

ANEJO Nº 3

ESTUDIO AGRONÓMICO



C/ Puerto, 8-10. 2ª planta.
21003 Huelva
Tfno: 959252342

Web: <http://www.realza.es>
Correo: info@realza.es

El Ingeniero Agrónomo:

Juan Andrés Reales Bravo
Colegiado nº 1.741
Correo: jreales@realza.es

ÍNDICE.

1.	INTRODUCCIÓN.	1
2.	DATOS CLIMÁTICOS.	2
2.1.	Datos termométricos.	2
2.2.	Pluviometría.	4
2.3.	Humedad relativa.	5
2.4.	Velocidad del viento.	6
2.5.	Insolación.	7
2.6.	Radiación.	7
2.7.	Evapotranspiración de Referencia.	7
2.8.	Año medio.	8
3.	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.	10
3.1.	Introducción.	10
3.2.	Periodo frío o de heladas.	10
3.3.	Clasificación climática según Martone.	10
3.4.	Clasificación según Papadakis.	11
3.5.	Clasificación climática según la UNESCO-FAO.	12
4.	CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS (ET _c) Y DE LAS NECESIDADES NETAS DE RIEGO (NNR).	14
4.1.	Distribución de cultivos.	15
4.1.1.	Cítricos.	15
4.1.2.	Algarrobos.	16
4.1.3.	Forrajeras.	19
5.	VOLUMEN AGUA DEMANDA AGRARIA.	21
6.	VOLUMEN TOTAL.	21



C/ Puerto, 8-10. 2ª planta.
21003 Huelva
Tlfno: 959252342

Web: <http://www.realza.es>
Correo: info@realza.es

El Ingeniero Agrónomo:

Juan Andrés Reales Bravo
Colegiado nº 1.741
Correo: jreales@realza.es

1. INTRODUCCIÓN.

Se realiza en este anejo un estudio agronómico al objeto de determinar los parámetros de interés para los cálculos del presente proyecto, evapotranspiración y necesidades de los cultivos ya implantados en la Comunidad de Regantes.

Se estudiarán las características térmicas, pluviométricas, etc., y en general todos aquellos datos climáticos típicos de la zona, para determinar las necesidades de agua de los cultivos. En cualquier caso, las dotaciones finales se ajustarán a las asignadas en la CONCESIÓN DE AGUAS por el organismo de cuenca.

La Comunidad de Regantes Andévalo Pedro-Arco está integrada por dos municipios, a saber:

Sanlúcar de Gadiana y Villanueva de los Castillejos.

Los datos climáticos utilizados para la elaboración del estudio proceden de una estación meteorológica próxima a la zona regable y pertenecen a la red de estaciones climáticas de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Los datos de ubicación de la estación climática denominada Estación Meteorológica de la Puebla de Guzmán, son los siguientes:

Localización:

- Provincia: Huelva.
- Código de Estación: 7.
- Latitud: 37° 33' 07" N
- Longitud: 07° 14' 54" W
- Altitud: 288

Se considera un periodo de 15 años, en concreto se estudia el periodo desde el año 2.001 hasta el año 2.016, siendo el total de años completos aportados por la estación meteorológica considerada.

Por otro lado, para el cálculo de la insolación se emplea los valores climáticos normales de la estación de Huelva, Ronda Este, con las siguientes coordenadas y características:

- Provincia: Huelva.
- Latitud: 37° 16' 42" N

- Longitud: 06° 54' 42" O
- Altitud: 19
- Periodo: 1984-2.010.

2. DATOS CLIMÁTICOS.

2.1. Datos termométricos.

A continuación, se muestra la temperatura media mensual de la serie de 15 años (2.001-2.016), en °C.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	10,45	11,46	13,33	15,28	17,26	23,75	23,74	24,75	21,15	18,19	11,58	9,86
2002	10,94	11,67	13,53	14,51	17,02	21,88	24,73	23,14	20,15	17,67	13,10	11,80
2003	9,20	9,33	13,27	14,07	19,85	23,40	24,77	26,65	22,82	16,87	13,03	10,09
2004	10,32	11,13	11,95	14,62	16,32	25,31	26,21	24,97	22,69	17,99	12,59	9,34
2005	8,65	8,70	12,75	15,84	19,58	24,39	25,10	26,08	22,29	18,06	11,89	10,30
2006	8,13	9,47	12,41	15,45	19,05	22,04	26,41	25,74	23,04	19,08	12,44	8,16
2007	7,17	9,72	10,51	12,28	16,21	19,59	23,67	22,17	19,92	16,53	12,03	8,11
2008	9,66	11,02	10,91	13,68	14,35	21,80	22,50	22,56	18,98	16,27	11,04	10,18
2009	5,39	8,45	14,05	13,42	18,89	23,75	25,17	26,30	22,14	19,99	13,34	9,18
2010	9,91	10,82	12,36	16,37	18,08	21,99	26,97	27,49	22,59	17,12	12,66	11,16
2011	9,98	10,85	11,91	16,91	19,83	23,18	24,54	24,67	22,84	20,72	13,37	9,99
2012	10,10	9,22	13,75	12,96	20,32	23,37	24,81	25,51	22,78	17,93	12,89	10,96
2013	10,69	9,12	11,70	14,61	17,01	22,02	25,26	25,92	22,70	18,80	12,17	10,97
2014	10,71	10,40	12,80	16,07	19,52	21,54	23,73	24,51	21,37	19,56	14,13	9,08
2015	9,28	9,28	13,23	15,75	21,25	23,75	26,75	24,59	21,13	18,12	14,79	13,45
2016	11,94	11,53	11,41	14,50	17,12	23,07	26,45	26,34	23,49	18,75	12,82	11,63

En la tabla siguiente se muestran la temperatura media de las máximas del mismo periodo, en ° C.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	13,89	15,98	17,81	21,82	23,76	31,90	31,66	32,54	27,57	22,88	16,36	13,81
2002	14,83	17,34	18,64	20,60	23,89	29,57	33,10	31,53	25,71	22,57	17,48	15,25
2003	13,60	13,86	18,31	18,80	27,14	31,10	33,36	34,68	30,07	21,44	16,95	13,95
2004	14,08	15,98	17,55	20,55	22,41	33,35	34,57	32,73	30,28	23,55	17,66	14,28
2005	14,69	14,64	18,09	22,48	26,65	32,24	33,15	34,33	29,58	23,30	16,56	14,62
2006	12,62	14,25	17,31	21,53	25,91	29,34	34,95	33,76	30,38	24,09	16,51	12,89
2007	12,74	14,16	16,37	18,06	22,40	26,53	32,38	30,05	26,27	22,52	17,90	12,67
2008	14,52	16,03	17,03	19,40	20,12	29,28	30,79	31,09	25,58	21,83	16,33	12,12
2009	9,03	14,09	20,16	20,50	26,24	31,23	33,84	34,66	29,50	26,68	18,37	13,11
2010	13,39	14,70	16,86	21,68	24,53	29,46	35,97	35,41	29,89	22,96	17,37	14,76
2011	14,04	16,54	16,95	23,07	26,04	31,37	33,21	32,94	30,29	27,47	17,82	15,13
2012	15,95	16,37	20,36	18,29	27,56	31,62	33,91	34,57	29,88	24,12	16,87	15,33
2013	14,91	14,18	16,04	20,95	24,47	30,39	34,23	34,43	29,64	24,46	17,71	15,67
2014	14,59	14,68	18,56	22,07	27,34	29,00	31,91	33,49	27,57	25,95	18,27	13,76
2015	14,79	14,23	19,83	21,95	29,05	31,01	36,11	32,39	28,53	22,93	20,23	17,79
2016	15,92	16,22	17,48	20,14	23,19	31,63	35,28	35,29	31,81	25,13	17,79	16,19

En la tabla siguiente se muestran la temperatura media de las mínimas del mismo periodo, en ° C.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	7,38	7,42	9,48	9,34	11,48	15,54	16,21	17,45	15,90	14,60	7,25	5,97
2002	7,24	6,58	8,94	9,02	10,83	14,71	16,58	15,61	15,90	13,71	9,13	8,45
2003	5,03	5,43	8,99	9,67	12,70	16,30	16,44	19,62	16,49	13,38	9,53	6,69
2004	7,06	7,09	7,15	8,77	10,96	17,73	17,96	17,91	16,18	13,41	8,16	5,12
2005	3,35	3,06	8,21	9,98	13,20	17,35	16,80	18,40	15,84	13,74	8,13	6,62
2006	4,21	5,41	8,28	10,45	12,32	15,61	18,25	18,50	17,07	14,79	9,21	4,30
2007	2,80	6,21	5,07	7,63	10,21	13,02	15,07	14,85	14,77	11,52	6,88	4,30
2008	5,58	6,98	5,55	8,22	9,55	13,89	14,67	14,55	13,52	11,51	5,97	5,25
2009	2,20	3,57	8,49	7,26	12,25	16,75	16,73	18,65	16,44	13,95	9,21	5,28
2010	6,54	7,80	8,60	11,46	12,03	15,02	18,53	20,13	16,64	12,44	8,80	7,42
2011	6,66	6,23	7,57	11,91	14,53	15,59	16,57	17,61	16,58	15,20	9,82	6,02
2012	5,21	2,55	8,25	8,77	13,76	16,03	16,51	17,59	17,17	13,17	9,44	7,50
2013	7,23	4,76	8,40	9,02	10,55	14,82	17,74	18,38	17,48	14,63	7,52	6,75
2014	7,60	6,80	7,80	11,07	12,37	14,91	16,21	16,47	16,91	16,01	11,02	5,60
2015	4,48	5,11	7,68	10,85	14,16	17,20	18,12	17,84	15,21	14,68	10,37	10,13
2016	8,76	7,55	6,61	9,84	11,91	15,48	18,61	18,72	16,70	14,14	8,92	7,95

2.2. Pluviometría.

A continuación, se muestran las observaciones pluviométricas totales mensuales de la serie histórica de 15 años., expresadas en mm.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	88,60	52,60	139,20	4,80	39,40	3,20	0,00	0,40	86,40	98,60	41,00	79,20
2002	64,40	9,80	86,80	92,00	19,20	1,40	0,00	0,00	52,60	46,80	90,60	153,40
2003	45,20	70,00	30,40	88,80	12,60	0,00	0,00	0,00	15,60	183,00	161,40	77,40
2004	27,40	80,20	36,40	25,20	50,80	2,20	0,00	8,20	1,80	97,40	4,00	22,80
2005	0,60	15,80	35,20	14,60	43,40	2,00	4,00	0,00	2,40	89,80	70,40	38,00
2006	75,40	42,00	71,00	52,60	0,40	65,80	2,00	41,00	30,60	226,60	113,00	16,80
2007	29,60	58,80	44,20	73,80	32,00	4,00	0,00	39,40	20,80	63,40	38,20	2,60
2008	1,00	49,80	47,20	128,80	60,00	0,00	2,00	0,00	61,20	68,60	13,60	48,20
2009	59,20	68,40	20,20	22,00	4,00	10,20	0,00	5,00	17,20	24,20	11,00	236,80
2010	121,80	181,00	88,60	99,80	14,00	15,00	1,00	5,20	6,00	68,60	63,40	271,00
2011	49,00	57,80	129,80	105,60	119,80	0,40	0,00	6,00	25,20	47,40	105,60	4,80
2012	19,80	1,20	34,00	60,80	30,40	0,00	0,00	0,00	10,60	125,40	141,40	36,40
2013	48,60	38,20	215,80	16,60	14,20	0,40	1,40	1,80	29,60	140,20	2,40	48,60
2014	70,20	70,20	44,00	58,40	9,20	24,60	0,80	0,00	27,20	127,20	157,40	31,00
2015	53,00	9,80	57,60	58,80	5,00	14,80	0,00	0,80	18,40	103,60	42,60	63,80
2016	41,40	33,20	30,20	74,00	139,00	0,00	0,00	0,00	8,60	80,60	68,80	158,80

2.3. Humedad relativa.

En la siguiente tabla se muestra la humedad relativa media mensual en el periodo de 2.001-2.016. Dichos valores se expresan en %.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	87,68	77,18	80,38	62,51	62,49	19,81	49,28	51,14	65,91	54,55	71,72	79,49
2002	78,82	72,91	73,67	68,58	60,03	25,42	45,45	52,59	70,81	52,03	79,48	84,29
2003	75,01	78,41	73,76	74,93	53,76	25,77	45,85	46,07	52,97	49,73	79,40	80,00
2004	82,89	82,64	70,79	60,37	67,67	24,23	40,14	49,89	52,52	43,83	63,20	72,81
2005	62,74	56,06	67,68	56,33	52,54	21,49	46,27	42,95	47,80	47,26	73,14	71,86
2006	77,58	74,85	74,57	72,49	52,21	31,03	43,35	48,43	55,56	53,74	63,99	70,33
2007	85,29	85,66	66,65	75,09	62,33	30,44	43,92	52,99	67,12	41,32	60,25	76,70
2008	81,78	82,92	70,51	66,74	73,85	24,00	50,46	50,23	65,48	48,17	71,51	91,04
2009	83,98	67,76	57,66	59,71	49,37	24,42	40,09	41,24	51,88	33,28	69,46	78,24
2010	78,72	80,45	73,15	67,19	56,74	27,63	43,87	46,08	57,45	40,64	75,58	81,73
2011	85,45	76,70	77,80	71,29	67,42	25,94	50,85	56,45	59,86	31,98	80,21	82,54
2012	75,08	55,35	59,56	73,10	58,60	23,78	45,79	49,53	60,38	43,63	84,67	86,82
2013	84,13	80,12	87,82	74,73	58,49	22,90	48,82	46,87	63,10	47,17	69,91	72,05
2014	89,06	87,77	70,96	77,41	56,86	29,64	57,11	52,72	77,14	46,27	87,23	86,37
2015	81,35	80,10	71,10	78,58	52,07	24,40	44,79	51,56	58,41	51,89	73,93	77,32
2016	84,60	81,54	74,37	75,36	67,30	22,57	45,31	44,93	48,91	40,65	74,50	77,64

2.4. Velocidad del viento.

En la tabla siguiente se expresan los valores medios mensuales de la velocidad del viento durante el periodo (2.001-2.016), expresados en m/s.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	4,11	3,43	4,06	3,54	2,91	3,53	3,84	3,25	3,01	2,95	2,49	2,65
2002	2,64	2,46	2,90	2,99	3,26	3,21	3,27	3,05	3,35	2,82	2,85	3,25
2003	3,13	3,25	3,12	3,16	2,71	3,00	2,91	2,84	2,84	2,93	2,40	2,30
2004	2,25	2,33	2,39	2,34	2,35	2,45	2,56	2,44	2,00	2,47	1,55	2,07
2005	1,54	1,94	2,55	2,60	2,30	2,39	2,53	2,15	2,01	2,24	1,81	1,84
2006	1,52	1,58	2,05	1,75	1,78	1,96	1,65	1,59	1,45	2,22	1,38	0,95
2007	0,99	1,73	1,69	1,52	1,83	2,07	2,10	1,83	1,63	1,28	1,29	1,32
2008	1,35	1,76	1,94	2,33	1,48	1,62	1,91	1,79	1,64	1,48	1,36	1,57
2009	1,65	1,56	1,68	1,53	2,01	1,61	1,74	1,53	1,35	1,35	1,67	2,33
2010	1,78	2,53	1,87	1,99	1,64	1,42	1,64	1,49	1,25	1,45	1,42	2,18
2011	1,62	1,48	1,58	1,79	1,63	1,73	1,77	1,66	1,42	1,66	1,58	0,98
2012	0,86	1,20	1,58	1,62	1,54	1,46	1,49	1,26	1,37	1,27	1,59	1,15
2013	1,40	1,37	2,43	1,39	1,39	1,57	1,63	1,58	1,95	1,54	1,03	1,45
2014	1,75	2,14	1,66	1,53	1,71	1,67	1,46	1,37	1,76	1,60	1,66	1,09
2015	1,17	1,56	1,36	1,56	1,59	1,68	1,20	1,26	1,27	1,57	0,93	1,16
2016	1,67	1,68	1,14	1,75	1,56	1,32	1,64	1,48	1,19	1,26	1,30	1,16

2.5. Insolación.

La tabla siguiente muestra los valores de la insolación media mensual, en horas, arrojado por la estación meteorológica de Huelva, durante el periodo 1.984-2.010.

PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1984-2010	165	171	229	255	296	341	366	340	268	211	176	151

2.6. Radiación.

La tabla siguiente muestra los valores de la radiación media, en MJ/m²/día, durante el periodo estudiado (2.001-2.016).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	7,96	12,53	14,18	0,15	23,39	31,95	30,11	27,12	19,72	12,85	11,25	7,34
2002	9,12	14,67	17,13	2,97	26,55	29,14	30,49	27,00	17,79	12,98	9,14	7,17
2003	9,97	11,37	15,97	2,86	28,00	29,36	30,88	26,92	22,91	12,80	9,33	7,84
2004	7,80	12,64	17,50	0,81	22,08	30,38	30,49	25,35	21,37	13,85	11,07	9,39
2005	11,78	14,22	15,50	0,47	26,85	29,85	30,21	26,98	21,96	13,52	10,28	8,42
2006	9,25	11,93	15,58	1,70	25,35	28,07	29,41	26,80	19,87	11,83	7,42	8,65
2007	9,52	10,61	18,80	2,38	25,33	27,56	30,73	26,46	18,52	15,73	11,91	8,26
2008	9,38	12,18	18,65	4,15	20,05	30,29	30,54	27,85	19,43	13,65	11,62	6,81
2009	7,08	13,23	16,42	0,71	25,33	24,40	28,05	25,49	18,66	14,07	9,49	6,09
2010	6,35	8,73	12,85	3,22	25,06	25,33	27,63	23,77	19,25	13,59	9,45	6,36
2011	7,57	12,48	14,19	3,41	23,05	28,80	29,22	23,82	20,13	15,50	9,26	8,55
2012	10,52	16,01	17,11	1,96	25,29	29,35	30,05	26,23	18,97	13,31	8,16	7,80
2013	8,35	12,53	10,40	0,54	23,09	25,31	25,46	23,25	17,26	12,88	11,23	9,12
2014	7,59	9,29	15,77	1,88	24,73	23,97	24,42	23,43	16,18	12,80	8,63	7,98
2015	9,59	12,03	17,12	1,90	26,34	26,52	28,21	23,36	19,47	11,38	10,75	7,44
2016	7,70	10,80	17,08	2,39	21,21	28,38	27,99	25,27	20,18	13,07	9,62	8,05

2.7. Evapotranspiración de Referencia.

La evapotranspiración de referencia (ET_o) se puede estimar según distintos métodos (Chartuni Mantovani, 1.993): "Blaney-Criddle", "Radiación", "Penman", "Tanque clase A", "Hargreaves", etc. En todos son necesarios unos datos de entrada que variarán según el método a utilizar.

Se aplicará el método de Penman-Monteith, considerado adecuado para la zona, calculado mediante un programa de ordenador denominado "Cropwat" elaborado por la FAO, cuyos datos de entrada necesarios son los siguientes:

- Temperatura media mensual (°C).
- Humedad relativa media mensual (%).
- Porcentaje de horas de sol efectivas mensuales.
- Velocidad del viento (Km/día).

Se exponen a continuación estos datos de entrada y los de salida del programa en la siguiente tabla:

AÑO	Tª Min (°C)	Tª Max (°C)	Humedad (%)	Viento (Km/día)	Insolación (h)	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
ENE	5,7	14,0	81	156	5,3	8,8	1,12
FEB	5,8	15,2	76	173	6,1	11,7	1,64
MAR	7,8	18,0	72	184	7,4	16,2	2,53
ABR	9,6	20,7	70	181	8,5	20,4	3,43
MAY	12,1	25,0	60	171	9,9	24,0	4,66
JUN	15,6	30,6	26	176	11,3	26,6	6,65
JUL	16,9	33,6	46	180	11,8	26,9	6,68
AGO	17,6	33,4	49	165	10,9	24,2	6,01
SEP	16,2	28,9	60	159	8,9	19,0	4,32
OCT	13,8	23,9	45	163	6,8	13,3	3,41
NOV	8,7	17,5	73	142	5,9	9,8	1,59
DIC	6,5	17,5	79	148	4,9	7,8	1,21
ANUAL	11,4	23,2	61	167	8,1	17,4	3,60

Para la estación meteorológica de La Puebla de Guzmán se obtiene un valor para la ETo de 3.600,00 mm, empleando el mismo método del cálculo.

2.8. Año medio.

A continuación se muestran en el cuadro resumen los valores de los medios de doce meses del periodo estudiado (2.001-2.016).

2.001-2016	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MED.	ACU.
Tª media (°C)	9,53	10,13	12,49	14,77	18,23	22,80	25,05	25,09	21,88	18,23	12,74	10,27	16,77	-
Tª media máxima (°C)	13,97	15,20	17,96	20,74	25,04	30,57	33,65	33,37	28,91	23,87	17,51	14,46	22,94	-
Tª media mínima (°C)	5,71	5,78	7,82	9,58	12,05	15,62	16,94	17,64	16,17	13,81	8,71	6,46	11,36	-
Precipitación (mm)	49,70	52,43	69,41	61,04	37,09	9,00	0,70	6,74	25,89	99,46	70,30	80,60	-	562,3
Humedad relativa (%)	80,89	76,28	71,90	69,65	59,48	25,22	46,34	48,98	59,71	45,38	73,64	79,33	61,40	-
Velocidad viento (m/s)	1,84	2,00	2,13	2,09	1,98	2,04	2,08	1,91	1,84	1,88	1,64	1,72	1,93	-
Insolación (h)	165	171	229	255	296	341	366	340	268	211	176	151	-	2.969
Radiación (MJ/m2/día)	8,72	12,20	15,89	1,97	24,48	28,04	28,99	25,57	19,48	13,36	9,91	7,83	-	196,5
Evotranspiración	1,10	1,64	2,53	3,44	4,66	6,64	6,68	6,00	4,41	3,41	1,61	1,08	-	3.600

*Nota: Precipitación, Insolación y Radiación son valores acumulados del año.

3. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.

3.1. Introducción.

La utilidad de la caracterización climática es avanzar en el análisis de las condiciones climáticas en las que se desarrollará el cultivo, de forma que se pueda determinar la potencialidad agrícola del clima estudiado.

3.2. Periodo frío o de heladas.

Para establecer la duración del período frío se sigue el criterio de L. Emberger, que considera a este período como aquel que contiene a los meses con riesgo de heladas o meses fríos. Se entiende por mes frío a aquel cuya temperatura media de las mínimas es menor a 7 °C (Emberger) ó 5 °C (Turc). Así se puede acotar la duración media del período frío o de heladas entre un máximo, criterio de Emberger, y un mínimo, criterio de Turc (“Caracterización Agroclimática de la Provincia de Huelva”).

De los datos térmicos se desprenden que se deben considerar meses fríos los siguientes:

- Según Emberger: Enero, Febrero y Diciembre.
- Según Turc: Ningún mes es frío.
- Período frío: 3 meses según Emberger.

3.3. Clasificación climática según Martone.

Este índice utiliza como parámetros la precipitación anual y la temperatura media anual. La expresión es la siguiente:

$$I_M = \frac{P}{T + 10}$$

Donde:

P: Precipitación anual, en mm.

T: Temperatura media anual, en °C.

Dicho índice establece igualmente unas zonas climáticas según su valor.

Valor de I_M	Zona climática
$0 < I_M < 5$	Desértica
$5 < I_M < 10$	Semidesértica
$10 < I_M < 20$	Estepas y países mediterráneos
$20 < I_M < 30$	Región del olivo y los cereales
$30 < I_M < 40$	Región subterránea. Prados y bosques
$I_M > 40$	Húmeda a muy húmeda con exceso de agua

En este caso tenemos:

$$I_M = \frac{562,3}{16,1 + 10} = 21,54$$

El valor está comprendido entre $20 < I_M < 30$, que corresponde a una zona catalogada como REGIÓN DEL OLIVO Y LOS CEREALES.

3.4. Clasificación según Papadakis.

Con la clasificación climática de Papadakis se establece el espectro cultural de la zona y, por consiguiente, se fundamenta la utilización agraria de la misma. Esta clasificación consiste en ordenar los cultivos en función de sus requisitos térmicos, de invierno y de verano, y su resistencia a las heladas y a la sequía, expresando tales características de forma cuantitativa.

Se considera que las características fundamentales de un clima son dos: el régimen térmico, como síntesis de un tipo de invierno y un tipo de verano, y el régimen de humedad.

Tipo de invierno	Tipo de verano	Régimen térmico	Régimen de humedad	Tipo climático
Ci	M	MA	Me	Mediterráneo marítimo

Siendo:

Ci: Citrus: Tipo de invierno Citrus, corresponde a una temperatura media de las máximas del mes más frío, variable entre 10 y 21 °C.

O: Arroz: Tipo de verano Maíz, temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21-25 °C.

MA: Régimen teórico Marítimo cálido.

Me: Régimen de humedad Mediterráneo (seco).

3.5. Clasificación climática según la UNESCO-FAO.

La clasificación del clima, según la UNESCO-FAO, se realiza respecto a la temperatura media del mes más frío, distinguiéndose tres grupos:

GRUPO 1	$T^a > 15\text{ °C}$	Clima Cálido
	$10\text{ °C} < T^a < 15\text{ °C}$	Clima Templado-Cálido
GRUPO 2	$0\text{ °C} < T^a < 10\text{ °C}$	Clima Templado-Medio
	$-5\text{ °C} < T^a < 0\text{ °C}$	Clima Templado-Frío
GRUPO 3	$T^a < -5\text{ °C}$	Clima Frío
	Todos los meses con T^a media $< 0\text{ °C}$	Clima Glaciar

El mes de enero se muestra como el de menor temperatura media con 9,56 °C, por lo que nos encontramos en el GRUPO 1, como CLIMA TEMPLADO-MEDIO.

Dentro de esta clasificación se hace una caracterización del tipo de invierno utilizando la temperatura media mínima del mes más frío, como se muestra en la siguiente tabla.

T^a MIN	Tipos de invierno
T^a MIN ≥ 11	Sin invierno
$11 > T^a$ MIN ≥ 7	Con invierno cálido
$7 > T^a$ MIN ≥ 3	Con invierno suave
$3 > T^a$ MIN ≥ -1	Con invierno moderado
$-1 > T^a$ MIN ≥ -5	Con invierno frío
T^a MIN < -5	Con invierno muy frío

La temperatura media mínima del mes más frío en la zona es de 5,71 °C, por lo tanto nos encontramos ante una zona con INVIERNO SUAVE.

El criterio de la UNESCO-FAO también incluye una clasificación para la aridez. Se determinan como meses secos aquellos en los que el total de precipitaciones en mm es igual o inferior que el doble de las temperaturas medias, en °C.

Un periodo seco puede comprender varios meses secos. Si la precipitación supera el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces ésta, se trata de un mes subseco.

La siguiente tabla determina el tipo de mes según la clasificación propuesta.

MES	2·T (°C)	P (mm)
ENE	19,06	49,70
FEB	20,26	52,43
MAR	24,98	69,41
ABR	29,54	61,04
MAY	36,46	37,09
JUN	45,60	9,0
JUL	50,10	0,70
AGO	50,18	6,74
SEP	43,76	25,89
OCT	36,46	99,46
NOV	25,48	70,30
DIC	20,54	80,60

En nuestro caso solo tenemos 4 meses secos, Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Por tanto al tener un periodo de meses secos se trata de un CLIMA MANOXÉRICO.

4. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS (ET_c) Y DE LAS NECESIDADES NETAS DE RIEGO (N_{nr}).

Las necesidades hídricas se calculan a partir de la ecuación simplificada del balance de agua en suelo:

$$N_{nr} \text{ (mm/día)} = ET_c - LL_e$$

Siendo:

- ET_c: evapotranspiración del cultivo (mm/día)
- LL_e: Lluvia efectiva (mm/día)

Para el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos se ha partido de una hectárea tipo, representativa de la zona de estudio, en la que se han tomado los mismos porcentajes de superficie de cultivo, según los datos de la Comunidad de Regantes de Andévalo Fronterizo. La composición de la hectárea tipo se muestra a continuación.

En este apartado se analizarán las necesidades hídricas obtenidas a partir de la información de partida climática reflejada anteriormente.

Como se ha mencionado anteriormente el cálculo de las necesidades hídricas se realiza mediante el software de cálculo CropWat 8.0, herramienta desarrollada por FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).

A partir del análisis de las dos estaciones agroclimáticas, se calcula la evapotranspiración ET_o (mm/día) y la radiación Rad (MJ/m²/día).

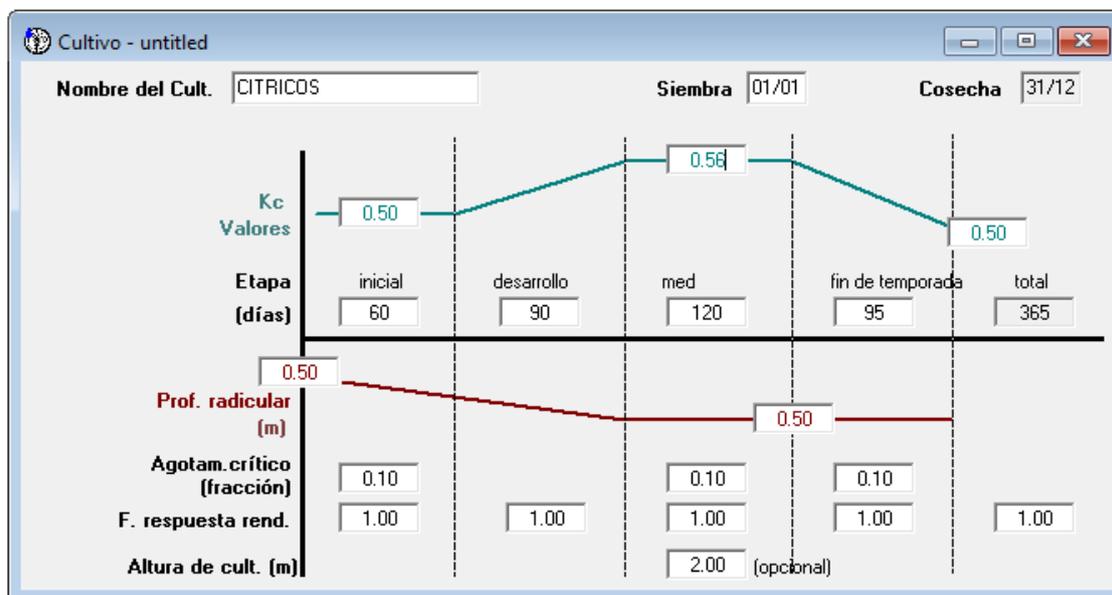
4.1. Distribución de cultivos.

Los tipos de cultivos presentes en la Comunidad de Regantes y su superficie son:

CULTIVO	SUPERFICIE (ha)
CÍTRICOS	1.237,6450
ALGARROBOS	99,8067
FORRAJERAS	5,2781
TOTAL	1.342,7298

Las tablas que se presentan a continuación reflejan los cálculos de las ETc y NNR, en función de los distintos cultivos presentados en la tabla anterior.

4.1.1. *Cítricos.*



Salida gráfica 1.- CROPWAT. Coeficiente de cultivo cítricos.

Requerimiento de Agua del Cultivo

Estación ETo: PUEBLA DE GUZMÁN Cultivo: CITRICOS

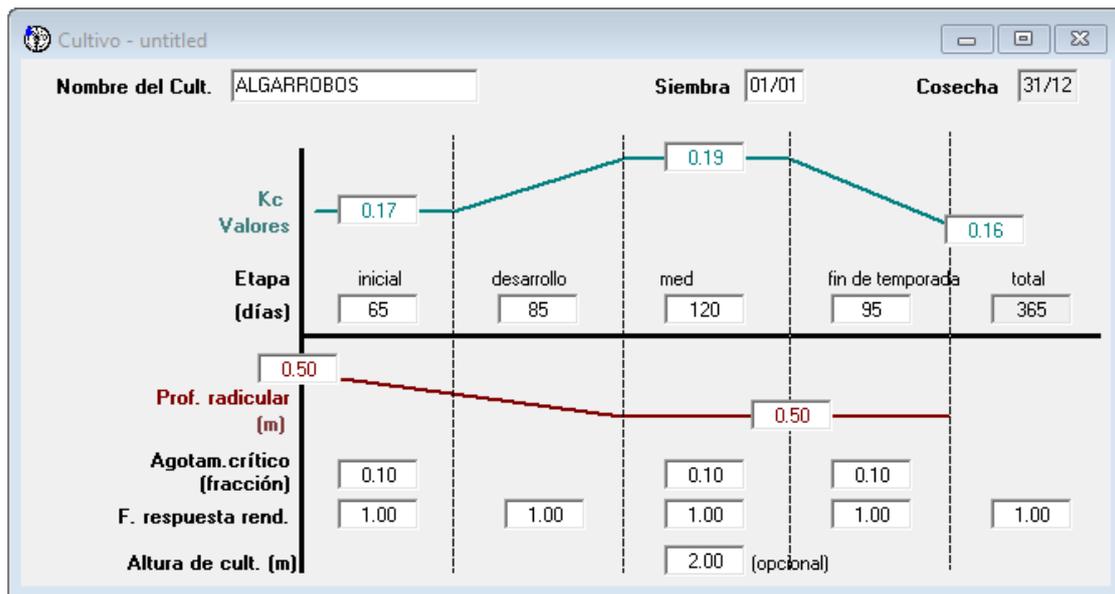
Est. de lluvia: PUEBLA DE GUZMÁN Fecha de siembra: 01/01

Mes	Decada	Etapas	Kc coef	ETc mm/día	ETc mm/dec	Prec. efec mm/dec	Req.Riego mm/dec
Ene	1	Inic	0.50	0.57	5.7	17.1	0.0
Ene	2	Inic	0.50	0.56	5.6	14.0	0.0
Ene	3	Inic	0.50	0.65	7.1	14.7	0.0
Feb	1	Inic	0.50	0.73	7.3	15.4	0.0
Feb	2	Inic	0.50	0.82	8.2	15.5	0.0
Feb	3	Inic	0.50	0.97	7.8	17.2	0.0
Mar	1	Des	0.50	1.12	11.2	19.7	0.0
Mar	2	Des	0.51	1.29	12.9	21.5	0.0
Mar	3	Des	0.52	1.47	16.2	20.5	0.0
Abr	1	Des	0.53	1.66	16.6	19.5	0.0
Abr	2	Des	0.54	1.85	18.5	18.9	0.0
Abr	3	Des	0.55	2.10	21.0	16.5	4.5
May	1	Des	0.55	2.36	23.6	14.0	9.5
May	2	Des	0.56	2.62	26.2	11.9	14.3
May	3	Med	0.57	3.04	33.4	8.9	24.5
Jun	1	Med	0.57	3.52	35.2	5.3	29.8
Jun	2	Med	0.57	3.94	39.4	2.2	37.2
Jun	3	Med	0.57	3.90	39.0	1.5	37.5
Jul	1	Med	0.57	3.83	38.3	0.5	37.9
Jul	2	Med	0.57	3.84	38.4	0.0	38.4
Jul	3	Med	0.57	3.71	40.8	0.4	40.4
Ago	1	Med	0.57	3.62	36.2	1.2	35.0
Ago	2	Med	0.57	3.51	35.1	1.7	33.4
Ago	3	Med	0.57	3.17	34.8	3.9	31.0
Sep	1	Med	0.57	2.81	28.1	5.0	23.1
Sep	2	Med	0.57	2.48	24.8	6.4	18.5
Sep	3	Fin	0.57	2.31	23.1	13.5	9.5
Oct	1	Fin	0.56	2.14	21.4	23.8	0.0
Oct	2	Fin	0.55	1.94	19.4	31.6	0.0
Oct	3	Fin	0.54	1.55	17.1	28.0	0.0
Nov	1	Fin	0.53	1.13	11.3	22.3	0.0
Nov	2	Fin	0.52	0.77	7.7	19.4	0.0
Nov	3	Fin	0.51	0.71	7.1	20.8	0.0
Dic	1	Fin	0.49	0.66	6.6	23.5	0.0
Dic	2	Fin	0.48	0.58	5.8	24.9	0.0
Dic	3	Fin	0.47	0.55	6.1	21.7	0.0
					737.0	502.9	424.6

Salida gráfica 2.- CROPWAT. Requerimientos de agua Cítricos.

Según se desprende, las necesidades máximas en el mes de **Julio de 4,00 mm/día** y un volumen anual neto de **4.246 m³/ha/año**.

4.1.2. Algarrobos.



Salida gráfica 3.- CROPWAT. Coeficiente de cultivos Algarrobos.



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



Requerimiento de Agua del Cultivo

Estación ET: PUEBLA DE GUZMÁN Cultivo: ALGARROBOS

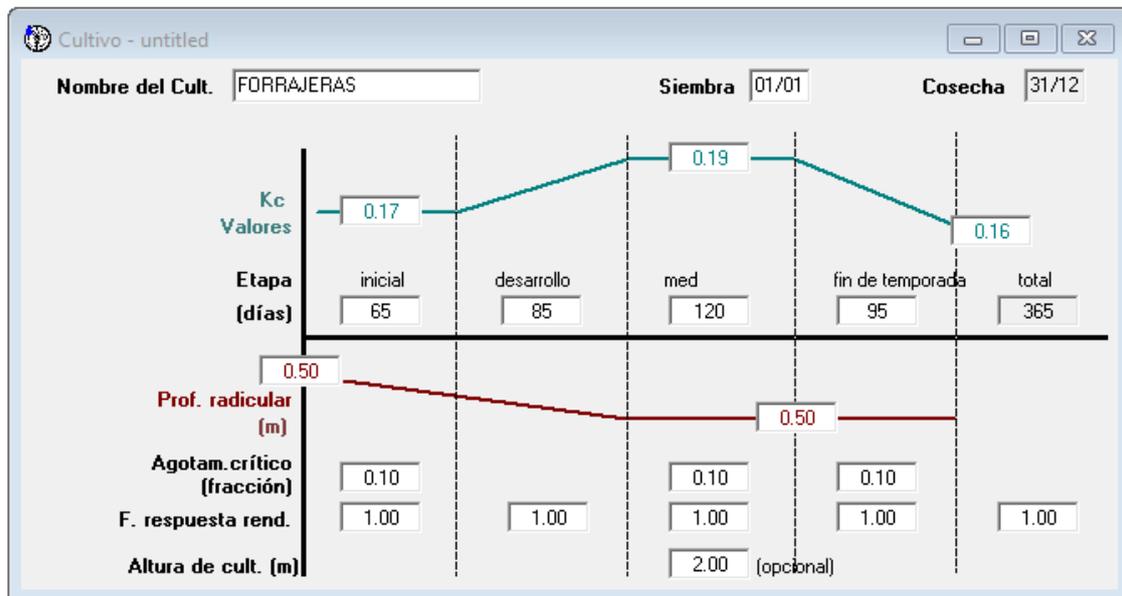
Est. de lluvia: PUEBLA DE GUZMAN Fecha de siembra: 01/01

Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inic	0.17	0.20	2.0	17.1	0.0
Ene	2	Inic	0.17	0.19	1.9	14.0	0.0
Ene	3	Inic	0.17	0.22	2.4	14.7	0.0
Feb	1	Inic	0.17	0.25	2.5	15.4	0.0
Feb	2	Inic	0.17	0.28	2.8	15.5	0.0
Feb	3	Inic	0.17	0.33	2.6	17.2	0.0
Mar	1	Des	0.17	0.38	3.8	19.7	0.0
Mar	2	Des	0.17	0.44	4.4	21.5	0.0
Mar	3	Des	0.18	0.50	5.5	20.5	0.0
Abr	1	Des	0.18	0.57	5.7	19.5	0.0
Abr	2	Des	0.19	0.64	6.4	18.9	0.0
Abr	3	Des	0.19	0.73	7.3	16.5	0.0
May	1	Des	0.19	0.83	8.3	14.0	0.0
May	2	Des	0.20	0.93	9.3	11.9	0.0
May	3	Med	0.20	1.08	11.9	8.9	3.0
Jun	1	Med	0.20	1.25	12.5	5.3	7.2
Jun	2	Med	0.20	1.40	14.0	2.2	11.9
Jun	3	Med	0.20	1.39	13.9	1.5	12.4
Jul	1	Med	0.20	1.37	13.7	0.5	13.2
Jul	2	Med	0.20	1.37	13.7	0.0	13.7
Jul	3	Med	0.20	1.32	14.5	0.4	14.2
Ago	1	Med	0.20	1.29	12.9	1.2	11.7
Ago	2	Med	0.20	1.25	12.5	1.7	10.8
Ago	3	Med	0.20	1.13	12.4	3.9	8.5
Sep	1	Med	0.20	1.00	10.0	5.0	5.0
Sep	2	Med	0.20	0.89	8.9	6.4	2.5
Sep	3	Fin	0.20	0.82	8.2	13.5	0.0
Oct	1	Fin	0.20	0.76	7.6	23.8	0.0
Oct	2	Fin	0.20	0.69	6.9	31.6	0.0
Oct	3	Fin	0.19	0.55	6.0	28.0	0.0
Nov	1	Fin	0.19	0.40	4.0	22.3	0.0
Nov	2	Fin	0.18	0.27	2.7	19.4	0.0
Nov	3	Fin	0.18	0.25	2.5	20.8	0.0
Dic	1	Fin	0.17	0.23	2.3	23.5	0.0
Dic	2	Fin	0.17	0.20	2.0	24.9	0.0
Dic	3	Fin	0.16	0.19	2.1	21.7	0.0
					260.1	502.9	114.1

Salida gráfica 4.- CROPWAT. Requerimientos de agua Algarrobos.

Según se desprende, las necesidades máximas en el mes de **Julio** de **1,42 mm/día** y un volumen anual neto de **1.141 m³/ha/año**.

4.1.3. Forrajeras.



Salida gráfica 5.- CROPWAT. Coeficiente de cultivo de Forrajeras.

Requerimiento de Agua del Cultivo

Estación ET: PUEBLA DE GUZMÁN Cultivo: FORRAJERAS

Est. de lluvia: PUEBLA DE GUZMAN Fecha de siembra: 01/01

Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inic	0.17	0.20	2.0	17.1	0.0
Ene	2	Inic	0.17	0.19	1.9	14.0	0.0
Ene	3	Inic	0.17	0.22	2.4	14.7	0.0
Feb	1	Inic	0.17	0.25	2.5	15.4	0.0
Feb	2	Inic	0.17	0.28	2.8	15.5	0.0
Feb	3	Inic	0.17	0.33	2.6	17.2	0.0
Mar	1	Des	0.17	0.38	3.8	19.7	0.0
Mar	2	Des	0.17	0.44	4.4	21.5	0.0
Mar	3	Des	0.18	0.50	5.5	20.5	0.0
Abr	1	Des	0.18	0.57	5.7	19.5	0.0
Abr	2	Des	0.19	0.64	6.4	18.9	0.0
Abr	3	Des	0.19	0.73	7.3	16.5	0.0
May	1	Des	0.19	0.83	8.3	14.0	0.0
May	2	Des	0.20	0.93	9.3	11.9	0.0
May	3	Med	0.20	1.08	11.9	8.9	3.0
Jun	1	Med	0.20	1.25	12.5	5.3	7.2
Jun	2	Med	0.20	1.40	14.0	2.2	11.9
Jun	3	Med	0.20	1.39	13.9	1.5	12.4
Jul	1	Med	0.20	1.37	13.7	0.5	13.2
Jul	2	Med	0.20	1.37	13.7	0.0	13.7
Jul	3	Med	0.20	1.32	14.5	0.4	14.2
Ago	1	Med	0.20	1.29	12.9	1.2	11.7
Ago	2	Med	0.20	1.25	12.5	1.7	10.8
Ago	3	Med	0.20	1.13	12.4	3.9	8.5
Sep	1	Med	0.20	1.00	10.0	5.0	5.0
Sep	2	Med	0.20	0.89	8.9	6.4	2.5
Sep	3	Fin	0.20	0.82	8.2	13.5	0.0
Oct	1	Fin	0.20	0.76	7.6	23.8	0.0
Oct	2	Fin	0.20	0.69	6.9	31.6	0.0
Oct	3	Fin	0.19	0.55	6.0	28.0	0.0
Nov	1	Fin	0.19	0.40	4.0	22.3	0.0
Nov	2	Fin	0.18	0.27	2.7	19.4	0.0
Nov	3	Fin	0.18	0.25	2.5	20.8	0.0
Dic	1	Fin	0.17	0.23	2.3	23.5	0.0
Dic	2	Fin	0.17	0.20	2.0	24.9	0.0
Dic	3	Fin	0.16	0.19	2.1	21.7	0.0
					260.1	502.9	114.1

Salida gráfica 6.- CROPWAT. Requerimientos de agua Forrajas.

Según se desprende, las necesidades máximas en el mes de **Julio** de **1,42 mm/día** y un volumen anual neto de **1.141 m³/ha/año**.

5. VOLUMEN AGUA DEMANDA AGRARIA.

A la vista de los resultados anteriores se observa que los valores de las necesidades hídricas de los cultivos coinciden con las dotaciones por cultivo indicadas en la Concesión de Aguas de la Comunidad.

Por tanto, el volumen necesario se obtiene afectando a la superficie regable por la dotación unitaria, para ello se toman los valores de la Concesión de Aguas.

CULTIVO	%	SUPERFICIE (ha)	DOTACIÓN NETA (m ³ /ha año)	VOLUMEN (m ³ /año)
CÍTRICOS	92,17	1.237,6450	4.222	5.225.337
ALGARROBOS	7,43	99,8067	4.000	117.059
FORRAJERAS	0,39	5,2781	4.222	6.190
TOTAL	100	1.342,7298	-	5.348.931

Del cuadro anterior se puede concluir que la demanda agraria de suministro total en la Comunidad de Regantes es de **5.348.931 m³/año**.

6. VOLUMEN TOTAL.

Además del riego de cítricos, forrajeras y algarobos (1.342,7298 ha), la Comunidad cuenta con una superficie con derecho a riego-Ganadero (46.000 aves, 70 cabezas de porcino y 37 cabezas de equino) Industrial (fábrica de zumos de Cítricos del Andévalo).

El volumen total asciende a **6.876.603 m³/año** (véase [Apéndice nº 1-Concesión de aguas](#), del *Anejo nº1.- Información y documentación PRTR*)