

Social Farming 2.0

Inclusione sociale
nella filiera

agrumicola siciliana



Sistemi di invaso e distribuzione delle acque ad uso irriguo

Prof. Ing. Antonino Cancelliere

*Dipartimento di Ingegneria
Civile e Architettura Università di
Catania*



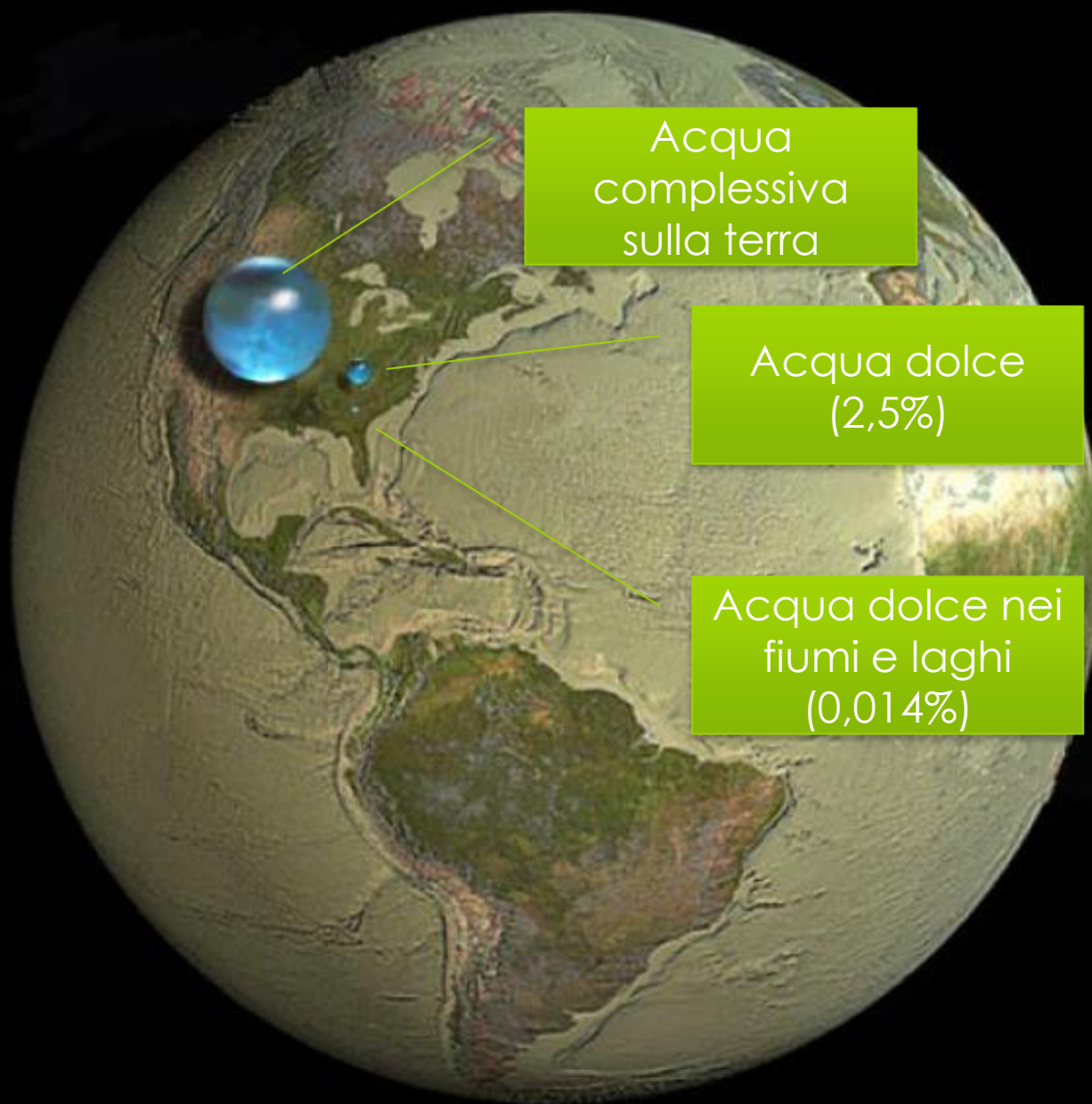
UNIVERSITÀ
degli STUDI
di CATANIA



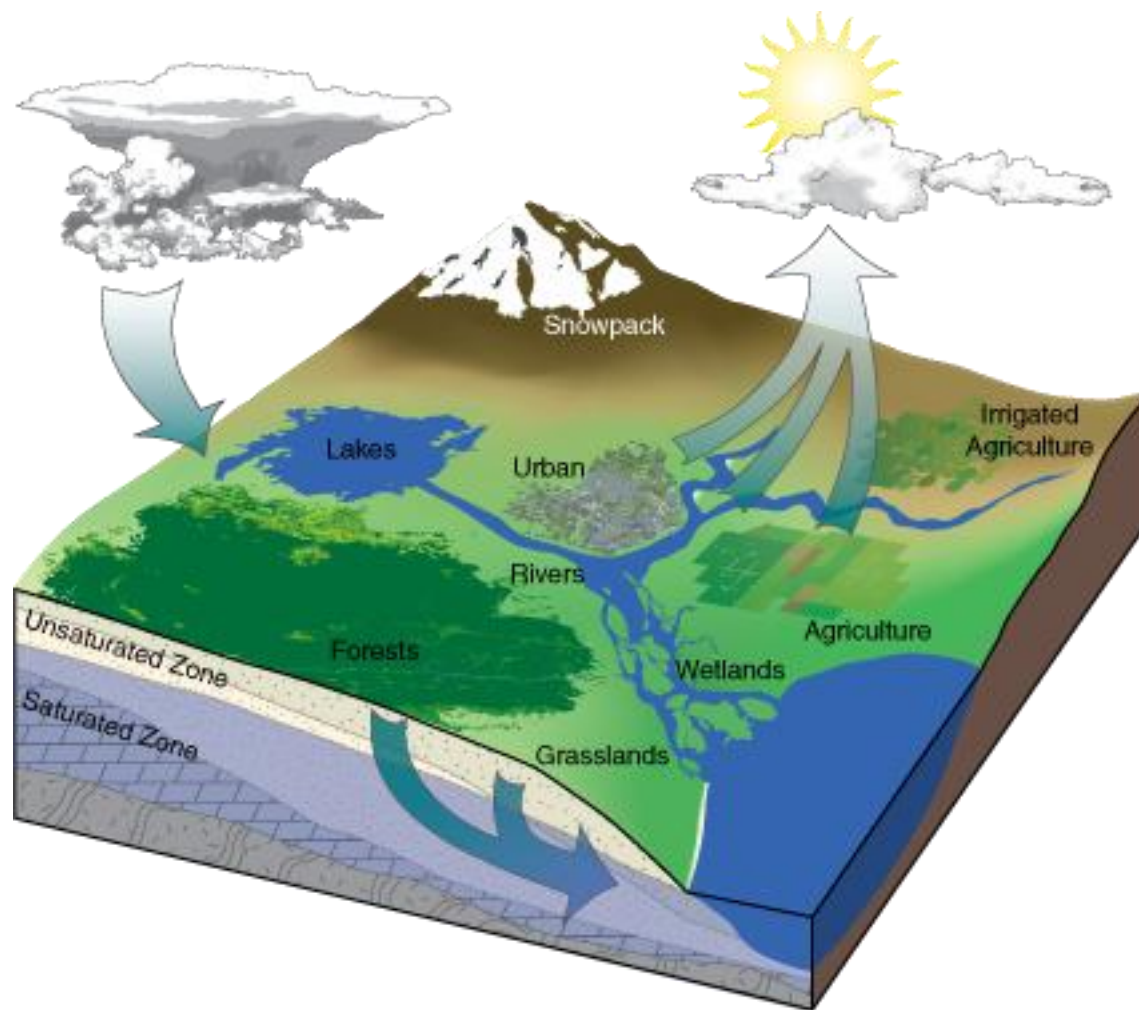
Alta Scuola



Volume complessivo di acqua sulla
terra:
 $1.385.000.000 \text{ km}^3$

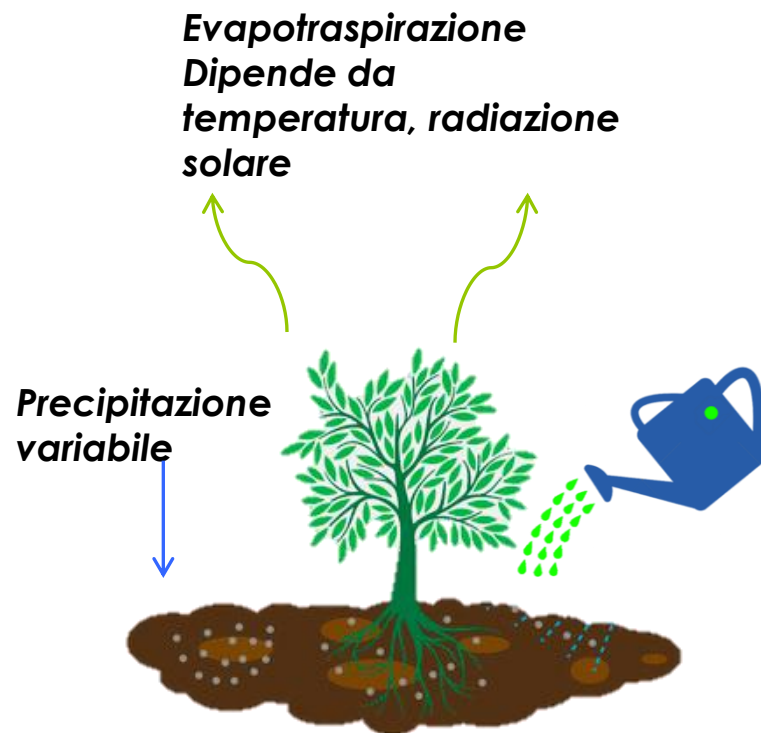


Ciclo idrologico naturale

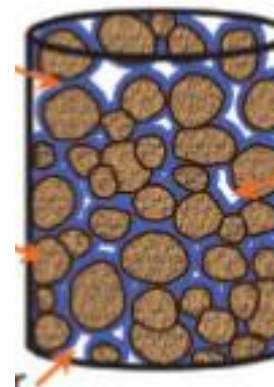


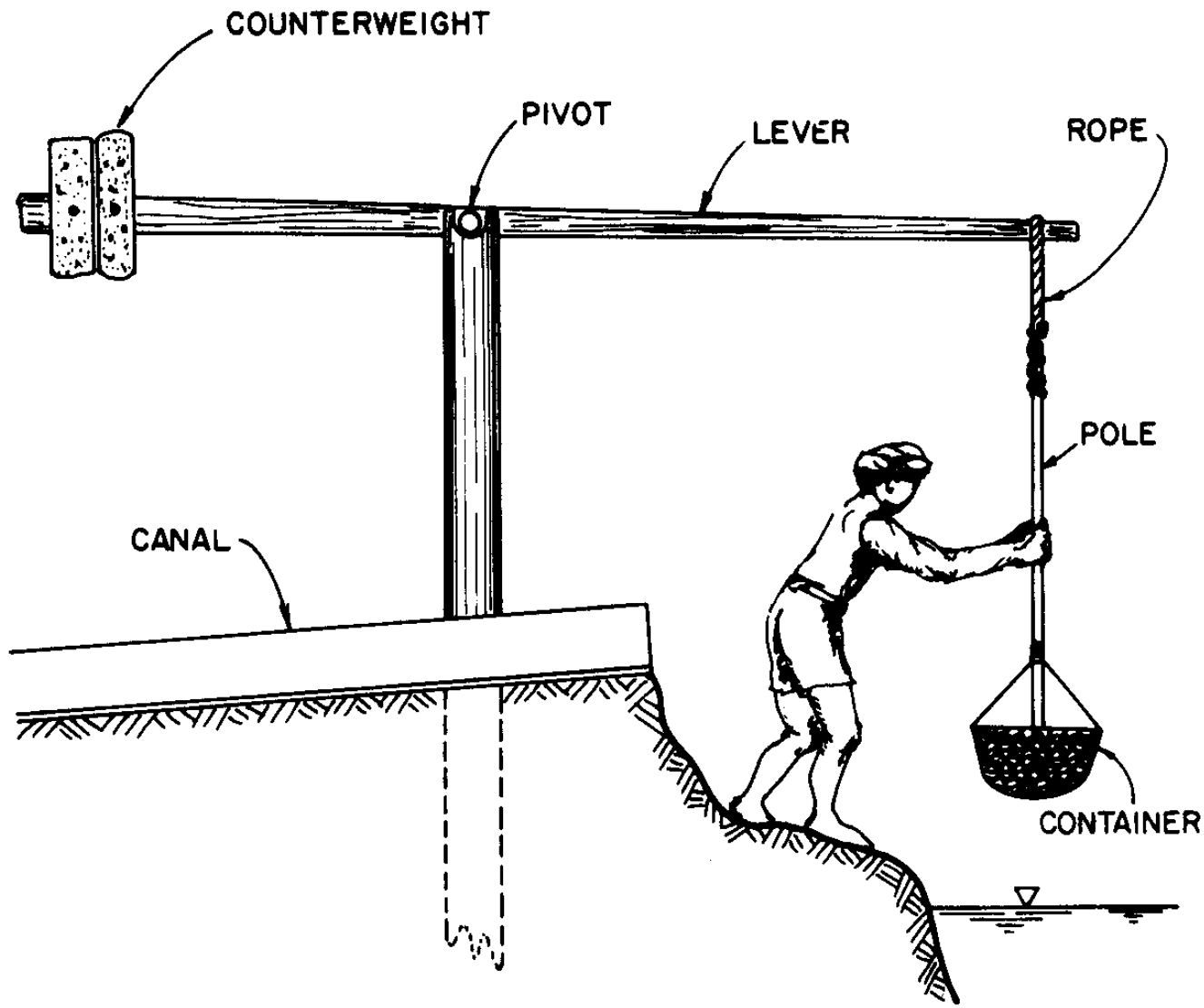
Perchè irrigare?

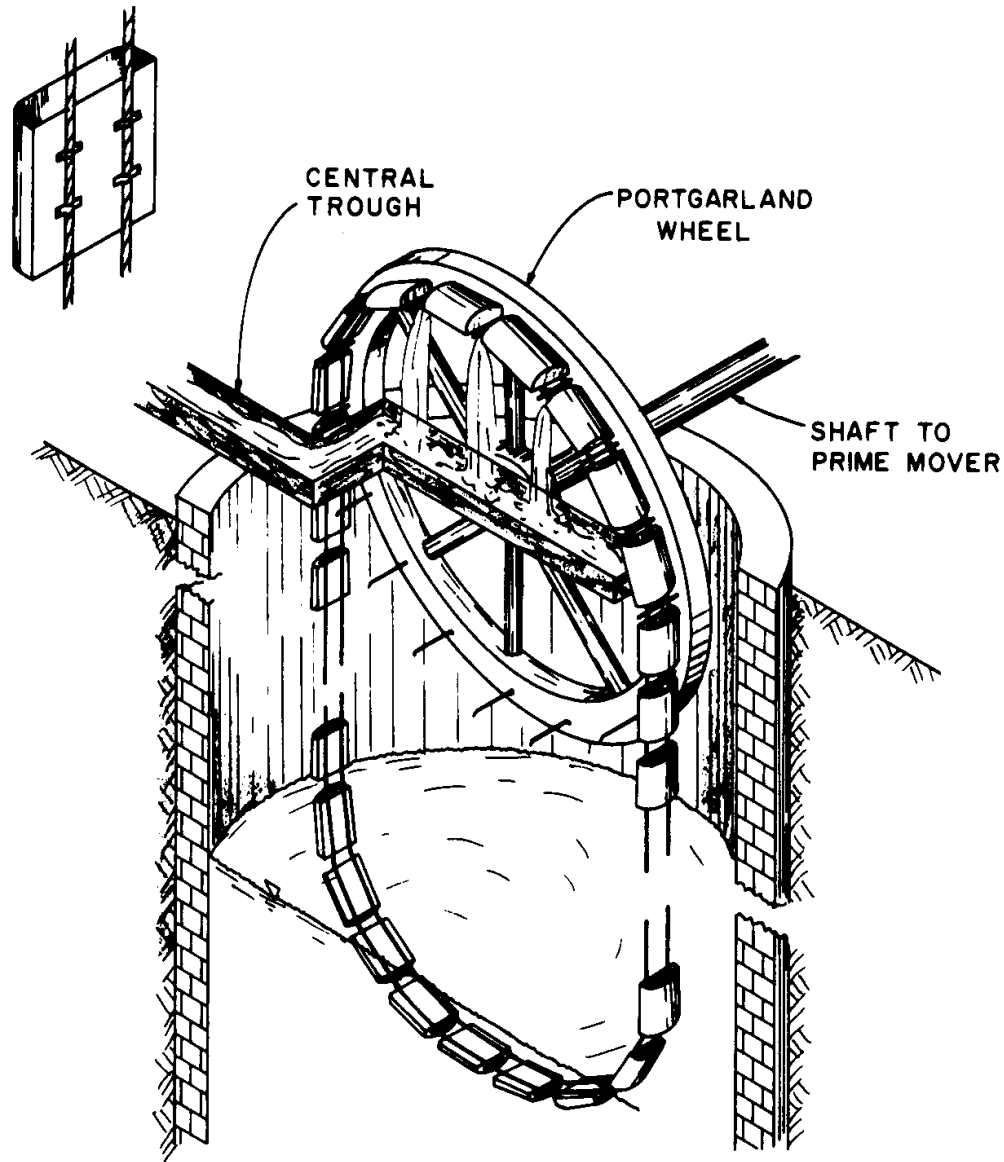
- Dal punto di vista agricolo, l'interesse è **massimizzare la produzione** (non solo in termini di peso ma anche qualità, etc.)
- Il contenuto idrico del terreno rappresenta il principale fattore limitante per la crescita delle piante e la produzione agricola
- L'obiettivo dell'irrigazione è quello di massimizzare la produzione attraverso **l'apporto idrico al terreno in grado di mantenere il contenuto di umidità del suolo entro valori ottimali per la produzione** (massima ET)
- Questo richiede:
 - Il trasferimento nello spazio di volumi d'acqua
 - Il trasferimento nel tempo (accumulo)

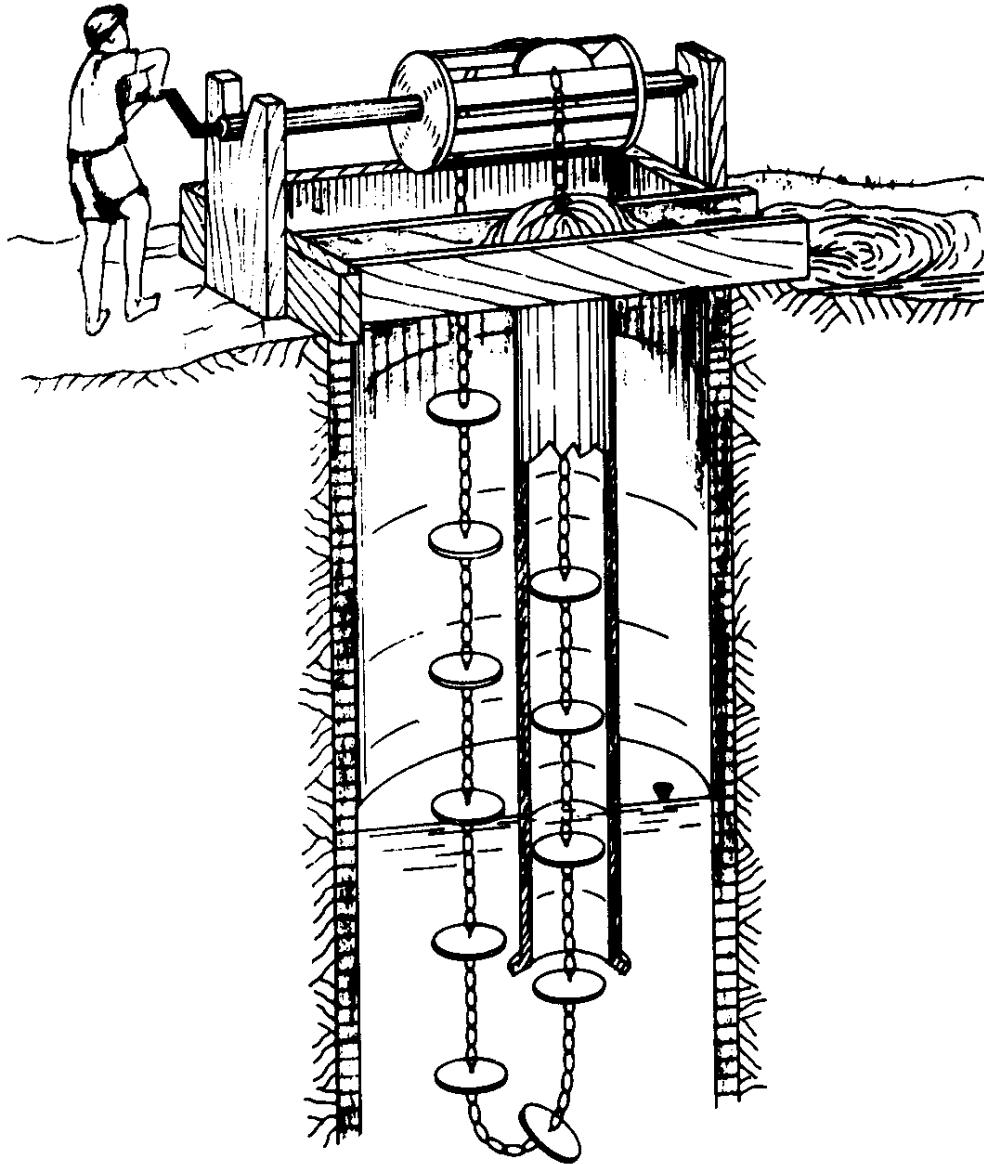


Contenuto idrico del suolo





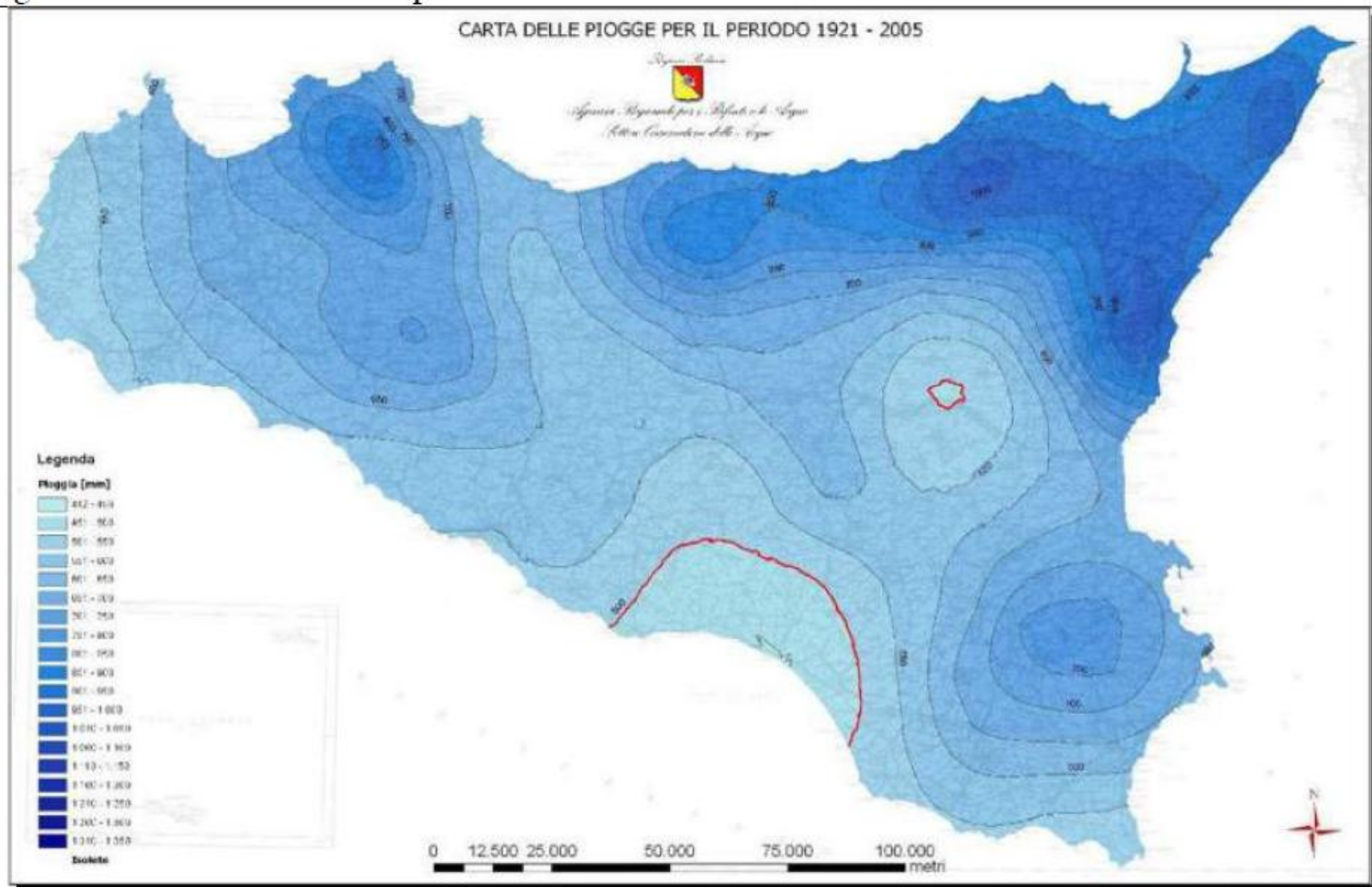




Irrigazione in Sicilia

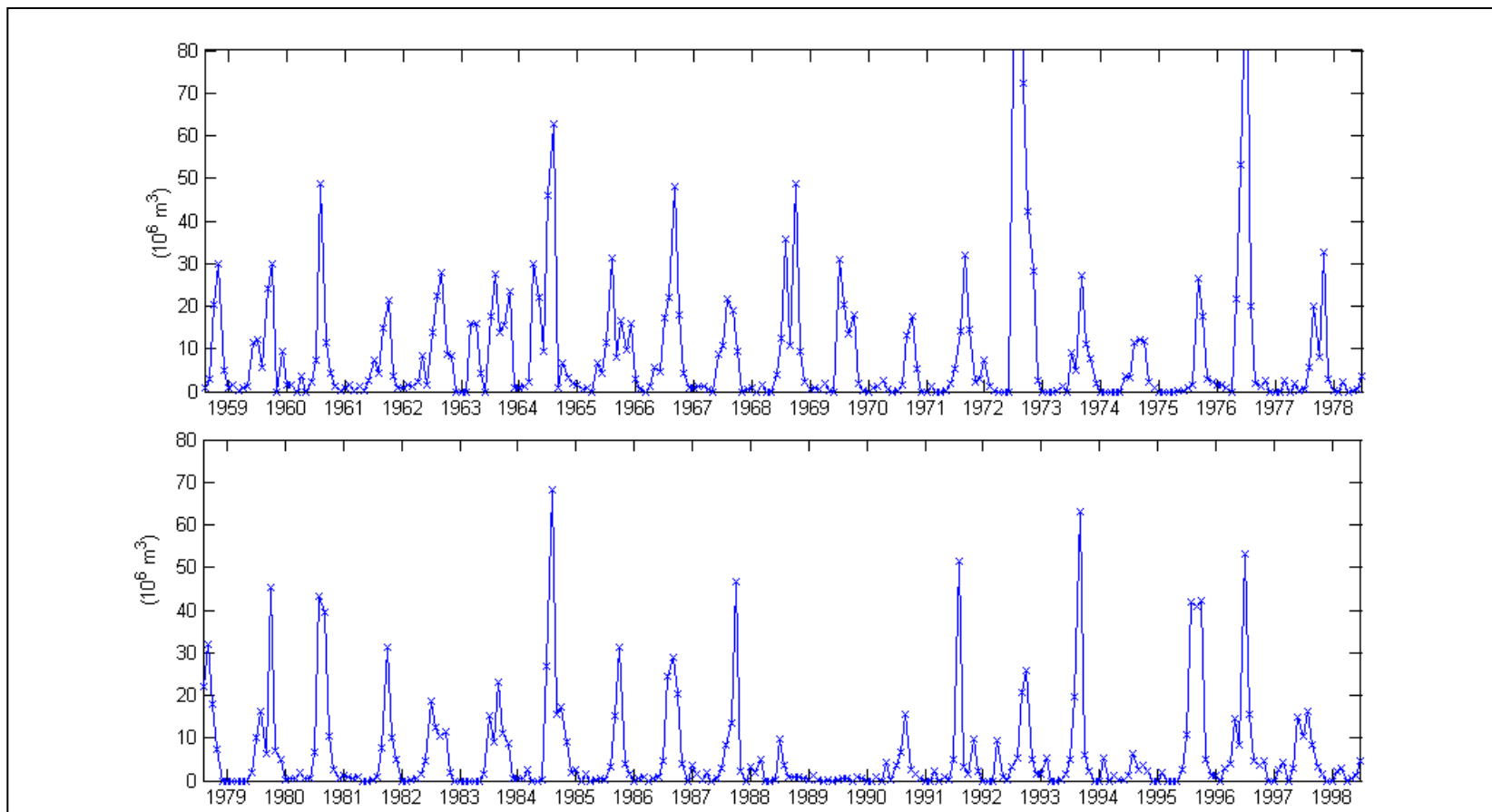
- Superficie: circa 25000 km²
- Precipitazione media annua: circa 700 mm / 17500 Mm³/anno
- Deflusso medio annuo (superf. + sott.): 310 mm /7700 Mm³/anno
- Superficie agricola utilizzata: circa 15000 km² (60%)
- Superficie consortile irrigata: circa 650 km²
- Superficie irrigata con altre risorse (pozzi, acquedotti privati, etc.): circa 2300 km²
- Uso complessivo di acqua per irrigazione: circa 820 Mm³/anno (quasi 5% della precipitazione media annua)

Carta delle precipitazioni medie annue in Sicilia

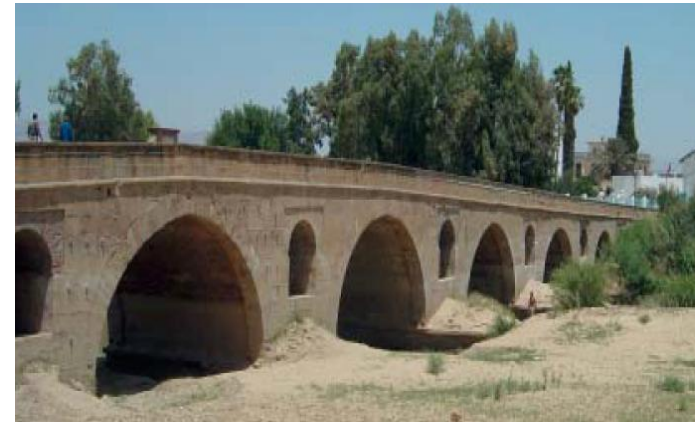
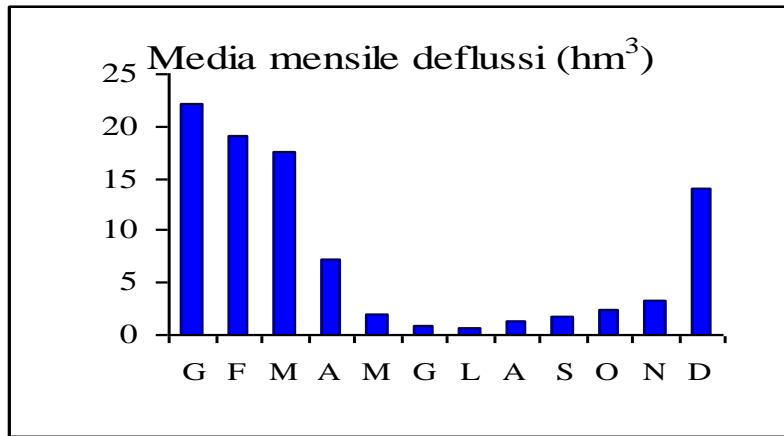


(Piano di Gestione del Distretto Idrografico Sicilia)

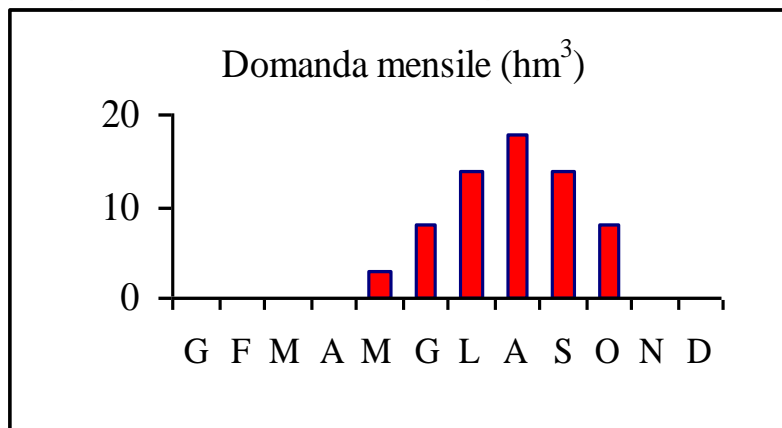
Variabilità temporale delle risorse: deflussi mensili del F. Salso a Pozzillo



- Variabilità dei deflussi naturali dei corsi d'acqua



- Entità delle domande irrigue e loro ripartizione nel tempo



Trasferimento nello spazio (acquedotti, canali)

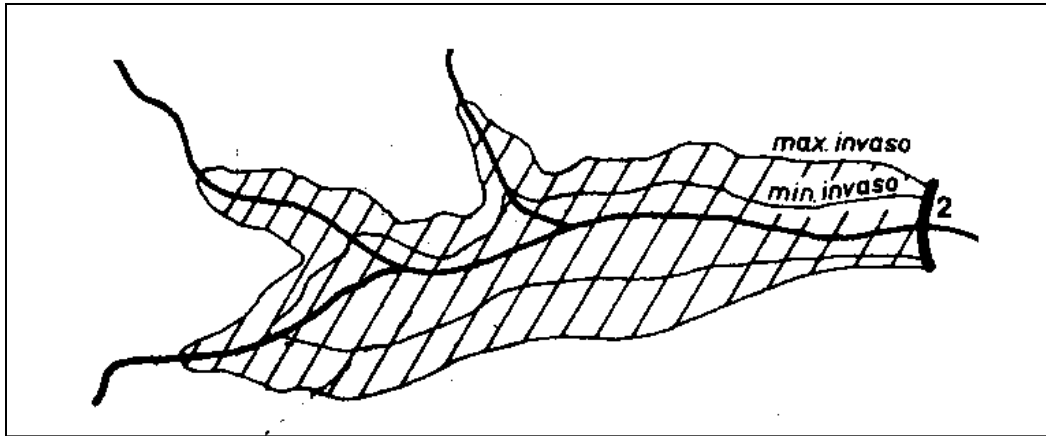


Segovia (Spagna)

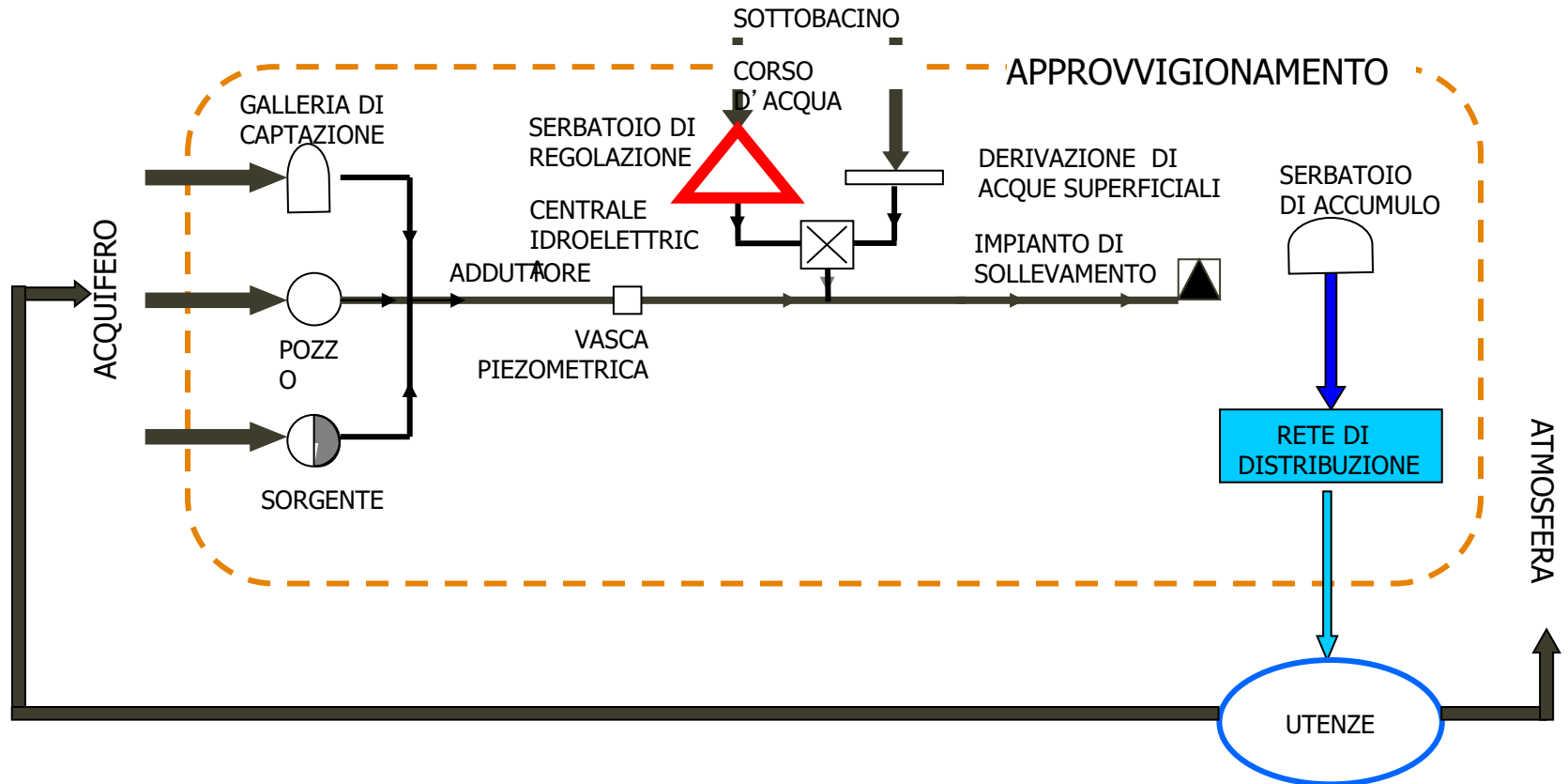


Pont du Gard (Francia)

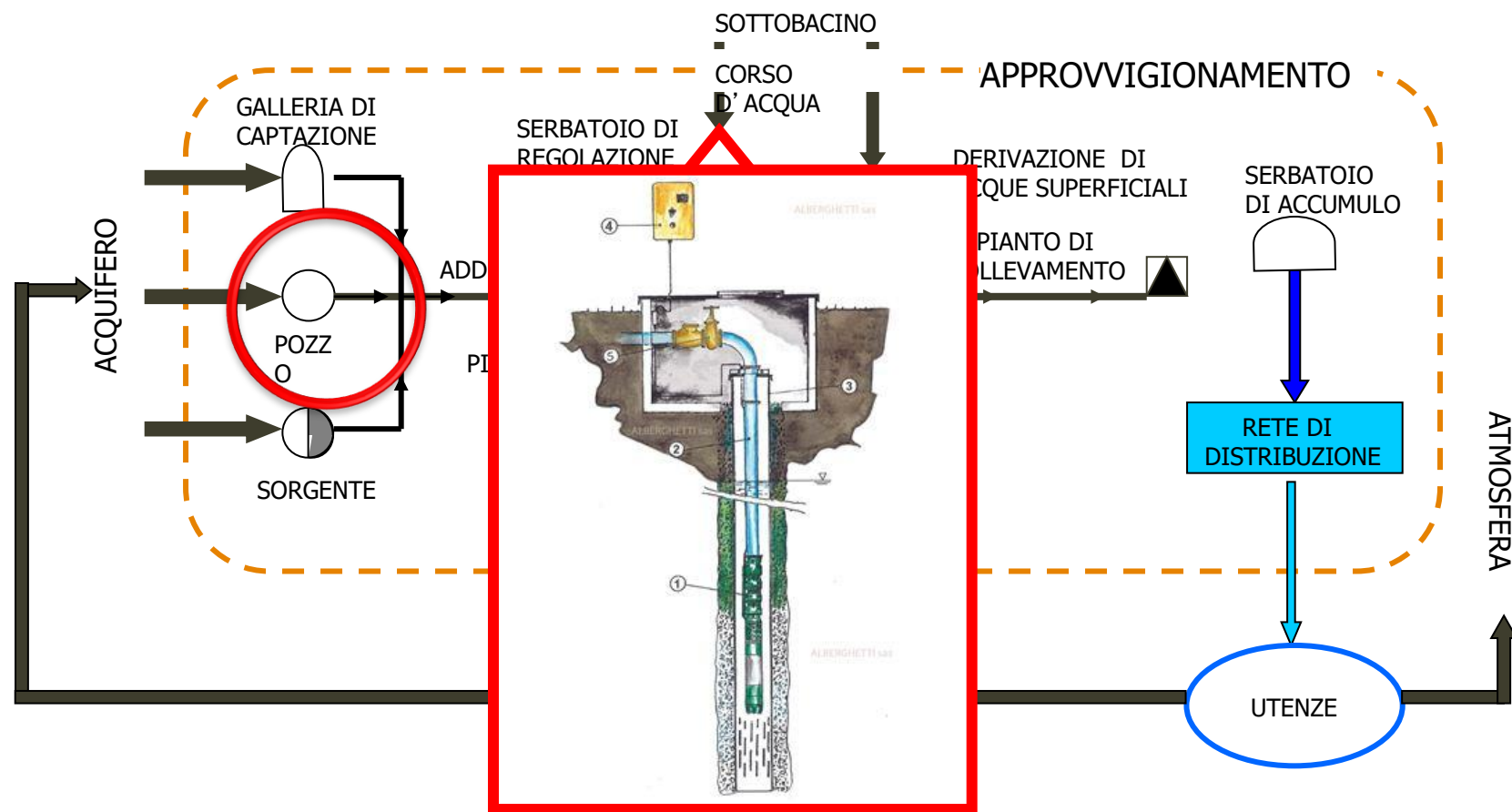
Trasferimento nel tempo (accumulo, invaso)



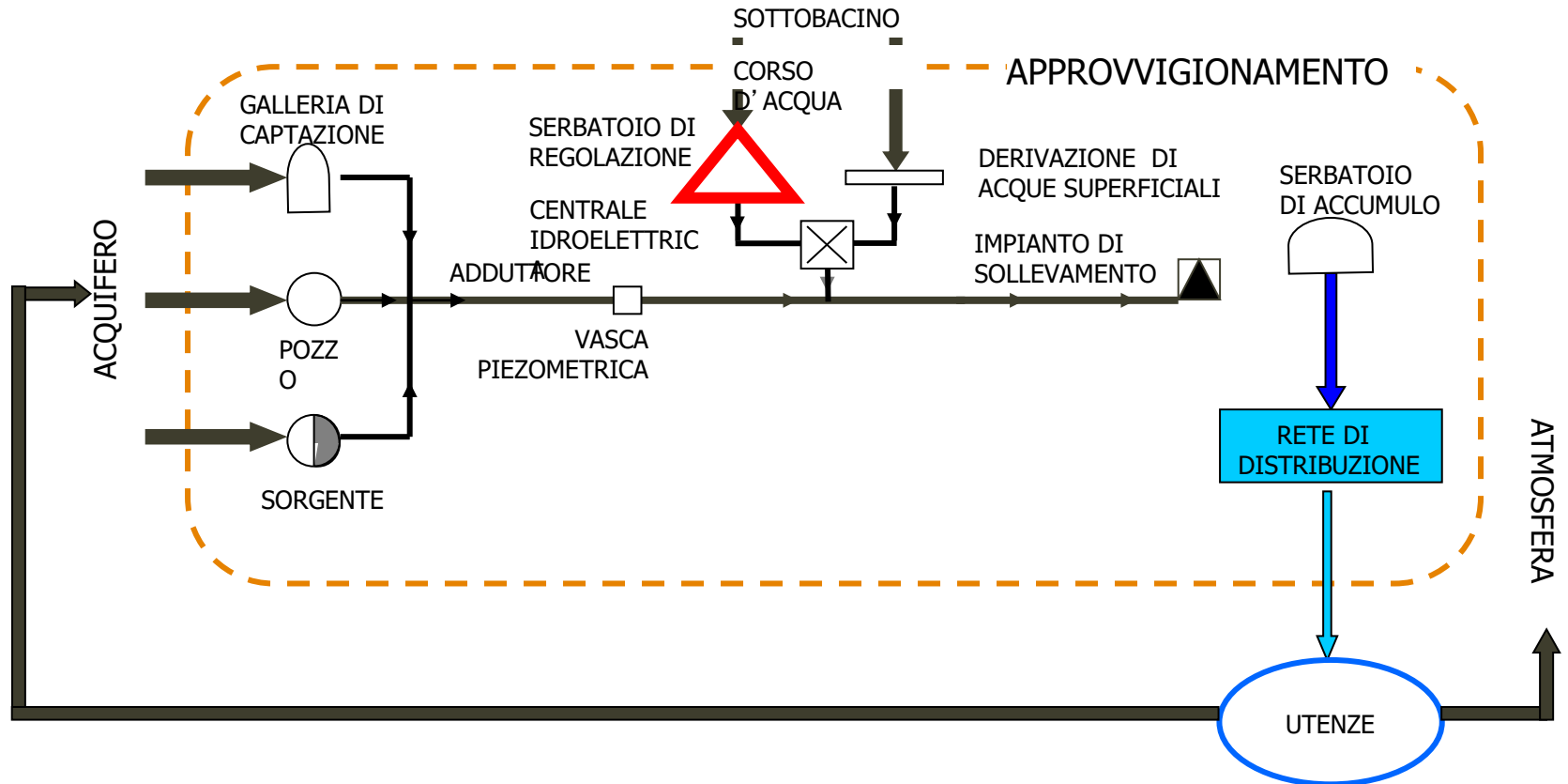
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



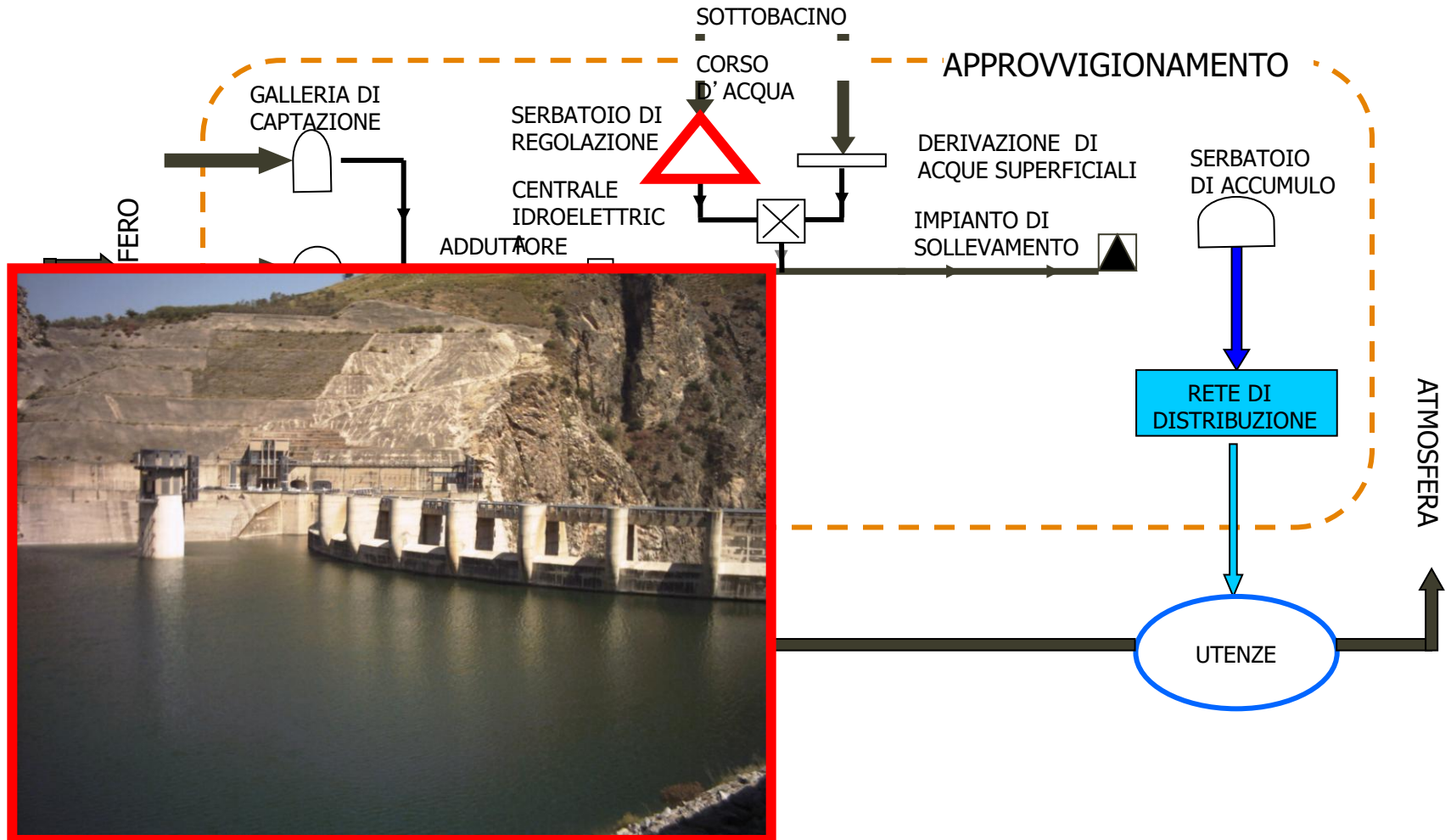
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



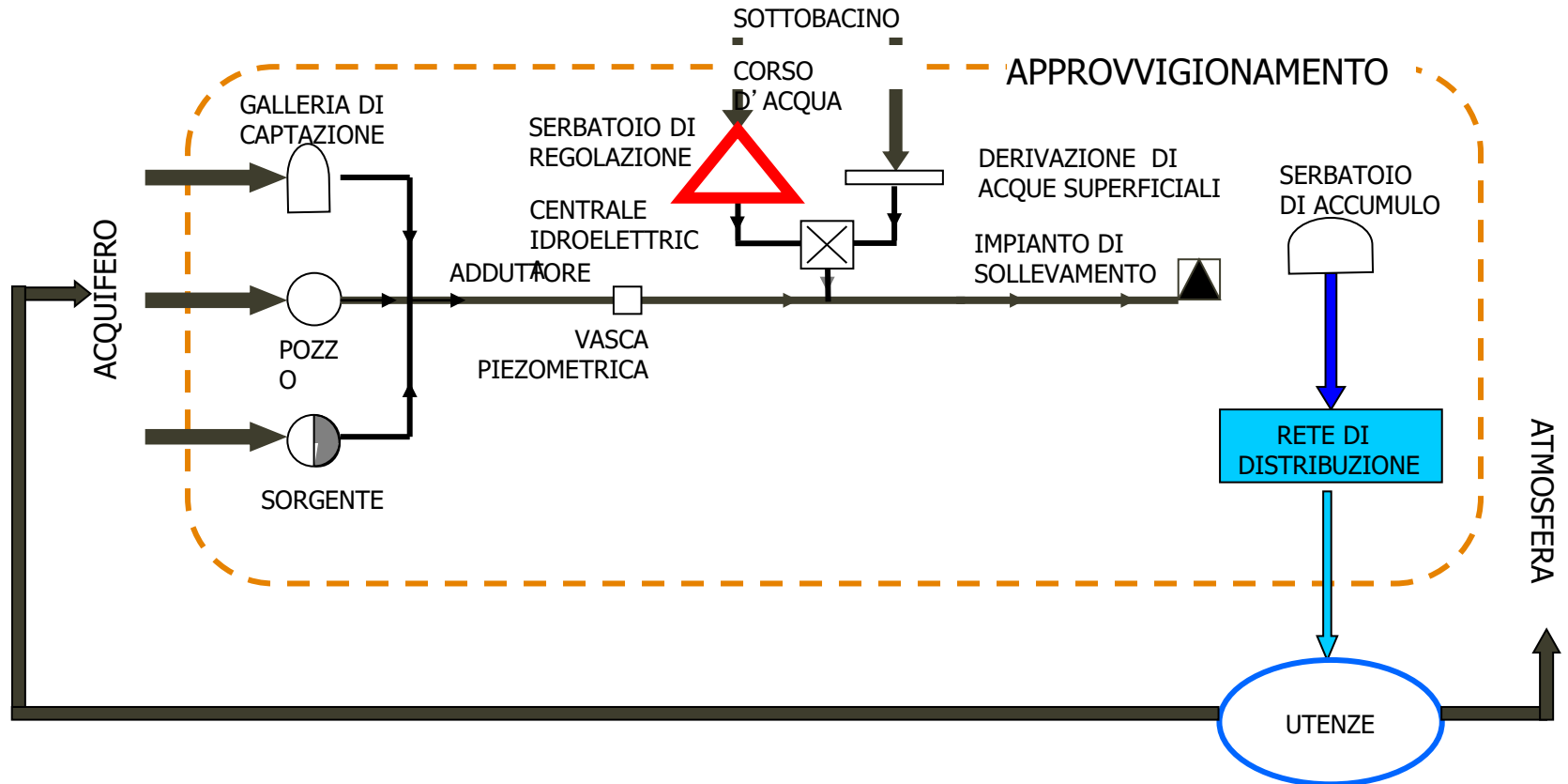
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



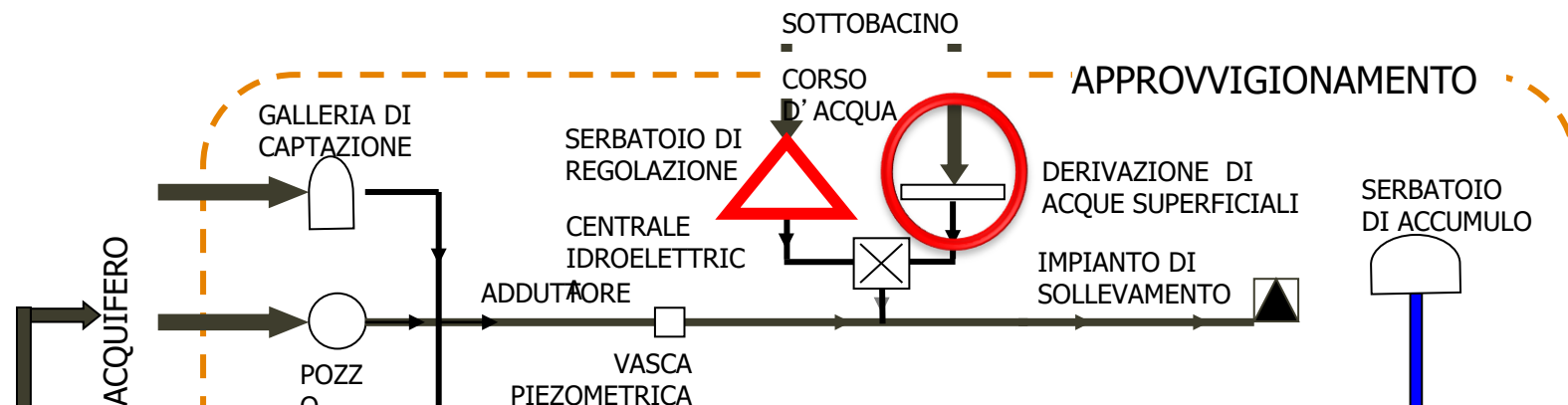
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



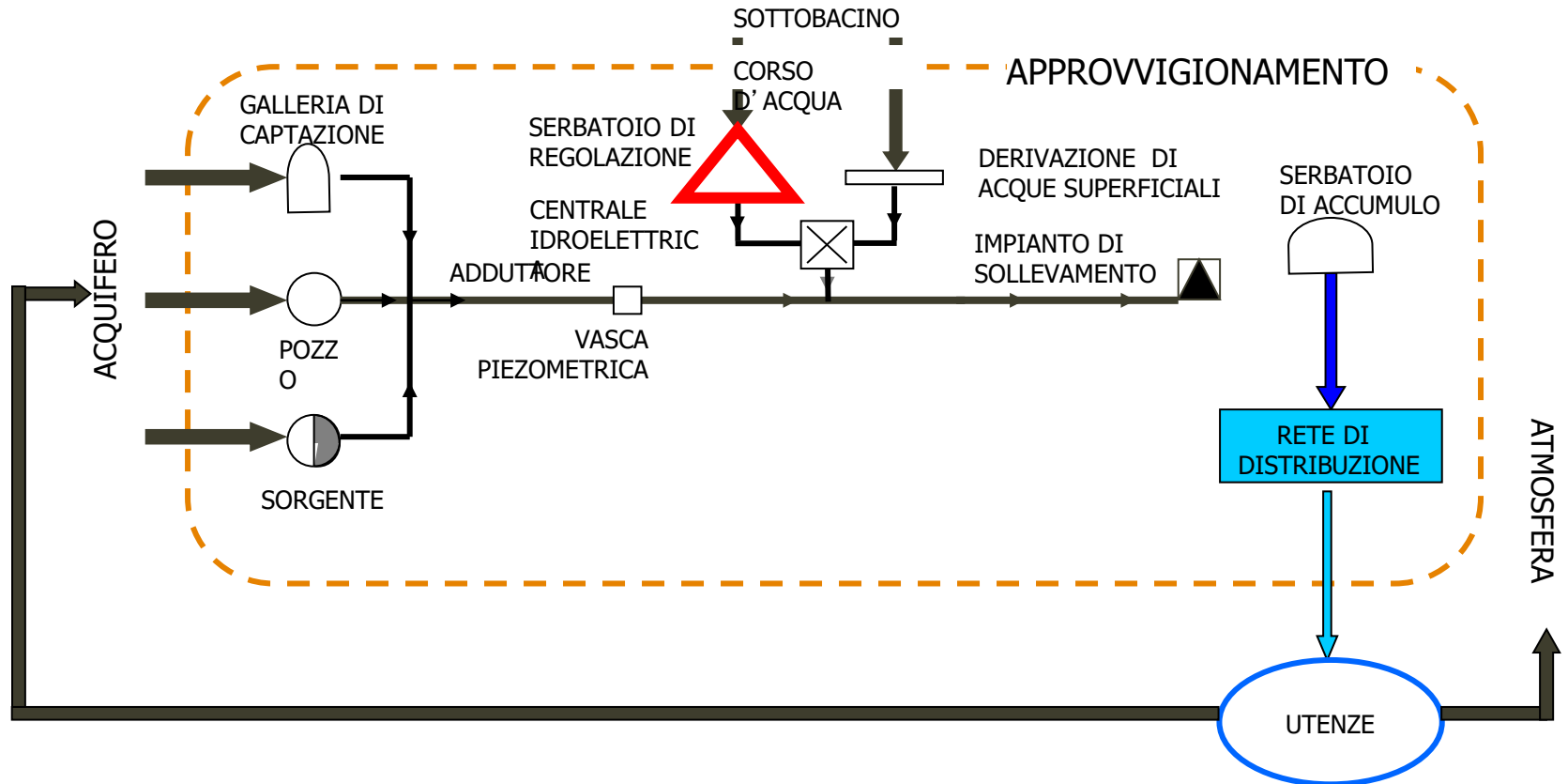
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



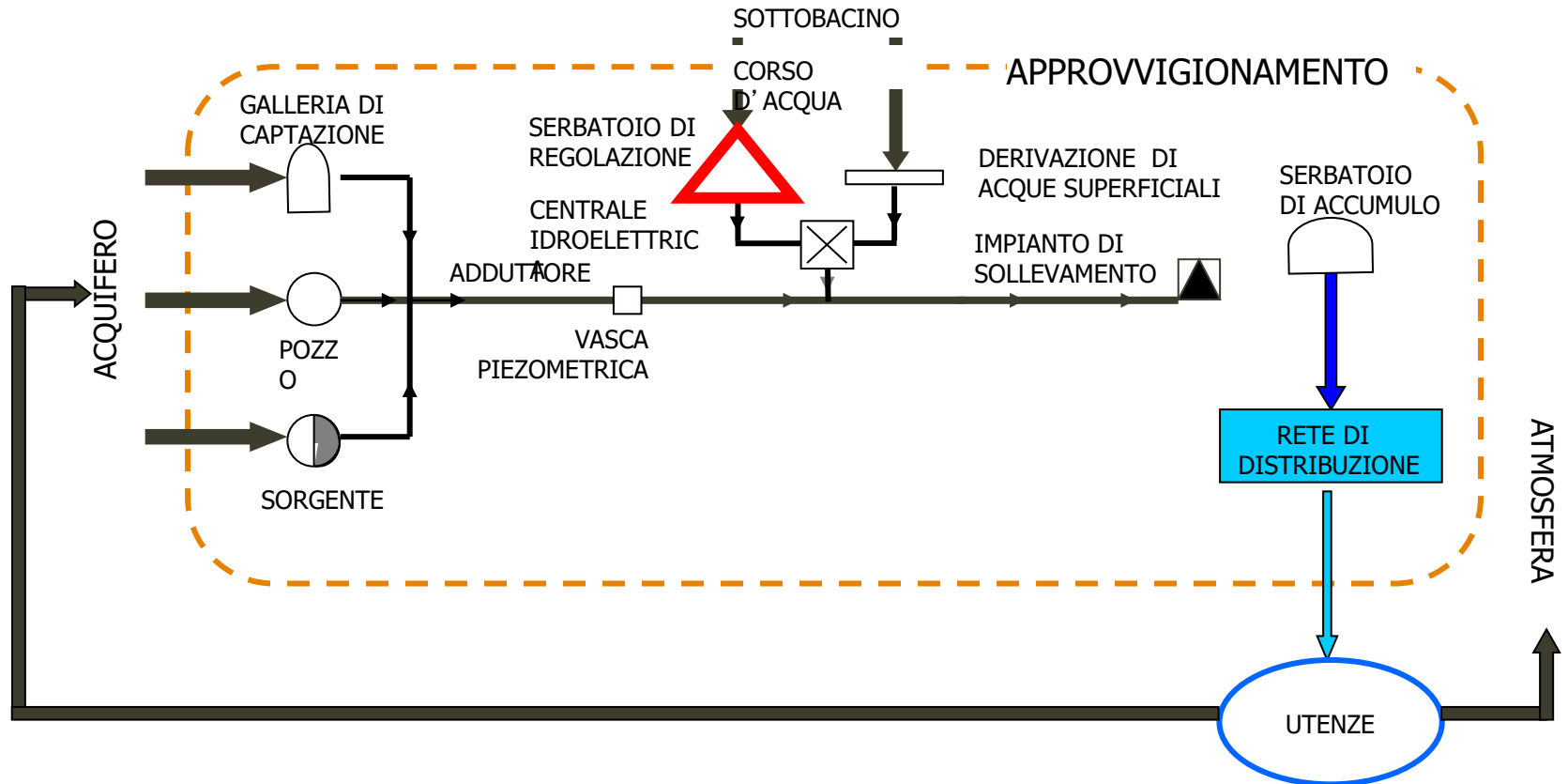
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



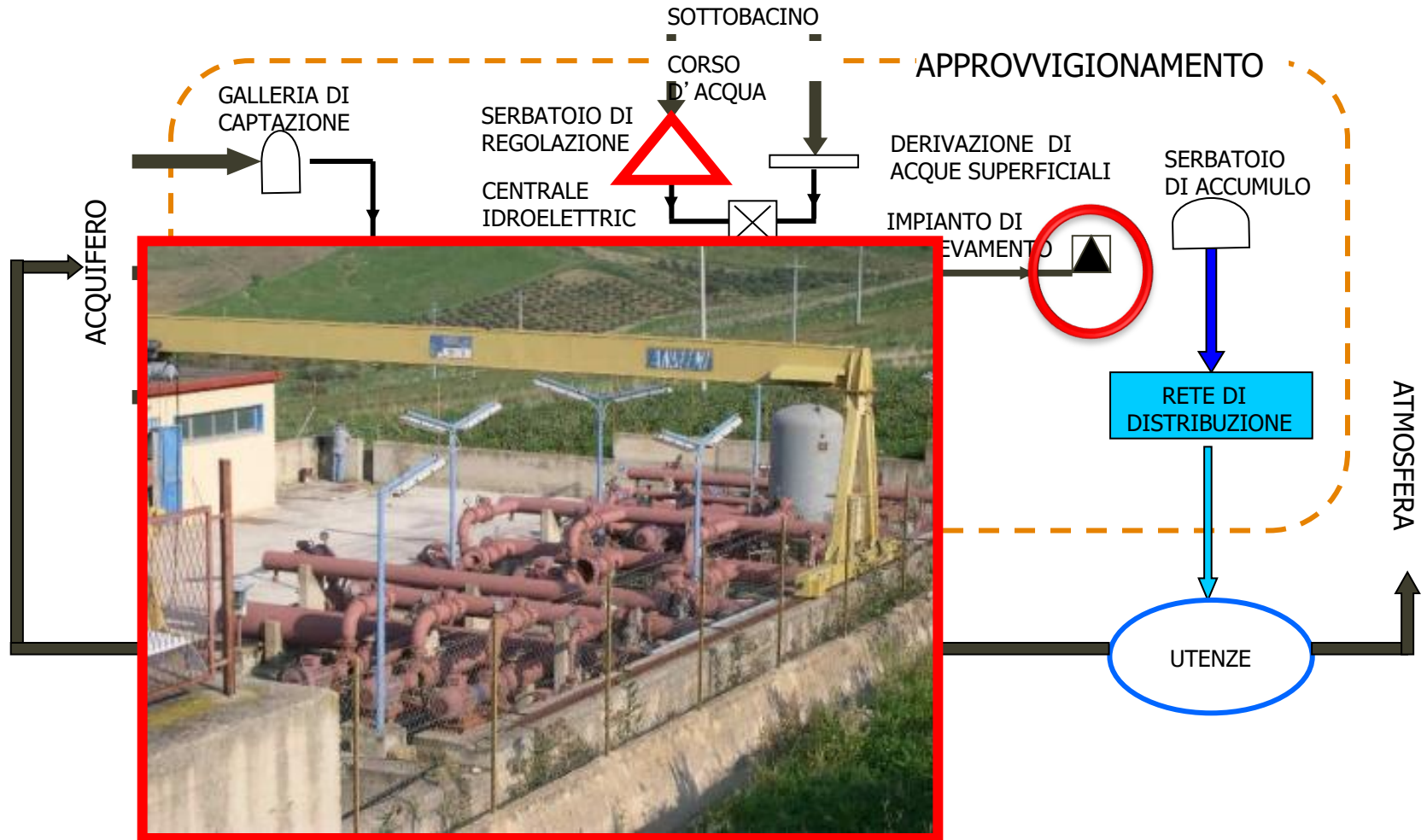
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



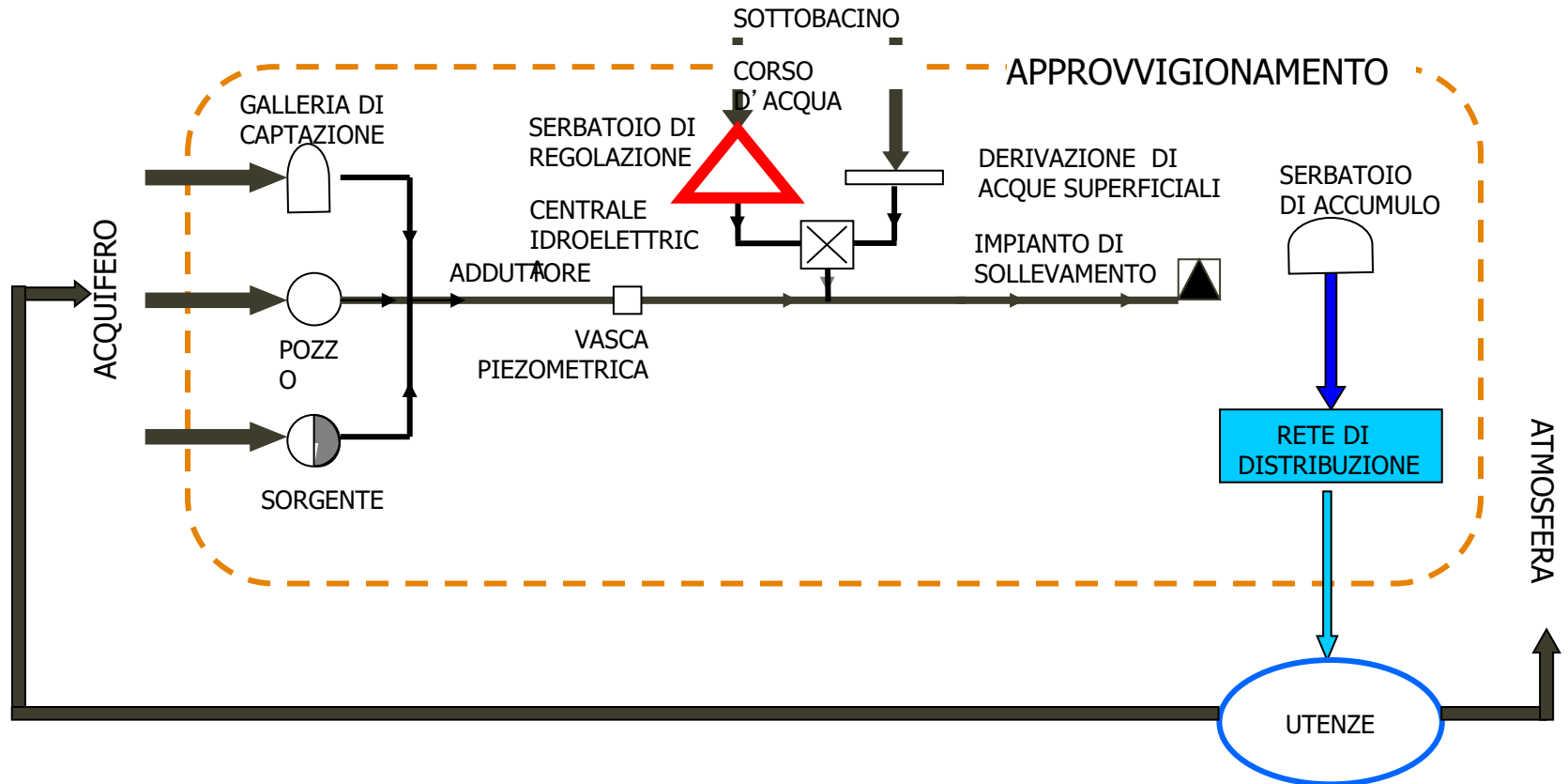
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



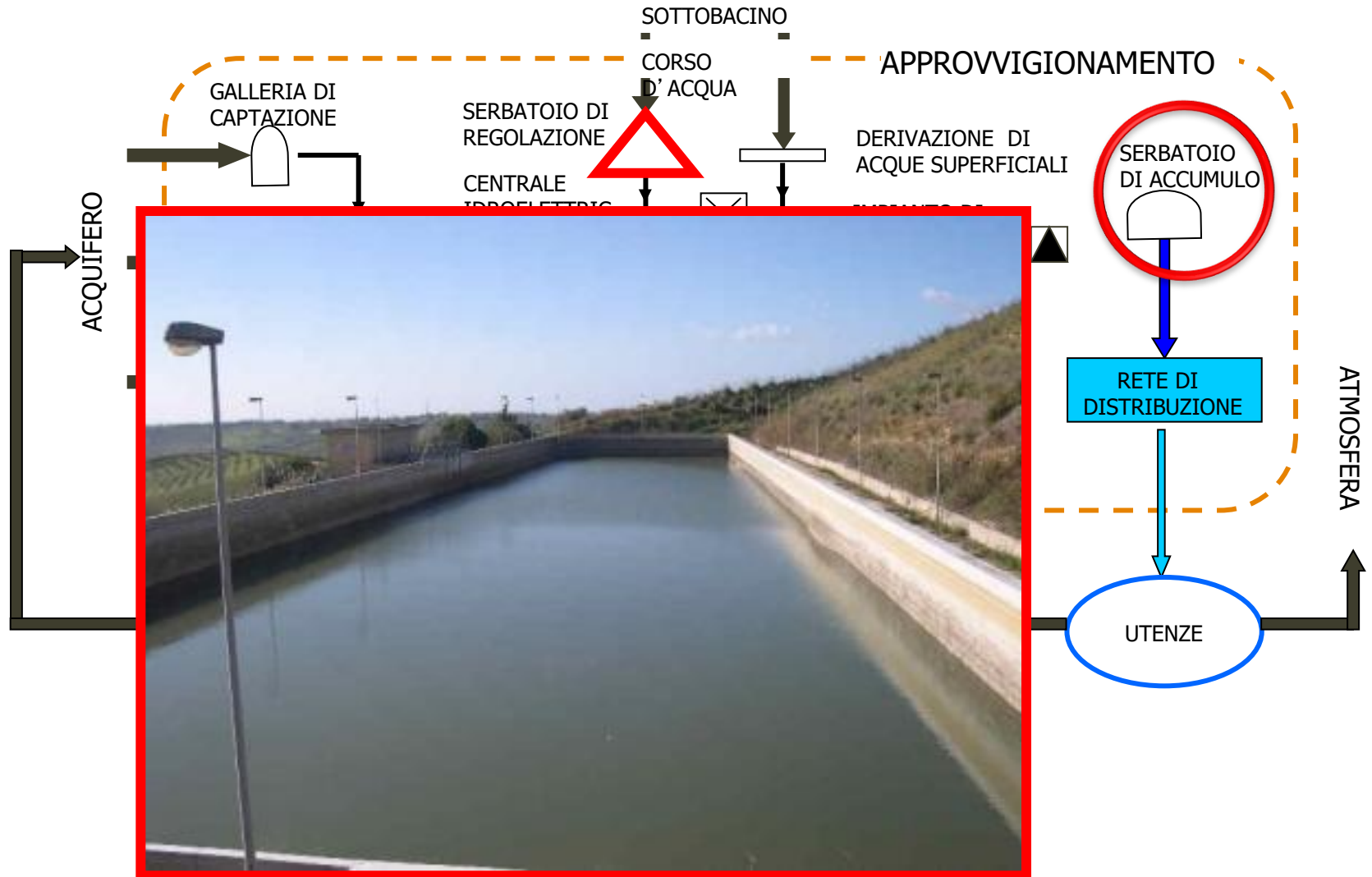
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



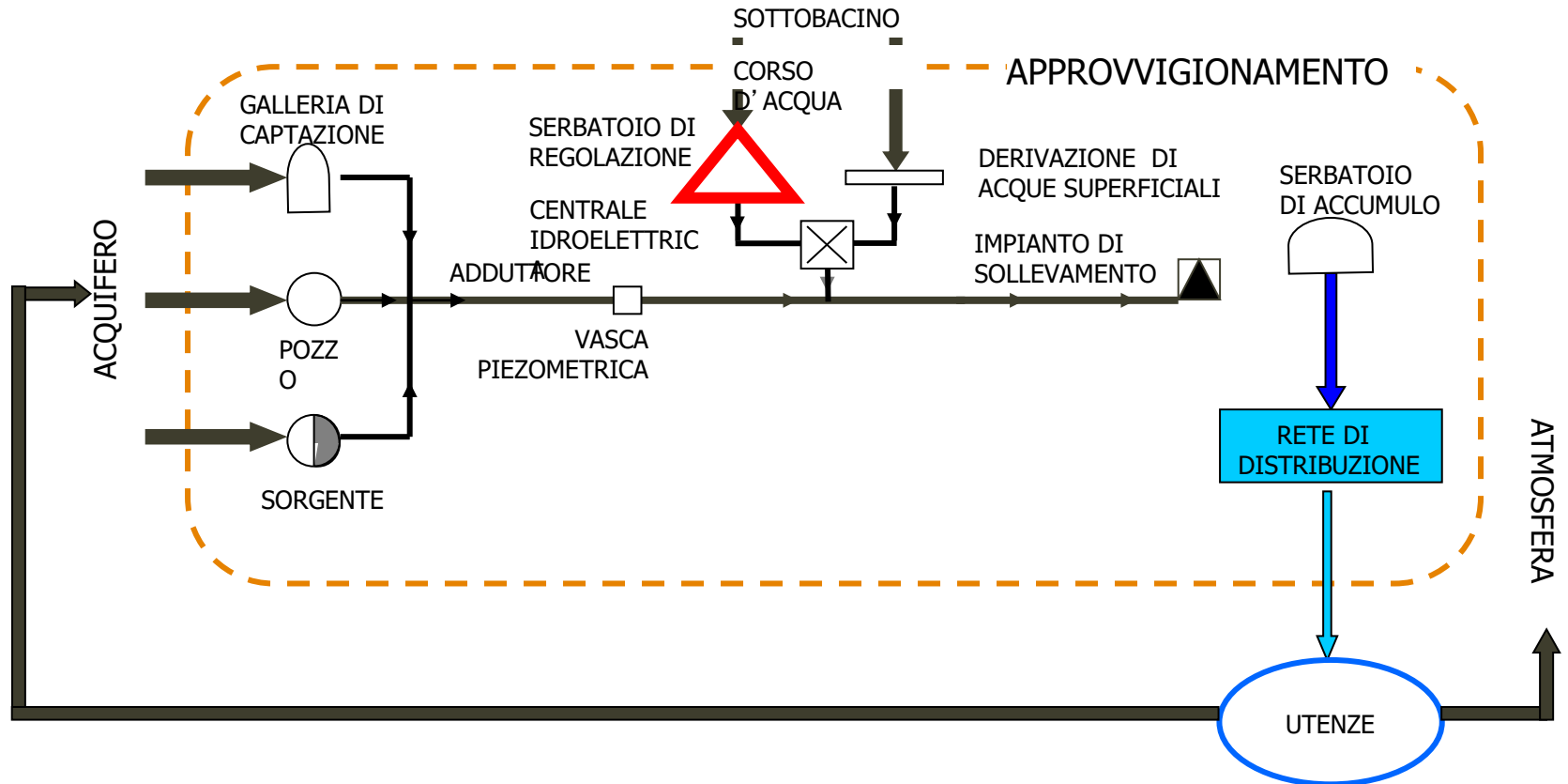
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



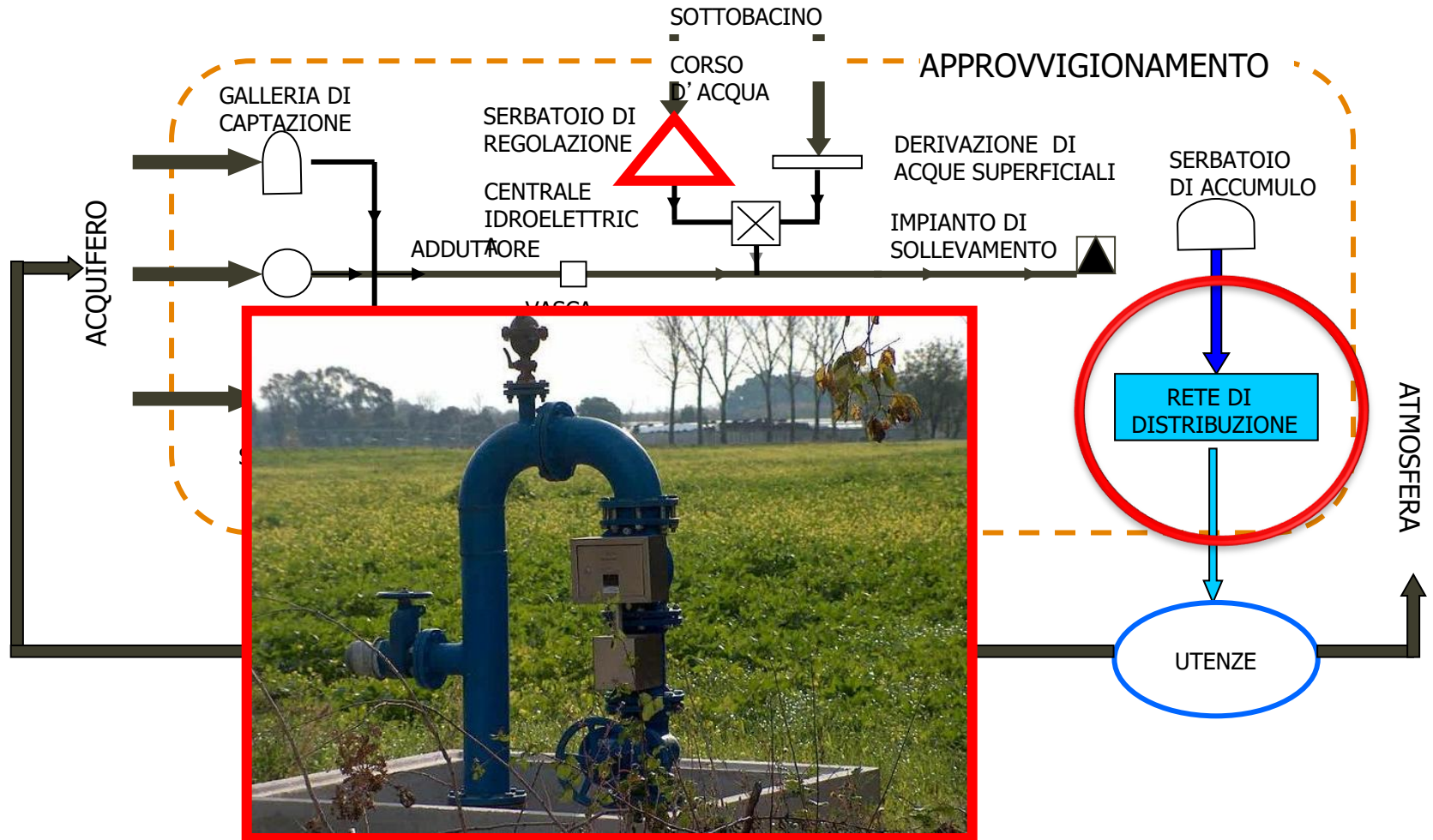
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



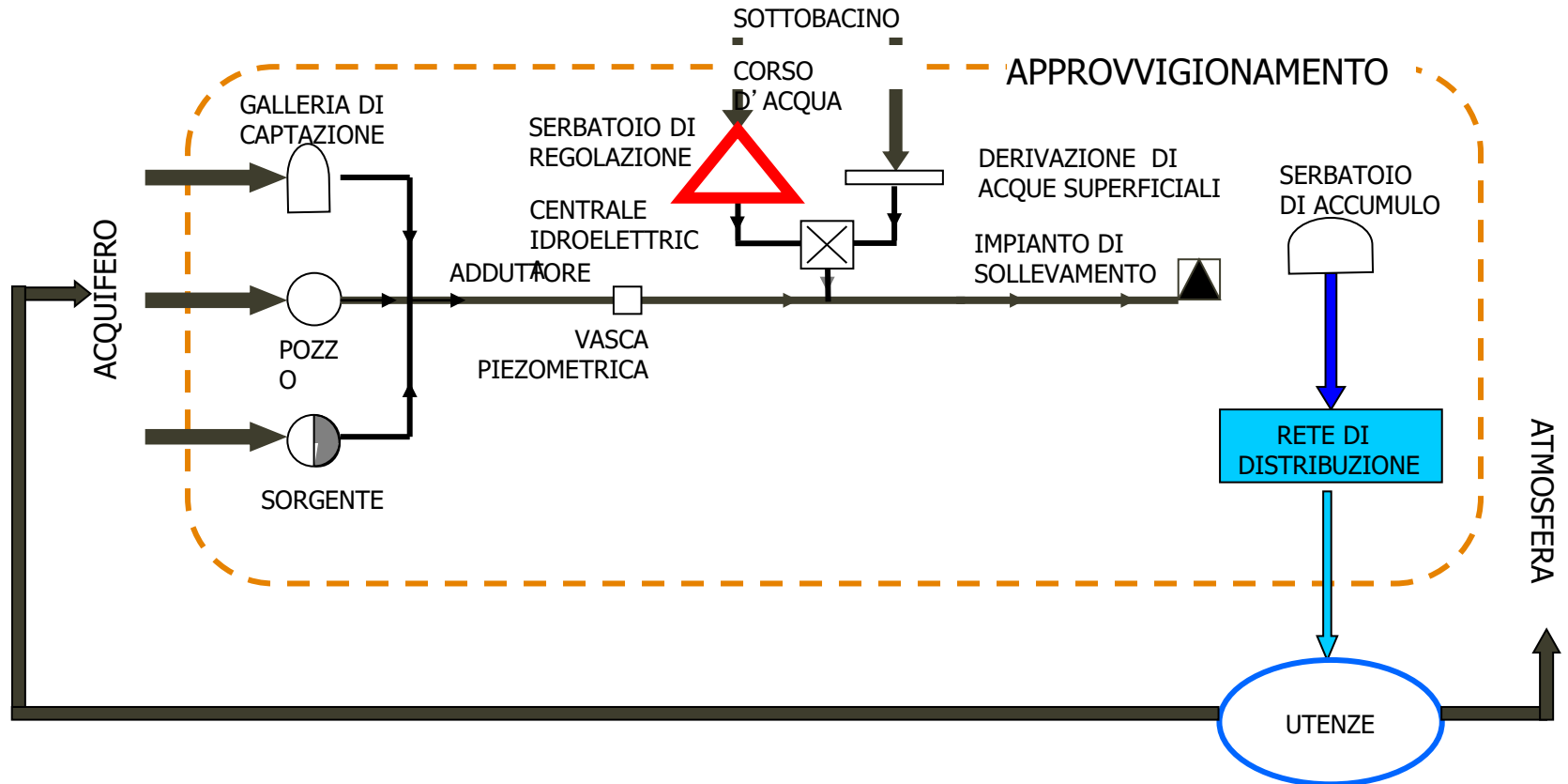
Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo



Schema di un sistema di approvvigionamento irriguo

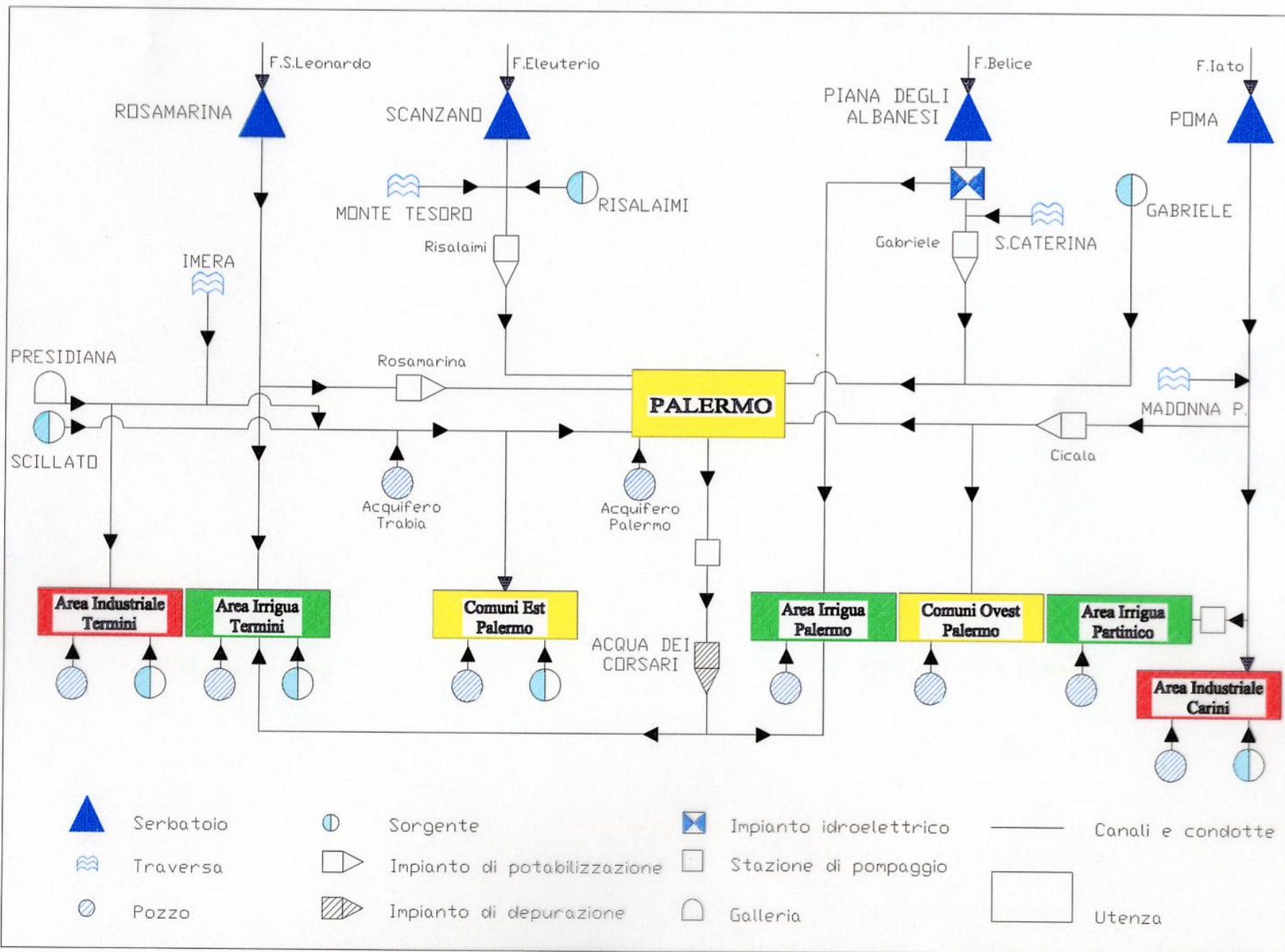


Grandi serbatoi in Sicilia

D I G A	CORSO D'ACQUA	CAPACITA' TOTALE D'INVASO (Mmc)	UTILIZZAZIONE	ENTE GESTORE
SCANZANO	ELEUTERIO	18,00	IRR. - POT.	E. A. S.
PIANA DEGLI ALBANES	BELICE DESTRO	32,80	IRR. - POT. - ELETTR.	E. N. E. L.
POMA	JATO	72,30	IRR. - POT.	A. R. R. A. SETT. III
ARANCIO	CARBOJ	34,80	IRRIGUO	A. R. R. A. SETT. III
NICOLETTI	CRISA'	20,20	IRRIGUO	A. R. R. A. SETT. III
S. ROSALIA	IRMINIO	20,00	IRRIGUO	A. R. R. A. SETT. III
TRINITA'	DELIA	18,00	IRRIGUO	A. R. R. A. SETT. III
OGLIASTRO	GORNALUNGA	110,00	IRRIGUO	C. B. 7- CALTAGIRONE
RUBINO	BIRGI	11,50	IRRIGUO	C. B. 1 - TRAPANI
COMUNELLI	COMUNELI	8,00	IRRIGUO	C. B. 5 - GELA
CIMIA	CIMIA	10,00	IRRIGUO	C. B. 5 - GELA
DISUERI	GELA	23,60	IRRIGUO	C. B. 5 - GELA
BIVIERE	NATURALE	4,80	IRRIGUO	C. B. 5 - GELA
ANCIPA	TROINA	30,40	IRR. - POT. - ELETTR.	E. N. E. L.
POZZILLO	SALSO (SIMETO)	150,50	IRR. - ELETTR.	E. N. E. L.
FANACO	PLATANI	20,70	POTABILE	SICILIAQUE
GARCIA	BELICE SINISTRO	80,00	POT. - IRR.	C. B. 2 - PALERMO
CASTELLO	MAGAZZOLO	21,00	POT. - IRR.	A. R. R. A. SETT. III
PRIZZI	RAIA	9,20	IRR. - POT. - ELETTR.	E. N. E. L.
OLIVO	OLIVO	15,00	IRRIGUO	A. R. R. A. SETT. III
LEONE	VERDURA	4,19	POT. - ELETTR.	SICILIAQUE
S. GIOVANNI	NARO	16,30	IRRIGUO	A. R. R. A. SETT. III
GORGOLAGO	FOSSO GURRA	3,41	IRRIGUO	A. R. R. A. SETT. III
ROSAMARINA	S. LEONARDO	100,00	POT. - IRR.	A. R. R. A. SETT. III

Totale 834,70

SCHEMA SISTEMA IDRICO DEL PALERMITANO

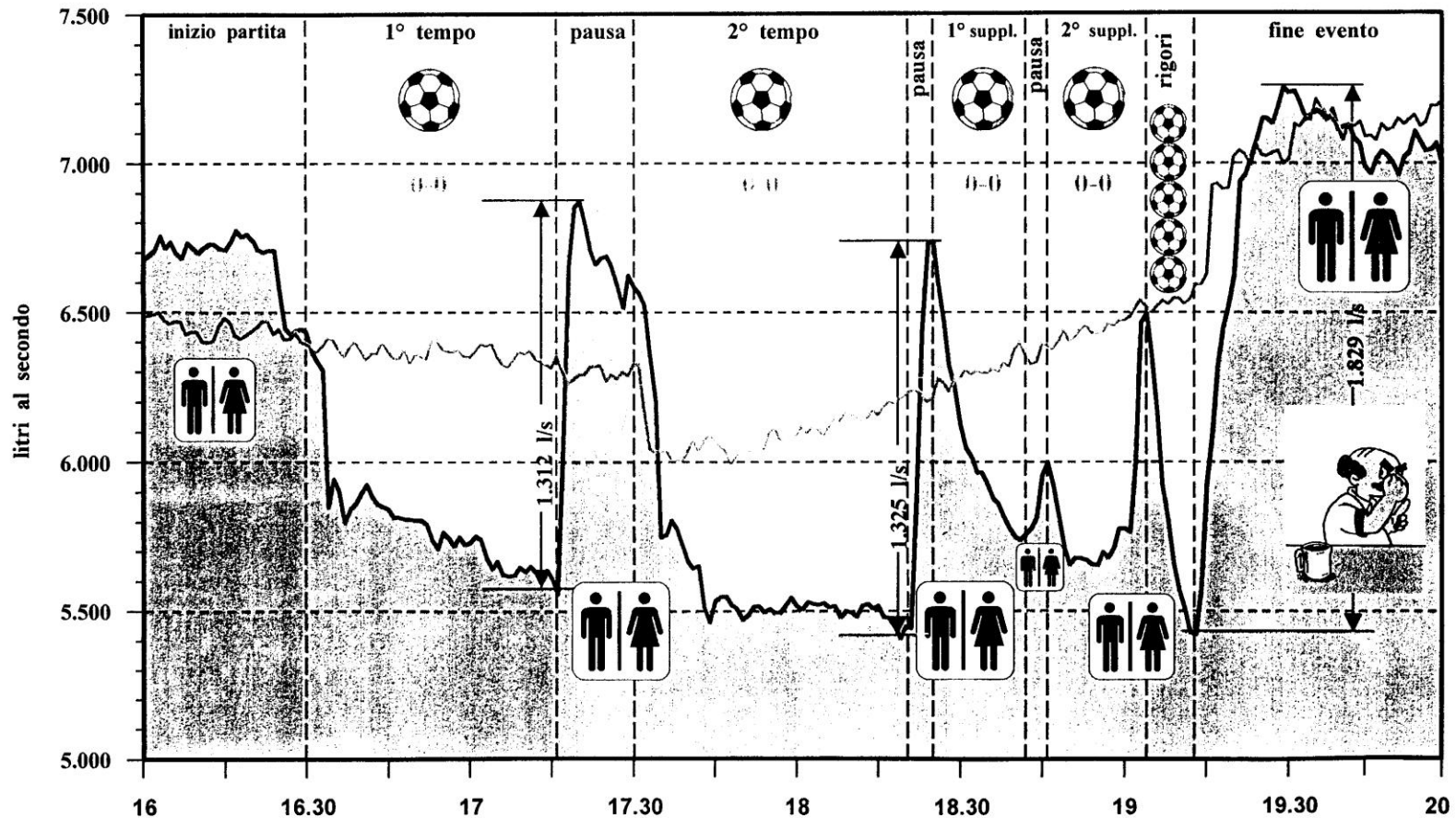


Variabilità dei consumi



MONDIALI FRANCE '98 ITALIA-FRANCIA 3-4 (AI RIGORI)

CONFRONTO DI EROGAZIONE ISTANTANEA DELL'ACQUA NELLA RETE CITTADINA
NEI GIORNI DI VENERDI' 3 E 17 LUGLIO 1998

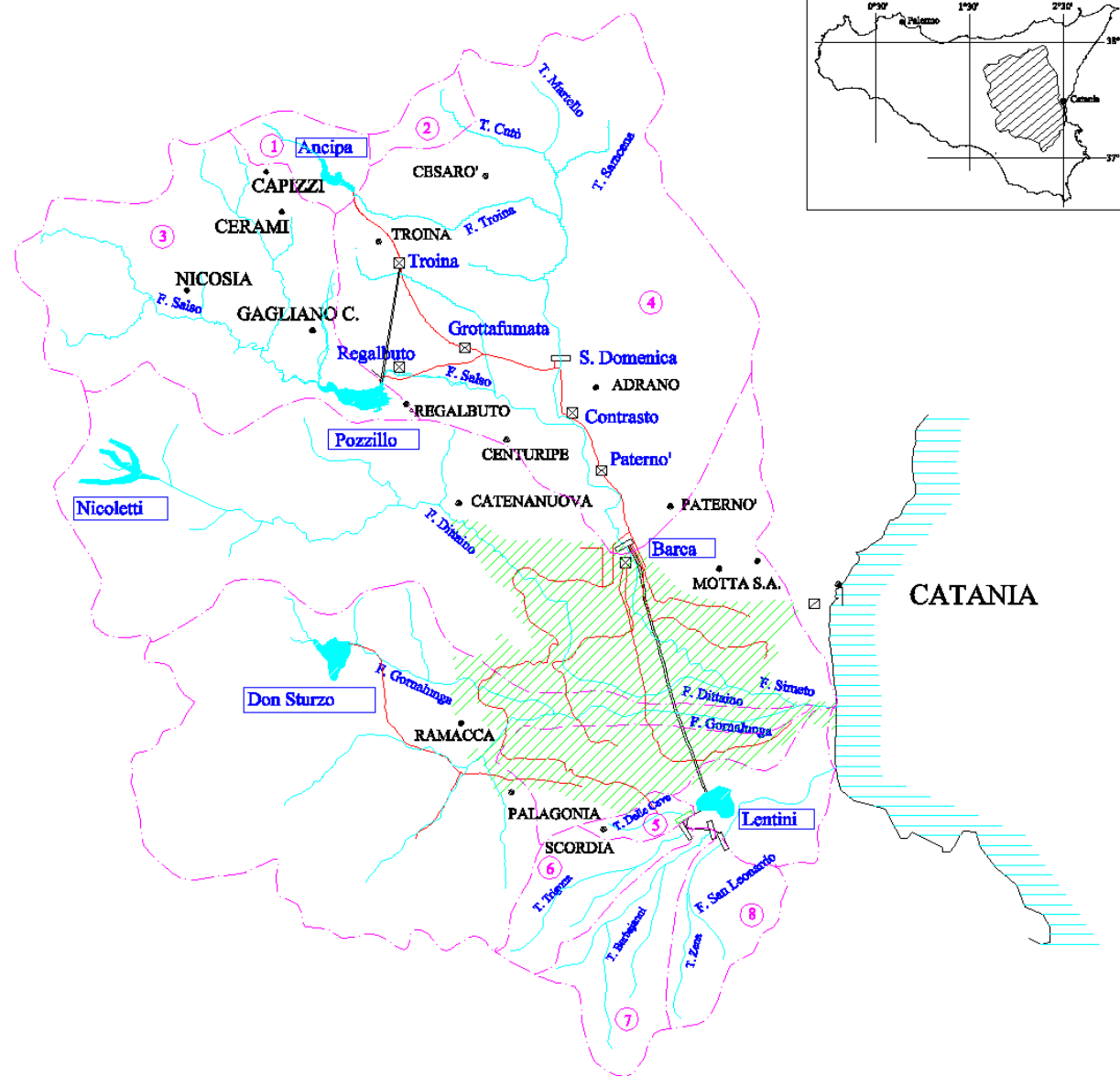
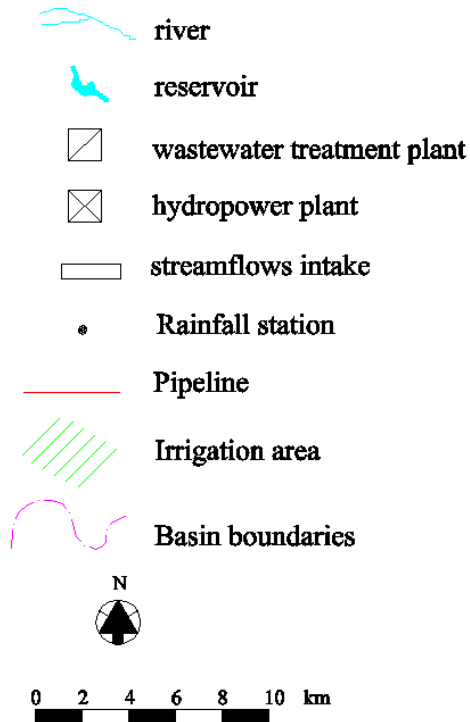


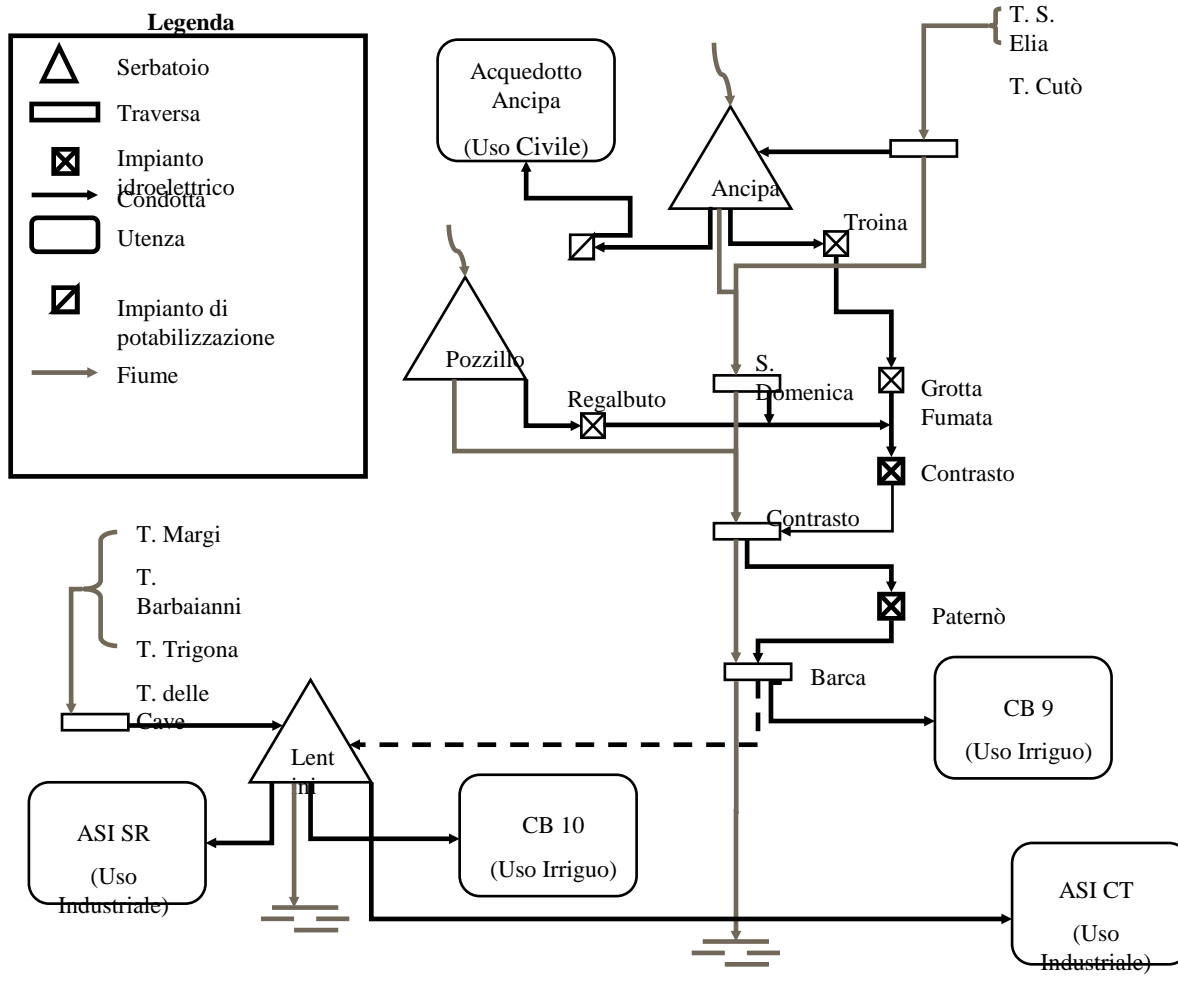
fonte: Telecontrollo AAM Torino S.p.A.

Sistema di approvvigionamento della Piana di Catania

Sub-basins (Area Km²)

- 1) Troina ad Ancipa rivers (51 Km²)
- 2) Transfer canal Ancipa (44 Km²)
- 3) Salso river at Pozzillo reservoir (577 Km²)
- 4) Simeto river at Barca intake (1092 Km²)
- 5) Delle Cave torrent to intake for Lentini reservoir (25 Km²)
- 6) Trigona river to intake for Lentini reservoir (126 Km²)
- 7) Barbajanni torrent to intake for Lentini reservoir (116 Km²)
- 8) Zena torrent to intake for Lentini reservoir (74 Km²)





L'attuale dibattito sulle dighe

- Ambientalismo esasperato
 - le dighe hanno distrutto i fiumi: occorre abbatterle
McCully, Silenced Rivers, Zed Books, 1996
- Difensori del tradizionale modello di sviluppo
 - senza le dighe la popolazione mondiale soffrirebbe la fame (oltre che la sete)
 - le guerre per l'acqua si moltiplicherebbero

Impatti ambientali dei serbatoi

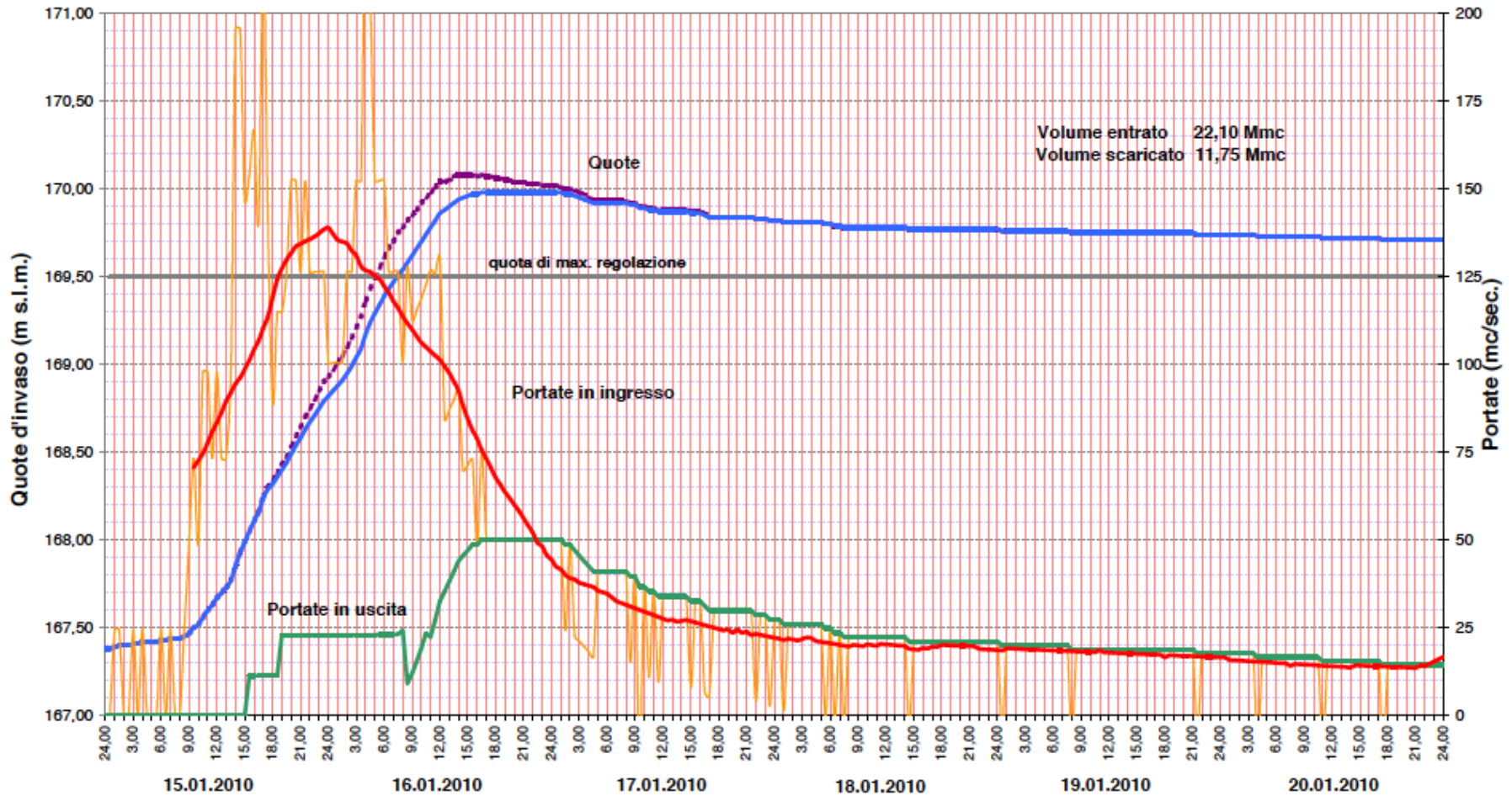
- Cambiamenti nella morfologia del fiume a valle (es. aumento capacità erosiva)
- Cambiamenti nella qualità delle acque a valle (es. capacità di diluizione di inquinanti)
- Riduzione del trasporto solido a mare (problemi per il ripascimento delle spiagge)
- Impatto sulla vita acquatica
 - la diga ostacola la risalita dei pesci
 - riduzione della biodiversità a valle

Benefici dei serbatoi

- Nei climi semiaridi (come in Sicilia), caratterizzati da forte variabilità spazio-temporale delle risorse è indispensabile ricorrere all'accumulo di acqua attraverso la realizzazione di dighe
- L'alternativa è il sovrasfruttamento delle falde acquifere con conseguenze negative:
 - Elevati costi di pompaggio, con impatti anche dal punto di vista di emissioni di gas serra
 - Rischio di intrusione salina nelle zone costiere
- Politiche di riduzione delle domande (risparmio idrico, ammodernamento delle reti di distribuzione) e l'uso di fonti non convenzionali (ad es. il riuso dei reflui in agricoltura) vanno certamente perseguite, ma non eliminano la necessità di invasare acque superficiali, anche nelle più rosee previsioni

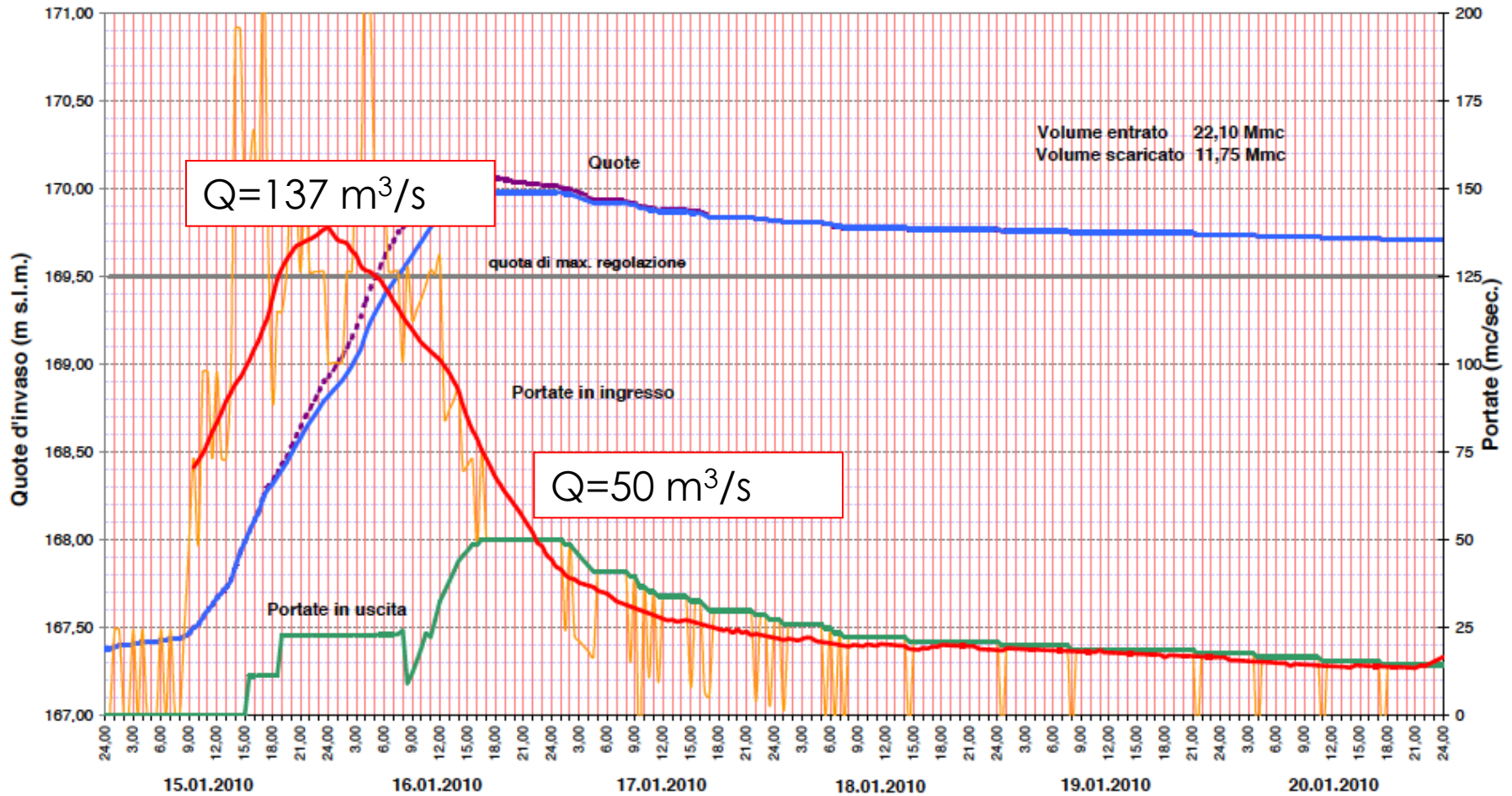
Effetti benefici dei serbatoi sulle portate di piena

DIGA ROSAMARINA sul Fiume San Leonardo
Idrogramma di piena
15 - 20 gennaio 2010



Effetti benefici dei serbatoi sulle portate di piena

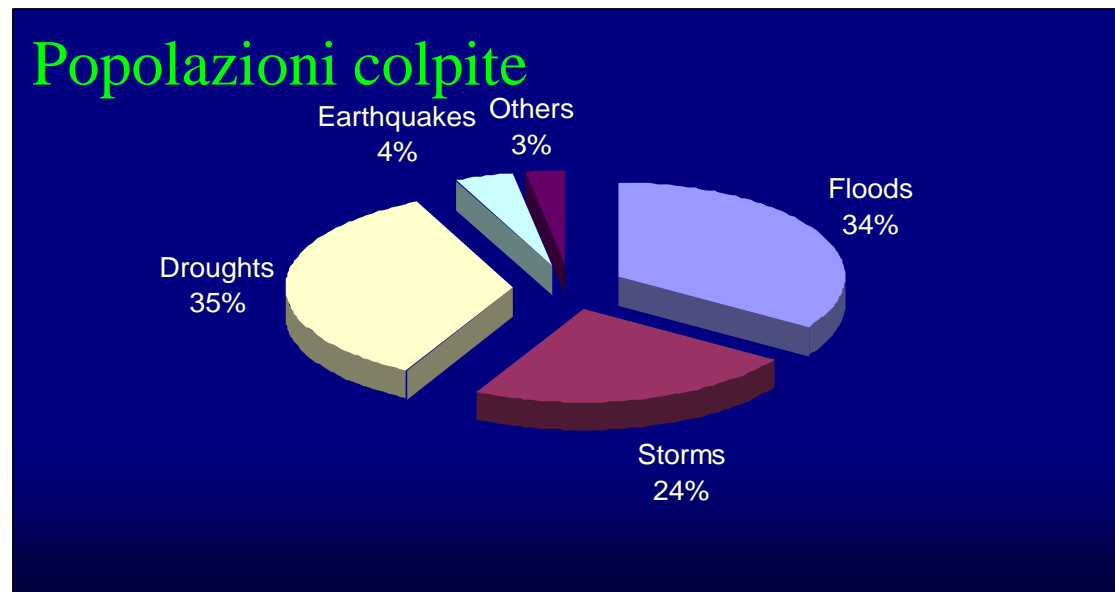
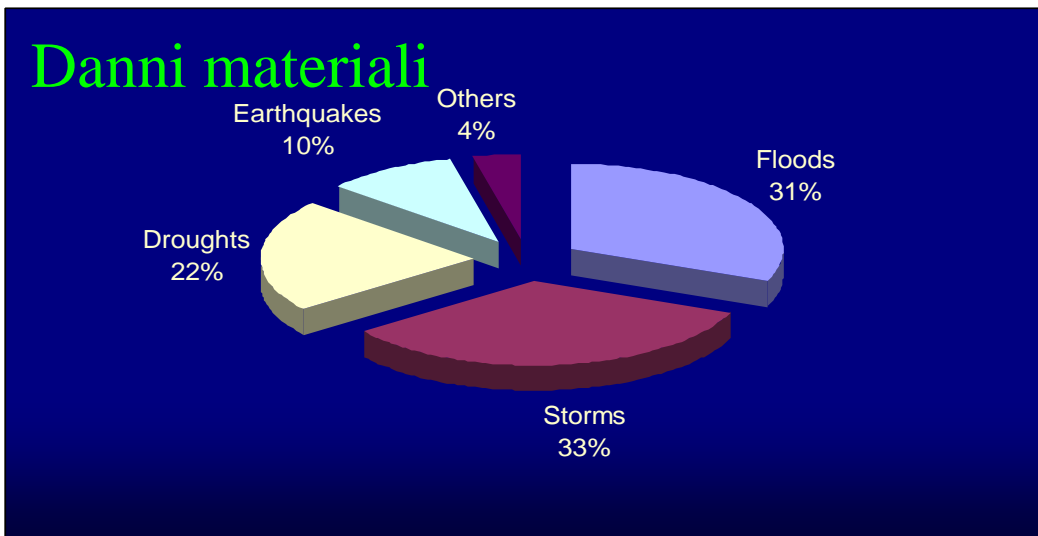
DIGA ROSAMARINA sul Fiume San Leonardo
Idrogramma di piena
15 - 20 gennaio 2010



Cause dei deficit delle erogazioni

- Gli afflussi ai serbatoi presentano una natura casuale, con una elevata variabilità da un mese all'altro e da un anno all'altro
- Aumentare a dismisura la capacità utile degli invasi per tenere conto di tale variabilità non è perseguibile da un punto di vista economico e ingegneristico
- Durante i periodi di carenza delle risorse (siccità), i serbatoi possono non essere in grado di soddisfare interamente la domanda
- In pratica i deficit sono inevitabili, ma possono essere ridotti in termini di entità e durata

La siccità come calamità naturale



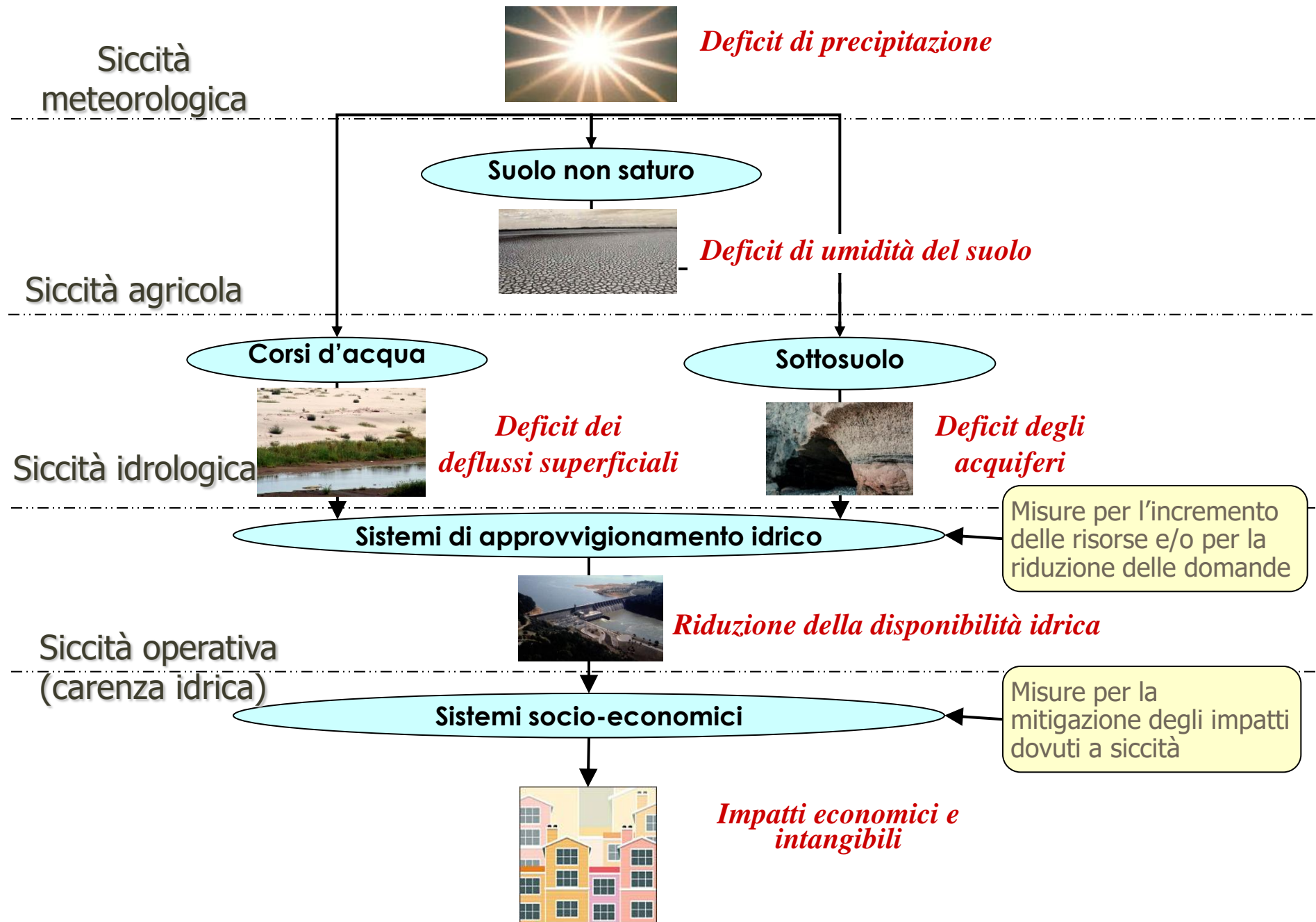
Fonte: Nazioni Unite, 1994

La siccità nella storia

- La siccità, come altri disastri naturali, occupa un posto di rilievo nella storia dell'uomo
- Essa è ricorrente nella bibbia
 - Come la siccità e il calore assorbono le acque della neve, così il soggiorno dei morti inghiotte chi ha peccato. (*Giobbe 24:19*)
 - Egli è come un albero piantato vicino all'acqua, che distende le sue radici lungo il fiume; non si accorge quando viene la calura e il suo fogliame rimane verde; nell'anno della siccità non è in affanno e non cessa di portar frutto. (*Geremia 17:8*)
- Recenti studi ipotizzano che una siccità occorsa 70.000 anni fa in Africa fu all'origine della diffusione dell'uomo negli altri continenti
- Più recentemente, la siccità degli anni '30 in Nord America fu una delle concause di una profonda crisi economica



Propagazione della siccità nel ciclo idrologico



Siccità meteorologica :

Deficit di precipitazione (input) prodotto da fluttuazioni atmosferiche dipendenti da:

- i) fluttuazioni di energia solare
- ii) processi terrestri (interazioni geofisiche oceanografiche)
- iii) interazioni con la biosfera

Siccità agricola :

Deficit di umidità del suolo derivante da siccità meteorologiche trasformate da meccanismi di accumulo nel suolo (ritardi temporali e variazioni nelle quantità)

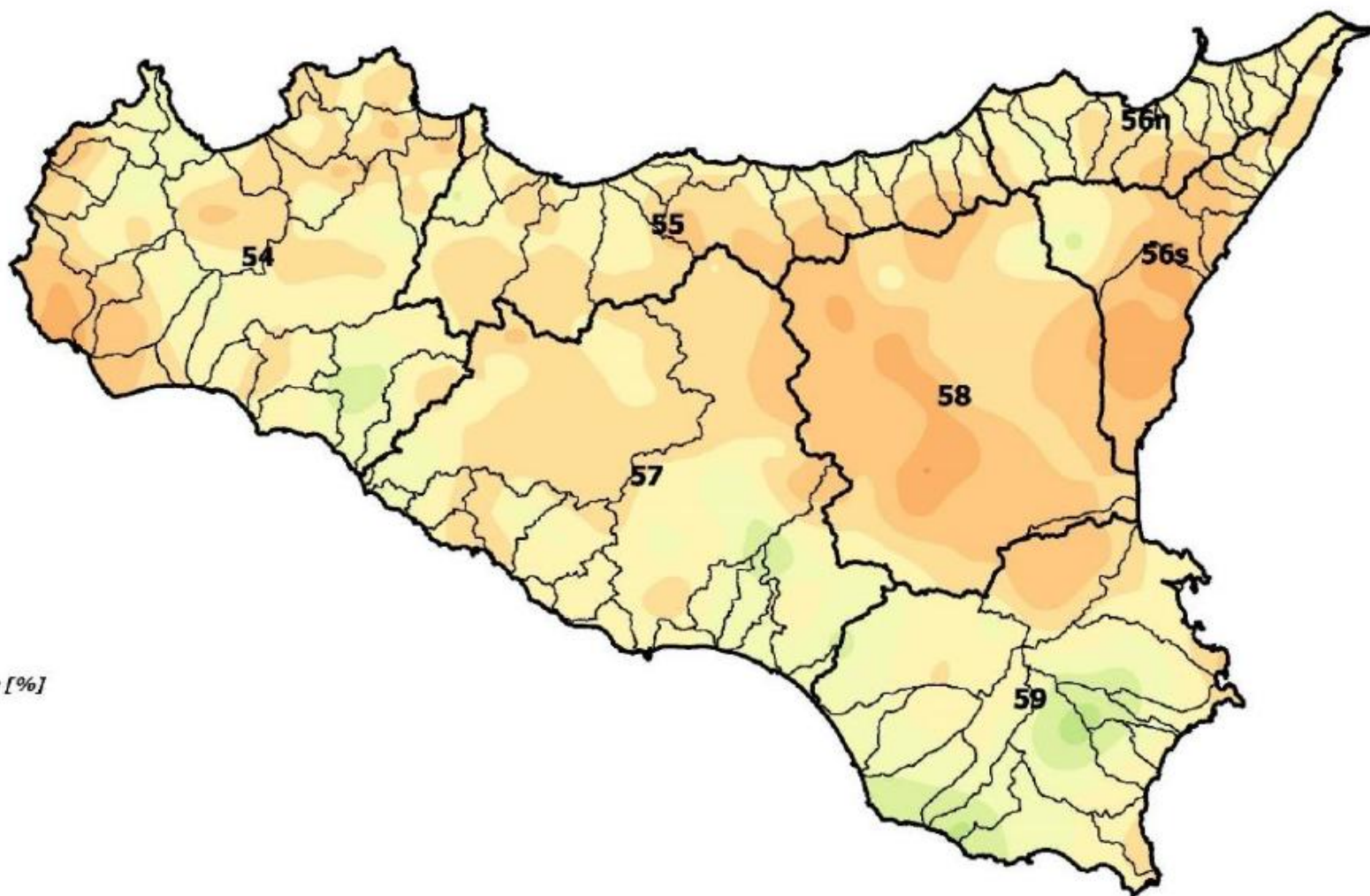
Siccità idrologica :

Deficit di deflusso superficiale e sotterraneo derivante rispettivamente dal deficit di precipitazione e dal deficit di umidità del suolo trasformato da meccanismi di accumulo nei corpi idrici naturali

Siccità operativa :

Riduzione dell'approvvigionamento idrico (effetto della siccità) influenzato dalla presenza di invasi artificiali (capacità dei serbatoi e regole d'esercizio) e dall'applicazione di misure di mitigazione delle siccità

Carta delle anomalie di pioggia (cumulata ultimi 12 mesi)
"PRECIPITAZIONE FEB 2017-GEN 2018 RISPETTO ALLA NORMA (1981-2010)"



Legenda

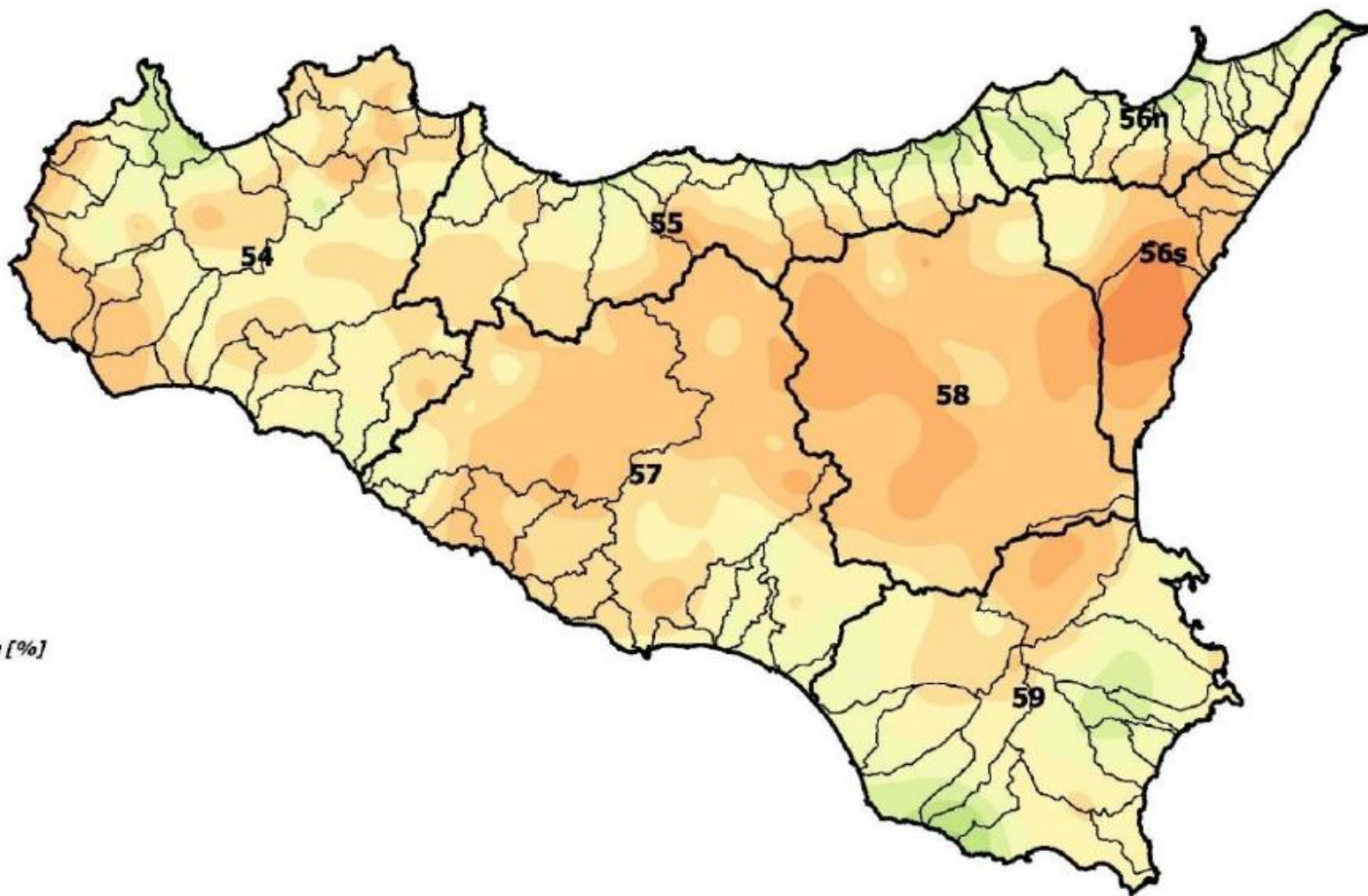
anomalia pioggia [%]

- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100
- 100 - 110

- zone di vigilanza meteo
- bacini idrografici

0 25 50 km

Carta delle anomalie di pioggia (cumulata ultimi 6 mesi)
"PRECIPITAZIONE AGO 2017-GEN 2018 RISPETTO ALLA NORMA (1981-2010)"



Legenda

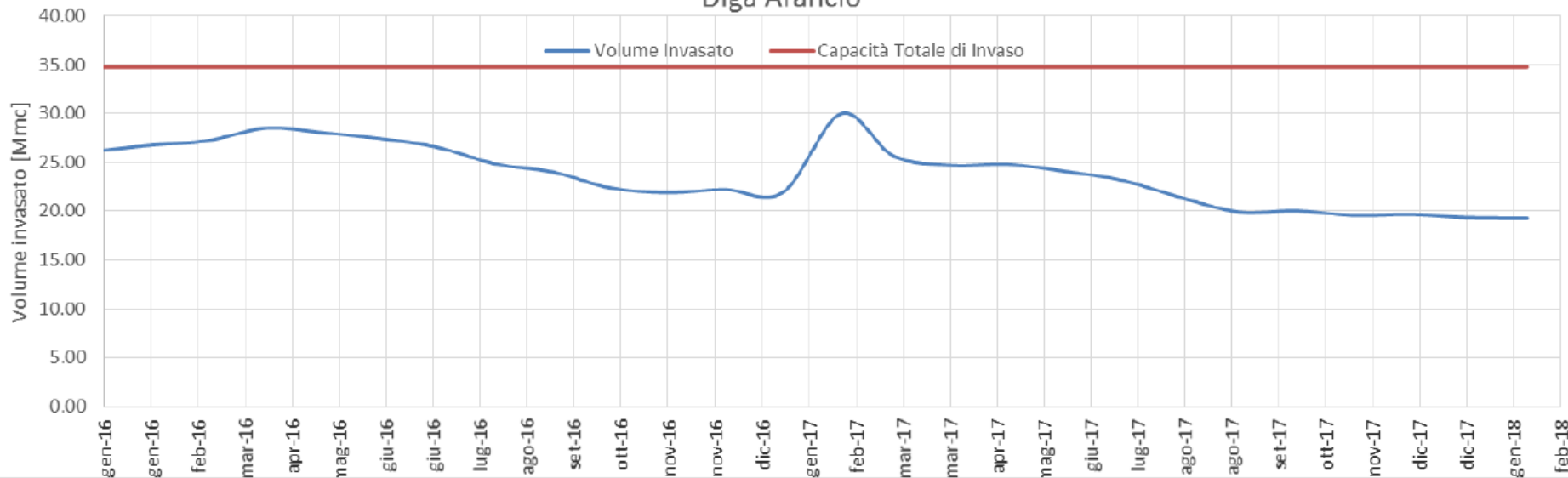
anomalia pioggia [%]

- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 62
- 62 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100
- 100 - 110
- 110 - 120

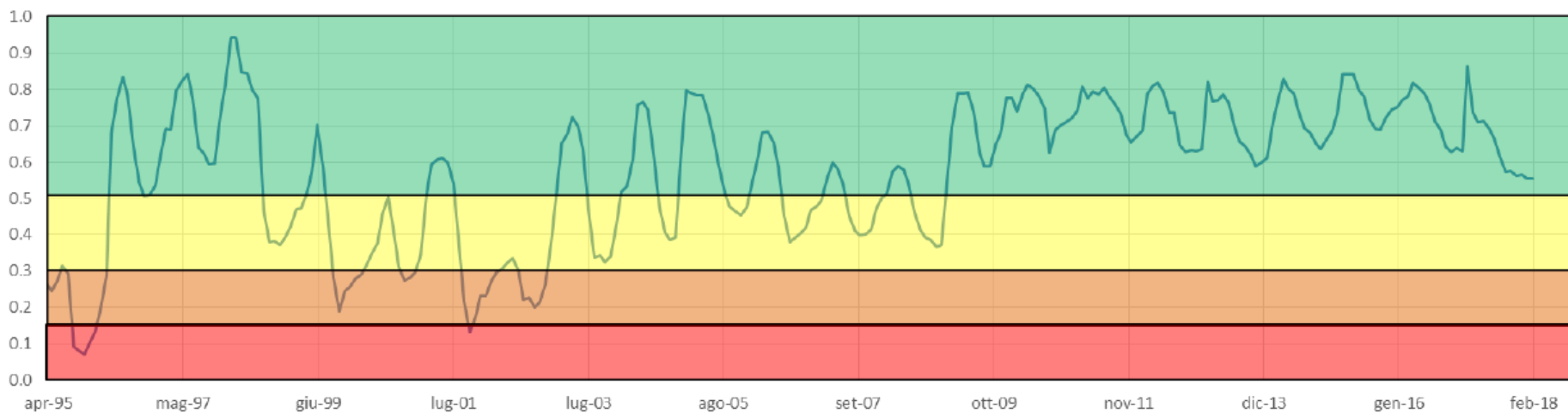
- zone di vigilanza meteo
- bacini idrografici



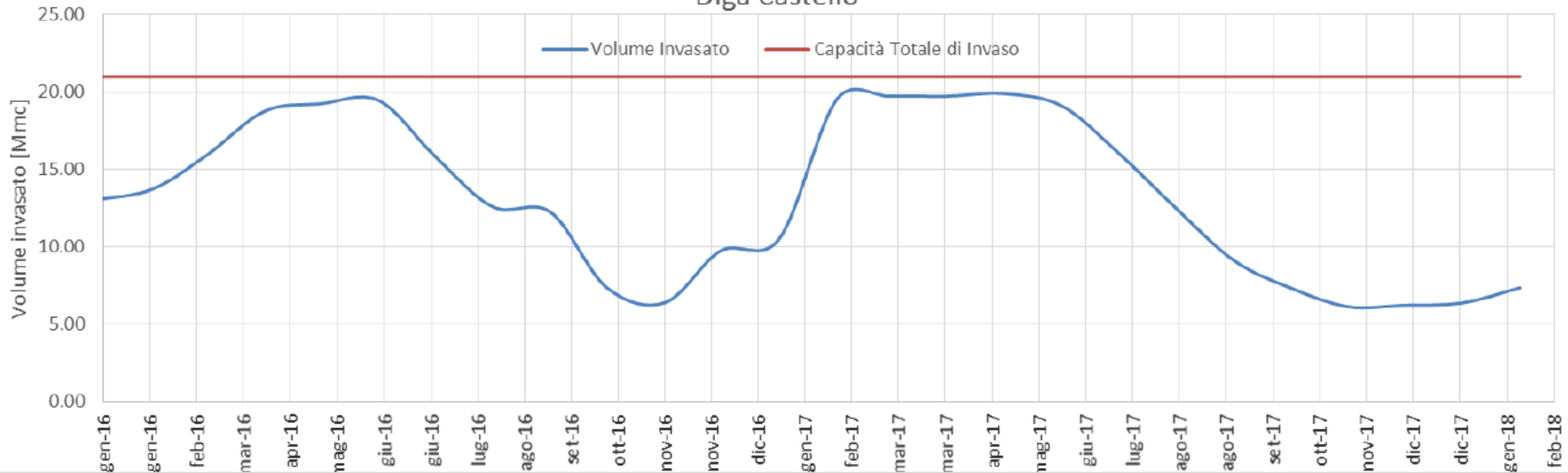
Diga Arancio



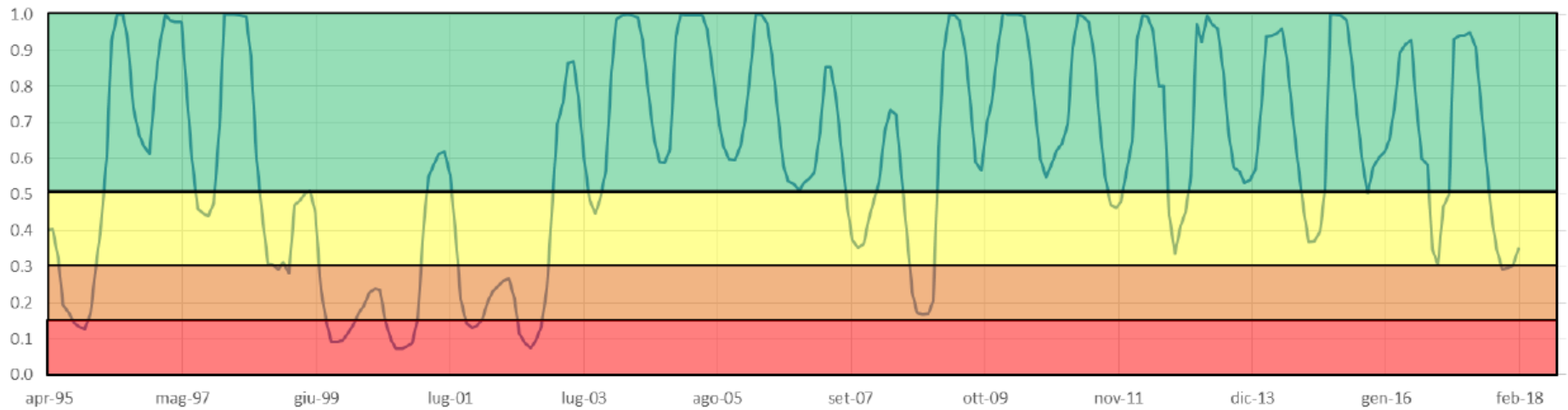
Volume Invasato / Capacità Totale di Invaso Diga Arancio



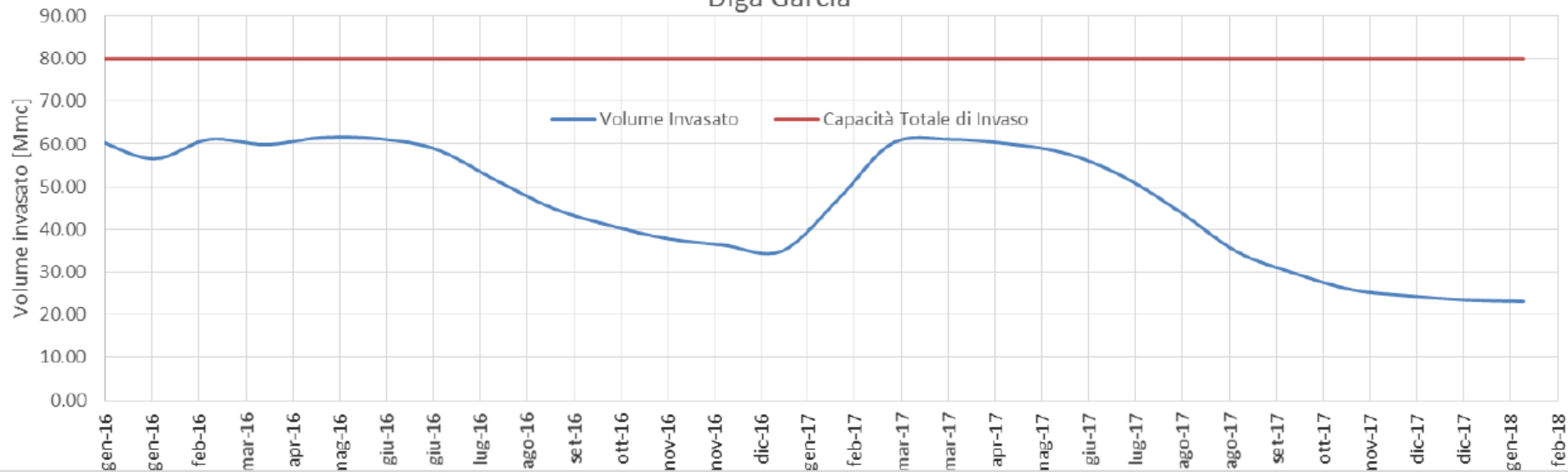
Diga Castello



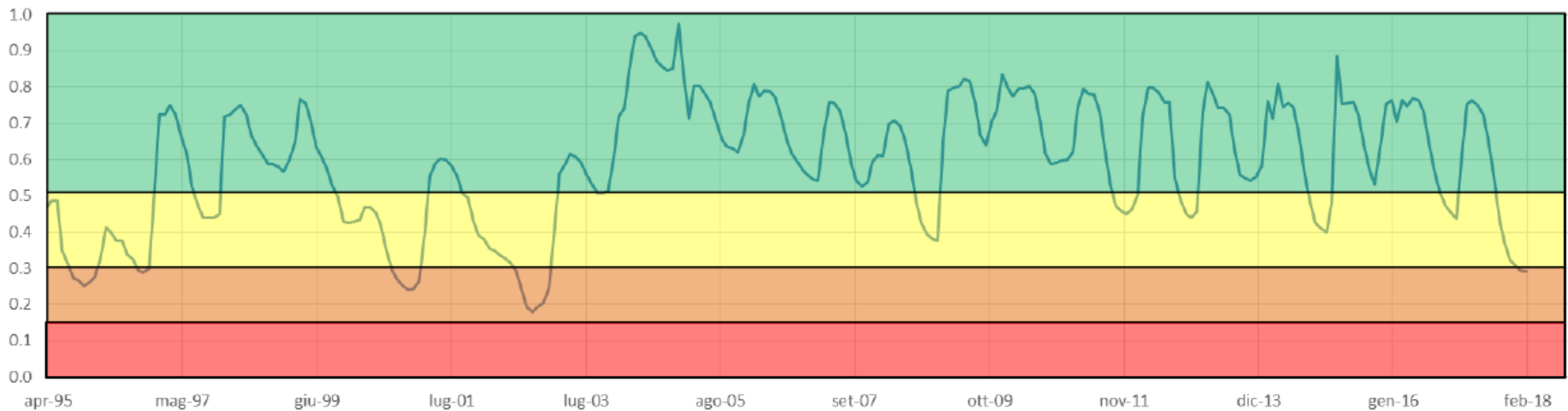
Volume Invasato / Capacità Totale di Invaso Diga Castello



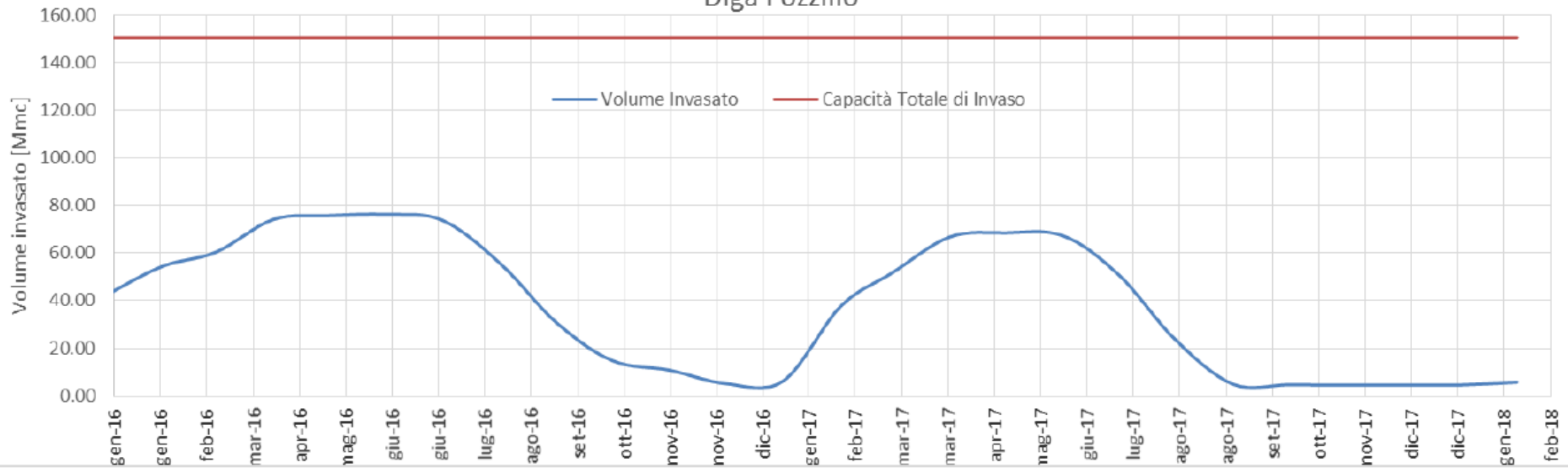
Diga Garcia



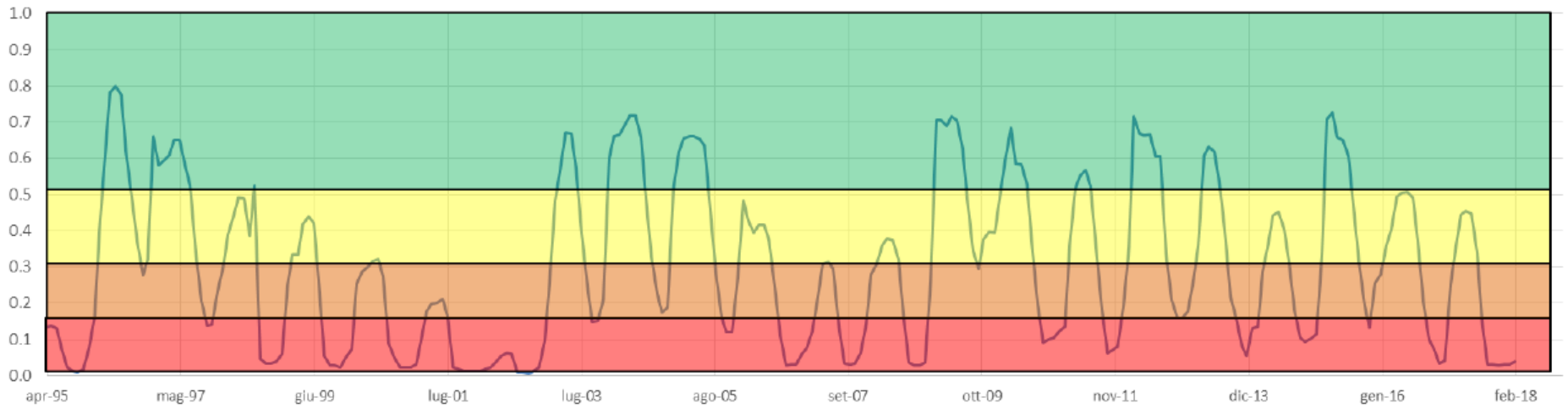
Volume Invasato / Capacità Totale di Invaso Diga Garcia

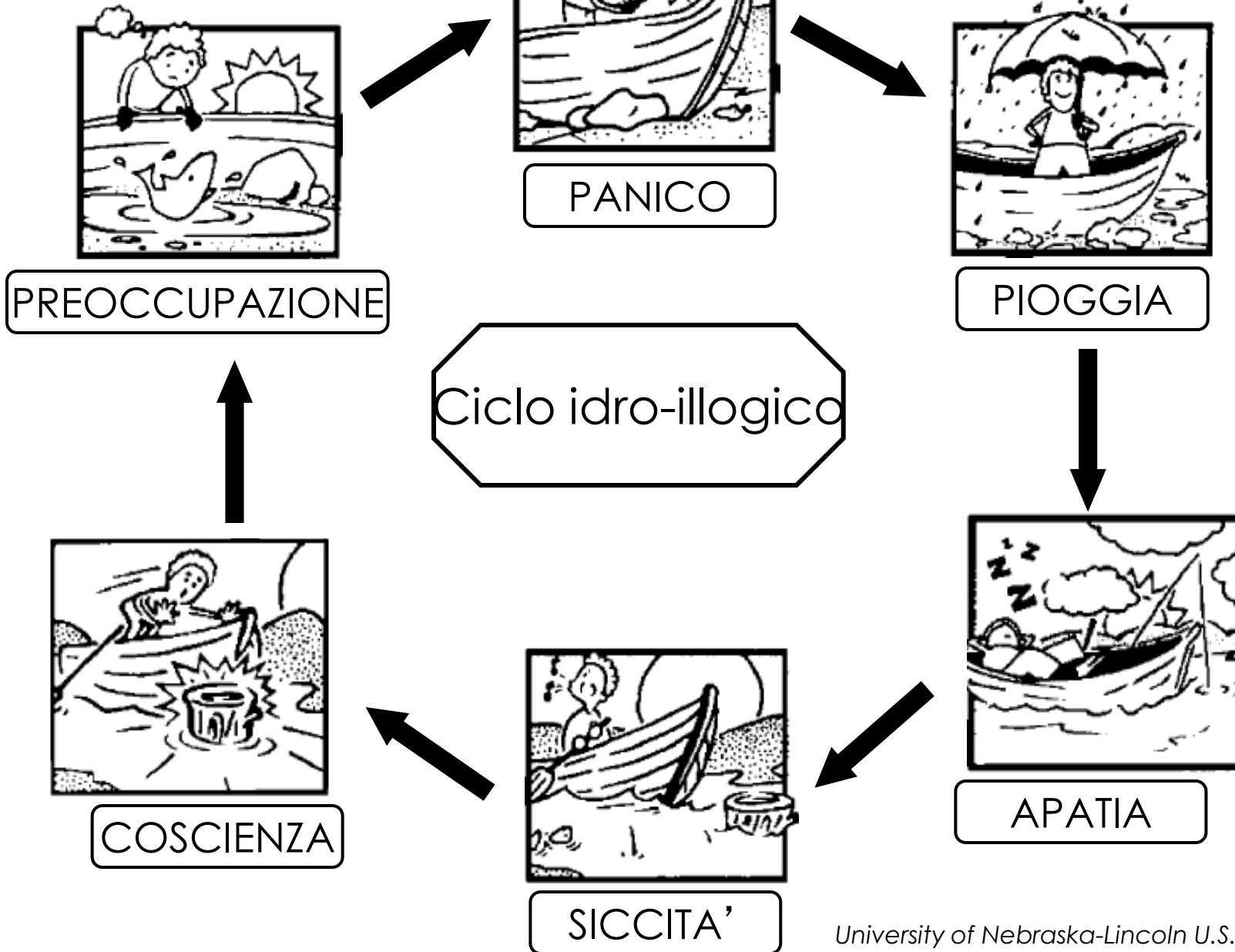


Diga Pozzillo

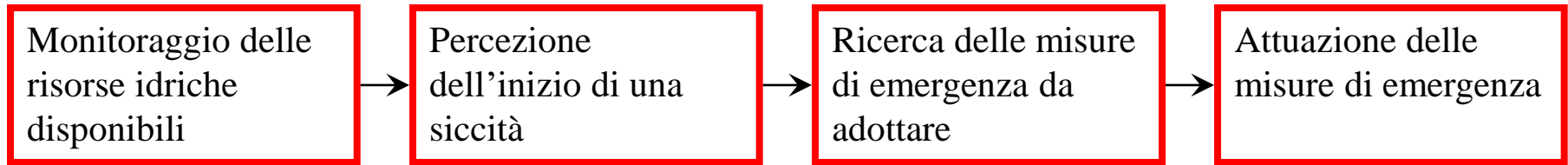


Volume Invasato / Capacità Totale di Invaso Diga Pozzillo





APPROCCIO REATTIVO



APPROCCIO PRO-ATTIVO



Classificazione di misure di mitigazione della siccità

Categoria	Lungo termine	Settore		
Incremento delle risorse	- Collegamenti bidirezionali tra sistemi acquedottistici	C	A	I
	- Riutilizzo delle acque reflue depurate		A	I R/A
	- Trasferimenti idrici tra bacini idrografici	C	A	I R/A
	- Nuovi serbatoi di regolazione o incremento di capacità	C	A	I
	- Vincoli sull'emungimento di acquiferi da usare come riserve strategiche	C	A	I
	- Dissalazione di acque salate o salmastre	C	A	R/A
	- Controllo delle perdite di evaporazione	C	A	I
Riduzione domande	- Incentivi per il risparmio idrico	C	A	I R/A
	- Sistemi di irrigazione e tecniche agronomiche per ridurre i consumi		A	
	- Introduzione di colture meno idroesigenti o trasformazioni in asciutte		A	
	- Rete duale di approvvigionamento civile	C		
	- Revisione delle concessioni idriche	C	A	I
	- Riciclo nell'industria		A	
Minimizzazione degli impatti	- Campagne di informazione per migliorare la preparazione alla siccità	C	A	I
	- Riallocazione delle risorse sulla base di requisiti di qualità	C	A	I R/A
	- Sviluppo di sistemi di preannuncio e monitoraggio	C	A	I R/A
	- Sviluppo di Piani di emergenza e di Piani di gestione di crisi idriche	C	A	I R/A
	- Autorizzazione di scambi idrici tra utenti e cessione di concessioni	C	A	I
	- Assicurazione volontaria		A	I

C=civile A=agricolo I=industriale R/A=ricreativo e ambientale

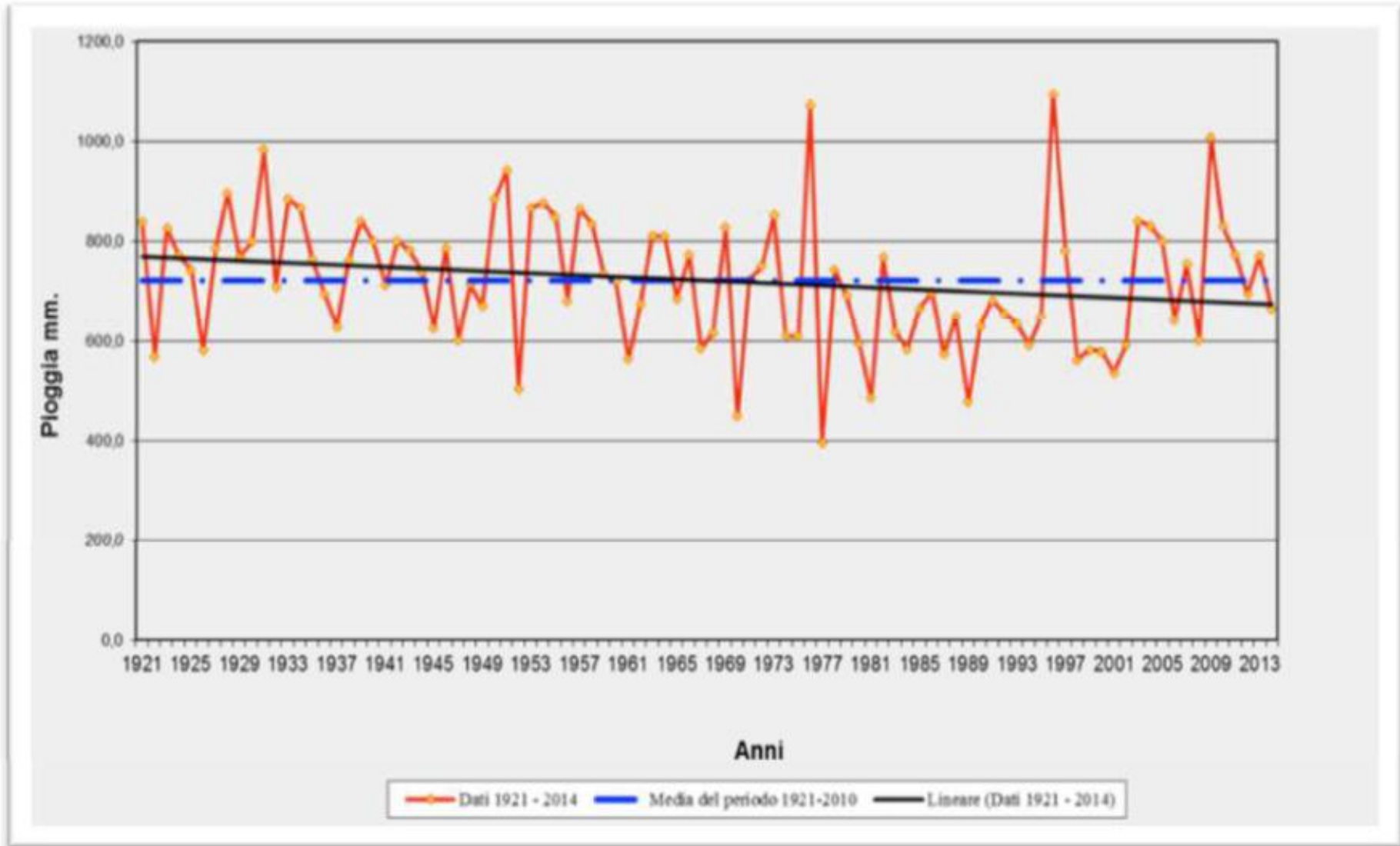
Classificazione di misure di mitigazione della siccità

Categoria	Breve termine	Settore			
Incremento delle risorse	<ul style="list-style-type: none"> Incremento dell'efficienza dei sistemi idrici esistenti (ricerca perdite, regole di esercizio, etc.) 	C	A	I	
	<ul style="list-style-type: none"> Uso di fonti d'emergenza (risorse aggiuntive di scarsa qualità e/o di alto costo) 	C	A	I	R/A
	<ul style="list-style-type: none"> Sovrasfruttamento di acquiferi (uso di riserve strategiche) 	C	A	I	
	<ul style="list-style-type: none"> Uso di risorse destinate in condizioni normali a scopi ricreativi o ecologici 	C	A	I	R/A
	<ul style="list-style-type: none"> Cessione temporanea di concessioni idriche e trasferimenti tra utenti 	C	A	I	
	<ul style="list-style-type: none"> Autorizzazioni a standard di qualità meno restrittivi 	C	A	I	R/A
	<ul style="list-style-type: none"> Riduzione dei vincoli ecologici 				R/A
Riduzione domande	<ul style="list-style-type: none"> Campagne di sensibilizzazione al risparmio idrico 	C	A	I	R/A
	<ul style="list-style-type: none"> Limitazione di certi usi urbani (lavaggio auto, irrigazione giardini) 	C			
	<ul style="list-style-type: none"> Limitazione dell'irrigazione di colture annuali 		A		
	<ul style="list-style-type: none"> Manovre tariffarie 	C	A	I	R/A
<ul style="list-style-type: none"> Razionamento delle erogazioni 	C	A	I	R/A	
Minimizzazione degli impatti	<ul style="list-style-type: none"> Riallocazione temporanea delle risorse 	C	A	I	R/A
	<ul style="list-style-type: none"> Indennizzi pubblici per i danni 	C	A	I	R/A
	<ul style="list-style-type: none"> Sgravi fiscali (riduzioni o rinvio di pagamenti) 	C	A	I	R/A
	<ul style="list-style-type: none"> Programmi di riabilitazione 			I	R/A

C=civile A=agricolo I=industriale R/A=ricreativo e ambientale

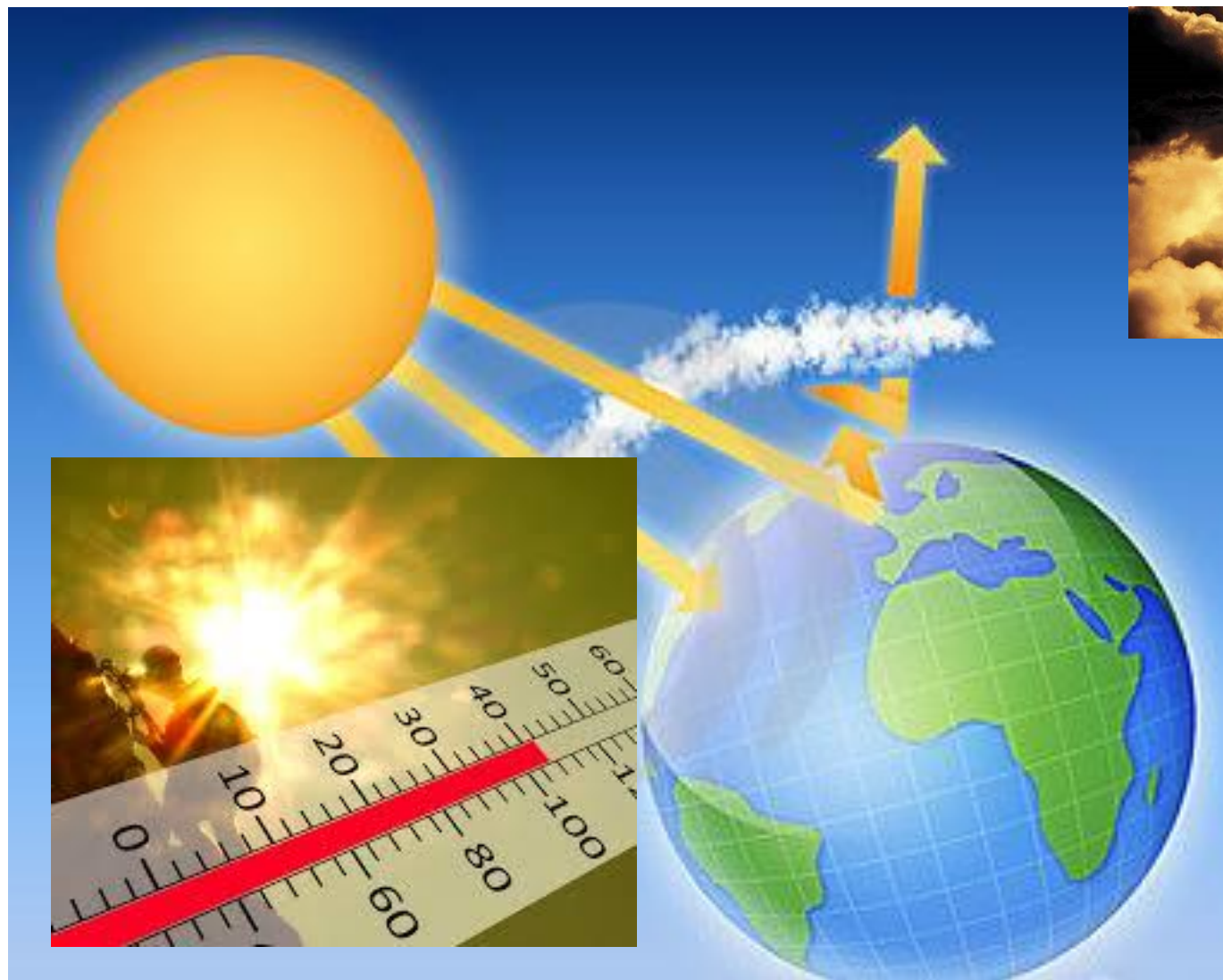
E il futuro?

Precipitazioni in Sicilia



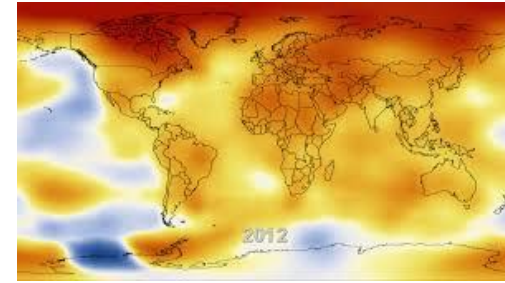
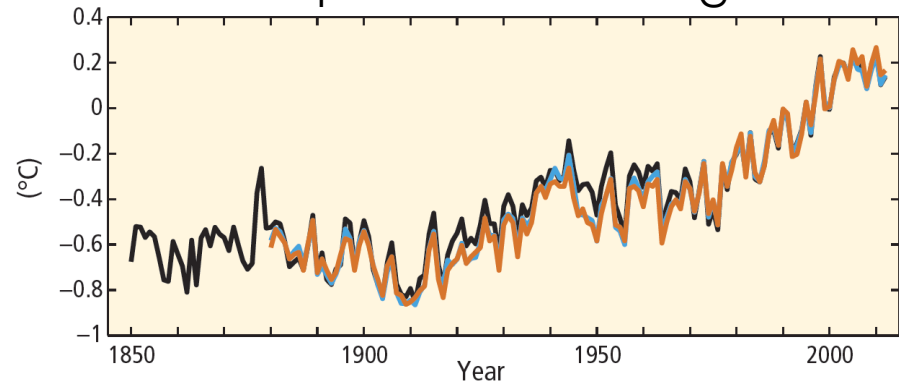
(Piano di Gestione del Distretto Idrografico Sicilia)

Cambiamenti climatici ed effetto serra

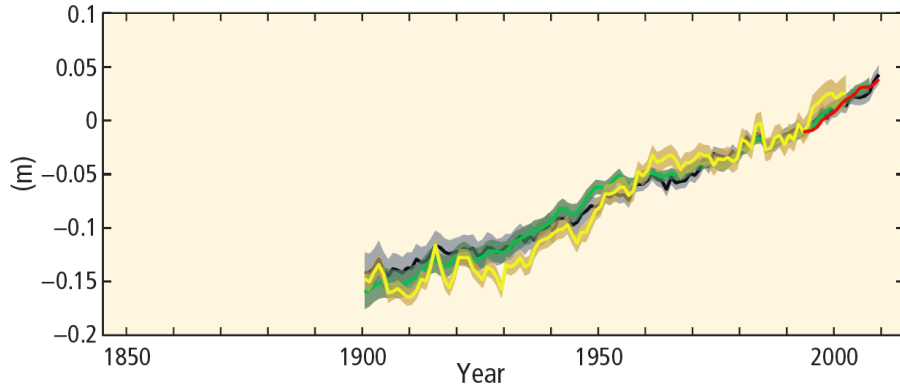


Il calore riflesso
dalla superficie
riscalda in
parte i gas
presenti
nell'atmosfera

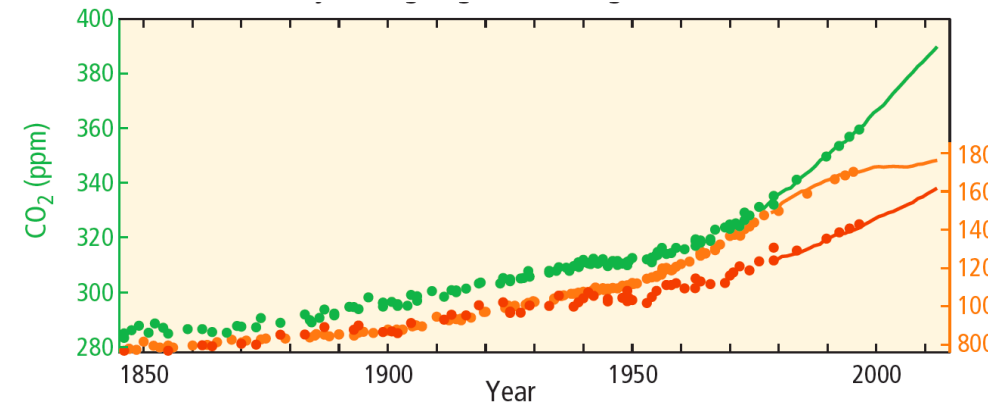
Temperatura media globale



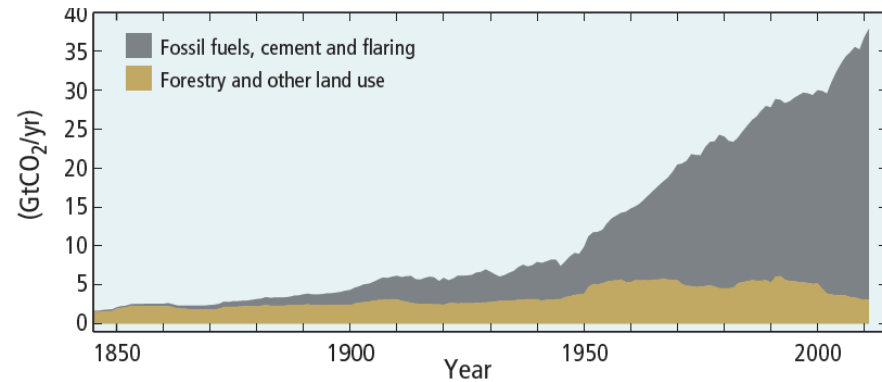
Livello del mare



Concentrazione di gas serra nell'atmosfera



Emissioni di CO₂

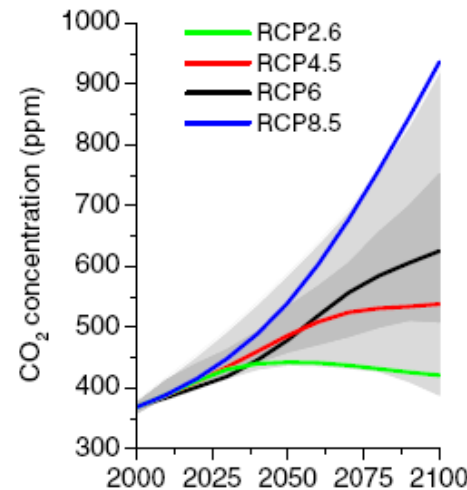
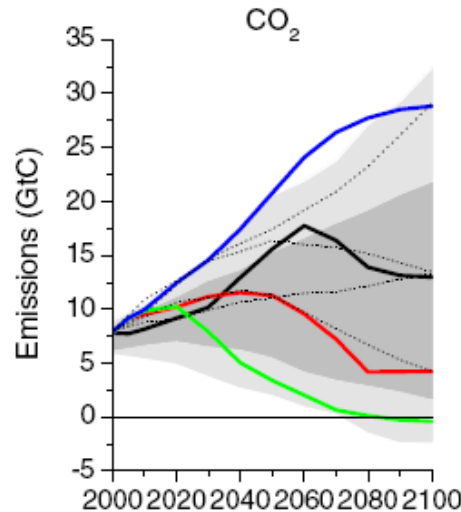
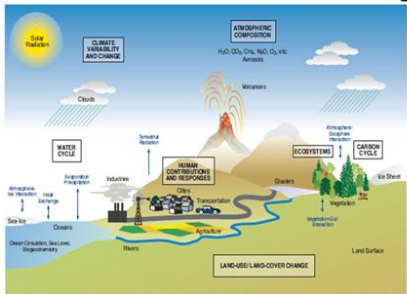
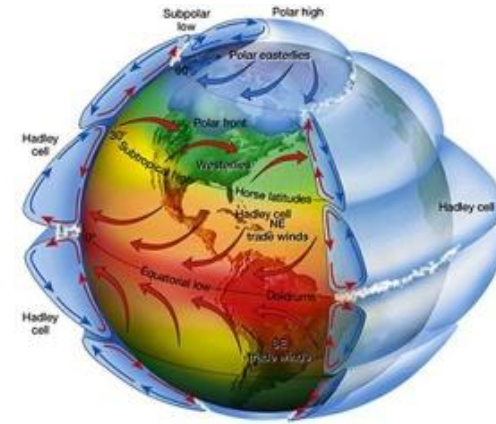
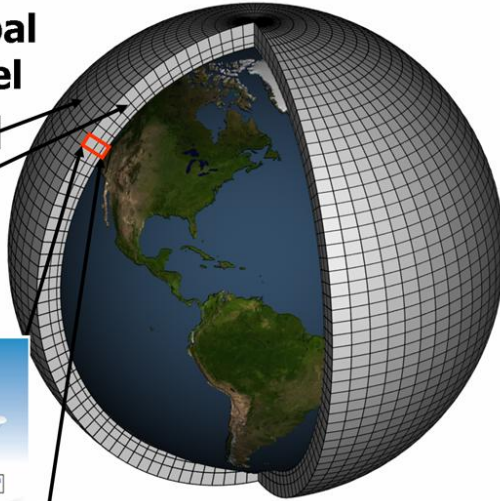


E il futuro?

Schematic for Global Atmospheric Model

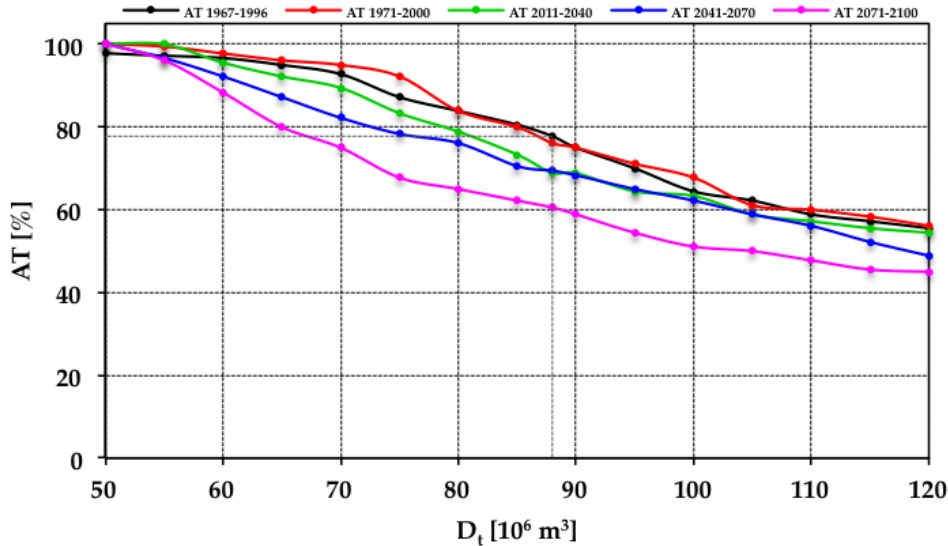
Horizontal Grid (Latitude-Longitude)

Vertical Grid (Height or Pressure)



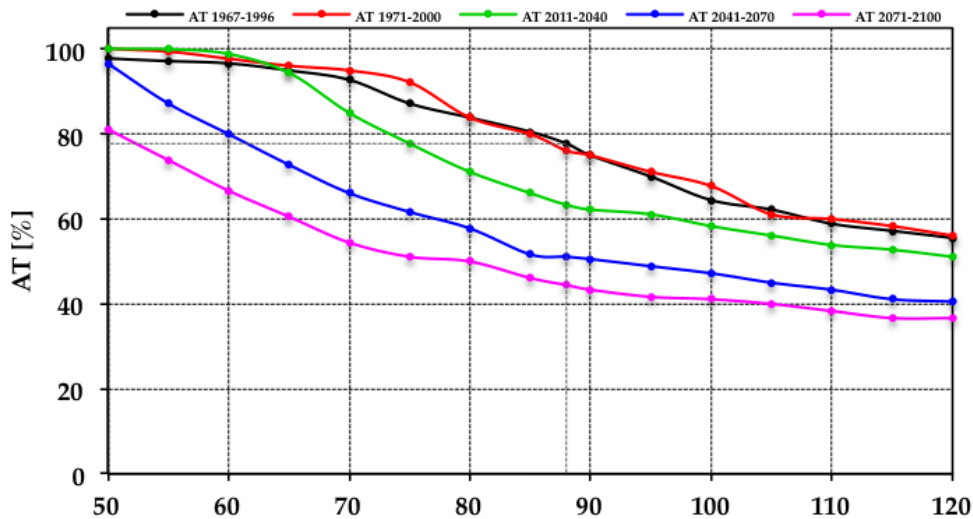
Previsioni per il serbatoio Pozzillo

RCP4.5 - Confronto curve Affidabilità temporale - Domanda



Deficit nel 30-40% degli anni futuri

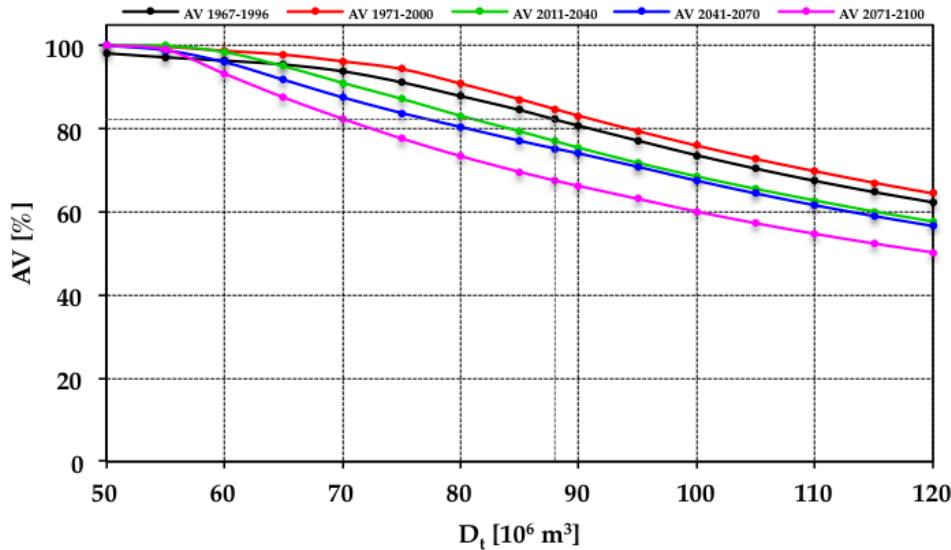
RCP8.5 - Confronto curve Affidabilità temporale - Domanda



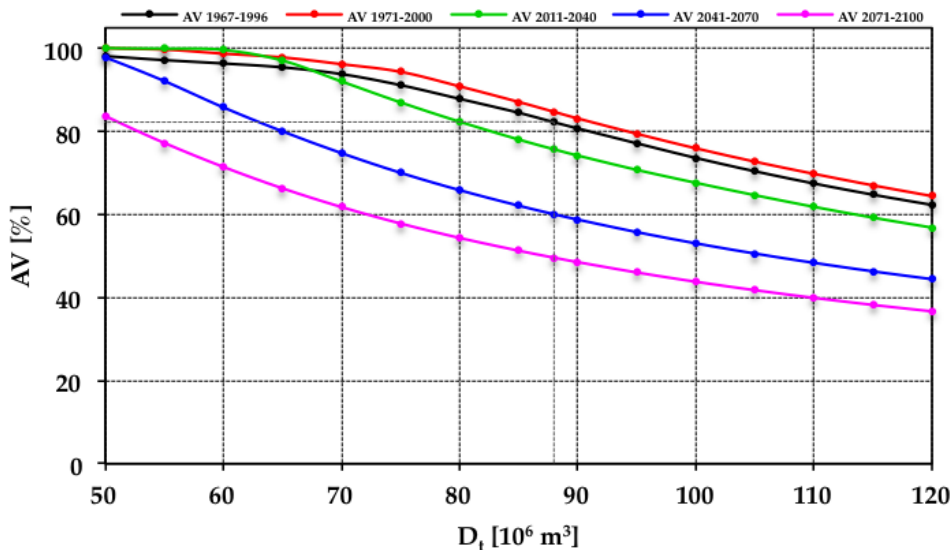
Deficit nel 40-60% degli anni futuri

Previsioni per il serbatoio Pozzillo

RCP4.5 - Confronto curve Affidabilità volumetrica - Domanda



RCP8.5 - Confronto curve Affidabilità volumetrica - Domanda



Deficit nel 40-60% degli anni futuri

Conclusioni

- I serbatoi di regolazione dei deflussi superficiali sono infrastrutture indispensabili, specialmente nei climi semiaridi quale quello siciliano
- La loro gestione pone complessi problemi dal punto di vista decisionale:
 - Cicala: soddisfo interamente le domande se ho sufficiente acqua invasata?
 - Formica: al di sotto di una certa disponibilità, comincio a ridurre le erogazioni comunque, con il rischio di imporre deficit non necessari?
- E' necessario superare l'approccio reattivo alla mitigazione della siccità, verso un approccio proattivo
- Le previsioni climatiche a lungo termine impongono l'adozione di adeguate strategie di adattamento

Traversa Magazzolo



Vasca Ribera



Impianto di sollevamento Caricagiachi



Traversa Caricagiachi



Adduttore sinistra Carboj

