UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

(CLASSE DELLE LAUREE IN INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE, CLASSE N. L-7)

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE ED AMBIENTALE

TESI DI LAUREA

MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO IN UN PENDIO NON SATURO SULLA BASE DI DATI SPERIMENTALI

RELATORI:

Ch.mo Prof. G. Urciuoli
Dott. Ing . Marianna. Pirone

CANDIDATO

Daniele Di Fiore Matr.N49/03

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

OBIETTIVO DELLA PRESENTAZIONE

Lo studio del regime idraulico in un pendio non saturo
è indispensabile per

Interpretare **Prevedere**

L'innescarsi di colate rapide in coltri di terreni piroclastici
giacenti su substrato roccioso

Sarno 5 maggio 1998

Sarno 5 maggio 1998

CONTENUTI DELLA PRESENTAZIONE

1. LE FRANE

1.1 FRANE METEOINDOTTE 3

2. TERRENI PARZIALMENTE SATURI

2.1 CURVA CARATTERISTICA E FUNZIONE DI PERMEABILITA' 5

3. SITO SPERIMENTALE DI MONTEFORTE IRPINO

3.1 MISURE DI SUZIONE MEDIA NEGLI STRATI 7

4. MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO MEDIANTE L'UTILIZZO DEL SOFTWARE MATLAB

4.1 DIAGRAMMA DI FLUSSO RAPPRESENTATIVO DEL LISTATO MATLAB . . . 8

4.2 ISOPIEZICHE 10

5. RISULTATI DELLA MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO

5.1 GRADIENTI MEDI (MODULO) 12

5.2 GRADIENTI MEDI (DIREZIONI) 13

5.3 GRADIENTI MEDI (NORMALI E PARALLELI) 14

5.4 FLUSSI (NORMALI E PARALLELI) 16

5.5 FLUSSI CUMULATI (NORMALI E PARALLELI) 18

6. CONCLUSIONI

1.1 FRANE METEOINDOTTE: es. COLATE RAPIDE

Queste sono alcune immagini di colate rapide, un tipo di frana che coinvolge frequentemente depositi piroclastici o detritici che poggiano su base calcarea, (configurazione fortemente presente nella nostra regione).

Figura 7- Sarno (1998)

Figura 8- Sarno (1998)

Figura 9- Ischia (2006)

Figura 10- Nocera Inferiore (2004)

2. I TERRENI PARZIALMENTE SATURI

Mezzo trifase

- Minerali
- Acqua
- Aria

Le due fasi sono a pressioni diverse, in particolare la pressione dell'aria è maggiore della pressione dell'acqua.

La differenza tra la pressione dell'aria e dell' acqua nei pori è definita <u>suzione di matrice:</u> $s = u_a - u_w$. La differenza tra la tensione normale totale e la pressione dell'aria nei pori è definita <u>tensione netta</u>: $\sigma - u_a$.
La suzione di matrice e la tensione netta sono le due variabili responsabili del comportamento meccanico di tali terreni.

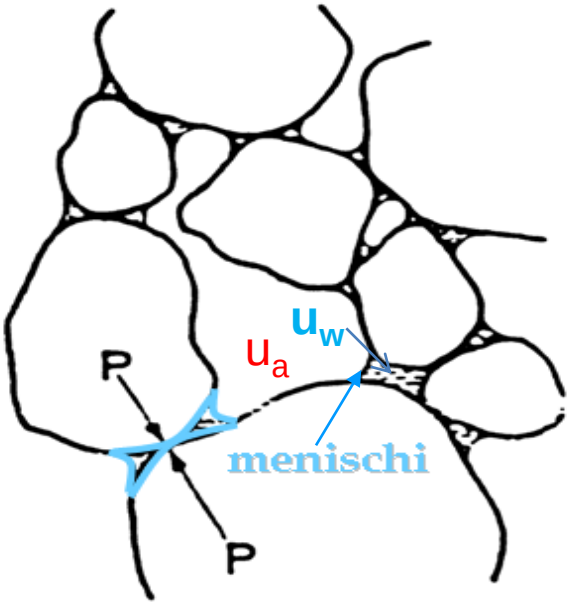
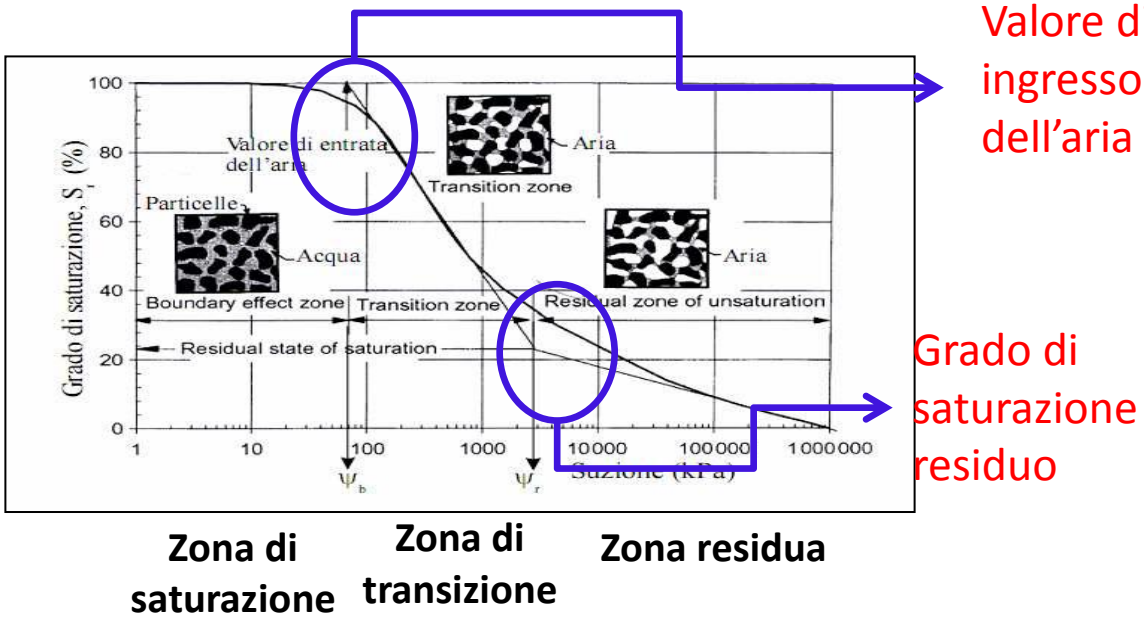


Figura 1

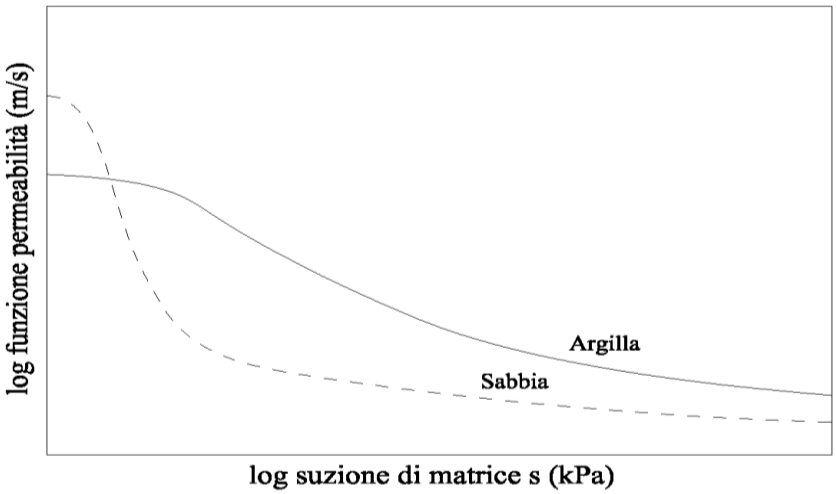
2. I TERRENI PARZIALMENTE SATURI

2.1 Curva caratteristica e funzione permeabilità

CURVA CARATTERISTICA → Definisce la relazione che intercorre tra il contenuto d'acqua nel terreno e la suzione di matrice.

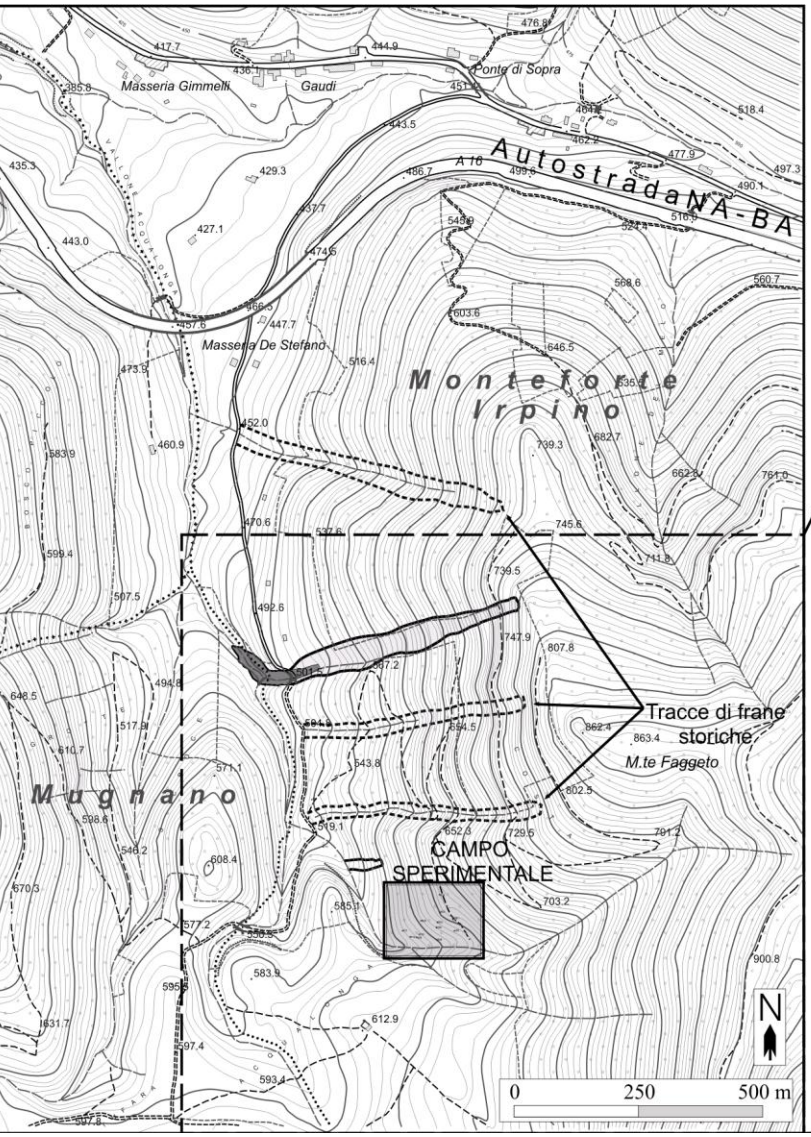


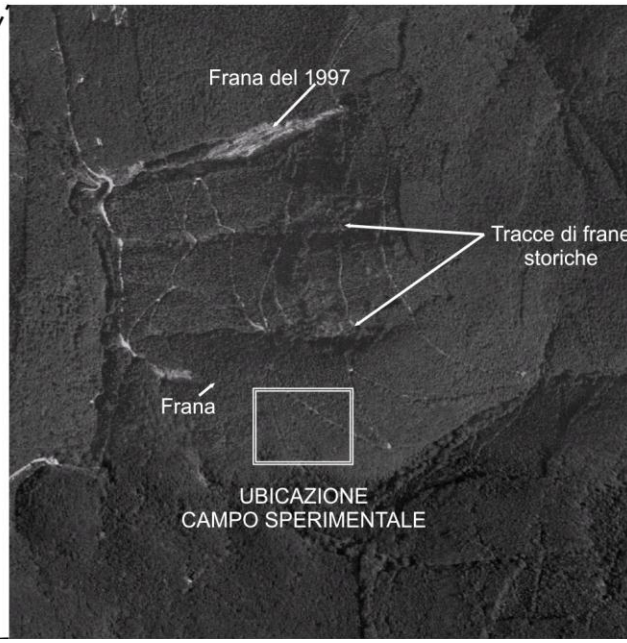
FUNZIONE PERMEABILITA' → Definisce la relazione che intercorre tra la suzione e la permeabilità.



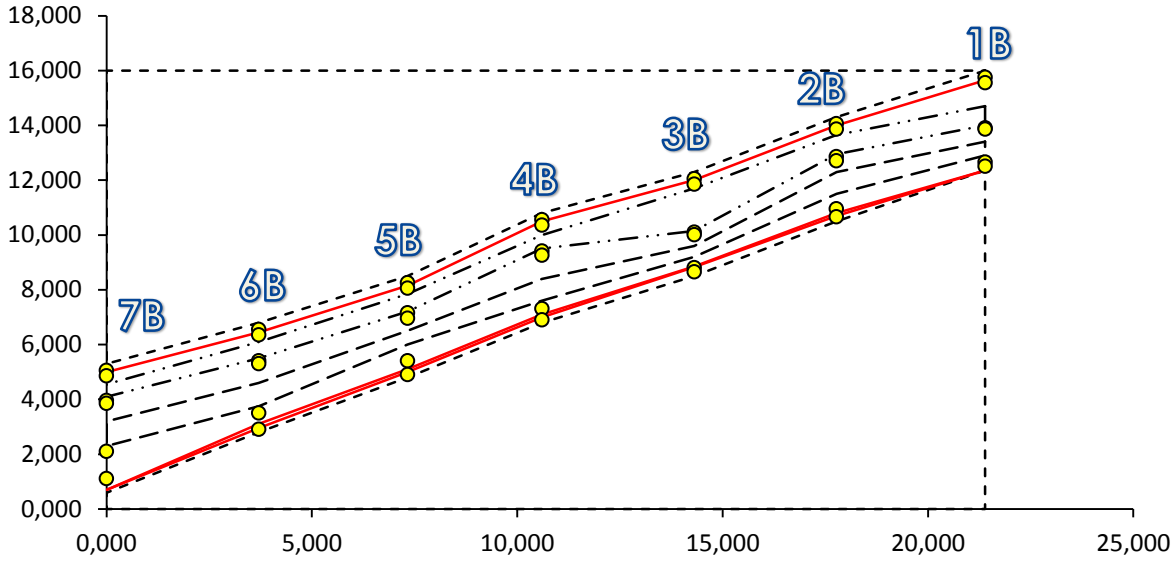
3. SITO SPERIMENTALE DI MONTEFORTE IRPINO

Il campo sperimentale è situato nel territorio comunale di Monteforte Irpino (AV), sul versante ovest di Monte Faggeto. In questo sito sono state rinvenute sia frane recenti sia paleocumuli di colate più antiche che testimoniano la notevole suscettibilità dell'area a franare.

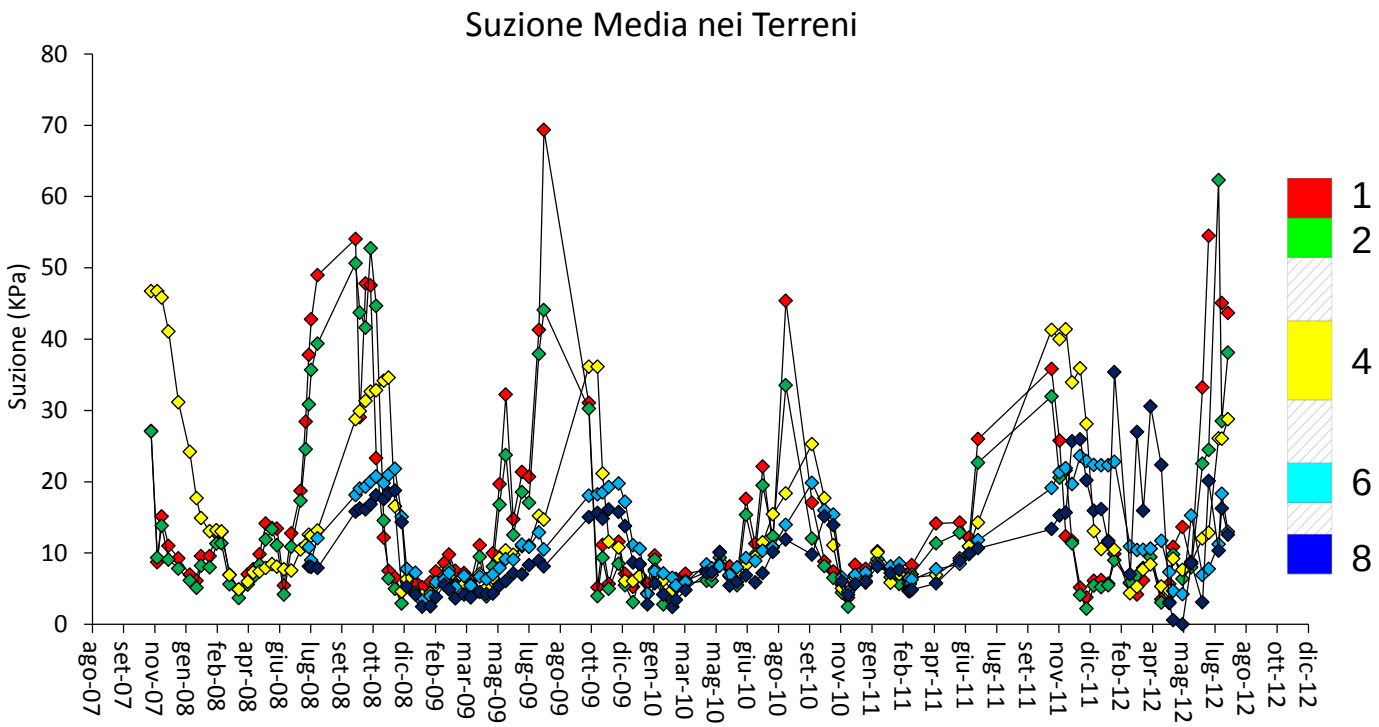




3.1 Misure di suzione media negli strati

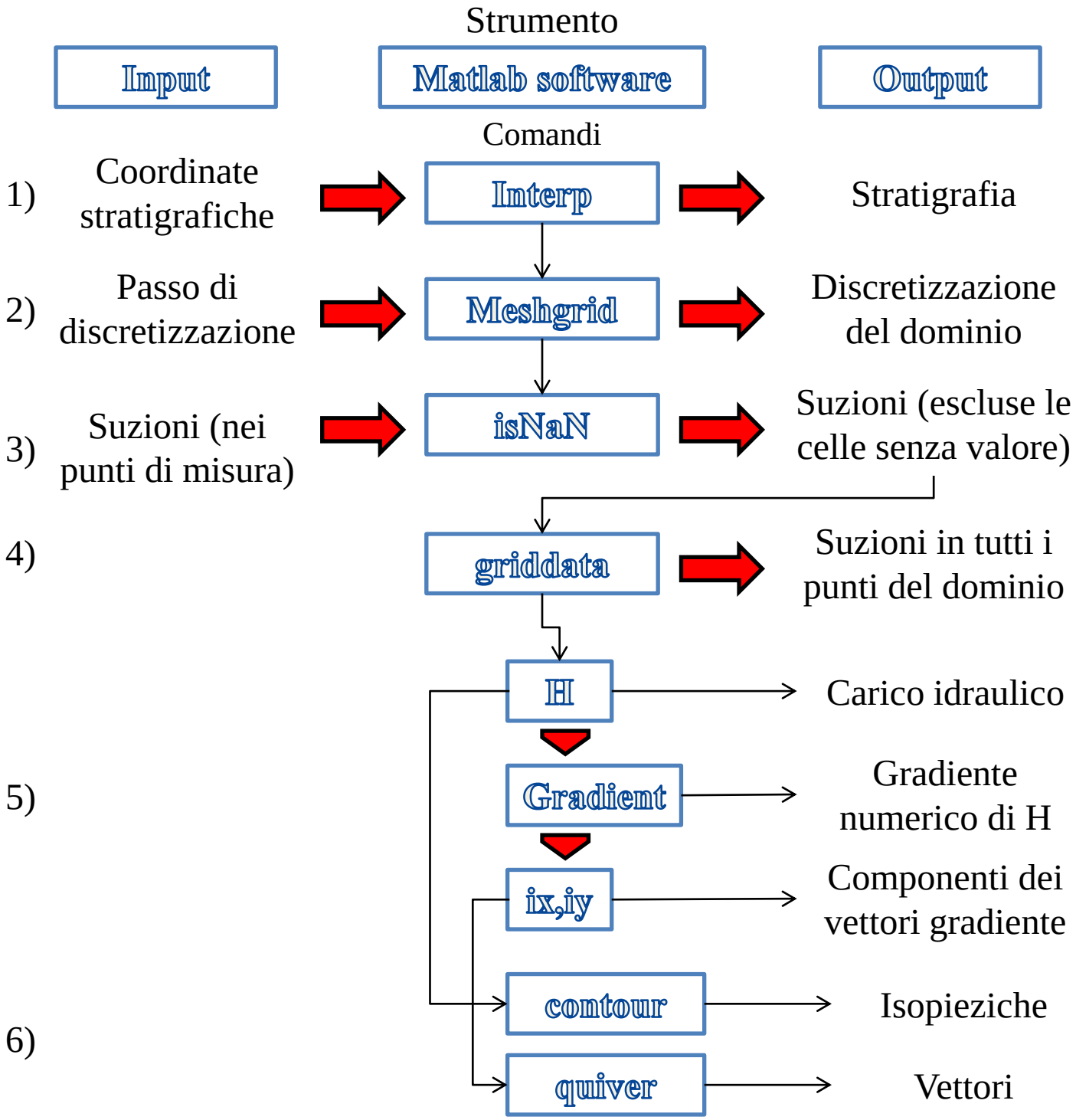


Dall'andamento della suzione media si evince come questa raggiunga il massimo valore in agosto per gli strati superiori (1 e 2) e presenti un progressivo ritardo nei terreni sottostanti (dicembre per 6 e 8).



4. MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO MEDIANTE L'UTILIZZO DEL SOFTWARE MATLAB

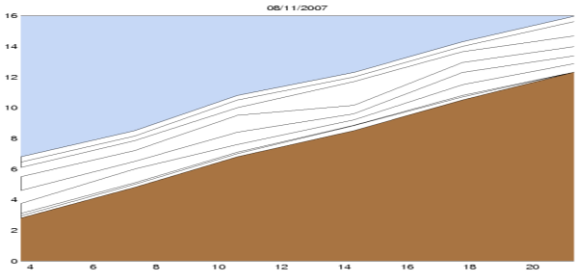
4.1 Diagramma di flusso rappresentativo del listato di Matlab



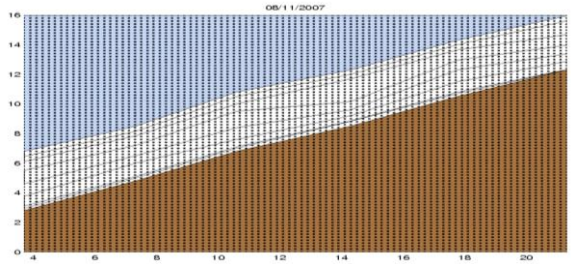
4. MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO MEDIANTE L'UTILIZZO DEL SOFTWARE MATLAB

4.1 Diagramma di flusso rappresentativo del listato di Matlab

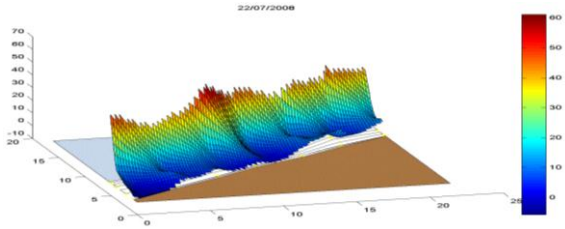
1) *interp*: consente di costruire la geometria tramite l'inteporlazione lineare tra i punti di cui si hanno le coordinate;



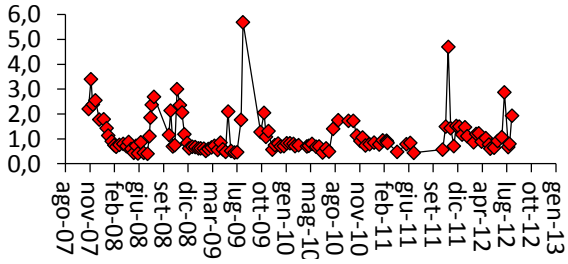
2) *meshgrid*: discretizza il dominio in una griglia di punti spaziati di 10 cm;



4) *griddata*: interpola ed estrapola i valori di suzione, partendo dai punti di misura, in tutti i punti della griglia;

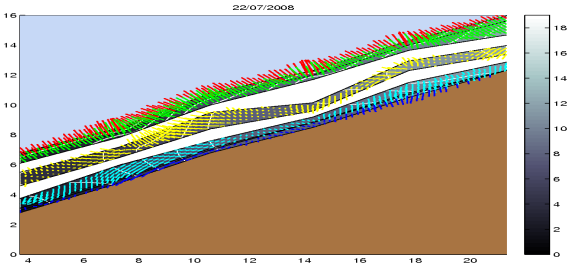


5) *gradient* calcola le componenti lungo x ed y del gradiente in ogni punto del dominio;



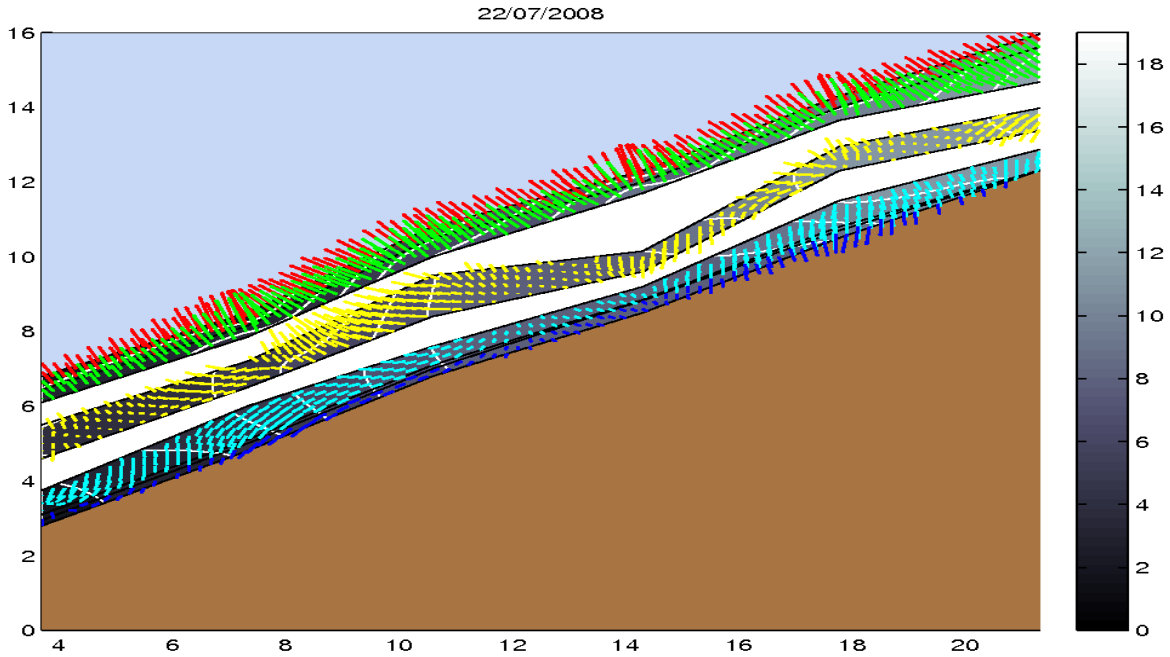
6) *contour* consente di rappresentare le isopieziche della funzione gradiente;

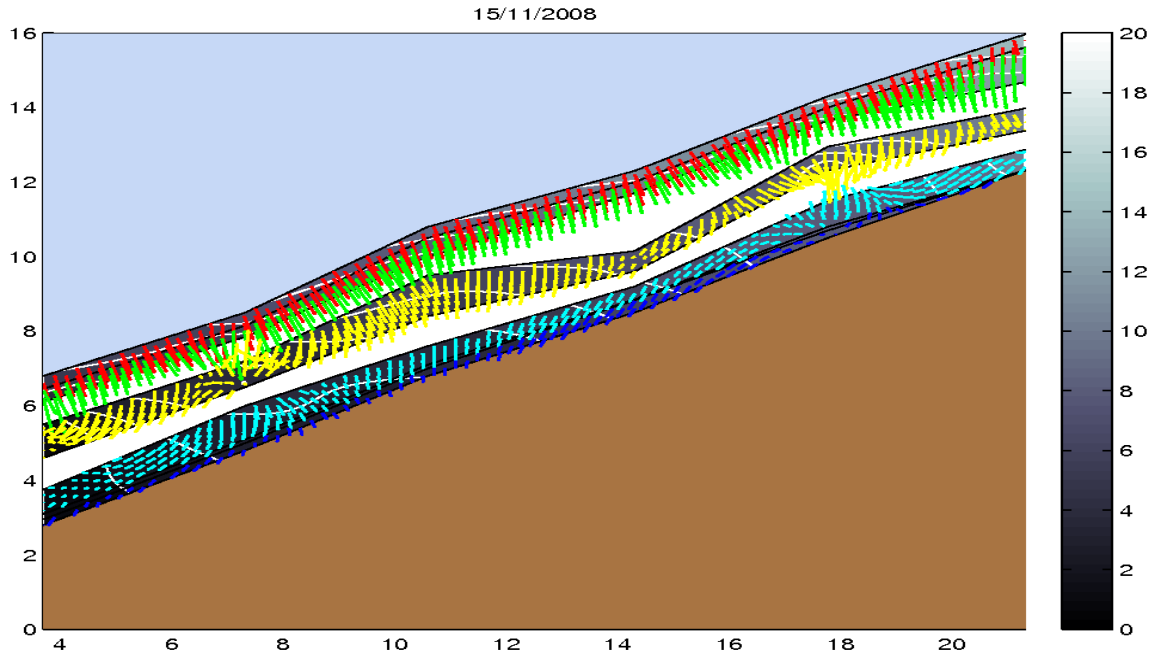
quiver rappresenta i vettori di –grad(H).

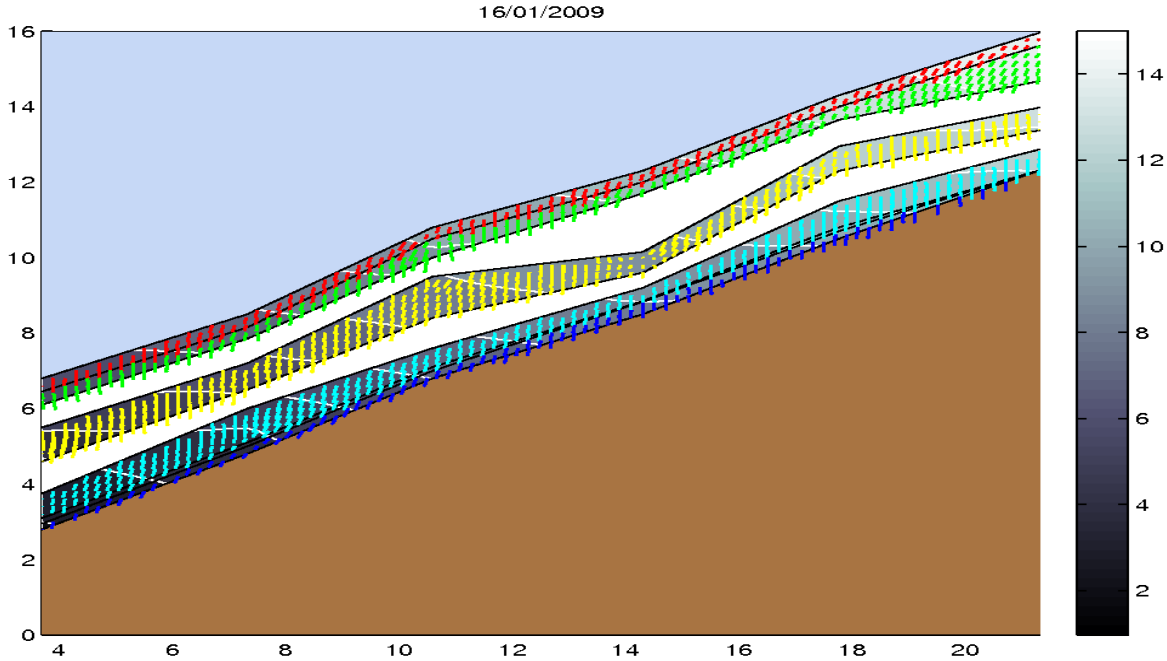


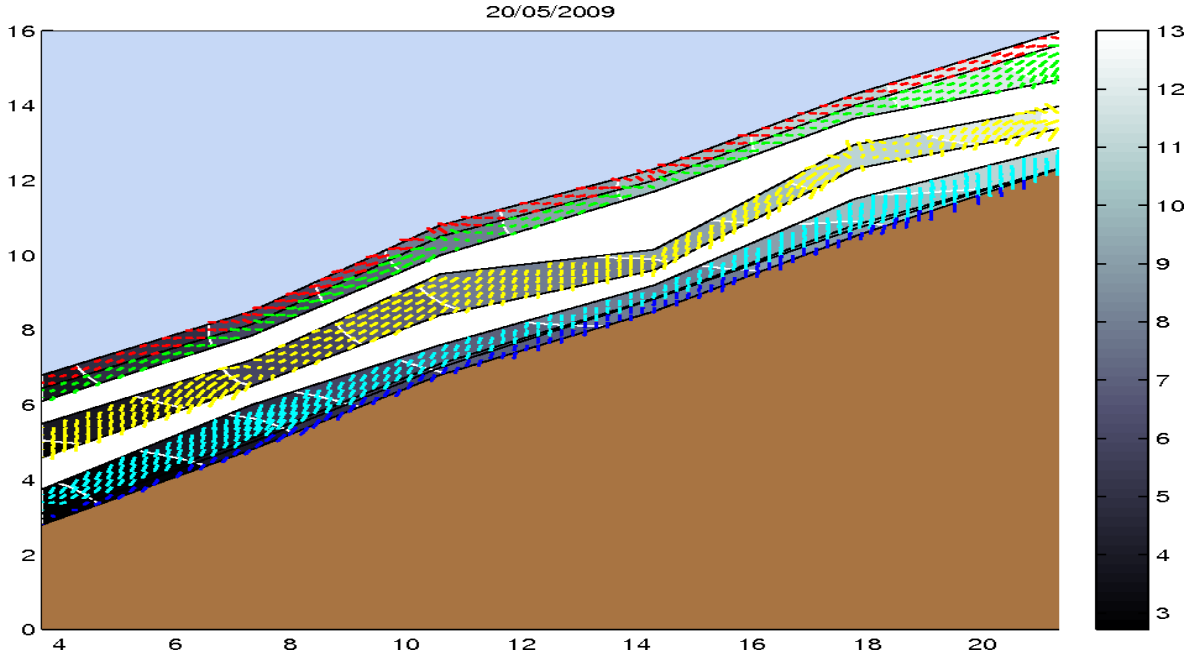
4. MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO
4.2 Isopieziche

Dall'interpolazione delle misure di suzione lungo la sezione longitudinale sono stati calcolati i valori del carico idraulico e dei gradienti; si riportano le isopieziche e i vettori di –grad(H) in giorni appartenenti a diverse stagioni dell'anno:



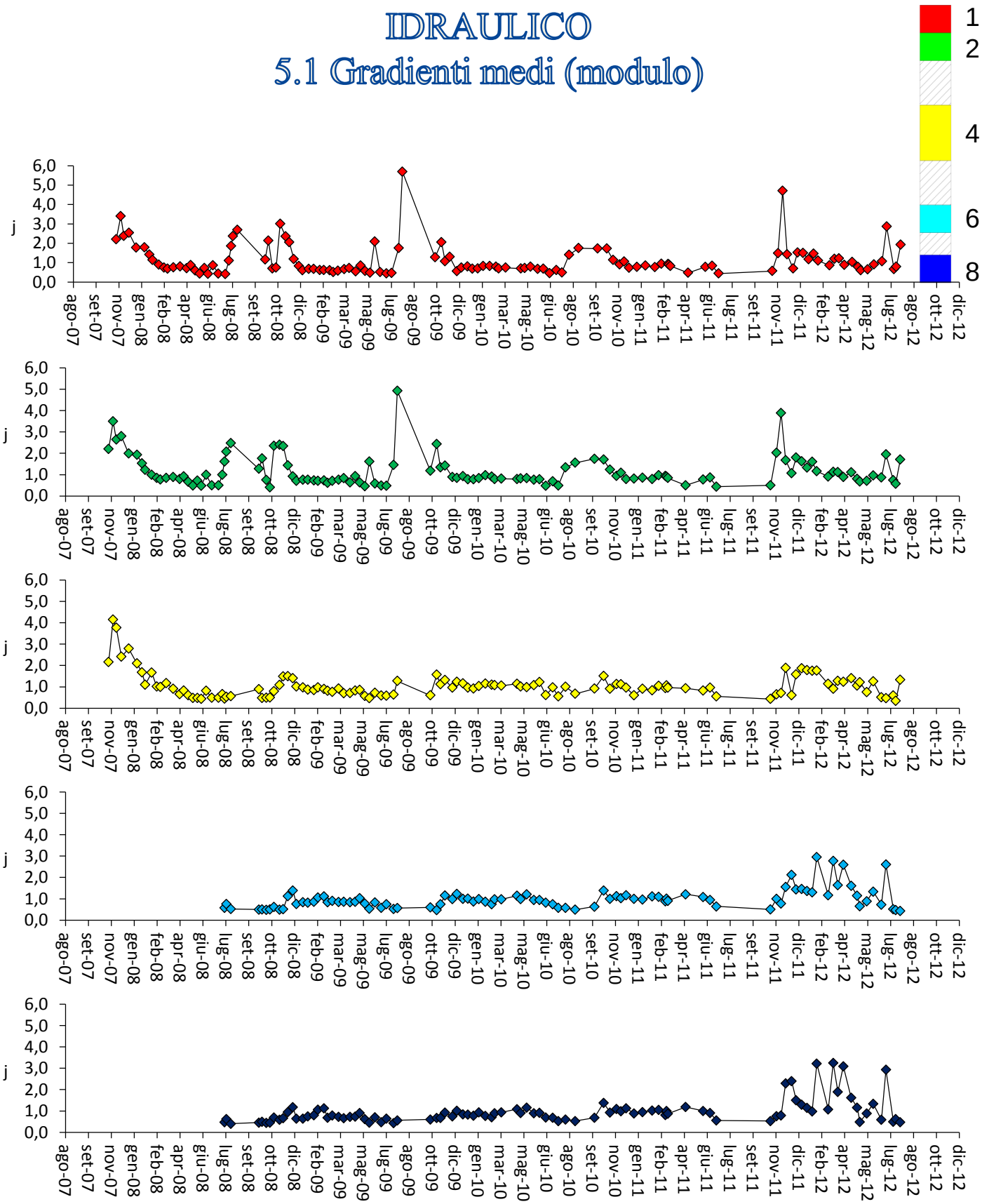



16/01/2009
16
14
12
10
8
6
4
2
0
4
6
8
10
12
14
16
18
20
14
12
10
8
6
4
2


20/05/2009
16
14
12
10
8
6
4
2
0
4
6
8
10
12
14
16
18
20
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3

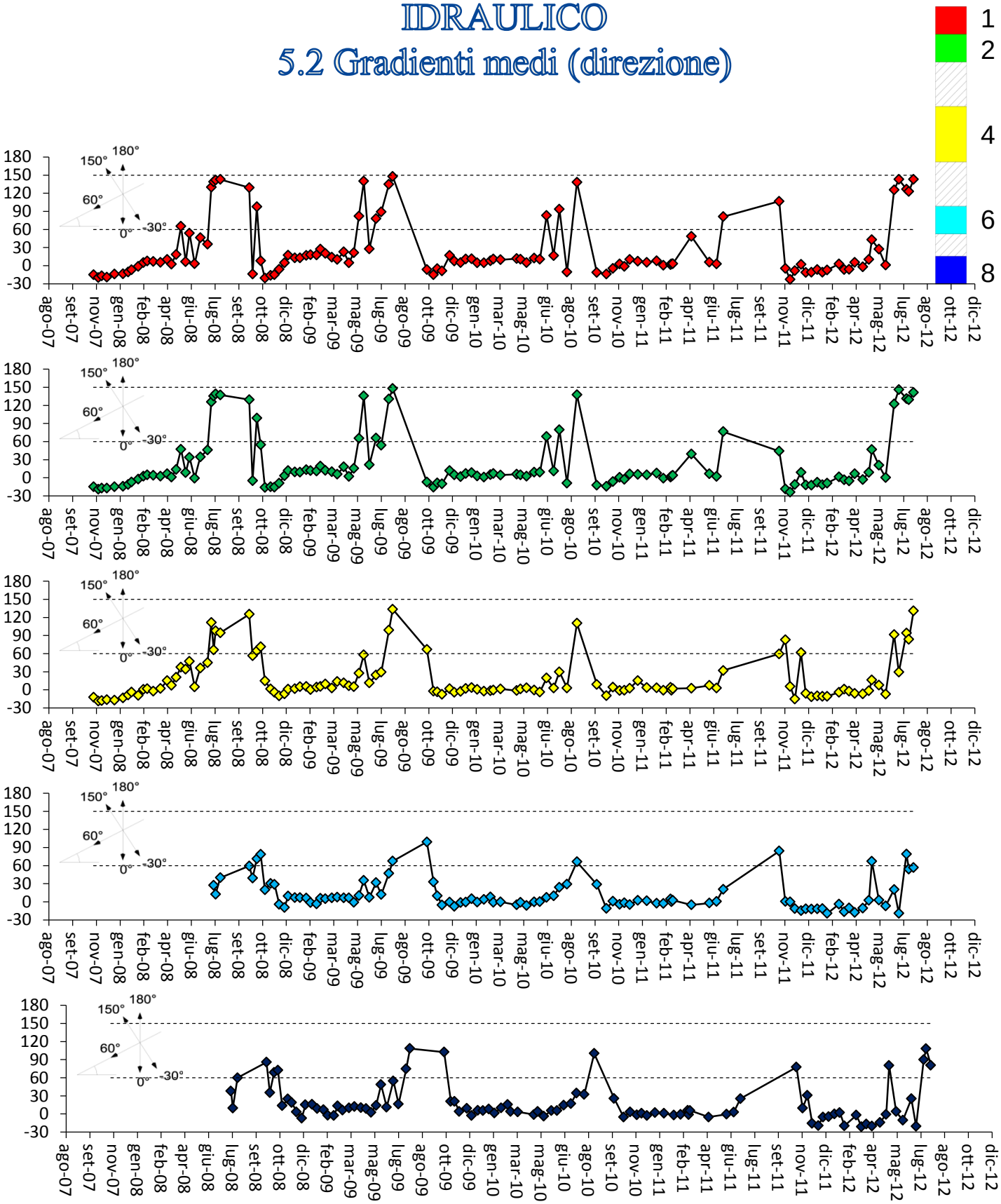
5. RISULTATI DELLA MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO

5.1 Gradienti medi (modulo)



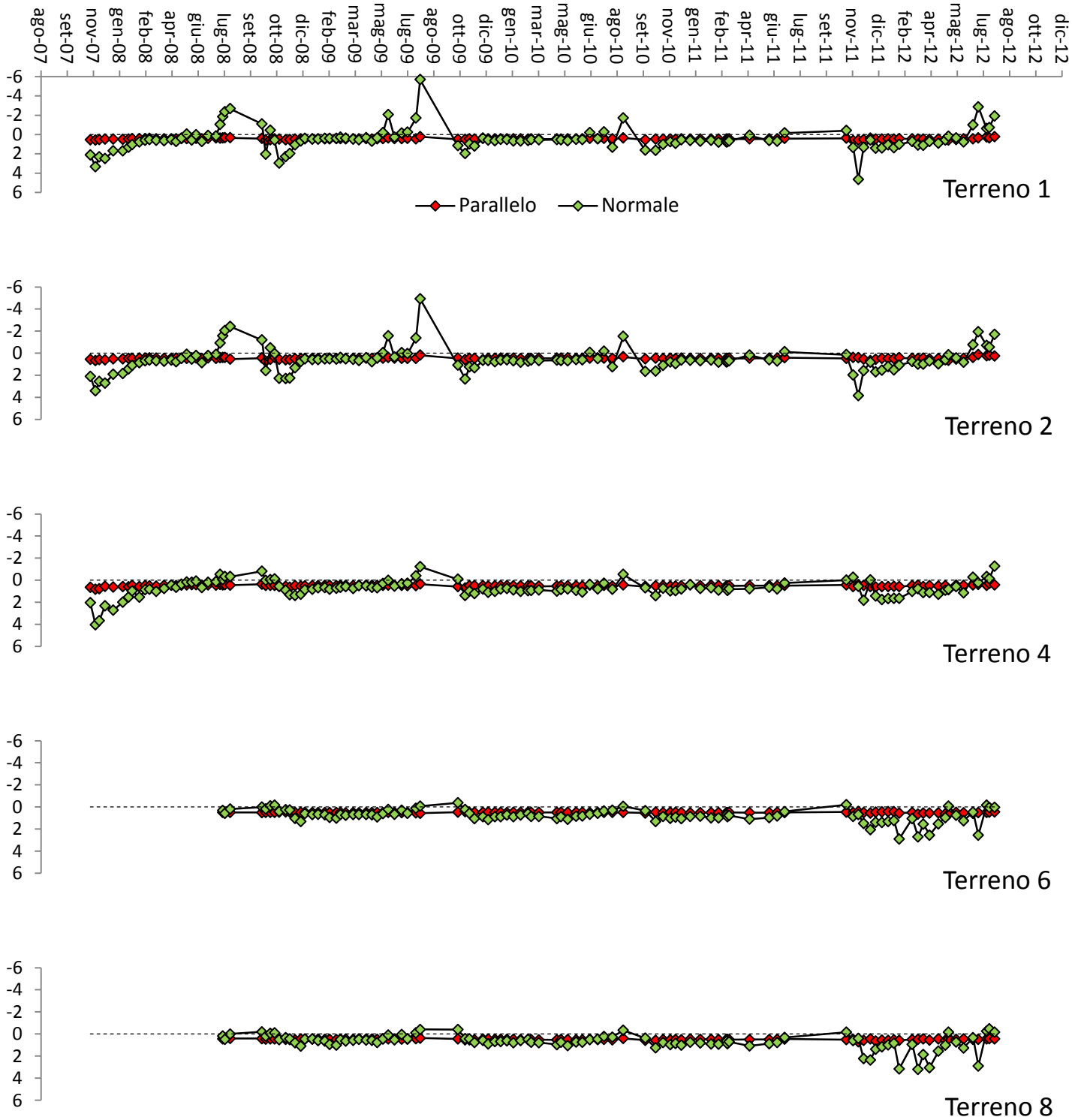
5. RISULTATI DELLA MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO

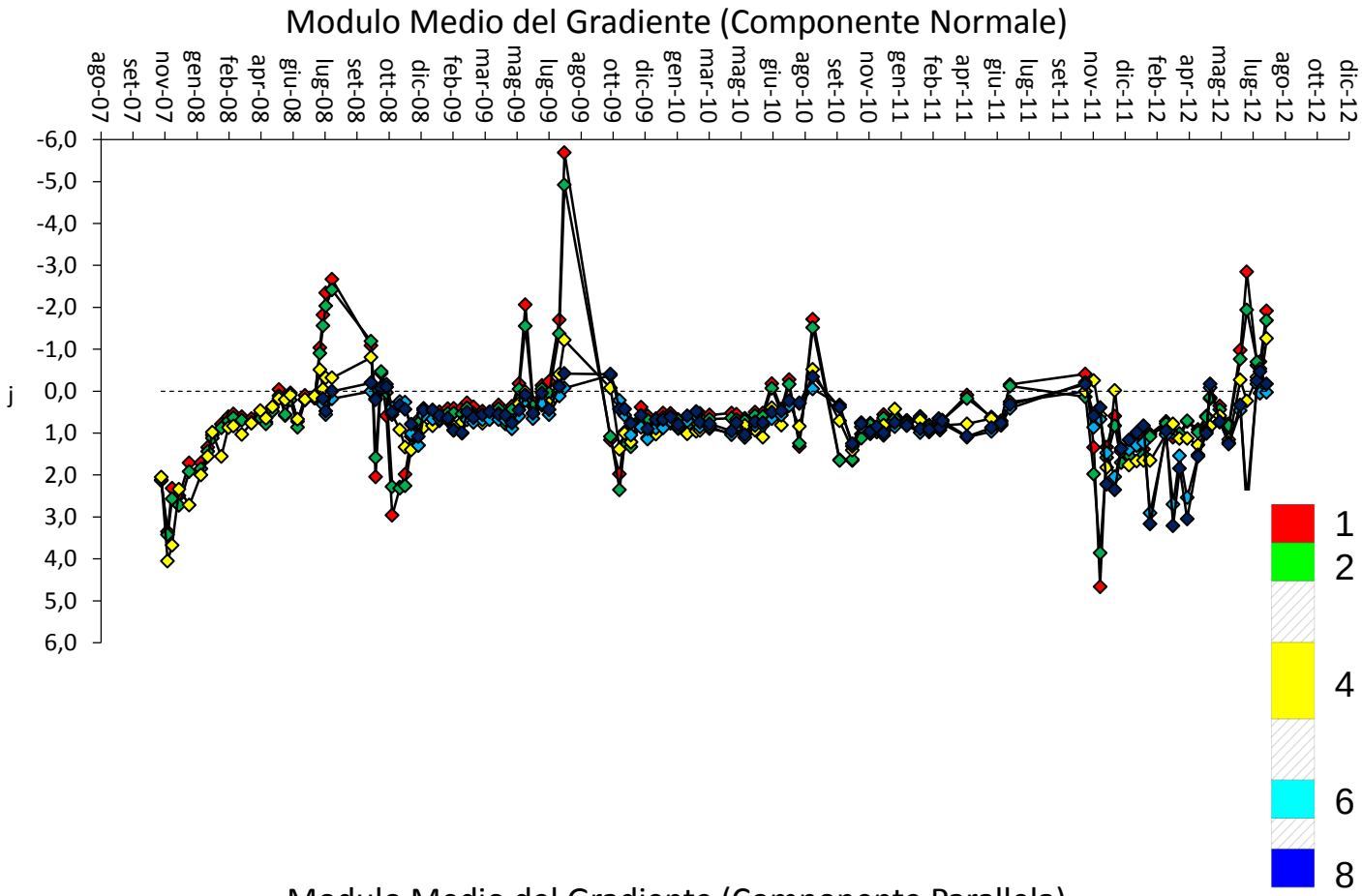
5.2 Gradienti medi (direzione)

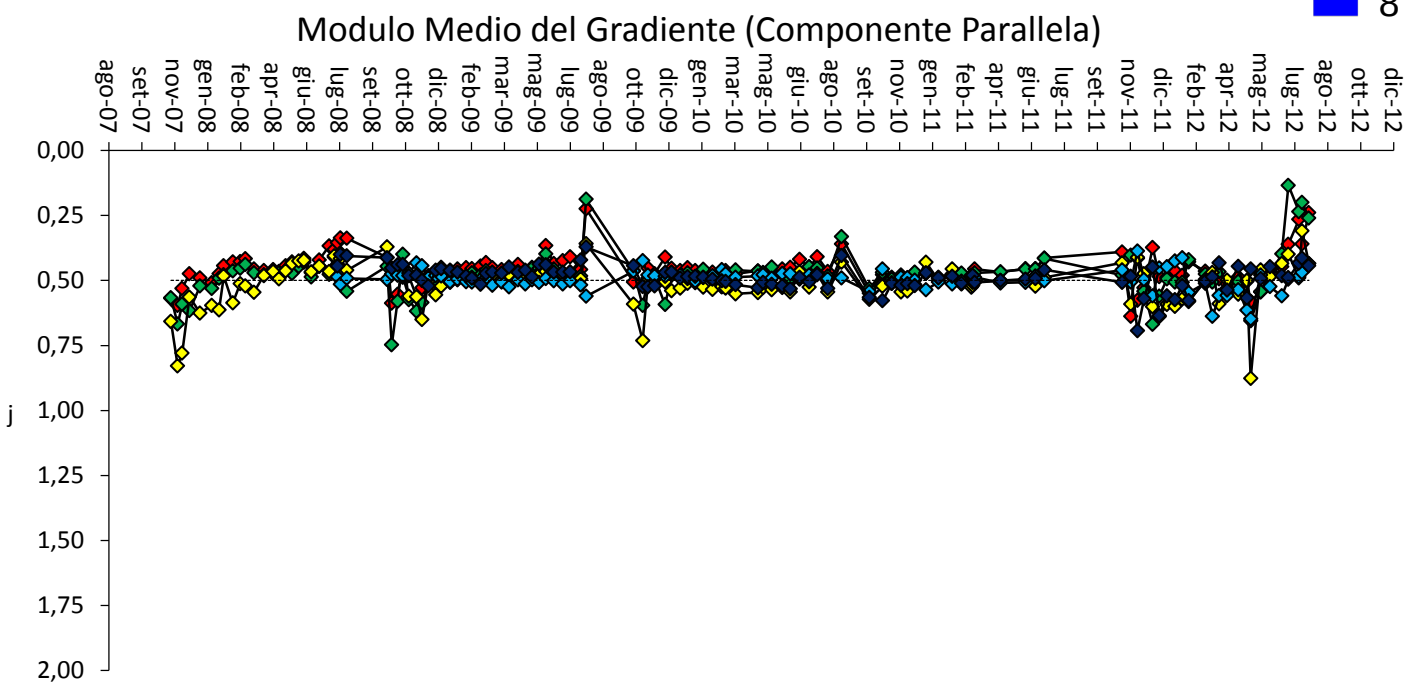


5. RISULTATI DELLA MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO

5.3 Gradienti medi (componente normale e parallela)




Modulo Medio del Gradiente (Componente Normale)
ago-07
set-07
nov-07
gen-08
feb-08
apr-08
giu-08
lug-08
set-08
ott-08
dic-08
feb-09
mar-09
mag-09
lug-09
ago-09
ott-09
dic-09
gen-10
mar-10
mag-10
giu-10
ago-10
set-10
nov-10
gen-11
feb-11
apr-11
giu-11
lug-11
set-11
nov-11
dic-11
feb-12
apr-12
mag-12
lug-12
ago-12
ott-12
dic-12
-6,0
-5,0
-4,0
-3,0
-2,0
-1,0
0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
j
1
2
4
6
8


Modulo Medio del Gradiente (Componente Parallela)
ago-07
set-07
nov-07
gen-08
feb-08
apr-08
giu-08
lug-08
set-08
ott-08
dic-08
feb-09
mar-09
mag-09
lug-09
ago-09
ott-09
dic-09
gen-10
mar-10
mag-10
giu-10
ago-10
set-10
nov-10
gen-11
feb-11
apr-11
giu-11
lug-11
set-11
nov-11
dic-11
feb-12
apr-12
mag-12
lug-12
ago-12
ott-12
dic-12
0,00
0,25
0,50
0,75
1,00
1,25
1,50
1,75
2,00
j

5. RISULTATI DELLA MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO

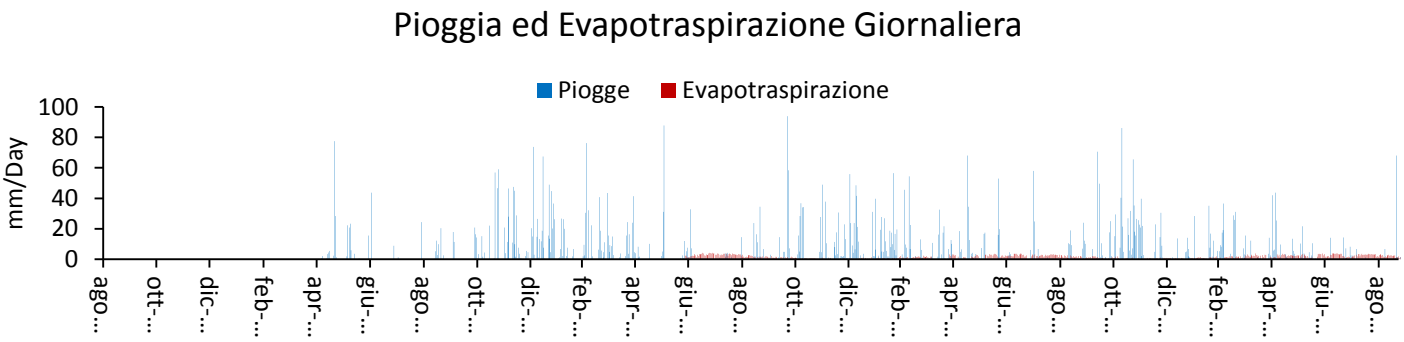
5.4 Flussi (normali e paralleli)

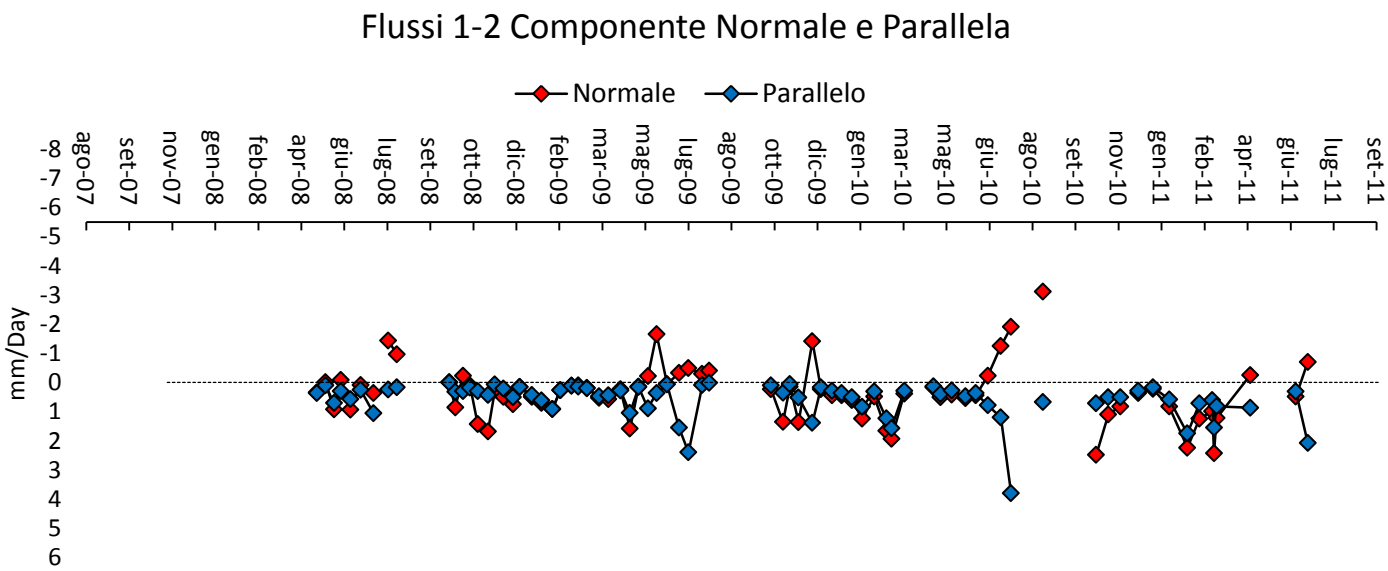
Si sono calcolati i flussi verticali che attraversano gli strati 1-2, 4sup-4inf, 6-8, a partire da misure di suzione e di contenuto d'acqua utilizzando il modello di Van Genuchten per il calcolo della permeabilità.

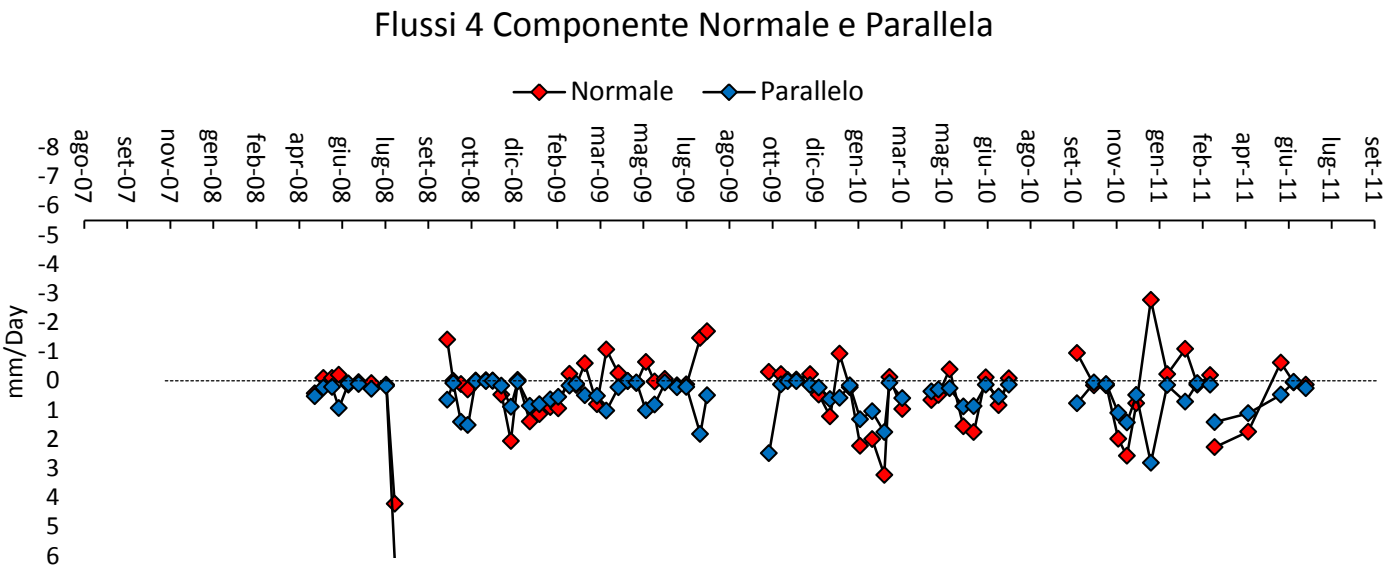
Si è poi risalito al flusso totale ed alle relative componenti normali e parallele tramite le direzioni medie totali calcolate in Matlab.

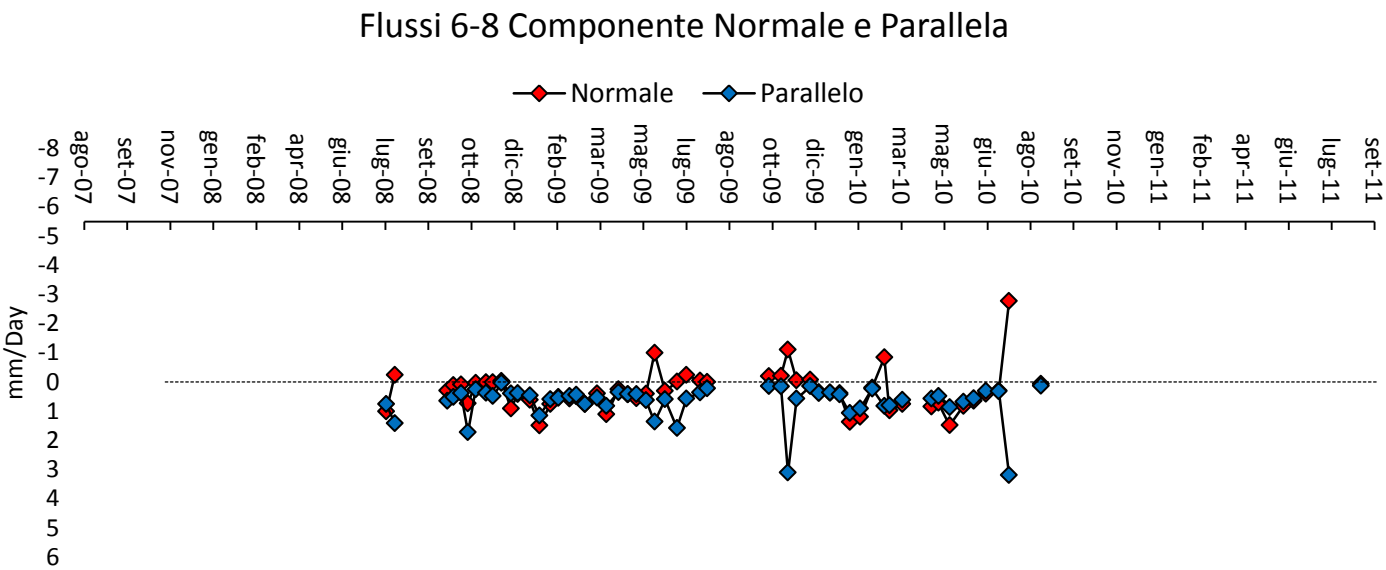
$$q = -k\frac{\partial h}{\partial z}$$

$$k(S_e) = k_{sat} S_e^{\,l}\left[1-(1-S_e^{\,n/(n-1)})^{1-1/n}\right]^2$$



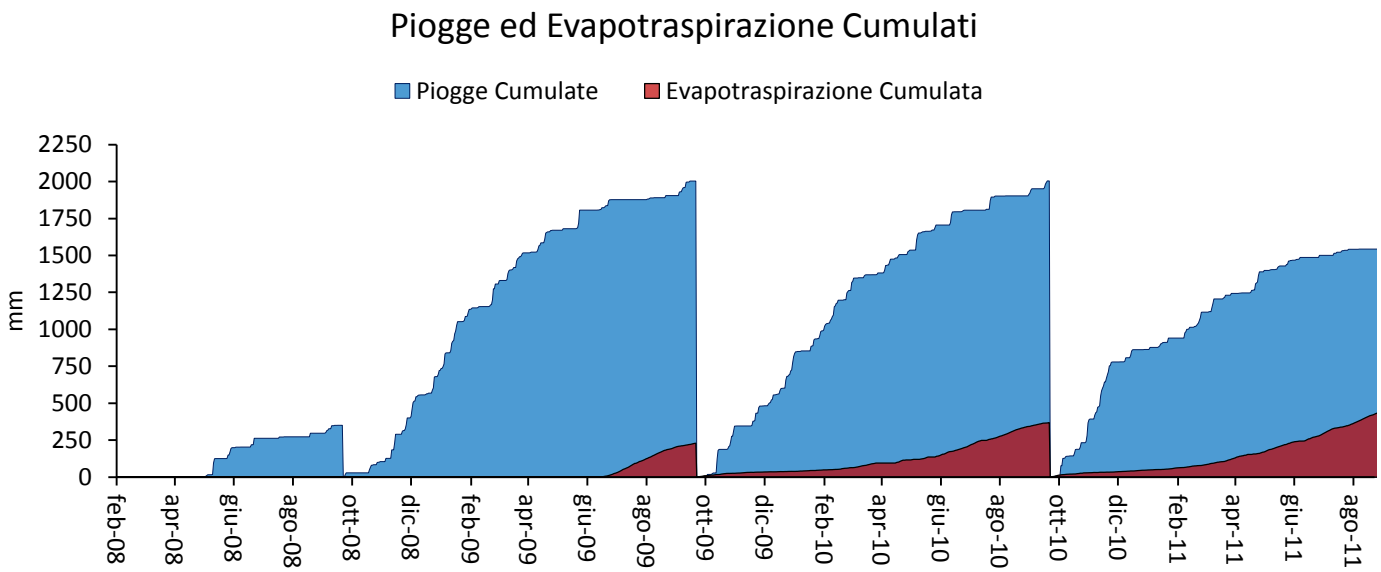


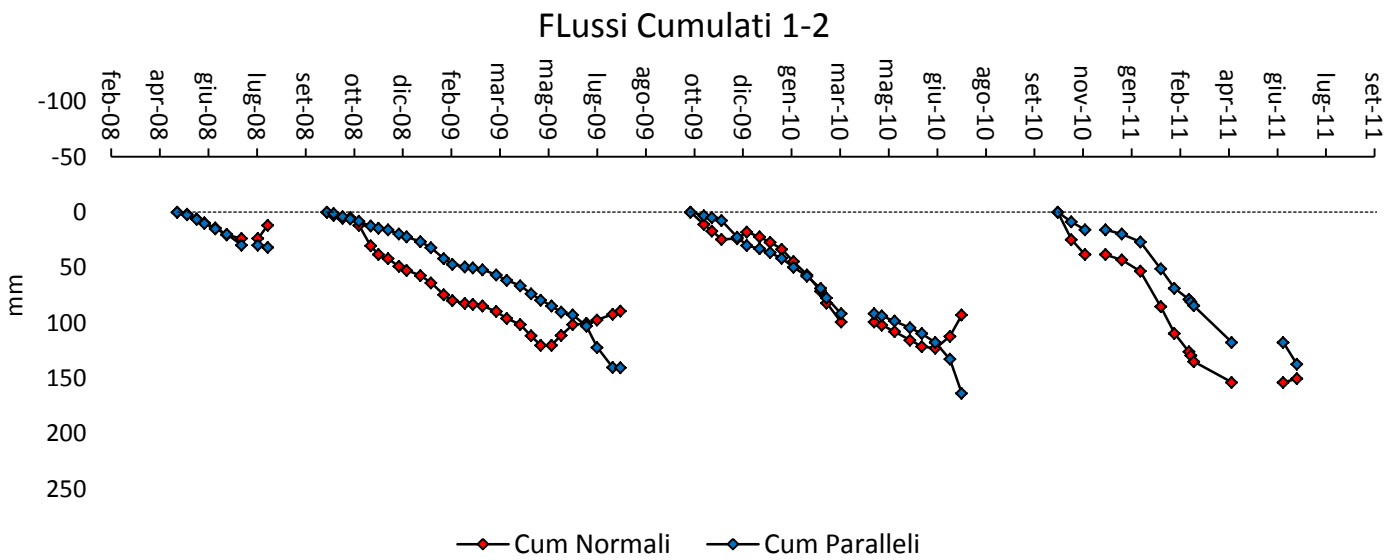

Flussi 4 Componente Normale e Parallela
Normale
Parallelo
mm/Day
-8
-7
-6
-5
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
5
6
ago-07
set-07
nov-07
gen-08
feb-08
apr-08
giu-08
lug-08
set-08
ott-08
dic-08
feb-09
mar-09
mag-09
lug-09
ago-09
ott-09
dic-09
gen-10
mar-10
mag-10
giu-10
ago-10
set-10
nov-10
gen-11
feb-11
apr-11
giu-11
lug-11
set-11

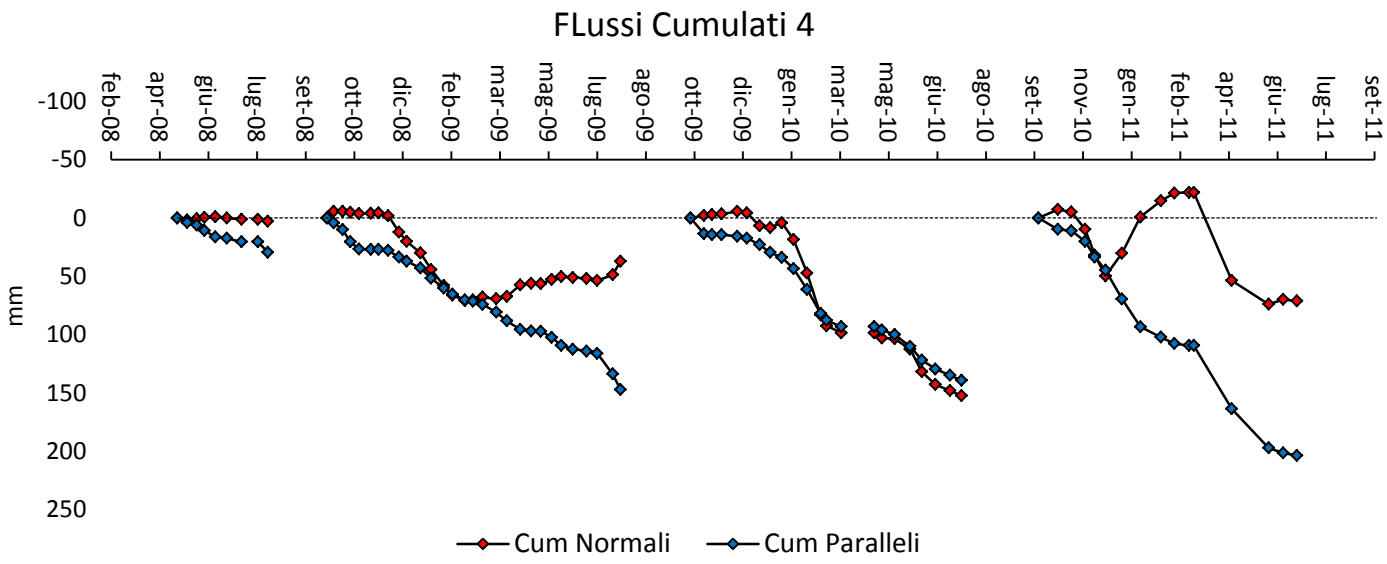

Flussi 6-8 Componente Normale e Parallela
Normale
Parallelo
mm/Day
-8
-7
-6
-5
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
5
6
ago-07
set-07
nov-07
gen-08
feb-08
apr-08
giu-08
lug-08
set-08
ott-08
dic-08
feb-09
mar-09
mag-09
lug-09
ago-09
ott-09
dic-09
gen-10
mar-10
mag-10
giu-10
ago-10
set-10
nov-10
gen-11
feb-11
apr-11
giu-11
lug-11
set-11

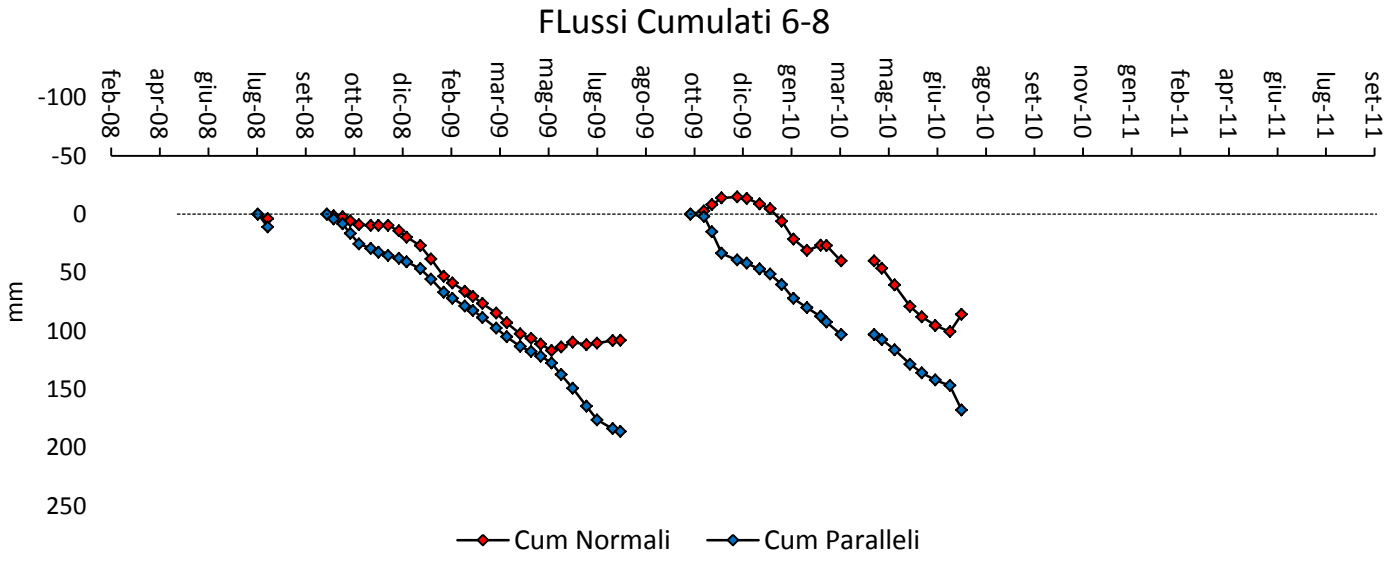
5. RISULTATI DELLA MODELLAZIONE DEL REGIME IDRAULICO

5.5 Flussi cumulati (normali e paralleli)






FLussi Cumulati 4
mm
-100
-50
0
50
100
150
200
250
feb-08
apr-08
giu-08
lug-08
set-08
ott-08
dic-08
feb-09
mar-09
mag-09
lug-09
ago-09
ott-09
dic-09
gen-10
mar-10
mag-10
giu-10
ago-10
set-10
nov-10
gen-11
feb-11
apr-11
giu-11
lug-11
set-11
Cum Normali
Cum Paralleli


FLussi Cumulati 6-8
mm
-100
-50
0
50
100
150
200
250
feb-08
apr-08
giu-08
lug-08
set-08
ott-08
dic-08
feb-09
mar-09
mag-09
lug-09
ago-09
ott-09
dic-09
gen-10
mar-10
mag-10
giu-10
ago-10
set-10
nov-10
gen-11
feb-11
apr-11
giu-11
lug-11
set-11
Cum Normali
Cum Paralleli

6. CONCLUSIONI

1) La componente parallela al pendio del modulo del gradiente idraulico è sempre costante e pari a circa 0,5 per tutti i terreni, quindi, tale gradiente dipende della sola geometria del pendio in accordo con il comportamento ideale di un pendio indefinito;

2) la componente normale al pendio del modulo del gradiente presenta invece una variabilità nel tempo dovuta all'evapotraspirazione e agli eventi meteorici;

3) la componente normale al pendio è mediamente pari a 0,5 in tutti i terreni, decresce in estate e cresce nuovamente in autunno con le piogge. I picchi negativi e positivi sono tanto più piccoli quanto più ci si allontana dal piano campagna;

In definitiva la modellazione del pendio tramite lo strumento di Matlab dà risultati conformi alle aspettative ed è tanto più accurato quanto più sono frequenti e precise le misure di suzione.