



*Autorità di Bacino del Fiume Arno*



## Presentazione del Piano del Bilancio idrico del bacino del fiume Arno

Acque sotterranee e acque superficiali:  
aspetti quantitativi e criticità

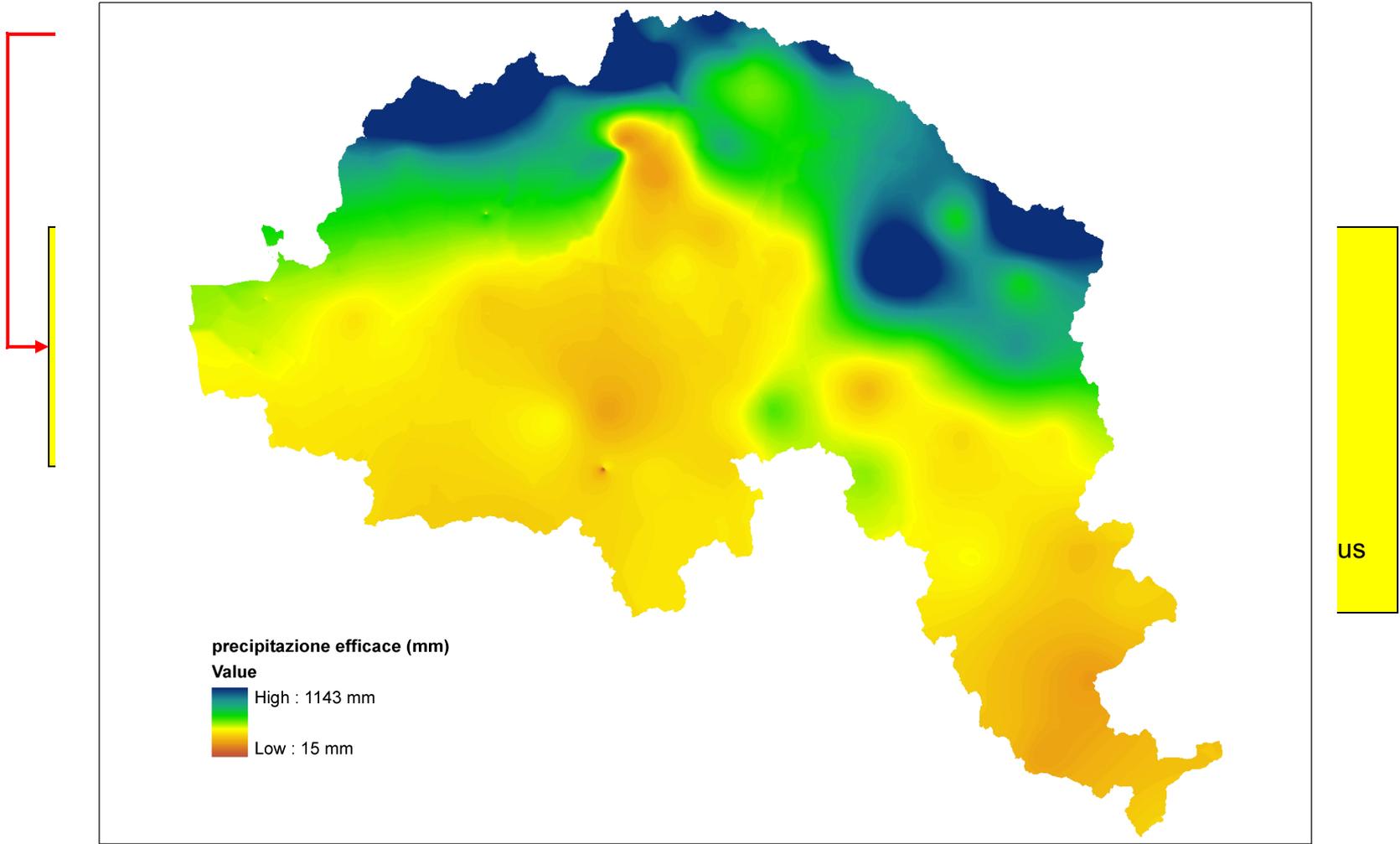
Firenze 21 aprile 2008

**Dott. Marcello Brugioni**  
**Dirigente Coordinatore dei Settori Tecnici**  
**Autorità di Bacino del Fiume Arno**  
**[m.brugioni@adbarno.it](mailto:m.brugioni@adbarno.it)**

## Articolazione delle fasi di lavoro per la determinazione del bilancio

2. Determinazione dell'infiltrazione efficace (Modello d'infiltrazione efficace a scala di bacino)
4. Caratterizzazione geometrica e idrogeologica dei 17 acquiferi di pianura significativi
6. Stima dei prelievi di acque sotterranee
8. Determinazione dei bilanci idrogeologici degli acquiferi significativi
10. Zonazione delle disponibilità di acque sotterranee

# MODELLO PER LA DETERMINAZIONE DELL' INFILTRAZIONE EFFICACE



# MODELLO PER LA DETERMINAZIONE DELL' INFILTRAZIONE EFFICACE

**Geologia**

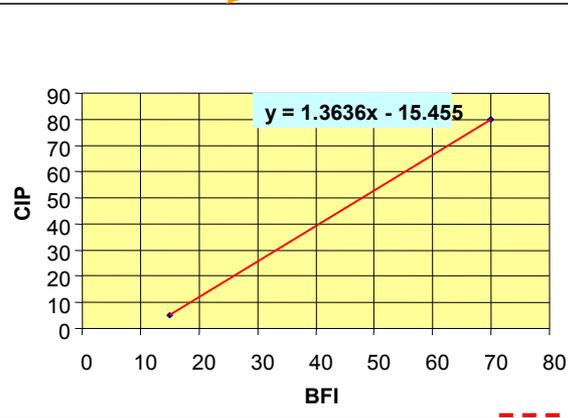
**pendenza**

**Uso suolo**

**Coefficienti di infiltrazione potenziale (CIP) su base geologica stabiliti in base al BFI**

classe	descrizione
1	0 - 2 %
2	2 - 10 %
3	10 - 20 %
4	> 20 %

classe	Descrizione
10	Aree urbanizzate e roccia nuda
20	Pascoli
30	Terra coltivata, <u>boscata</u>
40	Bosco d' alto fusto



		Uso suolo			
		10	20	30	40
pendenza	1	B	A	E	E
	2	B	M	A	E
	3	B	M	M	A
	4	B	B	M	A

classe	COEFFICIENTE
B	50
M	65
A	85
E	100

**TARATURA DEL MODELLO**

**Carta dei CIP dovuti alla geologia (CIPg)**

**Carta dei CIP dovuti alla pendenza e all' uso del suolo (Cpend/suolo)**

$$I_{eff} = P_{eff} \times CIPg \% \times C_{pend/suolo} \%$$

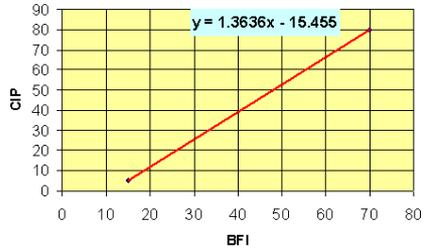
# MODELLO PER LA DETERMINAZIONE DELL' INFILTRAZIONE EFFICACE

Geologia

Coefficienti di infiltrazione potenziale (CIP) su base geologica attribuiti in base al BFI (base flow index)

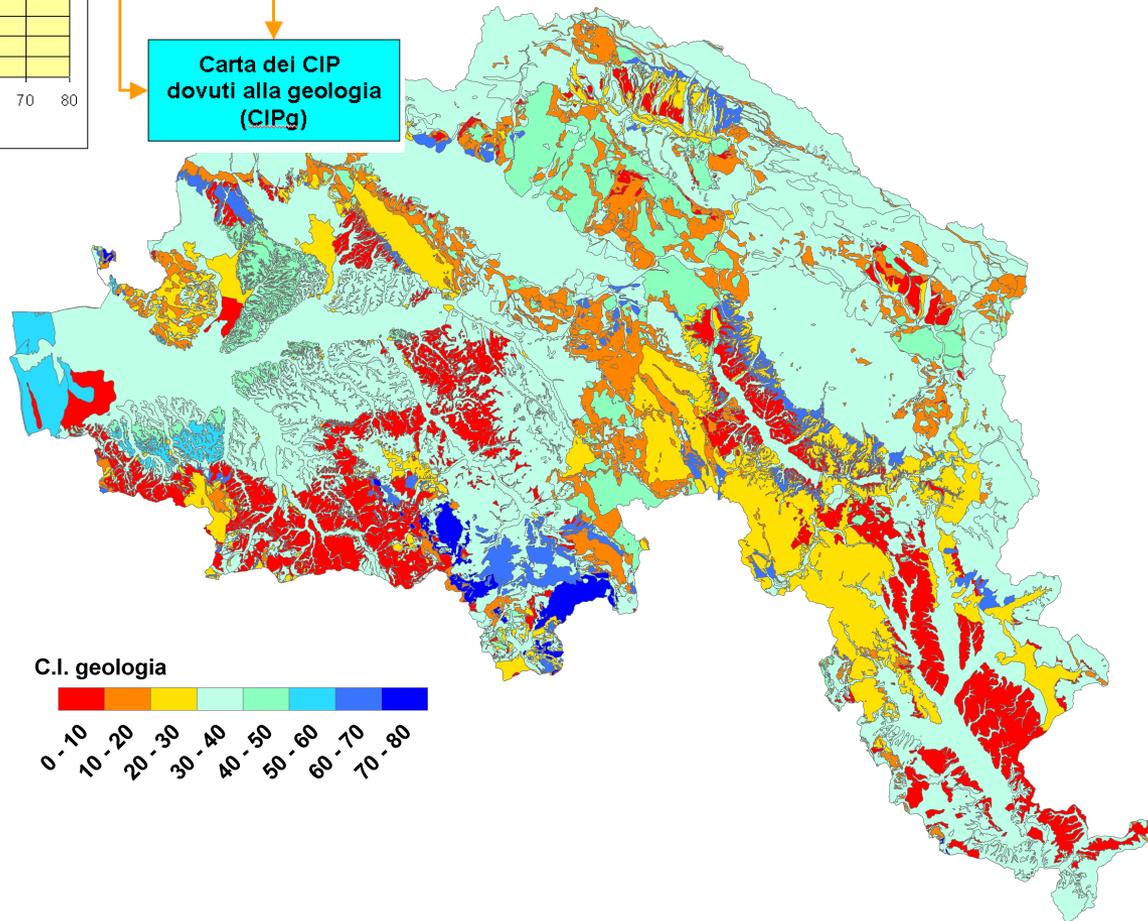
Attribuzione dei coefficienti di infiltrazione su base quali-quantitativa, considerando i valori di BFI (base flow index) definiti per la regionalizzazione delle curve di durata delle portate.

regressione CIP - BFI



TARATURA DEL MODELLO

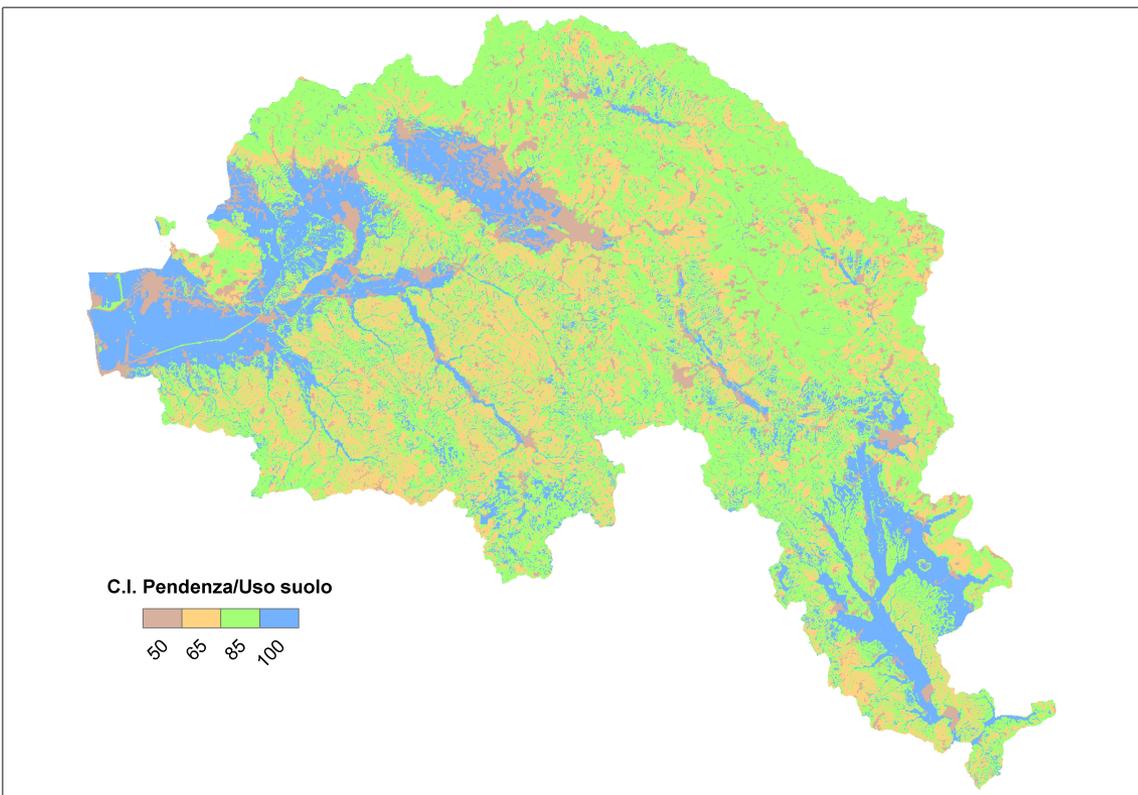
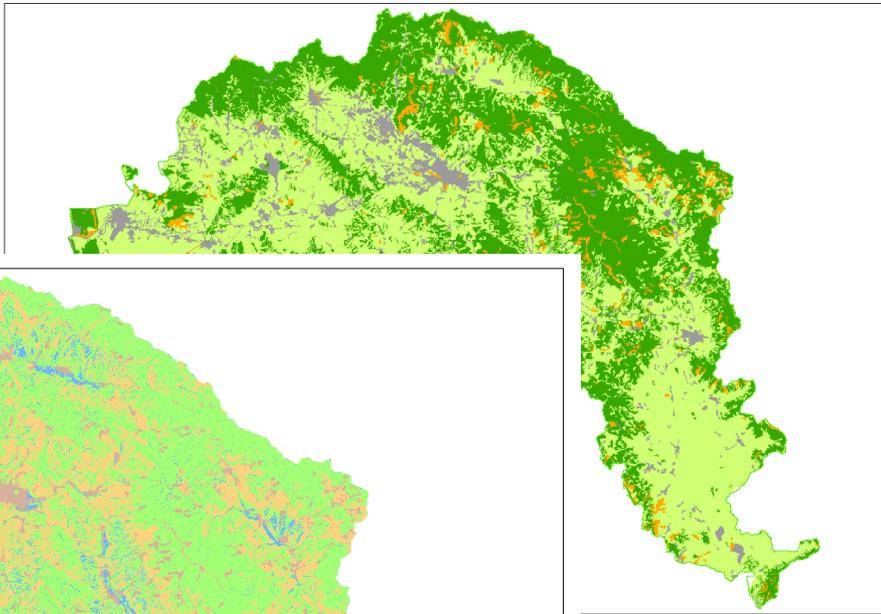
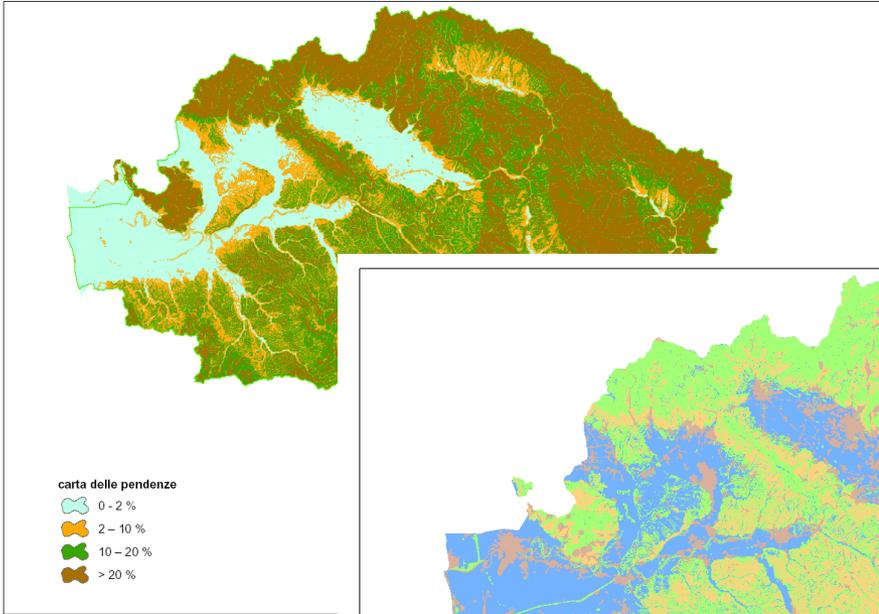
Carta dei CIP dovuti alla geologia (CIPg)



C.I. geologia



# MODELLO PER LA DETERMINAZIONE DELL' INFILTRAZIONE EFFICACE



M	65
A	85
E	100

Carta dei C.I.  
dovuti alla pendenza e  
all' uso del suolo  
(Cpend/suolo)



## MODELLO PER LA DETERMINAZIONE DELL' INFILTRAZIONE EFFICACE

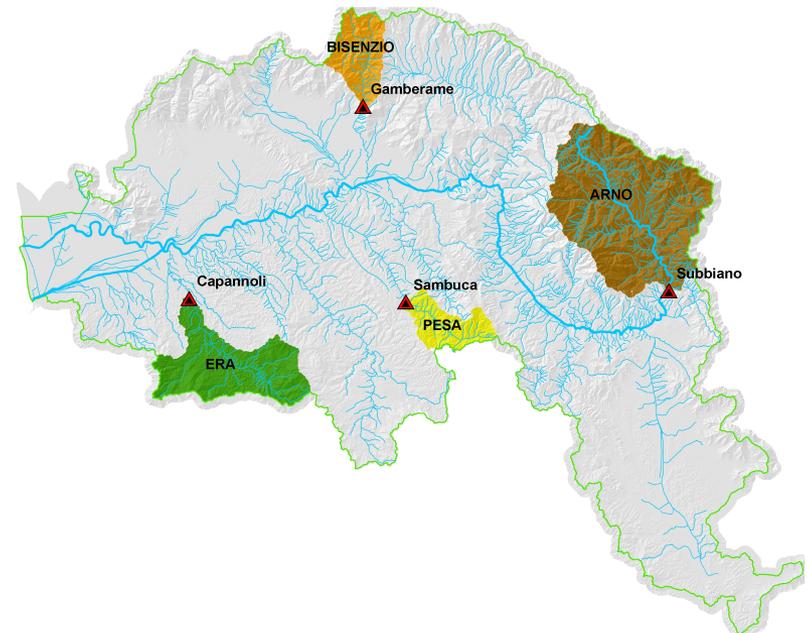
**TARATURA  
DEL MODELLO**

valutazione del Db naturale con il metodo delle portate mensili caratteristiche, partendo da valori misurati alla stazione di chiusura del sottobacino

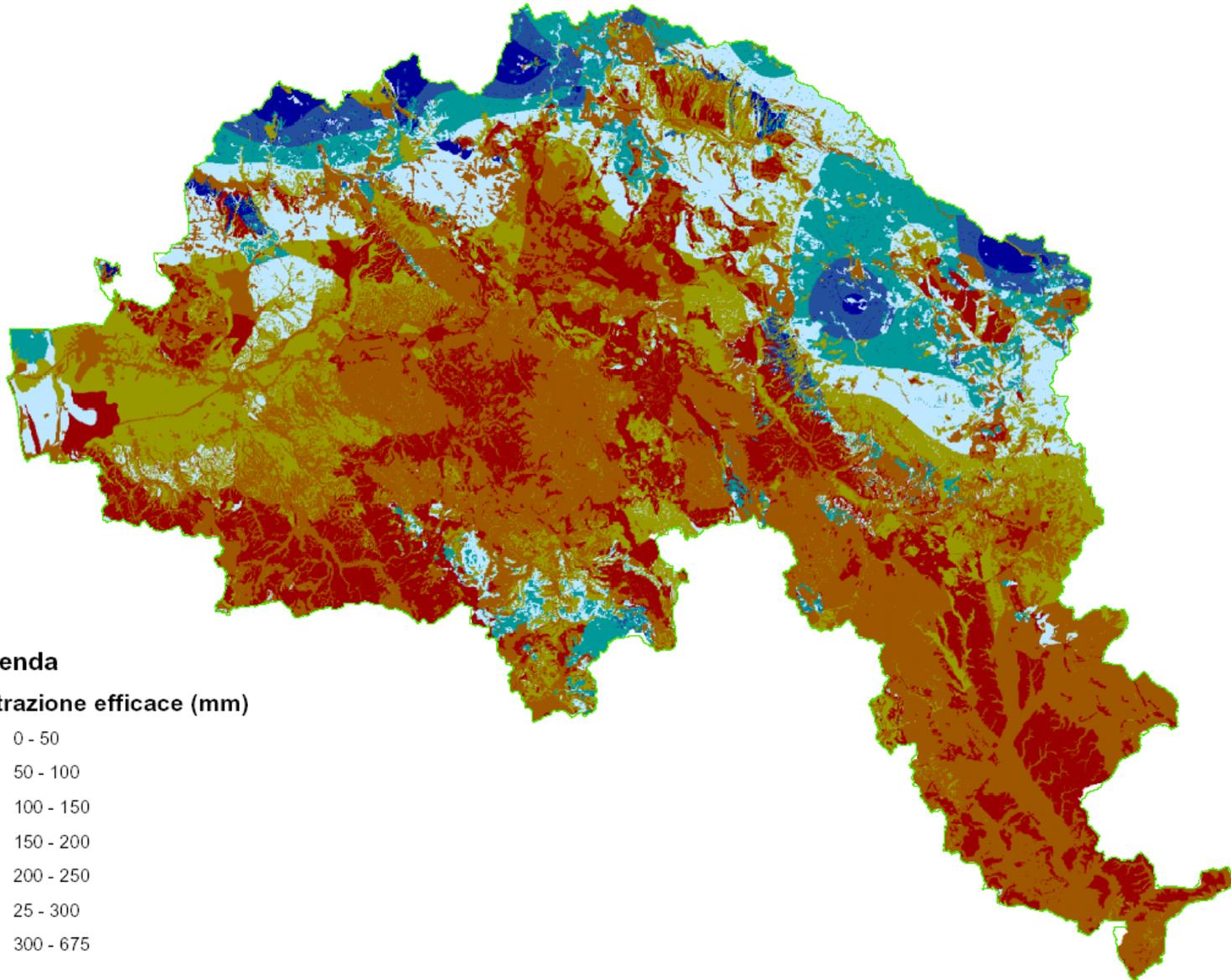
$$Db \text{ naturale} = Q_{\text{min. giornaliera di ogni mese (93 - 06)}} + Q_{\text{dissipata da pozzi e da derivazioni}}$$

La taratura è stata fatta confrontando i valori di infiltrazione ottenuti per alcuni sottobacini con i valori di deflusso di base ricavati dai dati registrati alle stazioni. L'obiettivo era quello di ottenere uno scarto massimo tra i valori del 15%.

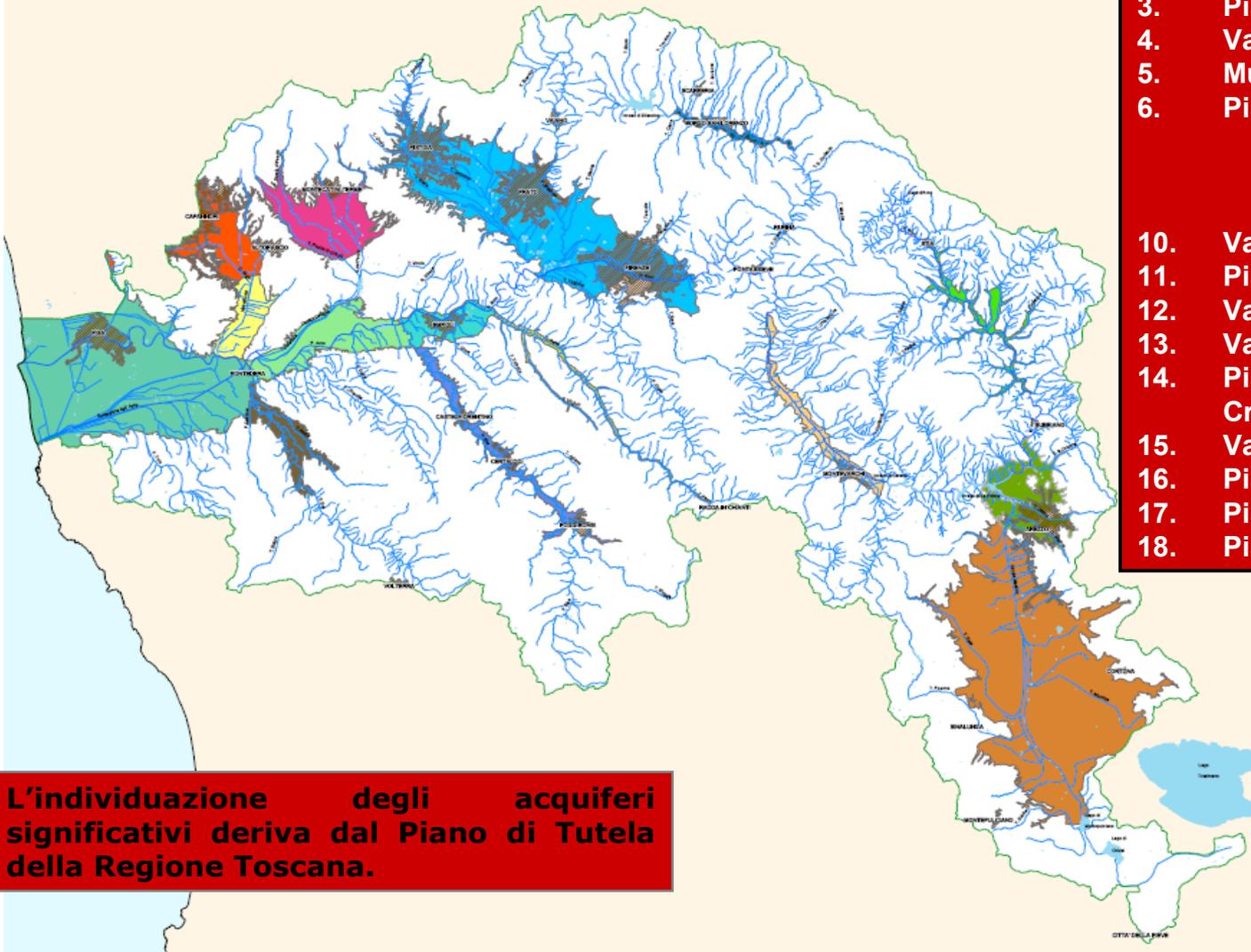
	Db naturale (mm/anno)	Infiltrazione media sul sottobacino (mm/anno)
subbiano	176	187
gamberame	244	230
capannoli	39	46
sambuca	77	87



# MODELLO PER LA DETERMINAZIONE DELL' INFILTRAZIONE EFFICACE

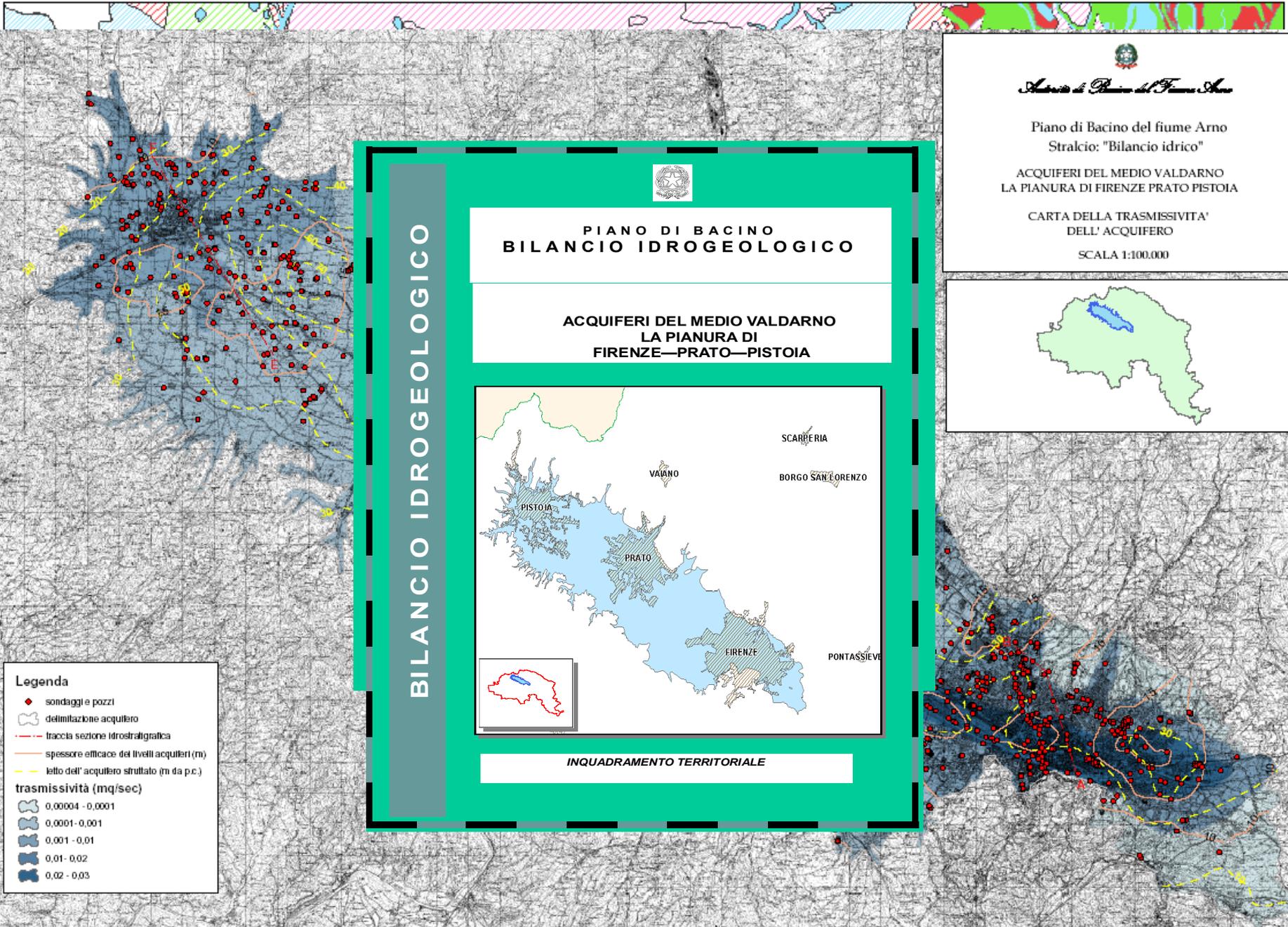


## CARATTERIZZAZIONE GEOMETRICA ED IDROGEOLOGICA DEGLI ACQUIFERI DI PIANURA



1. Casentino
2. Valdichiana
3. Pianura di Arezzo
4. Valdarno superiore
5. Mugello
6. Pianura di Firenze Prato Pistoia  
pianura di Firenze  
conoide di Prato  
pianura di Pistoia
10. Val di Pesa
11. Pianura di Empoli
12. Val d' Elsa
13. Val di Nievole
14. Pianura di Fucecchio Santa  
Croce
15. Val d' Era
16. Pianura di Lucca
17. Pianura di Bientina
18. Pianura di Pisa

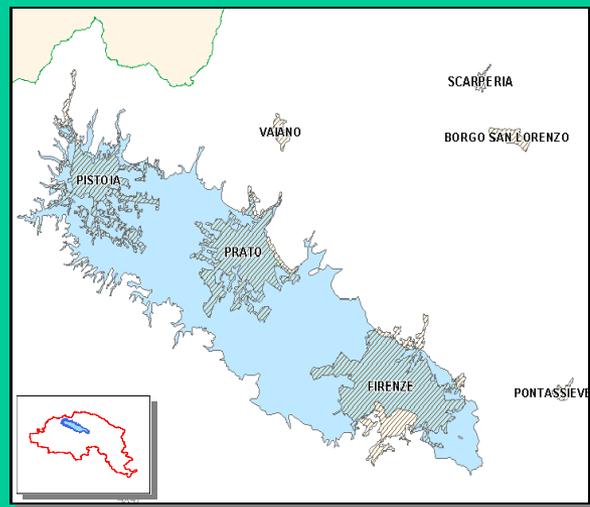
L'individuazione degli acquiferi significativi deriva dal Piano di Tutela della Regione Toscana.



**BILANCIO IDROGEOLOGICO**

**PIANO DI BACINO  
BILANCIO IDROGEOLOGICO**

**ACQUIFERI DEL MEDIO VALDARNO  
LA PIANURA DI  
FIRENZE—PRATO—PISTOIA**



**INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

- Legenda**
- ◆ sondaggi e pozzi
  - ◊ delimitazione acquifero
  - - - traccia sezione idrostratigrafica
  - spessore efficace dei livelli acquiferi (m)
  - letto dell'acquifero sfruttato (m da p.c.)
- trasmissività (mq/sec)**
- 0,00004 - 0,0001
  - 0,0001 - 0,001
  - 0,001 - 0,01
  - 0,01 - 0,02
  - 0,02 - 0,03

*Autorevole di Bacino del Fiume Arno*

Piano di Bacino del fiume Arno  
Stralcio: "Bilancio idrico"

ACQUIFERI DEL MEDIO VALDARNO  
LA PIANURA DI FIRENZE PRATO PISTOIA

CARTA DELLA TRASMISSIVITA'  
DELL'ACQUIFERO

SCALA 1:100.000



# STIMA DEI PRELIEVI DI ACQUE SOTTERRANEE

PZ\_AdB\_all.mxd - ArcMap - ArcView

File Edit View Insert Selection Tools Window Help

Spatial Analyst Layer: F251.tif

Editor Task: Create New Feature

3D Analyst Layer: dens\_pzAdB

**Layers**

- Irrigui
- P
- SCHEDA\_PREL
- Clss**
- pz\_AdB
  - USO\_AdB
    - ACQUEDOTTISTICO
    - IRRIGUO
    - DOMESTICO
    - PRODUTTIVO
    - SERVIZI
  - raster.SIT.IGM25K\_GB
  - comuni\_gb
  - geol
  - tipi idrogeologici
  - Raster CTR10k
  - dens\_pzAdB
  - lim\_adb2001gb\_polygon

**Attributes of pz\_AdB**

FID	Shape*	USO_AdB	vol_anno
7948	Point	DOMESTICO	250
7949	Point	IRRIGUO	2800
7950	Point	DOMESTICO	250
7951	Point	DOMESTICO	250
7952	Point	DOMESTICO	250
7953	Point	DOMESTICO	250
7954	Point	DOMESTICO	250
7955	Point	DOMESTICO	250
7956	Point	DOMESTICO	250
7957	Point	DOMESTICO	250
7958	Point	DOMESTICO	250
7959	Point	DOMESTICO	250
7960	Point	DOMESTICO	250
7961	Point	DOMESTICO	250
7962	Point	IRRIGUO	2800
7963	Point	DOMESTICO	250
7964	Point	IRRIGUO	2800
7965	Point	DOMESTICO	250
7966	Point	DOMESTICO	250
7967	Point	DOMESTICO	250
7968	Point	DOMESTICO	250
7969	Point	IRRIGUO	2800
7970	Point	DOMESTICO	250
7971	Point	DOMESTICO	250
7972	Point	DOMESTICO	250
7973	Point	DOMESTICO	250
7974	Point	DOMESTICO	250
7975	Point	DOMESTICO	250
7976	Point	DOMESTICO	250
7977	Point	DOMESTICO	250
7978	Point	IRRIGUO	2800
7979	Point	DOMESTICO	250
7980	Point	DOMESTICO	250
7981	Point	DOMESTICO	250

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 122069 Selected.)

1582830.14 4830897.59 Meter

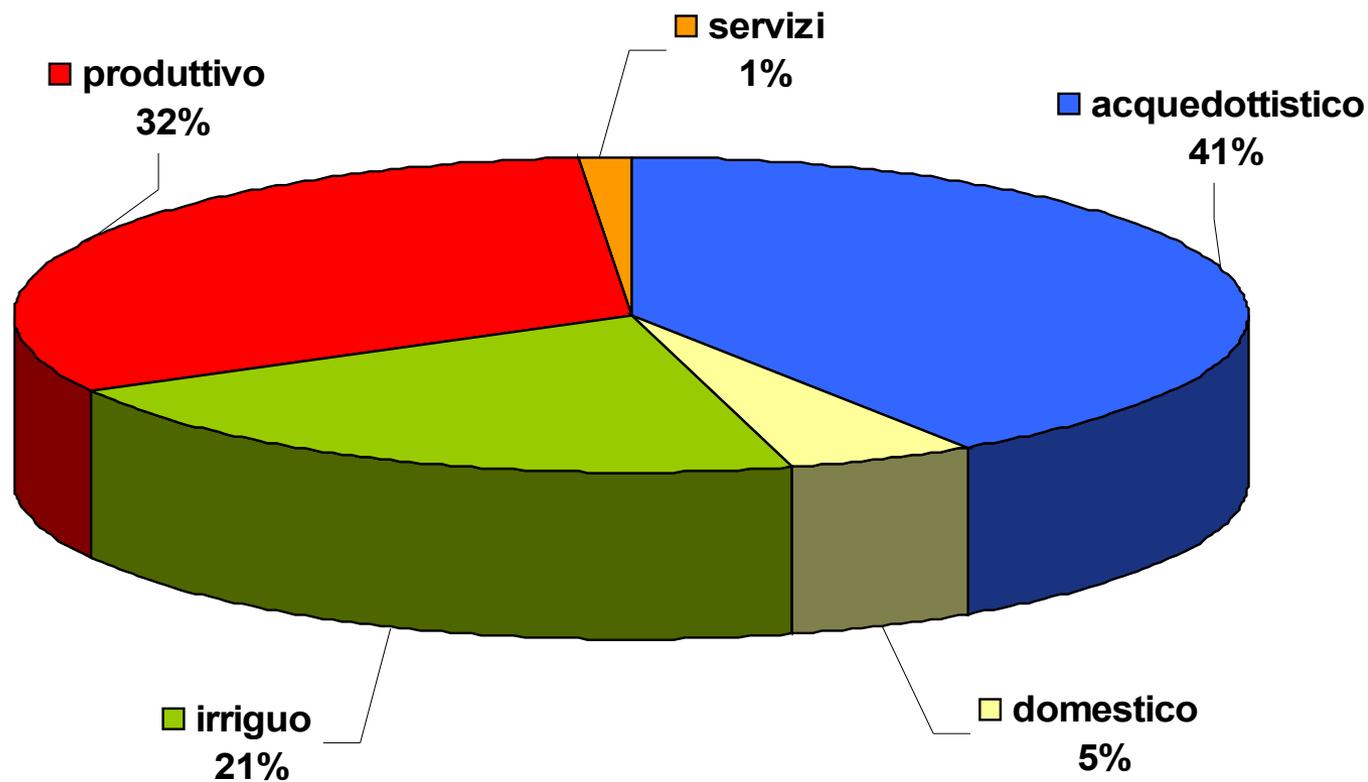
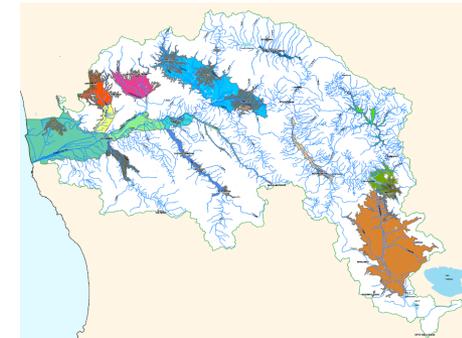
Start | C:\Francesco\stage Fran... | V:\SIGovernoTerritorio\U... | workshop\_23\_11\_06.ppt | PZ\_AdB\_all.mxd - Arc... | 09:44

## STIMA DEI PRELIEVI DI ACQUE SOTTERRANEE

IL VOLUME EMUNTO ANNUALE SUGLI ACQUIFERI DI PIANURA

Acquedottistico	104,18 Mmc/anno
Produttivo	81,14 Mmc/anno
Irriguo	53,72 Mmc/anno
Domestico	13,23 Mmc/anno
Servizi	3,62 Mmc/anno

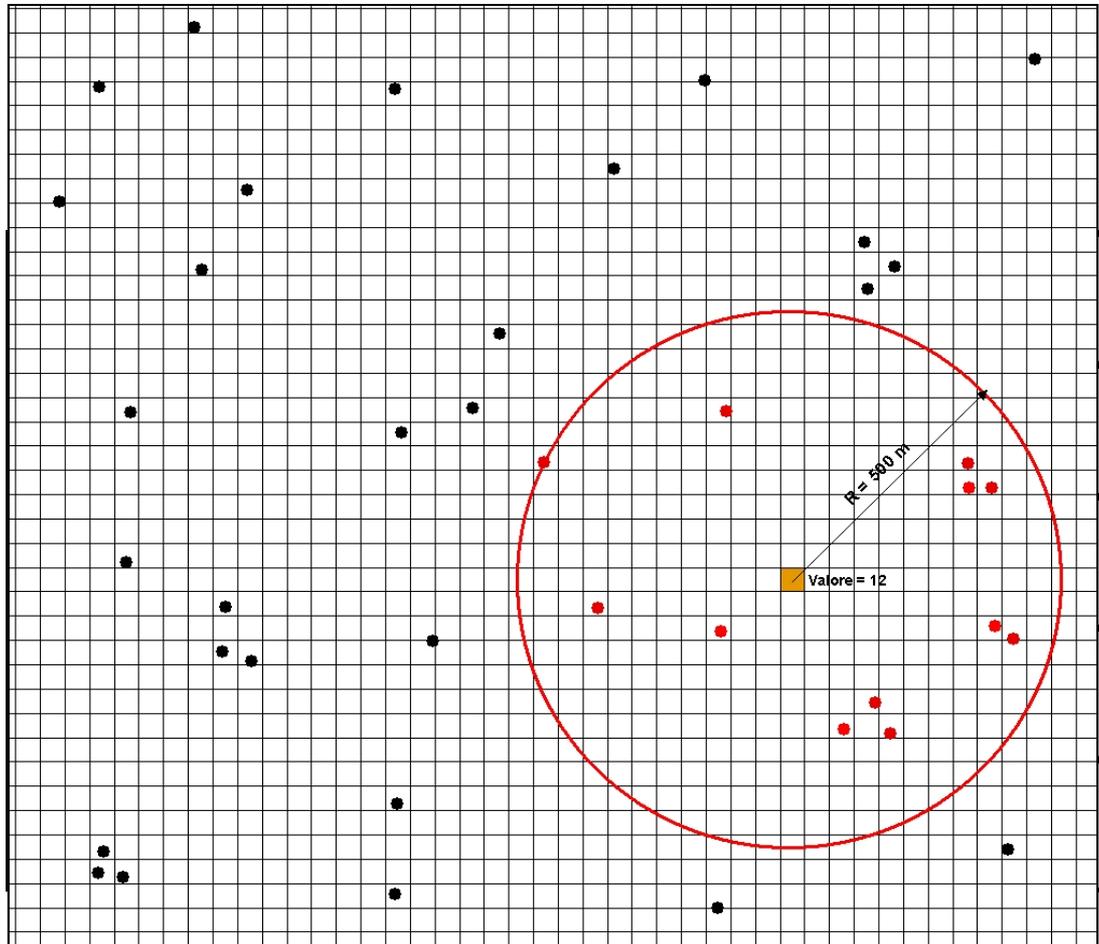
**TOTALE**  
**255,88**  
**Mmc\anno**



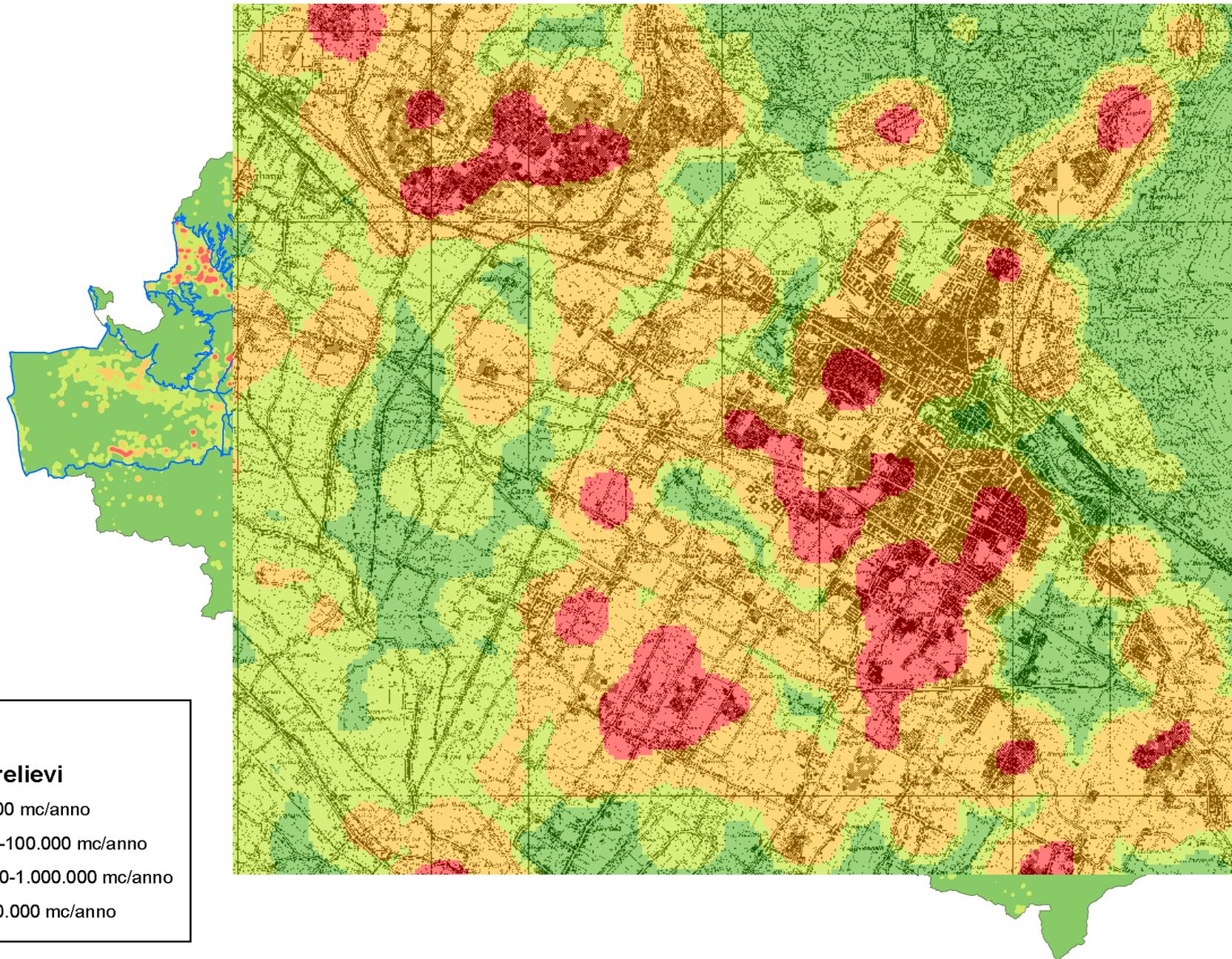
## STIMA DEI PRELIEVI DI ACQUE SOTTERRANEE

### LA DENSITA' PESATA DI PRELIEVO

La densità di prelievo è stata determinata considerando numero di pozzi e volume emunto da ogni pozzo. Ad ogni cella di 50 m lato è stato attribuito la somma dei volumi estratto dai pozzi ricadenti in un intorno di 500 m. Questo al fine di poter considerare l'effetto dovuto al pompaggio da più punti di prelievo.



# STIMA DEI PRELIEVI DI ACQUE SOTTERRANEE

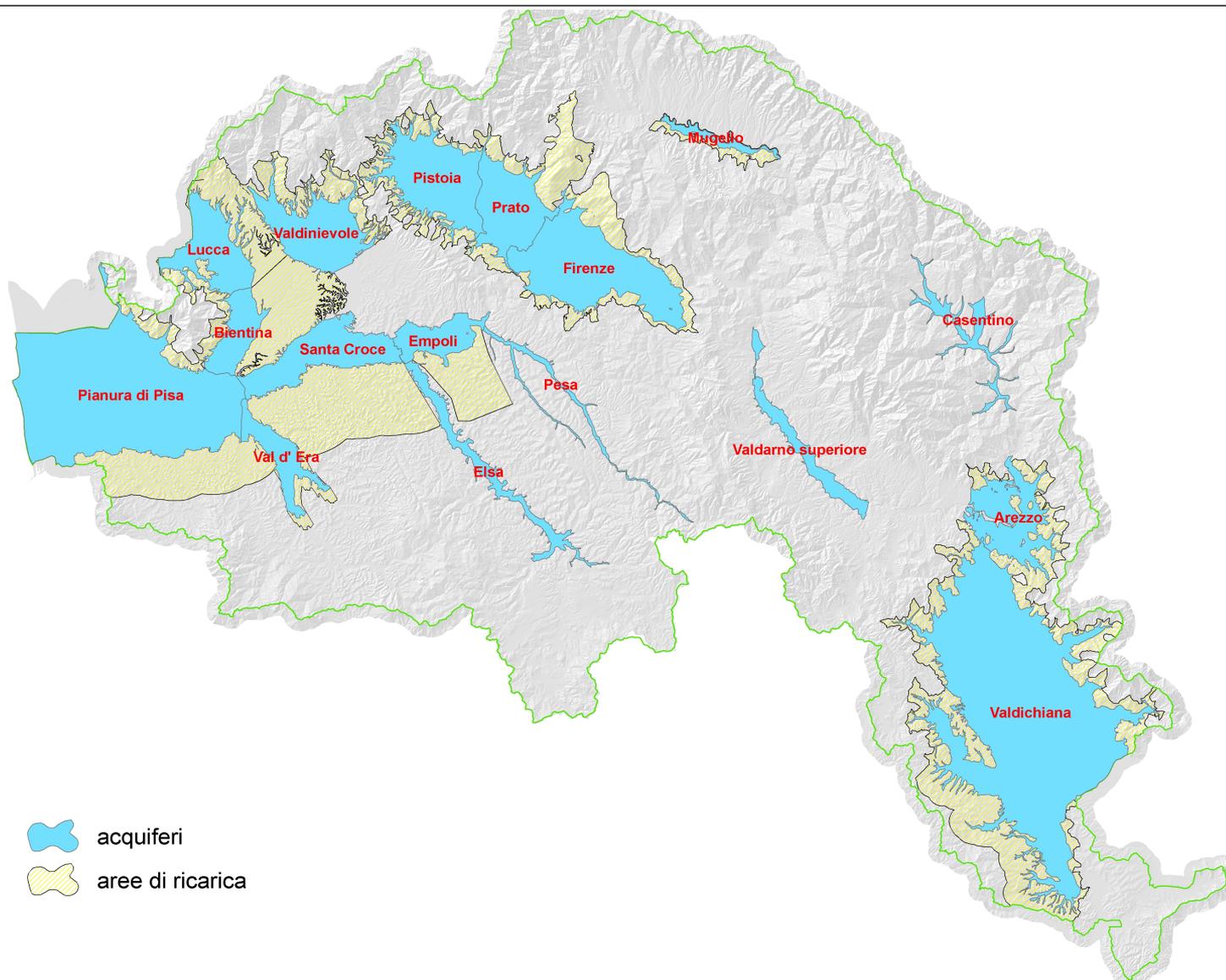


## Legenda

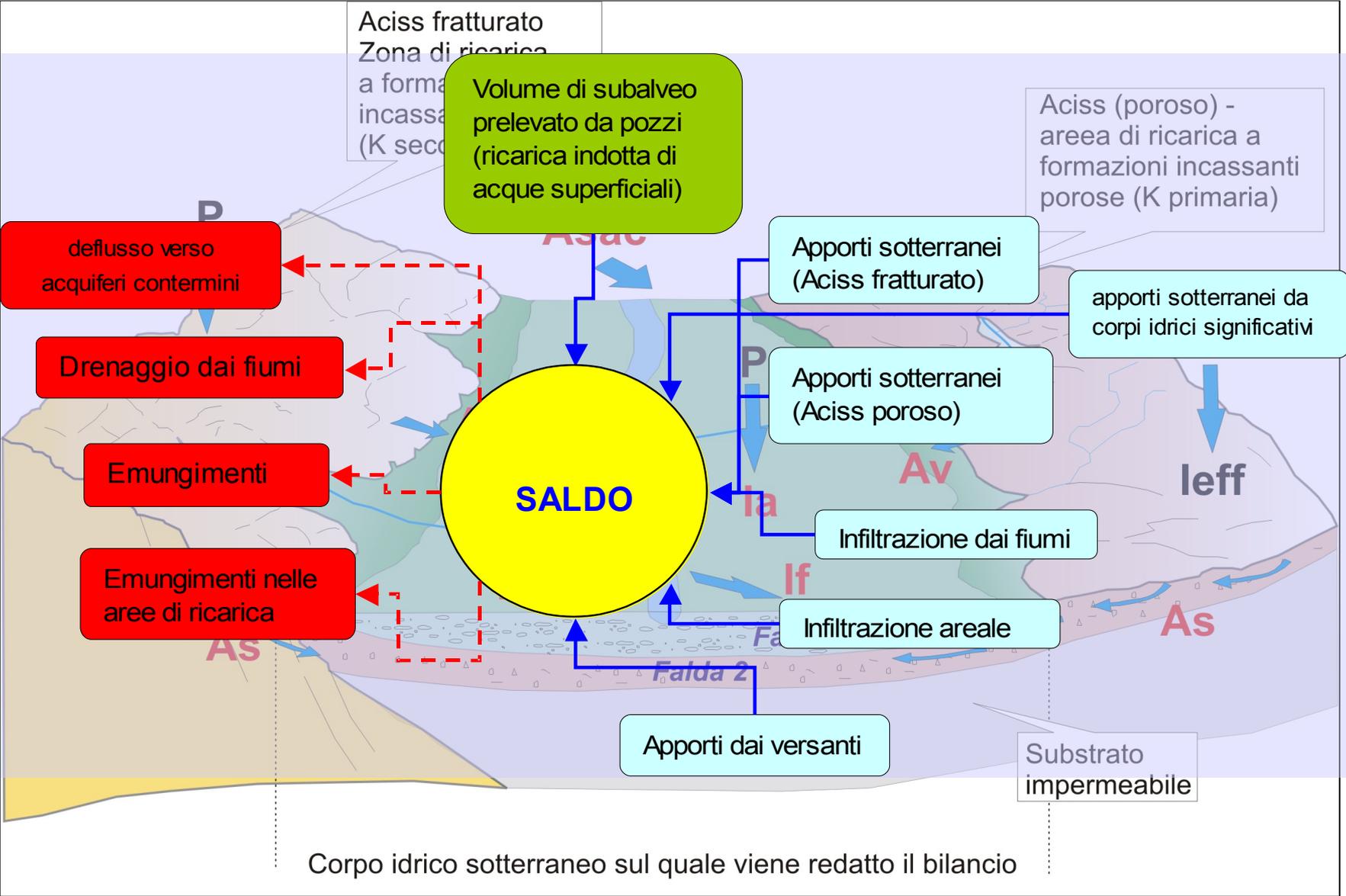
### densità prelievi

-  < 10.000 mc/anno
-  10.000-100.000 mc/anno
-  100.000-1.000.000 mc/anno
-  > 1.000.000 mc/anno

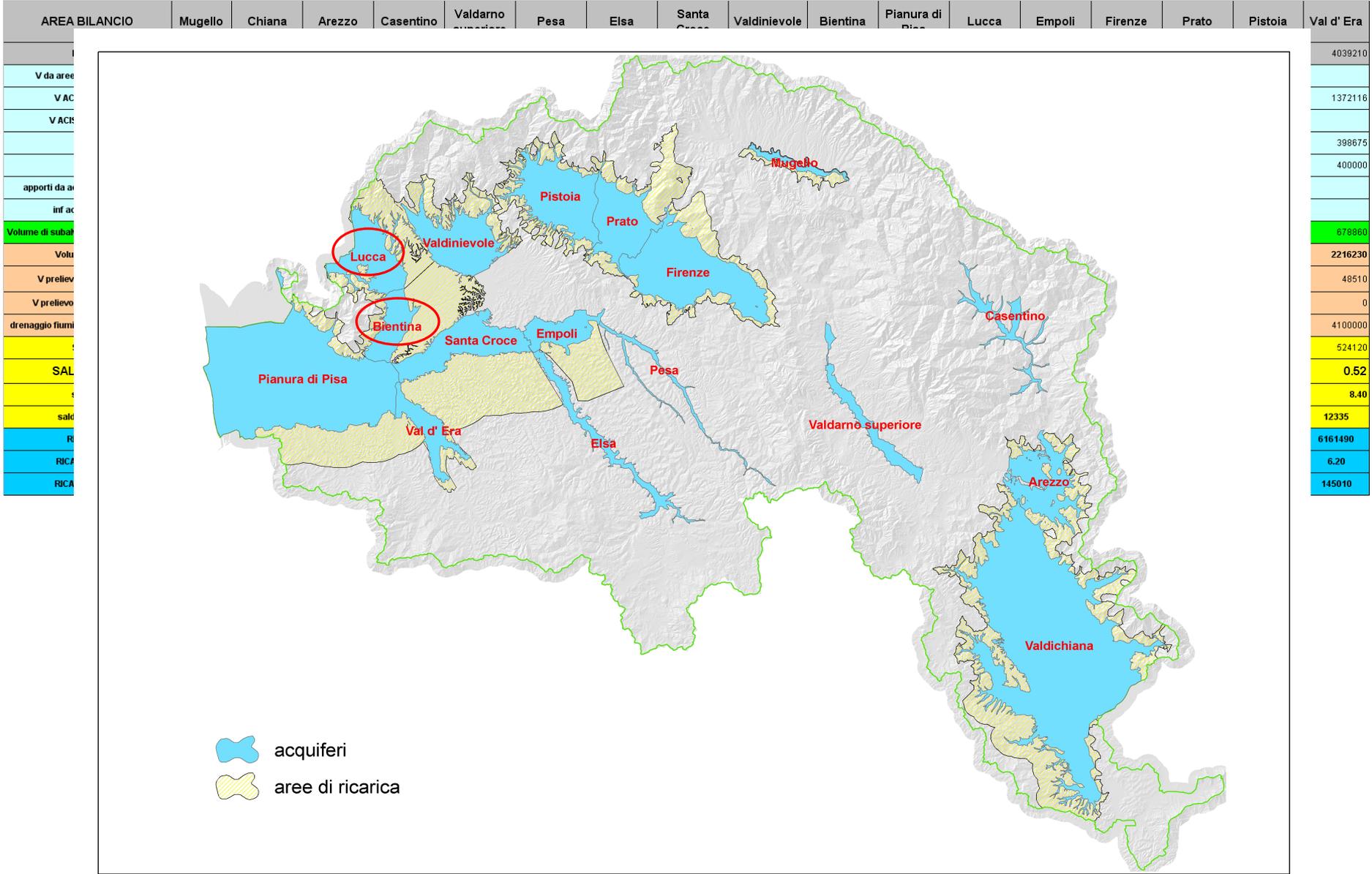
# DETERMINAZIONE DEI BILANCI IDROGEOLOGICI DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI



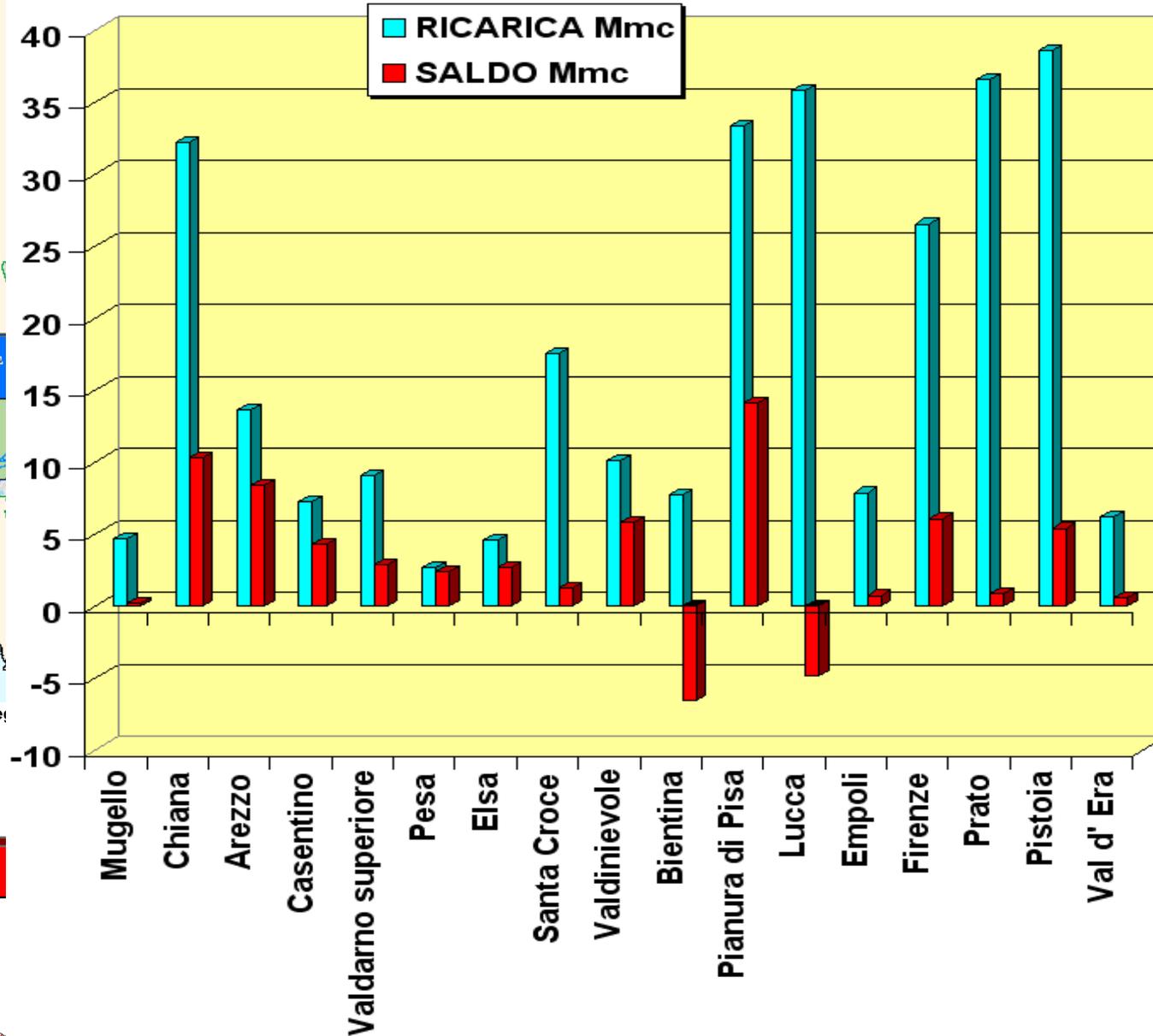
**DETERMINAZIONE DEI BILANCI IDROGEOLOGICI DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI**



# BILANCI IDROGEOLOGICI DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI



# BILANCI IDROGEOLOGICI DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI



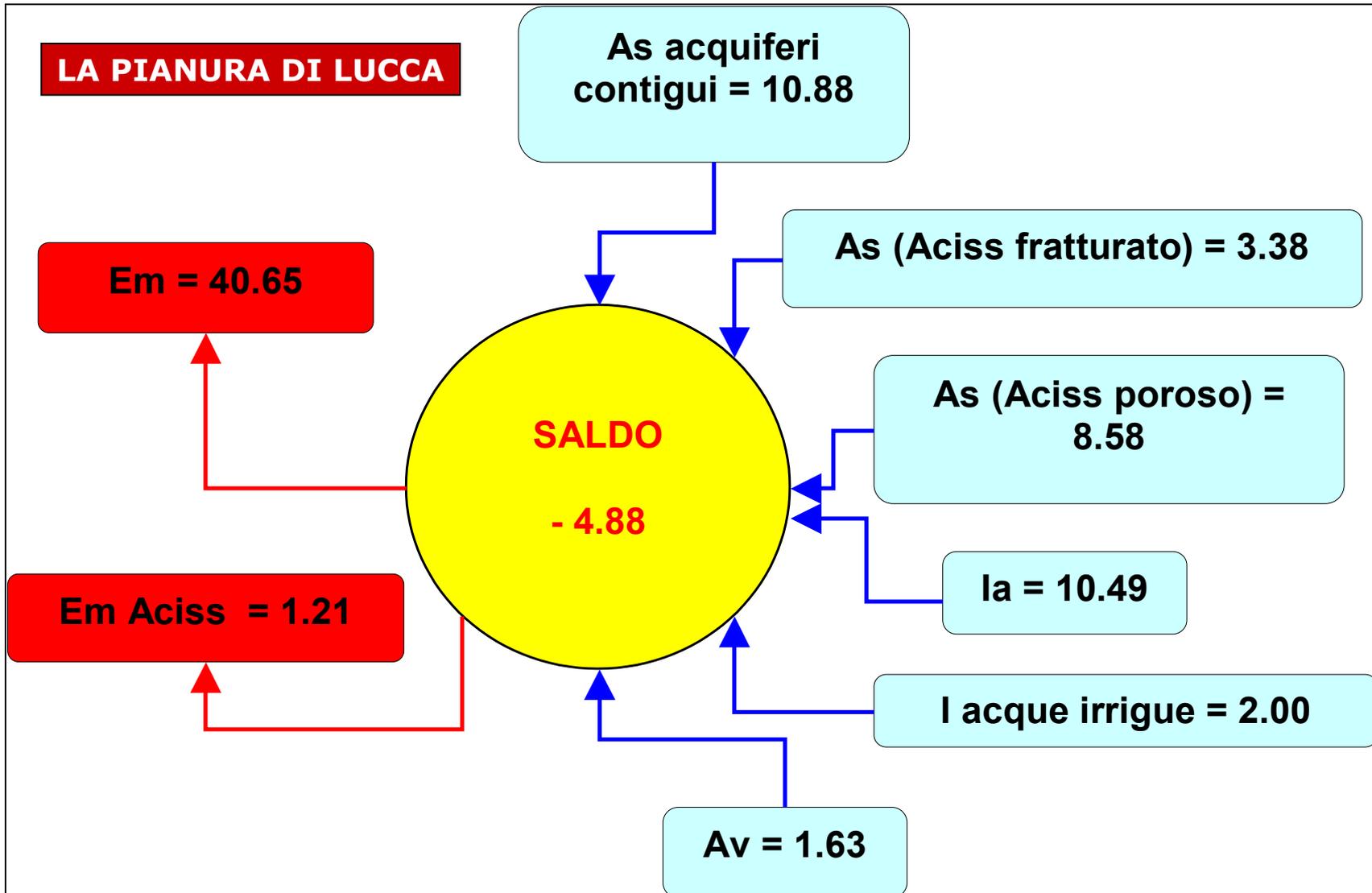
Leg.



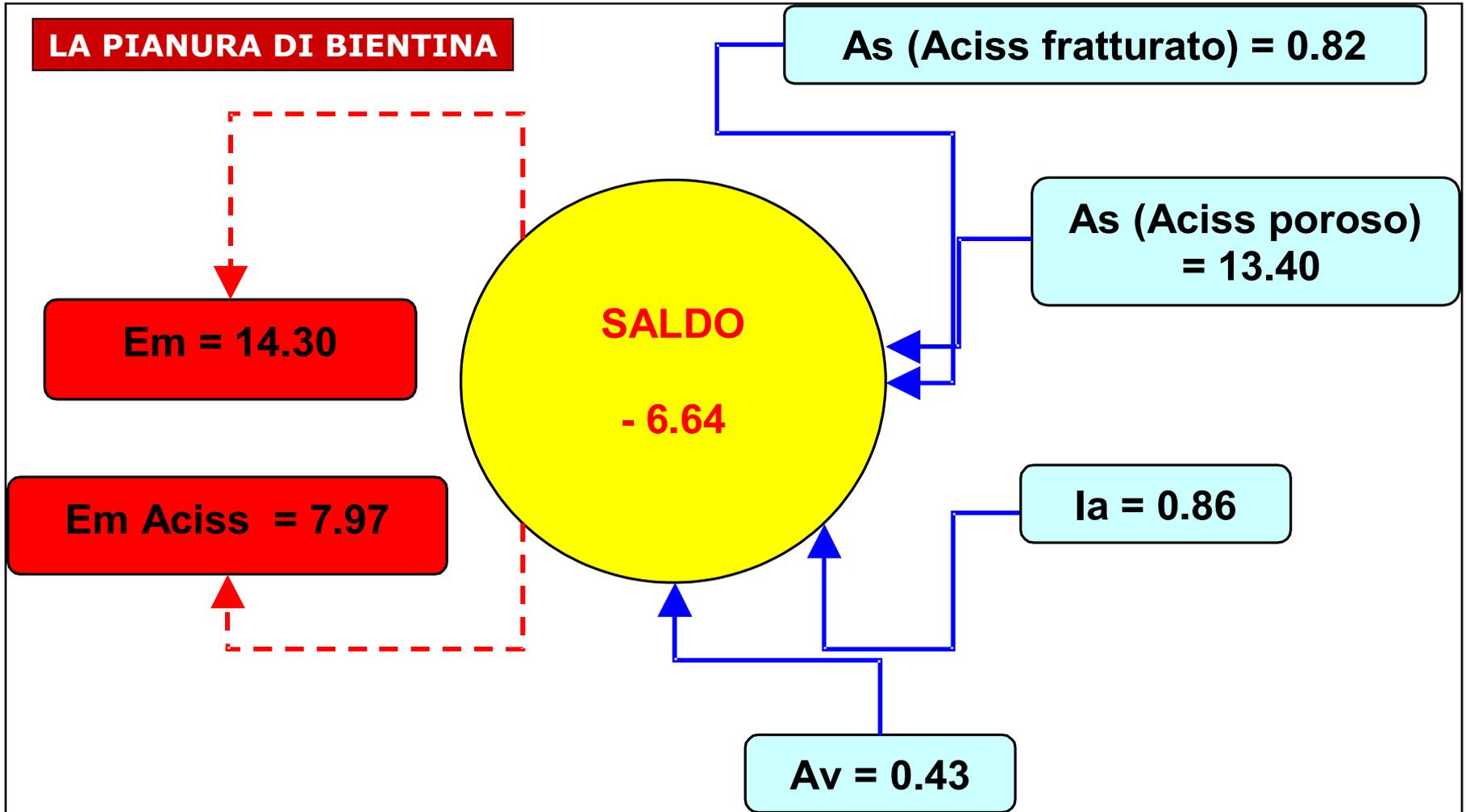
De

LE CRITICITA' DEI BILANCI DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI

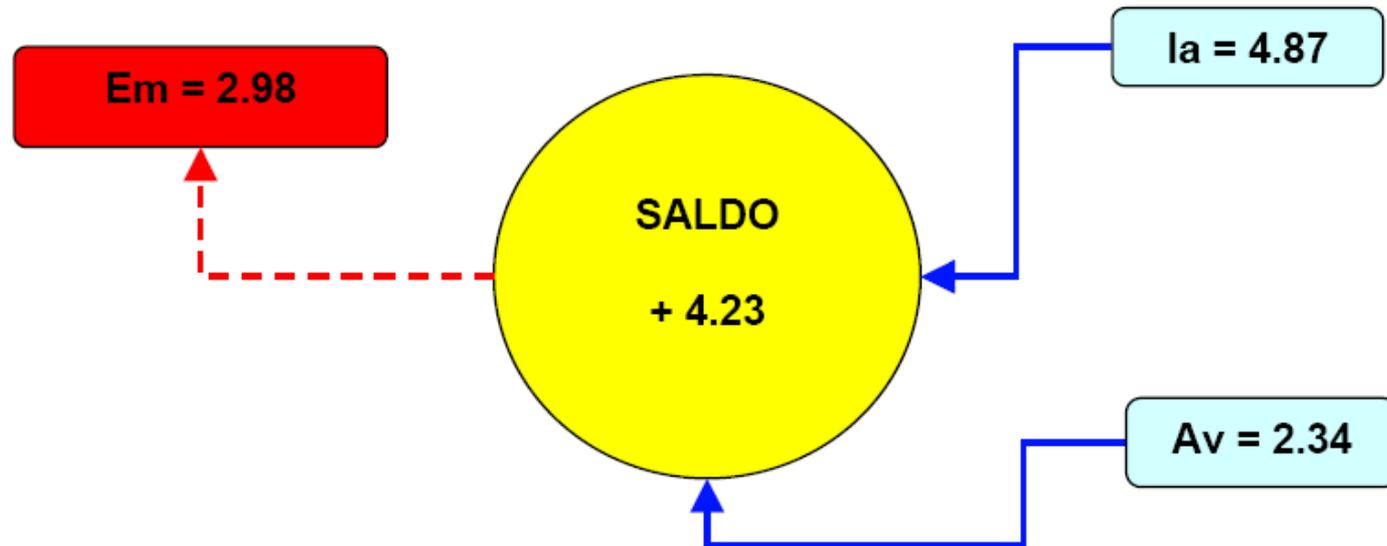
LA PIANURA DI LUCCA



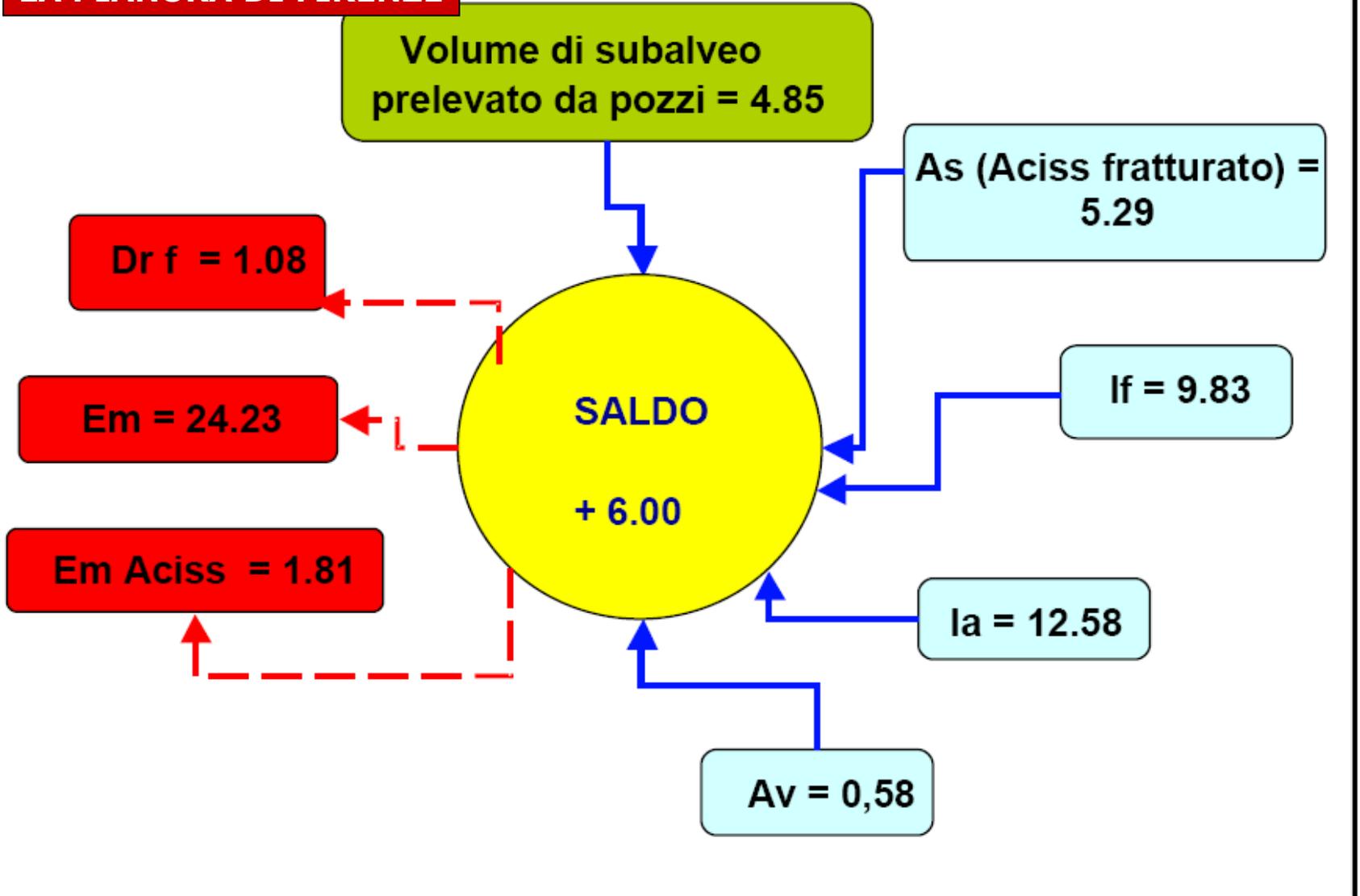
LE CRITICITA' DEI BILANCI DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI



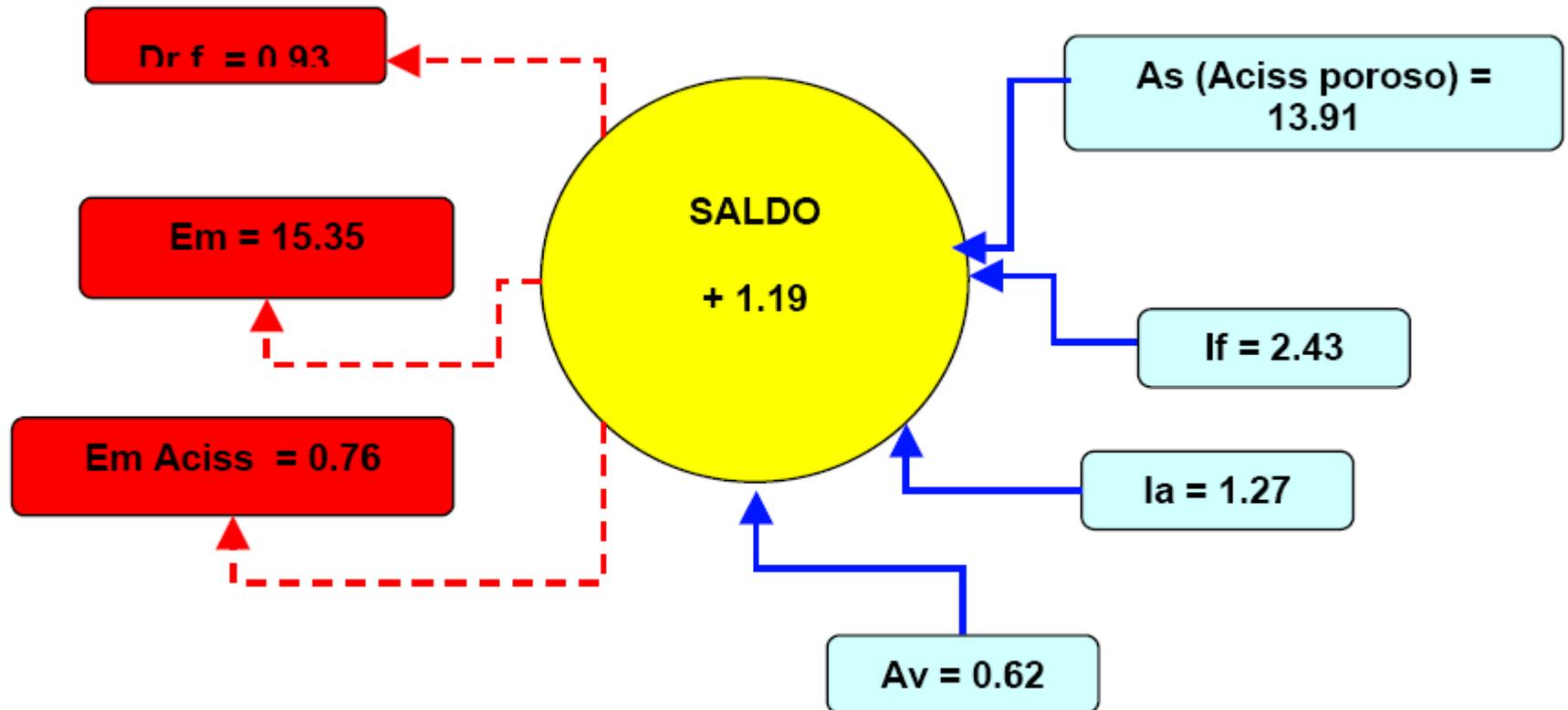
IL CASENTINO



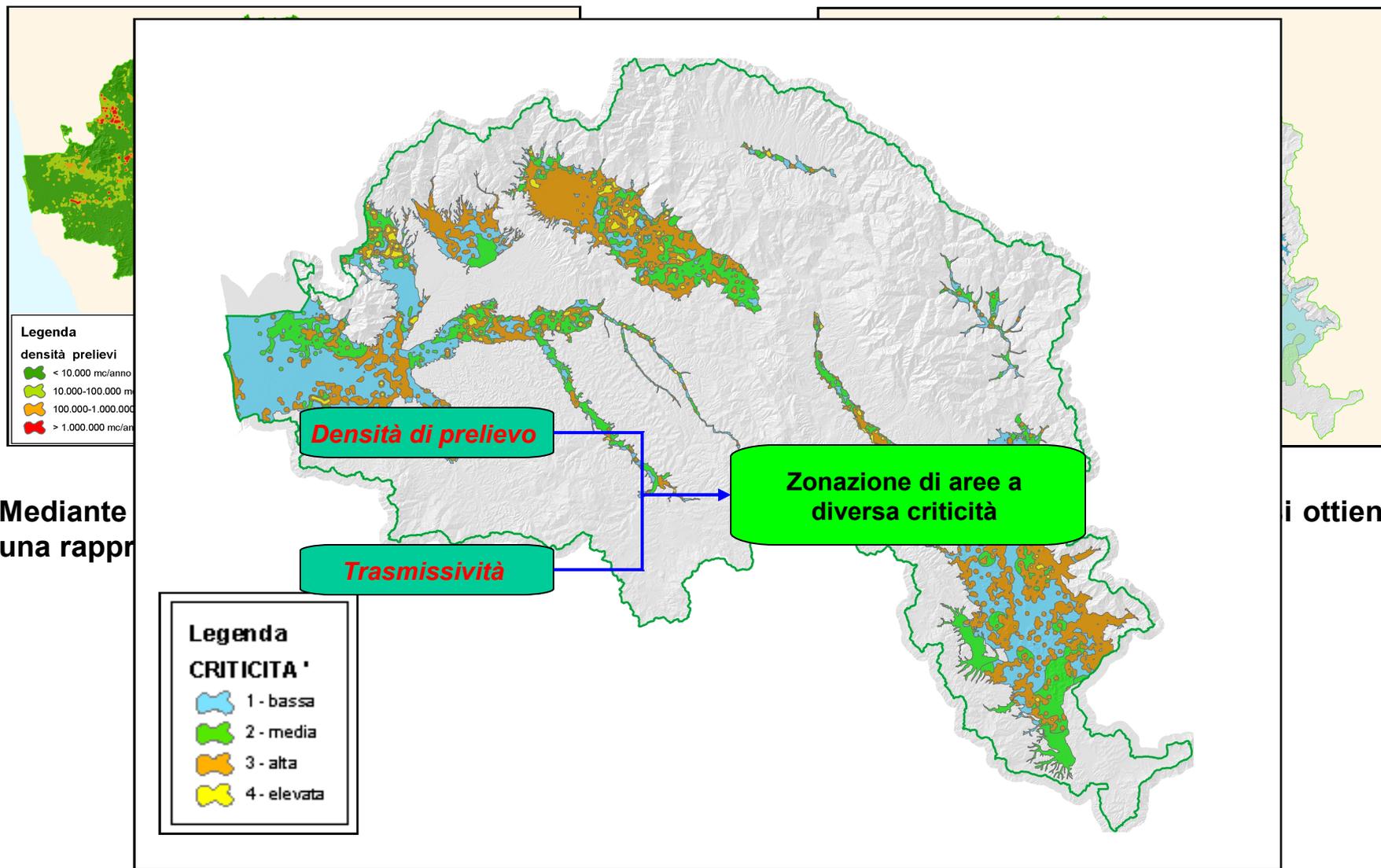
LA PIANURA DI FIRENZE



LA PIANURA DI FUCECCHIO SANTA CROCE



# ZONAZIONE DELLE DISPONIBILITA' DI ACQUE SOTTERRANEE



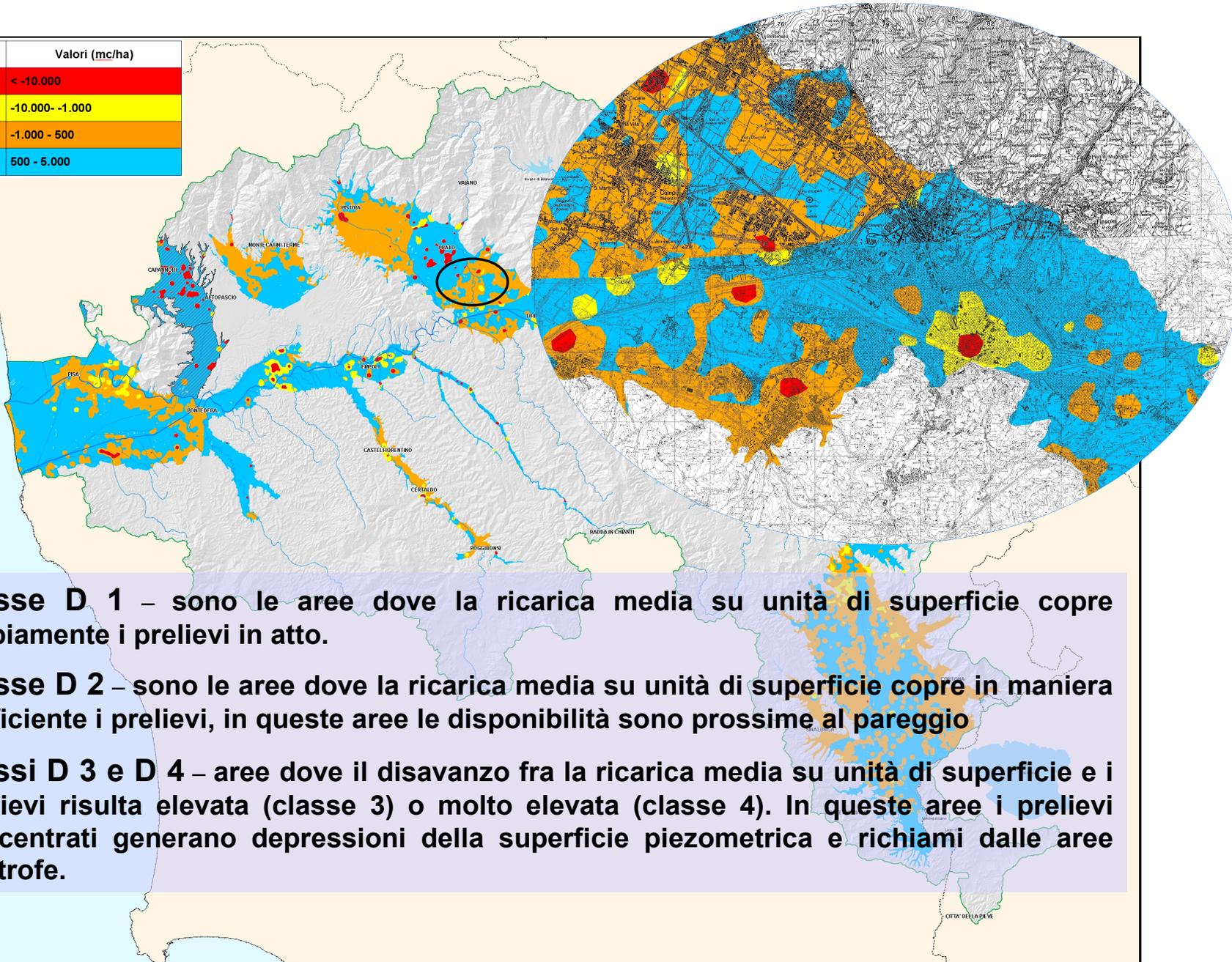
Mediante  
una rapp

i ottiene

40	1	2	3	4
----	---	---	---	---

## ZONAZIONE DELLE DISPONIBILITA' DI ACQUE SOTTERRANEE

Classe	Valori (mc/ha)
D 4	< -10.000
D 3	-10.000 - -1.000
D 2	-1.000 - 500
D 1	500 - 5.000

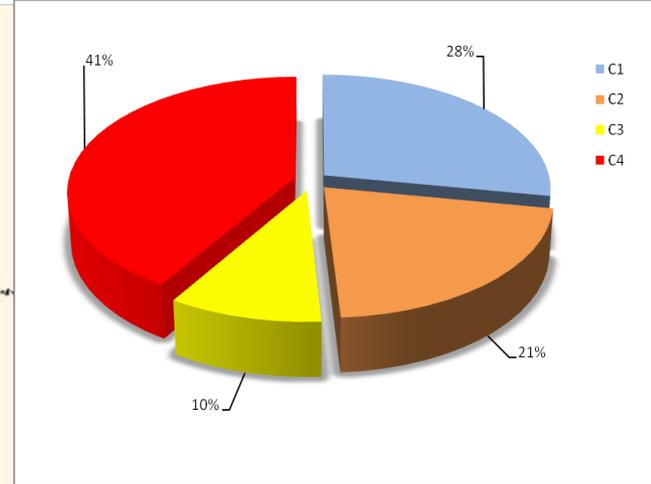
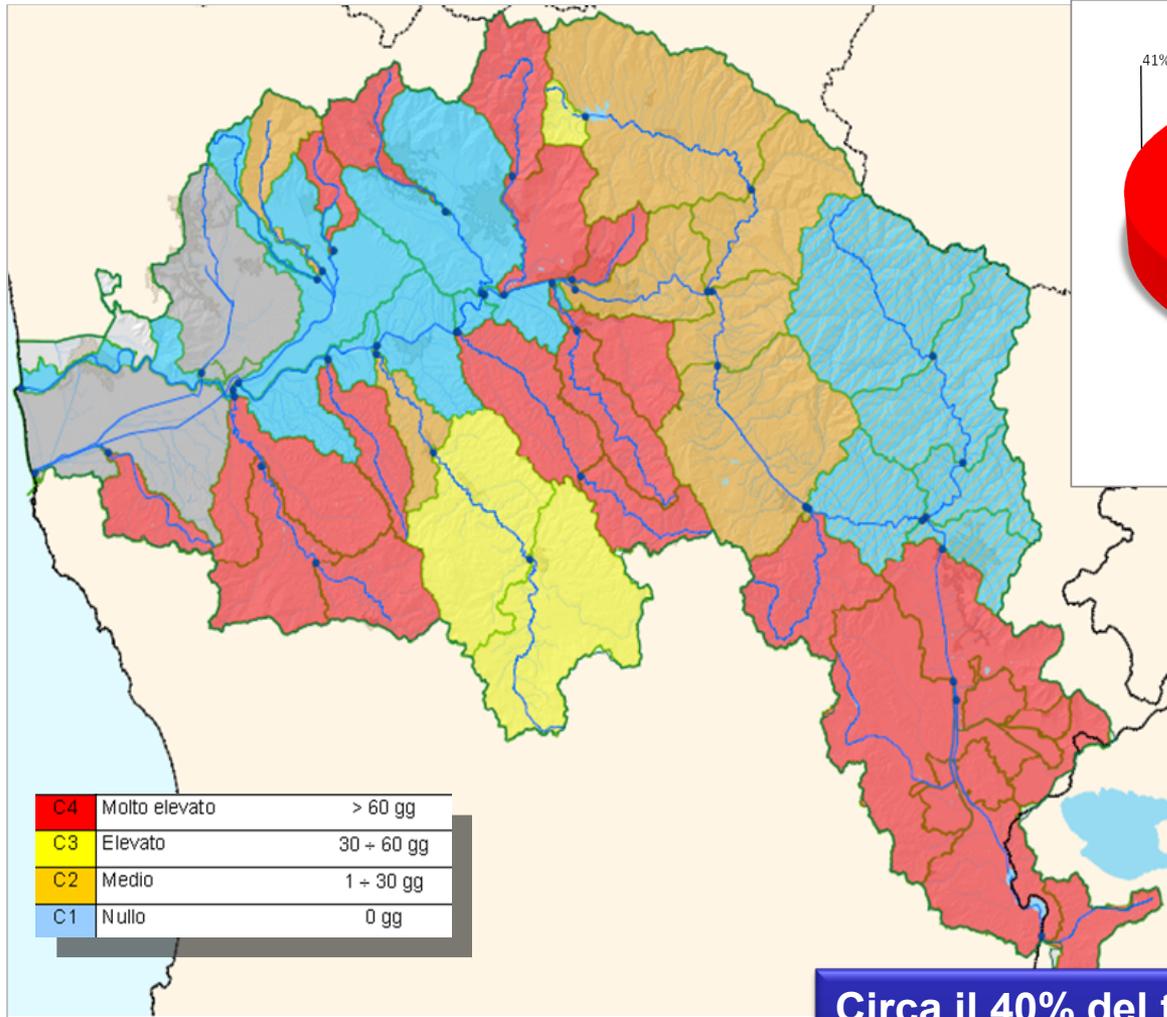


**classe D 1** – sono le aree dove la ricarica media su unità di superficie copre ampiamente i prelievi in atto.

**classe D 2** – sono le aree dove la ricarica media su unità di superficie copre in maniera sufficiente i prelievi, in queste aree le disponibilità sono prossime al pareggio

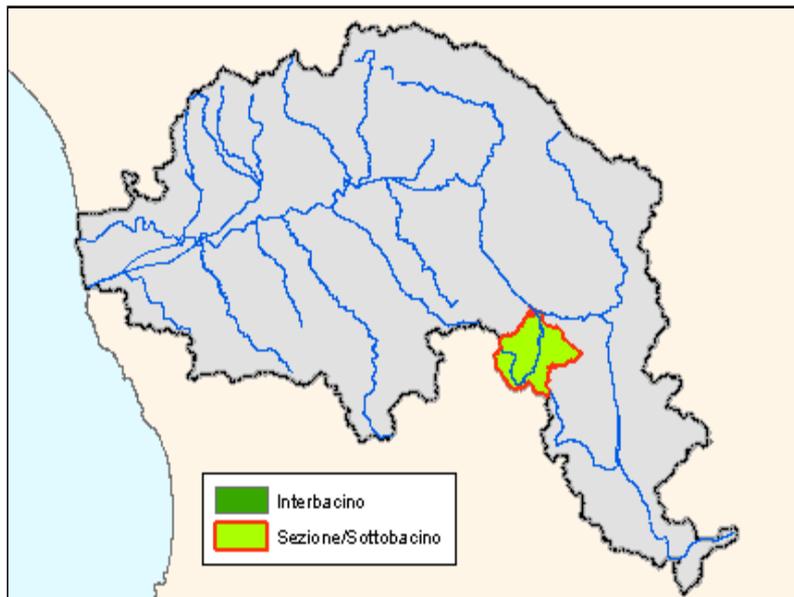
**classi D 3 e D 4** – aree dove il disavanzo fra la ricarica media su unità di superficie e i prelievi risulta elevata (classe 3) o molto elevata (classe 4). In queste aree i prelievi concentrati generano depressioni della superficie piezometrica e richiami dalle aree limitrofe.

# Le criticità delle acque superficiali



**Circa il 40% del territorio è in situazione di elevato deficit idrico**

# Le criticità: il torrente Ambra



**Vocazione Ittica (specie target): vairone**  
**I.F.F.: mediocre-scadente**  
**Stato qualità: mediocre-scadente**

**DMV (mc/s): 0.106**  
**DMV (Mmc/anno): 3.35**

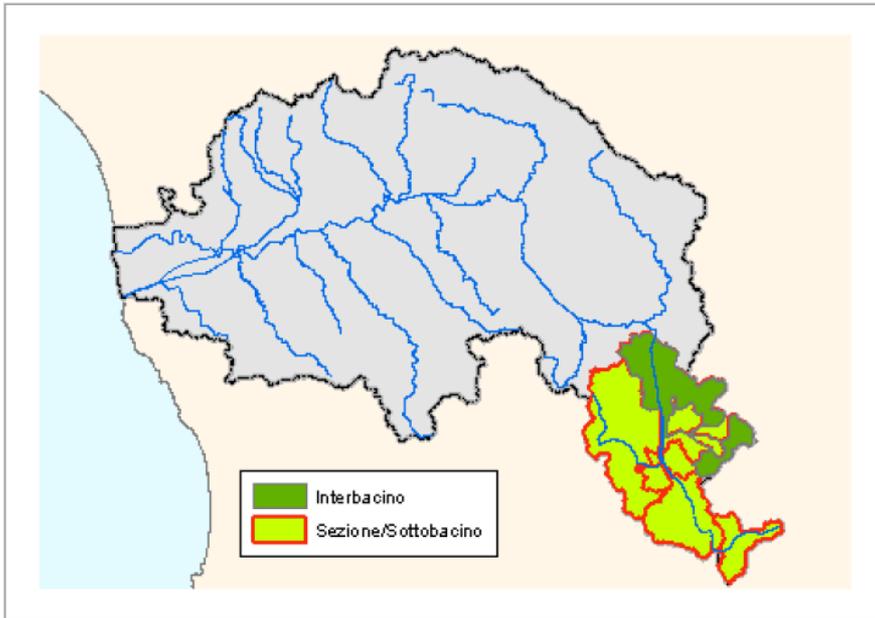
**Prelievo netto totale medio (mc/s): 0.130**  
**Volume prelevato netto (Mmc/anno): 1.4**

**Curva di durata:**

<b>Q60</b>	<b>0.021</b>	<b>mc/s</b>
<b>Q90</b>	<b>0.010</b>	<b>mc/s</b>
<b>Q120</b>	<b>0.008</b>	<b>mc/s</b>

**Numero di giorni critici ( $Q < DMV$ ) : 91**  
**Classe di criticità: 4**

# Le criticità: la Val di Chiana



**Vocazione Ittica (specie target): n.d.**  
**I.F.F.: mediocre**  
**Stato qualità: sufficiente**

**DMV (mc/s): 0.434**  
**DMV (Mmc/anno): 13.70**

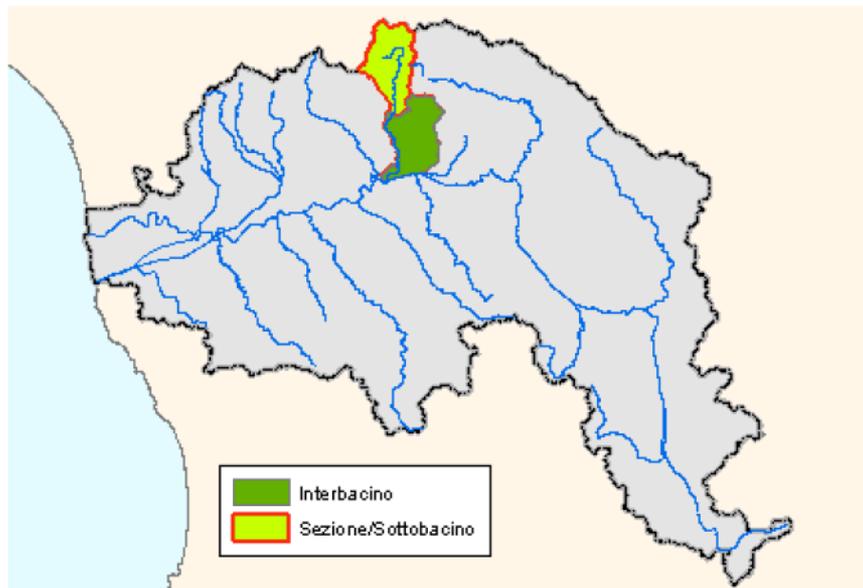
**Prelievo netto totale medio (mc/s): 0.203**  
**Volume prelevato netto (Mmc/anno): 2.1**

**Curva di durata:**

Q60	0.237	mc/s
Q90	0.235	mc/s
Q120	0.214	mc/s

**Numero di giorni critici ( $Q < DMV$ ) : 99**  
**Classe di criticità: 4**

# Le criticità: il Bisenzio



**Vocazione Ittica (specie target): cavedano**  
**I.F.F.: mediocre-scadente**  
**Stato qualità: sufficiente**

**DMV (mc/s): 0.714**  
**DMV (Mmc/anno): 22.53**

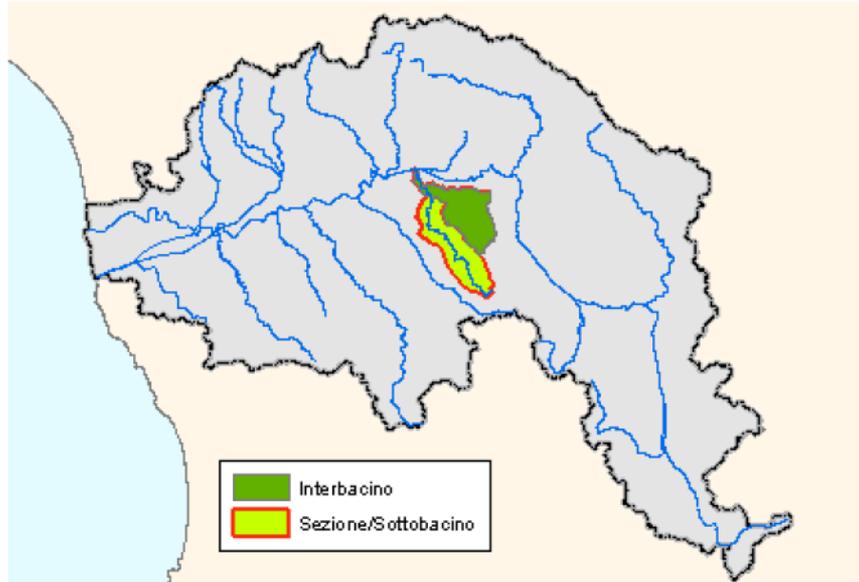
**Prelievo netto totale medio (mc/s): 0.877**  
**Volume prelevato netto (Mmc/anno): 9.2**

**Curva di durata:**

Q60	0.250	mc/s
Q90	0.080	mc/s
Q120	0.000	mc/s

**Numero di giorni critici (Q<DMV) : 97**  
**Classe di criticità: 4**

# Le criticità: la Greve



**Vocazione Ittica (specie target): n.d.**  
**I.F.F.: mediocre**  
**Stato qualità: scadente**

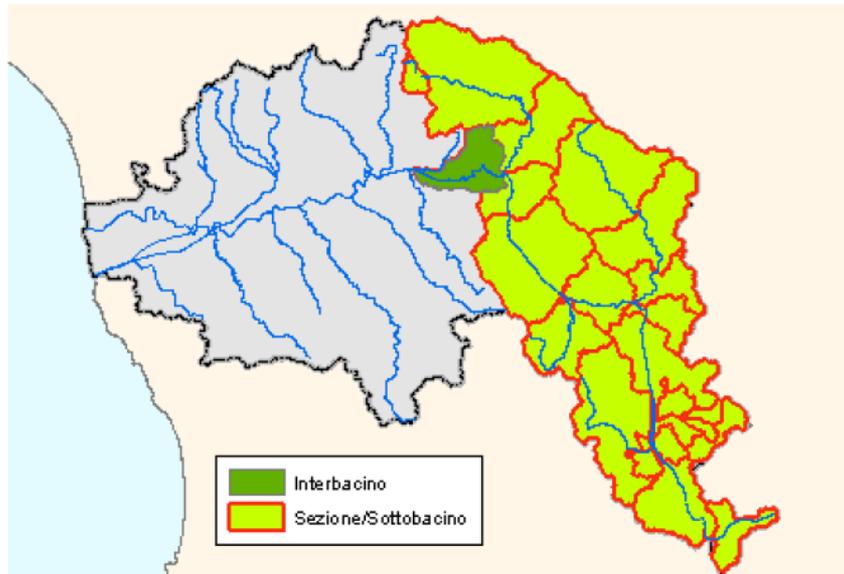
**DMV (mc/s): 0.133**  
**DMV (Mmc/anno): 4.20**

**Prelievo netto totale medio (mc/s): 0.162**  
**Volume prelevato netto (Mmc/anno): 1.7**

<b>Curva di durata:</b>	<b>Q60</b>	<b>0.065</b>	<b>mc/s</b>
	<b>Q90</b>	<b>0.056</b>	<b>mc/s</b>
	<b>Q120</b>	<b>0.039</b>	<b>mc/s</b>

**Numero di giorni critici ( $Q < DMV$ ) : 97**  
**Classe di criticità: 4**

# Le criticità: l'Arno a Nave di Rosano



**Vocazione Ittica (specie target): cavedano**  
**I.F.F.: mediocre-scadente**  
**Stato qualità: scadente**

**DMV (mc/s): 2.689**  
**DMV (Mmc/anno): 84.86**

**Prelievo netto totale medio (mc/s): 5.832**  
**Volume prelevato netto (Mmc/anno): 61.5**

<b>Curva di durata:</b>	<b>Q60</b>	<b>8.713</b>	<b>mc/s</b>
	<b>Q90</b>	<b>6.706</b>	<b>mc/s</b>
	<b>Q120</b>	<b>2.385</b>	<b>mc/s</b>

**Numero di giorni critici ( $Q < DMV$ ) : 4**  
**Classe di criticità: 2**