Equivalenze tra i sistemi C.G.S. e SI:

1 mbar = 0,1 kPa

1 cal · cm^{-2} · d^{-1} = 0,041868 MJ · m^{-2} · d^{-1}

1 MJ · m^{-2} · d^{-1} = 23,884 cal · cm^{-2} · d^{-1} = 0.408 mm · d^{-1}

1 mm · d^{-1} = 2,45 MJ · m^{-2} · d^{-1} = 58,6 cal · cm^{-2} · d^{-1}

1 W · m^{-2} = 0,0864 MJ · m^{-2} · d^{-1} = 2,064 cal · cm^{-2} · d^{-1}

Dati climatici Reggio Calabria

	Tmax ass. (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmin ass. (°C)	Tmean (°C)	RH (%)	ed (kPa)	ea (kPa)	n (h)	N (h)	n/N	Rs (cal cm^{-2} d^{-1})	Ra (cal cm^{2} d^{-1})
GEN	22,5	14,7	7,6	0,0	11,2	68			4.2			168	
FEB	22,9	15,0	8,0	0,5	11,5	71			5.3			244	
MAR	28,0	16,8	8,9	-1,2	12,9	70			5.6			294	
APR	29,5	19,4	11,2	4,0	15,3	76			7.0			358	
MAG	36,0	23,2	14,3	8,2	18,8	71			8.6			548	
GIU	39,5	27,8	18,2	10,0	23,0	70			10.0			578	
LUG	39,3	30,3	21,1	11,5	25,7	70			11.2			541	
AGO	41,0	30,8	21,4	14,2	26,1	74			10.5			535	
SET	37,0	28,5	19,2	9,8	23,9	73			8.3			385	
OTT	35,5	24,3	15,8	8,0	20,1	78			6.3			255	
NOV	31,0	20,5	12,6	5,0	16,6	76			4.3			139	
DIC	23,3	16,2	9,2	0,0	12,7	75			3.9			133	
ANNO													

	P (mm)	Freq. max (n giorni)	Freq. med (n giorni)	Freq. min (n giorni)
GEN	91	20	11	2
FEB	63	19	8	2
MAR	51	16	8	1
APR	38	10	5	1
MAG	25	9	4	0
GIU	15	7	2	0
LUG	4	3	1	0
AGO	14	6	2	0
SET	39	8	4	0
OTT	62	12	7	1
NOV	96	15	10	6
DIC	98	20	12	4
ANNO	**596**	**93**	**74**	**50**

Velocità stagionale media dei venti a Reggio Calabria

		Velocità media (m s^{-1})	Vento filato (Km d^{-1})
INVERNO	giorno	*5,80*	*547*
	notte	*6,88*	
PRIMAVERA	giorno	*3,55*	*401*
	notte	*5,75*	
ESTATE	giorno	*3,23*	*378*
	notte	*5,55*	
AUTUNNO	giorno	*5,18*	*531*
	notte	*6,15*	
ANNO	giorno	*4,43*	*464*
	notte	*6,08*	

Metodi indiretti

Metodi empirici di correlazione tra l'evapotraspirazione ed uno o più elementi climatici

Metodo	Tempe-ratura	RH.	Vento	Eliofa-nia relativa	Radia-zione globale	Radia-zione netta	Radia-zione. astron.	Evapo-rato
Thornthwaite	X							
Blaney-Criddle	X	(X)	(X)	(X)			X	
Radiazione solare	X	(X)	(X)	(**)	X			
Hargreaves	X						X	
Turc	X	(*)		(**)	X			
Penman	X	X	X	X		(X)		
Evaporimetro		(X)	(X)					X

X = Valori misurati (*) = per umidità inferiore al 50%

(X) = Valori stimati (**) = in assenza del dato della radiazione globale

Thornthwaite

$$Etp_0 = 16\ (10\ T/I)^a\ l \qquad (mm\ mese^{-1})$$

T= temperatura media mensile (°C)

I = indice annuo di calore

a = $675.10^{-9} \cdot I^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0{,}493$

l = media delle ore di luce diurna nel mese considerato/12

Fattore di correzione **l** in funzione della latitudine e del periodo dell'anno per la formula di Thornthwaite

mese lat	*G*	*F*	*M*	*A*	*M*	*G*	*L*	*A*	*S*	*O*	*N*	*D*
36	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
38	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
42	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
44	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,30	1,20	1,04	0,95	0,80	0,76
46	0,79	0,81	1,02	1,13	1,29	1,31	1,32	1,22	1,04	0,94	0,79	0,74
48	0,76	0,80	1,02	1,14	1,31	1,33	1,34	1,23	1,05	0,93	0,77	0,72

i = (t/5)1,514

Valori di “i” in funzione della temperatura media mensile (in °C) per la formula di Thornthwaite

Decim / *Interi*	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
3	0,46	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58	0,61	0.63	0,66	0.69
4	0,71	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,88	0.91	0,94	0.97
5	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1.22	1,25	1.29
6	1,32	1,35	1,39	1,42	1,45	1,49	1,52	1.56	1,59	1.62
7	1,66	1,70	1,74	1,77	1,81	1,85	1,89	1.92	l,%	2.00
8	2,04	2,08	2,12	2,15	2,19	2,23	2,27	2.31	2,35	2.39
9	2,44	2,48	2,52	2,56	2,60	2,64	2,69	2.73	2,77	2.81
10	2,86	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3.16	3,21	3.25
11	3,30	3,34	3,39	3,44	3,48	3,53	3,58	3.62	3,67	3.72
12	3,76	3,81	3,86	3,91	3,96	4,00	4,05	4.10	4,15	4.20
13	4,25	4,30	4,35	4,40	4,45	4,50	4,55	4.60	4,65	4,70
14	4,75	4,81	4,86	4,91	4,96	5,01	5,07	5.12	5,17	5.22
15	5,28	5,33	5,38	5,44	5,49	5,55	5,60	5,6.5	5,71	.5,76
16	5,82	5,87	5,93	5,98	6,04	6,10	6,15	6.21	6,26	6.32
17	6,33	6,44	6,49	6,55	6,61	6,66	6,72	6.78	6,84	6.90
18	6,95	7,01	7,07	7,13	7,19	7,25	7,31	7.37	7,43	7.49
19	7,55	7,61	7,67	7,73	7,79	7,85	7,91	7.97	8,03	8.10
20	8,16	8,22	8,28	8,34	8,41	8,47	8,53	8.59	8,66	8.72
21	8,78	8,85	8,91	8,97	9,04	9,10	9,17	9.23	9,29	9.36
22	9,42	9,49	9,55	9,62	9,68	9,75	9,82	9.88	9,95	10.01
23	10,08	10,15	10,21	10,28	10,35	10,41	10,48	10,55	10,62	10,68
24	10,75	10,82	10,89	10,95	11,02	11,09	11,16	11,23	11,30	11,37
25	11,44	11,50	11,57	11,64	11,71	11,78	11,85	11,92	11,99	12,06
26	12,13	12,21	12,28	12,35	12,42	12,49	12,56	12,63	12,70	12,78
27	12,85	12,92	12,99	13,07	13,14	13,21	13,28	13,36	13,43	13,50
28	13,58	13,65	13,72	13,80	13,87	13,94	14,02	14,09	14,17	14,24

Blaney-Criddle

$$Etp_0 = a + b \cdot p \cdot (0{,}46\ T + 8{,}13) = (mm\ d^{-1})$$

a + b = fattori di correzione variabili in funzione dell'umidità relativa, della ventosità e dell'eliofania relativa.

p = durata massima delle ore diurne del mese considerato (N) in % rispetto al totale annuo, alla latitudine considerata.

T = temperatura media mensile (°C)

Fattori di correzione a e b per la formula di Blaney - Criddle

Soleggiamento relativo (n/N)	Umidità relativa minima								
	Bassa (<20%)			Media (25-50%)			Alta (>50%)		
	*	a	b	*	a	b	*	a	b
Basso (< 0,6)	(3)	-1,60	1,40	(3)	-1,70	1,25	(3)	-1,45	0,98
	(2)	-1,80	1,28	(2)	-1,85	1,15	(2)	-1,55	0,88
	(1)	-2,00	1,15	(1)	-2,00	1,05	(1)	-1,65	0,80
		a	b		a	b		a	b
Medio (0,6–0,8)	(3)	-1,80	1,73	(3)	-2,10	1,52	(3)	-1,70	1,16
	(2)	-2,05	1,55	(2)	-2,15	1,38	(2)	-1,75	1,06
	(1)	-2,30	1,35	(1)	-2,20	1,20	(1)	-1,80	0,97
		a	b		a	b		a	b
Alto (> 0,8)	(3)	-2,00	2,06	(3)	-2,40	1,82	(3)	-1,70	1,31
	(2)	-2,30	1,82	(2)	-2,50	1,61	(2)	-1,95	1,22
	(1)	-2,60	1,55	(1)	-2,55	1,37	(1)	-2,15	1,14

(*) Classi di ventosità diurna: .. (1): < 2 m s^{-1}; (2): 2-5 ms^{-1}; (3): >5 ms^{-1}

Fattore di correzione "p" in funzione della latitudine e del periodo dell'anno per la formula di Blaney - Criddle

Latitude	North / South	Jan / July	Feb / Aug	Mar / Sept	Apr / Oct	May / Nov	June / Dec	July / Jan	Aug / Feb	Sept / Mar	Oct / Apr	Nov / May	Dec / June
0°		0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
5		0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27
10		0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26
15		0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25
20		0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,29	0,28	0,26	0,25	0,25
25		0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24
30		0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,31	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23
35		0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23	0,22
36		0,23	0,24	0,27	0,29	0,32	0,33	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23	0,22
38		0,22	0,24	0,27	0,30	0,32	0,33	0,33	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21
40		0,22	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
42		0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
44		0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22	0,20
45		0,20	0,23	0,27	0,30	0,34	0,35	0,34	0,32	0,28	0,24	0,21	0,20
46		0,20	0,23	0,27	0,30	0,34	0,35	0,34	0,32	0,28	0,24	0,21	0,20
50		0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,36	0,35	0,32	0,28	0,24	0,20	0,18
55		0,17	0,21	0,26	0,32	0,36	0,39	0,38	0,33	0,28	0,23	0,18	0,16
60		0,15	0,20	0,26	0,32	0,38	0,41	0,40	0,34	0,28	0,22	0,17	0,13

Turc

$$Etp_0 = 0.40 \cdot [T/(T + 15)] \cdot (Rs + 50) = (mm\ mese^{-1})$$

T = temperatura media mensile (°C)

Rs = radiazione solare (cal $cm^{-2}d^{-1}$)

Calcolo di **Rs** disponendo di dati di eliofania media giornaliera

$$Rs = (0,25 + 0,50\ n/N)\ Ra\ \ (cal\ cm^{-2}d^{-1})$$

n = Eliofania media giornaliera (h)

N = Eliofania giornaliera media massima (h)

Ra = Radiazione astronomica (cal $cm^{-2}d^{-1}$)

Durata media giornaliera dell'insolazione massima (N) nei 12 mesi dell'anno in funzione della latitudine

Lat.	Northem Hemisphere											
deg.	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
50	8,3	9,8	11,6	13,5	15,2	16,1	15,7	14,3	12,3	10,4	8,7	7,9
48	8,6	10,0	11,6	13,4	15,0	15,8	15,5	14,1	12,3	10,6	9,0	8,2
46	8,8	10,1	11,6	13,3	14,8	15,5	15,2	14,0	12,3	10,7	9,2	8,5
44	9,1	10,3	11,6	13,2	14,6	15,3	15,0	13,8	12,3	10,7	9,4	8,7
42	9,3	10,4	11,7	13,2	14,4	15,0	14,8	13,7	12,3	10,8	9,6	9,0
40	9,5	10,5	11,7	13,1	14,2	14,8	14,6	13,6	12,2	10,9	9,7	9,2
38	9,6	10,6	11,7	13,0	14,1	14,6	14,4	13,5	12,2	11,0	9,9	9,4
36	9,8	10,7	11,7	12,9	13,9	14,4	14,2	13,4	12,2	11,1	10,1	9,6
34	10,0	10,8	11,8	12,9	13,8	14,3	14,1	13,3	12,2	11,1	10,2	9,7
32	10,1	10,9	11,8	1,3	13,6	14,1	13,9	13,2	12,2	11,2	10,3	9,9
30	10,3	11,0	11,8	12,7	13,5	13,9	13,8	13,1	12,2	11,3	10,5	10,1
28	10,4	11,0	11,8	12,7	13,4	13,8	13,6	13,0	12,2	11,3	10,6	10,2
26	10,5	11,1	11,8	12,6	13,3	13,6	13,5	12,9	12,1	11,4	10,7	10,4
24	10,7	11,2	11,8	12,6	13,2	13,5	13,3	12,8	12,1	11,4	10,8	10,5
22	10,8	11,3	11,9	12,5	13,1	13,3	13,2	12,8	12,1	11,5	10,9	10,7
20	10,9	11,3	11,9	12,5	12,9	13,2	13,1	12,7	12,1	11,5	11,0	10,8

Radiazione extraterrestre (**Ra**) al 15° giorno dei 12 mesi dell'anno e per le diverse latitudini espressa in cal cm^{-2} d^{-1} per la formula di Turc (DATI FAO RIELABORATI)

Lat.						Northem Hemisphere						
deg.	**Jan**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**May**	**Jun**	**July**	**Aug**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dec**
70	0,0	62,1	248,4	549,3	840,7	1015,1	941,0	668,8	355,9	117,0	2,4	0,0
68	2,4	88,4	279,4	570,8	843,1	1003,1	929,1	683,1	384,5	143,3	16,7	0,0
66	14,3	114,6	308,1	592,3	850,3	988,8	926,7	699,8	413,2	172,0	35,8	2,4
64	33,4	140,9	336,8	616,2	857,4	984,0	926,7	716,5	439,5	203,0	57,3	14,3
62	54,9	169,6	367,8	635,3	867,0	984,0	931,5	730,9	465,7	231,7	81,2	31,0
60	78,8	198,2	396,5	656,8	874,2	984,0	936,3	747,6	492,0	260,3	105,1	52,5
58	102,7	229,3	422,7	678,3	883,7	986,4	941,0	764,3	518,3	289,0	131,4	74,0
56	129,0	257,9	451,4	697,4	893,3	988,8	945,8	778,6	542,2	317,7	160,0	100,3
54	155,2	286,6	477,7	716,5	902,8	991,2	950,6	792,9	566,1	346,3	186,3	124,2
52	183,9	315,3	504,0	735,6	912,4	993,6	957,7	807,3	589,9	375,0	215,0	152,9
50	212,6	343,9	530,2	752,3	919,5	996,0	960,1	821,6	613,8	403,6	243,6	179,1
48	241,2	375,0	556,5	769,1	926,7	998,4	964,9	833,6	635,3	432,3	272,3	207,8
46	269,9	403,6	580,4	785,8	933,9	1000,7	969,7	845,5	656,8	458,6	300,9	236,5
44	298,6	429,9	604,3	800,1	938,6	1000,7	972,1	857,4	678,3	484,8	332,0	265,1
42	329,6	458,6	628,1	814,4	943,4	1000,7	974,5	867,0	697,4	511,1	360,6	296,2
40	358,3	487,2	649,6	828,8	948,2	1000,7	974,5	876,5	716,5	537,4	389,3	324,8
38	386,9	513,5	671,1	840,7	953,0	998,4	974,5	883,7	733,2	563,7	418,0	353,5
36	418,0	539,8	692,6	852,7	955,4	996,0	974,5	893,3	752,3	587,5	446,6	384,5
34	446,6	566,1	714,1	862,2	955,4	993,6	974,5	898,0	766,7	611,4	475,3	413,2
32	475,3	592,3	733,2	871,8	955,4	988,8	972,1	905,2	783,4	635,3	504,0	441,9
30	504,0	616,2	750,0	878,9	955,4	984,0	969,7	907,6	797,7	659,2	530,2	472,9
28	532,6	640,1	769,1	886,1	955,4	976,9	964,9	912,4	809,7	680,7	556,5	501,6
26	558,9	664,0	783,4	893,3	953,0	969,7	960,1	914,8	824,0	699,8	585,2	530,2
24	587,5	687,9	800,1	898,0	948,2	962,5	953,0	914,8	833,6	721,3	609,0	556,5
22	613,8	709,4	814,4	902,8	943,4	955,4	945,8	917,1	845,5	740,4	635,3	585,2
20	640,1	730,9	828,8	905,2	938,6	943,4	938,6	914,8	855,0	759,5	661,6	611,4
18	666,4	752,3	840,7	907,6	931,5	933,9	929,1	912,4	862,2	776,2	685,5	640,1
16	690,2	771,5	852,7	910,0	924,3	921,9	919,5	910,0	869,4	792,9	707,0	666,4
14	714,1	790,6	862,2	910,0	917,1	910,0	910,0	907,6	876,5	809,7	730,9	690,2
12	738,0	807,3	871,8	907,6	907,6	898,0	898,0	902,8	881,3	824,0	752,3	716,5
10	761,9	824,0	881,3	905,2	898,0	883,7	886,1	895,7	886,1	838,3	773,8	740,4
8	783,4	840,7	888,5	902,8	886,1	867,0	871,8	888,5	888,5	850,3	795,3	764,3
6	804,9	855,0	893,3	898,0	874,2	852,7	857,4	881,3	890,9	862,2	814,4	785,8
4	826,4	869,4	898,0	893,3	859,8	835,9	843,1	871,8	890,9	874,2	833,6	809,7
2	845,5	883,7	902,8	886,1	845,5	816,8	826,4	862,2	890,9	883,7	850,3	831,2
0	864,6	895,7	905,2	878,9	831,2	797,7	809,7	852,7	888,5	893,3	867,0	850,3

Hargreaves

$$\mathbf{Etp_0 = 0{,}0023 \cdot Ra \cdot (T + 17{,}8) \cdot (Tmax - Tmin)^{0{,}5} = (mm\ d^{-1})}$$

T = temperatura media mensile (°C)

Tmax = media delle temperature massime (°C)

Tmin = media delle temperature minime (°C)

Ra = Radiazione astronomica (mm d^{-1})

Hargreaves modificata

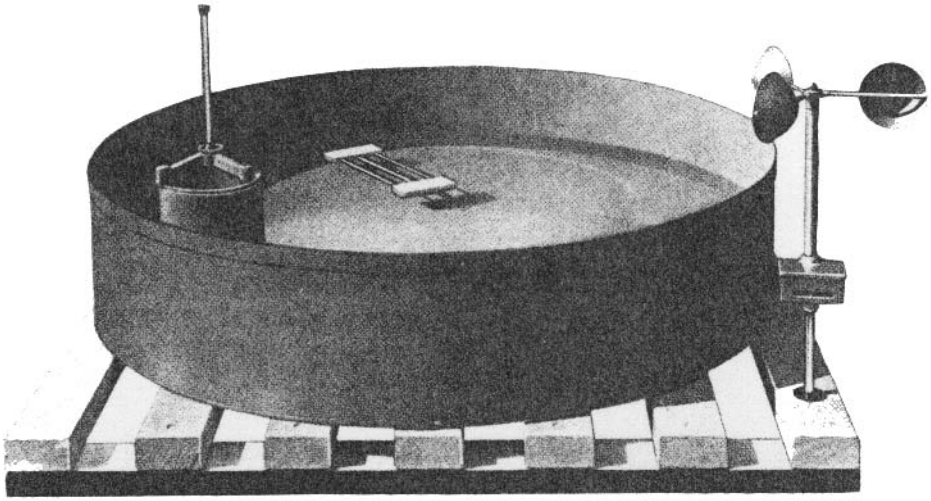
$$\mathbf{ETP0 = 0{,}0013 \cdot Ra \cdot (Tmean + 17) \cdot [(Tmax - Tmin) - 0{,}0123 \cdot P]^{0{,}76} = (mm\ d^{-1})}$$

P = pioggia mensile (mm)

Radiazione extraterrestre (**Ra**) al 15° giorno dei 12 mesi dell'anno e per le diverse latitudini espressa in mm d^{-1} per la formula di Hargreaves (DATI FAO RIELABORATI)

Lat.						Northem Hemisphere						
deg.	**Jan**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**May**	**Jun**	**July**	**Aug**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dec**
70	0,0	1,1	4,2	9,4	14,4	17,3	16,1	11,4	6,1	2,0	0,0	0,0
68	0,0	1,5	4,8	9,8	14,4	17,1	15,9	11,7	6,6	2,4	0,3	0,0
66	0,2	2,0	5,3	10,1	14,5	16,9	15,8	12,0	7,1	2,9	0,6	0,0
64	0,6	2,4	5,8	10,5	14,6	16,8	15,8	12,2	7,5	3,5	1,0	0,2
62	0,9	2,9	6,3	10,9	14,8	16,8	15,9	12,5	8,0	4,0	1,4	0,5
60	1,3	3,4	6,8	11,2	14,9	16,8	16,0	12,8	8,4	4,4	1,8	0,9
58	1,8	3,9	7,2	11,6	15,1	16,9	16,1	13,1	8,9	4,9	2,2	1,3
56	2,2	4,4	7,7	11,9	15,3	16,9	16,2	13,3	9,3	5,4	2,7	1,7
54	2,7	4,9	8,2	12,2	15,4	16,9	16,2	13,5	9,7	5,9	3,2	2,1
52	3,1	5,4	8,6	12,6	15,6	17,0	16,4	13,8	10,1	6,4	3,7	2,6
50	3,6	5,9	9,1	12,9	15,7	17,0	16,4	14,0	10,5	6,9	4,2	3,1
48	4,1	6,4	9,5	13,1	15,8	17,1	16,5	14,2	10,9	7,4	4,7	3,5
46	4,6	6,9	9,9	13,4	16,0	17,1	16,6	14,4	11,2	7,8	5,1	4,0
44	5,1	7,3	10,3	13,7	16,0	17,1	16,6	14,6	11,6	8,3	5,7	4,5
42	5,6	7,8	10,7	13,9	16,1	17,1	16,6	14,8	11,9	8,7	6,2	5,1
40	6,1	8,3	11,1	14,2	16,2	17,1	16,6	15,0	12,2	9,2	6,7	5,5
38	6,6	8,8	11,5	14,4	16,3	17,1	16,6	15,1	12,5	9,6	7,1	6,0
36	7,1	9,2	11,8	14,6	16,3	17,0	16,6	15,3	12,9	10,0	7,6	6,6
34	7,6	9,7	12,2	14,7	16,3	17,0	16,6	15,3	13,1	10,4	8,1	7,1
32	8,1	10,1	12,5	14,9	16,3	16,9	16,6	15,5	13,4	10,9	8,6	7,5
30	8,6	10,5	12,8	15,0	16,3	16,8	16,6	15,5	13,6	11,3	9,1	8,1
28	9,1	10,9	13,1	15,1	16,3	16,7	16,5	15,6	13,8	11,6	9,5	8,6
26	9,5	11,3	13,4	15,3	16,3	16,6	16,4	15,6	14,1	12,0	10,0	9,1
24	10,0	11,8	13,7	15,3	16,2	16,4	16,3	15,6	14,2	12,3	10,4	9,5
22	10,5	12,1	13,9	15,4	16,1	16,3	16,2	15,7	14,4	12,6	10,9	10,0
20	10,9	12,5	14,2	15,5	16,0	16,1	16,0	15,6	14,6	13,0	11,3	10,4
18	11,4	12,9	14,4	15,5	15,9	16,0	15,9	15,6	14,7	13,3	11,7	10,9
16	11,8	13,2	14,6	15,5	15,8	15,7	15,7	15,5	14,9	13,5	12,1	11,4
14	12,2	13,5	14,7	15,5	15,7	15,5	15,5	15,5	15,0	13,8	12,5	11,8
12	12,6	13,8	14,9	15,5	15,5	15,3	15,3	15,4	15,1	14,1	12,9	12,2
10	13,0	14,1	15,1	15,5	15,3	15,1	15,1	15,3	15,1	14,3	13,2	12,6
8	13,4	14,4	15,2	15,4	15,1	14,8	14,9	15,2	15,2	14,5	13,6	13,1
6	13,7	14,6	15,3	15,3	14,9	14,6	14,6	15,1	15,2	14,7	13,9	13,4
4	14,1	14,9	15,3	15,3	14,7	14,3	14,4	14,9	15,2	14,9	14,2	13,8
2	14,4	15,1	15,4	15,1	14,4	14,0	14,1	14,7	15,2	15,1	14,5	14,2
0	14,8	15,3	15,5	15,0	14,2	13,6	13,8	14,6	15,2	15,3	14,8	14,5

Metodo dell'evaporazione da evaporimetro



Ubicazione dell'evaporimetro

- *Prato di adeguata ampiezza, irrigato e sfalciato*
- *Terreno nudo*

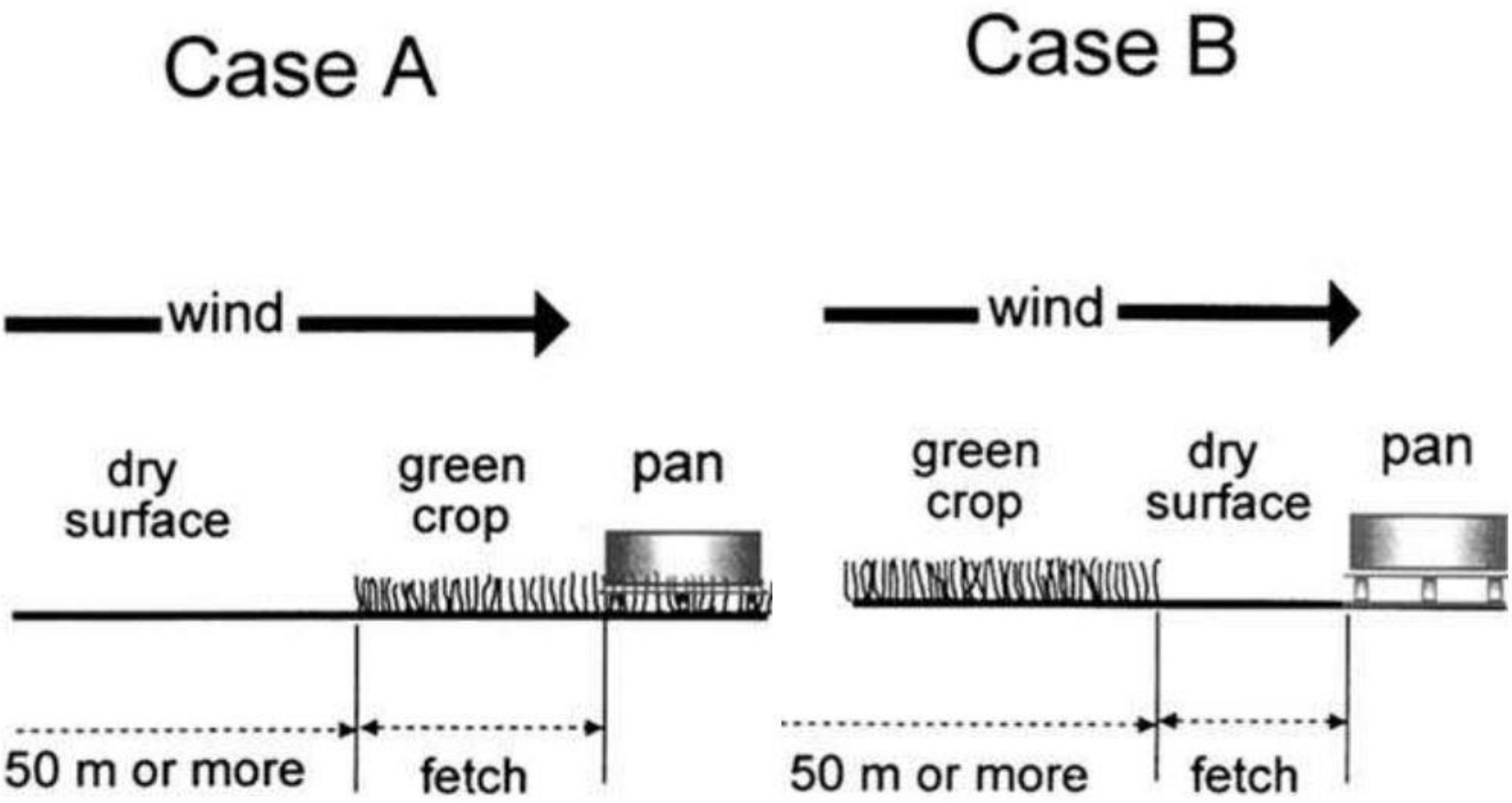
Relazione tra ETP ed evaporazione da evaporimetro

$$ETP = Ev * Kp$$

Ev = evaporazione da evaporinetro

Kp = coefficiente di conversione

Two cases of evaporation pan siting and their environment



Pan coefficients (K_p) for Class A pan for different pan siting and environment and different levels of mean relative humidity and wind speed (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24)

Class A pan	Case A: Pan placed in short green cropped area				Case B: Pan placed in dry fallow area			
	RH mean (%) →	low < 40	medium 40 - 70	high > 70	RH mean (%) →	low < 40	medium 40 - 70	high > 70
Wind speed ($m\ s^{-1}$)	Windward side distance of green crop (m)				Windward side distance of dry fallow (m)			
Light	1	.55	.65	.75	1	.7	.8	.85
< 2	10	.65	.75	.85	10	.6	.7	.8
	100	.7	.8	.85	100	.55	.65	.75
	1000	.75	.85	.85	1000	.5	.6	.7
Moderate	1	.5	.6	.65	1	.65	.75.	.8
2-5	10	.6	.7	.75	10	.55	.65	.7
	100	.65	.75	.8	100	.5	.6	.65
	1000	.7	.8	.8	1000	.45	.55	.6.
Strong	1	.45	.5	.6	1	.6	.65	.7
5-8	10	.55	.6	.65	10	.5	.55	.65
	100	.6	.65	.7	100	.45	.5	.6
	1000	.65	.7	.75	1000	.4	.45	.55
Very strong	1	.4	.45	.5	1	.5	.6	.65
> 8	10	.45	.55	.6	10	.45	.5	.55
	100	.5	.6	.65	100	.4	.45	.5
	1000	.55	.6	.65	1000	.35	.4	.45

Evapotraspirazione potenziale delle colture (ETPc)

ETPc differente da ETP_0

Kc

Elemento di raccordo

Scelta del coefficiente colturale

Stadi del ciclo delle colture

Iniziale germinazione, emergenza, 10% di copertura del terreno

Di copertura fino ad un grado di copertura del 70 – 80%

Di pieno sviluppo grado di copertura massimo

Finale riempimento dei semi, senescenza delle foglie, maturazione

Lunghezza della stagione di crescita (in giorni) e stadi di sviluppo colturale per alcune colture in differenti ambienti (da Doorenbos e Pruitt, 1984, modificato).

coltura	ambiente o clima	epoca di semina o di impianto	stadi di sviluppo colturale (*) 1	2	3	4	Totale
ARACHIDE	Africa Occidentale	stagione secca	25	35	45	25	130
	Medio Oriente (costa)	tarda primavera	35	45	35	25	140
AVENA	vedere frumento						
BARBABIETOLA	Mediterraneo	primavera	15	25	20	10	70
	Desertico	inizio st. fredda	25	30	25	10	90
BARBABIETOLA ZUCCHERO	Medio Oriente (costa)	novembre	45	75	80	30	230
	Medio Oriente (costa)	inizio estate	25	35	50	50	160
	Uruguay	inizio primavera	30	45	60	45	180
	Desertico a inv. caldo	fine inverno	35	60	70	40	205
CARCIOFO	California	aprile	40	40	250	30	360
CAROTA	Aridi/semiaridi	stagione fredda	20	30	80	20	150
	Aridi/semiaridi	stagione calda	20	30	30	20	100
	Mediterraneo	inizio primavera	25	35	40	20	120
	Mediterraneo	fine inverno	30	40	60	20	150
CARTAMO	California Centrale	primavera	20	35	45	25	125
	California Centrale	fine inverno	25	35	55	30	145
	Desertico a inv. caldo	inverno	35	55	60	40	190
CEREALI MINORI	Mediterraneo	primanera	20	30	60	40	150
	Pakistan, subdeserto	novembre	25	35	65	40	165
CETRIOLO	California (deserto)	agosto-ottobre	20	30	40	15	105
	Egitto	giugno	20	30	40	15	105
	Aridi/semiaridi	primavera	25	35	50	20	130
CIPOLLA (fresca)	Mediterraneo	primavera	25	30	10	5	70
	Aridi/semiaridi	inverno	20	45	20	10	95
CIPOLLA (secca)	Mediterraneo	primavera	15	25	70	40	150
	Aridi/semiaridi	inverno	20	35	110	45	210
COTONE	Egitto, Pakistan	marzo, maggio	30	50	60	55	195
	Sud Arabia	settembre	30	50	60	55	195
	Texas	primavera	30	50	55	45	180
CRUCIFERE	Mediterr./Continent.	primavera	20	30	20	10	80
	Mediterraneo	fine inverno	25	35	25	10	95
	Mediterraneo (costa)	autunno	30	35	90	40	195
FAGIOLO (secco)	Continentale	tarda primavera	20	30	40	20	110
	California, Pakistan	giugno	15	25	35	20	95
FAGIOLO (verde)	Mediterr., California	febbraio-marzo	20	30	30	10	90
	Egitto, California	agosto-settembre	15	25	25	10	75
FRUMENTO	India Centrale	novembre	15	25	50	30	120
	Semiaridi 35°-45° Lat.	inizio primavera	20	25	60	30	135
	Corea	novembre	20	25	60	30	135
	Africa Orient. (altip.)	luglio	15	30	65	40	150
GIRASOLE	Mediterraneo	primavera	25	35	45	25	130
	California (deserto)	inizio estate	20	35	45	25	125
LATTUGA	Mediterraneo	primavera	20	30	15	10	75
	Mediterraneo	fine inverno	30	40	25	10	105
	Subdesertico	inizio stag. fredda	25	35	30	10	100
	Subdesertico	fine stag. fredda	35	50	45	10	140
LENTICCHIA	Clima a inv. freddo	primavera	20	30	60	40	150
	Climi a inv. caldo	inizio st. fredda	25	35	70	40	170
LINO	Climi a inv. freddo	primavera	25	35	50	40	150
	Arizona (subdeserto)	prima dell'inverno	30	40	100	50	220
MAIS (dolce)	Filippine	inizio marzo	20	20	30	10	80
	Mediterraneo	tarda primavera	20	25	25	10	80
	Desertico	fine st. fredda	20	30	30	10	90
	Desertico	inizio st. fredda	20	30	50	10	110
MAIS (granella)	Africa Orient. (altip.)	primavera	30	50	60	40	180
	Desertico a inv. caldo	fine stag. fresca	25	40	45	30	140
	Nigeria (sub-umido)	giugno	20	35	40	30	125
	India	inizio ottobre	20	35	40	30	125
	Sud della Spagna	inizio aprile	30	40	50	30	150
MELANZANA	Desertico a inv. caldo	inverno	30	40	40	20	130
	Mediterraneo	tarda primavera	30	45	40	25	140
MIGLIO	Pakistan	giugno	15	25	40	25	105
	Pianure centrali USA	primavera	20	30	55	35	140
ORZO	vedere frumento						

segue

coltura	ambiente o clima	epoca di semina o di impianto	stadi di sviluppo colturale (*) 1	2	3	4	Totale
PATATA	Desertico a inv. caldo	inverno	25	30	30	20	105
	Aridi/semiaridi	fine inverno	25	30	45	30	130
	Continentale	tarda primavera	25	30	45	30	130
	Europa Centrale	inizio primavera	30	35	50	30	145
PEPERONE	Mediterraneo fresco	inizio primavera	30	35	40	20	125
	Continentale	inizio estate	30	35	40	20	125
	Continen. fresco costa	metà primavera	25	35	40	20	120
	Desertico a inv. caldo	inizio inverno	30	40	110	30	210
PISELLO	Marittimo fresco	inizio estate	15	25	35	15	90
	Mediterraneo	inizio primavera	20	25	35	15	95
	Mediterraneo	inverno	25	30	30	15	100
	Desertico a inv. caldo	inverno	20	25	35	15	95
POMODORO	Desertico a inv. caldo	inverno	30	40	40	25	135
	Desertico a inv. caldo	tardo autunno	35	45	70	30	180
	Mediterraneo	primavera	30	40	45	30	145
RAVANELLO	Continentale	inizio estate	5	10	15	5	35
	Desertico a inv. caldo	inverno	10	10	15	5	40
	Mediterraneo	inizio primavera	5	10	15	5	35
	Mediterraneo costiero	fine inverno	10	10	15	5	40
RICINO	Aridi/semiaridi	primavera	25	40	65	50	180
SEDANO	Semiaridi	autunno	25	40	95	20	180
	Semiaridi	inverno	30	55	105	20	210
	Mediterraneo umido	inizio estate	25	40	45	15	125
SOIA	USA Centrale	maggio	20	35	60	25	140
	California (deserto)	maggio-giugno	20	30	60	25	135
	Filippine	fine dicembre	15	15	40	15	85
	Giappone	prima metà giugno	20	25	75	30	150
SORGO	Desertico	stagione calda	20	30	40	30	120
	Pakistan	metà giugno	20	35	40	30	125
	Mediterraneo	maggio	20	35	40	30	125
	Usa (mid West)	maggio	20	35	40	30	125
	Aridi caldi	inizio primavera	20	35	45	30	130
SPINACIO	Mediterraneo	primavera	20	20	15	5	60
	Mediterraneo	sett.-ott./inverno	20	20	25	5	70
	Desertico a inv. caldo	inverno	20	30	40	10	100
ZUCCA	Desertico a inv. caldo	inverno	20	30	30	15	95
	Mediterraneo	fine inverno	20	30	30	15	95
	California (deserto)	agosto	20	35	30	25	110
	Europa (marittima)	inizio giugno	25	35	35	25	120
ZUCCHINO	Mediterraneo	primavera	25	35	25	15	100
	Europa (marittima)	inizio estate	20	30	25	15	90
	Desertico a inv. caldo	inverno	25	35	25	15	100

Coefficienti colturali (Kc) di alcune colture erbacee per differenti stadi di sviluppo e per condizioni climatiche prevalenti (da Doorenbos e Pruitt, 1984).

Coltura	Stadio	Umid. relativa min.: > 70%		< 20%	
		Vel. vento: m s^{-1}			
		0-5	5-8	0-5	5-8
ARACHIDE	3	0,95	1,00	1,05	1,10
	4	0,55	0,55	0,60	0,60
AVENA	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,25	0,25	0,20	0,20
BARBABIETOLA	3	1,00	1,00	1,05	1,10
	4	0,90	0,90	0,95	1,00
BARBABIETOLA da zucchero	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,90	0,95	1,00	1,00
CARCIOFO	3	0,95	0,95	1,00	1,05
	4	0,90	0,90	0,95	1,00
CAROTA	3	1,00	1,05	1,10	1,15
	4	0,70	0,75	0,80	0,85
CARTAMO	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,25	0,25	0,20	0,20
CEREALI MINORI	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,30	0,30	0,25	0,25
CETRIOLO	3	0,90	0,90	0,95	1,00
fresco	4	0,70	0,70	0,75	0,80
ind.	4	0,85	0,85	0,95	1,00
CIPOLLA (fresca)	3	0,95	0,95	1,00	1,05
	4	0,95	0,95	1,00	1,05
CIPOLLA (secca)	3	0,95	0,95	1,05	1,10
	4	0,75	0,75	0,80	0,85
COTONE	3	1,05	1,15	1,20	1,25
	4	0,65	0,65	0,65	0,70
CRUCIFERE	3	0,95	1,00	1,05	1,10
	4	0,80	0,85	0,90	0,95
FAGIOLO (secco)	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,30	0,30	0,25	0,25
FAGIOLO (verde)	3	0,95	0,95	1,00	1,05
	4	0,85	0,85	0,90	0,90
FRUMENTO	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,25	0,25	0,20	0,20
GIRASOLE	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,40	0,40	0,35	0,35
LATTUGA	3	0,95	0,95	1,00	1,05
	4	0,90	0,90	0,90	1,00
LENTICCHIA	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,30	0,30	0,25	0,25
LINO	3	1,00	1,05	1,10	1,15
	4	0,25	0,25	0,20	0,20
MAIS (dolce)	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,95	1,00	1,05	1,10
MAIS (granella)	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,55	0,55	0,60	0,60
MELANZANA	3	0,95	1,00	1,05	1,10
	4	0,80	0,85	0,85	0,90
MIGLIO	3	1,00	1,05	1,10	1,15
	4	0,30	0,30	0,25	0,25
ORZO	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,25	0,25	0,20	0,20
PATATA	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,70	0,70	0,75	0,75
PEPERONE	3	0,95	1,00	1,05	1,10
	4	0,80	0,85	0,85	0,90
PISELLO	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,95	1,00	1,05	1,10
POMODORO	3	1,05	1,10	1,20	1,25
	4	0,60	0,60	0,65	0,65
RAVANELLO	3	0,80	0,80	0,85	0,90
	4	0,75	0,75	0,80	0,85
RICINO	3	1,05	1,10	1,15	1,20
	4	0,50	0,50	0,50	0,50
SEDANO	3	1,00	1,05	1,10	1,15
	4	0,90	0,95	1,00	1,05
SOIA	3	1,00	1,05	1,10	1,15
	4	0,45	0,45	0,45	0,45
SORGO	3	1,00	1,05	1,10	1,15
	4	0,50	0,50	0,55	0,55
SPINACIO	3	0,95	0,95	1,00	1,05
	4	0,90	0,90	0,95	1,00
ZUCCA/ZUCCHINO	3	0,90	0,90	0,95	1,00
	4	0,70	0,70	0,75	0,80

Valori di Kc per alcune colture foraggere (da Doorenbos e Pruitt, 1984).

Specie/caratt. ambientali	Kc medio	(1) Kc max	(2) Kc min
ERBA MEDICA			
umido-ventosità moderata	0,85	1,05	0,50
secco-ventosità moderata	0,95	1,15	0,40
ventosità elevata	1,05	1,25	0,30
PRATO			
umido-ventosità moderata	0,80	1,05	0,60
secco-ventosità moderata	0,90	1,10	0,55
ventosità elevata	1,00	1,15	0,50
TRIFOGLIO/PRATO POLIFITA			
umido-ventosità moderata	1,00	1,05	0,55
secco-ventosità moderata	1,05	1,15	0,55
ventosità elevata	1,10	1,20	0,55
PASCOLO			
umido-ventosità moderata	0,95	1,05	0,55
secco-ventosità moderata	1,00	1,10	0,50
ventosità elevata	1,05	1,15	0,50

(1): Kc di picco (appena prima del taglio)
(2): Kc minimo (subito dopo il taglio), in condizioni di suolo secco. Con terreno umido aumentare del 30% circa.

App. A.12.4

Valori di Kc per vigneto adulto (*) (da Doorenbos and Pruitt, 1984).

clima/caratt. ambientali	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Climi a gelo intenso									
Schius. gemme: inizio maggio - raccolta: metà settembre - copert. terreno: 40-50%									
um. rel. min. > 70%; vento <5 m/s	—	—	0,50	0,60	0,70	0,70	0,60	0,50	—
um. rel. min. > 70%; vento >5 m/s	—	—	0,50	0,60	0,75	0,75	0,65	0,55	—
um. rel. min. < 20%; vento <5 m/s	—	—	0,45	0,65	0,80	0,85	0,75	0,60	—
um. rel. min. < 20%; vento >5 m/s	—	—	0,50	0,70	0,85	0,90	0,85	0,65	—
Climi a gelo moderato									
Schius. gemme: inizio aprile - raccolta: fine agosto/inizio sett. - copert. terreno: 30-35%									
um. rel. min. > 70%; vento <5 m/s	—	0,50	0,55	0,60	0,60	0,60	0,55	0,40	0,35
um. rel. min. > 70%; vento >5 m/s	—	0,50	0,55	0,65	0,65	0,65	0,60	0,45	0,35
um. rel. min. < 20%; vento <5 m/s	—	0,45	0,60	0,70	0,70	0,70	0,65	0,50	0,30
um. rel. min. < 20%; vento >5 m/s	—	0,45	0,65	0,75	0,75	0,75	0,70	0,55	0,30
Climi caldi e secchi									
Schius. gemme: fine febbr./inizio marzo - raccolta: fine luglio - copert. terreno: 30-35%									
um. rel. min. < 20%; vento <5 m/s	0,25	0,45	0,60	0,70	0,70	0,65	0,55	0,45	0,35
um. rel. min. < 20%; vento >5 m/s	0,25	0,45	0,65	0,75	0,75	0,70	0,55	0,45	0,35

(*) Valori validi per irrigazioni infrequenti, superficie del suolo asciutta per la maggior parte del tempo e terreno non inerbito (nudo).

App. A.12.5

Valori di Kc per gli agrumi (*) (da Doorenbos e Pruitt, 1984).

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Alberi adulti coprenti il terreno per il 70% circa												
Su terreno nudo	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,65	,70	0,70	0,70
Su terreno inerbito	0,90	0,90	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Alberi coprenti il terreno per il 50% circa												
Su terreno nudo	0,65	0,65	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,60	0,60
Su terreno inerbito	0,90	0,90	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Alberi coprenti il terreno per il 20% circa												
Su terreno nudo	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,50
Su terreno inerbito	1,00	1,00	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

(*) Coltivati in ambienti prevalentemente secchi, con ventosità moderna.

Table 18

Crop Coefficients (kc)

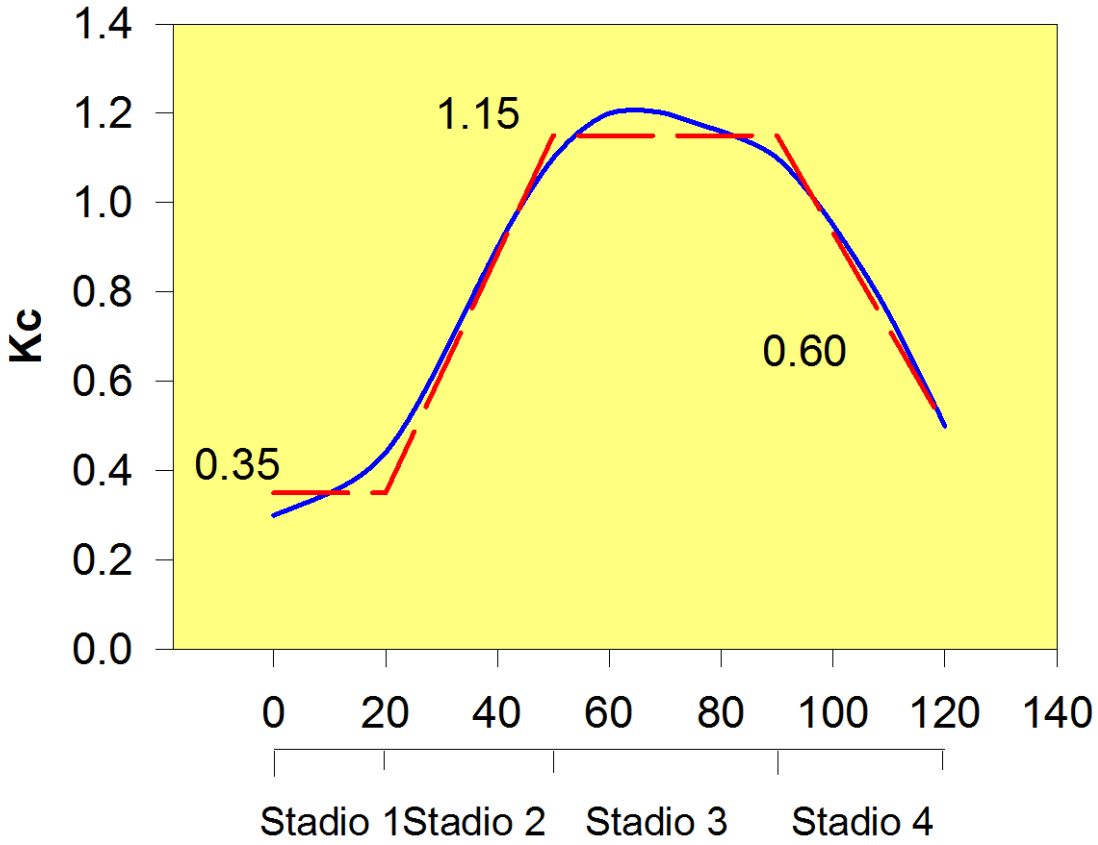
CROP	Crop Development stages					Total growing period
	Initial	Crop development	Mid-season	Late season	At harvest	
Banana						
tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8
subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95
Bean						
green	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
dry	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8
Cabbage	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Cotton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Grape	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Groundnut	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maize						
sweet	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
grain	0.3 -0.5*	0.7 -0.85*	1.05-1.2*	0.8 -0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Onion						
dry	0.4 -0.6	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8 -0.9
green	0.4 -0.6	0.6 -0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pea, fresh	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Pepper, fresh	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Potato	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Rice	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Safflower	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorghum	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soybean	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Sugarbeet	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9
Sugarcane	0.4 -0.5	0.7 -1.0	1.0 -1.3	0.75-0.8	0.5 -0.6	0.85-1.05
Sunflower	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.7 -0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tobacco	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.2	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomato	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.95	0.6 -0.65	0.75-0.9
Water melon	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.05	0.8 -0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Wheat	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2 -0.25	0.8 -0.9
Alfalfa	0.3 -0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Citrus						
clean weeding						0.65-0.75
no weed control						0.85-0.9
Olive						0.4 -0.6

First figure : Under high humidity (RHmin >70%) and low wind (U <5 m/sec).
Second figure: Under low humidity (RHmin <20%) and strong wind (>5 m/sec).

k_c

Tab. 3 - Coefficienti colturali utilizzati per l'olivo in diversi lavori sperimentali

Località	*Mar*	*Apr*	*Mag*	*Giu*	*Lug*	*Ago*	*Sett*	*Ott*
Bibbona (LI)					0,55	0,65	0,65	
Follonica (GR)				0,50	0,50	0,50		
Metaponto (MT)	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,60	0,65
Sassari		0,550	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55
Cordoba	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,55	0,60
Lleida	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
California	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
California, inerbimento	1,05	1,05	1,05	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95
Benevento				0,60	0,60	0,60	0,60	



Variazioni del Kc in una coltura di mais (Doorembos e Pruitt)

Evapotraspirazione reale (ETR)

ETP richiesta evapotraspirativa dell'atmosfera

ETR offerta da parte della vegetazione

situazione ideale

↓

ETR = ETP