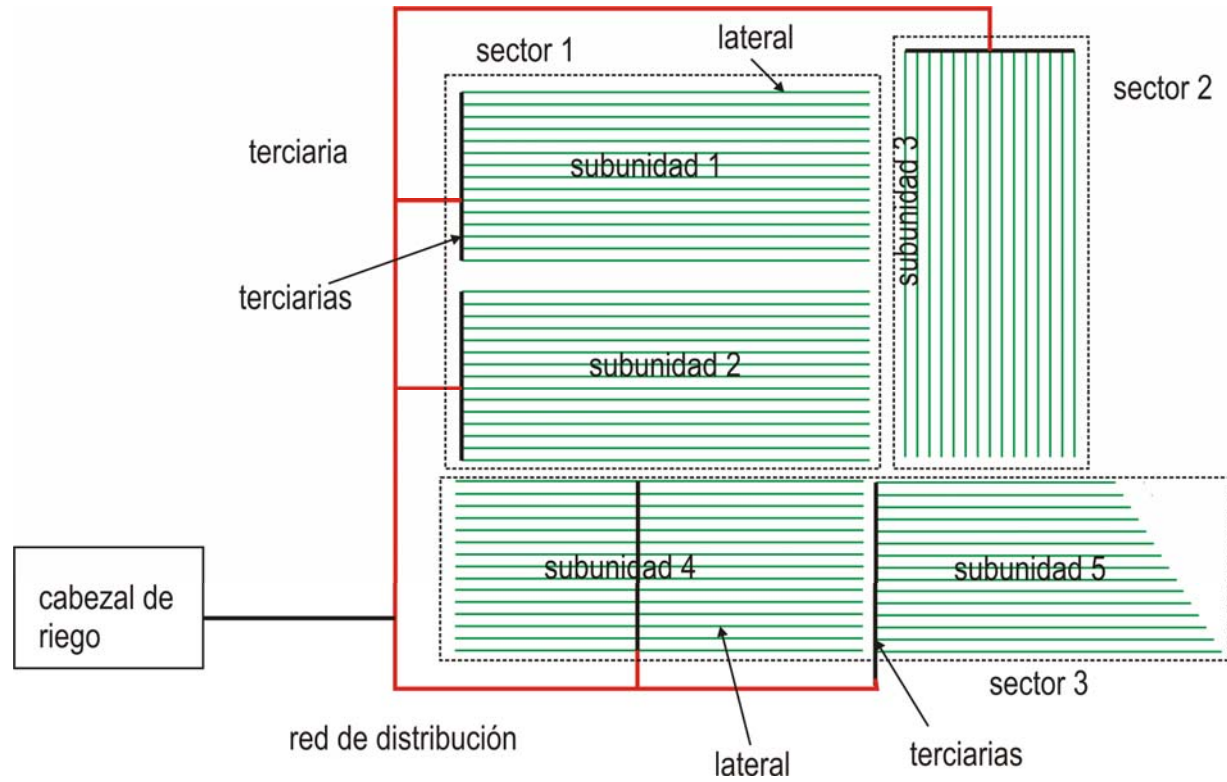


TEMA 2

RIEGO POR GOTEO: FUNDAMENTOS DEL DISEÑO

1.- Partes de una Instalación



Subunidad de Riego:

Es el conjunto de laterales (tuberías que portan los goteros) , normalmente de PE, así como de tuberías que los alimentan (terciarias) , normalmente de PE o de PVC.

Unidad o Sector de Riego

Serías un conjunto de subunidades que funcionan juntas, o con la mismas características. Se suelen agrupar las subunidades que funcionarán dentro de un mismo turno de riego

Red de distribución

Es el conjunto de tuberías que alimentan a las subunidades y a todos los sectores desde el nudo de cabecera de la red. Normalmente de PVC.

Cabezal

Será el conjunto de dispositivos para el bombeo, control, y inclusión de fertilizantes y automatismos del sistema de riego

Tuberías

Polietileno (PE)

Se fabrican como una mezcla de etileno polimerizado, antioxidantes y negro de carbón, este último que le infiere su característico color negro se le añade para protegerlo de la degradación por radiación solar.

Son típicas tres familias:

Polietileno de baja densidad (PE32, PEBD o LPDE)

Polietileno de media densidad (PE50B, PEMD, MDPE)

Polietileno de alta densidad (PE 50^a, PEAD, HDPE)



El más utilizado en
Riego Localizado

La norma UNE que lo rige es la UNE 53367 y UNE 53131

Diámetro Nominal, DN, teóricamente coincide con el diámetro exterior del tubo

Presión Nominal, PN, Presión máxima de trabajo a 20°C. Lo usual es trabajar con:

0.4 Mpa (4 bars), 0.6 Mpa (6 bars), 1.0 Mpa (10 bars), 1.6Mpa (16 bars)

Espesor Nomina, e, Espesor de la pared del tubo

Tema 2: Riego por Goteo: Fundamentos del diseño

TUBOS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PE-32) PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN				
Presión	ØNominal	ØInterior	Espesor	m/Bobina
4 ATM	20 mm	17,4 mm	1,3	100*
	20 mm	17 mm	1,5	100
	25 mm	21 mm	2,0	100
	32 mm	28 mm	2,0	100
	40 mm	35 mm	2,4	100
	50 mm	43,6 mm	3,0	100
	63 mm	55 mm	3,8	100
	75 mm	66 mm	4,5	100
6 ATM	20 mm	16 mm	2,0	100
	25 mm	20,4 mm	2,3	100
	32 mm	26 mm	2,9	100
	40 mm	32,6 mm	3,7	100
	50 mm	40,8 mm	4,6	100
	63 mm	51,4 mm	5,8	100
	75 mm	61,4 mm	6,8	100
10 ATM	20 mm	14,2 mm	2,8	100
	25 mm	17,8 mm	3,5	100
	32 mm	22,8 mm	4,4	100
	40 mm	28,4 mm	5,5	100
	50 mm	36,2 mm	6,9	100
	63 mm	45,8 mm	8,6	100
	75 mm	54,4 mm	10,3	100
	90 mm	65,4 mm	12,3	100

Se suelen identificar con una referencia, un marcado en el tubo

FABRICANTE – PE32 – 20 – 2 – 0.6- 93 – UNE 53131

Identificativo
fabricante

Material

Diámetro Nominal

Espesor

Presión Nominal

Año Fabricación

Norma UNE


Si la UNE es la 53.367 no se incluye la PN


TUBOS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PE-50) PARA RAMALES DE MICROIRRIGACIÓN				
Presión	ØNominal	ØInterior	Espesor	m/Bobina
	12	10	1,0	500*
	16	13,2	1,4	300
	18,67	16	1,3	200
	20	17,4	1,3	200


MICROTUBO				
Presión	ØNominal	ØInterior	Espesor	m/Bobina
	8	6	1	500 HDPE y LDPE
	6	4	1	500 LDPE y EVA
	8	5,5	1,25	500 LDPE
	5	3	1	500 LDPE y EVA


La uniones en tuberías de PE son:


A Presión: Típicas en los laterales, se unen introduciendo complementos machos en la tuberías por simple presión. Típicas en los laterales

ENLACE PE		
Diámetro	Ud./Caja	
12	1000	
16	1000	
18	800	

ENLACE PE SEGURIDAD		
Diámetro	Ud./Caja	
16	1000	
20	8000	

CONEXIÓN CON ANILLAS		
Diámetro	Ud./Caja	
12	1200	
16	1000	
18	800	

CONEXIÓN		
Diámetro	Ud./Caja	
12	3000	
16	2500	
18	2000	

ENLACE PE CON ANILLAS		
Diámetro	Ud./Caja	
12	1000	
16	1000	
18	800	

CONEXIÓN DE SEGURIDAD		
Diámetro	Ud./Caja	
12	2500	
16	2000	
18	1500	

ENLACE REDUCIDO		
Diámetro	Ud./Caja	
16/12	1500	
18/12	1000	
18/16	1000	
20/16	1000	

5

Acces. microirrigación
Micro-irrigat. fittings
Acces. microirrigation



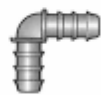
Te conexión
Tee connection
Te connexion

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07001	12	1.000	13.730	82,52
07002	16	1.000	15.600	93,76
07023	20	500	11.441	68,76



Te conexión redusc.
Tee conn. reducing
Te connexion réduit.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07040	16-12	1.000	14.560	87,51
07044	20-16	500	13.000	78,13



Codo 90°
Elbow 90°
Coude 90°

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07027	12	500	13.000	78,13
07028	16	500	15.080	90,63
07029	20	500	16.640	100,01



Enlace conexión.
Branch connection.
Union connexion.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07003	12	1.000	6.551	39,37
07004	16	1.000	10.140	60,94
07025	20	500	9.359	56,25



Enl. conexión reducido.
Coupling connect. reduc.
Union connexion réduite.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07030	16-12	1.000	15.600	93,76
07031	20-16	1.000	33.281	200,02



Enl. mixto rosca macho.
Mixte link. screw tap.
Union mixte fil. mâle.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07060	12-1/2"	800	15.600	93,76
07061	12-3/4"	800	15.600	93,76
07062	16-1/2"	800	15.600	93,76
07063	16-3/4"	500	13.000	78,13
07067	20-3/4"	500	16.650	100,07



Toma injerto.
Insert connection.
Prise abouchement.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07005	12	1.000	5.680	34,14
07006	16	1.000	7.740	46,52



Tapón.
Plug. Bouchon.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07011	12	1.000	5.621	33,78
07012	16	1.000	6.551	39,37
07026	20	1.000	10.401	62,51



Raccord tuerca loca.
Screw nut connector.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07070	12-1/2"	800	73,21	0,44
07071	12-3/4"	800	73,21	0,44
07072	16-1/2"	800	73,21	0,44
07073	16-3/4"	500	73,21	0,44



Toma injerto junta bilabial.
Insert double lipped seal.
Abouchement joint bilabiale.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS PRICE PER BOX	EUROS PRX BÖTTE
07007	12	1.000	43.26	0,26
07008	16	1.000	46.59	0,28
07009	18	800	49.92	0,30
07010	20	800	53.24	0,32

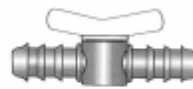
PRECIO CAJA PRICE PER BOX PRIX BÖTTE	PESETAS EUROS	PESETAS UNIDAD UNIT PRICE PRIX UNITAIRE	PESETAS EUROS
--	------------------	---	------------------



Espiga conexión PVC.
PVC Branch connection.
Dent-de-loup connexion.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS UNIDAD UNIT PRICE PRIX UNITAIRE	EUROS
07017	25	250	110	0,66
07018	32	250	140	0,84
07019	40	250	171	1,03
07020	50	150	228	1,37
07021	63	125	301	1,81

Válvulas ramal / Branch valve
Vannes embranchement
NETWELL SYSTEM



Válvula ramal.
Branch valve.
Vanne embranchement.

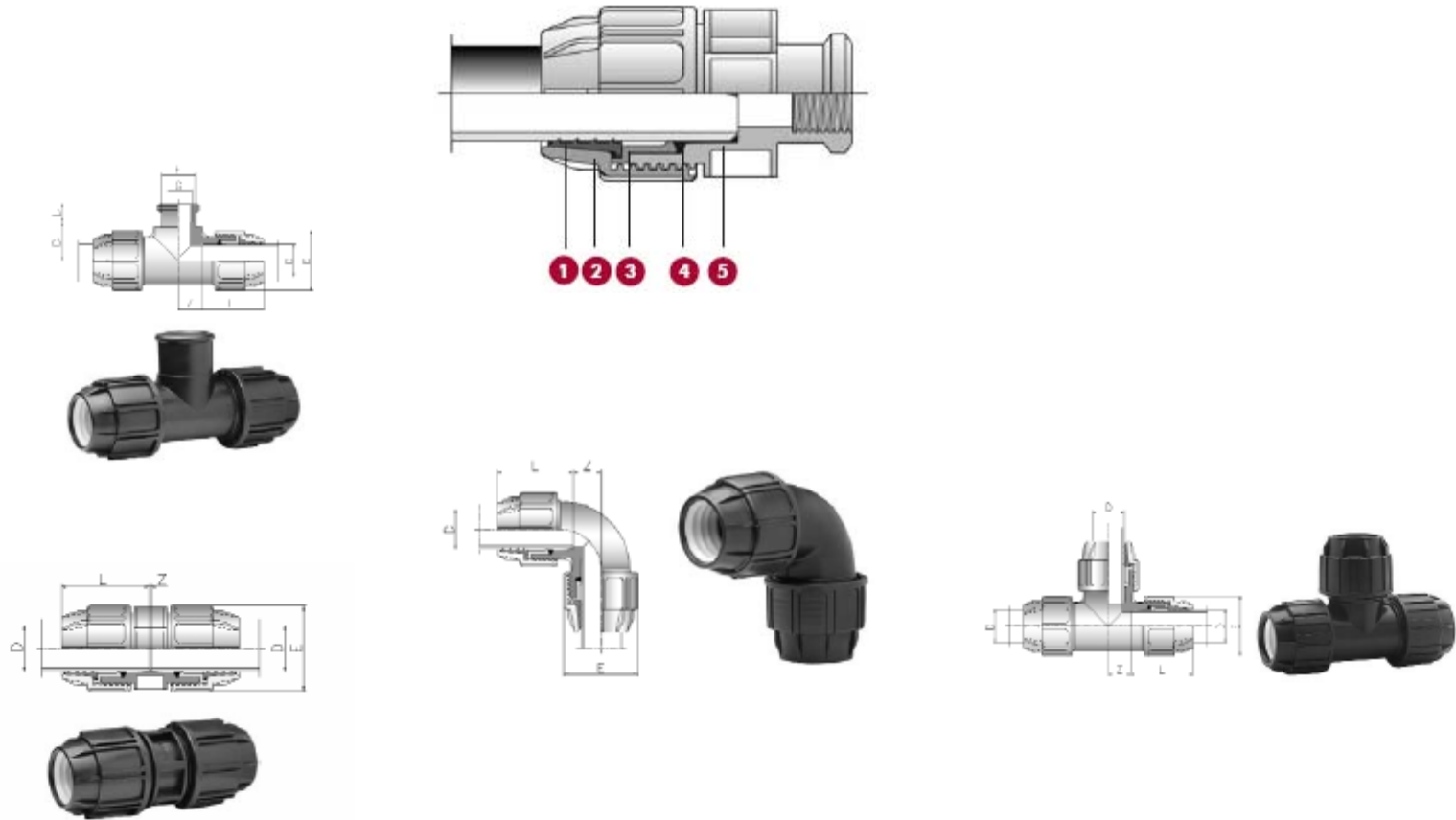
CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS UNIDAD UNIT PRICE PRIX UNITAIRE	EUROS
07013	12	500	125	0,75
07014	16	500	125	0,75
07015	18	500	208	1,25
07016	20	500	208	1,25



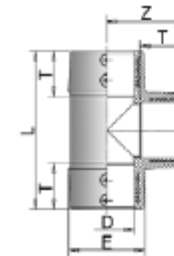
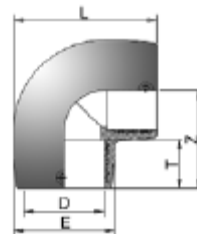
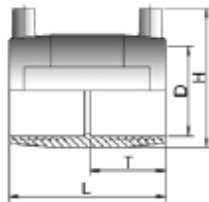
Válvula ramal rosca macho.
Branch valve. male.
Vanne embranchement
filetage mâle.

CÓDIGO CODE	Ø TUBO PIPE Ø	U. CAJA U. BOX	PESETAS UNIDAD UNIT PRICE PRIX UNITAIRE	EUROS
07080	12-1/2"	500	188	1,13
07081	16-1/2"	500	188	1,13
07083	18-1/2"	500	301	1,81
07085	20-1/2"	500	301	1,81

Con unión mecánica: Típicas en terciarias y la red de distribución, se utilizan piezas que se roscan a las tuberías mediante distintos sistemas de fijación.



Electrofundición o termosoldado: No suelen ser utilizado en sistemas pequeños y si se hace es en la red de distribución. Los complementos llevan unos anillo o resistencias eléctricas que al aplicarles una descarga eléctrica se calientan fusionando el material y unión solo a la tubería a la que va conectado.



Cloruro de Polivinilo (PVC)

La tubería está compuesta de Cloruro de Polivinilo, estabilizantes, lubricantes y pigmentos, pero no lleva ningún tipo de protección contra la degradación por radiación solar por lo que debe protegerse enterrándola y con algún tipo de recubrimiento.

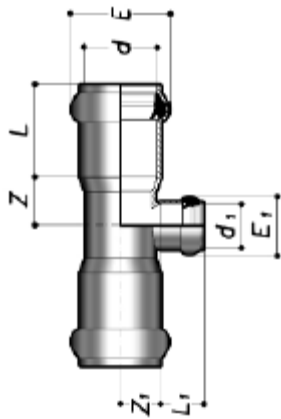
La norma UNE que lo rige es la UNE 53112 (la cual es sustituida recientemente (2001)por la UNE EN 1452 de ámbito europeo) y sus complementos la UNE 53177

Tubería de presión de PVC												
Diámetro exterior	PN-2,5		PN-4		PN-6		PN-10		PN-16		PN-20	
D mm.	e mm	Precio €/m	e mm	Precio €/m	e mm	Precio €/m	e mm	Precio €/m	e mm	Precio €/m	e mm	Precio €/m
16											1,3	0,75
20											1,9	1,03
25									1,9	1,33	2,3	1,22
32									2,4	1,99	2,9	1,94
40						1,70	1,9	1,59	3,0	2,26	3,7	2,95
50					1,8	1,96	2,4	2,36	3,7	3,45	4,6	4,57
63					2,0	3,00	3,0	3,63	4,7	5,57	5,8	6,73
75				3,06	2,3	3,65	3,6	5,18	5,6	7,82	6,8	9,50
90				3,68	2,8	4,99	4,3	7,35	6,7	11,01	8,2	13,05
110		4,79		5,51	2,7	5,94	4,2	8,98	6,6	13,50	8,1	16,09
125		5,51		7,04	3,1	7,70	4,8	11,44	7,4	17,25	9,2	22,41
140					3,5	9,67	5,4	14,39	8,3	21,32	10,3	28,06
160		8,46		11,46	4,0	12,55	6,2	18,86	9,5	27,65	11,8	36,60
180				14,67	4,4	15,65	6,9	23,45			13,3	
200		13,20		17,48	4,9	18,98	7,7	28,70	11,9	43,11	14,7	54,94
225					5,5	23,73					16,6	
250		18,39		26,88	6,2	30,07	9,6	44,78	14,8	66,79	18,4	89,02
315		26,82		42,87	7,7	46,68	12,1	70,57	18,7	105,97	23,2	141,28

Las uniones en los tubos de PVC suelen ser:

Encoladas: Se impregna con adhesivo y se pega. Soporta bien la tracción pero no permite la dilatación, por lo que se debe añadir juntas de dilatación en algunos tramos.

Junta Elástica (Junta Z): Lleva un anillo elástico en la embocadura y presiona a la otra tubería que lleva una embocadura especial.



Emisores

Se trata de los dispositivos que aportan agua al suelo desde los laterales. Los hay de muchos tipos y morfologías.

Según la forma de distribuir el agua:

- a.- GOTEROS: Mojan una superficie muy pequeña y el agua sale a gotas o en pequeños chorros
- b.- MICROASPERORES: El agua es dispersada como lluvia o chorro. Tienen pequeños dispositivos giratorios y el caudal no supera los 300 l/h
- c.- DIFUSORES O JETS: Aplica el agua en forma de niebla, lluvia o chorro, no dispone de elementos giratorios
- d.- TUBERÍA EMISORA: Se trata de tuberías perforadas, porosas o cintas de exudación. Distribuye en agua por gotas a lo largo de toda su longitud.

Según se acopla a la tubería (lateral):

- a.- EN LÍNEA: (colocados en serie en el lateral). Sólo se colocan goteros
- b.- SOBRE LA LÍNEA (se colocan en derivación , se suelen llamar pinchados). Se puede colocar cualquier tipo de emisor

Existen un tipo de gotero, tanto integrado como pinchado, que tienen una característica especial, el caudal descargado se desliga de la presión de funcionamiento, manteniéndose constante para un rango dado de presiones que fija el fabricante. Son mas caros, pero permiten grandes longitudes de laterales

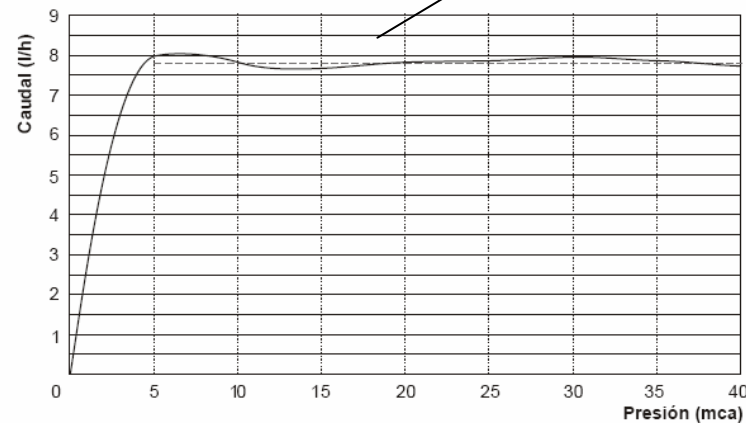


Caudal: 8 l/h.
Rango Pres. Autocompensación:
5 -40 mca.
Pres. Cierre Mods. Antidrenantes:
1,5 / 4 mca.

Equación	C. Nominal
$Q = 7,84523.H^{-0,0052}$	7,812 l/h
C.V.	Desv.
2,688 %	0,492 %

Mantienen el caudal aunque la presión aumente

Tabla de descargas



Logitud recomendada de los laterales sobre terreno llano (m)

SETA 8 L/H. Presión de entrada: 2,5 Kg/cm ²	Espaciamento (m)								
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	3,00	5,00	7,00	10,00
Pe 16 (Esp. 1,2 mm.)	41	71	95	117	154	245	341	422	532
Pe 16 (Esp. 1,4 mm.)	39	67	90	110	146	232	323	402	504
Pe 18 (Esp. 1,3 mm.)	54	91	121	148	194	306	425	527	662
Pe 20 (Esp. 1,2 mm.)	72	119	157	190	248	388	538	667	836



Otro tipo de emisor es el autocompensante autolimpiante que permite a bajas presiones, al inicio del ciclo de riego, una mayor salida de caudal



Salida Emisor
Para aplicaciones subterráneas, con microtubo para una o varias salidas (estaquillas)



Salida Lateral
Adecuado para todas las aplicaciones por su bajo perfil en el tubo

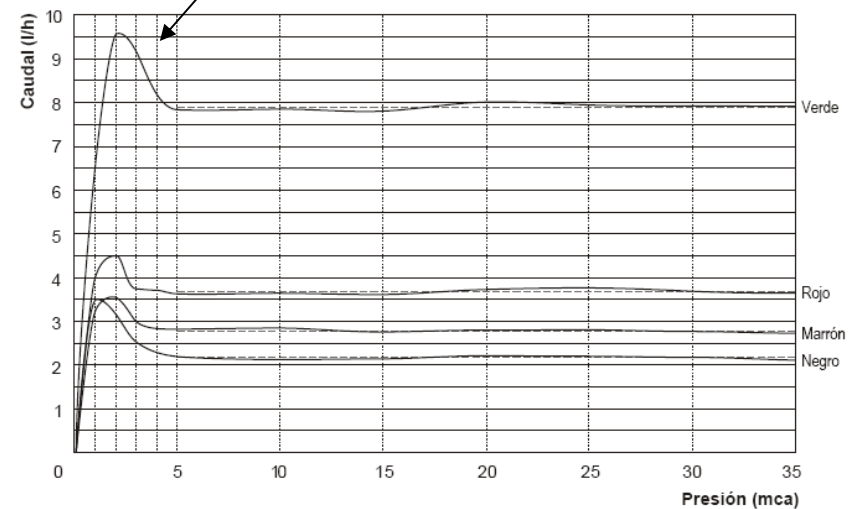


Caudales: 2.2 , 2.8 , 3.7 y 7.9 l/h.
Intervalo Pres. Autocompensación: 6 a 35 mca.
Intervalo recomendado: 8 a 30 mca.



Mayor salida de caudal a presiones bajas

Tabla de descargas



Datos de emisores

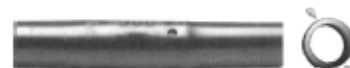
	Negro	Marrón	Rojo	Verde
Equación	$Q = 2,1896.H^{0.007704}$	$Q = 2,81519.H^{-0.01352}$	$Q = 3,65159.H^{0.00674}$	$Q = 7,83929.H^{0.009938}$
Caudal Nominal	2,178 l/h	2,78 l/h	3,67 l/h	7,8935 l/h
C.V.	4,275 %	4,5945 %	3,5942 %	2,799 %
Desv.	2,7918 %	0,1729 %	1,4936 %	1,927 %

Goteros en línea: Integrados

Gotero Autocompensante



El flujo turbulento que se forma en el laberinto crea remolinos que evitan las posibles sedimentaciones.



dos salidas

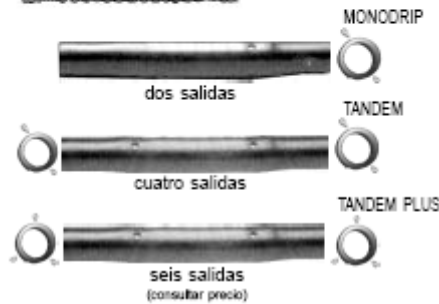


tres salidas
(consultar precio)

Turbulento Autointegrado



El flujo turbulento que se forma en el laberinto crea remolinos que evitan las posibles sedimentaciones.

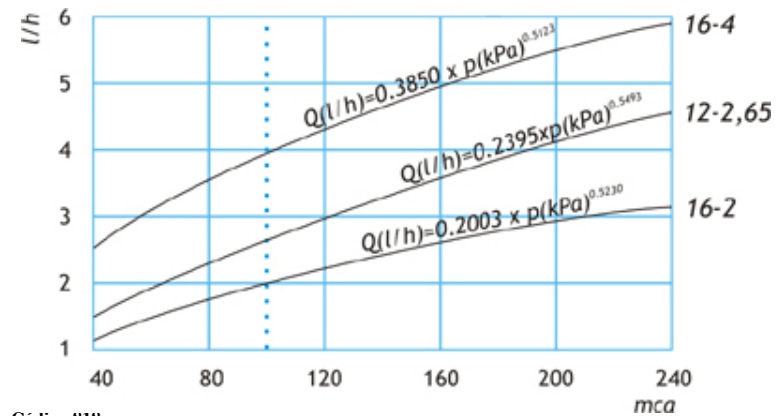


Goteros integrados desmontables



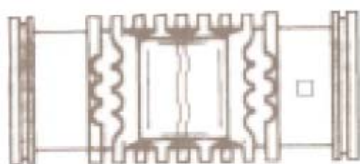
DIAMETRO (mm)	CAUDAL (L/H)	PACK (UDS)
12	2,65	1.500
16	2	1.000
16	4	1.000

DIAMETRO (mm)	CAUDAL (L/H)	VARIACIÓN CAUDAL (+Q)	DIST ENTRE GOTEROS (M)				
			0,33	0,40	0,50	0,75	1,00
12	2,65	5%	26	30	35	47	58
		10%	33	38	45	61	75
16	2	5%	53	62	73	98	124
		10%	69	80	95	128	157
	4	5%	37	42	50	68	83
		10%	47	55	65	88	108



Gotero Integrado : No desmontable

URAGOTA 20 AUTOCOMPENSANTE



D.ext - Caudal mm - l/h	Distancia cm	Rollo m	SR: Serie BP: Bajo Pedido	Lote Mínimo metros	CÓDIGO	€/m
20 - 1,9 l/h	30	300	BP	18.000	7002424	0,87
20 - 1,9 l/h	40	300	BP	18.000	7002119	0,72
20 - 1,9 l/h	50	300	BP	18.000	1115655	0,64
20 - 1,9 l/h	60	300	BP	18.000	1111266	0,58
20 - 1,9 l/h	75	300	BP	18.000	1116306	0,52
20 - 1,9 l/h	100	300	BP	18.000	1104091	0,46

D.ext - Caudal mm - l/h	Distancia cm	Rollo m	SR: Serie BP: Bajo Pedido	Lote Mínimo metros	CÓDIGO	€/m
20 - 2,4 l/h	30	300	BP	18.000	1104112	0,87
20 - 2,4 l/h	40	300	BP	18.000	1002631	0,72
20 - 2,4 l/h	50	300	BP	18.000	1103731	0,64
20 - 2,4 l/h	60	300	BP	18.000	1002596	0,58
20 - 2,4 l/h	75	300	BP	18.000	1002597	0,52
20 - 2,4 l/h	100	300	BP	18.000	1002630	0,46

D.ext - Caudal mm - l/h	Distancia cm	Rollo m	SR: Serie BP: Bajo Pedido	Lote Mínimo metros	CÓDIGO	€/m
20 - 4,1 l/h	30	300	BP	18.000	1002598	0,87
20 - 4,1 l/h	40	300	BP	18.000	7002125	0,72
20 - 4,1 l/h	50	300	BP	18.000	1002633	0,64
20 - 4,1 l/h	60	300	BP	18.000	1002599	0,58
20 - 4,1 l/h	75	300	BP	18.000	1002600	0,52
20 - 4,1 l/h	100	300	BP	18.000	1002632	0,46

Gotero Integrado : No desmontable

URAGOTA 16 TURBULENTO



D.ext - Caudal mm - l/h	Distancia cm	Rollo m	SR: Serie BP: Bajo Pedido	Lote Mínimo metros	CÓDIGO	€/m
16 - 2 l/h	30	400	BP	18.000	1002604	0,30
16 - 2 l/h	40	400	SR	400	1002605	0,27
16 - 2 l/h	50	400	BP	18.000	1002587	0,25
16 - 2 l/h	60	400	SR	400	1002588	0,24
16 - 2 l/h	75	400	SR	400	1002606	0,23
16 - 2 l/h	100	400	SR	400	1002603	0,22
16 - 2 l/h	125	400	BP	18.000	1002525	0,21

D.ext - Caudal mm - l/h	Distancia cm	Rollo m	SR: Serie BP: Bajo Pedido	Lote Mínimo metros	CÓDIGO	€/m
16 - 4 l/h	30	400	BP	18.000	1002608	0,30
16 - 4 l/h	40	400	BP	18.000	1002609	0,27
16 - 4 l/h	50	400	BP	18.000	1004784	0,25
16 - 4 l/h	60	400	BP	18.000	1002589	0,24
16 - 4 l/h	75	400	SR	400	1002610	0,23
16 - 4 l/h	100	400	SR	400	1002607	0,22
16 - 4 l/h	125	400	SR	400	1002524	0,21

Goterros Pinchados



Gotero pinchado desmontable.
Dismountable perforated dropper.
Goutte à goutte perforé démontable.

CÓDIGO	Ø TUBO	CAUDAL LH	U. CAJA	PRECIO CAJA	
				PESETAS	EUROS
06009	-	4	500	19.239	115,63




Gotero pinchado regulable.
Regulation dropper.
Goutte à goutte perforé.

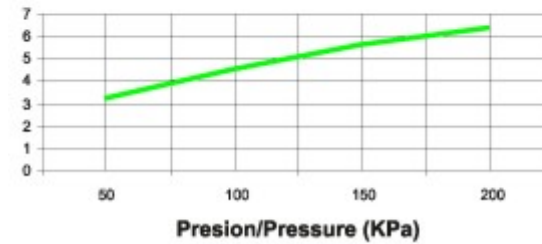
CÓDIGO	Ø TUBO	CAUDAL LH	U. CAJA	PRECIO CAJA	
				PESETAS	EUROS
06020	-	3,50	3.500	34.500	207,03



Gotero cónico desmontable.
Dismountable dropper.
Goutte à g. conique démontable.

CÓDIGO	Ø TUBO	CAUDAL LH	U. CAJA	PRECIO CAJA	
				PESETAS	EUROS
06030	-	3,50	1.000	27.039	162,51

MODELO C-4		Tipo de emisor: pinchado	
Caudal nominal	4 l/h		
Ecuación	$0,4463 h^{0,5021}$		



Autocompensantes Pinchados



Autotwin Hi-Po



tabla

Características				
Caudal nominal (l/h)	2,000	3,000	4,000	8,000
Caudal medio (l/h)	2,097	3,036	4,052	8,012
Coefficiente variación (%)	2,780	2,100	3,400	3,600
Variación de caudal (%)	4,850	1,200	1,300	0,150
Coefficiente de uniformidad (%)	97,777	98,320	97,280	97,120



Autotwin C. Corto



tabla

Características	TD Advanced IL 16/2	TD Advanced IL 16/3	TD Advanced IL 16/4	TD Advanced IL 16/8
Caudal nominal (L/H)	2.000	2.600	3.600	7.200
Caudal medio (L/H)	2.053	2.635	3.590	7.240
Coefficiente variación (%)	1.880	1.930	0.980	2.030
Variación de caudal (%)	2.660	2.090	1.270	2.080
Coefficiente de uniformidad (%)	98.500	99.210	99.350	98.930



Autotwin C. Largo



tabla

Características	TD Advanced M/1	TD Advanced M/2	TD Advanced M/3	TD Advanced M/6
Caudal nominal (L/H)	1.200	2.000	3.400	5.700
Caudal medio (L/H)	1.250	2.106	3.478	5.847
Coefficiente variación (%)	2.530	0.810	1.050	1.310
Variación de caudal (%)	4.170	5.310	2.300	2.580
Coef. Uniformidad (%)	97.980	99.350	99.160	98.960



TD
Advanced
IL 16

tabla

EN Serie



TD
Advanced
OL

tabla

Pinchado



TD
Advanced
M

tabla

EN Serie



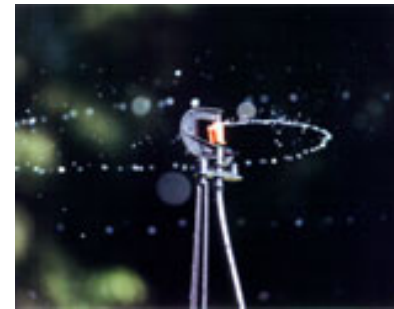
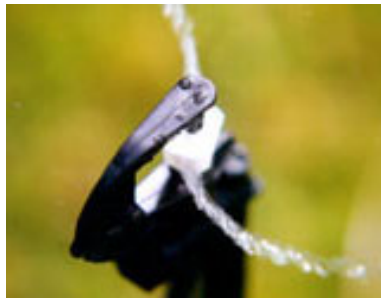
Conjunto
TD
Advanced
M

tabla

Los microaspersores también suelen ser utilizados en muchos cultivos, y se suelen colocar pinchados sobre el lateral. Es importante la cobertura que estos hagan del terreno a regar.

Los modelos más típicos son:

a.- ROTATIVOS



Cobertura

BOQUILLA	PRESION (ATM)	CAUDAL (L/H)	B. GRANDE	B. PEQUEÑA	B. INVERTIDA		
					0,9M *	1,2M *	1,8M *
0,8 AMARILLA	2,0	35	-	5,5	5,5	6	6,5
	2,5	39	-	6	6	7	7
1,1 ROJA	2,0	70	-	5,5	6	7,5	8
	2,5	78	-	6	7	8	8,5
1,3 VERDE	2,0	105	9	6	7	7,5	8
	2,5	116	9,5	6,5	7	8,5	8,5
1,6 VIOLETA	2,0	120	9	6,5	6,5	8	8,5
	2,5	134	9,5	7	7	8,5	8,5

b.- DE CHOQUE:

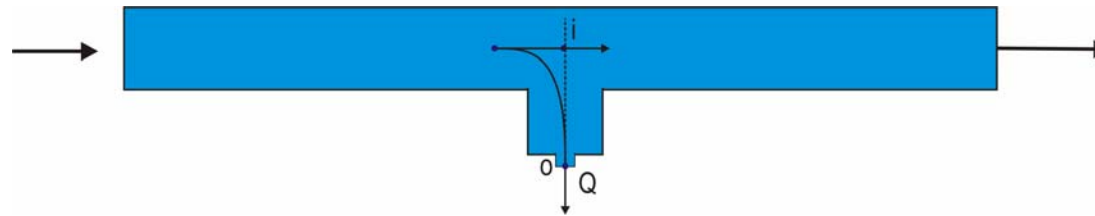


Coberetura

BOQUILLA	PRESION (ATM)	CAUDAL (L/H)	PLANO	CORTA DIST.	FRANJAS	12 CHORROS	180°	90°	NEBUL.
0,8 AMARILLA	1,5	30	2,8	0,8	3,2	3	2	1,5	1,8
	2,0	35	2,8	0,9	3,2	3,4	2,2	1,7	2
1,1 ROJA	1,5	61	3	0,8	3,5	5	2,5	2,3	2,2
	2,0	70	3,4	0,9	5	5,5	2,7	2,5	2,4
1,3 VERDE	1,5	90	3,2	0,8	5	5,5	2,5	3	2,2
	2,0	105	3,4	0,9	5,5	6	2,7	3,5	2,4
1,6 VIOLETA	1,5	104	3,5	0,8	5,5	5,5	2,5	4	2,5
	2,0	120	4	0,9	6	6	2,7	4,5	2,9

Parámetros de un emisor

Los emisores proporcionan un caudal bajo, si se han de mantener dentro de un margen relativamente estrecho de presiones para su correcto funcionamiento, y para mantener uniformidad en el caudal emitido. Las presiones de trabajo para goteros suele estar sobre los 10 mca, mientras que para microaspersores se sitúa entre los 10 y 30 mca.



Las pérdidas introducidas por el paso por el gotero lo podemos expresar como:

$$h_{gotero} = k_g \cdot \frac{V^2}{2g} = k_g \cdot \frac{1}{2g} \left(\frac{4Q}{\pi \cdot D^2} \right)^2 = \left[k_g \cdot \frac{1}{2g} \left(\frac{4}{\pi \cdot D^2} \right)^2 \right] \cdot Q^2 = \left[k_g \cdot \frac{1}{2g \cdot A_{gotero}^2} \right] \cdot Q^2 = K_g \cdot Q^2$$

La caída de presión entre la presión en el interior de la tubería P_i , y la presión en el exterior P_o , que será la atmosférica (y que si trabajamos con presiones manométricas será cero), puede expresar las pérdidas introducidas por el gotero

$$h_v = \frac{P_i - P_{at}}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\gamma} = K_{gotero} \cdot Q^2$$

Por lo que el comportamiento hidráulico de un gotero, o de un emisor en general podemos expresarlo como:

$$h_v = \frac{P_i - P_{ol}}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\gamma} = K_{gotero} \cdot Q^2 \longrightarrow \frac{P_i - P_{ol}}{\gamma} = H_i - H_o = K_{gotero} \cdot Q^2 \rightarrow H = K \cdot Q^2 \longrightarrow q = \sqrt{\frac{H}{K}}$$

Reordenando

De forma genérica podemos expresar el comportamiento del emisor como:

q: Caudal del emisor (normalmente en litros/hora)

H: Presión de funcionamiento en el interior de la tubería (normalmente en mca)

K: Coeficiente del emisor (adimensional)

X: exponente del emisor (adimensional)

$$q = k \cdot h^x$$

Donde se ha expresado el exponente de h como x, ya que idealmente sería 0.5, pero en la práctica existen diferentes desviaciones de ese exponente, y la expresión se extrae de experimentación, ajustando los resultados a curvas de este tipo, por lo que no siempre tiene el valor de 0.5.

Así, podemos ver que:

$$q = k.h^x \longrightarrow dq = k..x.h^{x-1}.dh = k.h^x .x.h^{-1}.dh = q.x.\frac{dh}{h} \longrightarrow \frac{dq}{q} = x.\frac{dh}{h}$$

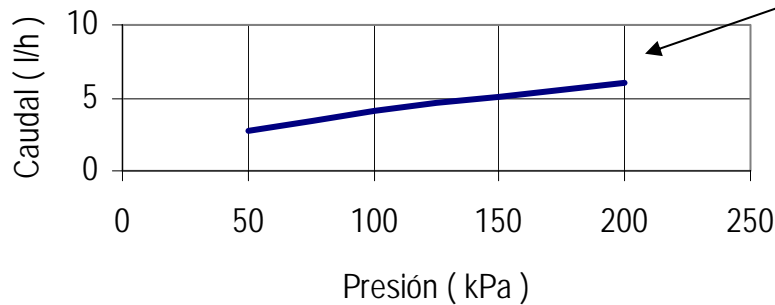
Como cabía esperar existe una fuerte dependencia de la variaciones con el exponente. Así, si X es elevado, variaciones pequeñas de la presión, dh, producen variaciones grandes del caudal, y viceversa. Y eso ¿Qué significa? , que podemos utilizar laterales de mayor longitud si el exponente es bajo, ya que aunque tengamos pérdidas de carga en la tubería (es inevitable perder presión por fricción en el interior de la tuberías, lo que provoca disminución (variación) de la presión), el caudal emitido por los emisores será mas o menos constante. Así, los autocompensantes poseen exponentes bajos (menores de 0.2) , para que resulte inmunes a variaciones de la presión.

Valores típicos de X:

Emisores de orificio:	0.5
Emisores de Laberinto:	0.5
Emisores Vortex:	0.4
Autocompensantes:	0-0.3

Imaginemos que el fabricante sólo me da la curva, o que no me da nada, y yo por ensayo saco la curva de caudal en función de la presión. ¿ como puedo averiguar el valor del coeficiente del emisor y el exponente?

La curva del emisor sería:



$$q = k \cdot h^x$$

$$\log q = \log(k \cdot h^x)$$

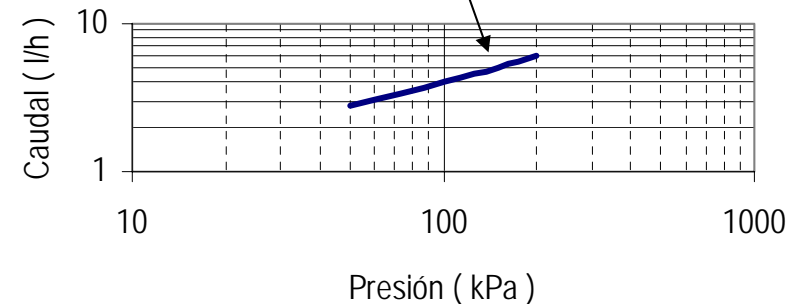
$$\log q = \log(k \cdot h^x)$$

$$\log q = \log k + x \cdot \log h$$

Ec. recta

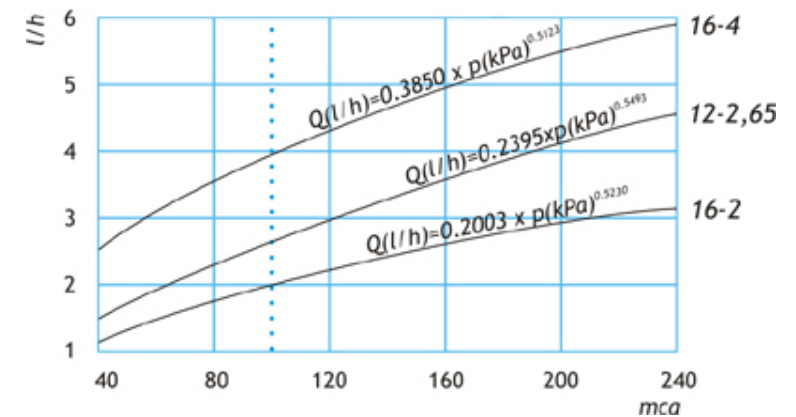
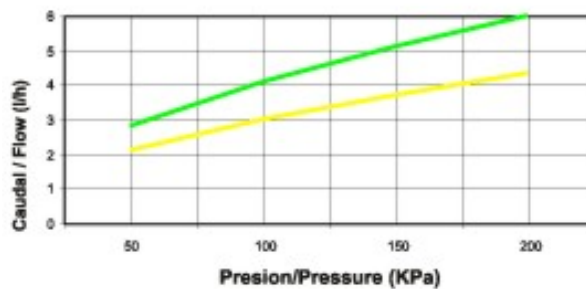
Así, podemos dibujar una recata en escala logarítmica. La pendiente de la recta el exponente del emisor, X, y de cualquier par de puntos (h,q) de la curva original, sabiendo X podemos deducir fácilmente k:

$$k = \frac{h_o^x}{q_o}$$



Lo usual es que el fabricante me de la curva y la ecuación. Otra forma de hacerlo es representar la curva e interpolar una curva del estilo que queremos, potencial, mediante mínimos cuadrados por ejemplo.

MODELO C-5		
Tipo de emisor: interlínea desmontable		
Caudal nominal	3 l/h	4 l/h
Ecuación	$0,2894 h^{0,512}$	$0,3232 h^{0,551}$
Diámetro	12 mm	12 mm



Los fabricantes poseen ciertas tolerancias de fabricación, sobre todo en algo de tan bajo coste por elemento, como son los emisores. Así se les permite que tengan ciertas tolerancias, pero las han de cuantificar. Para ello se les debe exigir a los fabricantes el **COEFICIENTE DE VARIACIÓN**, CV. Este define, en %, la desviación estadística del caudal emitido respecto al nominal en condiciones de ensayo a 23°C y presión nominal



Características				
Caudal nominal (l/h)	2,000	3,000	4,000	8,000
Caudal medio (l/h)	2,097	3,036	4,052	8,012
Coefficiente variación (%)	2,780	2,100	3,400	3,600
Variación de caudal (%)	4,850	1,200	1,300	0,150
Coefficiente de uniformidad (%)	97,777	98,320	97,280	97,120

Según la UNE 68-075 los podemos clasificar como:

	CV(%)	Vq(%)
Clase A	< 5	< 5
Clase B	< 10	< 10

Al anterior hay que añadir otro parámetro, el de **VARIACIÓN DEL CAUDAL**, Vq , en %, que mide la precisión del ensayo en el caudal nominal del emisor. De alguna manera cuantificamos la exactitud del caudal nominal que ellos dan. Se define como:

$$Vq(\%) = \frac{\bar{q} - q_n}{q_n} \cdot 100$$

DISEÑO AGRONÓMICO

EL volumen de agua en el suelo entre dos instantes de tiempo se puede expresar como:

$$\boxed{\text{Cantidad de agua en } t_{\text{final}}} - \boxed{\text{Cantidad de agua en } t_{\text{inicial}}} = \boxed{\text{Cantidad de agua aportada}} - \boxed{\text{Cantidad de agua extraída}}$$

$$\theta_f - \theta_i = A_p - E_x$$

La necesidades netas de riego en el cultivo las podemos expresar como

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{Necesidad} \\ \text{neta del} \\ \text{cultivo} \\ \text{(mm/dia)} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{l} \text{Evapo-} \\ \text{traspiración} \\ \text{del cultivo} \\ \text{(mm/dia)} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{l} \text{Precipitación} \\ \text{efectiva} \\ \text{almacenada en} \\ \text{el volumen} \\ \text{reticular} \\ \text{(mm/dia)} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{l} \text{Agua que llega la} \\ \text{volumen reticular} \\ \text{por ascensión} \\ \text{capilar desde el} \\ \text{nivel freático} \\ \text{(mm/dia)} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{l} \text{Variación en la} \\ \text{cantidad de} \\ \text{agua} \\ \text{almacenada} \\ \text{en el volumen} \\ \text{reticular entre} \\ \text{dos riegos} \\ \text{(mm/dia)} \end{array}}$$

$$NR_n = E_{tc} - P_e - \Delta G + \Delta W$$

Podíamos definir las necesidades netas de riego como:

$$NR_n = Etc - Pe - \Delta G + \Delta W$$

Esta ecuación sería válida si el riego fuese por cobertura total, es decir, por aspersión de todo el terreno o por riego de superficie, sino, se ha de corregir ya que sólo parte del terreno se verá afectado

EVAPOTRANSPIRACIÓN

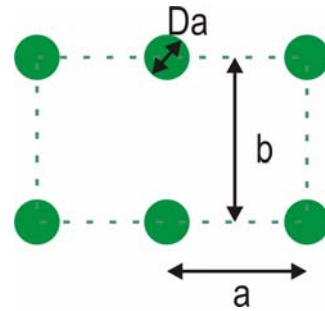
En la evapotranspiración podemos encontrar dos componentes: Evaporación y Transpiración

$$Et_c = E + T$$

La evaporación dependen fuertemente de la superficie. Así, el riego localizado , como solo moja una fracción reducida de terreno disminuirá el valor de la Evaporación, ahorrando agua. Tiene un inconveniente, al solo mojar una parte del terreno, el reste seco sufre un mayor calentamiento, lo que influye en la radiación térmica al follaje del cultivo, la cual aumenta, produciendo una mayor transpiración.

Podemos decir que en términos generales, en los riegos localizados de alta frecuencia, se disminuye la Evaporación, y aumenta la Transpiración, pero en conjunto la ET_c disminuye. Este efecto se difumina en marcos de plantación con grandes densidades de plantas.

Para el cálculo de la NRn se utilizan varios métodos, casi todos ellos empíricos. Los mas usuales son los que se basan en la FRACCION DE ÁREA SOMBREADA (A):



$$A = \frac{\pi \cdot D_a^2}{4(a \cdot b)}$$

Da: Diámetro aéreo de la planta (m)

a: separación entre plantas de la misma fila (m)

b: Separación entre filas (m)

Corrección por localización

El valor de la ET se debe corregir para la localización concreta del cultivo. Para ello se introduce un factor corrector, K_1 . Existen diversos autores de expresiones para el cálculo de este factor corrector:

ALJIBURY $K_1 = 1.34 A$

DECROIX $K_1 = 0.1 + A$

HOARE $K_1 = A + 0.5 (1-A)$

KELLER $K_1 = A + 0.15 (1-A)$

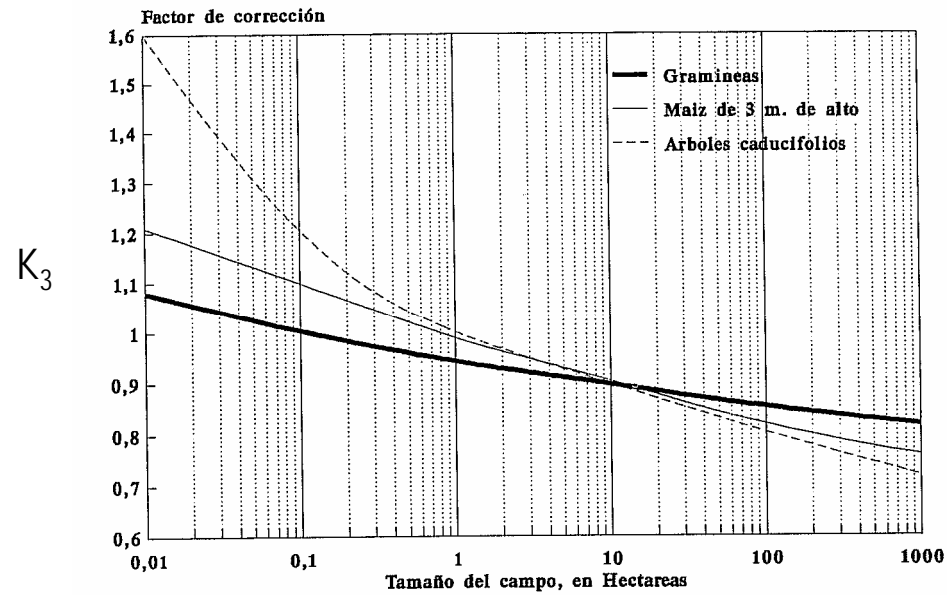
Como no esta claro cual de ellos es el mejor, lo que se suele hacer es calcularlo por todos los métodos, eliminar los dos valores extremos y sacar la media de los otros dos.

Corrección climática

Otra corrección usual es debida a la variación climática. Como los datos son extraídos de la media de los últimos 10 o 20 años, eso significa que no en todos los momentos el valor es correcto. Como en el riego localizado, la inyección de agua es muy precisa, y se proporciona la estrictamente necesaria, es necesario mayorar las necesidades para corregir las épocas deficitarias. Así se incluye un factor de K_2 , que en la mayoría de los casos se elige un valor de $k_2 = 1.2$.

Corrección por advección

Una última corrección se realiza por el efecto de los cultivos colindantes. Si alrededor existen terrenos cultivados o verdes, puede que parte de la humedad sea arrastrada hacia nuestros cultivos reduciendo las necesidades, pero si los colindantes son secos, lo que arrastre sea aire seco, por lo cual incrementa las necesidades de riego. Así, se introduce el factor K_3 , que será quien tenga en cuenta esto. Es un factor muy difícil de considerar, por lo que en muchos textos no aparece. Normalmente se toma de tablas o de gráficas cuando esto es posible, y no siempre es posible.

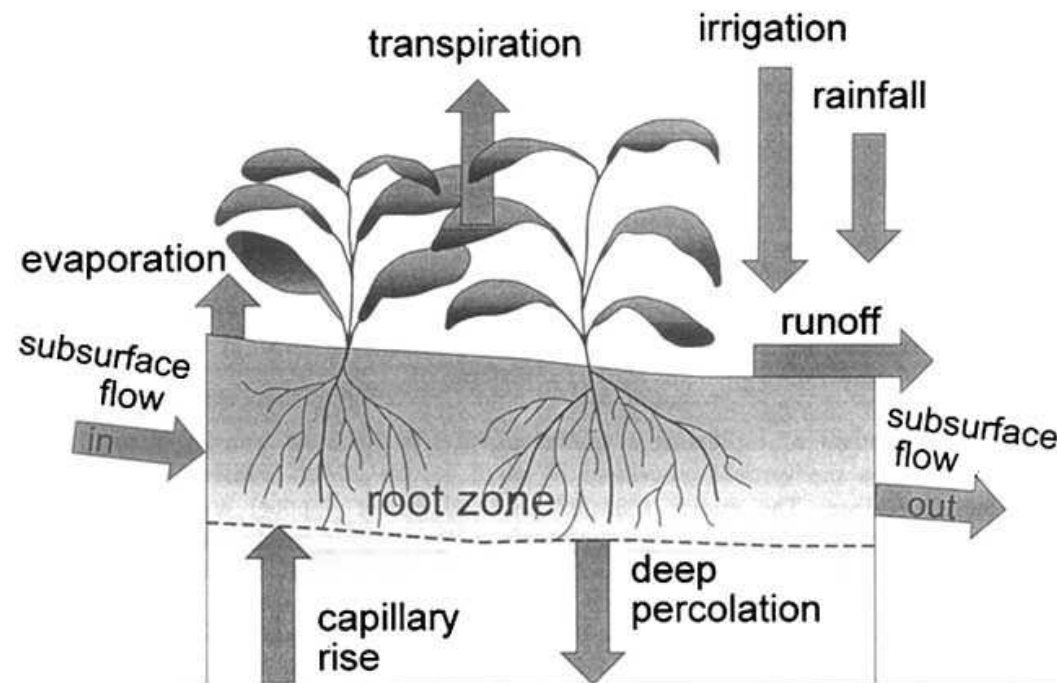


Así, al final, la evapotranspiración real se tomará como:

$$Et_{r1} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot ET_c$$

PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Sería la precipitación que aprovecha el cultivo, es decir, se elimina la escorrentía y la percolación profunda. Por tanto se han de considerar efectos como las variables topográficas, las características de la lluvia. Las características del suelo o el nivel freático. Es difícil de considerar de forma clara. Se deben tomar valores probables de lluvia y no valores medios.



ASCENSO CAPILAR

No suele ser un mecanismo habitual, o a tener en cuenta en riego. Si es por infiltraciones de cequias o canales se ha de evitar, si por subida de el nivel freático por grandes lluvias, es poco habitual y es un simple riego suplementario.

Si el nivel freático está mas de 1 o 1.5 metros por debajo del nivel reticular, se puede entender que no existe ningún tipo de aporte capilar. Dependen mucho del estado del terreno, su morfología y composición.

PROFUNDIDAD RETICULAR

Ha no ser que existan problemas de salinidad, lo usual es no humedecer mas el terreno que lo estrictamente necesario, es decir mas allá de la profundidad de las raíces, o profundidad reticular. EN frutales, se puede definir una profundidad fija, mientras que en cultivos anuales se puede considerar un crecimiento lineal si se quiere apurar mas en la cantidad exacta de agua.

Necesidades Netas de Riego

$$NR_n = ET_{rl} - Pe - \Delta G + \Delta W$$

Las necesidades de riego se han de calcular para el mes de máxima necesidad, que será cuando las condiciones climáticas son peores. En general el aporte, ΔG , capilar será nulo o muy pequeño, y para el riego localizado, que se busca que la capacidad de campo se mantenga con baja tensión de humedad, por lo que se suele despreciar ΔW . Así, quedarán las necesidades de riego netas como:

$$NR_n = ET_{rl} - Pe$$

EN la mayoría de los casos, para este clima podemos considerar despreciable la aportación por precipitaciones en los periodos punta en los que se calcula la necesidad de riego, por lo que las necesidades de riego quedan como:

$$NR_n = ET_{rl} - Pe$$

Necesidades Totales de Riego (NR)

Pero en todos los riego se producen ciertas pérdidas inevitables. En el riego localizado serán:

- a.- Corrección por aguas salinas
- b.- Pérdidas por percolación profunda
- c.- Necesidades de una mínima uniformidad de riego

a.- Corrección por aguas salinas

Es usual que las aguas lleven sales disueltas que se depositan en el suelo. Una forma tradicional de eliminarlas o desplazarlas fuera de la zona reticular es lavar el terreno, es decir, inundarlo de forma periódica para arrastrar las sales. En el riego localizado esto no es posible, ya que no se dispone de la infraestructura necesaria para hacerlo en los campos (acequias, tuberías, etc...). En el riego localizado lo que se hace es añadir una cantidad extra de agua para el lavado de la tierra y alejar de la periferia la salinidad. La alta frecuencia de regado del riego localizado hace el resto, manteniendo la humedad alta y evitando la deposición de las sales.

Así, añadimos una fracción extra de agua para el lavado, por tanto, la cantidad de agua a aplicar será:

$$V = NR_n + R$$

Se aquí definimos como **FRACCION de LAVADO** a:

$$LR = \frac{R}{V}$$

Así podemos definir el volumen a aplicar como:

$$V = \frac{NR_n}{1 - LR}$$

Para riegos localizados existe una forma de calcular la fracción de lavado. Aplicando la siguiente expresión:

$$LR = \frac{CE_w}{2.CE_{es,max}}$$

CE_w : Conductividad agua de riego (mmhos/cm)

$CE_{es,max}$: Conductividad del extracto de saturación del suelo deseada (mmhos/cm)

Tabla de tolerancia de distintos cultivos a las sales según el rendimiento

CULTIVO	100%		90%		75%		50%		C _{es} máximo
	CE _r	Ce _{es}	CE _r	Ce _{es}	CE _r	Ce _{es}	CE _r	Ce _{es}	
EXTENSIVOS									
Cebada *	5.3	8.0	6.7	10.0	8.7	13.0	12.0	18.0	28.0
Judías grano	0.7	1.0	1.0	1.5	1.5	2.3	2.4	3.6	7.0
Habas grano	1.1	1.6	1.8	2.6	2.0	4.2	4.5	6.8	12.0
Maíz	1.1	1.7	1.7	2.5	2.5	3.8	3.9	5.9	10.0
Algodón	5.1	1.7	6.4	9.6	8.4	13.0	12.0	17.0	27.0
Cacahuete	2.1	3.2	2.4	3.5	2.7	4.1	3.3	4.9	7.0
Arroz	2.0	3.0	2.6	3.8	3.4	5.1	4.8	7.2	12.0
Sorgo	2.7	4.0	3.4	5.1	4.8	7.2	7.2	11.0	18.0
Soja	3.3	5.0	3.7	5.5	4.2	6.2	5.0	7.5	10.0
Rem. azucarera	4.7	7.0	5.8	8.7	7.5	11.0	10.0	15.0	24.0
Trigo *	4.0	6.0	4.9	7.4	6.4	9.5	8.7	3.0	20.0
HORTÍCOLAS									
Judías verdes	0.7	1.0	1.0	1.5	1.5	2.3	2.4	3.6	7.0
Rem. huerta **	2.7	4.0	3.4	5.1	4.5	6.8	6.4	9.6	15.0
Coles	1.2	1.8	1.9	2.8	2.9	4.4	4.6	7.0	12.0
Melón	1.5	2.2	2.4	3.6	3.8	5.7	6.1	9.1	16.0
Pepino	1.7	2.5	2.2	3.3	2.9	4.4	4.2	6.3	10.0
Lechugas	0.9	1.3	1.4	2.1	2.1	3.2	3.4	5.2	9.0
Cebollas	0.8	1.2	1.2	1.8	1.8	2.8	2.9	4.3	8.0
Pimientos	1.0	1.5	1.5	2.2	2.2	3.3	3.4	5.1	9.0

Patatas	1.1	1.7	1.7	2.5	2.5	3.8	3.9	5.9	10.0
Espinacas	1.3	2.0	2.2	3.3	3.5	5.3	5.7	8.6	15.0
Maíz dulce	1.1	1.7	1.7	2.5	2.5	3.8	3.9	5.9	10.0
Fresa	0.7	1.0	0.9	1.3	1.2	1.8	1.7	2.5	4.0
Tomates	1.7	2.5	2.3	3.5	3.4	5.0	5.0	7.6	13.0
Alfalfa	1.3	2.0	2.2	3.4	3.6	5.4	5.9	8.8	16.0

FORRAJEROS									
Cebada *	4.0	6.0	4.9	7.4	6.3	9.5	8.7	13.0	20.0
Maíz	1.2	1.8	2.1	3.2	3.5	5.2	5.7	8.6	16.0
Centeno	3.7	5.6	4.6	6.9	5.9	8.9	8.1	12.2	19.0
Pasto Sudán	1.9	2.8	3.4	5.1	5.7	8.6	9.6	14.4	26.0
Trébol grande	1.5	2.3	1.9	2.8	2.4	3.6	3.3	4.9	8.0
Trébol pequeño	3.3	5.0	4.0	6.0	6.0	7.5	6.7	10.0	15.0
Trébol forrajero	5.0	7.5	6.0	9.0	7.4	11.0	9.8	15.0	22.0

FRUTALES									
Albaricoquero	1.1	1.6	1.3	2.0	1.8	2.6	2.5	3.7	6.0
Aguacate	0.9	1.3	1.2	1.8	1.7	2.5	2.4	3.7	6.0
Vid	1.0	1.5	1.7	2.5	2.7	4.1	4.5	6.7	12.0
Almendro	1.0	1.5	1.4	2.0	1.9	2.8	2.7	4.1	7.0
Manzano, peral	1.0	1.7	1.6	2.3	2.2	3.3	3.2	4.8	8.0
Limonero	1.1	1.7	1.6	2.3	2.2	3.3	3.2	4.8	8.0
Naranja	1.1	1.7	1.6	2.3	2.2	3.2	3.2	4.8	8.0
Melocotonero	1.1	1.7	1.4	2.2	1.9	2.9	2.7	4.1	7.0
Ciruelo	1.0	1.5	1.4	2.1	1.9	2.9	2.8	4.3	7.0
Nogal	1.1	1.7	1.6	2.3	2.2	3.3	3.2	4.8	8.0

b.- Pérdidas por percolación profunda

Es imposible evitar que ciertas cantidades de agua se pierdan por infiltración en la mayoría de las técnicas de riego. En el riego localizado esto se puede controlar mejor ya que se puede calcular la cantidad exacta de agua vertida, y se puede predecir con cierta exactitud la profundidad que alcanzará el agua. Pero en la práctica es difícil determinar en todas las plantas estos niveles ya que el suelo no es de composición homogénea, si le vierte la misma agua a todas las plantas. A parte, siempre se pierde algo por evaporación. Así, podemos definir un coeficiente llamado, **eficiencia de aplicación, E_a** :

$$V = \frac{NR_r}{E_a}$$

De lo que podemos deducir que el volumen a verter será:

$$E_a = \frac{NR_r}{V}$$

Valores típicos de la Eficiencia de Aplicación

CLIMAS ARIDOS				
Profundidad radicular (cm)	Textura			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
< 75 cm	0.85	0.90	0.95	0.95
75 a 150	0.90	0.90	0.95	0.95
> 150	0.95	0.95	1.00 ¹	1.00
CLIMAS HUMEDOS				
Profundidad radicular (cm)	Textura			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
< 75	0.65	0.75	0.85	0.90
75 a 150	0.75	0.80	0.90	0.95
> 150	0.85	0.90	0.95	1.00

c.- Necesidades Mínimas de Uniformidad: Coeficiente de Uniformidad (CU)

La tecnología del riego localizado hace que se puedan alcanzar grados de uniformidad en el riego muy altos. Podemos definir un coeficiente que nos permita cuantificar el grado de uniformidad alcanzado. Así el COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD, CU, se define como:

$$CU = \frac{\bar{q}_{25}}{\bar{q}} \times 100$$

Caudal medio de los emisores en el cuartil mas bajo

Caudal medio de todos los emisores

Es evidente que la variación en el caudal que recibe una planta no sólo es debido a la CV del emisor, sino que también le influye las condiciones de la tubería, presión, condiciones del terreno, etc...

Existe una definición más práctica para el coeficiente de uniformidad, la propuesta por Keller y Kamelli:

$$CU = \left(1 - \frac{1.27 \times CV}{\sqrt{e}} \right) \cdot \frac{q_{\min}}{\bar{q}}$$

q_{\min} : caudal mínimo de los emisores
e: número de emisores por planta

Así, las necesidades totales de riego, referidas a toda la superficie, las podemos expresar como:

$$NR = \frac{V}{CU}$$

Emisores	Pendiente suelo	CU	
		Clima árido	Clima húmedo
Espaciados más de 4 m. en cultivos permanentes	Uniforme (< 2%)	0.90-0.95	0.80-0.85
	Uniforme (> 2%) u ondulada	0.85-0.90	0.75-0.80
Espaciados menos de 2.5 m. en cultivos permanentes o semipermanentes	Uniforme (< 2%)	0.85-0.90	0.75-0.80
	Uniforme (> 2%) u ondulada	0.80-0.90	0.70-0.80
Tuberías porosas en cultivos anuales	Uniforme (< 2%)	0.80-0.90	0.70-0.80
	Uniforme (> 2%) u ondulada	0.70-0.85	0.65-0.75

Distribución de agua a partir del emisor

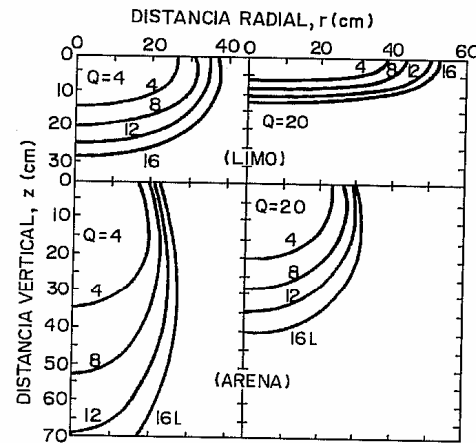


Figura 2.1.- Evolución del frente húmedo, en función del caudal y del tiempo de riego (Bresler, 1977)

Arcillosos Franco Arenosos

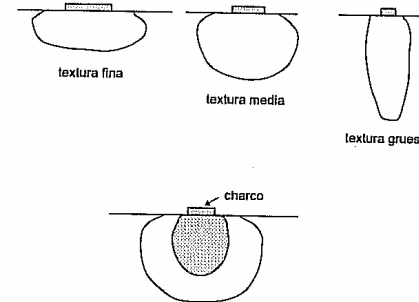


Figura 2.2.- Tipos de bulbos húmedos

Cuando el agua empieza a caer desde el emisor, empieza a aparecer un charco, que va creciendo hasta que el caudal vertido iguala a la infiltración (el tamaño del charco aumenta y por tanto la infiltración hasta alcanzar un equilibrio) . Desde la primera gota sin embargo ya empieza a infiltrarse, creando bajo el charco un volumen húmedo que crece en profundidad (vertical) y en anchura (horizontal), esta mancha se llama **bulbo húmedo**.

Si el caudal se mantiene constante, una vez alcanza la extensión superficial de equilibrio, esta apenas aumenta con el tiempo, incrementándose la extensión vertical. Para el mismo tiempo de riego, a mayor caudal, mayor extensión horizontal

Estimación de las dimensiones del bulbo

Hay tres formas básicas: Tablas, fórmulas o medida experimental. Las tablas no suelen ser muy buena idea. Las fórmulas son muy genéricas y aplicables a casos genéricos de suelos estándar, pero es la única forma de realizar cálculos a priori, y la mejor forma es la experimental, con medidas in situ. Esto último muy engorroso y costoso.

Profundidad de raíces y textura de suelo	Grado de estratificación del suelo		
	Homogéneo	Estratificado	En capas
	diámetro mojado (D_w), en m.		
Profundidad 0.8 m			
Ligera	0.50	0.80	1.10
Media	1.00	1.25	1.70
Gruesa	1.10	1.70	2.00
Profundidad 1.7 m			
Ligera	0.80	1.50	2.00
Media	1.25	2.25	3.00
Gruesa	1.70	2.00	2.50

Tablas genéricas para estimar el tamaño del bulbo húmedo

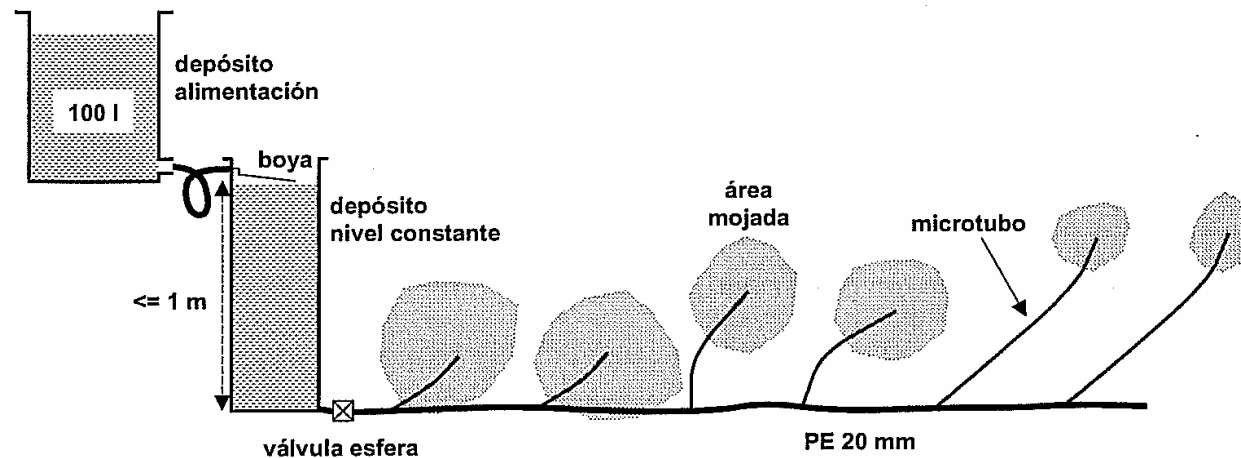
Fórmulas más comunes propuestas por Karmeli, Peri y Todes, donde D (m) y q (l/h):

Textura Gruesa (arcilloso): $D_m = 0.3 + 12.q$

Textura Media (franco) : $D_m = 0.70 + 0.11.q$

Textura Fina (Arenoso) : $D_m = 1.2 + 0.10 q$

La forma empírica sigue una metodología diversa, uno de los más práctico es el que proponen Montalvo y Arviza, mediante la utilización de microtubos.



Porcentaje de Suelo Mojado

Por todo lo dicho hasta ahora se entiende que debido a las características del riego localizado será necesario asegurar un porcentaje mínimo de superficie mojada con el ánimo de asegurar que la disponga de un volumen de suelo mínimo en el que desarrollarse y que se disponga de una reserva de agua para posibles fallos del sistema

Se define el porcentaje de se suelo mojado, P_w , como:

$$P_w(\%) = \frac{S_m}{axb} \cdot 100$$

S_m : Superficie mínima mojada

Axb : Marco de plantación

Los valores recomendados son:

Cultivos Herbáceos 50 %

Cultivos Leñosos: 33 %

Disposición de los Emisores

Solape entre emisores

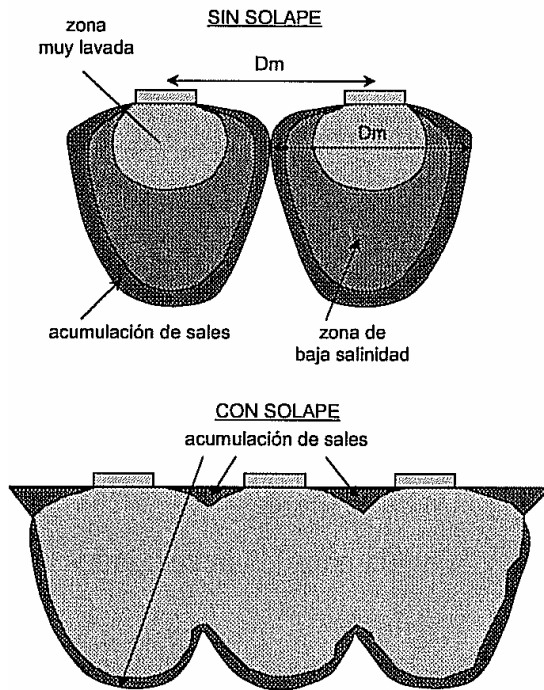
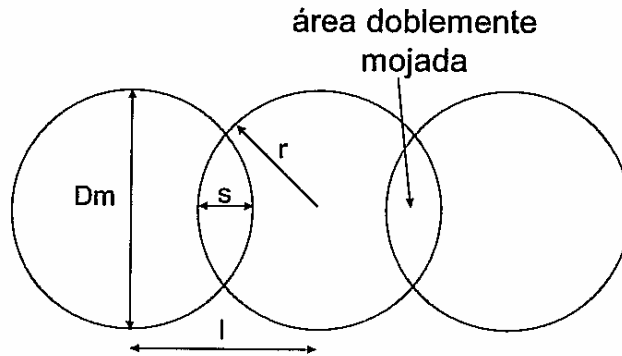


Figura 2.4.- Distribución de sales

En teoría bastaría con disponer los emisores con una separación igual al bulbo húmedo, pero esto no resulta práctico ya que crearíamos barreras de sales y zonas secas entre los bulbos que dificultan el crecimiento de las raíces. Así que es mejor solapar los bulbos entre un 15 % como mínimo y no más de un 50% (esto último por razones económicas exclusivamente)



Se define el solape como: $a(\%) = \frac{S}{r} \cdot 100$

Así podemos definir la superficie que se solapa como: $s = \frac{a \cdot r}{100}$

El espaciamiento entre emisores, Se , lo podemos calcular como:

$$Se = 2 \cdot r - S = 2r - \frac{a \cdot r}{100} = r \cdot \left(2 - \frac{a}{100} \right)$$

$$Se = r \cdot \left(2 - \frac{a}{100} \right)$$

Tabla 2.5.- Valores de K_p en función del solape (para emisores equidistantes)

Solape (%)	K_p	Solape (%)	K_p
0	1.000	35	0.914
5	0.995	40	0.896
10	0.987	45	0.876
15	0.976	50	0.856
20	0.963	55	0.934
25	0.948	60	0.812
30	0.932	65	0.789

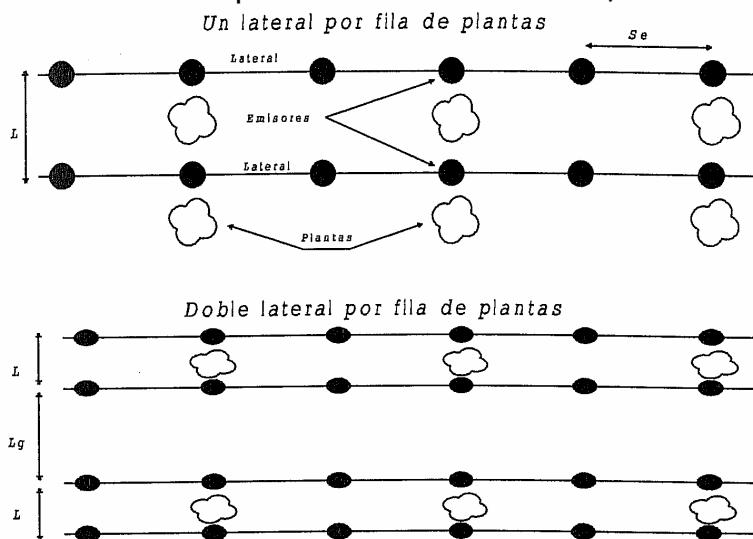
$$K_p = \frac{Anme}{Atme}$$

$Anme$ ← Área neta mojada por el emisor
 $Atme$ ← Área total mojada por el emisor

Disposición de laterales y emisores

Se ha de tener en cuenta la disposición de los emisores respecto a la planta para el correcto anclaje de la misma, el uso eficiente del agua y su correcto desarrollo reticular. Hay que colocarlos cerca de planta para facilitar su desarrollo, pero no demasiado para que la zona saturada no entre en contacto con el tronco. Las disposiciones más comunes son:

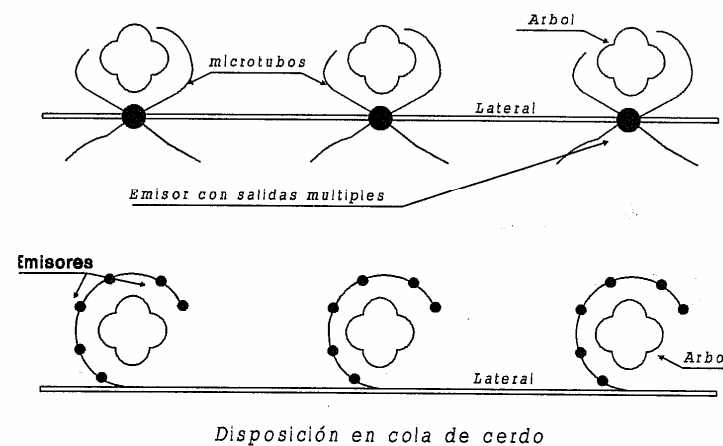
Típico en hortícola y leñosos (hasta 4 m de separación entre laterales)

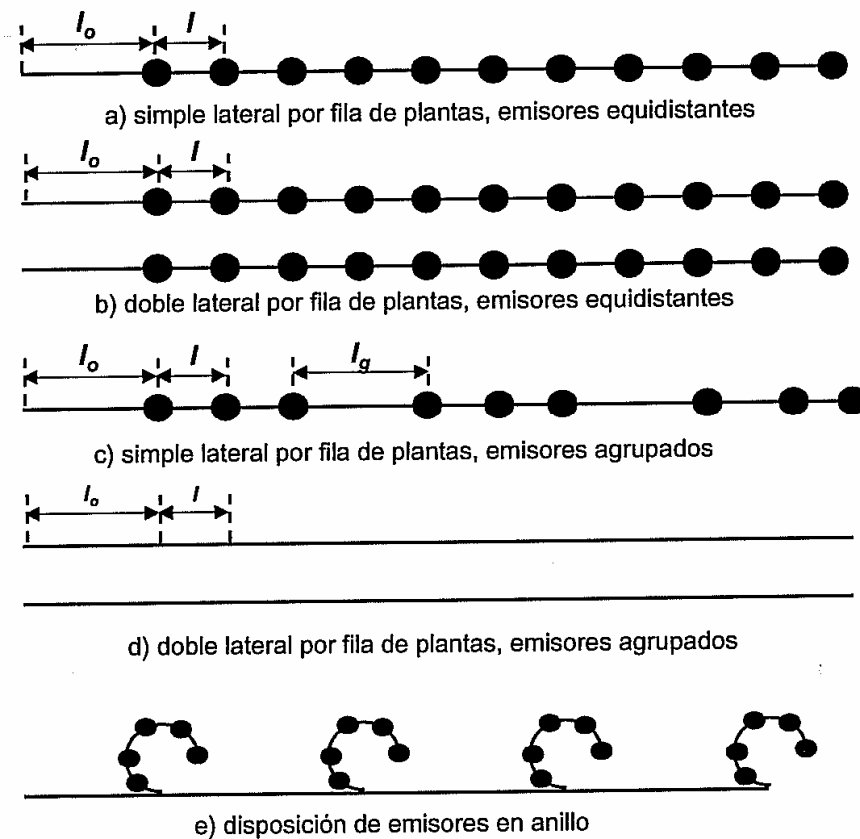


Típico en leñosos (más de 4 m de separación entre laterales)

Típico en jardinería y en plantaciones sin marco de plantación

DISPOSICIONES ESPECIALES DE EMISORES EN LATERAL





Típico en hortícola y leñosos (hasta 4 m de separación entre laterales)

Típico en leñosos (más de 4 m de separación entre laterales)

Típico en jardinería y en plantaciones sin marco de plantación

Número de emisores por planta

Este es un parámetro para cultivos leñosos donde es necesario más de un emisor por planta

$$n_e \geq \left(a \times b \cdot \frac{P_w(\%)}{100} \right) \cdot \frac{1}{A_{\text{neta mojada por emisor}}}$$

Esta área se calcula desde el diámetro del bulbo húmedo que genera el emisor, sacado por tablas, fórmulas o de pruebas de campo

$$A = \frac{\pi \cdot D_m^2}{4}$$

Número de emisores por metro cuadrado

Parámetro típico de plantaciones hortícolas, donde existen varias plantas afectadas por el mismo emisor

$$n \geq \frac{\left(a \times b \cdot \frac{P_w(\%)}{100} \right) \cdot \frac{1}{A_{\text{neta mojada por emisor}}}}{a \times b} \rightarrow n \geq \frac{P_w(\%)}{100} \cdot \frac{1}{A_{\text{neta mojada por emisor}}}$$

Turnos de Riego

La frecuencia de riego, o intervalo, I , entre riegos se puede deducir desde los parámetros físicos del suelo y el clima, pero en la práctica, se puede hacer de una forma mucho más simplificada. Lo usual es elegir un periodo de riego que no supere los dos o tres días en suelos de textura gruesa, 3 días en textura media o 4 en textura fina, y riegos prácticamente diarios o incluso más de un riego diarios en periodos punta de máxima necesidad. Además, si elegimos intervalos mayores, la dosis de riego será mayor, y por tanto también serán mayores las pérdidas por percolación profundas. Así, para un intervalo dado se debe cumplir que

$$D_R = n_e \times V$$

$$D_R = N T_r \times I$$

$$\begin{array}{c} \longrightarrow \\ ne \times V = N T_r \times I \\ V = q_e \cdot T_R \end{array}$$

$$ne \cdot q_e \cdot T_R = N T_r \cdot I$$

D_R : Dosis de Riego

V : Volumen arrojado por un emisor

q_e : Caudal del emisor

N_e : Número de emisore

T_R : Tiempo de riego

I : Intervalo entre riegos (en días)

T_R y I son las incógnitas que hemos de resolver.
A nivel práctico se fija una de las dos, y se despeja la otra.

Número de Sectores

Se suele agrupar en sectores los cultivos que se regarán en el mismo turno de riego. O sino en los distintos cultivos que tienen necesidades de riego diferentes. Uno de los factores determinantes a la hora de elegir el número de sectores es la disponibilidad de agua en la cabecera. EL caudal requerido para regar en el cultivo lo podemos calcular para toda la finca, de superficie S, como:

$$Q_r = n_e \cdot q_e \cdot \frac{S}{a \cdot b} = \frac{NT_r \cdot S}{T_r}$$

De aquí deducimos que el número de sectores (NS) lo podemos relacionar con el caudal disponible (Qd) en la cabecera y el caudal requerido (Qr) por el cultivo como:

$$NS \geq \frac{Q_r}{Q_d}$$

Pero esto no siempre es así, hay veces que las necesidades tipo hidráulicas, potencia grupos de bombas, o administrativas, distintos propietarios, o de otro tipo, fuerzan a que la sectorización sea otra.

Tema 2:
Riego por Goteo: Fundamentos del diseño

Tema 2:
Riego por Goteo: Fundamentos del diseño

Tema 2:
Riego por Goteo: Fundamentos del diseño