

ANEJO N° 10

NECESIDADES

HÍDRICAS



1.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.

Las pérdidas de agua por evapotranspiración de los cultivos quedan determinadas por el clima de la zona como factor más importante, pero también por el propio cultivo y sus características de crecimiento.

Se utilizan diversos métodos para predecir la evapotranspiración a partir de variables climáticas. La mayoría de las fórmulas recurren a una diferenciación entre los elementos del clima y el cultivo.

Se obtendrá una evapotranspiración de un cultivo exento de enfermedades que crece en un campo extenso (una o más hectáreas), en condiciones óptimas de suelo y agua.

Se procederá a la predicción de la evapotranspiración del cultivo de referencia ETo, posteriormente se determinará la ETc definida como la cantidad de agua potencialmente necesaria para satisfacer las necesidades de evapotranspiración de unas zonas vegetativas, de tal modo, que la producción vegetal no quede limitada por la falta de agua. Para ello se determinará el coeficiente de cultivo Kc y se estudiarán las condiciones locales que van a afectar a las necesidades de riego.

1.1.- EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO DE REFERENCIA ETo.

Los datos correspondientes a la evaporación de cultivo de referencia ETo, se obtienen a partir de los siguientes datos:

- 1.- Factores mensuales de consumo según F.A.O. que recoge el Prontuario de Hidráulica para la zona “Las Terceras”. Situada a 15 Km de Santa Cruz de los Cañamos.

Tabla: 90 *“Valores de ETo facilitados por F.A.O. para las Terceras”*

LAS TERCERAS												
MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ETo	67	70	100	114	147	172	196	181	145	112	82	70

Fuente: Prontuario de Hidráulica.



2.- Los datos correspondientes a ETo que facilita el “Centro Regional de Estudios del Agua” (C.R.E.A.) para las Tajoneras, perteneciente al término municipal de Villahermosa, municipio situado a 15 Km de Santa Cruz de los Cañamos.

A partir de los datos correspondientes a la ETo de la zona de estudio, Villahermosa-Tajoneras, se obtienen los siguientes valores medios de la ETo, representados en la tabla siguiente junto con los valores facilitados por el “Centro Regional de Estudios del Agua” (C.R.E.A.) para las Tajoneras:

Tabla: 91 “Valores de ETo para Tajoneras (Villahermosa)”

VILLAHERMOSA-TAJONERAS												
ETo												
MES												
año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2001	29,00	38,90	73,80	118,50	(*)	207,20	217,40	196,90	121,80	75,80	34,60	31,90
2002	25,20	(*)	56,60	95,10	101,40	187,00	193,90	175,70	118,00	54,30	(*)	(*)
2003	30,60	37,40	81,90	101,10	151,20	207,70	232,20	203,30	142,10	59,80	36,80	27,80
2004	30,40	36,10	62,60	97,60	109,80	191,40	209,60	195,30	140,60	82,70	38,70	26,00
2005	36,00	43,40	83,10	123,80	171,80	209,70	234,50	203,10	133,80	80,50	39,40	27,00
ETo Med.	30,24	38,95	71,60	107,22	133,55	200,60	217,52	194,86	131,26	70,62	37,38	28,18

Fuente: <http://www.crea.uclm.es/crea/index.htm>

(*) Dato desconocido

Se procede a la obtención la evapotranspiración del cultivo de referencia ETo a partir de la comparación indicada con anterioridad, debido a:

- No existir una estación meteorológica próxima que facilite los datos climáticos necesarios para la realización de un estudio climatológico de la zona (Santa Cruz de Cañamos), para un intervalo de años suficientes (10-30 años), y con ello un posterior estudio de la ETo, como ya se manifestó en el apartado 1.2.5.2.- “Climatología” de la Memoria de presente proyecto.



- Las estaciones meteorológicas situadas en los Llanos (Albacete) y en Ciudad Real se encuentran situadas a más de 100 Km de distancia de Santa Cruz de los Cañamos. Por tanto los datos meteorológicos que consigan facilitar pueden variar, con seguridad, con respecto a los producidos en Santa Cruz de los Cañamos, como ya se manifestó, también, en el apartado 1.2.5.2.- **“Climatología”** de la Memoria de presente proyecto.

- En este caso, un jardín, no se pretenderá obtener producciones de gran rentabilidad sino un mantenimiento vegetativo adecuado que permitirá que el parque goce de una estética aceptable, por tanto los valores de la evapotranspiración del cultivo de referencia ETo de “las Terceras” y de “Villahermosa“, pueden ser válidos para Sta Cruz de los Cañamos.

Conclusiones.

- Los datos de F.A.O. ofrecidos por el Prontuario de Hidráulica para las Terceras, proporcionan valores superiores frente a los obtenidos al realizar la media de los datos ofrecidos por el Centro Regional de Estudios del Agua (C.R.E.A.) para Villahermosa-Tajoneras, salvo en los meses de Junio, Julio y Agosto.

- Tanto en los datos ofrecidos por el prontuario de ingeniería de riego para las Terceras, como en los obtenidos para Villahermosa-Tajoneras, se observa que el mes con mayor demanda de agua es Julio.

- Se tomará para el cálculo de las necesidades de agua, en el periodo de máxima demanda, el valor medio obtenido a partir de los datos facilitados por el Centro Regional de Estudios del Agua (C.R.E.A.) para el mes de Julio, ya que éste es superior al valor recogido en el Prontuario de Hidráulica facilitado por F.A.O. para las Terceras para este mismo mes, como se ha indicado anteriormente. Este valor al ser el mayor de todos los analizados, exige unas condiciones más desfavorables en le diseño de la instalación de riego y, por tanto, será el valor a tener en cuenta en los cálculos de la instalación.



1.2.- EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO ETc.

La ETc indica la tasa de evapotranspiración de un cultivo exento de enfermedades, que crece en un campo extenso (una o más hectáreas) en condiciones óptimas de suelo, incluida una fertilidad y con agua suficiente, en el que llega al potencial de plena producción con arreglo al medio vegetativo dado.

En jardines, para el cálculo de las necesidades de riego, se adopta el coeficiente de jardín, se basa en una evaluación de las especies plantadas (coeficiente de cultivo K_C), la densidad de vegetación (coeficiente de densidad K_d) y los microclimas existentes (condición microclimática K_m).

$$ETc = ET_o \times K_j$$

$$K_j = K_C \times K_d \times K_m$$

El parque proyectado constituye un jardín que forma un poli-cultivo con más de 50 especies y variedades distintas, repartidas y agrupadas en zonas diferentes, estas se detallan posteriormente.



1.2.1- Elección del coeficiente de cultivo K_C .

Para tener en cuenta los efectos de las características del cultivo sobre sus necesidades de agua, se utilizan unos coeficientes de cultivo K_C , con objeto de relacionar la E_{To} con la evapotranspiración del cultivo E_{Tc} . El valor de K_C representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que produzca rendimientos óptimos. En este caso un mantenimiento vegetativo óptimo, consiguiendo con ello que las plantas se manifiesten en su máximo esplendor, logrando así resaltar la belleza del jardín.

Los factores que repercuten en el valor del coeficiente de cultivo K_C son principalmente: las características del cultivo, las fechas de plantación o siembra, el ritmo de desarrollo del cultivo y la duración del periodo vegetativo, las condiciones climáticas y, especialmente durante la primera fase de crecimiento, la frecuencia de las lluvias o del riego.

Las nuevas plantaciones se harán con especies desarrolladas en vivero entre uno y cinco años, por lo que habrán superado las primeras fases de vida.

Elección del coeficiente de cultivo:

La elección del coeficiente de cultivo se realizará obteniendo un coeficiente de cultivo medio a partir de los coeficientes de cultivo de las especies vegetales que se plantarán en cada una de las zonas ajardinadas en las que se divide el diseño del parque, a excepción de:

- Rosaledas situadas en la zona D, en ellas, se encontrarán, intercalados, entre los rosales ejemplares de la especie *Cupressus sempervirens*; su coeficiente de cultivo ($K_C = 0,30$) no se tendrá en cuenta a la hora de obtener el coeficiente de cultivo representativo de la zona, que en este caso será el correspondiente a los rosales, por ser éste mayor ($K_C = 0,40$), y los ejemplares de esta especie mayoritarios.

- Para obtener el coeficiente de cultivo representativo de las praderas de césped y zona de flores, donde existan ejemplares de otras especies, se procederá de forma similar a la



expuesta para las zonas de rosaleda, tomando como coeficiente de cultivo el de la especie o grupo de especies más exigente y numeroso.

Las diferentes zonas de plantación serán:

Tabla: 92 *“Especie plantadas es cada zona y coeficiente de cultivo. 1”*

ZONA: Paseo principal y arbolado de zonas pavimentadas	
<i>Especie plantada</i>	<i>Coefficiente de cultivo Kc</i>
<i>Prunus pissardii</i>	0,40
<i>Ulmus pumila umbraculifera</i>	0,32
Coefficiente de cultivo medio	0,36
ZONA: Arboleda 1° (Compuesta por ejemplares de hoja de tamaño pequeño)	
<i>Especie plantada</i>	<i>Coefficiente de cultivo Kc</i>
<i>Cedrus atlantica</i>	0,45
<i>Lagerstroemia índica</i>	0,45
<i>Melia azedarach</i>	0,17
<i>Quercus ilex</i>	0,20
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,40
Coefficiente de cultivo medio	0,33
ZONA: Arboleda 2°. (Compuesta por ejemplares de hoja de tamaño grande)	
<i>Especie plantada</i>	<i>Coefficiente de cultivo Kc</i>
<i>Acer platanoide</i>	0,50
<i>Magnolia grandiflora</i>	0,56
<i>Platanus x hispanica</i>	0,40
Coefficiente de cultivo medio	0,49
ZONA: Zona de arbustos zona B, zona en pendiente	
<i>Especie plantada</i>	<i>Coefficiente de cultivo Kc</i>
<i>Berberis julianae</i>	0,40
<i>Hamamelis mollis</i>	0,50
<i>Hedera helix</i>	0,50
<i>Juniperus communis</i>	0,35
<i>Pyracantha coccinea</i>	0,35
<i>Quercus coccifera</i>	0,50
<i>Retama shaerocarpa</i>	0,20
<i>Rubus ulmifolius</i>	(*)
<i>Taxus baccata</i>	0,50
<i>Ulmus pumilla</i>	0,32
Coefficiente de cultivo medio	0,40



Tabla: 93 “Especie plantadas es cada zona y coeficiente de cultivo. 2”

ZONA: Zona de arbustos (rocalla) zona E	
<i>Especie plantada</i>	<i>Coeficiente de cultivo Kc</i>
<i>Arundo donax</i>	0,50
<i>Berberis aggregata</i>	0,40
<i>Cotoneaster multiflorus</i>	0,50
<i>Deutzia gracilis</i>	0,50
<i>Euonymus europaeus</i>	0,40
<i>Hedera helix</i>	0,50
<i>Jasminum nudiflorum</i>	0,40
<i>Juniperus communis</i>	0,35
<i>Lavandula angustifolia</i>	0,30
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,30
<i>Salix babilonica</i>	0,80
<i>Taxus baccata</i>	0,50
<i>Typha</i>	(*)
<i>Ulmus pumilla</i>	0,32
Coeficiente de cultivo medio	0,44
ZONA: Macizo de coníferas ubicado en la terraza situada a 4m de altura	
<i>Especie plantada</i>	<i>Coeficiente de cultivo Kc</i>
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0,50
<i>Hedera helix</i>	0,50
<i>Juniperus communis</i>	0,35
<i>Juniperus virginiana</i>	0,35
<i>Taxus baccata</i>	0,50
Coeficiente de cultivo medio	0,44
ZONA: Zona de arbustos (rocalla) zona B', zona situada a 6m de altura	
<i>Especie plantada</i>	<i>Coeficiente de cultivo Kc</i>
<i>Berberis thubergii "antropurpura"</i>	0,40
<i>Cotoneaster multiflorus</i>	0,50
<i>Daphane mezereum</i>	0,40
<i>Forsythia x intermedia</i>	0,40
<i>Juniperus communis</i>	0,35
<i>Juniperus oxycedrus</i>	0,35
<i>Juniperus virginiana</i>	0,35
<i>Hedera helix</i>	0,50
<i>Lavandula angustifolia</i>	0,30
<i>Thuja occidentalis</i>	0,50
<i>Thymus vulgaris</i>	0,50
Coeficiente de cultivo medio	0,41
ZONA: Arriates plantados con Hedera helix	
<i>Especie plantada</i>	<i>Coeficiente de cultivo Kc</i>
<i>Hedera helix</i>	0,50



Tabla: 94 **“Especie plantadas es cada zona y coeficiente de cultivo. 3”**

ZONA: Zona de arbustos zona A, zona en pendiente	
Especie plantada	Coeficiente de cultivo Kc
<i>Berberis julianae</i>	0,40
<i>Forsythia x intermedia</i>	0,40
<i>Cotoneaster multiflorus</i>	0,50
<i>Hedera helix</i>	0,50
<i>Juniperus communis</i>	0,35
<i>Pyracantha coccinea</i>	0,35
Coeficiente de cultivo medio	0,42
ZONA: Rosaledas	
Especie plantada	Coeficiente de cultivo Kc
<i>Rosa híbrida 'The Times Rose'</i>	0,4
ZONA: Praderas de césped	
Especie plantada	Coeficiente de cultivo Kc
Mezcla de diferentes especies.	1
ZONA: Arriates floridos	
Especie plantada	Coeficiente de cultivo Kc
Flores	0,70

(*) Dato desconocido

1.2.2- Elección del coeficiente de densidad K_d .

El coeficiente de densidad está en función del tipo de vegetación y su densidad (alta, media, baja).

- Zonas ocupadas por árboles: El coeficiente de densidad para las superficies ocupadas, únicamente por árboles, depende del porcentaje de suelo sombreado:

Tabla: 95 **“Porcentaje de suelo sombreado (P) y Coeficiente de densidad K_d ”**

Porcentaje de suelo sombreado (P)	Coeficiente de densidad K_d
60% < P < 100%	1
25% < P < 60%	0,5 < K_d < 1
P < 25%	0,5



- Arboleda 1°.

- Superficie ocupada por la arboleda: 1.409 m².
- Superficie de sombra proyectada por los árboles:

Estimando un diámetro de copa medio de 7 m, la superficie sombreada por cada ejemplar será; Superficie sombreada por una árbol = $\pi \times r^2 = \pi \times 3,5^2 = 38,48 \text{ m}^2$.

En esta zona se plantarán 21 ejemplares, por tanto la superficie sombreada será:

Superficie sombreada de la arboleda = Superficie sombreada por una árbol x N° de árboles =
= $38,48 \times 21 = 808,08 \text{ m}^2$.

El porcentaje de suelo sombreado de la arboleda será: $P = 808,08 \times 100 / 1.409 = 57,37\%$

El coeficiente de densidad tendrá un valor $K_d = 0,95$

- Arboleda 2°.

- Superficie ocupada por la arboleda: 291,62 m².
- Superficie de sombra proyectada por los árboles:

Estimando un diámetro de copa medio de 6m, la superficie sombreada por cada ejemplar será; Superficie sombreada por una árbol = $\pi \times r^2 = \pi \times 4^2 = 50,27 \text{ m}^2$.

En esta zona se plantarán 6 ejemplares, por tanto la superficie sombreada será:

Superficie sombreada de la arboleda = Superficie sombreada por una árbol x N° de árboles =
= $50,27 \times 6 = 301,62 \text{ m}^2$.

El porcentaje de suelo sombreado de la arboleda será mayor del 60% y el coeficiente de densidad tendrá un valor $K_d = 1$



- Arbolado paseo principal y zonas de pavimento duro.

Se estudiará el coeficiente de densidad para el paseo principal y el valor obtenido se aplicará también el arbolado de las zonas pavimentadas, ya que las condiciones que presentan estas zonas son muy similares a las del paseo principal.

Superficie ocupada por la arboleda: La longitud de la zona del paseo ocupada por árboles es aproximadamente 180 m x una anchura de 12 m, lo que supone una superficie de 2.160 m².

Superficie de sombra proyectada por los árboles:

Estimando un diámetro de copa medio de 4m, la superficie sombreada por cada ejemplar será; Superficie sombreada por una árbol = $\pi \times r^2 = \pi \times 2^2 = 12,57 \text{ m}^2$.

En esta zona se plantarán 33 ejemplares, por tanto la superficie sombreada será:

Superficie sombreada de la arboleda = Superficie sombreada por una árbol x N° de árboles = $= 12,57 \times 33 = 414,69 \text{ m}^2$.

El porcentaje de suelo sombreado de la arboleda será:

$$P = 414,69 \times 100 / 2160 = 19,2\% < 25\%, \text{ por tanto } K_d = 0,5$$

- Zonas no ocupadas únicamente por árboles, dependerá de los siguientes valores:

Tabla: 96 “*Densidad y K_d*”

DENSIDAD	K _d
Alta	1,1
Media	1
Baja	0,6



1.2.3- Elección del coeficiente de microclima K_m .

Tabla: 97 “*Coefficiente de microclima*”

COEFICIENTE DE MICROCLIMA K_m			
	Alta	Media	Baja
Árboles	1,4	1,0	0,5
Arbustos	1,3	1,0	0,5
Tapizantes	1,2	1,0	0,5
Plantas mixtas	1,4	1,0	0,5
Céspedes	1,2	1,0	0,8

Depende de la influencia externa, se estiman unas condiciones de microclima medias para el parque, por tanto $K_m = 1$

1.2.4.- Cálculo de la evapotranspiración de cultivo ETC.

Atendiendo a los valores de E_{To} estimados para el mes de máxima demanda (Julio), y a los coeficientes de jardín (K_j) que serán obtenidos a partir de las estimaciones de los coeficientes de cultivo (K_C) y de los coeficientes de densidad (K_d), se obtienen los siguientes valores de ETC en mm/día, para las diferentes zonas:



Tabla: 98 “Evapotranspiración de cultivo ETc “mes de máxima demanda (julio)”

EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO ETc “MES DE MÁXIMA DEMANDA (JULIO)”						
Zona	ETo (Julio)	Coeficiente de jardín K _j			ETc (mm/mes)	ETc (mm/día)
		K _c	K _d	K _m		
Paseo principal y zonas pavimentadas.	217,52	0,36	0,50	1,00	39,15	1,26
Arboleda 1	217,52	0,33	0,95	1,00	68,19	2,19
Arboleda 2	217,52	0,49	1,00	1,00	106,58	3,44
Rosaleda	217,52	0,40	1,00	1,00	87,01	2,80
Praderas de césped	217,52	1,00	1,00	1,00	217,52	7,02
Zona de arbustos (rocalla) zona E	217,52	0,44	1,00	1,00	95,71	3,09
Macizo de coníferas (terrace situada a 4m)	217,52	0,44	1,00	1,00	95,71	3,09
Zona de arbustos (rocalla) zona B zona en pendiente.	217,52	0,40	1,00	1,00	87,01	2,80
Zona de arbustos (rocalla) zona B” zona situada a 6m de altura.	217,52	0,41	1,00	1,00	89,18	2,88
Flores	217,52	0,7	1,00	1,00	152,26	4,91
Arriates plantados con <i>Hedera helix</i>	217,52	0,50	0,6	1,00	65,10	2,10
Zona de arbustos (rocalla) zona A zona en pendiente.	217,52	0,42	1,00	1,00	91,36	2,95