

ANEJO V
DISEÑO AGRONÓMICO: CÁLCULO DE LAS
NECESIDADES DE AGUA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES	3
2.1 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS DE RIEGO	3
2.2 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES.	6
2.3 TIEMPO E INTERVALOS DE RIEGO.	7
3. CRITERIO DE SELECCIÓN DE LOS ASPERSORES	8
4. REFERENCIA TABLAS.....	10

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo justificar la solución de las instalaciones de riego que se van a tomar en nuestro parque.

El proceso de diseño de una instalación de riego comienza reuniendo información de tipo agronómico acerca del tipo de suelo, clima, cultivos así como la topografía y dimensiones de la zona a regar. También habrá que considerar la capacidad para soportar el coste de la instalación y su explotación, la viabilidad para realizar las técnicas de cultivo y la posibilidad de formación para el manejo de la instalación.

Con toda esta información se definirán las características generales del sistema de riego y se procederá a la planificación y el cálculo hidráulico (diámetros de tubería, caudales, presiones, sistemas de bombeo, etc.).

Por tanto se puede considerar dos fases en el proceso de diseño: el **diseño agronómico**, con el que se determina la cantidad de agua que requiere el cultivo en las épocas de máximas necesidades, el tiempo de riego etc.; y el **diseño hidráulico** que permitirá determinar las dimensiones de los componentes de instalación, de forma que se pueda suministrar el agua necesaria en las épocas de máxima necesidad.

El presente anejo se basa en el diseño agronómico de la parcela a regar. En él calcularemos tanto las necesidades netas de agua así como las necesidades totales de nuestro cultivo.

Como la especie predominante del parque son cespitosas, los cálculos los realizaremos a partir de ésta especie suponiendo que el resto (árboles, arbustos, plantas trepadoras etc.) obtendrán la cantidad de agua necesaria al regar el césped.

En este caso se ha optado por riego por aspersión.

2 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES

2.1 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS DE RIEGO

Para comenzar cualquier instalación de riego debemos saber que el cultivo consume agua para poder desarrollarse adecuadamente, las necesidades de agua de los cultivos se consideran representadas por la evapotranspiración (ETc), que incluye por una parte el agua

que los cultivos extraen del suelo a través de las raíces y pasa a la atmósfera a través de las hojas, y por otra la evaporación directa desde el suelo.

El cálculo de la evapotranspiración se realiza a partir de la denominada evapotranspiración de referencia (ET_o), que recoge principalmente la influencia del clima y del coeficiente de cultivo (K_c) que depende de cada cultivo y de su estado de desarrollo. En nuestro caso al tratarse mayoritariamente cespitosas con un valor de K_c =1 podemos omitirlos en los cálculos.

Los valores de ET_o se dan en milímetros al mes (mm/mes) y normalmente proceden de valores medios mensuales. Sin embargo, habrá días en el que los valores de la ET_o sean mayores que estas medidas, y por tanto serán mayores las necesidades de riego.

Otro punto a tener en cuenta en el diseño agronómico es la precipitación media de la zona a regar. Los datos correspondientes con la ET_o (evapotranspiración de referencia) y P (precipitación media) se han obtenido de un servicio de Riegos correspondiente a la Comunidad Valenciana, el servicio de riegos del IVIA, los cuales son los siguientes:

Moncada 2003 - 2012		
Meses	Eto(mm/mes)	P(mm/mes)
Enero	36,22	25,23
Febrero	45,68	32,45
Marzo	72,94	27,34
Abril	98,90	35,87
Mayo	127,20	46,58
Junio	148,84	17,62
Julio	158,31	5,71
Agosto	140,48	13,85
Septiembre	95,27	67,31
Octubre	61,30	51,78
Noviembre	37,09	32,64
Diciembre	29,96	24,23

Tabla 1: ET_o y precipitación media de Moncada.

Una vez obtenidos estos datos podemos calcular las necesidades netas de riego a partir de la siguiente ecuación:

$$NR_n = ET_c - P_e = ET_{rl} - P_e$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración cultivo

P_e = Precipitación efectiva

Se acepta la hipótesis de cálculo que no hay aporte capilar de capas freáticas elevadas y al tratarse de riegos a presión de alta frecuencia la variación de humedad entre riegos consecutivos es despreciable.

La precipitación efectiva, P_e , es la fracción del agua de lluvia que no se pierde por percolación, escorrentía o evaporación. Existen varios criterios para determinar la precipitación efectiva. En este caso se calcula en función de la precipitación media mensual, teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

- Si $P_{media} > 75\text{mm/mes} \rightarrow P_e = 0.8 \cdot P_{media} - 25$
- Si $P_{media} < 75\text{mm/mes} \rightarrow P_e = 0.6 \cdot P_{media} - 10$

Aplicando estas fórmulas obtenemos los siguientes valores, en mm/mes:

Meses	ET_o (mm/m e)	P (mm/ mes)	K_c	ET_c (mm/ mes)	K_1	ET_r (mm/ mes)	Días por mes	P_e (mm /mes)
En.	36,2	25,2	1,00	21,73	1,00	21,73	31	5,1
Febr.	45,7	32,5	1,00	27,41	1,00	27,41	28	9,5
Mzo.	72,9	27,3	1,00	43,76	1,00	43,76	31	6,4
Abr.	98,9	35,9	1,00	59,34	1,00	59,34	30	11,5
My.	127,2	46,6	1,00	127,20	1,00	127,20	31	17,9
Jun.	148,8	17,6	1,00	148,84	1,00	148,84	30	0,0
Jul.	158,3	5,7	1,00	158,31	1,00	158,31	31	0,0
Agto.	140,5	13,9	1,00	140,48	1,00	140,48	31	0,0
Sept.	95,3	67,3	1,00	76,22	1,00	76,22	30	30,4
Oct.	61,3	51,8	1,00	36,78	1,00	36,78	31	21,1
Nov.	37,1	32,6	1,00	22,25	1,00	22,25	30	9,6
Dic.	30,0	24,2	1,00	14,98	1,00	14,98	31	4,5

Tabla 2: Valores Precipitación Efectiva.

Una vez conocidos los valores, obtenemos que las necesidades netas mensuales (mm/mes) para el área de estudio son:

Meses	NRn (mm/mes)
Enero	16,59
Febrero	17,94
Marzo	37,36
Abril	47,82
Mayo	109,25
Junio	148,84
Julio	158,31
Agosto	140,48
Septiembre	45,83
Octubre	15,71
Noviembre	12,67
Diciembre	10,44

Tabla 3: Valores Necesidades netas (NRn)

2.2 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES.

Las necesidades totales del riego se calculan a partir de las necesidades netas, la fracción de lavado, la eficiencia de aplicación del sistema de riego adoptado (EA) y la uniformidad de distribución (UE).

La fracción de lavado (LR) se calcula a partir de la conductividad del agua de riego (CE_w) y la del extracto de saturación del suelo (CE_{es}), que produce una merma del 100% en la producción.

Las ecuaciones utilizadas para dicho cálculo tanto de la fracción de lavado como de las necesidades netas, son las siguientes:

$$LR = \frac{CE_w}{2 \cdot CE_{es}} ; V = \frac{NRn}{1 - LR}$$

$$EA = \frac{NRn}{V}$$

$$NTr = \text{máximo} \left\{ NTr = \frac{NRn}{UE (1 - LR)} ; NTr = \frac{NRn}{UE \cdot EA} \right.$$

A partir de los valores mensuales calculados de necesidades netas y mediante las ecuaciones expuestas anteriormente se calculan las necesidades totales para cada uno de los meses del año. Todo ello teniendo en cuenta que para el caso de cespitosas:

La conductividad del agua de riego (CE_w) es de 1.40 (dS/m)

Y la conductividad del extracto de saturación (CE_{es}) es de 16 (dS/m)

Mes	NRn (l/día/planta)	LR	EA	Vol.1 (l/día/planta)	Vol.2 (l/día/planta)	Vol máx. (l/h/planta)	UE	NTr (l/día/planta)
En.	0,5	0,044	0,85	0,6	0,6	0,6	0,9	0,7
Febr.	0,6	0,044	0,85	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8
Mzo	1,2	0,044	0,85	1,3	1,4	1,4	0,9	1,6
Abr.	1,6	0,044	0,85	1,7	1,9	1,9	0,9	2,1
My.	3,5	0,044	0,85	3,7	4,1	4,1	0,9	4,6
Jun.	5,0	0,044	0,85	5,2	5,8	5,8	0,9	6,5
Jul.	5,1	0,044	0,85	5,3	6,0	6,0	0,9	6,7
Agto.	4,5	0,044	0,85	4,7	5,3	5,3	0,9	5,9
Sept.	1,5	0,044	0,85	1,6	1,8	1,8	0,9	2,0
Oct.	0,5	0,044	0,85	0,5	0,6	0,6	0,9	0,7
Nov.	0,4	0,044	0,85	0,4	0,5	0,5	0,9	0,6
Dic.	0,3	0,044	0,85	0,4	0,4	0,4	0,9	0,4

Tabla 4: Valores de las Necesidades reales para cada uno de los meses del año.

2.3 TIEMPO E INTERVALOS DE RIEGO.

En el riego por aspersión, a diferencia del riego localizado, solo se trabaja con un caudal por aspersor. En el caso de la aspersión el tiempo de riego será en función de las NTr (sean expresadas por planta o m^2) y de la pluviometría del aspersor (Pu). Al tratarse de cespitosas se puede adoptar un marco de plantación de 1m x 1 m. La expresión mediante la cual se puede calcular el tiempo de riego es la siguiente:

$$t = \frac{NTr}{Pu} \times I = \frac{NTr}{Pu} \times \frac{7}{NRS}$$

Todo esto que reflejado en la siguiente tabla:

Riego por aspersión		Caudal seleccionado = emisor	1,6
Caudal	1,6	Tiempo de riego máximas necesidades	2,83
Alcance (m)	11,0	Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	0,77
Separación 1 (m)	9,0	Caudal por unidad de superficie (l/s/ha)	31,667
Separación 2 (m)	0,0	Caudal por unidad superficie (m3/h/ha)	114,00
Pluviometría(mm/h)	11,4	Volumen anual por ha (m3)	9950,7

Tabla 5: Intervalo de riegos.

3. CRITERIO DE SELECCIÓN DE LOS ASPERSORES.

El riego por aspersión es el sistema que mejor se adapta a grandes espacios cespitosos en parques públicos, debido a que:

- No exige una excesiva nivelación del terreno
- Presenta una buena uniformidad de distribución
- Se adapta a todo tipo de textura
- Supone un bajo coste de mano de obra, ya que permite una gran automatización de su uso, permitiendo regar incluso de noche
- Es el mejor sistema para el césped adaptándose a geometrías irregulares

Sin embargo, este sistema también presenta inconvenientes:

- Produce apelmazamiento del terreno
- Puede producir enfermedades criptogámicas
- Acción nociva de las gotas de agua sobre los troncos de los árboles

La solución al apelmazamiento y a las enfermedades se consigue con un buen mantenimiento del parque. El posible daño mecánico que pueden causar las gotas de agua sobre los troncos de árboles y arbustos disminuye con el empleo de difusores de baja presión y, distribuyendo los árboles de manera que no les alcance el agua directamente.

Para evitarse las enfermedades se efectuarán controles sistemáticos así como tratamientos pertinentes.

A la hora de seleccionar un aspersor los criterios a seguir son:

- El alcance que debe ajustarse a las dimensiones de la zona regar.
- Su disposición, deben estar acorde con los límites de la parcela.
- La separación entre ellos que depende de la distribución seleccionada (cuadrado, rectángulo o triángulo). Siendo en este caso una distribución en triángulo por ser una parcela irregular.
- La pluviometría media, la cual no puede superar la tasa de infiltración del suelo.

El aspersor utilizado para la instalación de riego es el PGP ULTRA, obtenido del catálogo de Hunter 2014. Es un aspersor duradero con una turbina PGP, tiene un mecanismo no desmontable y el retorno de arco automático. Estas dos funciones permiten girar la torreta sin causar daños y devolverla a su posición original sin importar hacia donde se haya girado.

Otra característica es que cuenta con 22 tipos de tobera con varias opciones de radios, para poder seleccionar el más adecuado para la instalación de riego.

En cuanto a las especificaciones de funcionamiento son las siguientes:

- Radio: de 4,9 a 14,0 m
- Caudal: de 0,07 a 3,23 m³/h; de 1,2 a 53,8 l/min
- Intervalo de presión recomendado: de 1,7 a 4,5 bar; de 170 a 450 kPa
- Intervalo de presión de funcionamiento: de 1,4 a 7 bar; de 140 a 700 kPa
- Pluviometrías: 10 mm/h aprox.
- Trayectoria tobera: Est. = 25 grados, ángulo bajo = 13 grados

De los diferentes tipos de tobera, en este caso se ha seleccionado la tobera 8 azul, con una presión de 2.5 bar, con un radio de 12.5 m y cuyo caudal es 1.63 m³/hr. Todo ello se muestra en la siguiente tabla:

Tobera	Presión		Radio	Caudal		Pluv. mm/hr	
	bar	kPa	m	m³/hr	l/min	■	▲
8,0 • Azul	1,7	170	11,3	1,35	22,5	21	25
	2,0	200	11,9	1,46	24,3	21	24
	2,5	250	12,5	1,63	27,2	21	24
	3,0	300	13,4	1,81	30,2	20	23
	3,5	350	13,7	1,95	32,6	21	24
	4,0	400	14,0	2,09	34,8	21	25
	4,5	450	14,0	2,22	36,9	23	26

Tabla 6: Características del aspersor.

4. REFERENCIA TABLAS

Tabla 1: Eto y precipitación media de Moncada.	4
Tabla 2: Valores Precipitación Efectiva.	5
Tabla 3: Valores Necesidades netas (NRn).....	6
Tabla 4: Valores de las Necesidades reales para cada uno de los meses del año.....	7
Tabla 5: Intervalo de riegos.	8
Tabla 6: Características del aspersor.	10

Todas las tablas referenciadas se han obtenido a partir de una herramienta Excel, proporcionada por el departamento de hidráulica, diseñada por Arviza (2012)