

PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL DE ALCAÑIZ, (TERUEL)



ANEJO 11 JARDINERÍA Y RIEGO

Marzo 2012

Víctor de las Casas Zabala
Eduardo Fernández Inglada
Eduardo Merello Godino
Guillermo Merchán Domenech
Arquitectos

INDICE

1. ANEJO 11 – JARDINERÍA Y RIEGO	3
1.1. OBJETO	3
2. ZONIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS VERDES	3
2.1. JARDINERAS Y ALCORQUES	3
2.2. MEDIANA CENTRAL	3
2.3. ROTONDAS	3
2.4. BARRERA VISUAL JUNTO A EDIFICACIONES EXISTENTES BAJO RASANTE DE ACERA.....	4
3. JARDINERÍA	4
3.1. CRITERIOS BÁSICOS DEL AJARDINAMIENTO.....	4
3.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PLANTACIÓN.....	4
3.3. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN	5
4. RIEGO LOCALIZADO	6
4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	6
4.2. ESTUDIO AGRONÓMICO.....	7
4.2.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LAS ZONAS AJARDINADAS	7
4.2.2. NECESIDADES TEÓRICAS DE RIEGO	9
4.2.3. NECESIDADES REALES DE RIEGO	10
4.2.4. NECESIDADES TOTALES DE AGUA EN LAS ZONAS AJARDINADAS	12
4.2.5. CÁLCULO DEL NÚMERO DE EMISORES.....	12
4.2.6. FRECUENCIA Y DOSIS DE RIEGO	13
4.3. DISEÑO HIDRÁULICO	14
4.3.1. NECESIDADES HÍDRICAS DE LAS ZONAS AJARDINADAS	14
4.3.2. ELEMENTOS DE LA RED DE RIEGO	18

1. ANEJO 11 – JARDINERÍA Y RIEGO

1.1. OBJETO

El objeto de este anejo es el de diseñar las zonas verdes ajardinadas incluidas en el Sistema General viario de acceso al nuevo Equipamiento Sanitario de Alcañiz.

Para ello se pretende definir los criterios seguidos, para el diseño previsto, incluyendo las características de los elementos empleados y su disposición, especies vegetales, arbolado, tapizantes, etc.

Así mismo se definirá la red de riego que de servicio a las distintas zonas ajardinadas.

2. ZONIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS VERDES

Dentro de la urbanización se pueden distinguir varias zonas ajardinadas claramente diferenciadas tales como, jardineras y alcorques en las aceras, mediana central entre los carriles de la calzada y los espacios ajardinados del interior de las rotondas.

Se ha tratado de proporcionar espacios perdurables bajo mínimas condiciones de mantenimiento en cuanto a poda y riego se refiere. Para esto se han empleado especies duras y autóctonas que puedan hacer frente a periodos de sequía y un sistema de riego programado y distribuido por sectores controlando el riego en el tiempo.

2.1. JARDINERAS Y ALCORQUES

Como se indica en el anejo de pavimentaciones, las jardineras y alcorques de la urbanización quedan delimitados por bordillos prefabricados de hormigón. Estos dejarán zonas interiores destinadas a la tierra vegetal de aportación y abonada que contará con una profundidad mínima de 40cm donde se planten arbustos con lámina anti hierbas y de 120cm para los árboles.

Las jardineras y alcorques se han proyectado, según el plano de la sección viaria tipo, en las aceras, cuentan con unas dimensiones de 120cm de ancho dispuestas paralelamente al eje longitudinal del vial las primeras y unas dimensiones cuadradas de 120x120cm los segundos, que quedan también dispuestos paralelamente al eje longitudinal del vial y separados entre ellos una distancia de 10m.

Dentro de las jardineras de las aceras, se proyecta plantar árboles de pequeño porte como son los TAMARIX GALLICA (Tamarindo de calibre mínimo 18cm) y arbustos de la especie PITTOSPORUM TOBIRA. En los alcorques de la acera del lado no urbanizable (lado del hospital), se plantarán árboles de gran porte como son los FRAXINUS EXCELSIOR, ORNUS ó ANGUSTIFOLIA (Fresnos de calibre mínimo 18cm).

2.2. MEDIANA CENTRAL

La mediana central también está delimitada por bordillos de hormigón y se encuentra situada entre las calzadas de dos carriles y doble sentido de circulación del vial de acceso al equipamiento sanitario. Cuenta con una anchura total de 2m donde se colocará una capa de tierra vegetal de aportación abonada de 40cm de espesor y una lámina anti hierbas.

En la tierra vegetal se proyecta plantar únicamente arbustos de la especie Nerium Oleander (Adelfa) con una separación entre ejemplares de 1m como máximo para crear una barrera física que evite deslumbramientos nocturnos y cruces peatonales no deseados.

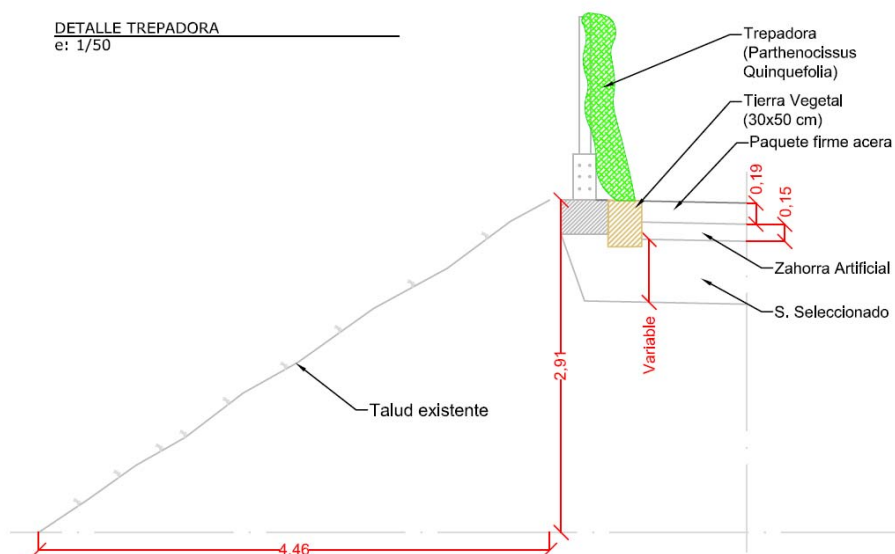
2.3. ROTONDAS

En las rotondas de la urbanización, un total de tres (3), se proyecta un relleno previo con material propio de la excavación o préstamo del tipo granular y clasificado como suelo tolerable en las zonas centrales hasta 1m de altura, recreciendo hasta una altura total central de 1,5m con tierra vegetal abonada para la plantación de árboles del tipo WASHINGTONIA ROBUSTA, PRUNUS CERASIFERA_ATROPURPUREA y CERSIS SILIQUASTRUM, arbustos de las especies EUNYMUS JAPONICUS "MEDIO PICTUS", AGAPANTHUS PRAECOX SUBSP ORIENTALIS, HIBISCUS ROSA SINENSIS_HÍBRIDOS, KNIPHOFIA X PRAECOX, PLANTA DE TEMPORADA, LEONOTIS LEONURUS, SOLANUM RATONNETII, NERIUM OLEANDER, RHAMUS ALATERNUS, PHORMIUM TENAX_VARIEGATA, LOTUS CYTISOIDES, BOUGAINVILLEA GLABRA, BOUGAINVILLEA CRISOM LAKE, CARISSA MACROCARPA, FELICIA AMELLOIDES y tapizantes como el CÉSPED FESTUCA GLAUCA, GRAVAS DE COLORES, CERÁMICA TRITURADA y CORTEZA DE PINO realizando la función de diseño urbano y para poder distinguir la proximidad de las rotondas. Además se formarán fosos de 120x120cm para la plantación de los árboles.

Los tapizantes contarán con una malla o lámina antihierbas.

2.4. BARRERA VISUAL JUNTO A EDIFICACIONES EXISTENTES BAJO RASANTE DE ACERA

Existe una zona en la urbanización, junto a edificaciones existentes bajo rasante de acera proyectada y en zona urbana, donde se plantarán especies trepadoras del tipo PARTHENOCISSUS QUINQUEFOLIA en vallado de malla electrosoldada colocada sobre murete de hormigón.



Detalle de vallado sobre viviendas de la calle del Val de Zafán

3. JARDINERÍA

3.1. CRITERIOS BÁSICOS DEL AJARDINAMIENTO

Los principales criterios empleados para el diseño de las zonas verdes son los siguientes:

- Empleo de especies arbóreas y arbustivas autóctonas, adaptadas al medio en el que se van a desarrollar.
- Procurar un medio de expansión y recreo para la zona.
- Evitar la utilización de césped, reduciendo el consumo de agua, sobre todo en el período estival.

3.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PLANTACIÓN

Se realizarán actividades previas a la plantación para mejorar la calidad del suelo:

- Limpieza previa, consiste en la retirada de todo los elementos como pueden ser residuos de cementos, zonas compactas por acopios de materiales, trozos de ladrillo, etc.
- Aporte de tierra vegetal a las zonas a ajardinar, mediante extendido y perfilado. Esta tierra vegetal deberá cumplir unas condiciones establecidas.
- Se realizará la nivelación del terreno.
- A continuación, se realizará una fertilización y abonado de fondo, tanto orgánico como mineral que nos proporcione un mayor crecimiento y desarrollo vegetal.
- Posteriormente, se realizará un laboreo mecánico para compactar y favorecer el drenaje y la aireación del suelo.
- Replanteo y marcado del jardín.

Tras las actuaciones previas, se procederá a la apertura de hoyos para plantar el material vegetal. La dimensión del hoyo dependerá del tamaño de la especie, ya que el tamaño de la planta afecta directamente a la extensión del sistema radicular o las dimensiones del cepellón de tierra que le acompaña. Las especies del jardín proyectado requieren cuatro tamaños diferentes de hoyos:

- Grupo 1: árboles muy grandes: 150cm x 150cm x 150cm
- Grupo 2: árboles: 80cm x 80cm x 80cm.

- Grupo 3: arbustos, trepadoras y similares: 40cm x 40cm x 40cm.
- Grupo 4: zanjas para setos 40cmx40cm

El relleno de los hoyos y zanjas de plantación se realiza tras ubicar a las plantas, prestando atención a la calidad de los materiales de relleno, pues de ellos dependerá el futuro desarrollo radicular. Se utilizará material más o menos homogéneo y adecuado.

Una vez realizada la plantación, se procederá al entutorado. Los tutores y otras medidas de soporte tienen como finalidad anclar y mantener en posición vertical los árboles acabados de plantar, evitando que sean abatidos por el viento o que por ceder el subsuelo en contacto con las raíces falle la plantación. Además se extenderá una malla o lámina negra anti hierbas para evitar su crecimiento.

3.3. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Después de realizar la plantación se deberá hacer un mantenimiento preventivo y periódico y, cuando sea necesario, un mantenimiento correctivo para que el jardín esté siempre en buenas condiciones.

Las operaciones que deben realizarse para el mantenimiento del jardín son:

- Riego, puesto que el cultivo que se va a plantar es ornamental, necesitamos buena disposición de agua de riego. El agua de riego procederá de la red local de abastecimiento urbano, se efectuará bajo la modalidad de riego localizado por lo que las labores quedan limitadas a programar el riego según la época del año y a vigilar el funcionamiento del sistema.
- Abonado, se efectuará sobre las superficies de tierra. Al realizar las plantaciones de arbustos, se aportará abono orgánico, a razón de 0.75Kg/m². La superficie abonada se entrecavará con el fin de enterrar el abono. En las plantaciones de árboles, deberá realizarse un aporte de 2-5 Kg. de abono orgánico.
- Poda, quedará supeditada a lo que indique la dirección técnica, según cada especie, zona del jardín y circunstancia. Únicamente se realizará una poda de mantenimiento al año que tendrá lugar entre los meses de Noviembre y Marzo orientada a:
 - o Mantener el buen estado sanitario del árbol. Para mantener la salud y buen aspecto del árbol se han de podar en primer lugar las posibles ramas enfermas o muertas, a fin de impedir la infección por hongos xilófagos, que podrían penetrar por esta vía.
 - o Mantener una forma adecuada del árbol aclarando la copa, permitiendo así la entrada de luz y aire, y eliminando las ramas cruzadas o mal dirigidas.
 - o Los aclarados no serán drásticos puesto que al reducir seriamente la superficie foliar pueden debilitar al árbol y hacerlo más susceptible a las infecciones. Además, la eliminación de una parte considerable de la copa expone las ramas interiores a los rayos directos del sol, pudiendo sufrir quemaduras los tejidos más delicados de la corteza.
 - o Será preferible eliminar todas las ramas pequeñas o demasiado juntas, tratando de mantener la forma natural del árbol ya que las heridas pequeñas cicatrizan bien, incluso sin tratamiento, si tienen menos de 5 cm. de diámetro.
 - o Mantener una buena floración
- Renovación del sustrato, consistirá en la excavación y retirada del suelo existente y la aportación de nuevos sustratos.
- Reposición de bajas, consistirá en la sustitución o renovación de arbustos y árboles que hubieran perdido o mermado sus características ornamentales, o bien, que su precario estado botánico haga prever tal situación en un futuro próximo.
- Recebado y escardas, los caminos y zonas ajardinadas consolidados con arena albero o materiales blandos similares, requieren de recebados y escardas periódicas debido al uso y a las condiciones climáticas. Consistirán en corregir las concavidades que se provoquen y la eliminación de malas hierbas.

4. RIEGO LOCALIZADO

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La metodología empleada en el cálculo de la red de riego localizado del vial a urbanizar, es el intentar conseguir un riego uniforme y completo de todas las especies vegetales consideradas para el diseño de las zonas verdes.

Para ello y en primer lugar, es necesario conocer el caudal y presión existente en los puntos de toma a la red de abastecimiento municipal existente que se corresponde con una tubería de PE Ø250mm. Según esto y conversaciones mantenidas con los técnicos de "Aquagest", se debe de considerar una presión en los puntos de toma de unos 30 m.c.a.

A su vez se considerará el caudal máximo ($Q_{\text{máx}}$ en m³/h) aportado por la red, fijar una velocidad del agua de 1,5 m/s, el diámetro de la tubería, la presión nominal y el tipo de material a utilizar, que en nuestro caso es el polietileno.

La distribución de la red de tuberías del riego localizado se aprecia en el plano en planta de la red de riego y está conformada principalmente por tubería de polietileno de baja densidad PEBD 4 atm, de diámetros nominales de Ø50, 40, 32, 25, y 20mm.

Por otra parte para el riego del arbolado y arbustos se colocarán tuberías de polietileno de baja densidad PE32 UNE 53-367-90, color marron, de Ø16mm con goteros autocompensantes integrados de 2,3 l/h separados entre 0,5-0,6 m rodeando el tronco del árbol.

La instalación de las mangueras de riego por goteo se realizará con anterioridad a la plantación de la vegetación nueva y para el uso del riego deben estar instalados con anterioridad las tuberías generales, el cabezal de filtrado y el automatismo para de esta forma tener controlado el riego desde el principio. Una vez instaladas las mangueras de riego por goteo y antes de proceder a las ultimas labores de plantación tales como rastrillado, mantillado y sembrado, la tierra debe estar en sazón para lo cual debe de haber regado la instalación con el fin de controlar fugas, roturas, zonas con defectos y restituir al suelo la humedad necesaria.

De esta forma la secuencia de trabajos será la siguiente:

1. Aporte de toda la tierra vegetal necesaria y nivelada de la misma para conseguir los perfiles finales.
2. Aplicación de fertilizantes minerales y orgánicos al terreno con pase de tractor (labrado) para la incorporación al suelo de aquellos y para el acondicionamiento del terreno para la siembra.
3. Plantación de los árboles de gran tamaño para evitar luego la entrada de maquinaria.
4. Instalación de tuberías generales, conducción de automatismo, válvulas con arquetas y cabezal de control con la apertura y cierre de zanjas correspondiente.
5. Colocación de mangueras de riego y colectores de alimentación y drenaje. Después de esto se plantarán el resto de árboles y arbustos.
6. Pruebas de riego y puesta en marcha de la instalación para llevar la tierra a saturación.
7. Después de que la instalación de riego esté en condiciones y funcionando, y con el terreno en sazón se procederá por medios manuales al rastrillado y retirada de piedras final.
8. En caso necesario se realizará un tratamiento fitosanitario insecticida y funguicida.
9. A partir de aquí se realizarán los riegos de forma regular adaptándose al tipo de suelo y para conseguir una alta uniformidad.

Todo el sistema de riego se controlará desde las arquetas ubicadas en la acera, pasos peatonales o zonas ajardinadas, donde se alojarán los programadores de riego de varias estaciones (varios sectores* de riego), válvulas de esfera, electroválvulas y contadores de caudal. Todo esto se puede apreciar en el plano en planta del riego de este proyecto.

* Un sector es una superficie regada por un conjunto homogéneo de emisores actuando conjunta y simultáneamente. En jardinería el motivo de dividir el área regable en sectores es la falta de caudal, ya que normalmente el caudal del que disponemos no permite que todos los emisores funcionen al mismo tiempo.

El número de sectores de riego debe de ser el mínimo posible, ya que, la independencia de cada sector implica la colocación de elementos de control (válvulas, cableado, etc.) en la cabecera de cada uno. Además un número elevado de sectores implica un mayor tiempo de riego.

Para averiguar el número de sectores en que debemos dividir nuestro jardín es sencillo y basta con saber el caudal y la presión demandados por la totalidad de los emisores proyectados.

$$S \text{ (número de sectores)} = \text{caudal demandado} / \text{caudal disponible.}$$

En caso de salir un número decimal cogeríamos el entero inmediatamente superior.

Esta operación se debe realizar por separado para los diferentes tipos de emisores ya que jamás deben mezclarse porque cada uno de ellos tiene pluviometrías distintas y trabajan a presiones distintas también. Si los mezcláramos, como los emisores de un mismo sector permanecen el mismo tiempo en funcionamiento, habrá un reparto irregular de agua.

4.2. ESTUDIO AGRONÓMICO

Para el diseño agronómico, se hace preciso conocer previamente una serie de datos relativos al clima y al suelo, con objeto de estimar las necesidades de agua de las plantaciones, definiendo cual sería la dosis de aplicación (mm ó l/m²) y el intervalo entre riegos en días. La calidad y homogeneidad del terreno debe ser lo más uniforme posible, por lo que el terreno debe estar adecuadamente preparado con el objeto de obtener una distribución homogénea del agua.

Con el fin de determinar las necesidades de agua de las zonas de riego se han dividido las zonas ajardinadas según su tipología y especies plantadas, tal y como se ha comentado en apartados anteriores y se refleja en el plano de planta de jardinería, mobiliario urbano y RSU.

4.2.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LAS ZONAS AJARDINADAS

Para conocer las necesidades diarias de riego de cada uno de estos sistemas, se ha partido en el diseño agronómico, de datos de la ET₀ (mm/mes) de la Estación Agrometeorológica 45 de Alcañiz, en el periodo comprendido entre 2.003 y 2.010.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Eto (mm)	19,10	34,90	63,80	87,50	116,50	156,90
Eto diaria	0,62	1,20	2,06	2,92	3,76	5,23
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Eto (mm)	190,50	169,40	112,60	70,00	64,40	15,90
Eto diaria	6,15	5,65	3,63	2,33	1,11	0,53

Fuente. Sociedad de infraestructuras rurales de Aragón, S.A. (SIRASA)

En la primera fila se expresa el valor de la ET₀ mensual en mm/mes, y en la segunda fila se expresa el valor de ET₀ media diaria en mm/día, resultado de dividir la ET₀ mes por el número de días del mes correspondiente.

Para obtener la evapotranspiración del jardín, se toman en consideración los siguientes coeficientes:

- **Coeficiente de jardín (K_j)**, describe las necesidades hídricas en las plantas del jardín, teniendo en cuenta tres coeficientes en función de:

$$K_j = K_e \times K_d \times K_m$$
- **Coeficiente de especie (K_e)**, depende de las especies que componen el jardín. Se ha zonificado el jardín en función del tipo de especies vegetales y sus necesidades hídricas dando lugar a diferentes zonas de riego, siendo estas las siguientes:

Zona de Tierra Vegetal 1

Especie	K _e
<i>Celtis Australis</i>	0,42
<i>Buxus Sempervirens</i>	0,50
Coeficiente K_e medio	0,46

Zona de Tierra Vegetal 2

Especie	Ke
<i>Juniperus Thurifera</i>	0,35
<i>Olea Europea</i>	0,27
<i>Nerium Oleander</i>	0,30
Coeficiente Ke medio	0,31

Zona de Tierra Vegetal 3

Especie	Ke
<i>Nerium Oleander</i>	0,30
Coeficiente Ke medio	0,30

Alcorques (alineación)

Especie	Ke
<i>Celtis Australis</i>	0,42
Coeficiente Ke medio	0,42

- **Coeficiente de densidad (Kd)**, el valor del coeficiente de densidad está en función del tipo de vegetación presente en el jardín. La densidad de plantación. En esta clasificación se asume que no existe superficie descubierta en el jardín.

Tipo de vegetación	Coeficiente de densidad (Kd)		
	a	m	b
Árboles	1,30	1,00	0,50
Arbustos	1,10	1,00	0,50
Tapizantes	1,10	1,00	0,50
Plantación Mixta	1,30	1,10	0,60
Césped	1,00	1,00	0,60

- **Coeficiente microclima (Km)**, se utiliza para tener en cuenta las diferencias ambientales al calcular el coeficiente del jardín, las condiciones microclimáticas.

Tipo de vegetación	Coeficiente de Microclima (Km)		
	a	m	b
Árboles	1,40	1,00	0,50
Arbustos	1,30	1,00	0,50
Tapizantes	1,20	1,00	0,50
Plantación Mixta	1,40	1,00	0,50
Césped	1,20	1,00	0,80

Para obtener el valor del coeficiente de jardín (Kj) de cada una de las zonas tan solo queda determinar los diferentes valores de Kd y Km según las tablas anteriores.

Zona de Tierra Vegetal 1 (Jardineras)

Ke	0,46
Kd	1,0
Km	1,0
Kj=Ke*Kd*Km	0,46

Zona de Tierra Vegetal 2 (Rotondas)

Ke	0,31
Kd	1,1
Km	1,0
Kj=Ke*Kd*Km	0,34

Zona de Tierra Vegetal 3 (Mediana central)

Ke	0,30
Kd	1,0
Km	1,0
Kj=Ke*Kd*Km	0,30

Alcorques (Alineación)

Ke	0,42
Kd	1,0
Km	1,0
Kj=Ke*Kd*Km	0,42

Y por tanto, la evapotranspiración del jardín a lo largo del año, destacando el mes de máximas necesidades hídricas, que ha resultado ser el mes de julio, expresadas en mm/día será de:

$$ETc (mm) = Eto \times Kj = 6,15 \times 0,46 = 2,829 \text{ mm/día}$$

4.2.2. NECESIDADES TEÓRICAS DE RIEGO

Una vez obtenida la evapotranspiración del jardín se calculan las necesidades teóricas de riego (Nteóricas) que se corresponden con la diferencia entre la cantidad de agua que el conjunto suelo-planta pierde, evapotranspiración (ET), y el agua que se aporta de forma natural, lluvia (Pe). Hemos dado el valor cero a los meses que dan un resultado negativo y que por tanto no requieren riego. (Ver tabla en el apartado siguiente).

$$Nteóricas (mm) = ETc - Pe$$

Siendo la Precipitación:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pe (mm)	27,10	23,70	30,60	42,90	58,60	44,80
Pe diaria	0,87	0,82	0,99	1,43	1,89	1,49

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pe (mm)	27,20	27,80	43,50	49,60	42,20	34,00
Pe diaria	0,88	0,93	1,40	1,65	1,36	1,13

Fuente. Sociedad de infraestructuras rurales de Aragón, S.A. (SIRASA)

4.2.3. NECESIDADES REALES DE RIEGO

El agua que se aporta al suelo con un riego no es aprovechada en su totalidad por la planta, sino que parte se pierde por escorrentía y/o filtración profunda. Por tanto, la cantidad de agua que se debe aportar con el agua de riego o Necesidades reales de riego (N_{reales}) se calcula teniendo en cuenta una serie de factores:

La eficiencia de aplicación (E_a) del sistema de riego es el porcentaje de agua que las raíces de las plantas aprovechan con respecto al total aplicada. Su valor depende del método de riego empleado. En general, se considera que la eficiencia de aplicación del sistema de riego localizado por goteo es de un 90-95%. En nuestro caso 95%.

$$N_{reales} = (N_{teóricas}/E_a) \times 100$$

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total Anual
	ETo (mm)	19,10	34,90	63,80	87,50	116,50	156,90	190,50	169,40	112,60	70,00	34,40	15,90
	Pe (mm)	27,10	23,70	30,60	42,90	58,60	44,80	27,20	27,80	43,50	49,60	42,20	34,00
	ETo diaria	0,62	1,20	2,06	2,92	3,76	5,23	6,15	5,65	3,63	2,33	1,11	0,53
	Pe diaria	0,87	0,82	0,99	1,43	1,89	1,49	0,88	0,93	1,40	1,65	1,36	1,13
	nº dias /mes	31	29	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30
Zona de Tierra Vegetal 1 (Jardineras) Kj=0,46	Etc.diaria	0,28	0,55	0,95	1,34	1,73	2,41	2,83	2,60	1,67	1,07	0,51	0,24
	Nteoricas=Etc.diaria-Pe	-0,59	-0,26	-0,04	-0,09	-0,16	0,91	1,95	1,67	0,27	-0,58	-0,85	-0,89
	Nreales=Nteoricas/Ef	-0,62	-0,28	-0,04	-0,09	-0,17	0,96	2,05	1,76	0,28	-0,61	-0,90	-0,94
	Nr anuales					28,81	63,61	52,76	8,73				153,92
	Etc.diaria	0,21	0,41	0,70	0,99	1,28	1,78	2,09	1,92	1,23	0,79	0,38	0,18
Zona de Tierra Vegetal 2 (Rotondas) Kj=0,34	Nteoricas=Etc.diaria-Pe	-0,66	-0,41	-0,29	-0,44	-0,61	0,28	1,21	0,99	-0,17	-0,86	-0,98	-0,95
	Nreales=Nteoricas/Ef	-0,70	-0,43	-0,30	-0,46	-0,64	0,30	1,28	1,05	-0,18	-0,91	-1,04	-1,00
	Nr anuales					9,00	39,55	31,36					79,91
	Etc.diaria	0,18	0,36	0,62	0,88	1,13	1,57	1,84	1,69	1,09	0,70	0,33	0,16
	Nteoricas=Etc.diaria-Pe	-0,69	-0,46	-0,37	-0,56	-0,76	0,08	0,97	0,77	-0,31	-0,95	-1,03	-0,97
Zona de Tierra Vegetal 3 (Mediana central) Kj=0,30	Nreales=Nteoricas/Ef	-0,73	-0,48	-0,39	-0,58	-0,80	0,08	1,02	0,81	-0,33	-1,00	-1,08	-1,03
	Nr anuales					2,39	31,53	24,23					58,15
	Etc.diaria	0,18	0,36	0,62	0,88	1,13	1,57	1,84	1,69	1,09	0,70	0,33	0,16
	Nteoricas=Etc.diaria-Pe	-0,69	-0,46	-0,37	-0,56	-0,76	0,08	0,97	0,77	-0,31	-0,95	-1,03	-0,97
	Nreales=Nteoricas/Ef	-0,73	-0,48	-0,39	-0,58	-0,80	0,08	1,02	0,81	-0,33	-1,00	-1,08	-1,03
Alcorques (Alineación) Kj=0,42	Nr anuales					2,39	31,53	24,23					58,15
	Etc.diaria	0,18	0,36	0,62	0,88	1,13	1,57	1,84	1,69	1,09	0,70	0,33	0,16
	Nteoricas=Etc.diaria-Pe	-0,69	-0,46	-0,37	-0,56	-0,76	0,08	0,97	0,77	-0,31	-0,95	-1,03	-0,97
	Nreales=Nteoricas/Ef	-0,73	-0,48	-0,39	-0,58	-0,80	0,08	1,02	0,81	-0,33	-1,00	-1,08	-1,03
	Nr anuales					2,39	31,53	24,23					58,15

4.2.4. NECESIDADES TOTALES DE AGUA EN LAS ZONAS AJARDINADAS

Se debe de indicar que se han considerado dos (2) sectores de riego o hidrozonas. Una se corresponderá con las zonas ajardinadas de las jardineras y alcorques (alineación) y la segunda con las zonas de las rotondas y mediana central. Esto es debido a que se han agrupado las especies de forma que los coeficientes de jardín (Kj) fueran similares.

Además se ha considerado para el cálculo de la evapotranspiración el coeficiente de jardín más desfavorable y el mes de mayor necesidad hídrica (julio) de forma que se obtienen los siguientes resultados:

HIDROZONA 1

Kj=0,46 (desfavorable 0,46-0,42)

ETo=6,15mm/día (mes de julio)

ETc1 (mm)=0,46 x 6,15= 2,829 mm/día

HIDROZONA 2

Kj=0,34 (desfavorable 0,34-0,31)

ETo=6,15mm/día (mes de julio)

ETc2 (mm)=0,34 x 6,15= 2,091 mm/día

De esta forma, tal como se observa en la tabla anterior para el mes de julio, las necesidades reales o netas serían:

HIDROZONA 1

Nreales= 2,05 mm/día

HIDROZONA 2

Nreales= 1,28 mm/día

Siendo las necesidades reales anuales (Nr año) de **153,92 mm/año para la hidrozona 1** y de **79,91 mm/año para la hidrozona 2**.

Además se añadirá la necesidad real anual requerida para las zonas correspondientes a las superficies tapizadas con césped Festuca Glauca, de forma que:

Superficie total césped Festuca glauca (450m²)

Necesidad diaria estimada 5l/m² y día

Necesidad real anual 1.825mm/año

Por tanto, la cantidad total anual necesaria desde la toma de la tubería sería:

Necesidades de agua de las zonas ajardinadas					
	Nreales Julio (l/m ² día)	Nreales Totales (l/m ² año)	Superficie Ajardinada (m ²)	Necesidades Punta (l/día)	Necesidades Totales (m ³ /año)
HIDROZONA 1	2,05	153,9	1.327,9	2.722,2	204,4
HIDROZONA 2	3,18	79,91	3.743,3	11.903,7	299,1
CÉSPED FESTUCA	5	1.825	450	2.250	821,25
Totales				16.875,9	1.324,75

Así el mes de máximas necesidades hídricas es julio con **16.875,9 l/día** y las necesidades hídricas totales anuales son **1.324,75 m³**.

4.2.5. CÁLCULO DEL NÚMERO DE EMISORES

Diámetro mojado

Para el riego de árboles y arbustos se emplearán goteros autocompensantes integrados de 4 l/h. Dado que se supone un suelo franco, para el cálculo del diámetro mojado (Ds) por los goteros utilizaremos la formula:

$$Ds = 0.7 + 0.11 \cdot q$$

$$Ds = 0.7 + 0.11 \cdot 2,3$$

$$Ds = 0,95m$$

Siendo:

- Ds = Diametro mojado (m).
- q =Caudal del emisor (l/h).

Área mojada por emisor.

A este diámetro le corresponderá un área mojada (A_m) de:

$$A_m = (\pi \cdot D_s^2) / 4$$

$$A_m = 0,71$$

Porcentaje de superficie mojada

En jardinería, el porcentaje mínimo de suelo mojado (P) en una zona de vegetación con densidad media (considerada) es de entre 40-60%.

Superficie sombreada

La superficie sombreada dependerá del diámetro de copa de las diferentes especies y del número de especímenes de cada zona.

La superficie sombreada media de las diferentes zonas es:

$$S_s = ((\pi \cdot d^2) / 4) / (a \cdot b)$$

Siendo

- $a \cdot b$ marco de plantación medio ($7m^2$)

$$S_s = 4,04m^2$$

Número emisores por planta

$$N_e = S_s \times P / 100 / A_m$$

$$N_e = 4 \text{ emisores por árbol}$$

La separación entre emisores será de 0,4-0,5 m de distancia.

4.2.6. FRECUENCIA Y DOSIS DE RIEGO

Para el cálculo de la dosis de riego (D) tenemos por una parte que:

$$D = N_e \cdot V_e = N_e \cdot Q_e \cdot T_r$$

Siendo:

- N_e = Número de emisores.
- V_e = Volumen de cada emisor
- Q_e = Caudal del emisor.

Y por otra parte:

$$D = NTr \cdot I$$

Siendo:

- NTr = Necesidades totales de riego (mm/día).
- I = Intervalo entre riegos.

Igualando las ecuaciones anteriores:

$$N_e \cdot Q_e \cdot T_r = NTr \cdot I$$

Tenemos dos incógnitas, que son el tiempo de riego (T_r) y el intervalo entre riego (I). Para las necesidades totales de riego (NTr), utilizaremos las del mes de julio, ya que es el mes más deficiente.

El tiempo de riego dependerá de las necesidades *brutas* de la especie a regar y del caudal de los emisores seleccionados. Cuanto mayor sea dicho caudal y mayores sean las necesidades brutas, mayor será el tiempo de riego. Esta variable se calcula de forma general según la siguiente expresión:

$$\text{Tiempo de riego (horas)} = (\text{Necesidades brutas (mm)}) / (N^{\circ} \text{ de emisores}/m^2) \times (\text{Caudal suministrado por emisor (l/h)})$$

Las necesidades brutas las obtenemos de la tabla del apartado 5.2.3 y se corresponden con las necesidades reales (N_r) según:

HIDROZONA 1

$N_{brutas} = N_r \times 100 = (N_{teóricas}/Eficiencia) \times 100 = 2,05 \text{ mm/día}$

$N^{\circ} \text{ de emisores/m}^2 = 4$

Caudal suministrado por emisor (l/h) = 2,3

Tiempo de riego (horas) = 0,22

HIDROZONA 2

$N_{brutas} = N_r \times 100 = (N_{teóricas}/Eficiencia) \times 100 = 1,28 \text{ mm/día}$

$N^{\circ} \text{ de emisores/m}^2 = 4$

Caudal suministrado por emisor (l/h) = 2,3

Tiempo de riego (horas) = 0,14

Para una mejor dosificación del agua y con ello un ahorro de la misma, sería conveniente programar el riego para los diferentes meses, ya que, no todos tienen las mismas necesidades de agua. Así también fijaremos el intervalo de riego (I) cada 7 días en los meses más frescos aunque coinciden con los de menos pluviometría, incluso 3 días para los meses de mayor necesidad hídrica. De forma que para los meses de mayor necesidad hídrica (junio, julio, agosto y septiembre) resultaría:

(MESES JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE)

HIDROZONA 1

Tiempo de riego (horas) = $0,22 \times 3 = 0,66\text{h} = 0\text{h } 40\text{min}$

HIDROZONA 2

Tiempo de riego (horas) = $0,14 \times 3 = 0,42\text{h} = 0\text{h } 25\text{min}$

Y para el resto de meses:

HIDROZONA 1

Tiempo de riego (horas) = $0,22 \times 7 = 1,54\text{h} = 1\text{h } 32\text{min}$

HIDROZONA 2

Tiempo de riego (horas) = $0,14 \times 7 = 0,98\text{h} = 0\text{h } 59\text{min}$

4.3. DISEÑO HIDRÁULICO

4.3.1. NECESIDADES HÍDRICAS DE LAS ZONAS AJARDINADAS

Recordemos, según lo indicado en el apartado anterior 5.2.4, que el mes de máximas necesidades hídricas es julio con **16.875,9 l/día** y las necesidades hídricas totales anuales son **1.324,75 m³**. Nos centraremos en estas necesidades para realizar el diseño hidráulico.

Impondremos la velocidad máxima en las tuberías de diseño que será de 1,5m/s. Con esto, la presión en la toma de la tubería de 3Kg/cm² (30m.c.a) y la pérdida de carga cada 100m, dato del fabricante para tuberías de PE ó PVC, se comprobará si en todas las zonas ajardinadas llega el caudal previsto para las necesidades hídricas requeridas y se mantiene una presión mínima de 0,2Kg/cm² (2m.c.a) al final de la red o punto más alejado o desfavorable de la misma.

El caudal a suministrar por una tubería, puede estimarse haciendo uso de la relación entre la presión del agua, el diámetro de la toma y el caudal que esta suministra. Teniendo en cuenta que es común que la presión en la toma de agua de las redes urbanas sea próxima a 3 Kg/cm², para diferentes diámetros de toma el caudal es:

Diámetro de la toma (mm)	Caudal aproximado (m³/h)	Caudal aproximado (l/min)	Caudal aproximado (l/s)
16	0,78	13	0,22
20	1,2	20	0,33
25	2,04	34	0,57
32	3,42	57	0,95
40	5,4	90	1,5
50	8,7	145	2,42
63	13,8	230	3,83
75	19,68	328	5,47
90	28,32	472	7,87
110	42,3	705	11,75

En la hidrozona 1, en función del número de emisores proyectados se puede obtener el caudal total necesario y obtener así el diámetro en la toma.

Consideraremos a su vez en la hidrozona 1 dos (2) sectores de riego, uno para los alcorques y jardineras de la acera del equipamiento sanitario (**Sector A**) y el otro para los alcorques de la acera opuesta (**Sector B**) de forma que:

Sector A:

$L_a = 1.000\text{m}$

$N^{\circ} \text{ emisores} = 4 \times \text{alcorques (94)} + 18 \times \text{jardineras (98)} = 2.140 \text{ emisores}$

$Q_a = 2,3 \text{ l/h} \times N^{\circ} \text{ emisores (2.140)} = 4.922 \text{ l/h} = 82 \text{ l/min}$

Sector B:

$L_b = 1.000\text{m}$

$N^{\circ} \text{ emisores} = 4 \times \text{alcorques (98)} = 392 \text{ emisores}$

$Q_b = 2,3 \text{ l/h} \times N^{\circ} \text{ emisores (392)} = 902 \text{ l/h} = 15 \text{ l/min}$

Y se considera además necesarios otros 2 sectores para el riego por aspersión a las dos rotondas, con la toma desde la red de riego de las 2 hidrozonas anteriores según:

Festuca glauca:

Superficie = 450m^2

$N^{\circ} \text{ difusores} = 15$

$Q_b = 2,2 \text{ l/min} \times N^{\circ} \text{ difusores (15)} = 33 \text{ l/min}$

Según esto el caudal necesario para regar la hidrozona 1 resulta:

$Q_a + Q_b + \text{Festuca} = 82 + 15 + 33 = 130 \text{ l/min}$ que se corresponde, según la tabla anterior, a una tubería de diámetro igual a **Ø50mm**. La tubería será de polietileno de alta densidad PE50A UNE 53-131-90 conectada a la tubería proyectada de diámetro Ø160mm de PE del suministro al equipamiento sanitario.

La conexión principal se realizará, mediante una derivación en "T" desde la tubería de Ø160mm, a una arqueta de dimensiones interiores 60x60cm donde se colocará una válvula de corte y el contador de riego. A continuación se ejecutará otra arqueta de riego con tapa de cierre antivandálico que contará con el programador, dos válvulas de corte, dos filtros de malla y dos electroválvulas para los dos sectores. La zona de la urbanización donde se realizarán los trabajos mencionados es en la acera de la rotonda intermedia del vial.

(4Kg/m^2) a partir de las cuales se obtiene el diámetro necesario, tal y como se muestra en la tabla siguiente:

Pérdidas de carga para tubería de PE. Presión de trabajo: 4Kg/cm ²					
Diámetro (mm) Exterior/Interior	Caudal (m ³ /h)	Caudal (L/min)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (m.c.a cada100m)
32/28	1.08	18	0.3	0.49	1.16
	1.44	24	0.4	0.65	1.95
	1.8	30	0.5	0.81	2.91
	2.16	36	0.6	0.97	4.04
	2.52	42	0.7	1.14	5.33
	2.88	48	0.8	1.3	6.77
	3.24	54	0.9	1.46	8.37
	3.6	60	1	1.62	10.12
	4.32	72	1.2	1.95	14.05
	5.04	84	1.4	2.27	18.55
	5.4	90	1.5	2.44	21.00
40/35,2	1.8	30	0.5	0.51	0.97
	2.16	36	0.6	0.62	1.35
	2.52	42	0.7	0.72	1.78
	2.88	48	0.8	0.82	2.26
	3.24	54	0.9	0.92	2.79
	3.6	60	1	1.03	3.37
	4.32	72	1.2	1.23	4.68
	5.04	84	1.4	1.44	6.18
	7.2	120	2	2.06	11.75
	10.8	180	3	3.08	24.38

El diseño de la red será tal que, de forma simplificada, en la acera del equipamiento sanitario el caudal Q_a se dividirá en Q_1 y Q_2 siendo $Q_1 = Q_2 = Q_a/2 = 41$ l/min.

A su vez la longitud de los tramos 1 y 2 será $L_1 = L_2 = 500$ m.

Además recordando que la presión en la toma es de 30 m.c.a y que se deberá tener una presión mínima al final de los tramos o puntos más desfavorables de 2 m.c.a, el valor de las pérdidas de carga en los dos tramos (1 y 2) será:

Tramo 1

La diferencia de cota es de 10m entre la toma y el final del tramo de forma que, las pérdidas de carga en el tramo 1 serán importantes debiendo escoger un diámetro de tubería igual a Ø40mm.

Pérdidas de carga (100m) = 1.78m.c.a (para $Q_1=41$ l/min y Ø40mm), de forma de en $L_1 = 500$ m las pérdidas serán de 8.9m.c.a + 10m.c.a = 18m.ca.

Tramo 2

En el tramo 2 no existen diferencias de cota importantes, ya que, el flujo circula a favor de la pendiente de forma que, se escoge una tubería de Ø32mm con unas pérdidas de carga de $5.33\text{m.c.a.} (100\text{m}) \times 5 (L2\ 500\text{m}) = 26.65\text{m.c.a.}$

En el caso de los tramos 3 y 4 el caudal disminuye hasta los $Q3 = Q4 = Qb/2 = 7.5\text{ l/min}$ de forma que:

Tramo 3 (Ver tabla siguiente)

Pérdidas de carga para tubería de PE. Presión de trabajo: 4Kg/cm²					
Diámetro (mm) Exterior/Interior	Caudal (m³/h)	Caudal (L/min)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (m.c.a. cada100m)
20/17.4	0.144	2.4	0.04	0.17	0.36
	0.216	3.6	0.06	0.25	0.74
	0.288	4.8	0.08	0.34	1.22
	0.36	6	0.1	0.42	1.80
	0.54	9	0.15	0.63	3.66

Tal y como se ha calculado para los tramos 1 y 2, para el 3 escogeremos una tubería de diámetro Ø20mm con la que tendremos una pérdidas de $3.66 \times 5 + 10 = 28.3\text{m.c.a.}$ Es un poco justa esta pérdida total por lo que al final se colocará tubería de **Ø25mm** en el tramo 3.

Para el tramo 4 no hace falta calcular las pérdidas, ya que, si cumplen en el caso más desfavorable con pendiente negativa, sabemos que, cumplirá para una tubería de **Ø20mm**.

De todas las tuberías de los tramos 1, 2, 3 y 4 saldrán tuberías de riego de **Ø16mm** que rodearán los árboles de los alcorques y jardineras.

En el caso de la hidrozona 2, el caudal total necesario para regar las zonas ajardinadas de la mediana central y rotondas es:

Rotondas

N° emisores = $600 \times \text{rotonda} (3) = 1.800$ emisores

$Qa = 2,3\text{ l/h} \times N^{\circ} \text{ emisores} (1.800) = 4.140\text{ l/h} = 69\text{ l/min}$

Mediana central

N° emisores = longitud (1070m) / (1 emisores / 0.5m) = 2.140 emisores

$Qa = 2,3\text{ l/h} \times N^{\circ} \text{ emisores} (2.140) = 4.922\text{ l/h} = 82\text{ l/min}$

Con estos caudales se formarían 2 sectores para los tramos 5 y 6. **El tramo 5** estaría constituido por una tubería principal, para un caudal de $69/2 + 82/2 = 75.5\text{ l/min}$, de **Ø50mm** con unas pérdidas totales de carga de $1.61 \times 5 + 10\text{m.c.a.} = 18.05\text{m.c.a.}$ y el tramo **6**, con un mismo caudal de 75.5 l/min , con una tubería de **Ø40mm** y una pérdidas de carga de 23.4m.c.a.

En ambos casos, de las tuberías principales saldrían tuberías secundarias de Ø16mm para el riego de las especies vegetales y se ejecutarán los elementos de riego indicados para las conexiones y regulaciones de riego especificadas para la hidrozona 1.

En el siguiente cuadro se resumen las características de la red de riego a instalar según los datos y cálculos obtenidos. Además se refleja, en el plano de riego y jardinería de este proyecto, la planta de la red de riego.

Resumen de la red de riego		
HIDROZONA 1 (JARDINERAS Y ALCORQUES)		DIÁMETRO TUBERÍAS (Ømm)
	TRAMO 1	40
	TRAMO 2	32
	TRAMO 3	25
	TRAMO 4	20
HIDROZONA 2 (MEDIANA CENTRAL Y ROTONDAS)	TRAMO 5	50
	TRAMO 6	40

La tubería de conexión a la principal de Ø160mm y ramales serán de Ø50mm.

4.3.2. ELEMENTOS DE LA RED DE RIEGO

Los elementos que constituyen la red de riego serán los siguientes:

- Arqueta de conexión a la red general municipal, será un pozo de registro de dimensiones interiores 1m y cono con tapa de 60cm D-400 en caso de tener que soportar cargas de tráfico.
- Arqueta de conexión a tubería de agua potable proyectada de Ø160mm, será prefabricada o in situ de dimensiones interiores mínimas 60x60cm e irán en acera y albergará válvulas de corte y contador.
- Arqueta de cruce, derivación..., será prefabricada o in situ de dimensiones interiores mínimas 40x40cm e irán en acera o zonas verdes. Contendrá válvulas de corte y contadores.
- Arqueta de riego, será prefabricada o in situ y contendrá los elementos de riego como válvulas de corte, electroválvulas, programadores, filtros, etc. Serán todas de la casa RAIN BIRD.
- Tuberías de riego, serán de PEBD Ø50, 40, 32, 25, 20mm y de goteros integrados autocompensantes marrón de Ø16mm.
- Difusores para aspersión de radio 4,3m y caudal de 2,2l/min.