ANEJO Nº 3

NECESIDADES HÍDRICAS

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1
2 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ET_0 1
3 ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_C 4
4 BALANCE HÍDRICO. NECESIDADES NETAS 6
5 NECESIDADES BRUTAS 8
6 PARÁMETROS DE RIEGO 11
6.1 Caudal ficticio continuo 11
6.2 Consumo anual por hectárea 12

1 INTRODUCCIÓN

Los objetivos del presente Anejo son estimar las necesidades de agua y la optimización del uso de los recursos disponibles.

Para realizar los cálculos necesarios se necesita conocer las necesidades medias de los cultivos existentes de la zona, las necesidades en el periodo de máxima demanda, la contribución de las precipitaciones y la variabilidad de dicha contribución, la probabilidad de un determinado periodo de sequía y de ocurrencia de una determinada lluvia. Con estos datos se podrá estimar cual es el volumen de agua a aportar mediante el riego a cada parcela en todo momento, la capacidad de la balsa y de las infraestructuras necesarias para su transporte y las aportaciones globales necesarias para toda la superficie existente y a transformar.

Para el cálculo de las necesidades de agua se ha utilizado la metodología clásica. Los pasos seguidos para estimar las necesidades de agua netas han sido:

1. Cálculo de la evapotranspiración de referencia ET_0.
2. Estimación de la evapotranspiración de cultivo ET_C.
3. Cálculo de la precipitación efectiva.
4. Cálculo de las necesidades hídricas netas.
5. Cálculo de las necesidades totales de los cultivos.

2 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ET_0

Para la estimación de la evapotranspiración de referencia se ha utilizado el método de cálculo Penman-Monteith ya que en la actualidad es el método recomendado y admitido. La evapotranspiración de referencia, según Penman-Monteith corresponde a un cultivo hipotético que tiene una altura de 12 cm, una resistencia de cubierta de 69 s/m, una resistencia aerodinámica de $208/U_2$ s/m, donde U_2 es la velocidad del viento a dos metros de altura; y un albedo de 0,23.

La ecuación de Penman-Monteith estima por medio de un modelo físico la evapotranspiración de referencia mediante la combinación de un término de radiación y de un término aerodinámico.

$$ET_0 = \frac{0{,}408\Delta(R_n - G) + \frac{900}{T+273}U_2(e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0{,}34U_2)}$$

Donde:

- ET_0: Evapotranspiración de referencia (mm d^{-1}).
- Rn: Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m^{-2} d^{-1}).
- G: Flujo de calor sensible en el suelo (MJ m^{-2} d^{-1}).
- T: Temperatura media diaria en el aire a 2 m de altura (°C).
- U2: Velocidad del viento medida a 2 m del altura (m s^{-1}).
- (e_a-e_d): Déficit de la presión de vapor de saturación (KPa).
- Δ: Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C^{-1}).
- γ: Constante psicrométrica (kPa °C^{-1}).

La utilización de la ecuación de Penman-Monteith requiere más parámetros atmosféricos que otros métodos más sencillos. Sin embargo, los valores obtenidos son más aproximados a la realidad. Los parámetros utilizados (temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, viento y horas de sol) han sido obtenidos de la estación climatológica de Santo Tomé (Tabla 1). Los otros parámetros que utiliza la fórmula (radiación neta, flujo de calor, déficit de presión de vapor, pendiente de la curva de presión de vapor y constante psicrométrica) se han calculado mediante formulas a partir de los anteriores.

Tabla 1: Cálculo Evapotranspiración (Penman-Monteith)

SECTOR IV

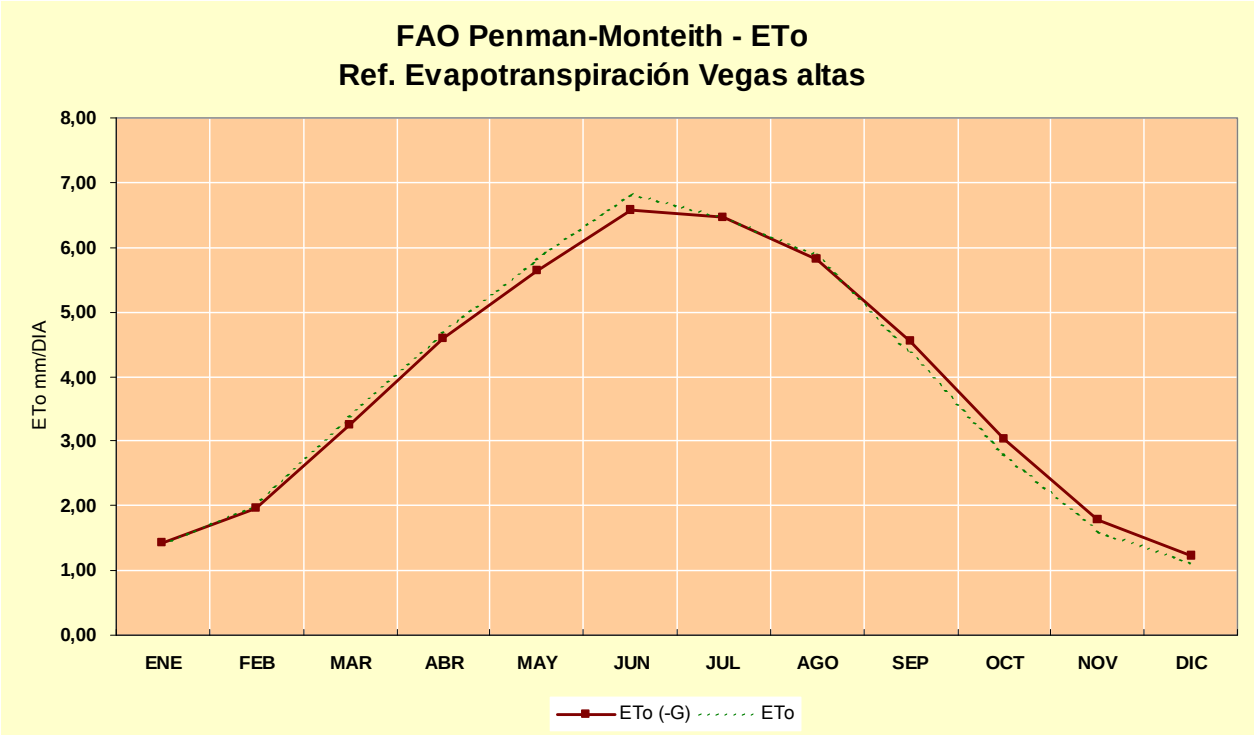
CALCULO EVOTRANSPIRACIÓN (PENMAN-MONTEITH)

Estación: **Nombre estación:** SANTO TOMÉ
Latitud: 38,03 38,05 0,66 rad
Altitud: 571 m.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
Tmax	20	21	27	29	35	40	41	41	36	30	23	19	30
Tmin	-5	-2	-1	2	6	12	11	14	11	5	0	-3	4
H. RELATIVA (%)	74	70	66	60	53	40	41	42	52	66	70	70	59
H. RELATIVA min (%)	23	24	18	18	15	12	12	14	19	23	26	26	19
VIENTO (km/mes)	2.614	2.400	2.796	3.123	3.020	2.929	2.826	2.767	2.462	2.548	2.403	2.434	2.694
VIENTO (km/dia)	84	86	90	104	97	98	91	89	82	82	80	79	89
HORAS SOL MES	238	239	302	337	372	391	373	356	322	291	260	248	3.729
INSOLACIÓN	8	9	10	11	12	13	12	11	11	9	9	8	120
ET0 media (dia)	**1,42**	**1,95**	**3,25**	**4,59**	**5,63**	**6,57**	**6,46**	**5,82**	**4,54**	**3,02**	**1,79**	**1,22**	**46,25**
ET0 media (mes)	43,97	54,62	100,67	137,74	174,52	196,98	200,12	180,52	136,07	93,62	53,74	37,77	1.410,33
Avg Temp	7,64	9,18	13,28	15,57	20,43	26,18	26,09	27,71	23,32	17,55	11,62	8,19	
n/N	80%	81%	83%	86%	85%	89%	84%	86%	88%	86%	88%	85%	
Wind (m/s)	0,98	0,99	1,04	1,21	1,13	1,13	1,06	1,03	0,95	0,95	0,93	0,91	
Ea(Tmax)	2,34	2,43	3,61	4,03	5,59	7,53	7,90	7,91	5,78	4,26	2,80	2,20	
Ea(Tmin)	0,43	0,52	0,58	0,71	0,93	1,40	1,30	1,61	1,32	0,87	0,62	0,50	
Ea(Tx)-Ea(Tn)	1,39	1,47	2,10	2,37	3,26	4,47	4,60	4,76	3,55	2,57	1,71	1,35	
Edew	0,53	0,59	0,66	0,72	0,84	0,93	0,91	1,12	1,11	0,96	0,72	0,58	
RH(max-min)	74%	70%	66%	60%	53%	40%	41%	42%	52%	66%	70%	70%	
Dlt(ETx-ETn)	0,09	0,09	0,13	0,14	0,19	0,25	0,25	0,26	0,20	0,15	0,11	0,09	
P-atm.	94,7	94,7	94,7	94,7	94,7	94,7	94,7	94,7	94,7	94,7	94,7	94,7	
lambda	2,48	2,48	2,47	2,46	2,45	2,44	2,44	2,44	2,45	2,46	2,47	2,48	
gamma	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
rc	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
ra	211	208	197	171	183	182	195	199	217	217	222	227	
gamma*	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	
dl/dl+gm*	0,52	0,53	0,60	0,62	0,68	0,74	0,75	0,75	0,71	0,65	0,57	0,52	
gm/dl+gm*	0,36	0,35	0,30	0,27	0,23	0,19	0,19	0,18	0,22	0,27	0,33	0,37	
Aeroterm	0,97	0,98	1,39	1,69	1,92	2,28	2,20	2,06	1,55	1,26	0,96	0,83	
Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
dayno	15	46	76	107	137	168	198	229	259	290	320	351	
soldeclin	-0,370	-0,230	-0,033	0,179	0,334	0,408	0,372	0,233	0,036	-0,176	-0,336	-0,408	
xx	-0,223	-0,141	-0,021	0,110	0,202	0,244	0,224	0,142	0,022	-0,108	-0,203	-0,245	
yy	0,734	0,767	0,787	0,775	0,744	0,723	0,734	0,766	0,787	0,775	0,744	0,723	
omega	1,26	1,39	1,54	1,71	1,85	1,92	1,88	1,76	1,60	1,43	1,29	1,23	
dr	1,03	1,02	1,01	0,99	0,98	0,97	0,97	0,98	0,99	1,01	1,02	1,03	
Ra	16,20	21,48	28,62	35,57	39,96	41,79	40,74	36,82	30,64	23,25	17,41	14,75	
N	9,64	10,59	11,80	13,08	14,10	14,64	14,37	13,42	12,22	10,93	9,89	9,36	
Rns	8,1	10,8	14,6	18,6	20,8	22,4	21,0	19,2	16,3	12,2	9,2	7,7	
f(n/N)	0,82	0,83	0,84	0,87	0,87	0,90	0,85	0,87	0,89	0,87	0,89	0,87	
sigma(Tx_Tn)	30,82	31,45	33,45	34,50	36,94	39,87	39,90	40,65	38,25	35,39	32,53	30,98	
emissivity	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,19	0,19	0,20	0,22	0,23	
Rbo	7,33	7,31	7,57	7,64	7,83	8,18	8,26	7,82	7,38	7,19	7,21	7,24	
LWR	5,99	6,04	6,40	6,69	6,80	7,39	7,07	6,82	6,59	6,28	6,42	6,31	
Rn (Rns-Rl)	2,08	4,75	8,21	11,92	14,00	14,98	13,92	12,40	9,68	5,87	2,80	1,39	
G	-0,08	0,22	0,57	0,32	0,68	0,80	-0,01	0,23	-0,61	-0,81	-0,83	-0,48	
Rn-G	2,16	4,54	7,64	11,60	13,32	14,18	13,93	12,17	10,29	6,68	3,63	1,87	
Rad Term	0,43	1,02	2,00	2,98	3,90	4,53	4,26	3,84	2,81	1,55	0,64	0,29	
Rad Term(-G)	0,45	0,97	1,86	2,90	3,71	4,29	4,26	3,77	2,98	1,76	0,83	0,39	
ETcomb	1,40	2,00	3,39	4,67	5,82	6,81	6,45	5,89	4,36	2,81	1,60	1,12	
	-1,2%	2,3%	4,1%	1,7%	3,3%	3,6%	-0,1%	1,2%	-4,1%	-7,6%	-11,9%	-9,0%	
ET (-G)	1,42	1,95	3,25	4,59	5,63	6,57	6,46	5,82	4,54	3,02	1,79	1,22	

Ilustración 1: Evapotranspiración Vegas Altas

SECTOR IV



3 ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_C

Seguidamente se calculará la ET_c referida a la evapotranspiración de un cultivo exento de cualquier enfermedad y que se desarrolla en un campo extenso en condiciones óptimas de suelo, incluida una fertilidad y agua suficientes. Dicha determinación se hace mediante la fórmula:

$$ET_c = K_c ET_0$$

Siendo K_c el coeficiente de cultivo que depende de:

- Características del cultivo
- Fecha de plantación o siembra
- Ritmo de desarrollo del cultivo
- Duración del período vegetativo
- Condiciones climáticas
- Frecuencia de las lluvias o el riego durante la primera fase del crecimiento

Para facilitar el análisis de los resultados a obtener, se ha considerado la siguiente alternativa:

A continuación se adjunta una tabla con los coeficientes de cultivo Kc para los meses del año en los que hay período vegetativo.

Tabla 2: Coeficientes de cultivo según la FAO

SECTOR IV

Coeficientes de cultivo (Kc)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Algodón	0,00	0,00	0,00	0,09	0,30	0,80	1,17	1,11	0,71	0,00	0,00	0,00
Maíz	0,00	0,00	0,00	0,10	0,34	0,94	1,18	1,02	0,30	0,00	0,00	0,00
Alfalfa	0,00	0,00	0,30	0,60	0,85	1,05	1,15	1,15	0,95	0,00	0,00	0,00
Remolacha	0,34	0,47	0,76	1,05	1,18	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,29
Habas	0,30	0,64	1,03	1,21	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,30
Hortalizas	0,00	0,00	0,21	0,35	0,72	1,01	0,97	0,68	0,37	0,00	0,00	0,00
Espárrago	0,00	0,00	0,21	0,35	0,72	1,01	0,97	0,68	0,37	0,00	0,00	0,00
Trigo	0,30	0,64	1,03	1,21	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
Girasol	0,00	0,00	0,25	0,34	0,78	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivar	0,30	0,30	0,39	0,36	0,33	0,33	0,33	0,30	0,33	0,36	0,39	0,30
Frutales	0,00	0,00	0,30	0,35	0,50	0,65	0,65	0,60	0,50	0,25	0,00	0,00

Los valores de ET_c constituyen las necesidades hídricas brutas de los cultivos para su desarrollo óptimo y representan la cantidad de agua que debe existir en la zona radical de un cultivo para satisfacer su demanda evaporativa. La ET_c de un cultivo se determina en función del clima, cuyo efecto se engloba en el concepto de evapotranspiración de referencia (ET_0), y las características propias del cultivo, efecto que se engloba en el concepto de coeficiente de cultivo (K_c).

Para facilitar la entrada de los datos de superficie de cultivo que se siembran y se vayan a sembrar una vez instalado el regadío se han agrupado algunos cultivos en función de los ciclos de cultivo y necesidades hídricas similares.

Tabla 3: Evapotranspiración de cultivo de cada alternativa en mm/mes

SECTOR IV

Evapotranspiración de Cultivo (Etc)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Algodón	0,00	0,00	0,00	12,40	52,35	157,59	234,13	200,38	96,61	0,00	0,00	0,00
Maíz	0,00	0,00	0,00	13,77	59,34	185,17	236,14	184,13	40,82	0,00	0,00	0,00
Alfalfa	0,00	0,00	30,20	82,64	148,34	206,83	230,13	207,60	129,26	0,00	0,00	0,00
Remolacha	14,95	25,67	76,51	144,63	205,93	230,47	0,00	0,00	0,00	0,00	15,05	10,95
Habas	13,19	34,95	103,69	166,66	174,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,58	11,33
Hortalizas	0,00	0,00	21,14	48,21	125,65	198,95	194,11	122,75	50,34	0,00	0,00	0,00
Espárrago	0,00	0,00	21,14	48,21	125,65	198,95	194,11	122,75	50,34	0,00	0,00	0,00
Trigo	13,19	34,95	103,69	166,66	174,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,95
Girasol	0,00	0,00	25,17	46,83	136,12	175,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivar	13,19	16,39	39,26	49,59	57,59	65,00	66,04	54,16	44,90	33,70	20,96	11,33
Frutales	0,00	0,00	30,20	48,21	87,26	128,04	130,07	108,31	68,03	23,40	0,00	0,00

4 BALANCE HÍDRICO. NECESIDADES NETAS

Estas necesidades constituyen la cantidad de agua que se ha de suministrar a la zona radical del cultivo mediante el riego. Las necesidades de agua de este anejo están calculadas para 454 ha.

Para calcular las necesidades netas de riego se aplica el balance hídrico que se expresa a continuación:

$$Nn = (ET_c + Pp + Es) - (Pe + Ge + Es') + \Delta W$$

Donde:

- Nn: Necesidades netas de riego (mm)
- Pe: Precipitación efectiva (mm)
- Ge: Ascensión capilar (mm)
- Es y Es´: Escorrentía superficial (entradas o salidas)(mm)
- ET_c: Evapotranspiración del cultivo (mm)
- Pp: Percolación profunda (mm)
- ΔW: Variación de la reserva de agua en el suelo (ya sea negativa o positiva) (mm)

Considerando que la escorrentía superficial, la elevación capilar, la percolación profunda y la reserva de agua en el suelo son nulas, la ecuación queda de la siguiente manera:

$$Nn = ETc - Pe$$

Donde:

- Nn: Necesidades netas de riego (mm)
- Pe: Precipitación efectiva (mm)
- ET_c: Evapotranspiración del cultivo (mm)

Como podemos observar en la formula anterior es indispensable conocer la frecuencia y el volumen de las lluvias para planificar el riego. Sin embargo, no toda la precipitación que cae resulta efectiva, parte de ella se pierde en forma de escorrentía, precolación profunda o evaporación. La parte de lluvia aprovechada por el cultivo se ha calculado mediante las formulas aconsejadas por el USSCS (United States Soil Conservation Service).

$$Pe = (125-0.2 \cdot P) \cdot P / 125 \qquad \text{si } P < 250 \text{ mm/mes}$$
$$Pe = 0.1 \cdot (P-125) \qquad \text{si } P > 250 \text{ mm/mes}$$

Donde:

- P: Precipitación total (mm)
- Pe: Precipitación efectiva (mm)

En la siguiente tabla están calculadas las precipitaciones efectivas mensuales según los datos de precipitación de la estación de Santo Tomé.

Tabla 4: Precipitación efectiva mensual

SECTOR IV

PRECIPITACIÓN													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
PRECIPITACIÓN	66,0	60,0	72,0	53,0	53,0	25,0	9,0	11,0	27,0	58,0	62,0	81,0	577,00
PREC. EFEC DIA	1,9	1,9	2,1	1,6	1,6	0,8	0,3	0,3	0,9	1,7	1,9	2,3	17,21
PREC. EFEC MES	59,03	54,24	63,71	48,51	48,51	24,00	8,87	10,81	25,83	52,62	55,85	70,50	522,47

En la siguiente tabla están calculadas las necesidades de riego netas en metros cúbicos para la secuencia de cultivos de la zona, utilizando la ecuación de necesidades netas simplificada.

Tabla 5: Necesidades netas de riego

SECTOR IV

NECESIDADES NETAS RIEGO. Nn. (mm)														
Id.	**CULTIVO**	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiem.**	**Octubre**	**Noviem.**	**Diciemb.**	ANUAL
1	**Algodón**	0,00	0,00	0,00	0,00	3,84	133,59	225,26	189,57	70,78	0,00	0,00	0,00	**623,04**
2	**Maíz**	0,00	0,00	0,00	0,00	10,83	161,17	227,27	173,32	14,99	0,00	0,00	0,00	**587,58**
3	**Alfalfa**	0,00	0,00	0,00	34,13	99,83	182,83	221,26	196,79	103,43	0,00	0,00	0,00	**838,27**
4	**Remolacha**	0,00	0,00	12,80	96,12	157,42	206,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**472,81**
5	**Habas**	0,00	0,00	39,98	118,15	126,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**284,14**
6	**Hort.+Espárrago**	0,00	0,00	0,00	0,00	77,14	174,95	185,24	111,94	24,51	0,00	0,00	0,00	**573,78**
7	**Trigo**	0,00	0,00	39,98	118,15	126,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**284,14**
8	**Girasol**	0,00	0,00	0,00	0,00	87,61	151,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**238,93**
9	**Olivar**	0,00	0,00	0,00	1,08	9,08	41,00	57,17	43,35	19,07	0,00	0,00	0,00	**170,75**
10	**Frutales**	0,00	0,00	0,00	0,00	38,75	104,04	121,20	97,50	42,20	0,00	0,00	0,00	**403,69**
11	**Barbecho**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0**

5 NECESIDADES BRUTAS

A partir de las necesidades netas de riego, se determinan las necesidades brutas del cultivo (consumo real) en función de la eficiencia en la aplicación del agua al suelo, las posibles necesidades de lavado y la uniformidad de riego deseada.

Se trata, por tanto, de determinar, las necesidades de riego brutas que compensarán las pérdidas inevitables provocadas por diversos factores dependientes del suelo, tipo de riego, experiencia del agricultor, etc.

Estas necesidades representan la cantidad de agua que el sistema de riego ha de proporcionar a pie de parcela para que, tras descontarse las pérdidas de agua debido a la ineficiencia del sistema de riego (ningún sistema tiene una eficiencia del 100 %) la cantidad de agua que realmente se almacene en dicha zona radical sea igual a las Nn del cultivo.

La eficiencia de aplicación del riego se define como la relación entre el volumen de agua que queda almacenado en la zona radicular del cultivo y el volumen aplicado a la parcela en riego. Para cada mes y cultivo, las necesidades brutas de riego de los cultivos (Nb) se calcularon mediante la expresión siguiente:

Necesidades brutas

$$Nb = Nn / E_a$$

Donde:

- Nb: Necesidades brutas de riego mensuales del cultivo, mm mes^{-1}.
- E_a: Eficiencia de aplicación del riego, en tanto por uno.
- Nn: Necesidades hídricas netas mensuales del cultivo, mm mes^{-1}.

La eficiencia de los sistemas de riego es muy variable y depende de las propias características del sistema particular y del manejo del mismo. En este anejo, se han aplicado eficiencias de riego de 0,55, 0,70 y 0,85 para un sistema por manta, aspersión y goteo respectivamente.

En la siguiente tabla (Tabla 6) están calculadas las necesidades de riego brutas mensuales en mm de agua para cada cultivo, utilizando la ecuación de necesidades brutas. Sin embargo, la planificación de la frecuencia de riego será variable según los cultivos. Con lo anterior se quiere expresar que para encontrar la frecuencia optima en cada cultivo se debería tener en cuenta el régimen de humedad a que se ven sometidos los cultivos en el suelo, estando la misma condicionada por los factores locales (tipo de suelo, uniformidad de aplicación, profundidad de las raíces).

Tabla 6: Necesidades brutas de riego

SECTOR IV

NECESIDADES BRUTAS RIEGO. Nb. (mm)														
Id.	**CULTIVO**	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiem.**	**Octubre**	**Noviem.**	**Diciemb.**	**ANUAL**
1	**Algodón**	0,00	0,00	0,00	0,00	4,52	157,16	265,01	223,02	83,27	0,00	0,00	0,00	**732,99**
2	**Maíz**	0,00	0,00	0,00	0,00	15,47	230,24	324,67	247,60	21,41	0,00	0,00	0,00	**839,40**
3	**Alfalfa**	0,00	0,00	0,00	48,76	142,61	261,19	316,09	281,13	147,76	0,00	0,00	0,00	**1.197,53**
4	**Remolacha**	0,00	0,00	18,29	137,31	224,89	294,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**675,44**
5	**Habas**	0,00	0,00	57,11	168,79	180,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**405,91**
6	**Hort.+Espárrago**	0,00	0,00	0,00	0,00	110,20	249,93	264,63	159,91	35,01	0,00	0,00	0,00	**819,69**
7	**Trigo**	0,00	0,00	57,11	168,79	180,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**405,91**
8	**Girasol**	0,00	0,00	0,00	0,00	125,16	216,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**341,33**
9	**Olivar**	0,00	0,00	0,00	1,27	10,68	48,24	67,26	51,00	22,44	0,00	0,00	0,00	**200,88**
10	**Frutales**	0,00	0,00	0,00	0,00	45,59	122,40	142,59	114,71	49,65	0,00	0,00	0,00	**474,93**
11	**Barbecho**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**

La distribución de cultivos actualmente es la reflejada en la tabla 7:

Tabla 7: Distribución de cultivos actual.

SECTOR IV

Id.	CULTIVO	Superficie	
		%	Ha
1	Algodón	10%	45,60
2	Maíz	0%	0,00
3	Alfalfa	10%	45,60
4	Remolacha	3%	13,68
5	Habas	0%	0,00
6	Hort.+Espárrago	5%	22,80
7	Trigo	6%	27,36
8	Girasol	1%	4,56
9	Olivar	64%	291,81
10	Frutales	0%	0,00
11	Barbecho	1%	4,56
	TOTAL	100%	455,96

No obstante para el cálculo del volumen de agua resultante y dimensionamiento de la red de riego se toma el reparto de cultivos reflejado en la tabla 8, a fin de dar servicio en posibles condiciones futuras más desfavorables:

Tabla 8: Distribución de cultivos prevista.

SECTOR IV

Id.	CULTIVO	Superficie	
		%	Ha
1	Algodón	14%	63,83
2	Maíz	4%	18,24
3	Alfalfa	25%	113,99
4	Remolacha	1%	4,56
5	Habas	0%	0,00
6	Hort.+Espárrago	6%	27,36
7	Trigo	4%	18,24
8	Girasol	1%	4,56
9	Olivar	44%	200,62
10	Frutales	0%	0,00
11	Barbecho	1%	4,56
	TOTAL	100%	455,96

Resultando las necesidades brutas totales, en m³, reflejadas en la Tabla 9:

Tabla 9: Necesidades brutas de riego

SECTOR IV

NECESIDADES BRUTAS RIEGO. Nb. (m3)														
Id.	**CULTIVO**	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiem.**	**Octubre**	**Noviem.**	**Diciemb.**	**ANUAL**
1	**Algodón**	0	0	0	0	2.884	100.325	169.169	142.366	53.155	0	0	0	**467.899**
2	**Maíz**	0	0	0	0	2.822	41.993	59.215	45.158	3.906	0	0	0	**153.093**
3	**Alfalfa**	0	0	0	55.578	162.566	297.726	360.306	320.458	168.428	0	0	0	**1.365.063**
4	**Remolacha**	0	0	834	6.261	10.254	13.449	0	0	0	0	0	0	**30.797**
5	**Habas**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
6	**Hort.+Espárrago**	0	0	0	0	30.148	68.374	72.396	43.749	9.579	0	0	0	**224.246**
7	**Trigo**	0	0	10.417	30.784	32.832	0	0	0	0	0	0	0	**74.032**
8	**Girasol**	0	0	0	0	5.707	9.857	0	0	0	0	0	0	**15.563**
9	**Olivar**	0	0	0	2.549	21.431	96.771	134.936	102.317	45.010	0	0	0	**403.015**
10	**Frutales**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
11	**Barbecho**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	TOTAL	**0**	**0**	**11.250**	**95.172**	**268.643**	**628.494**	**796.022**	**654.049**	**280.079**	**0**	**0**	**0**	**2.733.709**

6 PARÁMETROS DE RIEGO

El consumo en el mes punta de la alternativa indicada es de 796.022 m^3/mes. El consumo anual para la alternativa propuesta es de 2.733.709 m^3/año. Con estas cifras calculamos los parámetros de riego de caudal ficticio continuo y consumo anual por hectárea.

6.1 CAUDAL FICTICIO CONTINUO

Los cálculos de caudal ficticio continuo en litros por segundo y hectárea asumen un aporte continuo y se obtienen de la expresión.

Caudal ficticio continuo

$$q = \frac{Nb(m3/mes)\cdot 1000}{31\cdot 24\cdot 3600\cdot Sr} = \mathrm{q}\ l/s\cdot ha$$

Donde:

- Nb: Necesidades brutas de riego mensuales del cultivo, m^3 mes^{-1}.
- Sr: Superficie de regadío.

El caudal ficticio en el mes de máxima necesidad según la formula anterior es de:

$$q = \frac{796.022 \cdot 1000}{31 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 455,96} = 0,65 \quad l/s \cdot ha$$

6.2 CONSUMO ANUAL POR HECTÁREA

El consumo anual por hectárea corresponde al agua que se aplicará a cada hectárea durante todo el año. La superficie regable es de 455,6 has.

$$\boxed{Qa = \frac{Q.anual}{S} \quad = \quad (m^3 / ha \cdot año)}$$

El caudal anual por hectárea según la formula anterior es de:

$$Qa = \frac{2.733.709}{455,96} \quad = \quad 5.995,5 \quad m^3 / ha \cdot año$$

Según la opción de cultivos prevista según la tabla 8.