# INFLUENZA DELL'OSCILLAZIONE ARTICA SU DIVERSE REALTA' MICROCLIMATICHE DELLA REGIONE CAMPANIA

Il presente elaborato, dopo un'accurata e ampia parte descrittiva relativa all'Analisi degli Indici di Teleconnessione e la loro grandissima rilevanza sulla Circolazione Generale dell'Atmosfera, ha avuto l'obiettivo nella sua parte sperimentale, qui sintetizzata, di quantificare l'influenza dell'andamento dell'Indice di Teleconnessione Troposferico AO (*Arctic Oscillation*) su realtà territoriali caratterizzate da andamenti microclimatici fortemente legati alle caratteristiche geo-morfologiche locali.

Per questo si è deciso di prendere in considerazione tre diverse località del Territorio Campano e di ricostruire i loro ultimi 31 anni (1981/2011) di dati Termopluviometrici [*Tmin media mensile* (°*C*) , *Tmax media mensile* (°*C*) e *Precipitazioni mensili* (mm) ] :

- **-GRAZZANISE (PIANURA SUBLITORANEA)**: a circa 12 km dal mare, con totale assenza di rilievi nelle immediate adiacenze. Essa risulta, pertanto, aperta alle influenze dirette di tipo marittimo provenienti dal Mar Tirreno. La collocazione in area pianeggiante favorisce fasi di inversione termica al suolo, con correlati accenni di continentalità.
- **BENEVENTO (FONDOVALLE INTERNO SUB-APPENNINICO)**: postazione ubicata in una ampia depressione orografica interna, circondata, nelle immediate adiacenze, da colline e da montagne. Ciò comporta una forma di "isolamento" climatico, con presenza di spiccati caratteri di continentalità.
- MONTEVERGINE (MONTAGNA): postazione di montagna, soggetta alle influenze dirette dei sistemi meteorologici a scala sinottica, la quale fornisce, in particolare nel semestre freddo, una rappresentazione della struttura atmosferica poco discosta da quella relativa alla quota isobarica di 850 hPa (libera atmosfera). Manca del tutto il fenomeno dell'inversione termica.

I parametri Termopluviometrici sono stati estrapolati mediante una ricerca presso le seguenti fonti:

#### - ANNALI DEL SERVIZIO IDROLOGICO NAZIONALE:

Stazione Benevento Genio Civile - Periodo 1981/1993 - Dati sottoposti a Digitalizzazione

#### - ARCHIVIO SERIE TEMPORALI SCIA:

(<u>Sistema Nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati Climatologici di Interesse</u> <u>Ambientale</u>)

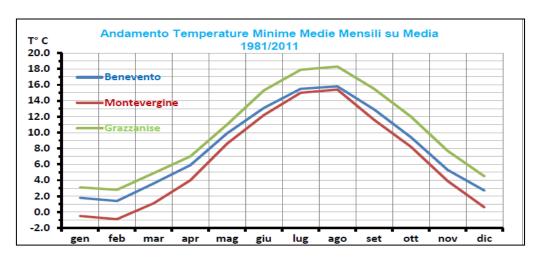
Stazione <u>Benevento Piano Cappelle</u> U.C.E.A - Periodo 1994/2011 Stazione di <u>Grazzanise</u> dell' Aeronautica Militare (A.M.)

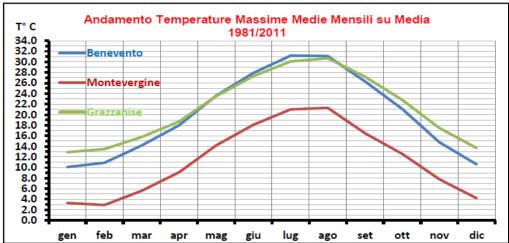
#### - OSSERVATORIO METEOROLOGICO DEL SANTUARIO DI MONTEVERGINE :

Stazione di Montevergine

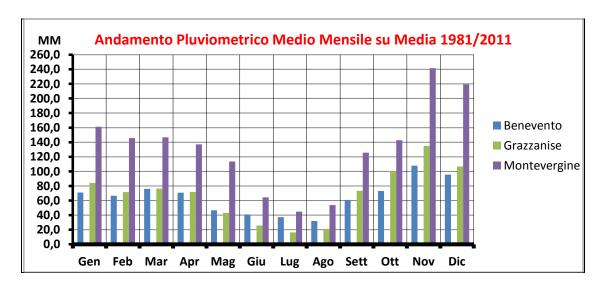
I valori relativi dell'Indice AO sono stati estrapolati mediante una ricerca presso il :

- **N.O.A.A (National Oceanic Atmospherical Administration)** : Ente statunitense di ricerca maggiormente accreditato in materia di monitoraggio ambientale e meteo-climatico





Grafici relativi all'andamento delle Temperature Minime e Massime Medie Mensili relative alla media 1981/2011. Evidente l'Inversione Termica che agisce sulle Temperature Minime, specialmente per Benevento. Per le Temperature Massime invece si nota come la distribuzione termica verticale sia regolare con Montevergine che risulta essere la località più fredda.



Grafici relativi all'andamento Pluviometrico Medio Mensile relativo alla media 1981/2011. Evidente come sia Novembre il mese più piovoso dell'anno per le tre località con Montevergine che presenta un valore medio mensile di oltre 200 mm.

Dopo aver ricostruito l'andamento dei valori mensili Termopluviometrici relativi al periodo 1981/2011, si è proceduto alla definizione del loro grado di correlazione con l'indice AO.

L'analisi è stata condotta su **base stagionale**, considerando le stagioni meteorologiche (INVERNO dic-genfeb , PRIMAVERA mar-apr-mag, ESTATE giu-lug-ago, AUTUNNO sett-ott-nov), Lo studio, nella sua fase preliminare, è consistito nell'individuazione e nel raggruppamento delle stagioni caratterizzate da una certa fase dell'indice AO (positiva, negativa e neutra); per ogni raggruppamento ottenuto, sono state determinate le medio termo-pluviometriche per ciascuno dei tre siti presi in considerazione.

Successivamente, il grado di relazione fra i parametri climatici in esame e l'indice AO è stato quantificato attraverso il calcolo del *Coefficiente di Correlazione*.

La correlazione tra una variabile aleatoria X (ad es. un parametro meteorologico) ed una variabile aleatoria Y (ad es. il valore di un indice teleconnettivo) è definita come il rapporto tra la loro covarianza e il prodotto delle loro deviazioni standard:

$$Corr_{xy} = cov(XY) / (\sigma x \bullet \sigma y)$$

 $cov_{xy}$  = covarianza tra le serie di dati  $\sigma_x$  = deviazione standard  $\sigma_v$  = deviazione standard

Il valore assunto dall'Indice di correlazione varia tra -1 e +1.

- Un valore pari a -1 è indicativo di una Inversa Proporzionalità ed è relativo a valori termici e pluviometrici più bassi in presenza di stagioni con configurazione AO+ e più alti in presenza di stagioni con Configurazione AO –

Un valore compreso tra -0.4 e -0.6 è indicativo di Proporzionalità Inversa Media Un valore compreso tra -0.1 e -0.3 è indicativo di Proporzionalità Inversa Bassa

- Un valore +1 di una Diretta Proporzionalità ed è relativo a valori termici e pluviometrici più alti in presenza di stagioni con configurazione AO+ e più bassi in presenza di stagioni con Configurazione AO-

Un valore compreso tra **+0.4 e +0.6** è indicativo di **Proporzionalità Diretta Media** Un valore compreso tra **+0.1 e +0.3** è indicativo di **Proporzionalità Diretta Bassa** 

- Un valore pari a 0 è indicativo di una **Totale Assenza di Correlazione**.

Al fine di approfondire maggiormente l'indagine relativa al livello di correlazione fra i dati esaminati, (*Temperature-Indice AO*; *Precipitazioni-Indice AO*) si è fatto ricorso, nei casi in cui è stato riscontrato un coefficiente di correlazione medio-alto ( $\geq \pm 0.5$ ), ad una rappresentazione mediante "Grafici a Dispersione".

Questa tipologia di grafico lega i valori di due grandezze rappresentandoli in un diagramma nel quale non interviene il parametro tempo. Sul diagramma è stata inserita la **Retta di Tendenza**. Quest'ultima interpola la distribuzione di punti in modo da minimizzare la somma dei quadrati delle distanze  $\epsilon_i$  dei punti stessi dalla retta. Il grado di correlazione è espresso dalla pendenza della retta di regressione: una forte pendenza è indicatrice di un elevato grado di correlazione (diretta o inversa), mentre una pendenza poco significativa è indice di un basso grado di correlazione.

La retta di tendenza ha la seguente espressione :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i$$

*i* varia tra le osservazioni i = 1,...., n...;

Yi è la variabile dipendente Xi è a variabile indipendente

**60 + 61 X** è la retta di regressione o funzione di regressione

è l'intercetta della retta di regressioneè il coefficiente della retta di regressione

**ui** è l'errore statistico

Avendo esplicato i Materiali e i Metodi adottati in tale elaborato, è possibile constatare i seguenti risultati in termini di Analisi di Correlazione Stagionale dell'Indice AO con i valori Termopluviometrici relativi alle tre località prese in esame :

## ANALISI DI CORRELAZIONE STAGIONALE RELATIVA AGLI <u>INVERNI 1981/2011</u>

	PARAMETRI	AO -	AO =	AO +
BENEVENTO	Media Tmin (°C)	2.4	2.2	1.4
mt 152 s.l.m	Media Tmax (°C)	10.7	10.2	11.0
	Media Precipitazioni (mm)	268.2	274.2	152.8
GRAZZANISE	Media Tmin (°C)	3.9	3.9	2.9
mt 6 s.l.m	Media Tmax (°C)	13.2	13.4	13.6
	Media Precipitazioni (mm)	314.1	312.4	159.7
MONTEVERGINE	Media Tmin (°C)	-0.2	-0.2	-0.2
mt 1280 s.l.m	Media Tmax (°C)	3.5	3.2	4.0
	Media Precipitazioni (mm)	598.3	634.0	353.9

COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE STAGIONE INVERNALE					
PARAMETRI	IETRI BENEVENTO GRAZZANISE MONTEVERGIN				
T°Min	-0.4	-0.5	0		
T°Max	0	0.1	0.1		
Precipitaz.	-0.6	-0.7	-0.5		

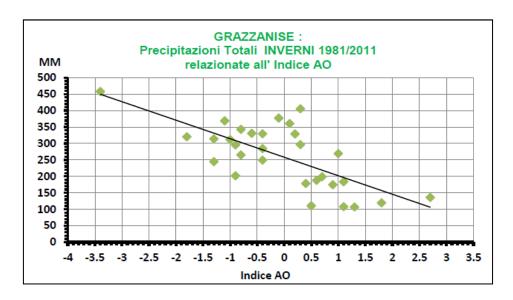


Grafico a dispersione più rappresentativo relativo a Grazzanise che presenta un coefficiente di correlazione di -0.7 per quanto concerne le Precipitazioni Invernali 1981/2011 -

## ANALISI DI CORRELAZIONE STAGIONALE RELATIVA ALLE <u>PRIMAVERE 1981/2011</u>

	PARAMETRI	AO-	AO=	AO+
BENEVENTO	Media Tmin (°C)	6.2	6.3	6.8
mt 152 s.l.m	Media Tmax (°C)	17.7	18.4	19.3
	Media Precipitazioni (mm)	214.8	202.8	168.3
GRAZZANISE	Media Tmin (°C)	7.7	7.6	7.8
mt 6 s.l.m	Media Tmax (°C)	18.7	19.0	20.0
	Media Precipitazioni (mm)	208.7	211.8	156.1
MONTEVERGINE	Media Tmin (°C)	4.1	4.3	5.1
mt 1280 s.l.m	Media Tmax (°C)	9.0	9.5	10.3
0.0000000000000000000000000000000000000	Media Precipitazioni (mm)	421.3	441.1	330.4

COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE STAGIONE PRIMAVERILE				
PARAMETRI	BENEVENTO	GRAZZANISE	MONTEVERGINE	
T°Min	0.2	0.1	0.3	
T°Max	0.4	0.6	0.3	
Precipitaz.	-0.2	-0.1	-0.3	

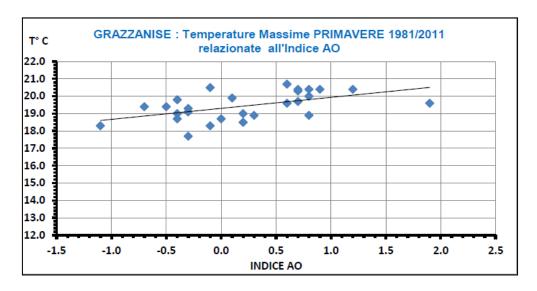


Grafico a Dispersione più rappresentativo relativo a Grazzanise che presenta un coefficiente di correlazione di +0.6 per quanto concerne le Temperature Massime Primaverili 1981/2011 -

## ANALISI DI CORRELAZIONE STAGIONALE RELATIVA ALLE <u>ESTATI 1981/2011</u>

	PARAMETRI	AO -	AO=	AO+
BENEVENTO	Media Tmin (°C)	15.2	14.8	14.6
mt 152 s.l.m	Media Tmax (°C)	30.0	30.1	29.8
	Media Precipitazioni (mm)	82.4	106.2	174.2
GRAZZANISE	Media Tmin (°C)	17.2	17.1	17.1
mt 6 s.l.m	Media Tmax (°C)	29.6	29.4	29.4
	Media Precipitazioni (mm)	69.4	58.8	88.0
MONTEVERGINE	Media Tmin (°C)	14.4	14.2	14.0
mt 1280 s.l.m	Media Tmax (°C)	20.7	20.1	19.5
	Media Precipitazioni (mm)	144.0	151.1	283.8

COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE STAGIONE ESTIVA				
PARAMETRI BENEVENTO GRAZZANISE MONTEVERGINE				
T°Min	-0.3	-0.1	-0.2	
T°Max	-0.2	-0.3	-0.4	
Precipitaz.	0.3	0.3	0.5	

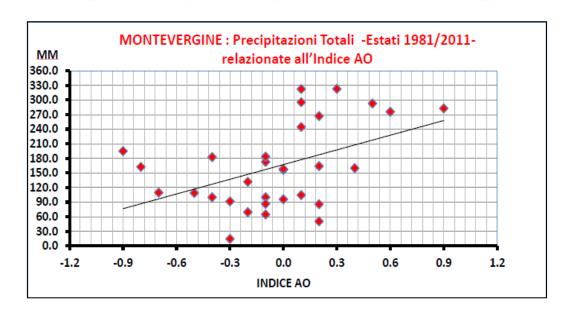


Grafico a Dispersione più rappresentativo relativo a Montevergine che presenta un coefficiente di correlazione di +0.5 per quanto concerne le Precipitazioni Estive 1981/2011 -

## ANALISI DI CORRELAZIONE STAGIONALE RELATIVA AGLI <u>AUTUNNI 1981/2011</u>

	PARAMETRI	AO-	AO=	AO+
BENEVENTO	Media Tmin (°C)	8.9	9.4	9.0
mt 152 s.l.m	Media Tmax (°C)	20.0	20.8	21.2
	Media Precipitazioni (mm)	274.9	245.5	186.8
GRAZZANISE	Media Tmin (°C)	11.4	11.8	11.7
mt 6 s.l.m	Media Tmax (°C)	21.8	22,5	23.3
	Media Precipitazioni (mm)	299.5	329.6	227.7
MONTEVERGINE	Media Tmin (°C)	7.4	8.0	8.1
mt 1280 s.l.m	Media Tmax (°C)	11.8	12.3	12.8
	Media Precipitazioni (mm)	680.7	505.0	360.0

COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE STAGIONE AUTUNNALE				
PARAMETRI BENEVENTO GRAZZANISE MONTEVERGINE				
TMin	0.1	0.2	0.3	
TMax	0.2	0.5	0.4	
Precipitaz.	-0.3	-0.1	-0.5	

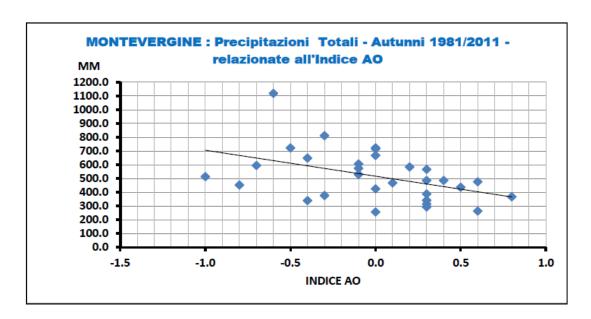


Grafico a Dispersione più rappresentativo relativo a Montevergine che presenta un coefficiente di correlazione di -0.5 per quanto concerne le Precipitazioni Estive 1981/2011 -

#### CONCLUSIONI

- Il parametro che, nel corso dell'anno, risponde meglio e in maniera più omogenea ai valori assunti dall'Indice AO è la Pluviometria.
- La stagione nella quale è maggiormente significativa la correlazione tra l'andamento termopluviometrico e i valori assunti dall'Indice AO è quella invernale. In particolare è ben evidenziata la notevole valenza dell'Indice AO per la previsione della pluviometria nella stagione invernale, grazie al soddisfacente livello di correlazione esistente tra le due grandezze.
- Nella stagione primaverile esiste un discreto livello di correlazione tra l'andamento delle temperature massime e i valori assunti dall'Indice AO
- Durante la stagione estiva, i valori dell'Indice AO assumono per la maggior parte caratteristiche di neutralità. Nel corso dell'estate, infatti, è possibile osservare una quasi totale assenza del Vortice Polare, perché come ben sappiamo il periodo dell'anno dove è maggiormente in forza è l'Inverno e la Primavera. In Estate conseguentemente, si assiste ad una distribuzione barica piuttosto uniforme sullo scenario europeo, con una circolazione blanda nei bassi strati, associabile proprio a valori di neutralità dell'indice AO.

Nonostante ciò, per quanto concerne le precipitazioni, è possibile constatare una inversione del segno dell'indice di correlazione con l'AO: infatti, mentre in inverno, primavera ed autunno i massimi pluviometrici si riscontrano quando il segno è negativo (indicativo di una forma di inversa proporzionalità) in estate i massimi apporti pluviometrici si osservano, invece, in AO+. In tali fasi, gli accumuli pluviometrici potranno essere anche localmente considerevoli, specie per le località di Benevento e Montevergine in quanto saranno causati principalmente da precipitazioni a carattere termo-convettivo.

Anche per le temperature notiamo una inversione del segno dettata dal fatto che le estati più fresche si sono registrate, proprio con l'AO+ e quelle più calde in regime AO- e AO=.

- Un ulteriore aspetto di notevole rilevanza emerso dalle elaborazioni eseguite, è che nella stagione invernale esiste un significativo livello di correlazione inversa tra le temperature minime e l'Indice AO per le località di Benevento e Grazzanise
   Tale correlazione rende possibile una previsione di sviluppo del fenomeno dell'inversione termica al suolo, e supporta ipotesi previsionali relative all'incremento della concentrazione di inquinanti nei bassi strati atmosferici.
- E' altresì emerso in tale lavoro di tesi che l'Indice AO è meno performante se correlato con il Profilo Termico, soprattutto per una località posta in quota come Montevergine. Infatti per la stagione invernale, che è quella maggiormente rappresentativa per il legame con l'Indice AO in quanto il Vortice Polare è nel massimo del suo vigore, i coefficienti di correlazione di tale località sono per le temperature minime e massime rispettivamente 0.0 e 0.1. Questa compensazione, come già detto nei commenti, è dovuto alla totale assenza del fenomeno dell'Inversione Termica per le Temperature Minime e dai tempi rapidi con i quali, in montagna, avvengono i ricambi di masse d'aria. E' anche da dire però che tali coefficienti di correlazione fanno riflettere sul fatto che l'Indice AO non è molto rappresentativo nella descrizione delle masse d'aria in quota; infatti, non sempre un Indice AO negativo denota la presenza di masse d'aria fredda in quota. Se l'Indice si presenta estremamente negativo, infatti, potrebbe anche capitare che ci sia la risalita di masse d'aria calda che farebbero sentire i loro effetti nella stagione invernale soprattutto in quota, agendo in maniera incisiva soprattutto sulle temperature minime.