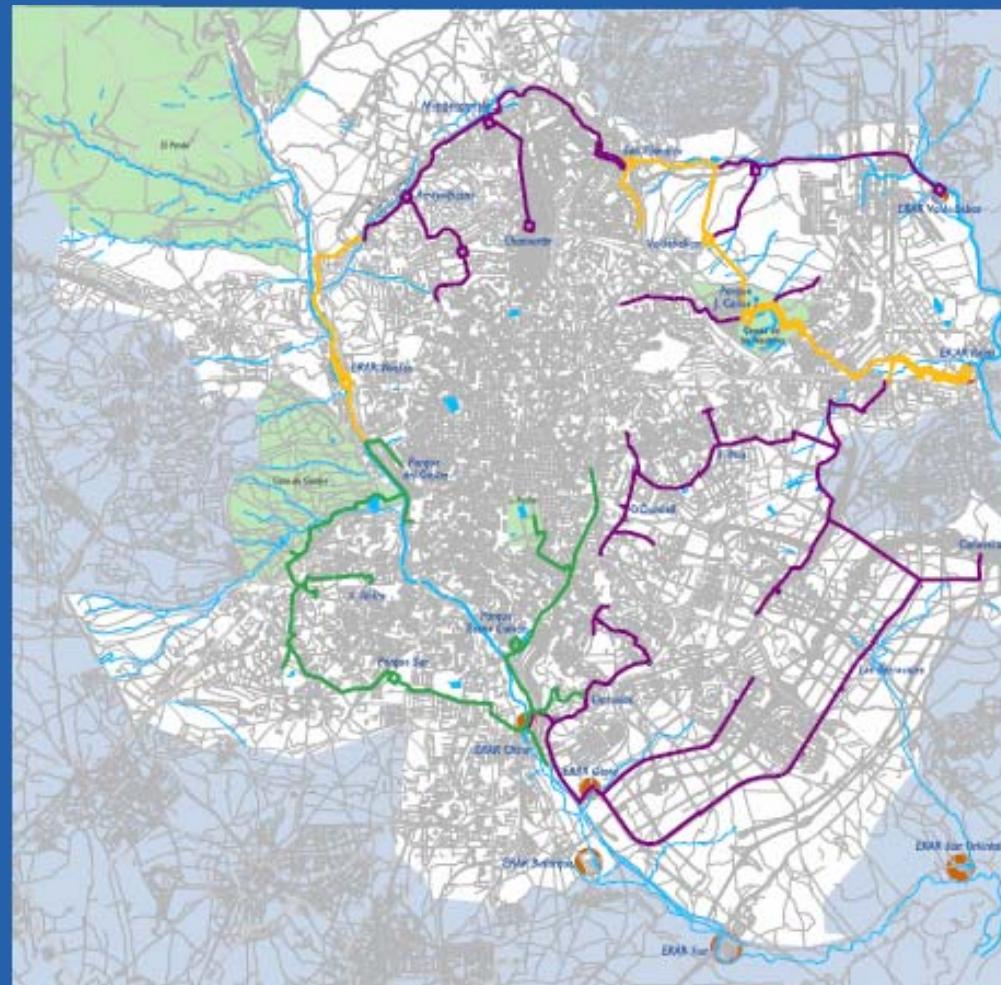
Dársena Las Cruces (1.000 m<sup>3</sup>)

Dársena de Entrevías (750 m<sup>3</sup>)



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## ESQUEMA RED GENERAL (M 30 DEL AGUA)





# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## RED GENERAL

### Datos de Interés

Nº de dársenas previstas en la red .. 34 ud.

Km. de conducciones principales .... 108 km.

Ahorro total anual de agua potable  
previsto ..... 22,7 hm<sup>3</sup>

Superficie prevista de riego ..... 3.359 Ha

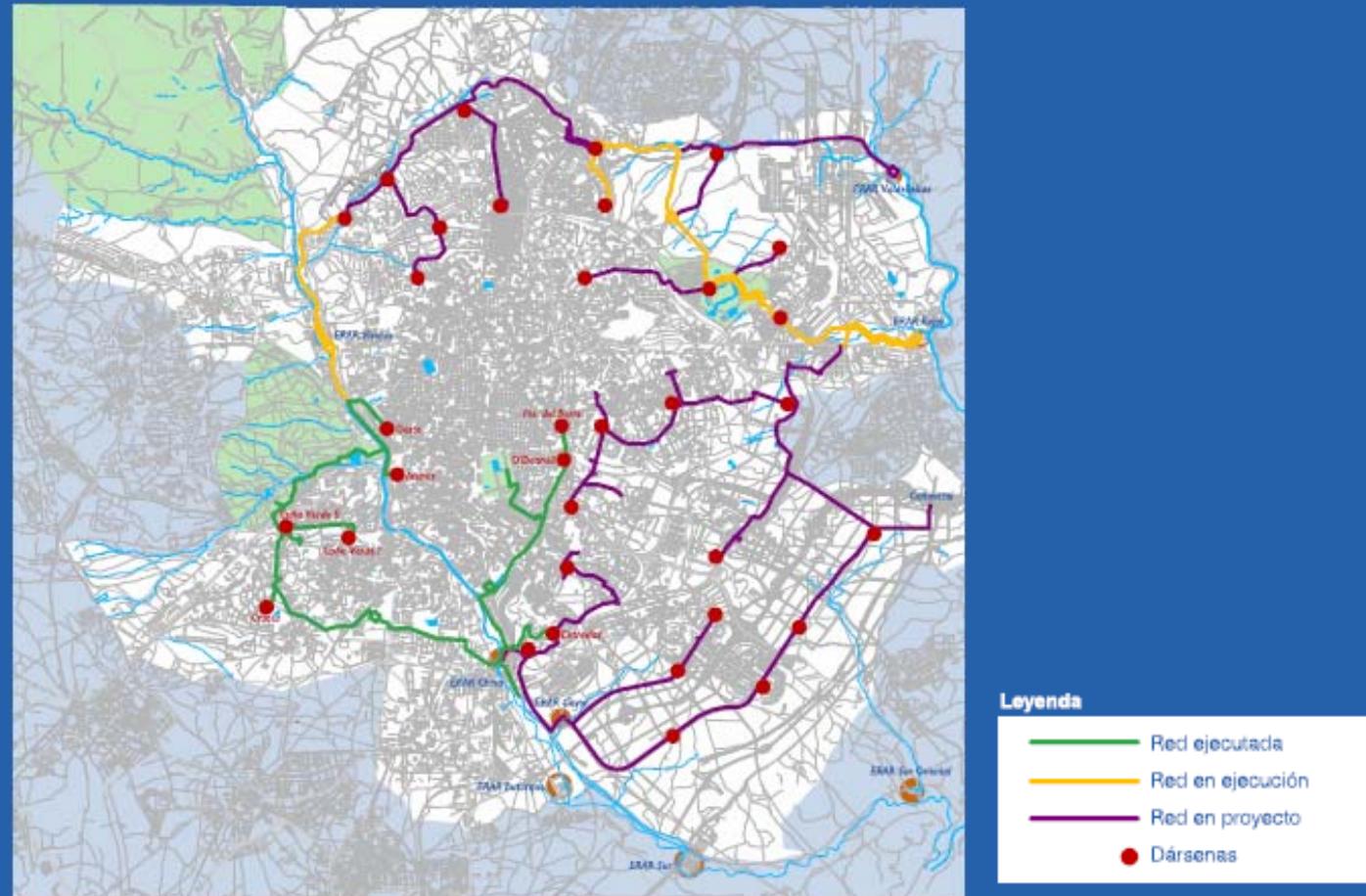
Superficie prevista de baldeo ..... 3.944 Ha

Inversión prevista ..... 145 M€



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## UBICACIÓN DE DÁRSENAS





# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## SUMINISTRO A CAMPOS DE GOLF

	CAMPOS DE GOLF	m <sup>3</sup>	Totales m <sup>3</sup>	Hectareas	Totales ha
1	Olivar de la Hinojosa	368.000		31,00	
2	La Moraleja	649.000		79,4	
3	Centro Nacional de Golf-FEG	359.427		42,6	
4	Puerta de Hierro	791.698		78	
5	Club de Campo	746.886		87	
		<b>Total</b>	<b>2.915.011 m<sup>3</sup></b>	<b>Total</b>	<b>318 ha</b>
6	La Dehesa (militar)	150.000		20	
7	Barberán (militar)	220.000		20	
		<b>Total</b>	<b>370.000 m<sup>3</sup></b>	<b>Total</b>	<b>40 ha</b>
	<b>Totales</b>		<b>3.285.011 m<sup>3</sup></b>		<b>358 ha</b>



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## BALANCE HIDRICO

Ahorro de agua potable			
	Riego (m <sup>3</sup> /año)	Baldeo (m <sup>3</sup> /año)	Total (m <sup>3</sup> /año)
<i>Red Centro 1<sup>a</sup> fase</i>	2.084.820	754.333	2.839.153
<i>Red Centro 2<sup>a</sup> fase</i>	1.042.410	377.167	1.419.577
<i>Red Norte Oeste - Viveros</i>	2.580.273	0	2.580.273
<i>Red de Interconexión</i>	717.959	1.675.237	2.393.196
<i>Red Norte Este - Rejas</i>	3.344.070	1.628.930	3.973.000
<i>Red Sur Este</i>	4.055.623	4.406.220	8.508.121
<i>Red Norte Este -2<sup>a</sup> fase</i>	129.834	868.887	998.721

Ahorro total de agua potable 22,7 Hm<sup>3</sup>/año



# PLAN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

## ORDEN DE MAGNITUD

Long. baldeada ..... 5 veces distancia Madrid-Barcelona.  
Superf. riego ..... 4.300 canchas de futbol.  
Vol. Ahorrado ..... 50 veces el Santiago Bernabeu.

Dimensión de la población equivalente al ahorro de agua potable alcanzado, expresado en forma de consumo anual (estimado 200 l/hab. x día):

300.000 habitantes



II.

## **PLAN DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS FREATICAS DEL METRO DE MADRID**





# PLAN APROVECHAMIENTO DE AGUAS FREÁTICAS DEL METRO





# PLAN APROVECHAMIENTO DE AGUAS FREÁTICAS DEL METRO

Nº identificación pozo	Distrito o barrio	Desagüe	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
1	V. Vallecas - Congosto	Colector	55,50
2	Congosto saco	Colector	10,00
9	Marqués de Vadillo - Pirámides	Rio	16,75
9	Marqués de Vadillo - Pirámides (2)	Rio	24,40
10	Laguna - Lucero	Colector	26,45
11	Legazpi - Usera	Colector	100,00
13	R. Argentina - N. Ministerios	Colector	13,45
14	Universitaria - cocheras (Vía 1)	Colector	22,50
15	P. Ángel - Pio (Pozo 2)	Colector	27,50
18	I. Filipinas - Guzmán El Bueno	Colector	3,50
19	Antonio Machado Anden II	Colector	28,40
21	Aeropuerto - C. Naciones (Pozo 2)	Colector	10,50
22	Aeropuerto - Barajas (Pozo 1)	Colector	10,00
24	Valdebernardo - Pavones M-40	Colector	12,00
25	Estrella (Andén I)	Colector	12,23
26	A. América (Andén II)	Colector	38,00
28	P.Pio - Lago (Pozo 2 V-2)	Colector	24,50
29	P.Pio - Lago (Pozo 2 V-1)	Colector	1,54
31	Begoña - Chamartín	Colector	13,62
32	Línea 10 (Casa de Campo-Colonia Jardín) Batán	Colector	55,00

Ahorro Estimado Anual : 4,4 Hm<sup>3</sup>



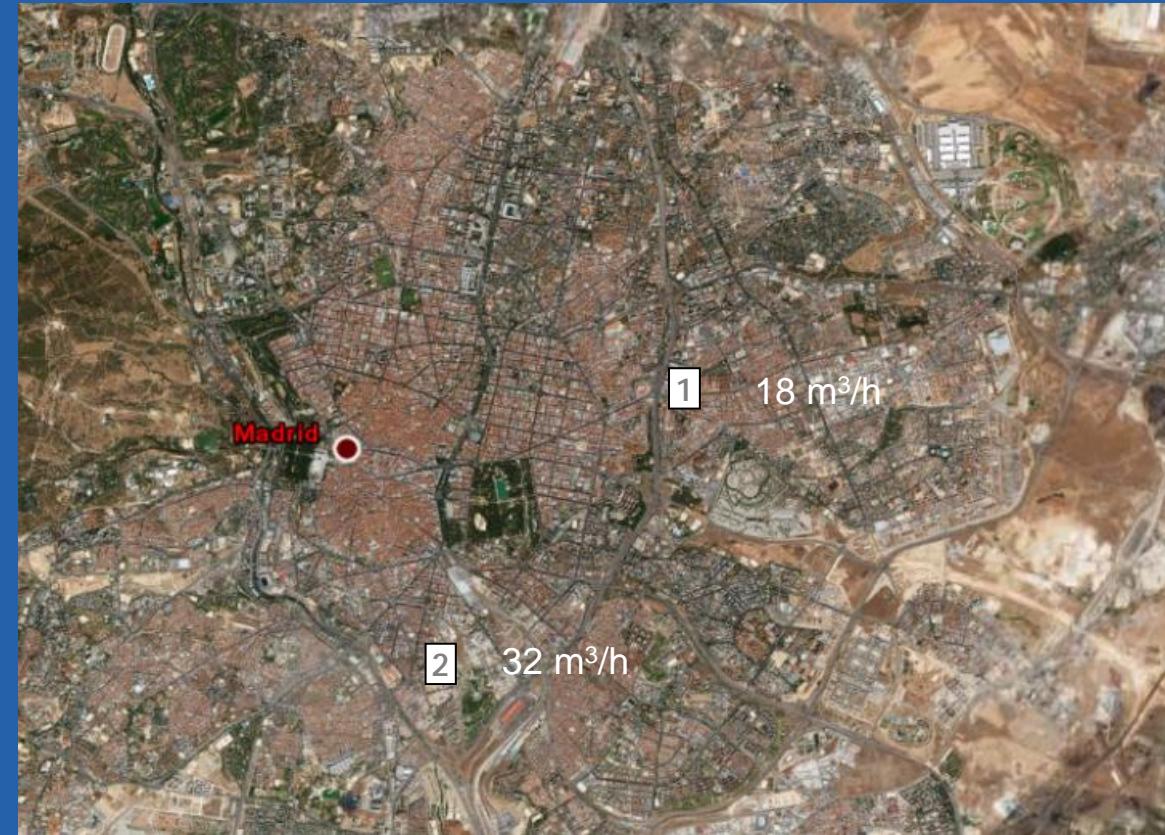
III.

## OTRAS ACTUACIONES RELATIVAS AL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS FREATICAS





# APROVECHAMIENTO AGUAS DE DRENAJE DE INFRAESTRUCTURAS SUBTERRÁNEAS



María de  
Molina



1



2

Camino de  
Perales



madrid

**AREA DE GOBIERNO DE MEDIO AMBIENTE  
Y SERVICIOS A LA CIUDAD**