

Prof. Sergio Pinna

RELAZIONE CLIMATOLOGICA

relativa al progetto di coltivazione della cava

Piastramarina (Comuni di Minucciano e Massa)

L'area di coltivazione – denominata “Cava Piastramarina” – di cui alla presente relazione, si sviluppa nella regione geografica delle Apuane, nei pressi del Passo della Focolaccia, a quote orientativamente comprese fra 1600 e 1650 metri sul livello del mare. Si tratta pertanto di un'area ricadente nella zona di spartiacque fra il versante marino e quello interno garfanino (Fig. 1 e 2).

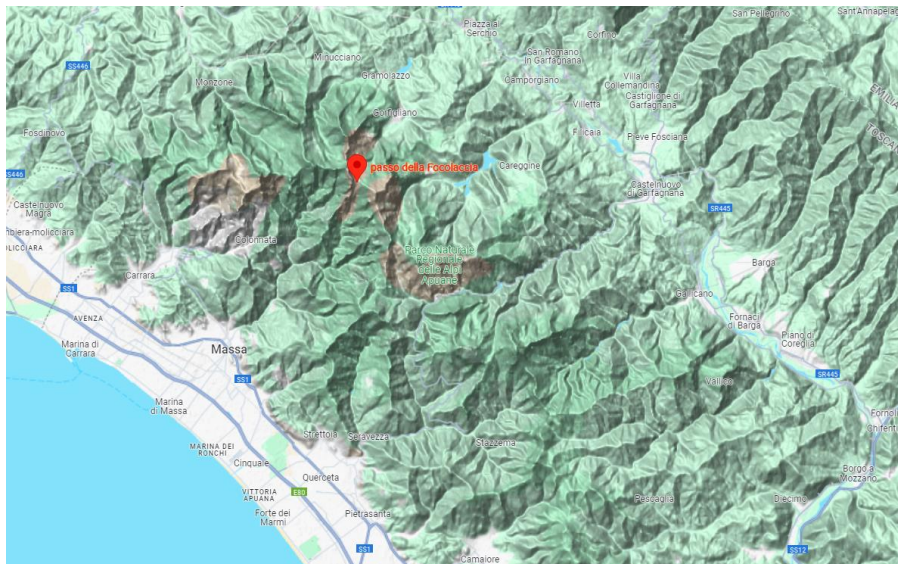


Fig. 1 – L'area geografica d'interesse, con l'indicazione del Passo della Focolaccia.

Sergio Pinna
Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

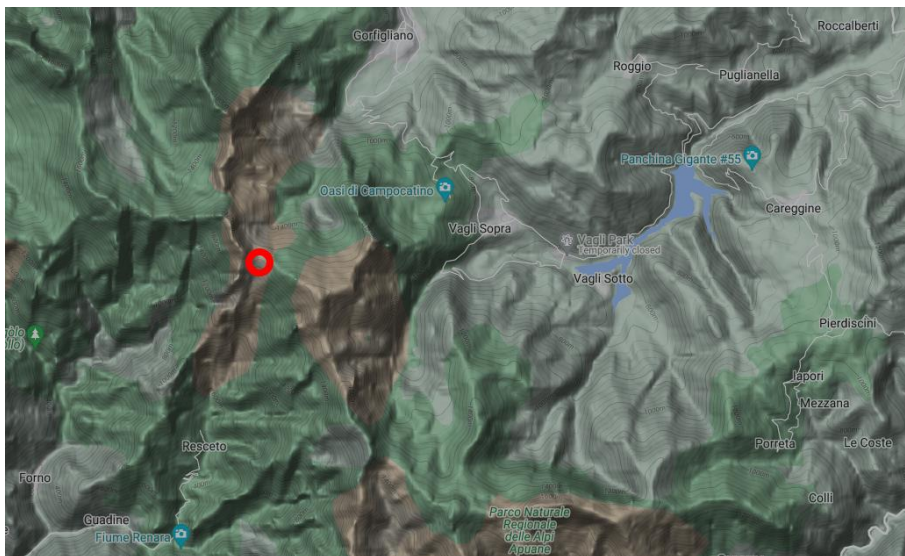


Fig. 2 – Il passo della Focolaccia, nel quadro dell’orografia locale.

1 – Un cenno agli aspetti climatici generali delle Alpi Apuane

Le Apuane costituiscono una catena montuosa – di piccola estensione ma di altitudine relativamente elevata – direttamente affacciata sul Mar Ligure e pertanto contraddistinta da un quadro climatico fortemente condizionato da questa situazione geografica.

Si riscontra in effetti un’evidente diversità climatica fra il settore occidentale e quello orientale, in conseguenza della marcata azione di barriera che queste montagne esercitano sia rispetto ai venti settentrionali, freddi e generalmente secchi, sia contro le correnti più umide che arrivano dal mar Ligure. Pertanto, il versante versiliese-marittimo presenta

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

un clima mite, con estati fresche ed inverni non troppo rigidi, mentre quello garfagnino-lunigianese (esposto a nord-est) mostra degli aspetti climatici di relativamente maggiore continentalità.

Particolarmente rilevanti sono le caratteristiche pluviometriche. Infatti, l'elevata ciclogenicità del Mar Ligure e il sensibile effetto di *stau* (dovuto al netto ostacolo che queste montagne creano allo spostamento delle masse di aria umida provenienti da occidente) costituiscono dei fattori che fanno delle Apuane una delle zone più piovose d'Italia, seconda soltanto alle Alpi e Prealpi Carniche.

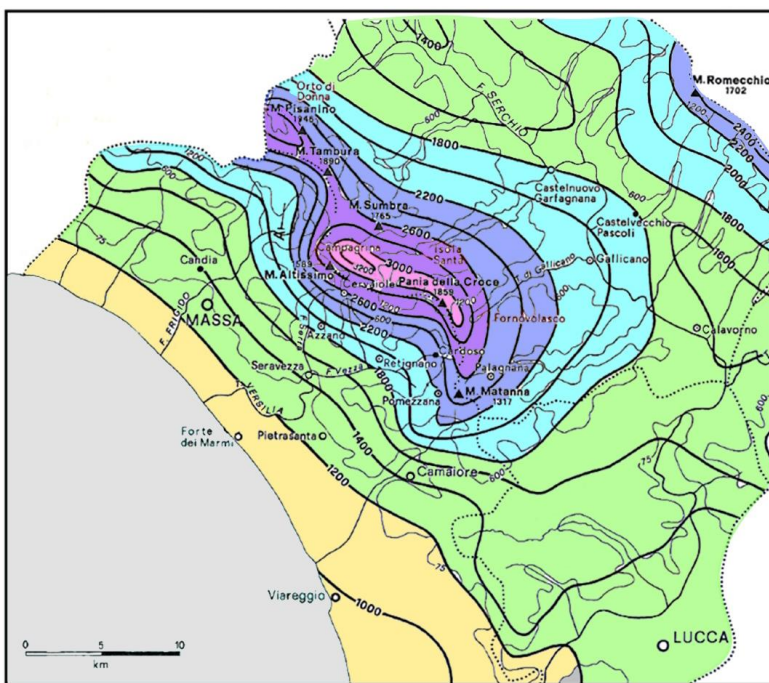


Fig. 3 – Carta a isoiete dei totali medi annui, nella regione delle Apuane.

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

La piovosità media annua, spostandosi dal mare in direzione da SO verso NE e quindi salendo di quota, passa da valori intorno ai 1000~1100 mm sulla costa a massimi che arrivano addirittura a superare i 3000 (Fig. 3). Ulteriormente significativo in proposito il fatto che alcune stazioni, in annate molto umide, abbiano registrato accumuli di pioggia abbondantemente superiori ai 4000 mm.

2 – Caratterizzazione climatica della zona del Passo della Focolaccia

Per una caratterizzazione dell'area d'attenzione, è opportuno utilizzare i dati di una fonte ufficiale: è stato allora fatto ricorso dell'archivio online del SIR (il Servizio Idrologico della Regione Toscana).

La stazione più vicina alla cava è quella di Orto di Donna, situata circa 3,3 km a NO del passo della Focolaccia, a una quota di 1070 m (Fig. 4). Per tale stazione, i dati delle precipitazioni iniziano nel 1997 e costituiscono una serie del tutto completa sino a oggi, consentendo così di rispettare quasi in pieno le indicazioni dal WMO (l'Organizzazione Meteorologica Mondiale), che prevederebbero, ai fini di una definizione corretta del clima di una determinata località, di effettuare le necessarie analisi statistiche su una serie trentennale di dati misurati.

Al contrario le rilevazioni delle temperature partono solo dal maggio 2021, non permettendo così di disporre di statistiche idonee per una classificazione rigorosa.

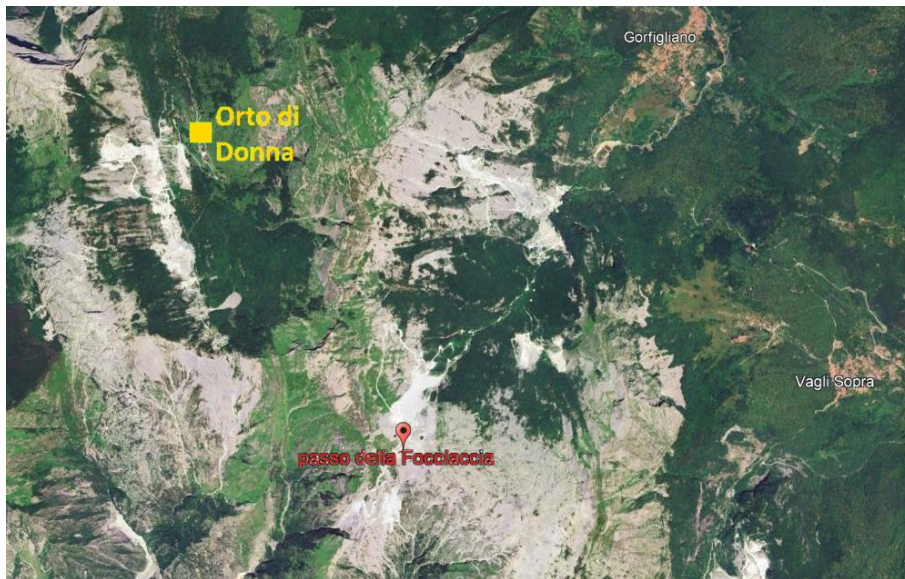
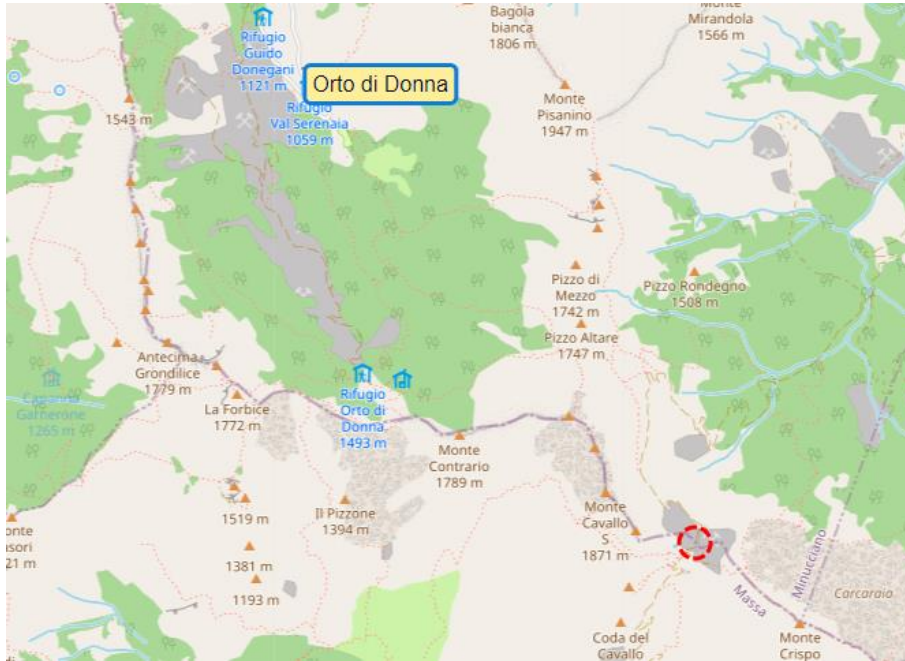


Fig. 4 – La posizione della stazione “Orto di Donna” del SIR (in giallo), rispetto a quella della cava in oggetto (in rosso).

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

Oltre alla molto ridotta quantità di dati termici, va poi rilevato che la cava si trova a un'altitudine superiore di 600 m circa, per cui i suoi valori reali di temperatura saranno apprezzabilmente inferiori a quelli di Orto di Donna. Per tentare di superare questo doppio problema e ottenere una plausibile – seppur assai approssimativa – stima delle temperature alla cava, si è fatto ricorso anche ai dati di Avenza, stazione situata nei pressi della costa, a una di quota di 15 m. Rapportando questi dati a quelli di Orto di Donna, sono così stati calcolati i gradienti altimetrici medi dei singoli mesi dell'anno (Fig. 5).

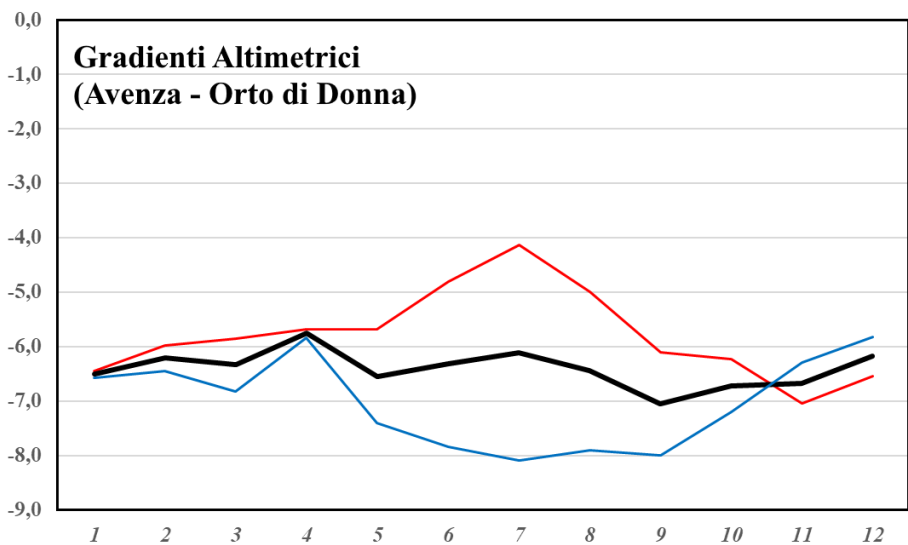


Fig. 5 – Gradienti altimetrici (°C/km) per le temperature massime (rosso), minime (azzurro) e nero (medie).

In definitiva, ipotizzando ragionevolmente che i gradienti calcolati possano essere applicati anche alle differenze tra Avenza e il passo della

Focolaccia, si è così arrivati alla stima dei valori termici medi mensili di quest'ultima località.

Le Temperature – Relativamente al periodo 2017-2023, la temperatura media annua è risultata di 6,2° con un'escursione annua (E_A) di 16,8°; il valore minimo si ha in gennaio e quello massimo in luglio (rispettivamente -1,4° e 15,4°). Nel complesso, si osserva un regime termico con caratteri di moderata marittimità (Fig. 6), fatto anche confermato dal calcolo degli indici di continentalità/oceanicità che seguono.

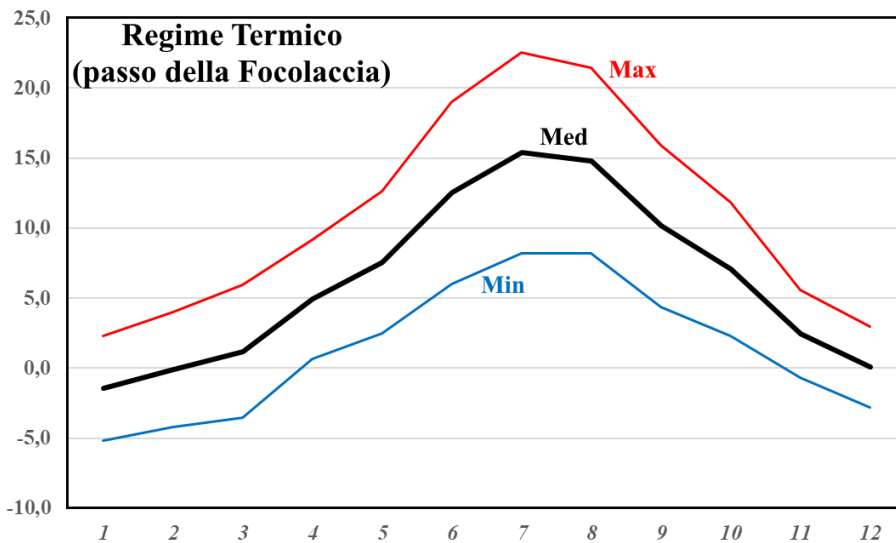


Fig. 6 – Temperature medie mensili, relativamente al periodo disponibile.

$$\text{Indice di Johansson} = [1,60 E_A / \text{sen}(\text{lat.})] - 14 = 24,6$$

$$\text{Indice di Kerner} = 100(T_{10} - T_4) / E_A = 13,1$$

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

L'indice di Johansson è un parametro che cresce con la continentalità; valori inferiori a 33 denotano climi di tipo marittimo. Quello di Kerner cresce invece con l'aumento dell'oceanicità, essendo direttamente proporzionale alla differenza delle temperature medie dei mesi di ottobre e aprile (T_{10} e T_4); avendo i climi continentali valori dell'indice inferiori a 10, il risultato ottenuto conforta la valutazione di leggera marittimità per la località in esame.

L'escursione diurna è pari a $9,8^\circ$ come media annua, con un regime abbastanza regolare (Fig. 7), che mostra minimi in novembre e dicembre ($6,2^\circ$ e $5,8^\circ$ rispettivamente) e massimi estivi ($14,4^\circ$ in luglio).

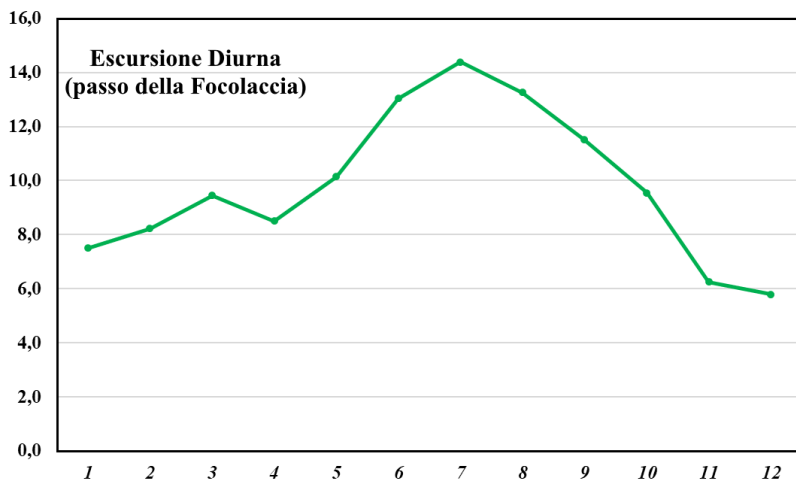


Fig. 7 – Valori medi mensili dell'escursione diurna.

Nota - È opportuno infine precisare che, nell'ambito delle stazioni con rilevamento delle temperature oggi attivo, sarebbero state utilizzabili pure le statistiche di Candia Scurtarola, oltretutto dotata di una serie più lunga. Tuttavia, un controllo comparato

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

dei suoi dati con quelli corrispondenti di altre stazioni della zona ha evidenziato una tendenza a differenze positive che lasciano dei dubbi, considerando l'altitudine e la situazione del contesto ambientale dei diversi luoghi di misura. È per questo motivo si è così preferito fare riferimento alle statistiche di Avenza.

Le Precipitazioni – Nel periodo 1997-2023, la media dei totali annui è stata di 2700 mm (Tab. 1), con oscillazione dei valori fra un minimo di 1574 (nel 2022) e un massimo di 4140 (nel 2010). Per quanto concerne il regime, i mesi decisamente più piovosi risultano novembre e dicembre (409 e 387 mm rispettivamente), mentre il trimestre estivo appare piuttosto asciutto, apportando solo un 9% del totale annuo (Fig. 8). Con 1144 mm, il gennaio 2014 è stato il mese record della serie.

Tab. 1 – Medie mensili e annue (1997-2023) delle precipitazioni e del n° di giorni piovosi a Orto di Donna. Sono anche riportati i massimi e minimi assoluti della serie.

	<i>gen</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>mag</i>	<i>giu</i>	<i>lug</i>	<i>ago</i>	<i>set</i>	<i>ott</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>	<i>Anno</i>
Precipitazioni (mm)													
Media	302	231	255	224	155	116	55	83	176	306	409	387	2700
Max	1144	670	846	588	417	353	262	159	389	627	1010	1020	4140
Min	33	17	18	19	16	6	4	5	31	23	36	14	1574
N° giorni piovosi													
Media	11,9	9,7	11,9	12,0	10,8	7,0	5,0	5,6	8,4	11,6	14,1	13,4	121,4
Max	21	23	23	22	19	13	14	15	18	18	28	26	161
Min	4	2	4	5	4	1	1	1	1	4	5	4	85

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

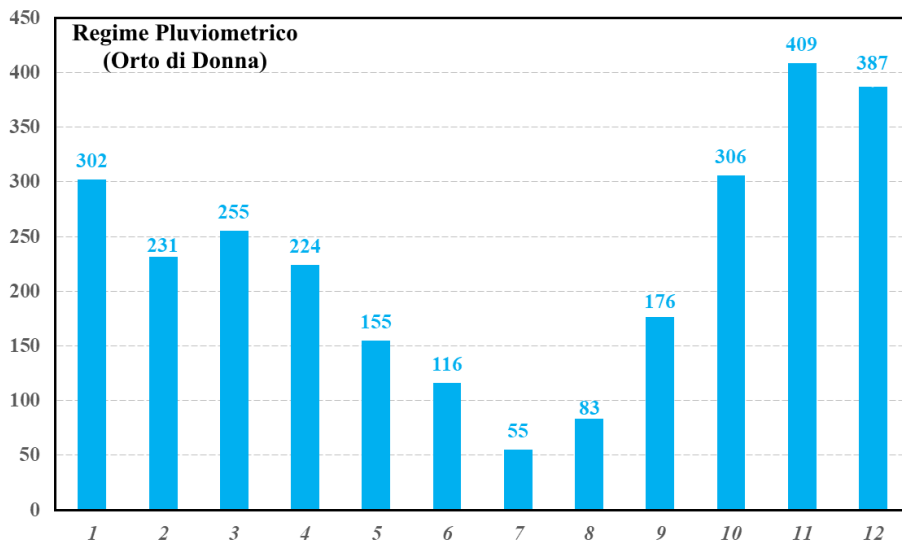


Fig. 8 – I cumulati medi mensili di precipitazione, per il periodo 1997-2023.

Rapportando i cumulati di pioggia al numero dei giorni piovosi, si ricavano valori molto elevati per l'intensità giornaliera media: 22,2 mm/giorno come dato annuo, con oscillazione dal minimo di 10,9 in luglio al massimo di 29,0 in novembre (Fig. 9).

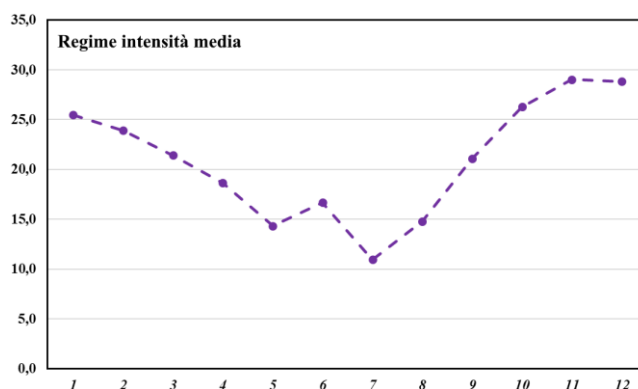


Fig. 9 – Valori mensili dell'intensità media a Orto di Donna (mm/gp).

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

È significativo poi rilevare che la zona in oggetto, in ragione delle sue caratteristiche di elevata piovosità, è anche interessata da eventi pluviometrici di forte entità, come si può evincere dalle serie storiche della tabella 2; si noti, ad esempio, che nel periodo 1999-2017 il massimo in 24h è stato superiore a 300 mm in due occasioni.

Tab. 2 – Valori massimi annui di pioggia, per gli intervalli di tempo indicati.

	15 min	30min	1h	3h	6h	12h	24h
1999		26,4	46,0	70,4	106,6	129,4	154,0
2000	19,6						202,6
2001	21,8	41,2	49,4	55,2	84,0	105,4	162,2
2002	11,0	22,0	26,8	44,0	68,6	103,0	106,4
2003	32,0	51,8	83,6	165,2	232,0	294,6	332,6
2004	31,6	62,0	106,0	129,6	134,4	135,2	164,4
2005	21,2	26,2	38,6	67,4	90,4	146,8	200,2
2006	14,2	18,0	25,2	70,4	111,6	128,2	152,6
2007	8,8	13,8	18,0	36,6	54,0	87,2	131,4
2008	22,6	29,0	37,0	87,8	156,0	240,8	325,8
2009	31,8	60,8	118,2	169,6	176,8	235,4	291,2
2010	22,6	38,8	43,8	72,6	105,8	169,2	273,6
2011	19,8	35,8	52,2	60,6	92,8	139,6	184,8
2012	21,8	40,8	63,4	142,6	214,2	265,0	288,8
2013	30,0	37,0	47,8	75,0	129,8	179,4	197,6
2014	18,6	30,0	40,6	76,6	101,0	164,2	226,6
2015	16,0	25,4	44,4	64,4	72,8	77,8	114,6
2016	26,2	35,0	57,6	77,0	124,2	144,8	150,4
2017	19,4	22,0	25,0	49,6	87,6	158,8	260,0
medie	21,6	34,2	51,3	84,1	119,0	161,4	206,3

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

Classificazioni Climatiche – Considerando insieme i dati di temperatura e quelli delle precipitazioni, è possibile arrivare a una sintesi dei caratteri climatici, che può poi essere espressa anche con l'inquadramento secondo opportuni schemi classificativi.

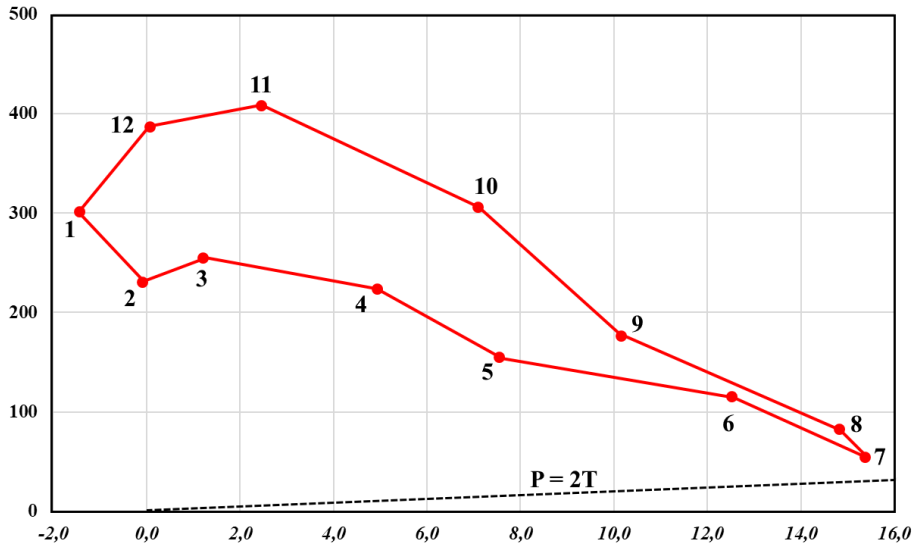


Fig. 10 – Il climogramma del passo della Focolaccia (le coordinate dei punti sono date dai valori medi di temperatura e di piovosità dei singoli mesi). Il grafico evidenzia bene la differenza fra il periodo novembre-marzo, freddo e molto piovoso, e l'estate assai più calda e relativamente asciutta.

Dall'esame del climogramma (Fig. 10), si evince che nessuno dei mesi può essere considerato asciutto, in quanto tutti i punti ricadono al di sopra della retta di equazione " $P = 2T$ ", che indica la condizione limite di aridità, secondo il noto modello di Gaussen-Bagnouls.

Nel metodo di classificazione di Köppen, la zona in oggetto ricade nel tipo **Cfb**, cioè appartiene ai climi temperati (classe C), senza una

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

stagione secca e col mese più caldo che rimane al di sotto dei 22° di temperatura media, ma con almeno 4 mesi con $T > 10^\circ$.

Ricorrendo al metodo di Trewarta – una modifica di quello di Köppen – la classificazione è espressa dalla formula **Dcb**, che corrisponde a clima temperato continentale con estate fresca (da 4 a 7 mesi con $T > 10^\circ$; mese più freddo con $T < 0^\circ$; mese più caldo con $T < 22^\circ$).

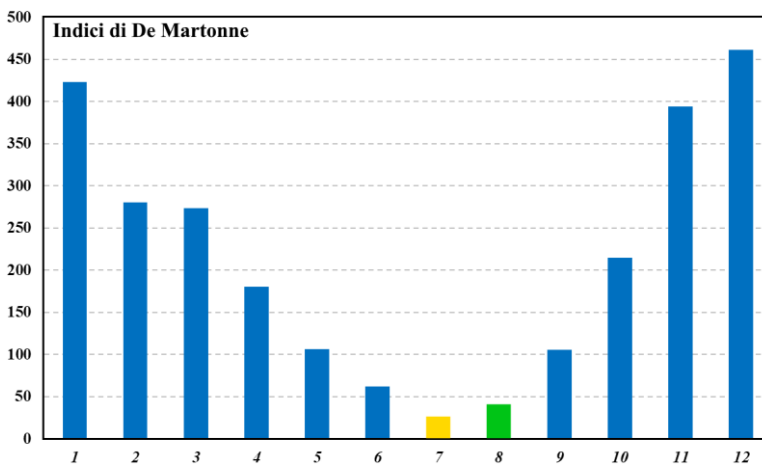


Fig. 11 – Indici mensili di aridità di De Martonne. (giallo = subumido; verde = umido; azzurro = iperumido)

Sempre utilizzando i valori di precipitazione e di temperatura, è possibile classificare i singoli mesi col metodo dell'indice di aridità di De Martonne (Fig. 11). Luglio risulta “subumido” (intervallo 20-30) e agosto “umido” (30-60); i dieci restanti rientrano tutti nella categoria “iperumidi” (> 60). Da notare che giugno è molto vicino al valore soglia di 60, per cui la sua classificazione potrebbe cambiare a seconda delle serie temporali che si dovessero utilizzare.

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

Un cenno al regime dell'intensità del vento – Nella zona in esame non sono disponibili stazioni con dati anemometrici che abbiano quota comparabile con quella del passo della Focolaccia. Le statistiche di Campocecina (1000 m) e di Careggine (1100 m) possono comunque fornire delle utili indicazioni, almeno a riguardo del regime, cioè della distribuzione nell'anno dei valori medi di velocità (Fig. 12).

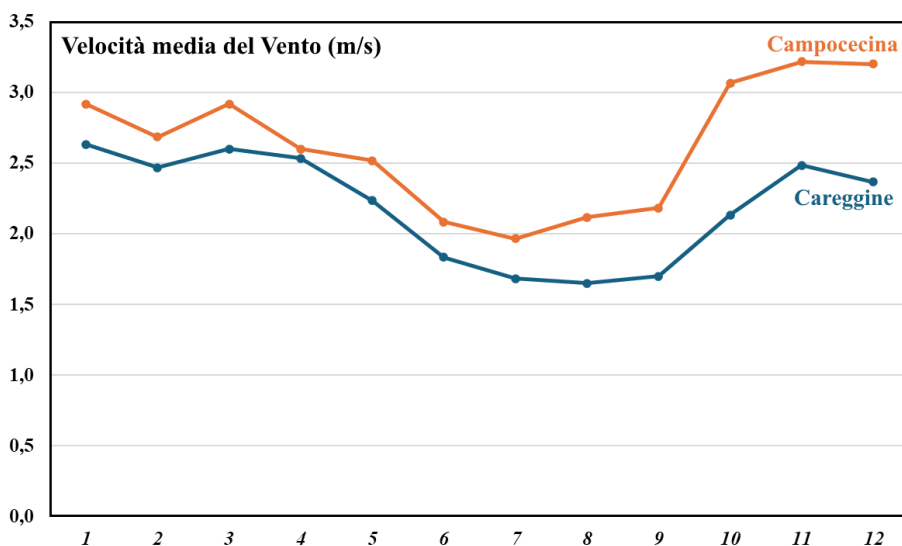


Fig. 12 – Il regime medio 2018-2023 della velocità del vento nelle due stazioni indicate. In entrambi i casi appare evidente una fase di minimo nella stagione estiva.

3 – Considerazioni sul microclima e sue possibili modificazioni

Qualche considerazione di carattere generale – Il termine “microclima” serve a esprimere i caratteri climatici di un’area geografica di contenuta estensione, nella quale i parametri atmosferici medi

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

differiscono in modo apprezzabile da quelli delle zone immediatamente circostanti, in ragione di particolari aspetti topografici, geomorfologici e ambientali.

In determinati contesti geografici, oltre all'esame dei lineamenti climatici generali, può in effetti essere importante anche cercare di scendere a un maggiore dettaglio, valutando cioè eventuali peculiarità microclimatiche, che possono derivare da situazioni di molteplici tipologie. È, ad esempio, il caso dell'isola di calore generata dalle aree urbane, oppure quello dei versanti montani, ove la varietà possibile nell'esposizione al sole o nel tipo di copertura vegetale può dar luogo a valori significativamente diversi di certe grandezze meteorologiche.

Da un punto di vista puramente teorico, ogni volta che viene programmato un qualsiasi intervento sul territorio, ci si potrebbe porre la domanda se ciò possa comportare delle modificazioni microclimatiche. Nella pratica, tale domanda può però avere senso solo se le opere progettate dovessero essere particolarmente importanti per tipologia e/o estensione.

Nel caso delle normali attività estrattive, per le quali si possano escludere delle variazioni significative negli aspetti morfologici della zona interessata, è di fatto impossibile che si possa pensare a mutamenti climatici avvertibili. Infatti, l'unico cambiamento, che si potrebbe verificare sul microclima, sarebbe dato dal passaggio da suolo ricoperto da vegetazione a suolo denudato, visto che l'interazione suolo-atmosfera risulta costituire un importante fattore nella determinazione dei caratteri climatici anche a livello locale. Gli effetti sarebbero quelli di un

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

incremento della temperatura alla superficie del terreno (parametro indicato in climatologia come *LST*, *Land Surface Temperature*), che determina in conseguenza un aumento anche della temperatura dell'aria. Tale aumento non è facilmente quantificabile in linea teorica, ma, sulla base di esempi pratici, può essere ragionevolmente stimato fra 1,0° e 1,5° sulla media annua. Un incremento che però riguarderebbe aree di dimensioni così ridotte, da avere conseguenze di fatto inavvertibili su un circondario anche di estensione molto contenuta.

In merito al progetto di coltivazione della cava Piastramarina – Quanto detto finora in questo terzo paragrafo va inteso in termini puramente teorico-introductivi, perché, nel caso in questione, il progetto di coltivazione della cava Piastramarina non prevede la creazione di nuove aree di attività estrattiva a cielo aperto, ma riguarda soltanto delle indicazioni operative, nell'ambito di un sito già esistente (Fig. 13).

Trattandosi pertanto di un intervento che si risolve all'interno di un'area di cava già attiva, quindi senza alcun cambiamento nel quadro ambientale esistente, non è nemmeno teoricamente ipotizzabile qualsiasi modifica all'attuale microclima locale; un discorso che vale anche indipendentemente da qualsiasi ordine di grandezza di modificazione dei parametri climatologici che si volesse prendere in considerazione.



Fig. 13 – Una visione zenitale – da Google Earth, 2024 – dell’area nella quale ricade la cava Piastramarina (evidenziata col tratteggio in giallo).

In definitiva, si può ritenere che la messa in atto del progetto di coltivazione della cava Piastramarina non possa comportare alcuna modificazione, anche minimamente avvertibile, al microclima della zona nella quale detto sito di coltivazione ricade.

Prof. Sergio Pinna

A handwritten signature in blue ink that reads "Sergio Pinna". The signature is fluid and cursive, with the first letters of the first and last names being capitalized and prominent.

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa

Sergio Pinna

Professore Ordinario di Geografia

Università di Pisa

Docente di:

“Climatologia Generale” (CdS magistrale Scienze Ambientali)

“Geografia e Storia del Clima” (CdS magistrale Storia)

Autore di numerosi articoli e volumi di argomenti climatologici, fra cui i manuali:

Argomenti di Climatologia Applicata, Aracne, 2012

Lineamenti di Climatologia, Aracne, 2017

Climatologia e Riscaldamento Globale, La Vela, 2022

Sergio Pinna

Prof. Ordinario di Geografia, docente di Climatologia, Università di Pisa